

ISSN 1829 – 0523

Խ.ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ  
ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ



АРМЯНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Х.АБОВЯНА

ARMENIAN STATE PEDAGOGICAL  
UNIVERSITY AFTER  
KH. ABOVYAN

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

SCIENTIFIC NEWS

N 1 (36)

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН 2019 YEREVAN

## ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

*Միրզախանյան Ռ. Կ.* – Խմբագրական խորհրդի նախագահ

*Բարախանյան Ա. Վ.* – Գլխավոր խմբագիր

*Կարապետյան Վ. Ս.* – Խմբագրի տեղակալ

*Դեմիրխանյան Գ. Գ.* – Խմբագրի տեղակալ

*Ավագյան Լ. Ս.* – Պատասխանատու քարտուղար

Գևորգյան Ս. Ռ., Վարդանյան Կ. Ե., Թովուզյան Ա. Օ, Կարապետյան Ս. Գ.,  
Փիլիպոսյան Ա. Ս., Գալստյան Ա. Վ., Դոլուխանյան Ա. Գ., Թադևոսյան Ռ. Վ.,  
Մխիթարյան Ե. Ս., Հակոբյան Ա. Հ., Դանիելյան Ս. Դ., Կոկանյան Է. Պ., Միքայելյան  
Հ. Ս., Սահակյան Ա. Կ., Խոյեցյան Ա. Վ., Սադոյան Ռ. Ռ.

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

(Բնական գիտություններ), № 1 (36), 2019

Խ. Աբովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան,  
«Գիտական տեղեկագիր», № 1 (36), Երևան 2019թ., 65 էջ:

Կայք-էջը՝ <https://aspu.mylibstudio.com>

Համարի ձևավորումը և համակարգչային  
շարվածքը Թ. Է. Նալբանդյանի

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

*Мирзаханян Р.К.* - председатель редакционного совета

*Бабаханян А.В.* - главный редактор

*Карапетян В.С.* - заместитель редактора

*Демирханян Г.Г.* - заместитель редактора

*Авагян Л.М.* - ответственный секретарь

Геворгян С.Р., Варданыан К.Е., Топузьян А.О., Карапетян С.Г., Пилипосьян А.С., Галстян А.В., Долуханян А.Г., Тадевосьян Р.В., Мхитарян Е.С., Акопян А.Х., Даниелян С.Д., Коканян Е.П., Микаелян Г.С., Саакян А.К., Хоецян А.В., Садоян Р.Р.

## EDITORIAL BOARD

*Mirzakhanyan R.K.* - Chairman of the Editorial Board

*Babakhanyan A.V.* - Chief editor

*Karapetyan V.S.* - Deputy Editor

*Demirkhanyan G.G.* - Deputy Editor

*Avagyan L.M.* - Responsible Secretary

Gevorgyan S.R., Vardanyan K.E., Topuzyan A.O., Karapetyan S.G., Piliposian A.S., Galstyan A.V., Dolukhanyan A.G., Tadevosyan R.V., Mkhitaryan E.S., Hakobyan A.H., Danielyan S.D., Kokanyan E.P., Mikaelyan H.S., Sahakyan A.K., Khoetsyan A.V., Sadoyan R.R.

Խ. ԱԲՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ  
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ АРМЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Х. АБОВЯНА

Բնական գիտություններ №1 (36) 2019 Естественные науки

**ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ  
ՖԻԶԻԿԱ**

*ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ Գ. Գ., ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ Հ. Գ., ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Ա. Հ.* ՇՏԱՐԿԻ ԽՆԴԻՐԸ  
LiNbO<sub>3</sub>-Tm<sup>3+</sup> ԲՅՈՒՐԵՂԻ ՀԱՄԱՐ.....7

*ԹԱՐՈՅԱՆ Ա. Ս., ԱՍՍՏՐՅԱՆ Ա. Խ., ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ Ն. Ն.* ԵՐԿԿՐԱՍԵՐԶ ՕԴԱՅԻՆ  
ՇԵՐՏՈՒՄ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԹՎԱՅԻՆ  
ԱՐԺԵՔԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ.....12

**ՔԻՄԻԱ**

*ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Լ.Ռ., ԳՅՈՒՐՋՅԱՆ Մ.Գ., ԱԹԱԲԵԿՅԱՆ Լ.Վ., ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Ռ.Լ.* ԲՈՒՍԱԿԱՆ  
ԷՔՍՏՐԱԿՏՆԵՐԻ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ՀԱԿԱՕՔՍԻԴԻԶ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ .....17

*ԳՅՈՒԼԼԱԶԱՐՅԱՆ Ա. Խ., ՄՍՀԱԿՅԱՆ Տ.Ա., ԵՐԵՄՅԱՆ Ա.Բ., ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ Գ.Մ.*  
*ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ Ռ.Վ., ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ Հ.Մ.* 2,3-ԴԻԲՐՈՄԱԼԿԵՆԻԼ ԽՈՒՄԲ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ  
ԱՍՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԱՂԵՐԻ ՀԱԿԱՄԱՆՐԷԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ.....24

*ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ Վ. Ս., ԲԱԲԱՆՅԱՆ Ա. Վ.* 4-ԱԼԿԻԼՕՔՍԻԲՈՒՏԻՆ-2-ԻԼ ԽՈՒՄԲ  
ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԱՍՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԱՂԵՐԻ ՍԻԳՄԱՏՐՈՊ ՎԵՐԱԽՄԲԱՎՈՐՈՒՄԸ.....29

**ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ, ՄԵԽԱՆԻԿԱ**

*ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ Գ.Ռ., ՂՈՒԼՂԱԶԱՐՅԱՆ Լ.Գ.* ԱԶՍ ԵԶՐԵՐՈՎ ԲԱՑ ԲԱՐԱԿ  
ԱՌԱԶԳԱԿԱՆ ՕՐԹՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՀԱՄԱՐ ՄՈՏԱՎՈՐ ԴԻՍՊԵՐՍԻՈՆ  
ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐ.....33

**ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ**

*ՍՈՒՐԵՆՅԱՆ Գ. Հ., ԽՈՅԵՅՅԱՆ Ա.Վ.* ԵՐԿՐՈՐԴ ՍԵՐՆԴԻ ԱՐԲԱՆՅԱԿՆԵՐԻՑ ՍՏԱՑՎԱԾ  
ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԴԵՐԸ ԵՂԱՆԱԿԻ ԿԱՐՃԱԺԱՄԿԵՏ ԿԱՆԽԱՍՏԵՍՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ .....49

*ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ Ս.Ա.* ԵՐԿՐԱԾԻՆ ԵՎ ՏԵԽՆԱԾԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ  
ԿԱՐԳԱՇԵՂՈՒՄՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐԱԿՈՒՄԸ.....54

**ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ**

*ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Կ.Ե., ՏԻԳՐԱՆՅԱՆ Տ.Գ., ՂԱԶԱՐՅԱՆ Ա.Ա.* ԻՆՔՆԱՍՊԱՆՈՒԹՅԱՆ  
ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԻ ՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ, ՆԵՅՐՈՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՄԵԿՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....59

*ԱԶԱՐՅԱՆ Ռ. Ն., ՄԵԼԻՔՅԱՆ Լ. Հ.* ՀԱՆՐԱԿՐԹԱԿԱՆ ԴՊՐՈՑՆԵՐՈՒՄ ՍՈՎՈՐՈՂՆԵՐԻ  
ԿԱՐՃԱՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԸ.....63

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

<i>ДЕМИРХАНИЯН Г.Г., ДЕМИРХАНИЯН А.Г., АРУТЮНЯН А.А.</i> ЗАДАЧА ШТАРКА ДЛЯ КРИСТАЛЛА $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$ .....	7
<i>ТАРОЯН А.С., АСАТРЯН А.Х., МХИТАРЯН Н.Н.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛАЩЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ.....	12

### ХИМИЯ

<i>ВАРДАНИЯН Л.Р., ГЮРДЖЯН М.Г., АТАБЕКЯН Л.В., ВАРДАНИЯН Р.Л.</i> АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ СМЕСИ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	17
<i>ГЮЛЬНАЗАРЯН А.Х., СААКЯН Т.А., ЕРЕМЯН А.Б., МУРАДЯН Г.М., ПАРОНИКЯН Р.В., СТЕПАНИЯН Г.М.</i> АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ 2,3-ДИБРОМАЛКЕНИЛЬНУЮ ГРУППУ.....	24
<i>ОВСЕПЯН В. С., БАБАХАНИЯН А. В.</i> СИГМАТРОПНАЯ ПЕРЕГРУППИРОВКА АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ 4-АЛКИЛОКСИБУТИН-2-ИЛЬНУЮ ГРУППУ.....	29

### МАТЕМАТИКА, МЕХАНИКА

<i>ГУЛГАЗАРЯН Г.Р., ГУЛГАЗАРЯН Л.Г.</i> ПРИБЛИЖЕННЫЕ ДИСПЕРСИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ТОНКОЙ УПРУГОЙ ОРТОТРОПНОЙ НЕЗАМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ СО СВОБОДНЫМИ КРАЯМИ.....	33
---	----

### ГЕОГРАФИЯ

<i>СУРЕНИЯН Г.Г., ХОЕЦЯН А.В.</i> РОЛЬ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ СО СПУТНИКОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ, В КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗАХ ПОГОДЫ.....	49
<i>АРАКЕЛЯН С.А.</i> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕОГЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ.....	54

### ФИЗИОЛОГИЯ

<i>ВАРДАНИЯН К. Е., ТИГРАНЯН Т. Г., КАЗАРЯН А. А.</i> МОЛЕКУЛЯРНОЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ СУИЦИДА.....	59
<i>АЗАРЯН Р.Н., МЕЛИКЯН Л.Г.</i> К ПРОБЛЕМЕ ПРОФИЛАКТИКИ БЛИЗОРУКОСТИ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ.....	63

## CONTENT

### PHYSICS

- DEMIRKHANYAN G.G., DEMIRKHANYAN H.G., HARUTUNYAN A.A.* STARK'S PROBLEM FOR  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  CRYSTAL.....7
- TAROYAN A.S., ASATRYAN A.K., MKHITARYAN N.N.* DETERMINATION OF NUMERICAL VALUE OF THE COEFFICIENT OF THE ABSORPTION OF THE SECONDARY COSMIK RAYS IN THE TERRESTRIAL ATMOSPHERE.....12

### CHEMISTRY

- VARDANYAN L.R., GYURJYAN M. G., ATABEKYAN L.V., VARDANYAN R.L.* THE ANTI-OXIDANT ACTION OF THE HERBAL EXTRACTION MIXTURES.....17
- GYULNAZARYAN A.H., SAHAKYAN T.A., YERMEMYAN A.B., MURADYAN G.M., PARONIKYAN R.V., STEPANIAN H.M.* ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF AMMONIUM SALTS CONTAINING 2,3-DIBROMOALKENYL GROUP.....24
- HOVSEPYAN V.S., BABAKHANYAN A.V.* SIGMATROPICAL REARRANGEMENT OF AMMONIUM SALTS CONTAINING 4-ALKYLOXYBUTIN-2-IL GROUP .....29

### MATHEMATICS, MECHANICS

- GHULGHAZARYAN G.R., GHULGHAZARYAN L.G.* THE APPROXIMATE DISPERSION EQUATIONS FOR THIN ELASTIC OPEN ORTHOTROPIC CYLINDRICAL SHELL WITH FREE EDGES.....33

### GEOGRAPHY

- SURENYAN G.H., KHOYETSYAN A.V.* THE ROLE OF INFORMATION, RECIEVED FROM SATELLITES OF THE SECOND GENERATION, IN SHORT-TERM WEATHER FORECAST.....49
- ARAQELYAN S. A.* IDENTIFICATION OF GEOGENIC AND TECHNOGENIC GEOCHEMICAL ANOMALIES.....54

### PHYSIOLOGY

- VARDANYAN K. E., TIGRANYAN T. G., GHAZARYAN A. A.* MOLECULAR AND NEUROPHYSIOLOGICAL COMMENTARIES ON THE MAIN ISSUE OF SUICIDE.....59
- AZARYAN R.N., MELIKYAN L.H.* ON THE PROBLEM OF PREVENTION OF MYOPIA OF STUDENTS IN PUBLIC SCHOOLS.....63

## ՖԻԶԻԿԱ

### ՇՏԱՐԿԻ ԽՆԴԻՐԸ $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$ ԲՅՈՒՐԵՂԻ ՀԱՄԱՐ

Դեմիրխանյան Գ. Գ., Դեմիրխանյան Հ. Գ., Հարությունյան Ա. Հ.

Խ. Աբովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան

0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17

e-mail: [gdemirkhanyan@gmail.com](mailto:gdemirkhanyan@gmail.com)

Թույլ բյուրեղային դաշտի ( $F^{\Gamma}$ ) մոտավորության շրջանակներում լուծված է Շտարկի խնդիրը  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  բյուրեղի ( $C_{3v}$  կետային համաչափություն) համար: Հաշվարկված են  $\text{Tm}^{3+}$  իոնի Ստիվենսի  $\alpha_J$ ,  $\beta_J$  և  $\gamma_J$  գործակիցները, որոշված են  $F^{\Gamma}$ -ի պարամետրերի թվային արժեքները՝  $A_{20} = -40.3$ ,  $A_{40} = 170.1$ ,  $A_{60} = 42.1$ ,  $A_{43} = -1881$ ,  $A_{63} = -324.1$ ,  $A_{66} = 1561$  (սմ<sup>-1</sup>), կառուցված են  $\text{Tm}^{3+}$  խառնուրդային իոնի հիմնական  ${}^3H_6$  և առաջին գրգռված  ${}^3F_4$  մուլտիպլետների Շտարկյան ենթամակարդակների ալիքային ֆունկցիաները:

**Բանալի բառեր.** Հազվագյուտ հողի խմբի տարր, խառնուրդային իոն, բյուրեղային դաշտ, Ստիվենսի գործակիցներ, Շտարկյան ենթամակարդակ, ալիքային ֆունկցիա:

Հազվագյուտ հողի ( $\text{RE}^{3+}$ ) խմբի  $\text{Tm}^{3+}$  ( $4f^{12}$ ) իոնով լեզիրված նյութերի կլանման և առաքման օպտիկական սպեկտրները տեսանելի և ինֆրակարմիր տիրույթներում պարունակում են մեծաքանակ սպեկտրալ գծեր, ինչը կանխորոշում է այդ նյութերի լայն կիրառությունը անմենատարբեր ոլորտներում: Մասնավորապես,  $\text{RE}^{3+}$  իոններով լեզիրված նյութերը կիրառվում են լազերային հովացնող համակարգերում (laser cooling [1]), բանող մարմին են հանդիսանում ինքնահովացվող լազերների (balance laser [2,3]), օպտիկական սենսորների [4,5] համար:  $\text{Tm}^{3+}$  իոնով լեզիրված նյութերի սպեկտրադիտական հատկությունների ուսումնասիրմանը նվիրված են բազմաթիվ փորձարարական աշխատանքներ [6–8]՝ կուտակված է տվյալների հարուստ պաշար: Սակայն այդ նյութերի, մասնավորապես,  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  բյուրեղի օպտիկական սպեկտրների մանրակրկիտ տեսական ուսումնասիրությունները խիստ սակավ են:

Տվյալ աշխատանքը նվիրված է Շտարկի խնդրի լուծմանը  $\text{Tm}^{3+}$  իոններով լեզիրված լիթիումի նիոբատի ( $\text{LiNbO}_3$ ) բյուրեղի համար, ինչի արդյունքում որոշվել են  $\text{Tm}^{3+}$  իոնի հիմնական  ${}^3H_6$  և առաջին գրգռված  ${}^3F_4$  մուլտիպլետների շտարկյան ենթամակարդակների էներգիաները և կառուցվել են այդ վիճակների ալիքային ֆունկցիաները:

Շտարկի խնդրի լուծումը  $\text{RE}^{3+}$  իոններով լեզիրված բյուրեղների համար, ինչպես հայտնի է, հանգում է խառնուրդային իոնի վրա ազդող բյուրեղային դաշտի ( $F^{\Gamma}$ ) պոտենցիալի դիագոնալիզացման: Վերջինս, որպես կանոն, իրականացնում են կիրառելի, այսպես կոչված, կետային լիցքերի մոտավորությունը, որի շրջանակներում  $F^{\Gamma}$ -ի պոտենցիալը ներկայացվում է Ստիվենսի օպերատորների միջոցով [9]: Հայտնի է, որ  $\text{LiNbO}_3$  (LN) բյուրեղում խառնուրդային  $\text{RE}^{3+}$  իոնների մոտակա շրջապատն օժտված է  $C_{3v}$  կետային համաչափությամբ, ուստի  $F^{\Gamma}$ -ի պոտենցիալն ունի հետևյալ տեսքը [10].

$$V_{cr} = \alpha_J A_{20} O_2^0 + \beta_J A_{40} O_4^0 + \gamma_J A_{60} O_6^0 + \beta_J A_{43} O_4^3 + \gamma_J A_{63} O_6^3 + \gamma_J A_{66} O_6^6 \quad (1)$$

որտեղ  $A_{kq}$ -ն  $F_7$ -ի պարամետրերն են,  $\alpha_j, \beta_j, \gamma_j$  և  $O_k^q$  ( $k=2,4,6$ ), համապատասխանաբար, Ստիվենսի գործակիցներն ( $U^q$ ) են և էկվիվալենտ օպերատորները ( $E^O$ ),  $J$  – ն խառնուրդային իոնի մուլտիպլետային վիճակը նկարագրող լրիվ անկյունային մոմենտն է:  $Tm^{3+}$  իոնի մուլտիպլետային վիճակների  $U^q$ -ների հաշվարկված արժեքները բերված են աղյ.1-ում,  $E^O$ -ների մատրիցական էլեմենտները հաստատագրված են [9]-ում:  $F_7$ -ի պարամետրերի թվային արժեքներն որոշվում են շտարկյան մակարդակների էներգիաների հաշվարկային և փորձարարական արժեքների լավագույն համընկման պայմանից:

$F_7$ -ի պոտենցիալի մատրիցական էլեմենտների հաշվումը նպատակահարմար է կատարել  $C_{3v}$  կետային համաչափության չբերվող  $\Gamma_1^T$ ,  $\Gamma_2^T$  և  $\Gamma_3^T$  ներկայացումների  $\psi_n(\Gamma_k^T)$  բազիսային ֆունկցիաների հիման վրա՝ հաշվի առնելով սֆերիկ համաչափության  $D^{(J)}$  ներկայացման վելուծությունը ըստ  $\Gamma_1^T$ ,  $\Gamma_2^T$  և  $\Gamma_3^T$  չբերվող ներկայացումների [11].

$$a) D^{(6)} = 3\Gamma_1^T + 2\Gamma_2^T + 4\Gamma_3^T$$

$$\begin{aligned} \psi_1(\Gamma_1^T) &= |6,0\rangle, \quad \psi_2(\Gamma_1^T) = \frac{1}{\sqrt{2}}\{|6,6\rangle + |6,-6\rangle\}, \quad \psi_3(\Gamma_1^T) = \frac{1}{\sqrt{2}}\{|6,3\rangle - |6,-3\rangle\} \\ \psi_4(\Gamma_2^T) &= -\frac{1}{\sqrt{2}}\{|6,3\rangle + |6,-3\rangle\}, \quad \psi_5(\Gamma_2^T) = \frac{1}{\sqrt{2}}\{|6,6\rangle - |6,-6\rangle\} \\ \psi_6(\Gamma_3^T) &= \pm|6,\pm 1\rangle, \quad \psi_7(\Gamma_3^T) = \pm|6,\mp 5\rangle, \quad \psi_8(\Gamma_3^T) = |6,\mp 2\rangle, \quad \psi_9(\Gamma_3^T) = |6,\pm 4\rangle \end{aligned} \quad (2)$$

$$բ) D^{(4)} = 2\Gamma_1^T + \Gamma_2^T + 3\Gamma_3^T$$

$$\begin{aligned} \phi_1(\Gamma_1^T) &= |4,0\rangle, \quad \phi_2(\Gamma_1^T) = \frac{1}{\sqrt{2}}\{|4,3\rangle - |4,-3\rangle\}, \quad \phi_3(\Gamma_2^T) = -\frac{1}{\sqrt{2}}\{|4,3\rangle + |4,-3\rangle\}, \\ \phi_4(\Gamma_3^T) &= \pm|4,\pm 1\rangle, \quad \phi_5(\Gamma_3^T) = |4,\mp 2\rangle, \quad \phi_6(\Gamma_3^T) = |4,\pm 4\rangle \end{aligned} \quad (3)$$

$F_7$ -ի (1) պոտենցիալի զրոյից տարբեր մատրիցական էլեմենտներն ունեն հետևյալ տեսքը.

ա)  ${}^3H_6$  մուլտիպլետի համար

$$\begin{aligned} V_{11} &= -\frac{14}{33} A_{20} + \frac{896}{1089} A_{40} + \frac{8000}{4719} A_{60}, & V_{13} &= \frac{16}{363} \sqrt{\frac{14}{15}} A_{43} - \frac{860}{4719} \sqrt{\frac{10}{21}} A_{63}, \\ V_{22} &= \frac{2}{3} A_{20} + \frac{32}{33} A_{40} + \frac{400}{429} A_{60}, & V_{23} &= \frac{8}{33} \sqrt{\frac{1}{55}} A_{43} - \frac{80}{429} \sqrt{\frac{5}{21}} A_{63}, \\ V_{33} &= -\frac{5}{33} A_{20} - \frac{64}{121} A_{40} + \frac{8600}{4719} A_{60} - \frac{800}{4719} A_{66}, & V_{45} &= \frac{8}{33\sqrt{55}} A_{43} - \frac{80}{429} \sqrt{\frac{5}{11}} A_{63}, \\ V_{44} &= -\frac{5}{33} A_{20} - \frac{64}{121} A_{40} + \frac{8600}{4719} A_{60} + \frac{800}{4719} A_{66}, & V_{67} &= \frac{200}{429} \sqrt{\frac{2}{33}} A_{66}, \\ V_{55} &= \frac{2}{3} A_{20} + \frac{32}{33} A_{40} + \frac{400}{429} A_{60}, & V_{68} &= -\frac{728}{42471} \sqrt{\frac{2}{5}} A_{43} + \frac{2700}{42471} \sqrt{\frac{2}{5}} A_{63}, \\ V_{66} &= -\frac{13}{33} A_{20} + \frac{2048}{3267} A_{40} - \frac{4000}{4719} A_{60}, & V_{69} &= \frac{1040}{14157} \sqrt{\frac{1}{3}} A_{43} - \frac{1500}{14157} \sqrt{\frac{1}{3}} A_{63}, \\ V_{77} &= \frac{1}{3} A_{20} - \frac{64}{99} A_{40} - \frac{1000}{429} A_{60}, & V_{78} &= -\frac{728}{1287} \sqrt{\frac{1}{165}} A_{43} - \frac{600}{1287} \sqrt{\frac{1}{165}} A_{63}, \\ V_{88} &= -\frac{10}{33} A_{20} + \frac{32}{297} A_{40} + \frac{400}{429} A_{60}, & V_{89} &= \frac{400}{4719} \sqrt{\frac{10}{3}} A_{66}, \\ V_{99} &= \frac{2}{33} A_{20} - \frac{1024}{1089} A_{40} + \frac{1600}{4719} A_{60}, \end{aligned} \quad (4)$$

բ)  ${}^3F_4$  մուլտիպլետի համար՝

$$\begin{aligned} V_{11} &= \frac{10}{63} A_{20} + \frac{24}{77} A_{40} + \frac{400}{1287} A_{60}, & V_{22} &= -\frac{1}{18} A_{20} - \frac{4}{11} A_{40} + \frac{340}{1287} A_{60} + \frac{40}{1287} A_{66}, \\ V_{44} &= \frac{17}{126} A_{20} + \frac{12}{77} A_{40} - \frac{20}{1287} A_{60}, & V_{33} &= -\frac{1}{18} A_{20} - \frac{4}{11} A_{40} + \frac{340}{1287} A_{60} + \frac{40}{1287} A_{66}, \\ V_{55} &= \frac{4}{63} A_{20} - \frac{4}{21} A_{40} - \frac{40}{117} A_{60}, & V_{66} &= -\frac{2}{9} A_{20} + \frac{8}{33} A_{40} - \frac{80}{1287} A_{60}, \\ V_{12} &= \frac{1}{11} \sqrt{\frac{2}{35}} A_{43} + \frac{20}{1287} \sqrt{\frac{10}{7}} A_{63}, & V_{45} &= \frac{1}{231} \sqrt{2} A_{43} + \frac{10}{1287} \sqrt{2} A_{63}, \\ V_{46} &= \frac{1}{33} \sqrt{\frac{2}{7}} A_{43} + \frac{40}{1287} \sqrt{\frac{2}{7}} A_{63}, & V_{56} &= -\frac{80}{1287} \sqrt{\frac{1}{7}} A_{66} \end{aligned} \quad (5)$$



Այստեղ հաշվի է առնված, որ դիտարկվող մատրիցը սիմետրիկ է՝  $V_{ij} = V_{ji}$ :

(4) և (5) մատրիցների սեփական արժեքներն իրանցից ներկայացնում են  ${}^3H_6$  և  ${}^3F_4$  մուլտիպլետների շտարկյան ենթամակարդակների էներգիաները, իսկ սեփական ֆունկցիաները՝ համապատասխան շտարկյան վիճակների ալիքային ֆունկցիաները: Շտարկյան մակարդակների էներգիաների հաշվարկային և փորձարարական  $\{0, 41, 94, 171, 298, 382, 452, 533, 608 \text{ սմ}^{-1}\}$  և  $\{5666.2, 5692.4, 5894.6, 6008.4, 6022.1, 6076.6 \text{ սմ}^{-1}\}$  [12,13] արժեքների համեմատությունից որոշված  $F_7$ -ի պարամետրերի թվային արժեքներն են.  $A_{20} = -40.3$ ,  $A_{40} = 170.1$ ,  $A_{60} = 42.1$ ,  $A_{43} = -1881$ ,  $A_{63} = -324.1$ ,  $A_{66} = 1561$  (սմ<sup>-1</sup>):

Օգտագործելով  $F_7$ -ի պարամետրերի բերված արժեքները դժվար չէ որոշել (4) և (5) մատրիցների սեփական վեկտորները, որոնք էլ հանդիսանում են համապատասխան շտարկյան ենթամակարդակների ալիքային ֆունկցիաները: Այսպիսով,  ${}^3H_6$  մուլտիպլետի Շտարկյան մակարդակների ալիքային ֆունկցիաներն են.

$$\begin{aligned}
 |v_1\rangle &= \mp 0.6888 |6 \mp 5\rangle + 0.4619 |6 \mp 2\rangle \pm 0.2089 |6 \pm 1\rangle - 0.5183 |6 \pm 4\rangle \\
 |v_2\rangle &= 0.0999 |60\rangle + 0.6878 |63\rangle - 0.6878 |6 - 3\rangle + 0.1480 |66\rangle + 0.1480 |6 - 6\rangle \\
 |v_3\rangle &= \mp 0.57728 |6 \mp 5\rangle - 0.2962 |6 \mp 2\rangle \pm 0.3832 |6 \pm 1\rangle + 0.6575 |6 \pm 4\rangle \\
 |v_4\rangle &= 0.9922 |60\rangle - 0.0577 |63\rangle + 0.0577 |6 - 3\rangle - 0.0665 |66\rangle - 0.0665 |6 - 6\rangle \\
 |v_5\rangle &= -0.1675 |63\rangle - 0.1675 |6 - 3\rangle + 0.6870 |66\rangle - 0.6870 |6 - 6\rangle \\
 |v_6\rangle &= \pm 0.3902 |6 \mp 5\rangle - 0.0514 |6 \mp 2\rangle \pm 0.8966 |6 \pm 1\rangle - 0.2031 |6 \pm 4\rangle \\
 |v_7\rangle &= -0.0744 |60\rangle + 0.1534 |63\rangle - 0.1534 |6 - 3\rangle - 0.6882 |66\rangle - 0.6882 |6 - 6\rangle \\
 |v_8\rangle &= \mp 0.2004 |6 \mp 5\rangle - 0.8344 |6 \mp 2\rangle \mp 0.0757 |6 \pm 1\rangle - 0.5077 |6 \pm 4\rangle \\
 |v_9\rangle &= -0.6870 |63\rangle - 0.6870 |6 - 3\rangle - 0.1675 |66\rangle + 0.1675 |6 - 6\rangle :
 \end{aligned} \tag{6}$$

Իսկ  ${}^3F_4$  մուլտիպլետի Շտարկյան մակարդակների ալիքային ֆունկցիաներն են.

$$\begin{aligned}
 |\mu_1\rangle &= -0.7071(|4 - 3\rangle + |43\rangle) \\
 |\mu_2\rangle &= 0.8829 |4 \mp 2\rangle \pm 0.2938 |4 \pm 1\rangle + 0.3663 |4 \pm 4\rangle \\
 |\mu_3\rangle &= -0.0004 |40\rangle + 0.7071(|43\rangle - |4 - 3\rangle) \\
 |\mu_4\rangle &= 0.4300 |4 \mp 2\rangle \mp 0.8192 |4 \pm 1\rangle - 0.3794 |4 \pm 4\rangle \\
 |\mu_5\rangle &= 0.7862 |40\rangle - 0.4370(|43\rangle - |4 - 3\rangle) \\
 |\mu_6\rangle &= -0.1886 |4 \mp 2\rangle \mp 0.4925 |4 \pm 1\rangle + 0.8496 |4 \pm 4\rangle
 \end{aligned} \tag{7}$$

Ինչպես երևում է (6) և (7) ալիքային ֆունկցիաներից,  $F_7$ -ի այդեցությունը լրիվ չի վերացնում, համապատասխանաբար 13- և 9-պատիկ այլասերված,  ${}^3H_6$  և  ${}^3F_4$  մուլտիպլետների այլասերվածությունը.  ${}^3H_6$  մուլտիպլետի 1-ին, 3-րդ, 6-րդ և 8-րդ, իսկ  ${}^3F_4$  մուլտիպլետի 2-րդ, 4-րդ և 6-րդ Շտարկյան մակարդակները մնում են կրկնակի այլասերվաց: Սա պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ  $Tm^{3+}$  իոնը պարունակում է զույգ թվով 4f էլեկտրոններ ( $4f^{12}$ ):

Աղյուսակ 1.  $Tm^{3+}$  իոնի Ստիվենսի գործակիցները:

մուլտիպլետ	$\alpha_j$	$\beta_j$	$\gamma_j$
$^3H_6$	$\frac{1}{3^2 \times 11}$	$\frac{2^3}{3^4 \times 5 \times 11^2}$	$-\frac{5}{3^4 \times 7 \times 11^2 \times 13}$
$^3H_5$	$\frac{1}{3 \times 5^2}$	$\frac{2^3}{3^4 \times 5 \times 7 \times 11}$	$-\frac{5}{3^3 \times 5 \times 7 \times 11 \times 13}$
$^3H_4$	$\frac{4 \times 13}{3^2 \times 5^2 \times 11}$	$\frac{4}{3^2 \times 5 \times 11^2}$	$-\frac{4^2 \times 17}{3^4 \times 5 \times 7 \times 11^2 \times 13}$
$^3F_4$	$-\frac{1}{2 \times 9 \times 7}$	$\frac{1}{3^2 \times 5 \times 7 \times 11}$	$-\frac{1}{3^4 \times 7 \times 11 \times 13}$
$^3F_3$	$-\frac{1}{2 \times 9 \times 5}$	$\frac{1}{3^3 \times 5 \times 11}$	$\frac{1}{3^3 \times 11 \times 13}$
$^3F_2$	$-\frac{8}{9 \times 5 \times 7}$	$\frac{2}{3^4 \times 7}$	0
$^3P_2$	$\frac{1}{3 \times 5}$	0	0
$^3P_1$	$-\frac{1}{5}$	0	0
$^1I_6$	$\frac{2}{9 \times 11}$	$\frac{4}{3^3 \times 5 \times 11^2}$	$\frac{2}{3^4 \times 7 \times 11^2 \times 13}$
$^1G_4$	$\frac{2}{5 \times 7 \times 11}$	$-\frac{2 \times 23}{5 \times 7 \times 9 \times 11^2}$	$-\frac{4}{3 \times 7 \times 11^2 \times 13}$
$^1D_2$	$-\frac{2 \times 11}{5 \times 7 \times 9}$	$\frac{4}{3^3 \times 7}$	0

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. C.E. Mungan, T.R. Gosnell. Advances in Atomic, Mol. and Opt. Phys., 40, 1999, pp.161-228.
2. X.L.Ruan, M.Kaviany, Phys. Rev. B 73, 2008, pp. 155422-28.
3. Garcia-Adeva A.J., Balda R., Fernandez J., Phys.Rev. B 79, 2009, pp. 033110 - 033127
4. H.G.Demirkhanyan, G.G.Demirkhanyan, R.B.Kostanyan, Laser physics, v.28, № 2, 2018, p.025701
5. А.Г. Демирханян, Г.Г. Демирханян, Э.П. Коканян, Изв. НАН РА, Физика, т.52, №4, 2017, с.1001
6. E. Cantelar, G. Lifante, F. Cusso, Optical and Quantum Electronics, 38, 2006, pp.111-122
7. R. Zhang, H. Li, P. Zhang, Y. Hang, J. Xu, Optics Express, v. 21, No. 18, 2013, pp.20990-998,
8. P.X.Zhang, J.G.Yin, R.Zhang, H Q Li, J.Q Xu, Y Hang, Laser Physics, v. 24, N3, 2014, p. 035805
9. А. Абрагам, Б. Блини, Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов, Т. 1,2 М., “Мир”, 1973
- 10.Д.Т. Свиридов, Ю.Ф. Смирнов, Теория оптических спектров ионов переходных металлов, М. Наука, 1977
- 11.А.М. Леушин, Таблицы функций, преобразующихся по неприводимым представлениям кристаллографических точечных групп, М., Наука, 1968
- 12.Е. Cantelar, G.A. Torchia, F. Cusso. Journal of Luminescence 122-123, 2007, с. 459-462
- 13.М. Quintanilla, E. Cantelara, J.A. Sanz-Garci´a, G. Lifante, G.A. Torchiab, F. Cusso´. J. of Luminescence 128, 2008, с. 927-930

РЕЗЮМЕ  
ЗАДАЧА ШТАРКА ДЛЯ КРИСТАЛЛА  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$   
Демирханян Г.Г., Демирханян А.Г., Арутюнян А.А.

*Ключевые слова:* элемент группы редких земель, примесной ион, кристаллическое поле, коэффициенты Стивена, Штарковская подсистема, волновая функция.

В рамках приближения слабого кристаллического поля (КП) решена задача Штарка для кристалла  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  (точечная симметрия  $C_{3v}$ ). Рассчитаны значения параметров Стивенса  $\alpha_J$ ,  $\beta_J$  и  $\gamma_J$ , определены численные значения параметров КП:  $A_{20} = -40.3$ ,  $A_{40} = 170.1$ ,  $A_{60} = 42.1$ ,  $A_{43} = -1881$ ,  $A_{63} = -324.1$ ,  $A_{66} = 1561$  ( $\text{cm}^{-1}$ ), построены волновые функции Штарковских подуровней основного  $^3H_6$  и первого возбуждённого  $^3F_4$  мультиплетов примесного иона  $\text{Tm}^{3+}$ .

SUMMARY  
STARK'S PROBLEM FOR  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  CRYSTAL  
Demirkhanyan G.G., Demirkhanyan H.G., Harutunyan A.A.

*Key words:* rare earth element, impurity ion, crystal field, coefficients of Stevens, Stark subsystem, wave function.

Stark's problem for  $\text{LiNbO}_3\text{-Tm}^{3+}$  crystal ( $C_{3v}$  point group symmetry) is solved into framework of weak crystal field approximation. The Stevens'  $\alpha_J$ ,  $\beta_J$  and  $\gamma_J$  parameters are calculated, the numerical values of crystal field parameters are determined:  $A_{20} = -40.3$ ,  $A_{40} = 170.1$ ,  $A_{60} = 42.1$ ,  $A_{43} = -1881$ ,  $A_{63} = -324.1$ ,  $A_{66} = 1561$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) and wave functions of Stark sublevels of  $^3H_6$  ground, as well first excited  $^3F_4$  manifolds of impurity  $\text{Tm}^{3+}$  ion are constructed.

*Տպագրության է երաշխավորել Ֆ.Ա.Գ.Պ. Շ.Ահարոնյանը, 12.11.2018թ.*

Խ. ԱՐՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ  
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ АРМЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Х. АБОВЯНА

Բնական գիտություններ №1 (36) 2019 Естественные науки

ԵՐԿՐԿՐԱՍԵՐԶ ՕՂԱՅԻՆ ՇԵՐՏՈՒՄ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ  
ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԹՎԱՅԻՆ ԱՐԺԵՔԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Թարոյան Ա. Ս., Ասատրյան Ա. Խ., Մխիթարյան Ն. Ն.

Խ. Արոյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական  
համալսարան, 0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17

e-mail: [arsen.taroyan@mail.ru](mailto:arsen.taroyan@mail.ru)

*Աշխատանքում չափվել է երկրամերձ օդային շերտում տիեզերական ճառագայթների կլանման գործակցի թվային արժեքը: Տիեզերական հեռադիտակով չափվել է տիեզերական ճառագայթների ուժգնությունների փոփոխությունները, տարբեր բևեռային անկյուններով և Բուգեր-Լամբերտի բանաձևով որոշվել է տիեզերական ճառագայթների կլանման գործակցի թվային արժեքը:*

***Հիմնաբաներ.** տիեզերական ճառագայթներ, օդային շերտեր, մյուոններ, փոխազդեցություն, ֆոտոն, ալֆա մասնիկներ:*

***Ներկայացված է խմբագրություն 15.11.2018թ.***

Տիեզերքից դեպի Երկիր են գալիս մեծ էներգիայով ( $10^6$ - $10^{20}$  էՎ) օժտված առաջնային տիեզերական ճառագայթները, որոնց 90% պրոտոններն են, 7% ալֆա մասնիկներ, 3% այլ քիմիական տարրերի միջուկներ ու գամմա և լուսային ֆոտոններ:

Երկրի մթնոլորտի մոլեկուլների և ատոմների հետ առաջնային տիեզերական ճառագայթները կրում են բազմաթիվ փոխազդեցություններ, որոնց շնորհիվ ծովի մակերևույթից 15 կմ բարձրության օդային շերտում զարգանում են կասկադային երևույթներ՝ առաջացնելով երկրորդային տիեզերական ճառագայթներ՝ լայն մթնոլորտային հեղեղի տեսքով, որը պարունակում է պիոններ, մյուոններ էլեկտրոն-պոզիտրոն զույգեր,  $\gamma$ -քվանտներ:

Երկրորդային տիեզերական ճառագայթների առաջացման [1-3] հիմնական աղբյուրներն են՝

1. կոշտ բաղադրիչի՝ մյուոնների դեպքում լիցքակիր պիոնների տրոհումն է:
2. փափուկ բաղադրիչի՝ էլեկտրոնների և ֆոտոնների դեպքում, չեզոք պիոնների տրոհումն արդյունքում էլեկտրոն-ֆոտոնային կասկադի առաջացումն է և մյուոնների տրոհումն է ու  $\delta$  – էլեկտրոնների առաջացումը:

Երկրորդային տիեզերական ճառագայթները հիմնականում բաղկացած են՝ մյուոններից (կոշտ բաղադրիչ) և էլեկտրոն-ֆոտոններից (փափուկ բաղադրիչ):

Երկրամերձ օդային շերտում երկրորդային տիեզերական ճառագայթների թվի նվազման հիմնական երևույթները մթնոլորտի ատոմների ու մոլեկուլների իոնացման վրա ծախսած էներգիաների կորուստներն են և իրենց տրոհումները:

Դիտարկենք հետևյալը. էներգիական սպեկտրի փոքր՝  $E = 2 \cdot 10^9$  էՎ էներգիայով մյուոնի կյանքի տևողությունը մեծանում է՝  $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = \tau_0 \frac{E}{m_\mu c^2}$ , քանի որ  $v \approx c$ , կամ  $\beta = \frac{v}{c} \approx 1$ ,

և մինչև տրոհումը նրա անցած ճանապարհը կլինի՝  $L_{տրոհ} = \tau \cdot \beta c = \tau_0 \beta \cdot c \frac{E}{m_\mu c^2} = 13$  կմ:

Այսինքն Երկրի մակերևույթ կհասնեն  $E = 2 \cdot 10^9$  էՎ-ից մեծ էներգիայով մյուսները:

Մթնոլորտային օդում մյուսնի միավոր ( $E_0$ )-էներգիայի կորուստները ճառագայթման վրա  $\left(\frac{m_\mu}{m_e}\right)^2$ -անգամ քիչ է էլեկտրոնների ճառագայթային կորուստների համեմատ (մյուսնի դադարի զանգվածն է՝  $m_\mu = 207m_e$ ): Հետևաբար ճառագայթման վրա մյուսնի կորցրած  $E_0$ -էներգիան ճամապարհի միավոր երկարության վրա  $(200)^2 = 40000$  անգամ փոքր է էլեկտրոնի կրած կորստի համեմատ: Այսինքն մթնոլորտում մյուսնները համեմատաբար թույլ են կլանվում, հետևաբար Երկրի մակերևույթին հասնող երկրորդային տիեզերական մասնիկները հիմնականում մյուսններն են (կոշտ բաղադրիչ), և էլեկտրոններն ու ֆոտոնները (փափուկ բաղադրիչ), երեքն էլ միջուկաակտիվ չեն, իսկ միջուկաակտիվ պիոնները արագ քայքայվում են մթնոլորտի վերին շերտերում ծնելելով ոչ միջուկաակտիվ մյուսններ:

Ուղղաձիգ ուղղությամբ միավոր ժամանակում Երկրի մակերևույթին հասնող կոշտ և փափուկ մասնիկների քանակությունները [4] համապատասխանաբար հավասար են՝

$$N_{\text{կոշտ}} = 0,82 \cdot 10^{-2} \text{ սմ}^{-2} \text{ վ}^{-1} \text{ սռ}^{-1}, \quad N_{\text{փափուկ}} = 0,31 \cdot 10^{-2} \text{ սմ}^{-2} \text{ վ}^{-1} \text{ սռ}^{-1},$$

Բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ Երկրի մակերևույթի վրա կոշտ և փափուկ բաղադրիչների գումարը մոտավորապես հավասար է մեկ մասնիկ մեկ վարկյանում  $1 \text{ սմ}^2$  մակերեսի վրա, մեկ ստերեոռադիան անկյան տակ:

Դեպի Երկրի մակերևույթ տիեզերական հեռադիտակ գրանցող-սարքին հասնող մյուսնների թիվը նվազում է և նրանց թվի փոփոխությունը կարելի է ներկայացնել Բուգեր-Լամբերտի բանաձևով, որը կիրառելի է մասնիկների զուգահեռ փնջի համար: Մեր աշխատանքում այն նույնպես կիրառելի է, քանի որ օգտագործվող սարքը գրանցում է միայն տվյալ ուղղությամբ, իրար զուգահեռ շարժվող մասնիկներին [5]: Ուստի կարելի է գրել՝

$$N = N_0^0 e^{-a \cdot x}, \quad (3)$$

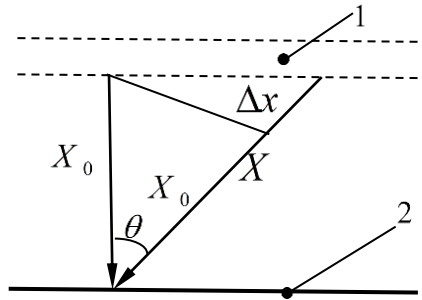
որտեղ  $N_0^0$ -ն Երկրի մակերևույթից  $X_0$ -բարձրության մթնոլորտային շերտում առաջացած մյուսնների թիվն է, իսկ  $a$ -ն մթնոլորտային օդում մյուսնների կլանման գործակիցն է:

Բանաձև (3)-ով կլանման  $a$ -գործակիցը հնարավոր է հաշվել եթե հայտնի է սկզբնական մյուսնների թիվը՝  $N_0^0$ -ն, որը անհայտ մեծություն է: Այնուամենայնիվ աշխատանքում ընտրված ճանապարհը թույլ է տալիս հաշվել կլանման  $a$ -գործակիցը առանց իմանալու սկզբնական մյուսնների  $N_0^0$ -թիվը:

$\theta$ -բնեռային անկյան տակ գնացող մասնիկների ճանապարհը  $\theta = 0$  ուղղաձիգ ուղղության համեմատ մեծանում է  $X_0 / \cos \theta$  անգամ (նկ.1), հետևաբար նրանց անցած ճանապարհների տարբերությունը կլինի՝

$$\Delta X = X - X_0 = \left( \frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) X_0: \quad (5)$$

$\Delta X$ -լրացուցիչ ճանապարհի հաշվին դեպի գրանցող սարքին հասնող մասնիկների թիվը կլինի ավելի քիչ, քան թե ուղղաձիգ ուղղությամբ ամենակարճ ճանապարհով անցած մասնիկների թվի նկատմամբ:



Նկ.1  $X_0$ -բարձրության օդային շերտում երկրորդային տիեզերական ճառագայթների առաջացումը և նրանց ճանապարհները Երկրի մթնոլորտում:  
1- առաջացման օդային շերտ, 2-Երկրի մակերևույթը,  $\theta$ -ն բևեռային անկյունը:

$X_0$ - և տարբեր  $X$ -ուղղություններով՝ տարբեր  $\theta$ -բևեռային անկյունների տակ միավոր ժամանակում դեպի գրանցող սարքին հասնող մյուսների թվի փոփոխության չափման արդյունքներն են՝

$\theta$	$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$75^\circ$	$90^\circ$
N	14.3	13.2	10.4	6,5	3,8	1,5	0

Հաշվի առնելով (4)- և (5)-բանաձևերը, կամայական  $\theta$ -ուղղությամբ  $\Delta x$ -լրացուցիչ ճանապարհ անցնելու դեպքում, երբ  $x = X_0 + \Delta x$  կարելի է գրել՝

$$N = N_0^0 \cdot e^{-[(X_0 + \Delta x)a]} \quad (6)$$

(5)-ից տեղադրենք  $\Delta x$ -ի արժեքը (6)-հավասարման մեջ, կունենանք՝

$$N = N_0^0 \cdot e^{-\left[\left(X_0 + X_0 \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1\right)\right)a\right]} = N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta} a}, \quad (7)$$

Դիտարկենք հետևյալ դեպքերը՝

1.  $X_0$ -ուղղաձիգ ուղղությամբ, ( $\theta = 0$ )-բևեռային անկյան տակ, միավոր ժամանակում գրանցված մյուսների թիվը համաձայն (7)-բանաձևի հավասար է՝

$$N_{\theta=0} \equiv N_0 = N_0^0 e^{-X_0 a}, \quad (8)$$

Ծովի մակերևույթից 15 կմ բարձրությունում միավոր ժամանակում առաջացած  $N_0^0$ -թվով մյուսները  $\theta = 0$  ուղղությամբ անցնելով  $X_0$  ճանապարհ, նրանցից գրանցող սարքին միավոր ժամանակում հասնում են  $N_0$ -մասնիկ:

2.  $X$ -ուղղություններով՝ տարբեր  $\theta_k$ -բևեռային անկյունների տակ (նկ.1) դեպի գրանցող սարքը գնացող մյուսների թիվը համաձայն (7)-բանաձևի հավասար են՝

$$N_{\theta_k} = N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta_k} a}, \quad (9)$$

Քանի որ  $N_0^0$ -ն անհայտ մեծություն է, վերցնենք  $N_0$ -ի և  $N_{\theta_k}$ -ի հարաբերությունը, կունենանք՝

$$\frac{N_0}{N_{\theta_k}} = \frac{N_0^0 \cdot e^{-X_0 a}}{N_0^0 \cdot e^{-X_0 \frac{1}{\cos \theta_k} a}} = e^{-X_0 a \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_k}\right)} \quad (10)$$

Այսպիսով՝

$$\frac{N_0}{N_{\theta_k}} = e^{X_0 \left(\frac{1}{\cos \theta_k} - 1\right) a} \quad (11)$$

Ստացված (11)-հավասարումով և  $\theta_k$ -ի տարբեր արժեքների չափումների տվյալներով հաշվենք կլանման գործակցի՝  $a$ -ի թվային արժեքները կունենանք՝

1.  $\theta = 15^\circ \Rightarrow \ln \frac{N_0}{N_{\theta=15^\circ}} = X_0 \left( \frac{1}{\cos 15^\circ} - 1 \right) a \Rightarrow$   
 $\ln \frac{14,3}{13,2} = 15 \cdot 10^{-3} \left( \frac{1}{\cos 15^\circ} - 1 \right) a \Rightarrow a = \frac{0,08}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,035} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1}$
2.  $\theta = 30^\circ \Rightarrow a = \frac{0,318}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,155} = 0,137 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1}$
3.  $\theta = 45^\circ \Rightarrow a = \frac{0,74}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,428} = 0,115 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1}$
4.  $\theta = 60^\circ \Rightarrow a = \frac{0,325}{15 \cdot 10^3 \cdot 1} = 0,09 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1}$
5.  $\theta = 75^\circ \Rightarrow a = \frac{0,225}{15 \cdot 10^3 \cdot 2,9} = 0,052 \cdot 10^{-3} \text{ մ}^{-1}$

Տարբեր  $\theta$ -ների համար կլանման  $a$ - գործակցի ստացած արժեքներից նրա միջին թվային արժեքի համար կունենանք՝

$$a = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^{-1}.$$

Ինչպես երևում է մյուսների կլանման գործակցի թվային արժեքը բավականին փոքր մեծություն է, դա թույլ է տալիս որ մյուսները անցնեն երկրամերձ մթնոլորտային շերտը, հասնեն Երկրի մակերևույթին և դեռևս ունենանալով բավական էներգիա թափանցեն նրա խորքերը:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Григоров Н.Л., Кондратьева М.А., Рапопорт И.Д. Космические лучи. М., Физматгиз. 1962.
2. Мухин К.Н. Физика элементарных частиц, том 2, Москва, Атомиздат. 1984г.
3. Добротин Н.А. Космические лучи, М., Изд. АН СССР, 1963г.
4. Мурзин В.С. Введение в физику космических лучей, М., Изд. МГУ, 1988г.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Курс физики, том 3, Москва. 1971 г.
6. Սաքանյան Ռ.Ս., Թարոյան Ա.Ս. «Միջուկային ֆիզիկայի փորձարարական աշխատանքների ուսումնական ձեռնարկ», Երևան 2014թ.. 65 էջ:
7. Թարոյան Ա.Ս., Էլոյան Գ.Ա. «Ատոմի միջուկի և տարրական մասնիկների ֆիզիկա», Երևան. 2016 թ:

**РЕЗЮМЕ**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛАЩЕНИЯ**  
**ВТОРИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ**

Тароян А.С., Асатрян А.Х., Мхитарян Н.Н.

*Ключевые слова:* космические лучи, воздушные пласты, мюоны, взаимодействие, фотон, альфа частицы.

Космические лучи достигают Землю во всех возможных направлениях, проходя через различную ширину воздушных слоев. Прохождение различной дистанции в результате поглощения в атмосфере приводит к изменению числа космических лучей достигших в земной поверхности. Устройство записи космический телескоп, установленное в данной точке Земли, записывает только параллельные космические лучи. Воспользовавшись аналитической формулой поглощения Бугера-Ламберта и вычисляя изменение количества пучков достигших телескоп под разными полярными углами, было определено численное значение коэффициента поглощения космических лучей.

**SUMMARY**  
**DETERMINATION OF NUMERICAL VALUE OF THE COEFFICIENT OF THE**  
**ABSORPTION OF THE SECONDARY COSMIK RAYS IN THE TERRESTRIAL**  
**ATMOSPHERE**

Taroyan A.S., Asatryan A.K., Mkhitaryan N.N.

*Key words:* cosmic rays, air layers, myons, interaction, photon, alpha particals.

The cosmic rays from space reach the Earth from all possible directions by passing through layers of air of different widths. The passage through various distances due to the absorption in the atmosphere leads to the change in the number of cosmic rays reaching the Earth. A transmitter mounted at a given point in the Earth's, a cosmic telescope, records parallel cosmic rays only. By using the Buger-Lambert analytical formula for absorption and by calculating the change in the number of beams reaching the cosmic telescope at different polar angles, the numerical value for the cosmic ray absorption coefficient was determined.

Տպագրության է երաշխավորել ԵՊՀ, պրոֆեսոր Դ.Բադալյանը, 18.01.2019թ.



## ՔԻՄԻԱ

### АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ СМЕСИ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Варданян Л.Р., Гюрджян М.Г., Атабекян Л.В., Варданян Р.Л.

Горисский государственный университет

Армения, 3205, Горис, ул. Авангарда, 4

Факс: (374 284) 23603; E-mail: [luisemari@rambler.ru](mailto:luisemari@rambler.ru)

*На примерах шести лекарственных растений исследовано антиоксидантное действие индивидуальных экстрактов и их смесей на кинетику окисления кумола. Показано, что все исследованные экстракты проявляют антиоксидантные свойства. Определены эффективные содержания антиоксидантов в каждом экстракте и их антиоксидантные активности.*

*Установлен эффект аддитивности, антагонизма и синергизма при совместном ингибирующем действии экстрактов. Максимальный эффект синергизма проявляла смесь экстрактов из плодов лавра и боярышника кроваво-красного (75%), а антагонизма-смесь экстрактов из листьев резака обыкновенного и листьев калины (50%).*

**Ключевые слова:** антагонизм, синергизм, антиоксидант, экстракт.

**Поступила в редакцию 20.06.2018г.**

На практике в быту (кулинария, косметика) и народной медицине часто используют смеси экстрактов различных лекарственных растений. Известно, что экстракт каждого растения представляет собой многокомпонентную систему, в том числе, содержащую вещества обладающими антиоксидантными (АО) свойствами: флавоноиды, низкомолекулярные фенолы, витамины А, Е, С, дубильные вещества, каротиноиды, биометаллы и т.д. Из литературы известно, что смеси этих компонентов могут привести к эффекту синергизма или же антагонизма (торможение окислительного процесса) [1-4]. Эффект синергизма (или антагонизма) при совместном действии двух разных АО, в основном выявляют экспериментальным путем. Несмотря на существующие классификации синергизма [5,6], отсутствуют достоверные критерии, позволяющие на основании представленных о химическом строении составляющих АО, однозначно прогнозировать возможность аддитивности, синергизма или антагонизма в совместном действии экстрактов, разных лекарственных растений. В связи с этим, с целью поиска смеси экстрактов обладающими эффектом синергизма необходимо экспериментальное исследование их АО действия. Только на основании этих данных представляется возможным прогнозировать действие смесей экстрактов как АО, обеспечить высокую эффективность ингибирования и возможность, при их малых концентрациях, безвредного длительного использования в пищевых продуктах или же в лечебных целях. В данной работе нами исследованы АО действие смеси экстрактов из шести различных лекарственных растений, произрастающих в Горисском регионе Армении.

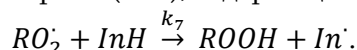
Выявлено, что все исследованные экстракты проявляют антиоксидантные свойства.

### Экспериментальная часть.

АО действие как индивидуальных экстрактов, так и их смесей исследовали на примере модельной реакции инициированного окисления кумола. Экстракты использованных растений готовили по методике, описанной в [7]. В качестве экстрагента применяли этилацетат. АО действие экстрактов оценивали по периодам индукции ( $\tau$ ) поглощения кислорода при окислении кумола, которое описывается уравнением (1)

$$\tau = \frac{f[InH]}{V_i} \quad (1)$$

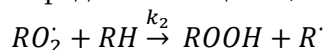
где,  $f[InH]$  – эффективное содержание АО в данном экстракте,  $f$  – стехиометрический коэффициент ингибирования (число радикалов обрывающихся на одной молекуле ингибитора- $InH$ ),  $V_i$  – скорость инициирования. Кроме эффективного содержания АО, для исследованных экстрактов определяли также их АО активности (АОА), т.е. константу скорости реакции пероксильных радикалов с ингибиторами ( $InH$ ), содержащимися в экстрактах



При этом концентрация поглощенного кислорода за время индукционного периода ( $t < \tau$ ) ссылались в координатах уравнения (2) [8]

$$\Delta [O_2] = -\frac{k_2}{k_7} [RH] \ln \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right), \quad (2)$$

где,  $k_2$  – константа скорости реакции продолжения цепей,



$[RH]=2,87$  моль/л концентрация окисляемого вещества (кумола). При расчетах АОА ( $k_7$ ) учитывали, что для кумола  $k_2 = 4,677 \cdot 10^6 \exp(-9800/RT)$  [9].

Для оценки совместного действия двух различных экстрактов, как АО, сопоставляли между собой сумму периодов индукции ( $\sum \tau_i$ ) поглощения кислорода при окислении кумола в присутствии отдельных экстрактов и брутто эффективности их смесей ( $\tau_\Sigma$ ). В тех случаях, когда получали  $\tau_\Sigma = \sum \tau_i$  имели дело с аддитивным действием экстрактов, как АО. В случае же когда  $\tau_\Sigma > \sum \tau_i$  константировали эффект синергизма. Если же совместное действие двух экстрактов было меньшим, чем сумма эффектов ингибирования отдельных экстрактов, т.е.  $\tau_\Sigma < \sum \tau_i$ , константировали эффект антагонизма. Эффект синергизма (или же антагонизма) оценивали отношением:

$$\frac{\tau_\Sigma - \sum \tau_i}{\sum \tau_i} \cdot 100\% = \frac{\Delta \tau}{\sum \tau_i} \cdot 100\%$$

Опыты показали, что при инициированном окислении кумола в присутствии исследованных экстрактов кинетические кривые поглощения кислорода проходят с индукционными периодами (рис.1), что свидетельствует о наличии АО. Обнаруженные периоды индукции описываются уравнением (1) (рис.2), что позволило определить эффективное содержание АО ( $f \cdot [InH]_0$ ) в исследованных экстрактах.

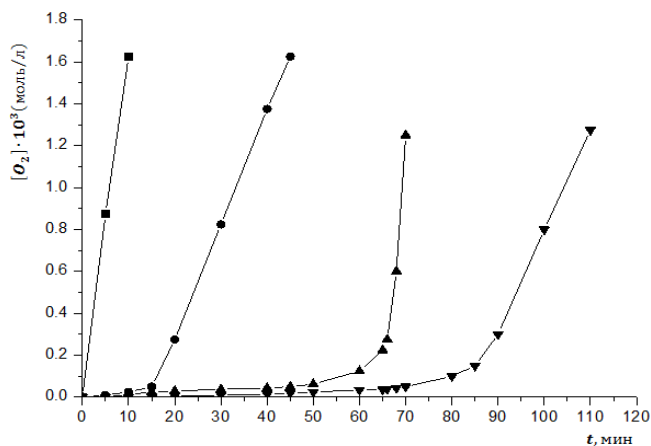


Рис.1. Кинетические кривые поглощения кислорода при окислении кумола в отсутствие (1) и в присутствии экстракта плодов лавра (2; 15.5 мг), листьев боярышника кроваво-красного (3; 4.5 мг) и листьев конопли посевной (4; 4.5 мг).  $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$  моль/л · с,  $T = 348\text{K}$ .

Учитывая, что АО свойства экстрактов зависят не только от количественного содержания в них АО веществ, но и от активности, т. е. константы скорости реакции  $k_7$ , нами измерены также эти параметры в интервале температур 328-348K. Результаты расчетов приведены в таблице 1. Согласно данным, приведенным в таблице, по содержанию АО и по АОА выделяется экстракт из плодов боярышника кроваво-красного (при 348K  $f \cdot [InH] = 3,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л,  $k_7 = 5,5 \cdot 10^5$  л/моль · с).

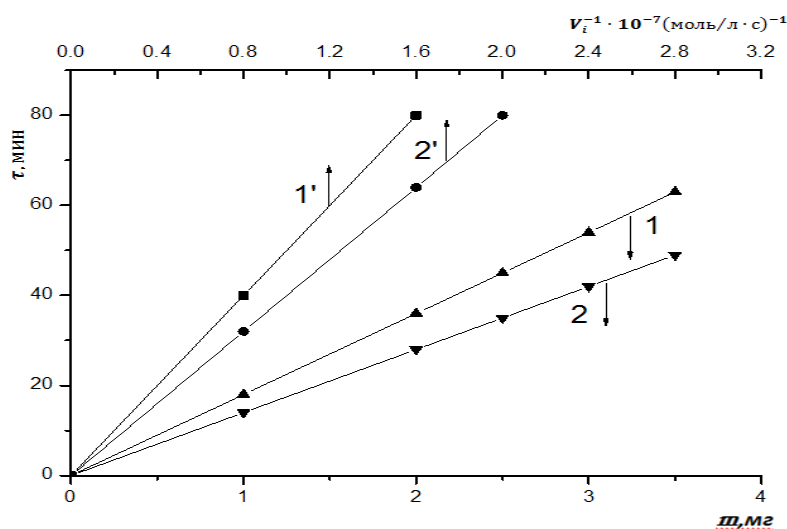


Рис.2. Зависимость периодов индукции поглощения кислорода при окислении кумола от содержания экстракта листьев конопли посевной (1), боярышника кроваво-красного (2) при  $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$  моль/л · с и от скорости инициирования (1'; 2'; 4.5мг экстракта) .  $T = 348\text{K}$ .

Таблица 1.

Содержание АО и АОА экстрактов исследованных растений.

Название растения	Орган растения	Время сбора	Содержание АО в 1мг экстракта $f \cdot [InH] \cdot 10^4$ моль/л	АОА		
				$k_7 \cdot 10^4$ л/моль · с	$lgA$	E, кал/моль
Конопля посевная (КП) Cannabis satvia	листья	17.07	1,37	4,70	19,33	23320
Боярышник кроваво-красный Crataegus sanguinea	листья (ЛБ)	1.08	1,09	3,86	13,66	14430
	плоды (ПБ)	15.10	3,50	55	-	-
Лавр благородный Laurus nobilis	плоды (ПЛ)	12.10	0,07	6,18	19,71	23740
Резак обыкновенный Falcaria vulgaris	листья (ЛР)	25.04	0,75	3,20	12,42	12600
Гранат обыкновенный (ГО) Punica grantum	листья	25.05	1,25	1,18	7,48	5424
Калина (ЛК) Viburnum	листья (ЛК)	19.07	0,30	2,94	-	-

Известно, что экстракты растительного сырья содержат смеси АО веществ, что может привести к явлениям синергизма или же антагонизма реакции ингибированного окисления. Для проверки этого исследовали АО свойства смеси экстрактов различных растений на кинетику окисления кумола. Сопоставили суммы периодов индукции как индивидуальных ( $\sum \tau$ ), так и для смеси ( $\tau_{\Sigma}$ ) экстрактов (результаты приведены в табл.2).

Таблица 2.

Совместное действие этилацетатных экстрактов растений на периоды индукции окисления кумола.  $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$  моль/л · с,

Смесь экстрактов	Навеска экстракта m, мг	$\tau_i$ , мин	$\sum \tau_i$ , мин	$\tau_{\Sigma}$ , мин	$\Delta \tau$ , мин	$\frac{\Delta \tau}{\sum \tau_i} \cdot 100\%$
(КП)+(ЛБ)	2,2+2,2	40;32	72	50	-22	30,5
(КП)+(ПБ)	1,5+1,5	27;70	97	82	-15	15,5
(КП)+(ЛР)	2,2+2,2	40;36	76	63	-13	17,1
(ПЛ)+(ПБ)	1,0+1,0	1;46	47	73	+26	55,3
(ПЛ)+(ЛБ)	2,2+2,2	2;32	34	42	+6	17,6
(ГО)+(ПЛ)	2,3+2,3	38;2	40	42	+2	5,0
(ГО)+(ЛБ)	2,2+2,2	36;32	68	69	+1	1,5
(ГО)+(ЛР)	2,3+2,3	38;38	76	68	-8	10,5
(ЛК)+(ГО)	2,3+2,3	9;38	47	46	-1	2,1
(ЛК)+(ЛР)	2,0+2,0	8;33	41	21	-20	48,8
(ЛР)+(ЛБ)	2,2+2,2	9;32	41	33	-8	19,5
(ЛР)+( ПЛ)	4,45+4,45	18;4	22	28	+6	27,3

Из данных таблицы следует, что смеси экстрактов изученных растений проявляют разные эффекты ингибирования: аддитивность, антагонизм и синергизм, но больше всего антагонизма.

Из исследованных экстрактов синергизм обнаружен только на примере смеси экстрактов плодов лавра и плодов боярышника.

Учитывая, что в наибольшей степени антагонизм ингибирования (>50%) проявляла смесь экстрактов листьев калины (ЛК) и листьев резака (ЛР), а синергизм (>75%) экстракты плодов лавра (ПЛ) и плодов боярышника (ПБ), более подробно изучали АО свойства этих смесей. Результаты приведены в табл. 3 и 4 и на рис. 3 (а, б).

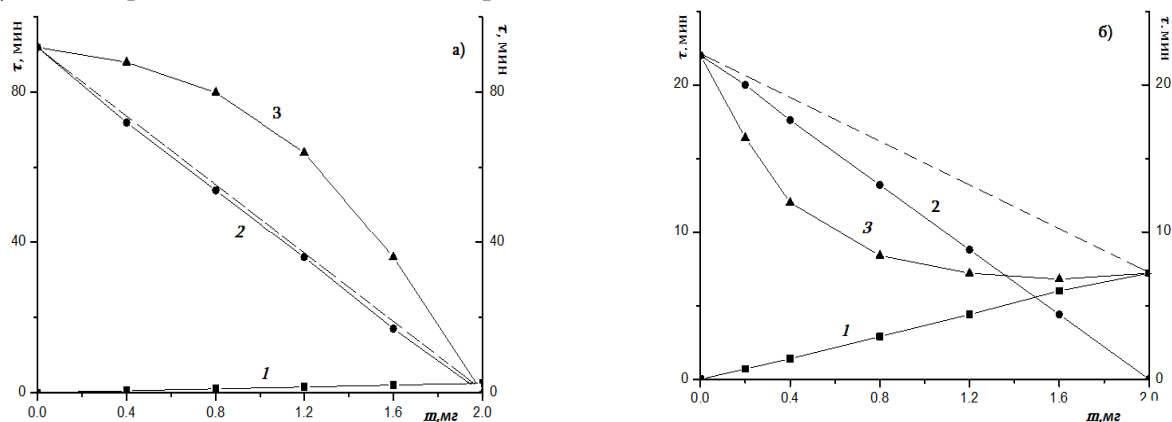


Рис.3. Зависимость периодов индукции поглощения кислорода от содержания экстрактов: а) плодов лавра (1), плодов боярышника (2) и их смеси (3); б) листьев калины (1), листьев резака (2) и их смеси(3).Пунктирная линия показывает в случае аддитивности действия экстрактов.

Таблица 3.

Зависимость величины синергического эффекта от содержания экстрактов ПЛ и ПБ при окислении кумола.  $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$  моль/л · с,  $T = 348K$ .

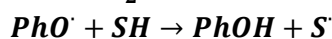
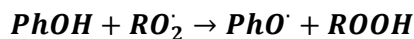
m, мг	ПЛ	0	0,40	0,80	1,20	1,60	1,80	1,90	2,00
	ПБ	2,00	1,60	1,20	0,80	0,40	0,20	0,10	0
$\Sigma\tau_i$		92	73	55	38	21	13	6	2
$\tau_\Sigma$		-	87	80	63	37	18	10	-
$\Delta\tau$		0	14	25	25	16	5	4	0
$\frac{\Delta\tau}{\Sigma\tau_i} \cdot 100\%$		0	19	45	66	76	38	66	0

Таблица 4.

Зависимость периодов индукции поглощения кислорода при окислении кумола от содержания экстрактов ЛР и ЛК.  $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$  моль/л · с,  $T = 348K$

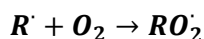
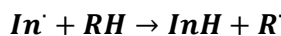
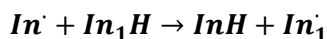
m, мг	ЛР	2,0	1,9	1,6	1,2	0,8	0,4	0
	ЛК	0	0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2
$\Sigma\tau_i$		22	21	19	16	13	10	8
$\tau_\Sigma$		22	19	12	8,0	7,5	7,0	8
$\Delta\tau$		0	-2	-7	-8	-5,5	-3	0
$\frac{\Delta\tau}{\Sigma\tau_i} \cdot 100\%$		0	9,5	36,8	50	42	43	0

Факт синергизма объясняется тем, что плоды лавра и боярышника содержат фенольные соединения, оказывающие АО действие на кинетику окисления кумола. Плоды лавра содержат сравнительно большое количество (до 30%)  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, цитраль, цинеол, сесквитерпены, жирное масло, дубильные вещества[10, 11] которые и являются причиной регенерации PhOH в актах обрыва цепей, что приводит к проявлению синергизма.



Эффект антагонизма в смеси экстрактов, возможно, связан с несколькими причинами:

1. При окислении неэкранированных АО образуются достаточно активные радикалы ( $In \cdot$ ), которые участвуют в обменной реакции с активными ингибиторами ( $In_1H$ ), способствуя его дополнительному расходованию, или же с окисляемым веществом ( $RH$ ):



2. В исследованных смесях – ОН группы могут образовывать водородную связь с ОН-группой АО, что исключает его участие в реакции с пероксильными радикалами [12], ведущими к продолжению цепи.
3. Радикалы из двух разных АО ( $In_1 \cdot$  и  $In_2 \cdot$ ) расходуются по реакции перекрестного обрыва, что приводит к уменьшению емкости ингибирования, т.е. к уменьшению т:



Аддитивное действие смесей можно объяснить тем, что экстракты из различных растений содержат по химическому составу и по АОО одни и те же АО.

Таким образом, при совместном действии экстрактов растений могут наблюдаться явления аддитивности, антагонизма и синергизма. Причем смеси экстрактов из листьев резака обыкновенного и листьев калины приводят к эффекту антагонизма, достигающего **50%**. Смеси же экстрактов плодов лавра и боярышника кроваво-красного приводят к синергизму ингибирования до **75%**. Поэтому при использовании смеси экстрактов растений для разных целей (в кулинарии, медицине, косметологии), необходимо экспериментальное исследование ее антиоксидантных свойств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карнухина Г.В., Майзус З.К., Эмануэль Н.М. Взаимодействия двух ингибиторов в реакциях окисления. Докл. АН СССР, 1963, т.152, N1, с. 110-113
2. Hudson B. J., Maygoub S. E. Sinergism between phospholipids and naturally occurring antioxidants in leaf lipids. J. Sci. Food and Agr., 1981, vol. 32, N2, p.208-210.
3. Кочарян Г.Г., Минасян С.Г., Манукян З.О., Тавадян Л.А. Синергические и антагонические эффекты антирадикальных свойств емкостей биофлавоноидов с тролоксом в водной среде. Хим. журнал Армении, 2016, т. 69, с. 22-32.
4. Варданян Р.Л., Ванесян А.Г., Айвазян Т.М., Тигранян А.В. Синергизм тормозящего действия фенола и ароматического амина при инициированном окислении эфиров холестерина. Докл. АН СССР, 1979, т. 248 N5 с. 1144-1147
5. Карпухина Г.В., Эмануэль Н.М. Классификация синергических смесей антиоксидантов и механизма синергизма. Докл. АН СССР, 1984, т. 276, N5, с. 1163-1167.
6. Перевозкина М.Г. Тестирование антиоксидантной активности полифункциональных соединений кинетическими методами. Новосибирск, Сиб. АК, 2014, 240 с.
7. Варданян Л.Р. Антиокислительные свойства биоантиоксидантов лекарственных растений. Кинетика и механизм. Дисс. док. хим. наук., Ереван, 2017, 246 с.
8. Денисов Е.Т., Азатян В.В. Ингибирование цельных реакций. Черноголовка, 1997, 276 с.
9. Денисов Е.Т. Константы скорости гомолитических жидкофазных реакций. М., Наука, 1971, 711 с.

10. Рабинович А.М., Равинович С.А., Солдатова Е.И. Целебные растения России с давних времен. М., Арнебия, 2012, 654 с.
11. Коновалов Д.А., Насухова Н.М. Сесквитерпеновые лактоны листьев и плодов *LaurusNobilis*Li. (лавра благородного). Фармация и фармакология, 2014, N2 , с. 23-32.
12. Kocharyan G.H., Minasyan S.H., Tawadyan L.A. Interacyion of flavonoids: Mozin, quezeetin and rutin with DNA. Proc. Of the YSA, Chemical and biological Sci., 2016, N1, p. 49-51.

#### ԱՍՓՈՓՈՒՄ

ԲՈՒՍԱԿԱՆ ԷՔՍՏՐԱԿՏՆԵՐԻ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ՀԱԿԱՕՔՍԻՂԻԶ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Լ.Ռ., ԳՅՈՒՐԶՅԱՆ Մ.Գ., ԱԹԱԲԵԿՅԱՆ Լ.Վ., ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Ռ.Լ.

*Հիմնաբառեր. անտրազոնիզմ, սիներգիզմ, հակաօքսիդիչ, էքստրակտ*

Հետազոտվել է վեց տարբեր դեղաբույսերի էքստրակտների ու նրանց խառնուրդների ազդեցությունը կումոլի օքսիդացման կինետիկայի վրա: Յուրեք է տրված, որ բոլոր հետազոտված էքստրակտները ցուցաբերում են հակաօքսիդիչ հատկություններ: Որոշվել են ինչպես հակաօքսիդիչ նյութերի էֆեկտիվ պարունակությունը, այնպես էլ դրանց հակաօքսիդիչ ակտիվությունները: Էքստրակտների համատեղ ինհիբիթացման ժամանակ հաստատվել են ադիտիվության, անտազոնիզմի և սիներգիզմի երևույթներ: Միներգիզմի մաքսիմալ էֆեկտ ցուցաբերել է ալոճենու և դափնու պտուղներից ստացված էքստրակտների խառնուրդը (75%), իսկ անտազոնիզմի էֆեկտ՝ սիբեյի սովորականի և բոնչու տերևներից ստացված էքստրակտը (50%):

#### SUMMARY

THE ANTI-OXIDANT ACTION OF THE HERBAL EXTRACTION MIXTURES  
VARDANYAN L.R., GYURJYAN M.G., ATABEKYAN L.V., VARDANYAN R.L.

*Key words: antagonism, synergism, antioxydant, extract.*

The anti-oxidant action of individual extractions of 6 medical herbs and their mixtures on the kinetics of cumene oxidation reaction was investigated. It was demonstrated that all the oxidized extractions demonstrate antioxidant properties. There were determined effective contains of anti-oxidants in each extraction and their overall anti-oxidant activity. There was determined the effect of additivity, antagonism and synergism inside combined inhibiting action of the extractions. The maximal effect of the synergism was demonstrated in the mixture of extractions from fruits of *Crataegus sanguinea* and *Laurus nobilis* (75%), and the effect of antagonism was evident in the mixture of extractions from the leaves of *Falcaria vulgaris* and *Viburnum* (50%).

Рекомендована к публикации к.х.н, доц. В. Овсепян, 10.09.2018 г.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ,  
 СОДЕРЖАЩИХ 2,3-ДИБРОМАЛКЕНИЛЬНУЮ ГРУППУ

Гюльназарян А.Х., Саакян Т.А., Еремян А.Б., Мурадян Г.М., Пароникян Р.В.,  
 Степанян Г.М.

Научно-исследовательский центр органической и фармацевтической химии НАН РА  
 0014, Ереван, ул. Азатутян 26

e-mail: [ara.gyulnazaryan@gmail.com](mailto:ara.gyulnazaryan@gmail.com)

*Изучена антибактериальная активность моно- и бисаммониевых солей и гидробромидов 1,4-бисаминов, содержащих 2,3-дибромалкенильную группу. Установлено, что изученные соединения проявляют антибактериальную активность в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов.*

**Ключевые слова:** 2,3-дибромалкенильная группа, моно- и бисаммониевые соли, грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы.

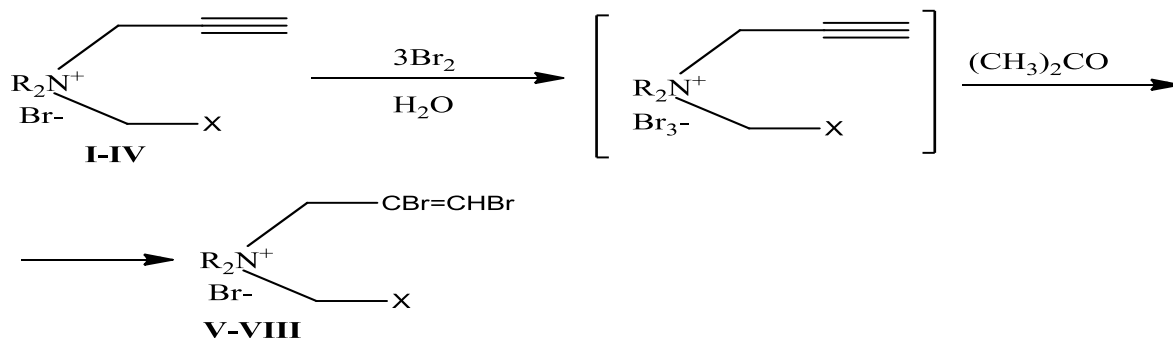
*Поступила в редакцию 30.08.2018 г.*

Синтез и изучение дезинфицирующих свойств химических соединений различных классов остается одним из важнейших медицинских и социальных проблем, учитывая рост инфекционных заболеваний во всем мире. Проблемой остается высокая резистентность микроорганизмов в отношении применяемых соединений, что требует совершенствования применяемых средств в борьбе с возбудителями инфекционных заболеваний.

Выраженная антимикробная активность четвертичных аммониевых соединений (ЧАС) общеизвестна, что подтверждается работами лаборатории аминсоединений ИОХ НАН РА [1-4]. Тем самым доказана обоснованность поиска соединений с антибактериальными свойствами среди вновь синтезированных аммониевых соединений с различными функциональными группами.

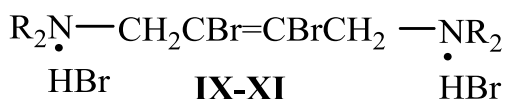
В работе приведены данные антибактериальной активности аммониевых солей (V-VIII), содержащих 2,3-дибром-2-пентенильную группу, синтезированных бромированием аммониевых солей (I-IV), содержащих пропаргильную группу.

Определена также антибактериальная активность полученных ранее гидробромидов 1,4-бис-аминов (IX-XI) и 1,4-бисаммониевых солей (XII-XIV), содержащих общую 2,3-дибром-2-бутенильную группу [5-8].

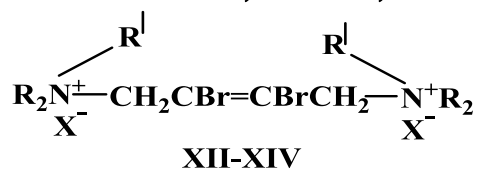




I, V R=CH<sub>3</sub>, X=H; II, VI R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, X=CH<sub>3</sub>; III, VII R<sub>2</sub>=O(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>, X=COOCH<sub>3</sub>;  
IV, VIII R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, X=CN



IX R=CH<sub>3</sub>, X R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, XI R<sub>2</sub>=(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>



XII R=R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>, X=I<sup>-</sup>, XIII R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, R<sup>1</sup>=CH<sub>3</sub>, X=I<sup>-</sup>,

XIV R=CH<sub>3</sub>, R<sup>1</sup>=CH<sub>2</sub>COC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, X=Br<sup>-</sup>

### Экспериментальная часть.

ИК спектры сняты на приборе "Specord IR-75" в вазелиновом масле или в тонком слое.

Спектры ЯМР получены на спектрометре Varian "Mercury-300VX" с рабочей частотой 300 (<sup>1</sup>H) и 75.453 (<sup>13</sup>C) в ДМСО-*d*<sub>6</sub>. Химические сдвиги приведены относительно внутреннего стандарта-ТМС. Анализ методом ТСХ осуществлен на пластинках "Silufol UV-254" в системе растворителей *n*-бутанол-этанол-вода-уксусная кислота-10:7:6:4. Проявитель-пары иода. Температуры плавления измеряли на микронагревательном столике "Boeitus" с наблюдательным устройством "PHMK-0.5". УФ спектры получены на спектрометре "Specord M-40".

Исходные аммониевые соли (I-IV) синтезированы согласно [9,10].

**Общая методика бромирования аммониевых солей (I-IV).** К раствору 0,025 моля исходной соли в 50 мл воды при комнатной температуре и интенсивном перемешивании добавляли по каплям 16 г (0.1 моля) брома. Фильтрованием выделяли образовавшиеся комплексы брома с аммониевыми солями, промывали водой и сушили в эксикаторе. В УФ- спектрах комплексов имеются поглощения в областях 220 и 270 нм, характерные для анионов Br<sub>3</sub><sup>-</sup>[11]. После разложения комплексов ацетоном марки "хч" выделяли продукты бромирования, промывали абс.эфиром и сушили в эксикаторе. Выходы 95-98%.

**2,3-Дибром-N,N,N-триметилпроп-2-ен-1-аммоний бромид (V)** получен бромированием соли (I). Т.пл.200 °С. R<sub>f</sub> 0.276. ИК спектр, ν, см<sup>-1</sup>, 1580.1600 (=CBr), Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 3.25 (9H, с, N<sup>+</sup>CH<sub>3</sub>), 4.85( 2H, с, CH<sub>2</sub>CBr=), 8.21 (1 H, с, CHBr). М 337.9. М (найдено) 340.5. Найдено % N 4.41, Br 70.00. C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NBr<sub>3</sub>. Вычислено % N 4.14, Br 70.96.

**2,3-Дибром-N,N,N-триэтилпроп-2-ен-1-аммоний бромид (VI)** получен бромированием соли (II). Т.пл.160 °С. R<sub>f</sub> 0.29. ИК спектр, ν, см<sup>-1</sup>, 1580.1600 (=CBr), Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д., Гц: 4.42(9H, т, N<sup>+</sup>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, J=7,0), 3.59( 6 H, к, CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 4.48( 2H, с, CH<sub>2</sub>CBr=), 7.65 (1H, с, CHBr). <sup>13</sup>C 7.97 (CH<sub>3</sub>), 54.02 (N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>), 59.390 (CH<sub>2</sub>CBr), 110.77 (=CBr), 118.38(=CH). Согласно спектру NOEZY транс-соединение. М 379.967. М(найдено) 381.5. Найдено % N 3.75, Br 62.50. C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>NBr<sub>3</sub>. Вычислено % N 3.69, Br 63.09.

**4-(2,3-Дибромаллил)-4-(2-метокси-2-оксиэтил) морфолин-4-оний бромид (VII)** получен бромированием соли (III). Т.пл.142-133 °С. R<sub>f</sub> 0.448, R<sub>f2</sub> 0.586.. 54,93. ИК спектр, ν, см<sup>-1</sup>, 1720 (C=O),1590.1600 (=CBr), Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 3.66-3.77 (2H, м), 3.83-3.92(2H, м) и 3.94-4.08 (4H, м, O(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N), 3.79(3H, с, OCH<sub>3</sub>), 4.77 (1.6 H, с) и 4.84(0.4 H, с, N+CH<sub>2</sub>CO), 4.97 (2 H, с, N<sup>+</sup>CH<sub>2</sub>C=), 8.00 ( 1 H, с, CHBr). М 437.96. М(найд.) 436.36. Найдено % N 7.13, Br 54.93. C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>NO<sub>3</sub>Br<sub>3</sub>. Вычислено % N 3.13, Br 54.79.

**2,3-Дибром-N-(цианметил)-N,N-диметилпроп-2-ен-1-аммоний бромид(VIII)** получен бромированием соли (IV). Т.пл.130 °С. R<sub>f</sub> 0.54. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ , 2240 (CN),1580.1600 (=CBr), Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 1.45 (6H, т, N<sup>+</sup>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, J=7,0), 3.85 (6H, к, CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>),4.79 (2H, с, CH<sub>2</sub>CN), 5.39 (2H, с, CH<sub>2</sub>CBr=), 7.80 (1H, с, CHBr). <sup>13</sup>C: 8.28 (CH<sub>3</sub>), 56.73 CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 62.39 (CH<sub>2</sub>CBr), 109.39 (CN),111.39 =CBr),120.20 (=CH). M 390.96. M(найд.) 392.16. Найдено % N 3.48, Br 62.00. C<sub>9</sub>H<sub>15</sub>NBr<sub>3</sub>. Вычислено % N 3.58, Br 61.38.

Антибактериальную активность соединений V-XI изучали методами “диффузии в агаре” и “двукратных серийных разведений” на мясопептидном бульоне” (pH-7.2-7.4) при бактериальной нагрузке 20 млн микробных тел на 1 мл среды [12,13].

В экспериментах использовали грамположительные стафилококки (Staphylococcus aureus 209 р, 1) и грамотрицательные палочки (Sh.dysenteriae Flexneri 6858, E.Coli 0-55). При диффузионном методе соединения испытывали в приготовленном 0,9% водном растворе хлорида натрия в разведении 1:20.

Исследуемые вещества по 0.1 мл наносили на чашку Петри с посевами используемых штаммов микроорганизмов. Учет результатов проводили по диаметру (d,мм) зоны отсутствия роста микроорганизмов на месте нанесения вещества после суточного выращивания в термостате при 37°C.

При методе “серийных разведений” составляли ряды по 7-8 пробирок, содержащих питательную среду с различными концентрациями испытуемых веществ, начиная с концентрации 1000 мкг/мл. Пробирки засеивали одинаковым количеством бактериальной взвеси, приготовленной из 18-и часовой культуры микроорганизмов. Результаты опытов учитывали визуально, по наличию и интенсивности роста после суточной инкубации в термостате при 37°C. За действующую дозу принимали ту наименьшую концентрацию вещества в мкг/мл, которая в состоянии ингибировать рост микроорганизмов (минимальная ингибирующая концентрация - МИК). В качестве положительного контроля в аналогичных условиях использовали известный лекарственный препарат “фуразолидон” [14].

Исследования антибактериальной активности соединений (V-XIV) методом “диффузии в агаре” показали: что за исключением вещества (XI), остальные соединения обладают противомикробными свойствами. Однако, следует отметить, что соединения (VII,IX,XIII) проявляют слабую активность в отношении всех использованных штаммов, подавляя их рост в диаметре d=11-14 мм (таблица). Слабой активностью (d= 13 мм) в отношении стафилококков обладают также соединения (X и XII), а на грамположительные штаммы они оказывают уже заметное действие (d=15 мм). Соединения (V и VI) обладают выраженной антибактериальной активностью в отношении штаммов Staphylococcus aureus 209. Среди изученных веществ наиболее активным оказалось соединение (XIV), которое подавляет рост микроорганизмов в зоне диаметром равным с контрольным препаратом—24-25 мм.

В ходе изучения наиболее активных соединений методом “двукратных серийных разведений” установлено, что соединения (X,XII,VIII) подавляют рост микроорганизмов в концентрации МИК>1000 мкг/мл. Остальные изученные вещества (V,VI,XIV) проявляют активность в концентрации 250-500 мкг/мл. Следует отметить, что все изученные соединения значительно уступают контрольному препарату – фуразолидону (d= 24-28 мм, МИК = 31,2 мкг/мл).

№ Соединения	Диаметр зоны отсутствия роста микроорганизмов (мм)			МК (мкг / мл)		
	Staphylococcus aureus 209	1	Sh.dysenteriae Flexneri 6858	E.Coli. 0-55	Staphylococcus aureus 209 p	Sh.dysenteriae Flexneri 6858
V	17	12	18	16	500	500
VI	18	12	18	17	500	500
VII	13	10	10	10	-	-
VIII	15	10	15	11	>1000	>1000
IX	13	12	13	11	-	-
X	13	13	14	15	-	>1000
XI	0	0	0	0	-	-
XII	13	13	14	15	-	>1000
XIII	15	12	13	11	-	-
XIV	25	25	25	24	250	250
Фуразолидон	25	24	24	24	31,2	31,2

### ЛИТЕРАТУРА

1. А.Ж.Геворкян, Дж.В.Григорян, А.А.Сафарян, В.М.Самвелян, Е.Г.Джанполадян, А.Т.Бабаян. Хим.фарм.журн., 26 (2), 41-43 (1992).
2. Т.Л.Разина, С.Т.Кочарян, Т.Х.Марухян, А.А.Гаплойн, А.Т.Бабаян. Хим. фарм.журн.,17 (8), 916-922(1983).
3. Дж.В.Григорян, Н.Р.Оганесян, А.А.Черкезян, Г.Т.Саргсян, А.Х.Гюльназарян, Р.В.Пароникян, Г.М.Степанян. Ученые записки АГПУ им. Х.Абовяна, Естеств.науки, № 2(17), с. 22-28 (2012).
4. А.Х.Гюльназарян, Т.А.Саакян, М.О.Манукян. Сб.трудов “Некоторые успехи органической и фармацевтической химии” Изд; ОФХ НТЦ НАН РА, 2012 г., с. 111-119.
5. Саакян Т.А., Гюльназарян А.Х., Маркарян Н.О. ЖОХ, т. 77, вып. 9, с. 1445-1447 (2007).
6. Саакян Т.А., Гюльназарян А.Х., Маркарян Н.О., Кочарян С.Т. Хим. ж.Армении, т. 57, № 1-2, с. 154-155 (2004).
7. Гюльназарян А.Х., Саакян Т.А., Кочарян С.Т., Маркарян Н.О.,Паносян Г.А., Карапетян А.А. ЖОХ, т. 75, вып. 5, с. 767-771 (2005).
8. Саакян Т.А., Маркарян Н.О., Гюльназарян А.Х., Манукян М.О. Успехи современного естествознания, № 2, с. 64-65 (2012).
9. Гюльназарян А.Х. Автореферат диссертации “Некоторые закономерности галоидирования, дегидрогалогидирования и щелочного расщепления непредельных аммониевых солей”. Дисс. доктора хим. наук, Ереван, 1997 г.
10. Гюльназарян А.Х., Саакян Т.А., Тамазян Р.А., Айвазян А.Г., Паносян Г.А., Еремян А.Б.// ЖОХ, 2017, т. 87, вып. 10, с.1622.
11. Свердлова О.В. // Электронные спектры в органической химии, Л.,Химия, 1973, с.18
12. Г.Н. Першин. «Методы экспериментальной химиотерапии», М., Медицина, 1971, с. 507-522.
13. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств, Под ред. А.Н.Миронова, “Гриф и К<sup>0</sup>“, Москва, 2012, ст р. 509-525.
14. Машковский М.Д., “Лекарственные средства”, Москва, “Новая волна”, 2010, стр, 851.

**ԱՄՓՈՓՈՒՄ**  
**2,3-ԴԻԲՐՈՄԱԼԿԵՆԻԼ ԽՈՒՄԲ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԱՄՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԱՂԵՐԻ**  
**ՀԱԿԱՄԱՆՐԷԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ**  
**Գյուլնազարյան Ա. Խ., Սահակյան Տ. Ա., Երեմյան Ա. Բ., Մուրադյան Գ. Մ.**  
**Պարոնիկյան Ռ. Վ., Ստեփանյան Հ. Մ.**

*Հիմնաբառեր. 2,3-դիբրոմալկենիլ խումբ, մոնո- և բիս-ամոնիումային աղեր, գրամբացասական և գրամդրական միկրոօրգանիզմներ*

Ուսումնասիրվել է 2,3-դիբրոմալկենիլ խումբ պարունակող մոնո- և բիս-ամոնիումային աղերի և 1,4-բիս-ամինների հիդրոբրոմիդների հակամանրէային ակտիվությունը: Հաստատվել է, որ ուսումնասիրված միացությունները հակաբակտերիալ ակտիվություն են ցուցաբերում գրամբացասական և գրամդրական միկրոօրգանիզմների նկատմամբ:

**SUMMARY**  
**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF AMMONIUM SALTS CONTAINING 2,3-**  
**DIBROMOALKENYL GROUP**  
**Gyulnazaryan A.H., Sahakyan T.A., Yermemyan A.B., Muradyan G.M., Paronikyan R.V.,**  
**Stepanian H.M.**

***Key words:** 2,3-dibromoalkenyl group, mono- and bis-ammonium salts, gram-negative and gram-positive microorganisms*

Antibacterial activity of mono- and bis-ammonium salts and 1,4-bis amine hydrobromides containing 2,3-dibromoalkenyl group was studied. It was found out that the studied compounds show antibacterial activity against Gram-negative and Gram-positive microorganisms.

**Рекомендована к публикации к.х.н. Г.Минасяном 26.09.2018г.**

**СИГМАТРОПНАЯ ПЕРЕГРУППИРОВКА АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ  
4-АЛКИЛОКСИБУТИН-2-ИЛЬНУЮ ГРУППУ**

**Овсебян В. С., Бабахянян А. В.**

Армянский государственный педагогический университет им. Х.Абовяна,  
010, Ереван, пр. Тигран Меци 17  
e-mail: [varduhi.hovsepyan.sargsyan@gmail.com](mailto:varduhi.hovsepyan.sargsyan@gmail.com)

Под действием соответствующих алкоголятов натрия изучена перегруппировка бромистых солей алкилоксикарбонилметилдиметил-4-алкилоксибутиламмония. Установлено, что в условиях реакции имеет место 3,2-перегруппировка Стивенса с образованием аминоэфиров диенового строения. Показана возможность получения производных циклогексена. Указанные соли обладают бактерицидным действием в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

**Ключевые слова:** аммониевая соль, перегруппировка Стивенса, бактерицидное действие, грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы.

**Поступила в редакцию 18.09.2018 г.**

Функционально замещенные органические соединения часто под воздействием температуры или в присутствии катализаторов претерпевают изомерные превращения протекающие с промежуточным образованием интермедиатов. Когда продукт реакции в условиях ее проведения способен подвергаться изомерным превращениям в результате может получаться термодинамически более устойчивое соединение. Весьма разнообразны перегруппировки, при которых под действием водных растворов щелочей в промежуточную стадию образуются карбанионы [1]. В синтетической органической химии определенное теоретическое и практическое значение имеют внутримолекулярные перегруппировки четвертичных аммониевых соединений (ЧАС). С увеличением концентрации щелочи скорость перегруппировки растет, что свидетельствует о промежуточном образовании карбанионов. Как известно, молекулярные перегруппировки могут протекать по разным механизмам в зависимости от структуры исходной соли и условий проведения реакции. Перегруппировка Стивенса ЧАС различного строения как правило протекает стереоселективно с образованием соединений определенной структуры, что весьма важно при проведении целенаправленных синтезов, особенно биологически активных соединений. Следует отметить также широкий спектр антимикробного действия ЧАС в зависимости от химического строения [2].

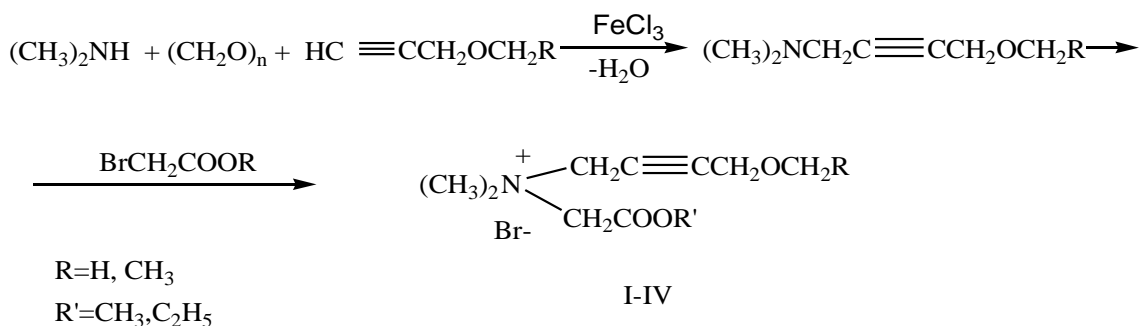
При изучении воздействия алкоголятов натрия в эфире (бензоле) на аммониевые соли, сочетающие алкоксиметильную и 3-фенил-2-пропильную группы, было выявлено, что в образующихся в результате реакции продуктах 3,2-перегруппировки Стивенса наблюдается 1,5-гидридный сдвиг, приводящий к иммониевым солям, превращающихся в аминоэфиры енаминового строения [3]. ЧАС, сочетающие наряду с группой аллильного типа пентен-4-ин-2-ильную группу под действием едкого кали образуют продукты стивенсовской перегруппировки, а процентное содержание изомеров находится в зависимости от алкильных радикалов при атоме азота.

Известно, что аммониевая соль, содержащая наряду с метоксикарбонилметильной 4-пентенин-2-ильную группу под действием эфирной суспензии метилата натрия вступает в 3,2-перегруппировку Стивенса с образованием  $\alpha$ -диметиламиноэфира алленового строения, который в условиях реакции в результате аллен-диеновой перегруппировки переходит в диеновый аминоэфир [4]:

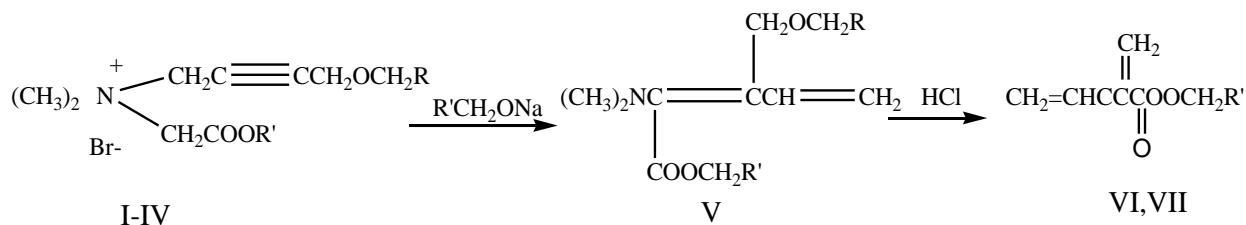
Согласно ранее проведенным нами исследованиям аммониевые соли, содержащие 4-пропаргиллоксибут-2-енильную группу, в отношении эталонных штаммов кишечной палочки и золотистого стафилококка проявляют бактерицидное действие [5].

Исходя из выше изложенного осуществлен синтез ЧАС, содержащих 4-алкилоксибутин-2-ильную группу, исследовано их поведение в условиях стивенсовской перегруппировки и изучена антимикробная активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

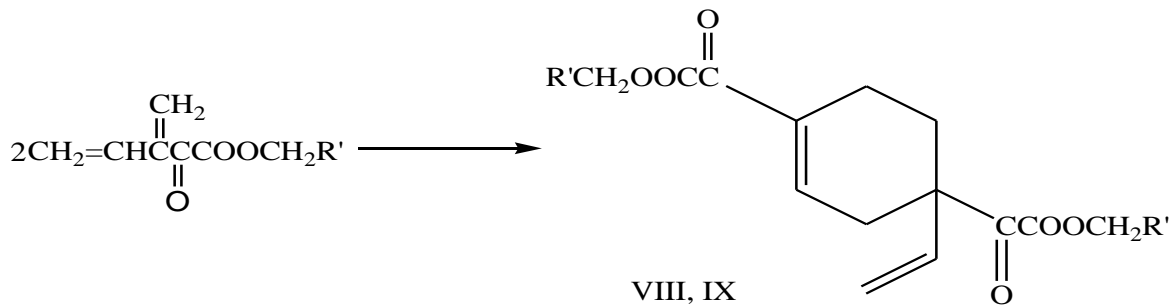
Синтез указанных солей осуществлен согласно схеме:



Целевые ЧАС I-IV получены (93-96%) при комнатной температуре взаимодействием эквимольных количеств синтезированного амина и алкиловых эфиров бромуксусной кислоты.



Следует отметить, что под действием соответствующих алкоголятов натрия соли I-IV подвергаются 3,2-перегруппировке Стивенса и в условиях реакции вследствие аллен-диеновой прототропной изомеризации переходят в аминоэфиры диенового строения, которые при действии разбавленной соляной кислоты при 15-17°C образуют кетоэфиры и за счет 1,4-отщепления молекулы спирта в основном превращаются в диеновые кетоэфиры, димеризующиеся по механизму диенового синтеза в производные циклогексена (Спектр ЯМР 1H,  $\nu$ , м.д (J, Гц) 2,04 ддд (1H, J 13.5, 7.2 и 6.1, CH2) и дм 2.21 (1H, J 13.5 CH2); 2.30÷2.37 м(2H, CH2); 2.62 дм (1 H, J 19.9, CH2) и 2.89 дм (1 H, J 19.9, CH2); 3.83 с (3H, OCH3); 3.88 с (3 H, OCH3); 5.19 д (1H, J 17.6, =CH2) и 5.34 д (1 H, J 10.7, =CH2); 5.92 (1H, J 17.6 и 10.7 =CH), 7.01 тт (1 H, J 4.1 и 1.8 =CH).). Важно также отметить, что в условиях стивенсовской перегруппировки гидридный перенос не протекает.



Строение полученных соединений подтверждено данными ЯМР  $^1\text{H}$  спектров, а чистота полученных соединений проверена методом ГЖХ.

Изучение антимикробной активности водных растворов ЧАС I-IV проводили общепринятым методом обеззараживания батистовых тест-объектов, обсемененных эталонными штаммами золотистого стафилококка (шт. 906) и кишечной палочки (шт. 1257), содержащих 2 млрд. микробных клеток в 1 мл, при экспозициях 5÷30 минут и температуре растворов 20°C [6].

Полученные результаты свидетельствуют, что 0,5 -1% водные растворы исследованных солей обеспечивают гибель изученных микроорганизмов в течение 5÷20 минут в зависимости от химического строения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Leply A. R. – In: Mechanisms of Molecular Migrations /Ed. Thyagarajan B.S. N.Y.: J. Wiley, 1971. V. 3, p.297-440.
2. Алексанян Ю.Т., Бабаян Ж.Р. Чувствительность микроорганизмов к дезинфектантам. Ереван, 2015, с.51.
3. Бабаханян А.В., Овсепян В.С., Кочарян С.Т., Паносян Г.А. Внутримолекулярный 1,5-гидридный сдвиг в продуктах 3,2-перегруппировки Стивенса аммониевых солей, содержащих 3-фенил-2-пропинильную группу. Журнал органической химии, 2003, т.39, вып.6, с.864-868.
4. Кочарян С.Т., Оганджян С.М., Бабаян А.Т. Синтез эфиров 2-диалкиламино-2,4-пентадиеновых кислот. Арм.хим.ж., 1976, т.29, N 5, с.409-415.
5. Бабаханян А.В., Бабаян Ж.Р., Алексанян Ю.Т., Манукян М.О., Барсегян К.С. Антимикробная активность аммониевых солей, содержащих 4-пропаргиллоксибут-2-енильную группу. Медицинская наука Армении НАН РА. 2018, т. LVIII, N2, с.17-22.
6. Инструкция по определению бактерицидных свойств новых дезинфицирующих средств. М., N 739-68.

#### ԱՄՓՈՓՈՒՄ

**4-ԱԼԿԻԼՕՔՍԻԲՈՒՏԻՆ-2-ԻԼ ԽՈՒՄԲ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԱՄՈՆԻՈՒՄԱՅԻՆ ԱՂԵՐԻ ՄԻԳՄԱՏՐՈՂ ՎԵՐԱԽՄԲԱՎՈՐՈՒՄԸ**  
**Հովսեփյան Վ. Ս., Բաբախանյան Ա. Վ.**

*Հիմնաբաներ. ամոնիումային աղ, Ստիվենսի վերախմբավորում, մանրէասպան ազդեցություն, գրամդրական և գրամբացասական միկրոօրգանիզմներ:*

Ուսումնասիրված է ալկիլօքսիկարբոնիլմեթիլդիմեթիլ-4-ալկիլօքսիբուրիլամոնիումի բրոմիդների վերախմբավորումը նատրիումի համապատասխան ալկոհոլատների ազդեցությամբ: Հաստատված է, որ ռեակցիայի պայմաններում ընթանում է Ստիվենսի 3,2-վերախմբավորումը՝ դիենային կառուցվածքի ամինաէսթերների առաջացմամբ: Ցույց է տրվել ցիկլոռեքսենի ածանցյալների ստացումը: Նշված աղերը օժտված են մանրէասպան ազդեցությամբ գրամդրական և գրամբացասական մանրէների նկատմամբ:

SUMMARY  
SIGMATROPICAL REARRANGEMENT OF AMMONIUM SALTS CONTAINING 4-  
ALKYLOXYBUTIN-2-IL GROUP

Hovsepyan V. S., Babakhanyan A.V.

*Key words: ammonium salts, regrouping by Stevens, bactericidal action, grampositive and gramnegative microorganisms.*

The rearrangement of alkyloxycarbonylmethyl-dimethyl-4-alkyloxybutylammonium bromide salts was studied under the action of the corresponding sodium alkoxides. It was established that under the reaction conditions there is a 3,2-rearrangement of Stevens with the formation of amino esters of diene structure. The possibility of obtaining derivatives of cyclohexene has been shown. The indicated salts have a bactericidal action against gram-positive and gram-negative microorganisms.

Рекомендована к публикации д.х.н. А.Гюлназаряном 30.10.2018г.



ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ, ՄԵԽԱՆԻԿԱ

ПРИБЛИЖЕННЫЕ ДИСПЕРСИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ТОНКОЙ УПРУГОЙ  
ОРТОТРОПНОЙ НЕЗАМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ СО  
СВОБОДНЫМИ КРАЯМИ

Гулгазарян Г.Р., Гулгазарян Л.Г.

АГПУ имени Х. Абовяна, 0010, Ереван, пр. Тиграна Меца 17

*e-mail:* [lusina@mail.ru](mailto:lusina@mail.ru), [ghulgr@yahoo.com](mailto:ghulgr@yahoo.com)

Используя систему уравнений соответствующей классической теории ортотропных цилиндрических оболочек, исследуются свободные колебания ортотропной тонкой упругой незамкнутой круговой цилиндрической оболочки со свободными краями. Для нахождения приближенных собственных частот и соответствующих собственных форм применяется метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Канторовича-Власова. Получены дисперсионные уравнения для нахождения приближенных собственных частот возможных типов колебаний. Установлена асимптотическая связь между дисперсионными уравнениями рассматриваемой задачи и аналогичной задачи для ортотропной прямоугольной пластинки. Установлена также асимптотическая связь между дисперсионными уравнениями рассматриваемой задачи и задачи на собственные значения полубесконечной ортотропной цилиндрической оболочки открытого профиля с тремя свободными краями. На примере незамкнутой ортотропной цилиндрической оболочки получены приближенные значения безразмерной характеристики собственных частот колебаний.

**Ключевые слова:** колебания, оболочка, дисперсионные уравнения, асимптотика.

**Поступила в редакцию 16.01.2018г.**

**Введение**

Известно, что у свободного края ортотропной пластинки, независимо друг от друга существуют планарные и изгибные колебания [1-3]. При искривлении пластинки два указанных типа колебаний оказываются связанными, давая начало двум новым типам локализованных у свободного края (преимущественно планарных и преимущественно изгибных) типов колебаний. У свободного края упругой цилиндрической оболочки происходит трансформация одного типа колебания в другой. При этой трансформации колебаний, с учетом геометрических и механических параметров оболочки, возникает сложная картина распределения частот собственных колебаний конечных и бесконечных цилиндрических оболочек со свободным краем [4-6]. Для тонких цилиндрических оболочек со свободным краем первые частоты распределены очень густо [7-12]. Поэтому численный расчет не всегда эффективен. С увеличением числа свободных краев цилиндрических оболочек картина распределения частот собственных колебаний становится более сложной. Эти трудности преодолеваются с помощью комбинирования аналитической и асимптотической теорий, а также численными методами.

В настоящей работе исследуются свободные колебания тонкой упругой незамкнутой цилиндрической оболочки со свободными краями. Задача не допускает разделения переменных. Дифференциальный оператор, соответствующий задаче, самосопряженный и неотрицательно определенный. Поэтому, для нахождения приближенных собственных частот и соответствующих собственных форм можно применять метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Канторовича-Власова [13-17].

### 1. Постановка задачи и основные уравнения.

Предполагается, что образующие цилиндрической оболочки ортогональны торцам оболочки. На срединной поверхности оболочки вводятся криволинейные координаты  $(\alpha, \beta)$ , где  $\alpha(0 \leq \alpha \leq l)$  и  $\beta(0 \leq \beta \leq s)$  являются соответственно длиной образующей и длиной направляющей окружности.  $l$  – длина цилиндрической оболочки, а  $s$  – длина направляющей окружности.

В качестве исходных уравнений, описывающих колебания оболочек используются уравнения, которые соответствуют классической теории ортотропных цилиндрических оболочек, записанных в выбранных криволинейных координатах  $\alpha, \beta$  (рис.1).

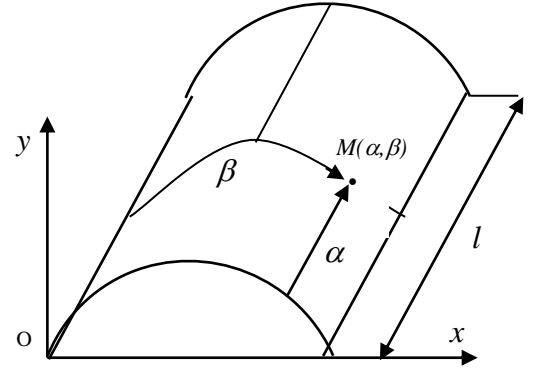


рис. 1.

$$\begin{aligned}
 & -B_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha^2} - B_{66} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \beta^2} - (B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{B_{12}}{R} \frac{\partial u_3}{\partial \alpha} = \lambda u_1, \\
 & -(B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha^2} - B_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} + \frac{B_{22}}{R} \frac{\partial u_3}{\partial \beta} - \frac{\mu^4}{R^2} \left( 4B_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha^2} + \right. \\
 & \left. + B_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} \right) - \frac{\mu^4}{R} \left( B_{22} \frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta^3} + (B_{12} + 4B_{66}) \frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta \partial \alpha^2} \right) = \lambda u_2, \quad (1.1) \\
 & \mu^4 \left( B_{11} \frac{\partial^4 u_3}{\partial \alpha^4} + 2(B_{12} + 2B_{66}) \frac{\partial^4 u_3}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + B_{22} \frac{\partial^4 u_3}{\partial \beta^4} \right) + \frac{\mu^4}{R} \left( B_{22} \frac{\partial^3 u_2}{\partial \beta^3} + \right. \\
 & \left. + (B_{12} + 4B_{66}) \frac{\partial^3 u_2}{\partial \beta \partial \alpha^2} \right) - \frac{B_{12}}{R} \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} - \frac{B_{22}}{R} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} + \frac{B_{22}}{R^2} u_3 = \lambda u_3.
 \end{aligned}$$

Здесь  $u_1, u_2, u_3$  – проекции вектора перемещения, соответственно в направлениях  $\alpha, \beta$  и нормали к срединной поверхности оболочки,  $R$  – радиус направляющей окружности срединной поверхности,  $\mu^4 = h^2/12$  ( $h$  – толщина оболочки).  $\lambda = \omega^2 \rho$ , где  $\omega$  – угловая частота собственных колебаний,  $\rho$  – плотность материала,  $B_{ij}$  – коэффициенты упругости. Граничные условия имеют вид [18]:

$$\begin{aligned}
 & \left. \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \left( \frac{\partial u_2}{\partial \beta} - \frac{u_3}{R} \right) \right|_{\alpha=0,l} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_1}{\partial \beta} + \frac{4\mu^4}{R} \left( \frac{\partial^2 u_3}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{1}{R} \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} \right) \right|_{\alpha=0,l} = 0, \\
 & \left. \frac{\partial^2 u_3}{\partial \alpha^2} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \left( \frac{\partial^2 u_3}{\partial \beta^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} \right) \right|_{\alpha=0,l} = 0, \\
 & \left. \frac{\partial^3 u_3}{\partial \alpha^3} + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} \left( \frac{\partial^3 u_3}{\partial \alpha \partial \beta^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha \partial \beta} \right) \right|_{\alpha=0,l} = 0. \quad (1.2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{B_{12}}{B_{22}} \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_2}{\partial \beta} - \frac{u_3}{R} \Big|_{\beta=0,s} &= 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_1}{\partial \beta} \Big|_{\alpha=0,s} = 0, \\
\frac{B_{12}}{B_{22}} \frac{\partial^2 u_3}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial \beta^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} \Big|_{\beta=0,s} &= 0, \\
\frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta^3} + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{22}} \frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta \partial \alpha^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} + \frac{4B_{66}}{B_{22}} \frac{1}{R} \frac{\partial^3 u_2}{\partial \alpha^2} \Big|_{\beta=0,s} &= 0.
\end{aligned} \tag{1.3}$$

где соотношения (1.2) и (1.3) являются условиями свободного края при  $\alpha=0, l$  и  $\beta=0, s$  соответственно.

## 2. Вывод и анализ характеристических уравнений.

В первом, втором и третьем уравнениях системы (1.1), спектральный параметр  $\lambda$  формально заменим на  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  соответственно. Решение системы (1.1) ищем в виде

$$(u_1, u_2, u_3) = \{u_m w_m''(\theta_m \beta), v_m w_m''(\theta_m \beta), w_m''(\theta_m \beta)\} \beta^2 (\beta - s)^2 \exp(k\chi\alpha), \quad m = \overline{1, +\infty}. \tag{2.1}$$

Здесь  $w_m(\theta_m \beta), m = \overline{1, +\infty}$  являются собственными функциями задачи

$$w_m^{IV} = \theta^4 w, \quad w_m'' \Big|_{\beta=0,s} = w_m''' \Big|_{\beta=0,s} = 0, \quad 0 \leq \beta \leq s, \tag{2.2}$$

$$w_m(\theta_m \beta) = ch\theta_m \beta + \cos\theta_m \beta - \frac{ch\theta_m s - \cos\theta_m s}{sh\theta_m s - \sin\theta_m s} (sh\theta_m \beta + \sin\theta_m \beta), \tag{2.3}$$

соответствующие собственным значениям  $\theta_m^4, m = \overline{1, +\infty}$ .  $u_m, v_m, \chi$  – неопределенные постоянные. Задача (2.2) самосопряженная и имеет положительный простой дискретный спектр с предельной точкой на  $+\infty$ , а  $\theta_m$  – корни уравнения:  $ch(\theta s) \cos(\theta s) - 1 = 0$ .

При этом условия (1.3) выполняются автоматически. Подставим (2.1) в (1.1). Из полученных трех уравнений второе дифференцируем по  $\beta$ .

Полученные уравнения скалярным образом умножаем на вектор функции  $(w_m''(\theta_m \beta), w_m'(\theta_m \beta), w_m''(\theta_m \beta))$  и интегрируем в пределах от 0 до  $s$ . Из первых двух полученных уравнений имеем

$$(c_m + \varepsilon_m^2 a^2 g_m d_m) u_m = \varepsilon_m \chi \left\{ a_m + a^2 \frac{B_{22}(B_{12} + B_{66})}{B_{11} B_{66}} l_m + \varepsilon_m^2 a^2 \frac{B_{22} B_{12}}{B_{11} B_{66}} d_m \right\}, \tag{2.4}$$

$$(c_m + \varepsilon_m^2 a^2 g_m d_m) v_{cm} = \varepsilon_m \left\{ a^2 g_m l_m - b_m \beta_m \right\}, \tag{2.5}$$

а из третьего уравнения, учитывая соотношения (2.4) и (2.5), получим характеристическое уравнение

$$\begin{aligned}
R_{mm} c_m + \varepsilon_m^2 \left\{ c_m - b_m \beta_m - \frac{B_{12}}{B_{22}} \chi^2 a_m + a^2 \left[ R_{mm} g_m d_m + b_m \left( 1 + \beta_m^2 + \frac{2(B_{12} + 4B_{66})}{B_{22}} \beta_m \chi^2 \right) \right] + \right. \\
\left. + \varepsilon_m^2 a^2 d_m \left( b_m + \frac{B_{12}}{B_{11}} \chi^2 \right) - a^4 g_m l_m \left( \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{22}} \chi^2 + \beta_m \right) \right\} = 0,
\end{aligned} \tag{2.6}$$

$$\begin{aligned}
a_m &= \frac{B_{12}}{B_{11}} \chi^2 - \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_{2m}^2; \quad b_m = B_1 \chi^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{22}}{B_{11}} \eta_{1m}^2; \\
c_m &= \chi^4 + B_2 \beta_m \chi^2 + \left( \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 + \eta_{2m}^2 \right) \chi^2 + (\beta_m + \eta_{1m}^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_2^2 \right);
\end{aligned} \tag{2.7}$$

$$B_1 = \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2 - B_{12} B_{66}}{B_{11} B_{66}}; \quad d_m = \frac{4B_{66}}{B_{11}} \chi^2 + \beta_m;$$

$$B_2 = \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - 2B_{12}B_{66}}{B_{11}B_{66}}, l_m = \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{22}}\beta_m\chi^2 + 1,$$

$$g_m = \frac{B_{22}}{B_{66}}\chi^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}}\beta_m + \frac{B_{22}}{B_{11}}\eta_{1m}^2, \varepsilon_m = \frac{1}{R\theta_m}, \eta_{im}^2 = \frac{\lambda_i}{B_{66}\theta_m^2}, i = \overline{1,3},$$

$$R_{mm} = a^2 \left( \frac{B_{11}}{B_{22}}\chi^4 + \frac{2(B_{12} + 2B_{66})}{B_{22}}\beta_m\chi^2 + 1 \right) - \frac{B_{66}}{B_{22}}\eta_{3m}^2,$$

$$\beta_m = \int_0^s \beta^2(\beta - s)^2 w_m''(\theta_m\beta) w_m(\theta_m\beta) d\beta / \int_0^s \beta^2(\beta - s)^2 w_m''^2(\theta_m\beta) d\beta, a^2 = \mu^4\theta_m^2.$$

Пусть  $\chi_j, j = \overline{1,4}$  – попарно различные нули уравнения (2.6) с неположительными действительными частями и  $\chi_{4+j} = -\chi_j, j = \overline{1,4}$ . Пусть  $(u_1^{(j)}, u_2^{(j)}, u_3^{(j)}), j = \overline{1,8}$  нетривиальные решения вида (2.1) системы (1.1) при  $\chi = \chi_j, j = \overline{1,8}$  соответственно. Приближенное решение задачи (1.1)–(1.3) ищем в виде

$$u_i = \sum_{j=1}^8 u_i^{(j)} w_j, i = \overline{1,3}. \quad (2.8)$$

Подставим (2.8) в граничные условия (1.2). Из полученных уравнений второе дифференцируем по  $\beta$ . Скалярным образом, каждое полученное уравнение умножаем на вектор функцию  $(w_m''(\theta_m\beta), w_m'(\theta_m\beta), w_m''(\theta_m\beta))$  и интегрируем в пределах от 0 до  $s$ . В итоге получим систему уравнений

$$\sum_{j=1}^8 \frac{M_{ij}^{(m)} w_j}{c_m^{(j)} + \varepsilon_m^2 a^2 g_m^{(j)} d_m^{(j)}} = 0, i = \overline{1,8}, \quad (2.9)$$

$$M_{1j}^{(m)} = \chi_j^2 a_m^{(j)} - \frac{B_{12}}{B_{11}} b_m^{(j)} \beta_m - \frac{B_{12}}{B_{11}} c_m^{(j)} - \varepsilon_m^2 a^2 \frac{B_{12}B_{22}}{B_{11}} d_m^{(j)} (\beta_m + \eta_{1m}^2) +$$

$$a^2 \frac{B_{22}}{B_{11}} l_m^{(j)} \left( \chi_j^2 - \frac{B_{12}}{B_{11}} \beta_m - \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \right),$$

$$M_{2j}^{(m)} = \chi_j \left\{ \left( a_m^{(j)} + b_m^{(j)} \right) \beta_m + a^2 \left[ 4c_m^{(j)} \beta_m - l_m^{(j)} \left( \frac{B_{22}}{B_{66}} \chi_j^2 + \frac{B_{12}B_{22}}{B_{11}B_{66}} \beta_m + \frac{B_{22}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \right) \right] + \right.$$

$$\left. + a^2 \varepsilon_m^2 \left( 4b_m^{(j)} \beta_m + \frac{B_{12}B_{22}}{B_{11}B_{66}} d_m^{(j)} \beta_m - 4a^2 g_m^{(j)} \left( \frac{B_{12}}{B_{22}} \chi_j^2 + 1 - \beta_m^2 \right) \right) \right\}, \quad (2.10)$$

$$M_{3j}^{(m)} = \left( \chi_j^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} \beta_m \right) c_m^{(j)} + \varepsilon_m^2 \left[ \frac{B_{12}}{B_{11}} b_m^{(j)} \beta_m + a^2 g_m^{(j)} \left( \frac{4B_{66}}{B_{22}} \chi_j^4 + \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{22}} \beta_m \chi_j^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} (\beta_m^2 - 1) \right) \right],$$

$$M_{4j}^{(m)} = \chi_j \left\{ \left( \chi_j^2 + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} \beta_m \right) c_m^{(j)} + \varepsilon_m^2 \left[ \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} b_m^{(j)} \beta_m + a^2 g_m^{(j)} \left( \frac{4B_{66}}{B_{22}} \chi_j^4 - \right. \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2 - 4B_{12}B_{66}}{B_{11}B_{22}} \beta_m \chi_j^2 + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} (\beta_m^2 - 1) \right) \right] \right\},$$

$$M_{5j}^{(m)} = M_{1j}^{(m)} \exp(z_j), M_{6j}^{(m)} = M_{2j}^{(m)} \exp(z_j), M_{7j}^{(m)} = M_{3j}^{(m)} \exp(z_j), M_{8j}^{(m)} = M_{4j}^{(m)} \exp(z_j) \quad z_j = \theta_m \chi_j l, j = \overline{1,8}.$$

Верхний индекс  $j$  в скобках означает, что соответствующая функция взята при  $\chi = \chi_j$ . Чтобы система (2.9) имела нетривиальное решение необходимо и достаточно, чтобы

$$\text{Det} \left\| M_{ij}^{(m)} \right\|_{i,j=1}^8 = 0. \quad (2.11)$$

Численный анализ показывает, что левая часть этого равенства становится малой, когда любые два корня уравнения (2.6) становятся близкими друг к другу. Это сильно усложняет расчеты и может привести к появлению ложных решений. Оказывается, что множитель в левой части равенства (2.11), стремящийся к нулю при сближении корней, можно выделить. Для этого введем обозначения:

$$\begin{aligned}
[z_i z_j] &= \theta_m l (\exp(z_i) - \exp(z_j)) / (z_i - z_j), \quad [z_i z_j z_k] = \theta_m l ([z_i z_j] - [z_i z_k]) / (z_j - z_k), \\
[z_1 z_2 z_3 z_4] &= \theta_m l ([z_1 z_2 z_3] - [z_1 z_2 z_4]) / (z_3 - z_4), \\
\sigma_1 &= \sigma_1(\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4) = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3 + \chi_4, \\
\sigma_2 &= \sigma_2(\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4) = \chi_1 \chi_2 + \chi_1 \chi_3 + \chi_1 \chi_4 + \chi_2 \chi_3 + \chi_2 \chi_4 + \chi_3 \chi_4, \\
\sigma_3 &= \sigma_3(\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4) = \chi_1 \chi_2 \chi_3 + \chi_1 \chi_2 \chi_4 + \chi_1 \chi_3 \chi_4 + \chi_2 \chi_3 \chi_4; \quad (2.12) \\
\sigma_4 &= \sigma_4(\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4) = \chi_1 \chi_2 \chi_3 \chi_4, \\
\bar{\sigma}_k &= \sigma_k(\chi_1, \chi_2, \chi_3, 0), \quad \bar{\bar{\sigma}}_k = \sigma_k(\chi_1, \chi_2, 0, 0), \quad k = \overline{1, 4}.
\end{aligned}$$

При этом  $\bar{\sigma}_4 = \bar{\bar{\sigma}}_4 = \bar{\bar{\sigma}}_3 = 0$ . Пусть  $f_n$ ,  $n = \overline{1, 6}$  симметрический многочлен  $n$ -й степени от переменных  $\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4$ . Известно, что он выражается через элементарные симметрические многочлены единственным образом. Обозначая

$$f_n = f_n(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4); \quad \bar{f}_n = f_n(\bar{\sigma}_1, \bar{\sigma}_2, \bar{\sigma}_3, 0); \quad \bar{\bar{f}}_n = f_n(\bar{\bar{\sigma}}_1, \bar{\bar{\sigma}}_2, 0, 0), \quad n = \overline{1, 6}; \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned}
f_1 &= \sigma_1, \quad f_2 = \sigma_1^2 - \sigma_2; \quad f_3 = \sigma_1^3 - 2\sigma_1\sigma_2 + \sigma_3; \quad f_4 = \sigma_1^4 - 3\sigma_1^2\sigma_2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_1\sigma_3 - \sigma_4; \\
\bar{f}_5 &= \bar{\sigma}_1^5 - 4\bar{\sigma}_1^3\bar{\sigma}_2 + 3\bar{\sigma}_1\bar{\sigma}_2^2 + 3\bar{\sigma}_1^2\bar{\sigma}_3 - 2\bar{\sigma}_2\bar{\sigma}_3; \quad \bar{\bar{f}}_6 = \bar{\bar{\sigma}}_1^6 - 5\bar{\bar{\sigma}}_1^4\bar{\bar{\sigma}}_2 + 6\bar{\bar{\sigma}}_1^2\bar{\bar{\sigma}}_2^2 - \bar{\bar{\sigma}}_3^3;
\end{aligned} \quad (2.14)$$

и выполняя элементарные действия над столбцами определителя (2.11), получаем

$$\text{Det} \left\| M_{ij}^{(m)} \right\|_{i,j=1}^8 = K^2 \exp(-z_1 - z_2 - z_3 - z_4) \text{Det} \left\| m_{ij} \right\|_{i,j=1}^8, \quad (2.15)$$

$$K = (\chi_1 - \chi_2)(\chi_1 - \chi_3)(\chi_1 - \chi_4)(\chi_2 - \chi_3)(\chi_2 - \chi_4)(\chi_3 - \chi_4). \quad (2.16)$$

Выражения для  $m_{ij}$  приведены в приложении.

Уравнение (2.11) эквивалентно уравнению

$$\text{Det} \left\| m_{ij} \right\|_{i,j=1}^8 = 0. \quad (2.17)$$

Учитывая возможные соотношения между  $\lambda_1, \lambda_2$  и  $\lambda_3$ , заключаем, что уравнение (2.17) определяет частоты соответствующих типов колебаний.

При  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$  уравнение (2.6) – характеристическое уравнение системы (1.1), а уравнение (2.17) – дисперсионное уравнение задачи (1.1)-(1.3).

В пункте 5 исследованы асимптотики дисперсионного уравнения (2.17) при  $1/\theta_m R \rightarrow 0$  (предельный переход к пластинке или к локализации колебаний у свободных краев цилиндрической оболочки) и при  $\theta_m l \rightarrow \infty$  (предельный переход к полубесконечной цилиндрической оболочке или к локализации колебаний у свободных краев цилиндрической оболочки). Для проверки достоверности полученных в пункте 5 асимптотических связей, в следующих двух пунктах исследуются планарные и изгибные собственные колебания ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами.

### 3. Планарные колебания ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами.

Пусть ортотропная прямоугольная пластинка отнесена к триортогональной системе прямолинейных координат  $(\alpha, \beta, \gamma)$  с началом в свободной торцевой плоскости так, что координатная плоскость  $\alpha\beta$  совпадает со срединной плоскостью пластинки, а главные направления упругости материала пластинки совпадают с координатными линиями (рис.2). Пусть  $s, l$  являются шириной и длиной пластинки соответственно. При условиях свободного колебания рассматривается вопрос существования планарных колебаний прямоугольной пластинки со свободными сторонами. В качестве исходных уравнений, примем уравнения малых планарных колебаний, которые соответствуют классической теории ортотропных пластин [19]

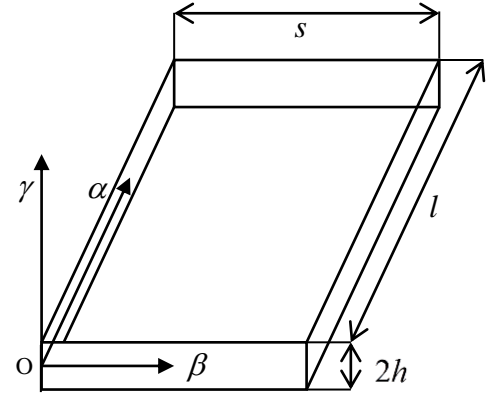


рис. 2.

$$\begin{aligned} -B_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha^2} - B_{66} \frac{\partial^2 u_1}{\partial \beta^2} - (B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha \partial \beta} &= \lambda u_1; \\ -(B_{12} + B_{66}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial \alpha \partial \beta} - B_{66} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \alpha^2} - B_{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \beta^2} &= \lambda u_2, \end{aligned} \quad (3.1)$$

где  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq l$ ) и  $\beta$  ( $0 < \beta < s$ ) ортогональные прямолинейные координаты точки срединной плоскости,  $u_1, u_2$  – проекции вектора перемещений, соответственно в направлениях  $\alpha, \beta$ ,  $B_{ik}, i, k = 1, 2, 6$  – коэффициенты упругости.  $\lambda = \omega^2 \rho$ , где  $\omega$  – угловая частота собственных колебаний,  $\rho$  – плотность материала. Граничные условия имеют вид

$$\left. \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \frac{\partial u_2}{\partial \beta} \right|_{\alpha=0, l} = \left. \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_1}{\partial \beta} \right|_{\alpha=0, l} = 0; \quad (3.2)$$

$$\left. \frac{B_{12}}{B_{11}} \frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_2}{\partial \beta} \right|_{\beta=0, s} = \left. \frac{\partial u_2}{\partial \alpha} + \frac{\partial u_1}{\partial \beta} \right|_{\beta=0, s} = 0, \quad (3.3)$$

где соотношения (3.2), (3.3) выражают условия свободного края при  $\alpha = 0, l$   $\beta = 0, s$  соответственно. Задача (3.1)–(3.3) не допускает разделения переменных. Дифференциальный оператор соответствующий задаче (3.1)–(3.3) самосопряженный и неотрицательно определенный. Поэтому, для нахождения приближенных собственных частот и соответствующих собственных форм можно применять метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Канторовича-Власова [17]. Решение системы (3.1) ищем в виде

$$(u_1, u_2) = \{u_m w_m''(\theta_m \beta), v_m w_m''(\theta_m \beta)\} \beta^2 (\beta - s)^2 \exp(\theta_m \gamma \alpha), \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad (3.4)$$

где  $u_m, v_m, \gamma$  неизвестные постоянные, а  $w_m(\theta_m \beta), m = \overline{1, +\infty}$  определены в (2.3). При этом условия (3.3) выполняются автоматически. Подставим (3.4) в (3.1). Из полученных уравнений второе дифференцируем по  $\beta$ . Скалярным образом полученные уравнения умножаем на вектор функцию  $(w_m''(\theta_m \beta), w_m'(\theta_m \beta))$  и интегрируем в пределах от 0 до  $s$ . В итоге получим систему уравнений

$$\begin{aligned} (B_{11} \gamma^2 + B_{66} \beta_m + B_{66} \eta_m^2) u_m - (B_{12} + B_{66}) \gamma v_m &= 0, \\ (B_{12} + B_{66}) \gamma \beta_m u_m + (B_{66} \gamma^2 - B_{22} \beta_m + B_{66} \eta_m^2) v_m &= 0, \end{aligned} \quad (3.5)$$

где  $\eta_m^2 = \lambda / (\theta_m^2 B_{66})$ , а  $\theta_m$  и  $\beta_m$  определены в (2.2) и (2.7) соответственно. Приравнявая определитель системы (3.5) к нулю, получим характеристическое уравнение системы уравнений (3.1)

$$c_m = y^4 + B_2 \beta_m y^2 + \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 y^2 + (\beta_m + \eta_m^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) = 0, \quad (3.6)$$

Пусть  $y_1$  и  $y_2$  различные корни уравнения (3.6) с неположительными действительными частями и  $y_{2+j} = -y_j, j=1,2$ . В качестве решения системы (3.5) при  $y = y_j, j=\overline{1,4}$  возьмем

$$u_m^{(j)} = \frac{B_{12} + B_{66}}{B_{11}} y_j, \quad v_m^{(j)} = y_j^2 + \frac{B_{66}}{B_{11}} (\beta_m + \eta_m^2), \quad j=\overline{1,4}. \quad (3.7)$$

Представим решение задачи (3.1)-(3.3) в виде

$$\begin{aligned} u_1 &= \sum_{j=1}^4 u_m^{(j)} \beta^2 (\beta - s)^2 w_m''(\theta_m \beta) \exp(\theta_m y_j \alpha) w_j, \\ u_2 &= \sum_{j=1}^4 v_m^{(j)} \beta^2 (\beta - s)^2 w_m''(\theta_m \beta) \exp(\theta_m y_j \alpha) w_j. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Подставим (3.8) в граничные условия (3.2). Каждое полученное уравнение, скалярным образом, умножаем на вектор функцию  $(w_m''(\theta_m \beta), w_m'(\theta_m \beta))$  и интегрируем в пределах от 0 до  $s$ . В итоге получим систему уравнений

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^4 R_{ij}^{(m)} w_j &= 0, \quad i=1,2, \\ \sum_{j=1}^4 R_{ij}^{(m)} \exp(z_j) w_j &= 0, \quad i=1,2. \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$R_{1j}^{(m)} = y_j^2 - \frac{B_{12}}{B_{11}} (\beta_m + \eta_m^2), \quad R_{2j}^{(m)} = y_j \left( y_j^2 - \frac{B_{12}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right), \quad z_j = \theta_m y_j l, \quad j=\overline{1,4}. \quad (3.10)$$

Приравнявая определитель  $\Delta_e$  системы (3.9) к нулю и произведя элементарные действия над столбцами определителя, получим дисперсионное уравнение

$$\Delta_e = \exp(-z_1 - z_2) (y_2 - y_1)^2 \text{Det} \| l_{ij} \|_{i,j}^4 = 0, \quad (3.11)$$

$$l_{11} = R_{11}^{(m)}, \quad l_{12} = y_1 + y_2, \quad l_{13} = l_{11} \exp(z_1), \quad l_{14} = l_{12} \exp(z_2) + l_{11} [z_1 z_2];$$

$$l_{21} = R_{21}^{(m)}, \quad l_{22} = y_1 y_2 + B_1 \beta_m - \eta_m^2, \quad l_{23} = -l_{21} \exp(z_1), \quad l_{24} = -l_{22} \exp(z_2) - l_{21} [z_1 z_2];$$

$$l_{31} = l_{13}, \quad l_{23} = l_{14}, \quad l_{33} = l_{11}, \quad l_{34} = l_{12}; \quad l_{41} = l_{23}, \quad l_{42} = l_{24}, \quad l_{43} = l_{21}, \quad l_{44} = l_{22};$$

$$[z_1 z_2] = \theta_m l (\exp(z_2) - \exp(z_1)) / (z_2 - z_1).$$

Уравнение (3.11) эквивалентно уравнению

$$\begin{aligned} \text{Det} \| l_{ij} \|_{i,j=1}^4 &= \left( \frac{B_{12} + B_{66}}{B_{11}} \right)^2 K_{2m}^2 (\eta_m^2) (1 + \exp(2(z_1 + z_2))) + \\ &+ 8 l_{12} l_{11} l_{22} l_{21} \exp(z_1 + z_2) - \end{aligned} \quad (3.12)$$

$$- 4 l_{11} l_{21} (l_{11} l_{22} + l_{21} l_{12}) (\exp(z_2) - \exp(z_1)) [z_1 z_2] -$$

$$- (l_{11} l_{22} + l_{21} l_{12})^2 (\exp(2z_1) + \exp(2z_2)) - 4 l_{11} l_{21} [z_1 z_2]^2 = 0,$$

$$K_{2m} (\eta_m^2) = (\beta_m + \eta_m^2) \left( \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2}{B_{11} B_{66}} \beta_m + \eta_m^2 \right) - \eta_m^2 y_1 y_2 \quad (3.13)$$

Заметим, что если  $y_1$  и  $y_2$  корни уравнения (3.6) с отрицательными действительными частями, то при  $\theta_m l \rightarrow \infty$  корни уравнения (3.12) аппроксимируются корнями уравнения

$$K_{2m}(\eta_m^{(2)}) = (\beta_m + \eta_m^2) \left( \frac{B_{11}B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}B_{66}} \beta_m + \eta_m^2 \right) - \eta_m^2 y_1 y_2 = 0. \quad (3.14)$$

Уравнение (3.14) является аналогом уравнения Рэлея для достаточно длинной ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами (ср. [9-11]).

Таким образом, собственные частоты задачи (3.1)-(3.3) находятся из уравнений (3.12).

Для нахождения соответствующих собственных форм необходимо определить коэффициенты  $w_j$ ,  $j = \overline{1,4}$  из системы уравнений (3.9) и подставить в (3.8). В качестве решений системы уравнений (3.9) при данной безразмерной характеристике собственного значения  $\eta_m$  можно взять

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{R_{12}^{(m)} R_1^{(m)} \exp(2z_1 + z_2) + R_2^{(m)} \exp(z_1) - 2R_{11}^{(m)} R_{22}^{(m)} \exp(z_2)}{R_{11}^{(m)} R_1^{(m)} - R_2^{(m)} \exp(2z_1) + 2R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)} \exp(z_1 + z_2)}, \\ w_2 &= \frac{R_1^{(m)} \exp(2z_1 + z_2) + R_2^{(m)} \exp(z_2) - 2R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)} \exp(z_1)}{R_1^{(m)} - R_2^{(m)} \exp(2z_1) + 2R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)} \exp(z_1 + z_2)}, \end{aligned} \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} w_3 &= -\frac{R_{12}^{(m)} R_1^{(m)} \exp(z_1) + R_2^{(m)} \exp(2z_2 + z_1) - 2R_{11}^{(m)} R_{22}^{(m)} \exp(2z_1 + z_2)}{R_{11}^{(m)} R_1^{(m)} - R_2^{(m)} \exp(2z_1) + 2R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)} \exp(z_1 + z_2)}, \\ w_4 &= \exp(z_2), \quad R_1^{(m)} = R_{11}^{(m)} R_{22}^{(m)} - R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)}, \quad R_2^{(m)} = R_{11}^{(m)} R_{22}^{(m)} + R_{12}^{(m)} R_{21}^{(m)}. \end{aligned}$$

#### 4. Изгибные колебания ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами.

Пусть имеется ортотропная прямоугольная пластинка и  $h, s, l$  являются соответственно толщиной, шириной и длиной пластинки (рис. 2). При условии свободного колебания рассматривается вопрос существования изгибных колебаний прямоугольной пластинки со свободными сторонами. В качестве исходного уравнения, примем уравнение малых изгибных колебаний, которое соответствует классической теории ортотропных пластин [19]

$$\mu^4 \left( B_{11} \frac{\partial^4 u_3}{\partial \alpha^4} + 2(B_{12} + 2B_{66}) \frac{\partial^4 u_3}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + B_{22} \frac{\partial^4 u_3}{\partial \beta^4} \right) = \lambda u_3, \quad (4.1)$$

где  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq l$ ) и  $\beta$  ( $0 \leq \beta \leq s$ ) – ортогональные прямолинейные координаты точки срединной плоскости пластинки;  $u_3$  – нормальная компонента вектора перемещения точки срединной плоскости;  $B_{ik}$ ,  $i, k = 1, 2, 6$  – коэффициенты упругости,  $\mu^4 = h^2 / 12$  ( $h$  – толщина пластинки).  $\lambda = \omega^2 \rho$ , где  $\omega$  – угловая частота собственных колебаний,  $\rho$  – плотность материала.

Граничные условия имеют вид

$$\left. \frac{\partial^2 u_3}{\partial \alpha^2} + \frac{B_{12}}{B_{11}} \frac{\partial^2 u_3}{\partial \beta^2} \right|_{\alpha=0,l} = \left. \frac{\partial^3 u_3}{\partial \alpha^3} + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} \frac{\partial^3 u_3}{\partial \alpha \partial \beta^2} \right|_{\alpha=0,l} = 0, \quad (4.2)$$

$$\left. \frac{B_{12}}{B_{22}} \frac{\partial^2 u_3}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial \beta^2} \right|_{\beta=0,s} = \left. \frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta^3} + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{22}} \frac{\partial^3 u_3}{\partial \beta \partial \alpha^2} \right|_{\beta=0,s} = 0, \quad (4.3)$$

где соотношения (4.2) и (4.3) выражают условия свободного края при  $\alpha = 0, l$  и  $\beta = 0, s$  соответственно. Задача (4.1)-(4.3) не допускает разделения переменных. Дифференциальный оператор соответствующий задаче (4.1)-(4.3) самосопряженный и неотрицательно определенный. Поэтому, для нахождения приближенных собственных частот и соответствующих



собственных форм можно применять метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Канторовича-Власова [17]. Решение уравнения (4.1) ищем в виде

$$u_3 = w_m''(\theta_m \beta) \beta^2 (\beta - s)^2 \exp(\theta_m y \alpha), \quad m = \overline{1, +\infty}, \quad (4.4)$$

где  $u_m, v_m, \chi$  неизвестные постоянные, а  $w_m(\theta_m \beta), m = \overline{1, +\infty}$  определены в (2.3). При этом условия (4.3) выполняются автоматически. Подставим (4.4) в (4.1). Полученное уравнение умножая на  $w_m''(\theta_m \beta)$  и интегрируя в пределах от 0 до  $s$ , получим характеристическое уравнение

$$R_{mmm} = a^2 \left( \frac{B_{11}}{B_{22}} y^4 + \frac{2(B_{12} + 2B_{66})}{B_{22}} \beta_m y^2 + 1 \right) - \frac{B_{66}}{B_{22}} \eta_m^2 = 0; \quad (4.5)$$

$$\eta_m^2 = \frac{\lambda}{\theta_m^2 B_{66}}, \quad a^2 = \theta_m^2 h^2 / 12, \quad (4.6)$$

где  $\theta_m$  и  $\beta_m$  определены в (2.2) и (2.7) соответственно. Пусть  $y_3$  и  $y_4$  различные корни уравнения (4.5) с неположительными действительными частями и  $y_{2+j} = -y_j, j = 3, 4$ . Решение задачи (4.1)–(4.3) ищем в виде

$$u_3 = \sum_{j=3}^6 w_m''(\theta_m \beta) \beta^2 (\beta - s)^2 \exp(\theta_m y_j \alpha) w_j. \quad (4.7)$$

Подставим (4.7) в граничные условия (4.2). Умножая полученные уравнения на  $w_m''(\theta_m \beta)$  и интегрируя в пределах от 0 до  $s$ , получим систему уравнений

$$\sum_{j=3}^6 R_{ij}^{(m)} w_j = 0, \quad i = 3, 4, \quad (4.8)$$

$$\sum_{j=3}^6 R_{ij}^{(m)} \exp(z_j) w_j = 0, \quad i = 3, 4.$$

$$R_{3j}^{(m)} = y_j^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} \beta_m, \quad R_{4j}^{(m)} = y_j^3 + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} \beta_m y_j, \quad z_j = \theta_m y_j l, \quad j = \overline{3, 6}. \quad (4.9)$$

Приравнивая определитель  $\Delta_b$  системы (4.8) к нулю и произведя элементарные действия над столбцами определителя, получим дисперсионное уравнение

$$\Delta_b = \exp(-z_3 - z_4) (y_4 - y_3)^2 \text{Det} \| b_{ij} \|_{i,j}^4 = 0 \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} b_{11} &= R_{33}^{(m)}, \quad b_{12} = y_3 + y_4, \quad b_{13} = b_{11} \exp(z_3), \quad b_{14} = b_{12} \exp(z_4) + l_1 [z_3 z_4]; \\ b_{21} &= R_{43}^{(m)}, \quad b_{22} = y_3 y_4 - \beta_m B_{12} / B_{11}, \quad b_{23} = -b_{21} \exp(z_3), \quad b_{24} = -b_{22} \exp(z_4) - b_{21} [z_3 z_4]; \\ b_{31} &= b_{13}, \quad b_{32} = b_{14}, \quad b_{33} = b_{11}, \quad b_{34} = b_{12}; \quad b_{41} = b_{23}, \quad b_{42} = b_{24}, \quad b_{43} = b_{21}, \quad b_{44} = b_{22}; \quad (4.11) \\ [z_3 z_4] &= \theta_m l (\exp(z_4) - \exp(z_3)) / (z_4 - z_3). \end{aligned}$$

Уравнение (4.10) эквивалентно уравнению

$$\begin{aligned} \text{Det} \| b_{ij} \|_{i,j=1}^4 &= K_{1m}^2 (\eta_m^2) (1 + \exp(2(z_3 + z_4))) + 8b_{12} b_{11} b_{22} b_{21} \exp(z_3 + z_4) - \\ &- 4b_{11} b_{21} (b_{11} b_{22} + b_{21} b_{12}) (\exp(z_4) - \exp(z_3)) [z_3 z_4] - \\ &- (b_{11} b_{22} + b_{21} b_{12})^2 (\exp(2z_3) + \exp(2z_4)) - 4b_{11} b_{21} [z_3 z_4]^2 = 0, \quad (4.12) \end{aligned}$$

$$K_{1m} (\eta_m^2) = y_3^2 y_4^2 + 4 \frac{B_{66}}{B_{11}} \beta_m y_3 y_4 - \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} \right) \beta_m^2. \quad (4.13)$$

Заметим, что если  $\chi_3$  и  $\chi_4$  корни уравнения (4.5) с отрицательными действительными частями, то при  $\theta_m l \rightarrow \infty$  корни уравнения (4.12) аппроксимируются корнями уравнения

$$K_{1m}(\eta_m^2) = y_3^2 y_4^2 + 4 \frac{B_{66}}{B_{11}} \beta_m y_3 y_4 - \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} \right)^2 \beta_m^2 = 0. \quad (4.14)$$

Уравнение (4.14) является аналогом уравнения Коненкова для достаточно длинной ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами (ср. [9-11]).

Таким образом, собственные частоты задачи (4.1)-(4.3) находятся из уравнений (4.12).

Для нахождения соответствующих собственных форм необходимо определить коэффициенты  $w_j$ ,  $j = \overline{3,6}$  из системы уравнений (4.8) и подставить в (4.7). В качестве решений системы уравнений (4.8) при данной безразмерной характеристике собственного значения  $\eta_m$  можно взять

$$\begin{aligned} w_3 &= \frac{R_{34}^{(m)} R_3^{(m)} \exp(2z_3 + z_4) + R_4^{(m)} \exp(z_3) - 2R_{33}^{(m)} R_{44}^{(m)} \exp(z_4)}{R_{33}^{(m)} R_3^{(m)} - R_4^{(m)} \exp(2z_3) + 2R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)} \exp(z_3 + z_4)}, \\ w_4 &= \frac{R_3^{(m)} \exp(2z_3 + z_4) + R_4^{(m)} \exp(z_4) - 2R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)} \exp(z_3)}{R_3^{(m)} - R_4^{(m)} \exp(2z_3) + 2R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)} \exp(z_3 + z_4)}, \\ w_5 &= -\frac{R_{34}^{(m)} R_3^{(m)} \exp(z_3) + R_4^{(m)} \exp(2z_3 + z_4) - 2R_{33}^{(m)} R_{44}^{(m)} \exp(2z_3 + z_4)}{R_{33}^{(m)} R_3^{(m)} - R_4^{(m)} \exp(2z_3) + 2R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)} \exp(z_3 + z_4)}, \\ w_6 &= \exp(z_4), \quad R_3^{(m)} = R_{33}^{(m)} R_{44}^{(m)} - R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)}, \quad R_4^{(m)} = R_{33}^{(m)} R_{44}^{(m)} + R_{34}^{(m)} R_{43}^{(m)}. \end{aligned} \quad (4.15)$$

## 5. Асимптотики дисперсионного уравнения (2.17).

**5.1. Асимптотика дисперсионного уравнения (2.17) при  $\varepsilon_m \rightarrow 0$ .** Используя предыдущие формулы предположим, что  $\eta_{1m} = \eta_{2m} = \eta_{3m} = \eta_m$ . Тогда при  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  уравнение (2.6) преобразуется в совокупность уравнений

$$c_m = y^4 + B_2 \beta_m y^2 + \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 y^2 + (\beta_m + \eta_m^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) = 0, \quad (5.1)$$

$$R_{mm} = a^2 \left( \frac{B_{11}}{B_{22}} y^4 + \frac{2(B_{12} + 2B_{66})}{B_{22}} \beta_m y^2 + 1 \right) - \frac{B_{66}}{B_{22}} \eta_m^2 = 0. \quad (5.2)$$

Предельный переход  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  здесь понимается в том смысле, что фиксируя радиус  $R$  и  $b$  – расстояние между граничными образующими цилиндрической оболочки, совершается переход к цилиндрической оболочке радиуса  $R'$  кратному  $R:R' = nR$ , и к пределу  $\varepsilon'_m = 1/(n\theta_m R) = \varepsilon_m / n \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ .

Уравнения (5.1), (5.2) являются характеристическими уравнениями для уравнений планарных и изгибных колебаний ортотропных пластин соответственно, когда все стороны свободны. Корни уравнений (5.1) и (5.2) с неположительными действительными частями, как в пунктах 3 и 4, обозначаются через  $y_1, y_2$  и  $y_3, y_4$  соответственно. Аналогичным образом как в [20] доказывается, что при

$$\varepsilon_m \ll 1; \quad y_i \neq y_j, \quad i \neq j, \quad (5.3)$$

корни  $\chi^2$  уравнения (2.8) можно представить в виде

$$\chi_i^2 = y_i^2 + \alpha_i^{(m)} \varepsilon_m^2 + \beta_i^{(m)} \varepsilon_m^4 + \dots, \quad i = \overline{1,4}. \quad (5.4)$$

При условии (5.3), учитывая соотношения (2.10), (2.15), (5.4) и тот факт, что

$$M_{3j}^{(m)} = M_{4j}^{(m)} = M_{7j}^{(m)} = M_{mj}^{(m)} = O(\varepsilon_m^2), \quad i = 1, 2, \quad (5.5)$$

уравнение (2.17) можно привести к виду

$$\text{Det} \| m_{ij} \|_{i,j=1}^8 = (B_{66}/B_{11})^2 N^2 (\eta_m^2) K_{3m}^2 (\eta_m^2) \text{Det} | l_{ij} |_{i,j=1}^4 \text{Det} | b_{ij} |_{i,j=1}^4 + O(\varepsilon_m^2) = 0, \quad (5.6)$$

где  $\text{Det} | l_{ij} |_{i,j=1}^4$  и  $\text{Det} | b_{ij} |_{i,j=1}^4$  определяются формулами (3.12) и (4.12) соответственно, а

$$K_{3m} (\eta_m^2) = (\beta_m + \eta_m^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} + a^2 \frac{2(B_{12} + B_{66})(B_{12} + 4B_{66})}{B_{11}B_{66}} \beta_m \right)^2 - \\ \left( B_2 \beta_m + \frac{B_{11} + B_{66}}{B_{11}} \eta_m^2 \right) \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} + a^2 \frac{2(B_{12} + B_{66})(B_{12} + 4B_{66})}{B_{11}B_{66}} \beta_m \right) \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_m^2 - \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \right. \\ \left. a^2 \frac{B_{22}(B_{12} + B_{66})}{B_{11}B_{66}} \right) + \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_m^2 - \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + a^2 \frac{B_{22}(B_{12} + B_{66})}{B_{11}B_{66}} \right)^2, \quad (5.7)$$

$$N(\eta_m^2) = (y_3 + y_1)(y_3 + y_2)(y_4 + y_1)(y_4 + y_2).$$

Из (5.6) следует, что при  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  уравнение (2.17) распадается на уравнения

$$\text{Det} | l_{ij} |_{i,j=1}^4 = 0, \quad \text{Det} | b_{ij} |_{i,j=1}^4 = 0, \quad K_{3m} (\eta_m^2) = 0. \quad (5.8)$$

Первое и второе уравнения являются дисперсионными уравнениями планарных и изгибных колебаний аналогичной задачи для ортотропной прямоугольной пластинки соответственно. Корням третьего уравнения соответствуют планарные колебания цилиндрической оболочки. Третье уравнение появляется в результате использования уравнения соответствующей классической теории ортотропных цилиндрических оболочек.

Если  $y_1, y_2$  и  $y_3, y_4$  – корни уравнения (5.1) и (5.2) с отрицательными действительными частями соответственно, то при  $\theta_m l \rightarrow \infty$  уравнения (2.17) и (5.6) преобразуются в уравнение

$$\text{Det} \| m_{ij} \|_{i,j=1}^8 = \left( \frac{B_{66}}{B_{11}} \right)^2 N^2 (\eta_m^2) K_{1m}^2 (\eta_m^2) K_{2m}^2 (\eta_m^2) K_{3m}^2 (\eta_m^2) + O(\varepsilon_m^2) + \\ + \sum_{j=1}^4 O(\exp(z_j)) = 0. \quad (5.9)$$

Из (5.9) следует, что при  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  и  $\theta_m l \rightarrow \infty$  корни дисперсионного уравнения (2.17) аппроксимируются корнями уравнения

$$K_{1m} (\eta_m^2) = 0, \quad K_{2m} (\eta_m^2) = 0, \quad K_{3m} (\eta_m^2) = 0; \quad (5.10)$$

Первые два уравнения из (5.10) являются дисперсионными уравнениями изгибных и планарных колебаний достаточно длинной ортотропной прямоугольной пластинки со свободными сторонами (см. (4.14) и (3.14)). Следовательно, при малых  $\varepsilon_m$  и больших  $\theta_m l$  приближенные значения корней уравнения (2.17) являются корнями уравнения (5.8) и (5.10) (ср. табл. 1,2,3).

**5.2. Асимптотика дисперсионного уравнения (2.17) при  $\theta_m l \rightarrow \infty$ .** При использовании предыдущих формул будем полагать, что  $\chi_1, \chi_2, \chi_3$  и  $\chi_4$  (корни уравнения (2.6)) имеют отрицательные действительные части. Тогда уравнение (2.17) можно привести к виду

$$\text{Det} \| m_{ij} \|_{i,j=1}^8 = \left( \text{Det} \| m_{ij} \|_{i,j=1}^4 \right)^2 + \sum_{j=1}^4 O(\exp(\theta_m \chi_j l)) = 0. \quad (5.11)$$

Откуда следует, что при  $\theta_m l \rightarrow \infty$  корни уравнения (2.17) аппроксимируются корнями уравнения

$$\text{Det} \| m_{ij} \|_{i,j=1}^4 = 0. \quad (5.12)$$

Уравнение (5.12), при  $m \in N$ , определяет всевозможные локализованные собственные колебания у свободных торцов ортотропной круговой цилиндрической оболочки открытого профиля со свободными краями. Если  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  имеем

$$\text{Det} \|m_{ij}\|_{i,j=1}^4 = (B_{66}/B_{11})N(\eta_m^2)K_{1m}(\eta_m^2)K_{2m}(\eta_m^2)K_{3m}(\eta_m^2) + O(\varepsilon_m^2); \quad (5.13)$$

Следовательно, учитывая формулы (5.12) и (5.13) заключаем, что дисперсионное уравнение (2.17) принимает вид (5.9).

### 6. Численные исследования.

В табл. 1 приведены значения некоторых  $\eta_m$ -корней первых двух уравнений из (5.8) для прямоугольной пластинки из боропластика с параметрами [21]:

$$\begin{aligned} \rho &= 2 \cdot 10^3 \text{ кг/М}^3; E_1 = 2.646 \cdot 10^{11} \text{ Н/М}^2; \\ E_2 &= 1.323 \cdot 10^{10}; G = 9.604 \cdot 10^9; \nu_1 = 0.2; \nu_2 = 0.01 \end{aligned} \quad (6.1)$$

В табл. 2 приведены некоторые безразмерные характеристики собственных значений  $\eta_m$  для преимущественно изгибных и преимущественно планарных колебаний ортотропной цилиндрической оболочки открытого профиля из боропластика с механическими параметрами (6.1) и геометрическими параметрами:  $R = 40$ ;  $s = 4.00167$ ,  $l = 5$ .

Результаты представленные в табл. 3, соответствуют цилиндрической оболочки открытого профиля из боропластика с механическими параметрами (6.1) и теми же геометрическими параметрами, что в табл. 2.

В табл. 2 и 3 после характеристик собственных частот указан тип колебаний:  $b$  – преимущественно изгибный,  $e$  – преимущественно планарный. Заметим, что третье уравнение (5.8) при  $1 \leq m \leq 15$  корней не имеет и  $\beta_m \rightarrow -1$  при  $m \rightarrow \infty$ .

Модули упругости  $E_1$  и  $E_2$  соответствуют направлениям вдоль образующей и направляющей соответственно. В табл. 2 и 3 случай  $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = \eta$  соответствует задаче (1.1)-(1.3).

Случай  $\eta_1 = \eta_2 = 0$ ,  $\eta_3 = \eta$  соответствует задаче (1.1)-(1.3), в которой отсутствуют тангенциальные компоненты силы инерции, т.е. имеем преимущественно изгибный тип колебаний. Аналогично, случай  $\eta_1 = \eta_2 = \eta$ ,  $\eta_3 = 0$  соответствует преимущественно планарному типу.

**Таблица 1. Характеристики собственных частот прямоугольной пластинки при  $s = 4$ ,  $l = 5$ .**

$m$	$\theta_m$	$\text{Det} \ b_{ij}\ _{i,j=1}^4 = 0$	$\text{Det} \ l_{ij}\ _{i,j=1}^4 = 0$	$m$	$\theta_m$	$\text{Det} \ b_{ij}\ _{i,j=1}^4 = 0$	$\text{Det} \ l_{ij}\ _{i,j=1}^4 = 0$
1	1.18251	0.00807 0.01025	0.76526 0.77736	10	8.24668	0.05593 0.05645	0.96143 0.96336
2	1.96330	0.01331 0.01516	0.87811 0.88828	11	9.03208	0.06126 0.06173	0.96192 0.96348
3	2.74890	0.01865 0.02011	0.92239 0.93082	12	9.81748	0.06659 0.06702	0.96283 0.96409
4	3.53429	0.02397 0.02515	0.94110 0.94798	13	10.6029	0.07191 0.07232	0.96194 0.96297
5	4.31969	0.02929 0.03028	0.94999 0.95557	14	11.3883	0.07724 0.07761	0.95278 0.96062
6	5.10509	0.03462 0.03546	0.95477 0.95929	15	12.1737	0.08257 0.08292	0.96342 0.96409

**Таблица 2. Характеристики собственных частот преимущественно изгибных и преимущественно планарных колебаний цилиндрической оболочки при  $s = 4.00167, l = 5$ .**

$m$	$\theta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = 0,$ $\eta_{3m} = \eta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = \eta_m,$ $\eta_{3m} = 0$	$m$	$\theta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = 0,$ $\eta_{3m} = \eta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = \eta_m,$ $\eta_{3m} = 0$
1	1.18202	0.00801 b 0.01024 b	0.80051 e 0.81208 e	10	8.24324	0.05591 b 0.05643 b	0.95037 e 0.98400 e
2	1.96248	0.01515 b 0.02541 b	0.71489 e 0.91637 e	11	9.02831	0.06123 b 0.06171 b	0.95296 e 0.97915 e
3	2.74775	0.02010 b 0.02647 b	0.82941 e 0.98546 e	12	9.81338	0.06656 b 0.06699 b	0.95574 e 0.97626 e
4	3.53282	0.02399 b 0.02514 b	0.88687 e 0.97997 e	13	10.5985	0.07213 b 0.07259 b	0.95715 e 0.96695 e
5	4.31789	0.02929 b 0.03027 b	0.91240 e 0.98887 e	14	11.3885	0.07724 b 0.07761 b	0.95466 e 0.96762 e
6	5.10296	0.03461 b 0.03545 b	0.92676 e 0.99287 e	15	12.1686	0.08259 b 0.08288 b	0.95925 e 0.96951 e

Вычисления показывают, что первые частоты собственных колебаний, локализованных у свободных краев цилиндрической оболочки, где присутствует нормальная компонента силы инерции, являются частотами колебаний преимущественно изгибного типа. Наряду с первыми частотами колебаний квазипоперечного типа существуют частоты колебаний квазитангенциального типа. С увеличением  $m$  все эти колебания становятся колебаниями “рэлеевского” типа.

При  $\varepsilon_m \rightarrow 0$  собственные колебания для задачи (1.1)-(1.3) расчленяются на квазипоперечные и квазитангенциальные колебания и частоты этой задачи стремятся к частотам аналогичной задачи для прямоугольной пластинки.

Численные результаты показывают, что асимптотические формулы (5.6) и (5.9) дисперсионного уравнения (2.17) являются хорошим ориентиром для нахождения собственных частот задачи (1.1)-(1.3).

**Таблица 3. Характеристики собственных частот колебаний цилиндрической оболочки при  $s = 4.00167, l = 5$ .**

$m$	$\theta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = \eta_{3m} = \eta_m$		$m$	$\theta_m$	$\eta_{1m} = \eta_{2m} = \eta_{3m} = \eta_m$	
1	1.18202	0.00801 b 0.01024 b	0.80051 e 0.81208 e	10	8.24324	0.05591 b 0.05643 b	0.95037 e 0.98400 e
2	1.96248	0.01515 b 0.02541 b	0.71489 e 0.91637 e	11	9.02831	0.06123 b 0.06171 b	0.95296 e 0.97915 e
3	2.74775	0.02010 b 0.02647 b	0.82941 e 0.98546 e	12	9.81338	0.06656 b 0.06699 b	0.95574 e 0.97626 e
4	3.53282	0.02399 b 0.02514 b	0.88687 e 0.97997 e	13	10.5985	0.07213 b 0.07259 b	0.95715 e 0.96695 e
5	4.31789	0.02929 b 0.03027 b	0.91240 e 0.98887 e	14	11.3885	0.07724 b 0.07761 b	0.95466 e 0.96762 e
6	5.10296	0.03461 b 0.03545 b	0.92676 e 0.99287 e	15	12.1686	0.08259 b 0.08288 b	0.95925 e 0.96951 e

## 7. Приложение.

Здесь приведены аналитические выражения для элементов  $m_{ij}$ .

$$\begin{aligned}
 m_{11} &= H\chi_1^4 + d_1\chi_1^2 + d_2; & m_{12} &= H\bar{f}_3 + d_1\bar{f}_1; & m_{13} &= H\bar{f}_2 + d_1; & m_{14} &= Hf; \\
 m_{21} &= T\chi_1^5 + d_3\chi_1^3 + d_4\chi_1; & m_{22} &= T\bar{f}_4 + d_3\bar{f}_2 + d_4; & m_{23} &= T\bar{f}_3 + d_3\bar{f}_1; & m_{24} &= Tf_2 + d_3; \\
 m_{31} &= \delta_m\chi_1^6 + d_5\chi_1^4 + d_6\chi_1^2 + d_7; & m_{32} &= \delta_m\bar{f}_5 + d_5\bar{f}_3 + d_6\bar{f}_1; \\
 m_{33} &= \delta_m\bar{f}_4 + d_5\bar{f}_2 + d_6; & m_{34} &= \delta_m f_3 + d_5 f_1;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_{41} &= \delta_m \chi_1^7 + d_8 \chi_1^5 + d_9 \chi_1^3 + d_{10} \chi_1; \quad m_{42} = \delta_m \bar{f}_6 + d_8 \bar{f}_4 + d_9 \bar{f}_2 + d_{10}; \\
m_{43} &= \delta_m \bar{f}_5 + d_8 \bar{f}_3 + d_9 \bar{f}_1; \quad m_{44} = \delta_m f_4 + d_8 f_2 + d_9; \quad \delta_m = 1 + 4a^2 \varepsilon_m^2; \\
m_{i5} &= (-1)^{i+1} m_{i1} \exp(z_1); \quad m_{i6} = (-1)^{i+1} (m_{i2} \exp(z_2) + m_{i1} [z_1 z_2]); \\
m_{i7} &= (-1)^{i+1} (m_{i3} \exp(z_3) + m_{i2} [z_2 z_3] + m_{i1} [z_1 z_2 z_3]); \\
m_{i8} &= (-1)^{i+1} (m_{i4} \exp(z_4) + m_{i3} [z_3 z_4] + m_{i2} [z_2 z_3 z_4] + m_{i1} [z_1 z_2 z_3 z_4]), \quad i = \overline{1,4};
\end{aligned} \tag{7.1}$$

$$\begin{aligned}
H &= a^2 \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} \beta_m; \quad T = -\frac{B_{12}}{B_{66}} a^2 \delta_m \beta_m; \quad \delta_m = 1 + 4a^2 \varepsilon_m^2; \\
d_1 &= \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2}{B_{11}^2} \beta_m - \frac{B_{12} B_{66}}{B_{11}^2} \eta_{1m}^2 - 4a^2 \varepsilon_m^2 \frac{B_{12} B_{66}}{B_{11}^2} (\beta_m + \eta_{1m}^2) + \\
&+ a^2 \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} - \frac{B_{12} (B_{12} + 4B_{66})}{B_{11}^2} (\beta_m + \eta_{1m}^2) \beta_m \right); \\
d_2 &= -\frac{B_{12}}{B_{11}^2} (\beta_m + \eta_{1m}^2) (B_{66} \eta_{2m}^2 + a^2 B_{22} (1 + \varepsilon_m^2 \beta_m)); \\
d_3 &= \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2}{B_{11} B_{66}} \delta_m \beta_m + a^2 \left( 4B_1 - \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2 \beta_m^2}{B_{11} B_{66}} + 4\eta_{2m}^2 \beta_m - \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \beta_m \right) - \\
&4a^4 \varepsilon_m^2 \left( \frac{B_{12}}{B_{11}} (\beta_m + \eta_{1m}^2) \beta_m + \frac{B_{22}}{B_{66}} (1 - \beta_m^2) \right); \\
d_4 &= \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 + \frac{B_{12}}{B_{11}} \eta_{2m}^2 \right) \beta_m + a^2 \left( 4\beta_m (\beta_m + \eta_{1m}^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{2m}^2 \right) + \right. \\
&+ \left. \frac{B_{22} B_{12}}{B_{11} B_{66}} \beta_m - \frac{B_{22}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \right) + a^2 \varepsilon_m^2 \frac{B_{22}}{B_{11}} \left( \frac{(B_{12} + 4B_{66})}{B_{66}} \beta_m^2 + 4\eta_{1m}^2 \beta_m \right) - \\
&- 4a^4 \varepsilon_m^2 \frac{B_{22}}{B_{11}} (\beta_m + \eta_{1m}^2) (1 - \beta_m^2); \\
d_5 &= \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 + \eta_{2m}^2 + B_1 \beta_m + a^2 \varepsilon_m^2 \left( B_1 \beta_m + \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} + \frac{4B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \right); \\
d_6 &= \varepsilon_m^2 \left\{ \frac{B_{12}}{B_{11}} B_1 \beta_m + a^2 \left[ \frac{(B_{11} B_{22} - B_{12}^2)}{B_{11}^2} (\beta_m + \eta_{1m}^2) \beta_m + \frac{B_{12} B_{22}}{B_{11} B_{66}} (\beta_m^2 - 1) \right] \right\} + \\
&+ \frac{B_{11} B_{22} + B_{12} B_{66}}{B_{11}^2} \beta_m \eta_{1m}^2 + \frac{B_{12} + B_{66}}{B_{11}} \beta_m \eta_{2m}^2 + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \eta_{2m}^2 + \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} + \frac{B_{12}}{B_{11}} B_2 \right) \beta_m^2; \\
d_7 &= \frac{B_{12}}{B_{11}} \beta_m (\beta_m + \eta_{1m}^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \varepsilon_m^2 + \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{2m}^2 \right) + \\
&+ a^2 \varepsilon_m^2 \frac{B_{12} B_{22}}{B_{11}^2} (\beta_m + \eta_{1m}^2) (\beta_m^2 - 1); \\
d_8 &= \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 + \eta_{2m}^2 + B_1 \beta_m + \frac{4B_{66}}{B_{11}} \beta_m + a^2 \varepsilon_m^2 \left( B_2 \beta_m + \frac{4B_{66} - 2B_{12}}{B_{11}} \beta_m + \frac{4B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \right); \\
d_9 &= \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{1m}^2 \eta_{2m}^2 + \frac{B_{11} B_{22} + B_{12} B_{66} + 4B_{66}^2}{B_{11}^2} \beta_m \eta_{1m}^2 + \frac{B_{12} + 5B_{66}}{B_{11}} \beta_m \eta_{2m}^2 + \frac{(B_{12} + 4B_{66})}{B_{11}} B_2 \beta_m^2 + \\
&\frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m^2 + \varepsilon_m^2 \left( a^2 \frac{B_{11} B_{22} - B_{12}^2 - 4B_{12} B_{66}}{B_{11}^2} \beta_m (\beta_m + \eta_{1m}^2) + \frac{(B_{12} + 4B_{66})}{B_{11}} B_1 \beta_m + a^2 \frac{B_{22} (B_{12} + 4B_{66})}{B_{11} B_{66}} (\beta_m^2 - 1) \right); \\
d_{10} &= \frac{B_{12} + 4B_{66}}{B_{11}} (\beta_m + \eta_{1m}^2) \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m \varepsilon_m^2 + \left( \frac{B_{22}}{B_{11}} \beta_m + \frac{B_{66}}{B_{11}} \eta_{2m}^2 \right) \beta_m + \varepsilon_m^2 a^2 \frac{B_{22}}{B_{11}} (\beta_m^2 - 1) \right);
\end{aligned}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Norris, A.N. Flexural edge waves/ A.N. Norris //J. of Sound and Vibration.-1994.- 171, № 4. P. 571-573.
2. Белубекян М.В. Волны, локализованные вдоль свободной кромки пластинки с кубической симметрией/ М.В.Белубекян, И.А. Енгибарян // Изв. РАН. МТТ. – 1996, № 6. - С. 139-143.
3. Thompson, I. On the existence of flexural edge waves on thin orthotropic plates/ I. Thompson and I.D. Abrahams // J. Acoust. Soc. Amer. -2002.-112, № 5.- P. 1756-1765.
4. Nazarov, S.A. Localization effects for eigenfunctions near to the edge a thin domain/ S.A. Nazarov// Mathematica Bohemica.- 2002.- 127, № 2.- P. 283-292.
5. Andrianov, J.V. Edge localized effects in buckling and vibrations of a shell with free in circumferential direction ends./ J.V. Andrianov, J. Awrejcewicz //Acta Mechanica.- 2004.- 40, № 173.- P.41-47.
6. Grinchenko, V.T. Wave motion localization effects in elastic waveguides/ V.T. Grinchenko //Int.Appl. Mech.-2005.- 41, №9.- P. 988-994.
7. Вильде М.В. Краевые и интерфейсные резонансные явления в упругих телах/ М.В Вильде, Ю.Д. Каплунов., Л.Ю. Кассович- М.: физматлит 2010.- 279с.
8. Гольденвейзер А.Л. Свободные колебания тонких упругих оболочек/ А.Л. Гольденвейзер В.Б. Лидский П.Е. Товстик -М.: Наука, 1979. -383с.
9. Гулгазарян Г.Р. О колебаниях тонкой упругой ортотропной цилиндрической оболочки со свободными краями/ Г.Р. Гулгазарян, Л.Г. Гулгазарян// Проблемы прочности и пластичности. изд. Нижегородского университета-2006, вып. 68. –С. 150-160.
10. Gulgazaryan, G.R. Vibrations of an orthotropic cylindrical panel with various boundary conditions/ G.R. Gulgazaryan, R.G. Gulgazaryan and A.A. Khachanyan// Int. Appl. Mech. 49, No 5, 2013.- P. 534-554.
11. Ghulghazaryan, G.R. Localized vibrations of a thin-walled structure consisted of orthotropic elastic non-closed cylindrical shells with free and rigid-clamped edge generators/ G.R. Ghulghazaryan, R. G. Ghulghazaryan, and Dg.L. Srapionyan// ZAMM. Z. Math. Mech. 93. No 4, 2013.- P. 269-283.
12. Gulgazaryan, G.R. The vibrations of a thin elastic orthotropic circular cylindrical shell with free and hinged edges / G.R. Gulgazaryan, L.G. Gulgazaryan, R.D. Saakyan // J. of Appl. Math. and Mech. - 2008. - 72, № 3. – P. 453 - 465.
13. Власов В.З. Новый практический метод расчета складчатых покрытий и оболочек/ В.З. Власов // Строительная промышленность. - 1932.- № 11. - С. 33 - 38; № 12. - С. 21 - 26.
14. Канторович Л.В. Один прямой метод приближенного решения задачи о минимуме двойного интеграла/ Л.В. Канторович // Изв. АН СССР. Отд. мат. и ест. н. – 1933.- № 5. – С. 647 - 653.
15. Прокопов В.Г. Метод сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям Л.В. Канторовича и общий метод решения многомерных задач теплопереноса/ В.Г. Прокопов, Е.И. Беспалова, Ю.В. Шеренковский // Инж.-физ. журн.-1982.-42, № 6.–С.1007 – 1013.
16. Беспалова Е.И. К решению стационарных задач теории пологих оболочек обобщенным методом Канторовича–Власова /Е.И. Беспалова //Прикл. механика.2008.- 44, №11.– С.99- 111.
17. Михлин С.Г. Вариационные методы в математической физике/ С.Г. Михлин -М.: Наука.- 1970.- 510с.
18. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек./ С.А. Амбарцумян -М.: Наука, 1974. - 446с.
19. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин/ Амбарцумян С.А. - М.: Наука, 1987. - 360с.
20. Gulgazaryan, G.R. Vibrations of semi-infinite, orthotropic cylindrical shells of open profile/ G.R. Gulgazaryan // Intern.Appl. Mech.2004. V. 40. № 2. P.199-212.
21. Гулгазарян Г.Р. Плотность частот свободных колебаний тонкой анизотропной оболочки, составленной из анизотропных слоев/ Г.Р. Гулгазарян, В.Б. Лидский // Изв. АН СССР МТТ. – 1982, №3.-С. 171-174.

**ԱՄՓՈՓՈՒՄ**  
**ԱԶԱՏ ԵԶՐԵՐՈՎ ԲԱՑ ԲԱՐԱԿ ԱՌԱՋԳԱԿԱՆ ՕՐԹՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ**  
**ՀԱՄԱՐ ՄՈՏԱԿՈՐ ԴԻՍՊԵՐՍԻՈՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐ**  
**Ղուլղազարյան Գ.Ռ., Ղուլղազարյան Լ.Գ.**

*Հիմնաբառեր.* տատանումներ, թաղանթ, դիսպերսիոն հավասարումներ, սսիմպտոտիկա

Օգտվելով օրթոտրոպ գլանային թաղանթների դասական տեսությանը համապատասխան հավասարումների համակարգից, հետազոտվում է բաց բարակ ազատ եզրերով առաձգական օրթոտրոպ շրջանային գլանային թաղանթի սեփական տատանումները: Սեփական հաճախությունների մոտավոր արժեքները և նրանց համապատասխան սեփական ֆունկցիաները գտնելու համար կիրառվում է սովորական դիֆերենցիալ հավասարումների բերման Կանտորովիչ-Վլասովի մեթոդը: Հնարավոր տիպերի սեփական տատանումների հաճախությունները գտնելու համար արտաձված են դիսպերսիոն հավասարումներ: Ասիմպտոտիկ կապ է հաստատված դիտարկվող խնդրի և ուղղանկյուն օրթոտրոպ սալի համար նման խնդրի դիսպերսիոն հավասարումների միջև: Ասիմպտոտիկ կապ է հաստատված նաև, դիտարկվող խնդրի և բաց երեք եզրերով ազատ կիսասանվերջ օրթոտրոպ գլանային թաղանթի սեփական արժեքների որոնման խնդրի դիսպերսիոն հավասարումների միջև: Բաց օրթոտրոպ գլանային թաղանթի օրինակի վրա ստացված են սեփական տատանումների մոտավոր հաճախությունների անչափողական բնութագրիչներ:

**SUMMARY**  
**THE APPROXIMATE DISPERSION EQUATIONS FOR THIN ELASTIC OPEN**  
**ORTHOTROPIC CYLINDRICAL SHELL WITH FREE EDGES**  
**Ghulghazaryan G.R., Ghulghazaryan L.G.**

*Key words:* vibrations, shell, dispersion, equations, asymptotics.

Using the system of equations corresponding to the classical theory of orthotropic cylindrical shells, the free vibrations of thin elastic orthotropic non-closed circular cylindrical shell with free edges is investigated. To calculate the natural frequencies and to identify the respective natural modes it is employ the generalized Kantorovich-Vlasov method of reduction to ordinary differential equations. The dispersion equations for finding the approximate natural frequencies of possible types of vibrations are derived. An asymptotic link between the dispersion equations of problem in hand and analogous problem for the rectangular plate with free sides is shown. Also, a link between the dispersion equations of the problem in hand and the boundary-value problem for the semi - infinite orthotropic non-closed circular cylindrical shell with the free edges is shown. On the example of non-closed orthotropic shell approximate values of the dimensionless characteristics of the natural frequency are derived.

**Рекомендована к публикации д.ф.м.н., проф. А. Ванцяном 27.02.2018г.**



ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԿՐՈՐԴ ՍԵՐՆՊԻ ԱՐԲԱՆՅԱԿՆԵՐԻՑ ՍՏԱՑՎԱԾ ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԴԵՐՆ  
ԵՂԱՆԱԿԻ ԿԱՐՃԱԺԱՄԿԵՏ ԿԱՆԽԱՍՏԵՍՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ  
ՍՈՒՐԵՆՅԱՆ Գ.Հ., ԽՈՑԵՑՅԱՆ Ա. Վ.

Խ. Աբովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան  
0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17

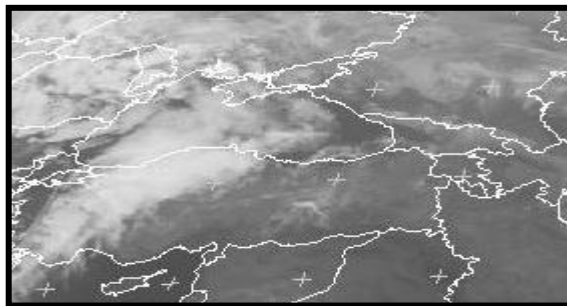
*Երկրորդ սերնդի արբանյակից ստացված տեղեկատվությունը հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել ամպերի միկրոֆիզիկական, մորֆոլոգիական և զենետիկական կառուցվածքը, նրանց շարժման ուղղությունը և արագությունը: Թվարկված բնութագրիչները որոշիչ նշանակություն ունեն, հատկապես, վտանգավոր օդերևութաբանական երևույթների կանխատեսման գործում և հնարավորություն են տալիս մեծ ճշգրտությամբ կանխատեսել հորդառատ տեղումները, կարկուտը, ուժեղ քամիները և այլն:*

*Հիմնաբառեր* շերտավոր ամպեր, կույտաանձրևային, մառախուղ, կարկուտ, ջերմաստիճան, ներգանգվածային, ամպրոպ:

*Ներկայացված է խմբագրություն 16. 11. 2018թ.*

Եղանակի, մասնավորապես վտանգավոր օդերևութաբանական երևույթների կարճաժամկետ կանխատեսումների կատարման գործում մեծ նշանակություն ունեն արբանյակային լուսանկարները, որոնք պատկերացում են տալիս ամպամածության գոտիների առաջացման, զարգացման և նրանց տեղաշարժման մասին:

Մինչև այժմ Հայպետհիդրոմետում շահագործվող համակարգով ստացված արբանյակային լուսանկարները հնարավորություն էին տալիս որոշելու և օդերևութաբանական կանխատեսումներում օգտագործելու միայն ամպամածության պատկերի ձևը (նկ.1):

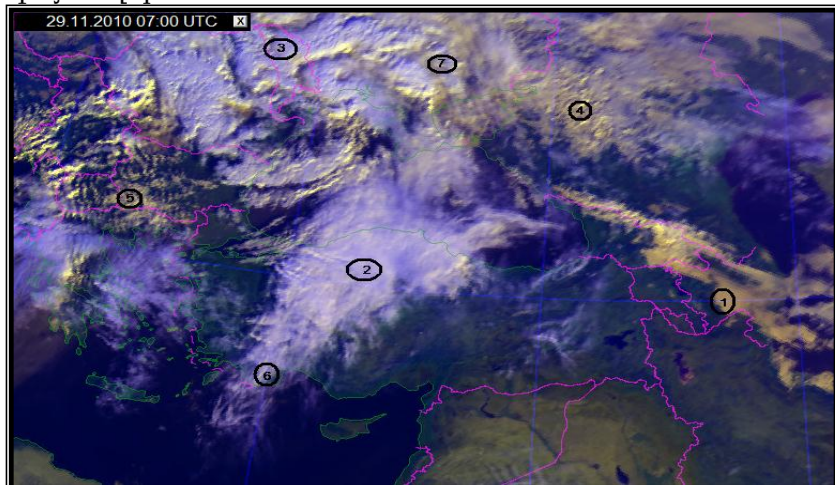


նկ.1 Ամպամածության պատկերը արբանյակային լուսանկարի վրա

Ներկայումս Գերմանիայի Դաշնության EUMETSAT կազմակերպության միջոցով երկրորդ սերնդի արբանյակից 15 րոպե պարբերականությամբ ստացված տեղեկատվությունը ամպամածության գոտիների միկրոֆիզիկական, զենետիկական և մորֆոլոգիական առանձնահատկությունները վերլուծելու բավականին բարձր մակարդակի է հասել և հնարավորություն է տալիս որոշել ամպամածության տեսակը, ամպերի վերին սահմանը, ամպերի քանակը, ամպերի զագաթների ալբեդոն, ամպերի մեջ ջրային գոլորշու պարունակությունը, սառցե հատիկների պարունակությունը և դրանց հարաբերակցությունը,

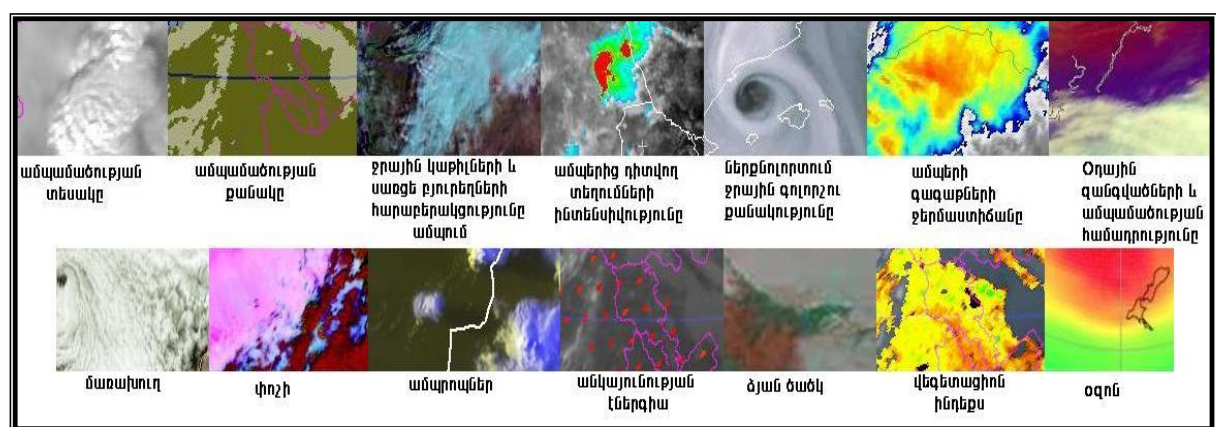
ամպի գագաթի ջերմաստիճանը, ամպամածության գոտիների և օդային զանգվածների համադրությունը, օդի մեջ ջրային գոլորշիների պարզիալ ճնշումը: Այս համակարգը հնարավորություն է տալիս նաև տեսնել ամպերից դիտվող տեղումների ինտենսիվությունը (մմ/ժ), որը կարելի է օգտագործել գետերում անձրևային հորդացումների և վարարումների կանխատեսման մեջ: Բավականին պարզ երևում է նաև ձյան ծածկի առկայությունը, որը հնարավորություն է տալիս որոշելու գետավազանի ձնածածկվածության աստիճանը, ինչը բավականին կարևոր տարր է զարնանային հոսքի կանխատեսման մեջ:

Կախված անդրադարձման մակերևույթի խտությունից՝ արբանյակային լուսանկարի վրա, ըստ գունային գամաների և ամպամածության գոտու պատկերի ձևի կարելի է առանձնացնել ամպամածության գրեթե բոլոր տիպերը, որը մինչև այժմ օգտագործվող արբանյակային լուսանկարներով բացարձակ հնարավոր չէր: Օրինակ նկ. 2-ի վրա կարելի է դասակարգել 7 տեսակի ամպամածություն՝ 1-մառադուղ, 2-շերտաանձրևային ամպեր, 3-կույտանձրևային ամպեր, 4-շերտակույտավոր ամպեր, 5-պատառոտված կույտավոր ամպեր, 6-փետրավոր ամպեր, 7-հզոր կույտավոր:



նկ.2 Ամպամածության տեսակները արբանյակային լուսանկարի վրա

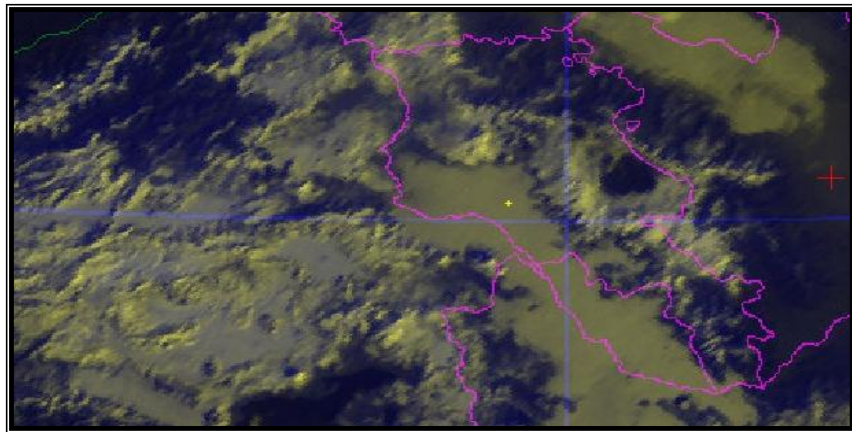
Բացի ամպամածության վերլուծություններից՝ այս նկարներով հնարավոր է տեսնել նաև մթնոլորտային երևույթները (փոշեփոթորիկ, մառախուղ, ամպրոպներ), մթնոլորտում անկայունության էներգիայի քանակությունը, որի մեծությունը հատկապես կարևոր է ներգանգվածային ամպրոպների և տեղումների կանխատեսման համար, կոնվերգնսիոն և դիվերգենսիոն գոտիները, որոնք պատկերացում են տալիս ցիկլոնային և անտիցիկլոնային պրոցեսների առաջացման մասին, գետնի և ջրի մակերևույթի ջերմաստիճանը, օդնի պարունակությունը մթնոլորտի տարբեր շերտերում և վեգետացիոն ինդեքսը (նկ.3):



նկ.3 Երկրորդ սերնդի արբանյակից ստացվող օդերևութաբանական ինֆորմացիան

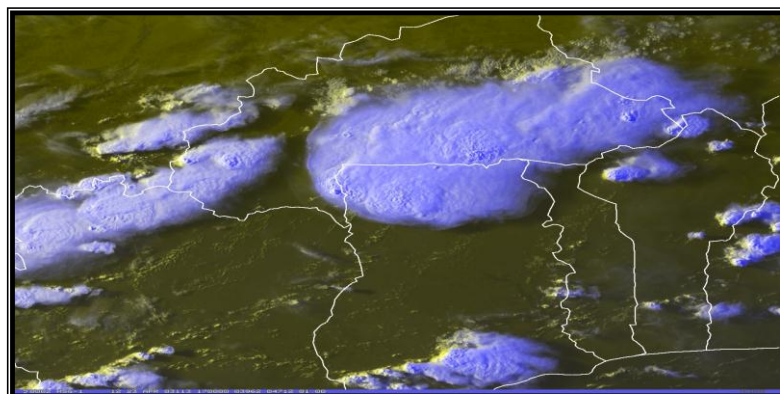
Արբանյակային նման ինֆորմացիան հատկապես մեծ նշանակություն ունի վտանգավոր օդերևութաբանական երևույթների կանխատեսման գործում: Այն հատկապես օգնում է ուժեղ մառախուղների, ամպրոպների, հորդառատ տեղումների, կարկտի և ուժեղ քամիների ավելի ճիշտ կանխատեսման և կանխատեսումը տեղայնացնելու մեջ:

Օրինակ՝ 2017թ-ի հունվարի 11-14-ը ՀՀ տարածքում ներքնուլորտի 1500-2000մ բարձրություններում առաջացավ ինվերսիոն շերտ, ջերմաստիճանային տարբերությունը ինվերսիայի ստորին և վերին հատվածների միջև կազմեց 7°C, որի արդյունքում Արարատյան դաշտում և նրա նախալեռնային գոտում առաջացավ բավականին ուժեղ մառախուղ, դիտվեց հորիզոնական տեսանելիության փոքրացում, տեղ-տեղ մինչև 50մ: Ինչպես երևում է արբանյակային լուսանկարից, մառախուղի գոտին, որը պատկերված է դեղին գույնով, ընդգրկում է Արարատյան դաշտը՝ նրա նախալեռներով, Հրազդանի և Արփայի գետահովիտները և Նախիջևանի գոգավորությունը (նկ.4):



*Նկ.4 Մառախուղը արբանյակային լուսանկարի վրա*

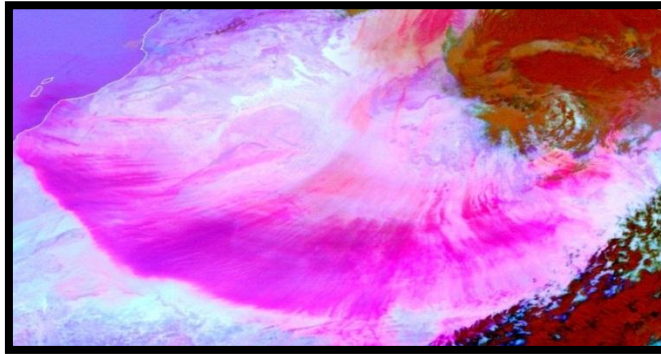
Այս համակարգից ստացված ինֆորմացիայի դերը շատ մեծ է նաև ներգանգվածային ծագում ունեցող ամպերի առաջացման, զարգացման և նրանց շարժման ուղղության ուսումնասիրման գործում: Կույտաանձրևային ամպամածությունը, որից տեղում են հորդառատ անձրևներ և կարկուտ, արբանյակային լուսանկարի վրա երևում է անջատ-անջատ զանգվածների տեսքով և իր արտաքինով տարբերվում է մյուս տեսակի ամպերից (նկ.5): Վերլուծելով ամպամածության մակերևույթի ջերմաստիճանը, ամպի գագաթի բարձրությունը, ամպի մեջ ջրի պաշարների քանակությունը, ամպից դիտվող տեղումների ինտենսիվությունը՝ կարելի է բավականին մեծ ճշտությամբ կանխատեսել տեղատարափ անձրևը և կարկուտը, ինչպես նաև փոթորկանքի հավանականությունը:



*նկ.5 Կույտաանձրևային ամպամածությունը արբանյակային լուսանկարի վրա*

Երկրորդ սերնդի արբանյակային լուսանկարներով ցայտուն երևում է նաև փոշու ամպերի տեղաշարժը, որը հնարավորություն է տալիս կանխատեսել փոշու ներհոսքը ՀՀ տարածք: Հատկապես զարնանային ամիսներին, երբ Արաբական թերակղզու հյուսիսային հատվածներում սկսում է առաջանալ ցիկլոնային գործունեություն, որն ուղեկցվում է քամու ուժգնացմամբ, մթնոլորտ է բարձրանում բավականին մեծ քանակությամբ փոշու զանգված և հարավային հոսանքների ազդեցությամբ ներթափանցում ՀՀ տարածք: Նման դեպքերում դիտվում է հորիզոնական տեսանելիության կտուրկ անկում, տեղում են այսպես կոչված ցեխային անձրևներ:

Փոշու ամպը արբանյակային լուսանկարների վրա երևում է բաց վարդագույն գույնով, ընդ որում, որքան մեծ է փոշու կոնցենտրացիան օդում, այնքան մեծ է գույնի խտությունը (նկ.6):



Նկ.6 Փոշու ամպը արբանյակային լուսանկարների վրա

Արբանյակային նման ինֆորմացիայի օգտագործումը Հայպետհիդրոմետում հնարավորություն է տալիս բարձրացնել օդերևութաբանական կանխատեսումների արդարացման աստիճանը, որը հատկապես մեծ նշանակություն է ունենում վտանգավոր օդերևութաբանական երևույթների կանխատեսման, ՀՀ պետական և տարածքային կառավարման մարմիններին, ազգաբնակչությանը և տնտեսության ճյուղերին հիդրոօդերևութաբանական պայմանների և շրջակա միջավայրի վիճակի մասին օպերատիվ և հավաստի տվյալներով ապահովելու համար:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Meteosat second generation, Eumetsat, Germany 2010
2. [www.eumetsat.int](http://www.eumetsat.int)

#### РЕЗЮМЕ

#### РОЛЬ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ СО СПУТНИКОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ, В КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗАХ ПОГОДЫ

Суренян Г.Г., Хоецян А.В.

**Ключевые слова:** ребристые облака, кучевые облака, туман, град, температура, гроза.

До сих пор в Армгосгидромете в использующей системе полученные спутниковые снимки давали возможность определить и использовать в метеорологических прогнозах только вид облачности. Информация, полученная из спутников второго поколения, позволяет изучать микрофизическую, морфологическую и генетическую структуру облаков, направление и скорость их движения.

Вышеуказанные характеристики являются решающими особенно для прогнозирования опасных метеорологические явлений; они позволяют с высокой точностью прогнозировать ливневые осадки, град, сильный ветер и т. д.

**SUMMARY**  
**THE ROLE OF INFORMATION, RECEIVED FROM SATELLITES OF THE**  
**SECOND GENERATION, IN SHORT-TERM WEATHER FORECAST**

**Surenian G.H., Khoyetsian A.V.**

**Key words:** ribbed clouds, pile clouds, fog, hail, temperature, thunderstorm.

Until now, the used system of Armstatehydromet received satellite pictures made it possible to determine and use in weather forecast only form of clouds.

In recent years in Germany with the help of the organization of EUMETSAT satellite of the second generation, every 15 minutes it is possible to receive the information on the microphysical, genetic and morphological characteristics of clouds reaching the highest level.

**Տպագրության է երաշխավորել Հ.Քոչարյանը, 11.12.2018թ.**



## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕОГЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ

Аракелян С.А.

ЕГУ, Ереван, ул. Алек Манукян 1

[s.arakelyan@ysu.am](mailto:s.arakelyan@ysu.am)

В статье обсуждается проблема идентификации геогенных и техногенных геохимических аномалий с помощью специфических геохимических мультипликативных коэффициентов. Проблема актуальна при проведении геолого-разведочных работ и экологических оценок загрязнений территории. С этой точки зрения медь является наиболее надежным элементом, так-как ее содержание превосходит 1700 г/т в геогенных и ниже 300 г/т в техногенных аномалиях.

**Ключевые слова:** литогеохимическое опробование, геогенные и техногенные геохимические аномалии, мультипликативные коэффициенты.

**Поступила в редакцию 28.08.2018г.**

При геохимических съемках, особенно в районах близких к освоенным горнорудной промышленностью, постоянно возникает проблема идентификации и исключения геохимических аномалий техногенной природы из сферы поисково-разведочных и оценочных работ. Техногенные аномалии (искусственное повышение концентрации) химических элементов в окружающей среде занятой горнорудной промышленностью. Размеры зоны геогенной и техногенной аномалии имеет прямая зависимость с мощностью рудной зоны и интенсивностью эксплуатации. Факторами способствующие загрязнению окружающей природы являются нарушения правил эксплуатации, транспортировка руды, метеорологических условий, речные и грунтовые воды. Техногенные процессы загрязнения окружающей среды по существу представляют собой процессы формирования техногенных геохимических ореолов, т.е потоков рассеяния химических элементов и их соединений.

Характеризуя геохимические особенности источников техногенного загрязнения окружающей среды, необходимо отметить их многоэлементный характер. Это связано как с использованием различных химических элементов в большинстве современных производств, так и комплексным характером промышленных зон, объединяющих на сравнительно небольшой территории разнообразные отрасли промышленности. Причина возникновения и методы распознавания первичных и вторичных геохимических аномалий (ареоли) подробно рассмотрена в работе С.В.Григоряна и др. [2]. На основании анализа спектров геохимических аномалий территории занятой рудными промышленностями и индустриальными центрами нами предложена методика распознавания техногенных от геогенных геохимических аномалии. С этой целью использованы результаты литогеохимических поисков по первичным и вторичным ореолам на Арманииском (1985г) и Шамлутском рудном поле (1975г) и эколого-геологического опробования вокруг Араратской Золото-Извлекательной Фабрики (АЗИФ) [4]) и на трех отдельных индустриальных участках города Еревана (1994г) Армении (пронемерованные как Ереван 1, 2 и 3) и на территории Сунгунского медно-молибденового месторождения Исламской Республики Ирана (2003г). Методика опробования соответствовала

инструкцию по геохимическим методам поисков рудных месторождений (1983г). Лабораторные работы выполнялись в УГ Армении и Центральной опытно-методической геохимической экспедиции ИМГРЭ (Москва) приближенно-количественным спектральным методом на ДФС-13. Проверка достоверности и качества спектральных анализов осуществлялось внешнелабораторными и внутрिलाбораторным контролем. Внешний контроль анализов лаборатории УГЭ проводился в лаборатории Бронницкой ГГЭ (Москва).

В процессе исследований эталонами техногенных геохимических аномалий служили три участка на территории г.Еревана (Ереван I, Ереван II, Ереван III), а также АЗИФ (г. Арарат).

В таблице 1 приведены результаты геохимических анализов проб из вышеотмеченных участках исследования а на рис.1 – спектры распределения рудных элементов (Zn, Pb, Cu, Mn, Ag, Co, Ni и Mo) представляющие интерес для решения поставленного вопроса различия геогенных от техногенных геохимических аномалии. Исследуя поведение элементов (рис. 1) можно увидеть совмещения спектров:

1. Cu в образцах Шамлуга с Сунгуном, а АЗИФ с Ереван 2.
2. Ag в образцах Шамлуга с Ереван 3, а АЗИФ с Ереван 2,
3. Zn, Pb, Cu, Mn и Mo в образцах АЗИФ с Ереван II.

Почти близкие значения получены по:

1. Pb в образцах АЗИФ и Ереван 3,
2. Mn в образцах АЗИФ, Шамлуг, Ереван 3 и Арманис.
3. Co в образцах Ереван 2 и Ереван 3.

Достаточно высокие содержания обнаружены по Cu ( $\geq 1700$  г/т) в образцах Шамлуга, Сунгуна и Арманиса, тогда, как низкие ( $\leq 300$  г/т) – для Ереван 1, 2, 3 и АЗИФ.

Высокие значения Ni ( $> 70$ г/т) обнаружены в образцах ЗИФ, Ереван 2, и Ереван 3, тогда как низкие ( $< 20$ г/т)- получены для Сунгуна, Шамлуга и ЗИФ-а.

По сравнительно высоким ( $> 20$ г/т) значениям отличаются спектры по Co в образцах Ереван 2, Ереван 3 и АЗИФ тогда, как по низким ( $< 15$ г/т) - отличаются образцы из Арманиса, Шамлуга и Сунгуна.

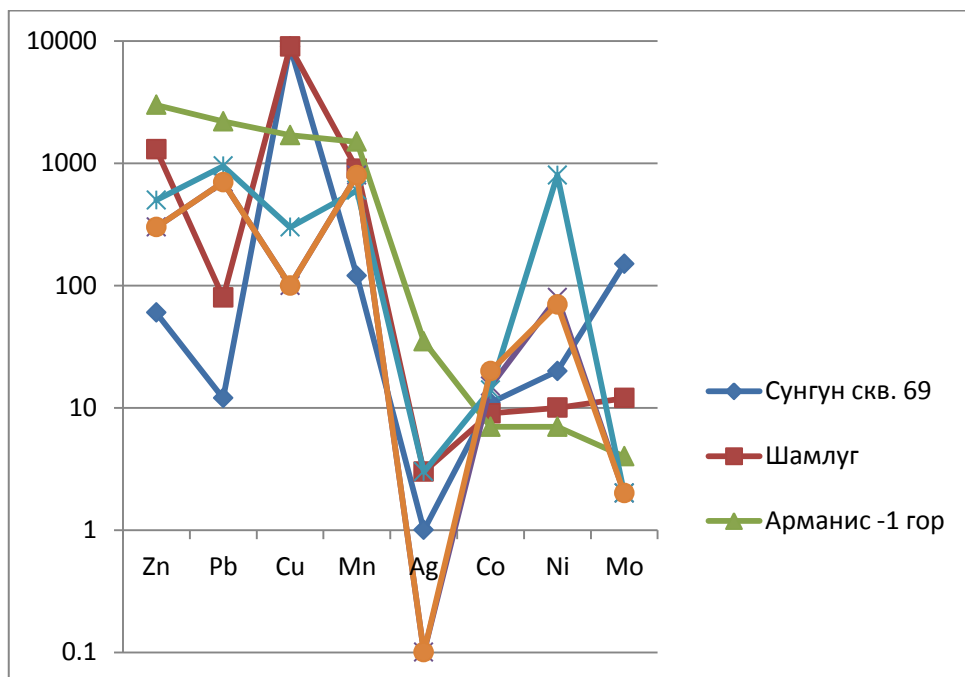
Таким образом, на основании выше изложенных характеристик распределения рудных элементов выявлена эффективность применения элемента Cu для различия геохимических геогенных ( $\geq 1700$ г/т) от техногенных ( $\leq 300$ г/т) аномалии, где различие в концентрации доходит в 5 раз и больше. Такие элементы, как Ni и Co с различием концентрации в 2 раза можно пренебречь.

Таблица 1.

Усредненное содержания рудных элементов (г/т) в пробах литогеохимического опробования.

Учаски опробования	Zn	Pb	Cu	Mn	Ag	Co	Ni	Mo
Сунгун (скважина 69)	60	12	9000	120	1	11	20	150
Шамлуг	1300	80	9000	900	3	9	10	12
Арманис (горизонт штольни 1)	3000	2200	1700	1500	35	7	7	4
Ереван II	300	700	100	800	0.1	15	80	2
Ереван III	500	950	300	600	3	14	800	2
АЗИФ	300	700	100	800	0.1	20	70	2

Рис. 1. Усредненные спектры распределения элементов (г/т) в месторождениях Шамлуг, Арманис, Сунгун и на отдельных промышленных участках города Еревана (Ереван I, Ереван II, Ереван III) и вокруг Араратской Золото-Извлекательной Фабрики (АЗИФ).



Исучено поведение мультипликативных коэффициентов при решении выше поставленной задачи различия геогенных от техногенных геохимических аномалии и их сопоставление со значениями моноэлементов. Для составления соотношения групп берется элементы из ряда зональности распределения: в числителе- верхнерудные, а в знаменателе-нижнерудные элементы. Таким образом составлены формулы для расчета соответствующих коэффициентов (табл. 2) и построен график (рис. 2), где результаты отображены как серии коэффициентов:

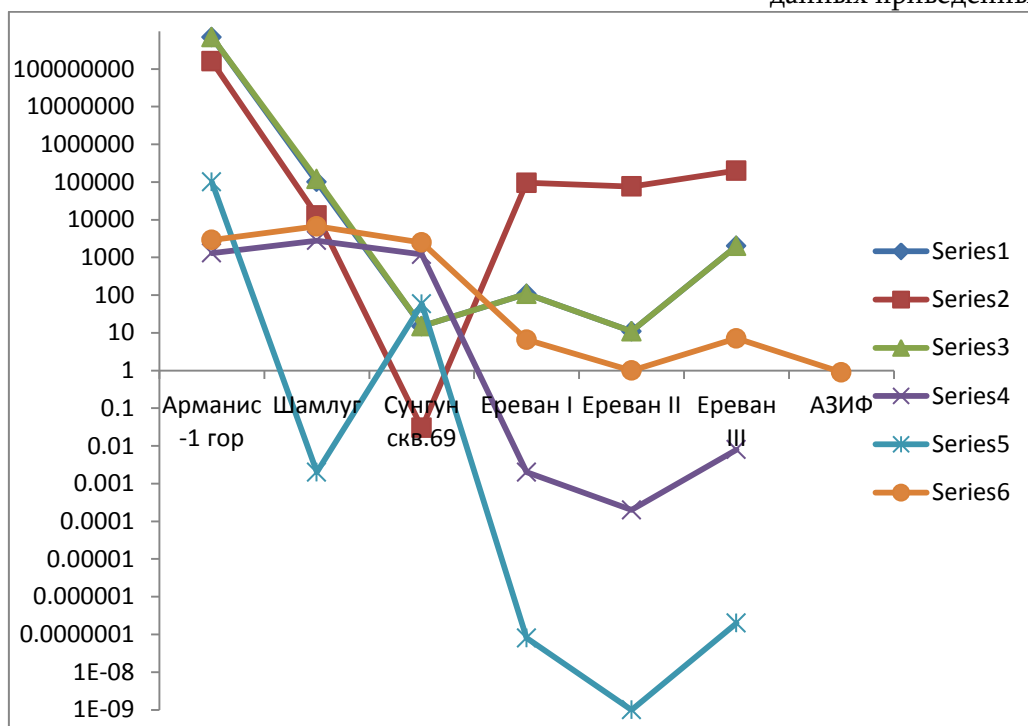
1.  $Zn \times Pb \times Pb \times Ag / Cu \times Co \times Ni \times Mo$ ;
2.  $Zn \times Zn \times Pb \times Mn / Cu \times Co \times Ni \times Mo$ ;
3.  $Zn \times Pb \times Cu \times Ag / Co \times Ni \times Ni \times Mo$ ;
4.  $Zn \times Cu \times Ag \times Mo / Pb \times Co \times Ni \times Ni$ ;
5.  $Cu \times Ag \times Mo \times Mo / Pb \times Zn \times Ni \times Mn$ ;
6.  $Pb \times Cu \times Mo / Co \times Ni \times Ni$ .

Таблица 2. Мультипликативные коэффициенты применяемые для сровнения эффективности различия геогенных от техногенных геохимических аномалии.

Серии	Формулы расчета мультипликативных коэффициентов	Арманис -1 горизонт штольни	Шамлуг	Сунгун скв.69	Ереван I	Ереван II	Ереван III	АЗИФ
1	$Zn \times Pb^2 \times Ag / Cu \times Co \times Ni \times Mo$	$7 \times 10^8$	100000	15	108	11	2000	-
2	$Zn^2 \times Pb \times Mn / Cu \times Co \times Ni \times Mo$	$1.6 \times 10^8$	13000	0.03	95000	76000	200000	-
3	$Zn \times Pb \times Cu \times Ag / Co \times Ni^2 \times Mo$	$7 \times 10^8$	120000	15	108	11	2000	-
4	$Zn \times Cu \times Ag \times Mo / Pb \times Co \times Ni^2$	1300	2800	1200	0.002	0.0002	0.008	-
5	$Cu \times Ag \times Mo^2 / Pb \times Zn \times Ni \times Mn$	100000	0.002	58	$8 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-8}$	-
6	$Pb \times Cu \times Mo / Co \times Ni^2$	2900	6700	2500	6.6	1	7.1	0.9



Рис.2. Спектры распределения мультипликативных коэффициентов рассчитанные на основании данных приведенные в таблицы 2.



На левой стороне рисунка 2 (Арманис, Шамлуг, Сунгут) расположены объекты с рудничной минерализацией, а на правой (Ереван 1, 2, 3, АЗИФ)-индустриальные объекты с возможным техногенным загрязнением. Из графика следует, что четкое различие по величинам коэффициентов отображены для серии 4, 5 и 6. Величина коэффициента для всех техногенных аномалий этих серии менее 7.1, а для геогенных – различие более чем 100000 раз. Такое различие отсутствует для серии 1, 2, и 3.

Таким образом, формулы 4, 5 и 6 (табл.2) могут служить надежным критерием для расчета мультипликативных коэффициентов идентификации геогенных от техногенных аномалий.

В связи с нарастающими темпами разработки минерально-сырьевых ресурсов меняются содержания рудничных элементов в окружающей среде. Различия техногенных от геогенных аномалий являются одним из важнейших задач в поисковой геохимии.

На основании данных анализов литогеохимического опробования рудных месторождений Армении (Шамлуг и Арманис) и Ирана (Сунгун) и промышленных объектов на территории АЗИФ (Арагатская область) и из трех участках города Еревана разработана методика с помощью которой можно различить техногенные от геогенных аномалии.

Обобщая полученные данные, нами разработана эффективная и надежная методика различия геогенных от техногенных геохимических аномалий, на основании ниже приведенных формул подсчета мультипликативных коэффициентов:

- а)  $Zn \times Cu \times Ag \times Mo / Pb \times Co \times Ni \times Ni$
- б)  $Cu \times Ag \times Mo \times Mo / Pb \times Zn \times Ni \times Mn$
- в)  $Pb \times Cu \times Mo / Co \times Ni \times Ni$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян С.В. Рудничная геохимия. Москва. Недра 1992, 294 стр.
2. Григорян С.В., Ляхович Т.Т. Оценка геохимических аномалий по элементам-примесям в минералах. Методические рекомендации. Москва, Изд. ИМГРЭ, 2000, 78стр.
3. Григорян С.В. Геохимические методы при поисках рудных месторождений. Москва. Недра 1982, 176 стр.

4. Аракелян С.А. Литогеохимические ореолы Арманисского месторождения, их поисковое и геоэкологическое значение. Автореферат на соискание ученой степени кандидата геологических наук. Ереван, 2002, 22 стр.

**ԱՄՓՈՓՈՒՄ**  
**ԵՐԿՐԱԾԻՆ ԵՎ ՏԵԽՆԱԾԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱՐԳԱՇԵՂՈՒՄՆԵՐԻ**  
**ՏԱՐԲԵՐԱԿՈՒՄԸ**  
**Առաքելյան Ս.Ա.**

*Հիմնաբառեր. Լիթոգեոքիմիական մուլտիպլիկատիվ, երկածին (բնածին) և տեխնածին երկրաքիմիական անոմալիաներ, մուլտիպլիկատիվ գործակիցներ*

Հոդվածում քննարկվում է բնական երկրաքիմիական կարգաշեղումների տարբերակումը արդյունաբերականից: Խնդիրը արդիական է երկրաբանա-հետախուզական աշխատանքների և տարածքների էկոլոգիական գնահատման համար: Այս տեսանկյունից հանքային տարրերից պղինձը համարվում է ամենաարդյունավետը, որի պարունակությունը բնական երկրաքիմիական կարգաշեղումներում մեծ է 1700 գ/տ-ից, մինչդեռ արդյունաբերականներում՝ 300 գ/տ-ից քիչ է:

Առավել արդյունավետ երկրաքիմիական մուլտիպլիկատիվ գործակիցներ են ստացվել տարրերի հետևյալ արտահայտություններից.

ա)  $Zn \times Cu \times Ag \times Mo / Pb \times Co \times Ni \times Ni$

բ)  $Cu \times Ag \times Mo \times Mo / Pb \times Zn \times Ni \times Mn$

գ)  $Pb \times Cu \times Mo / Co \times Ni \times Ni$ .

Այս տեսանկյունից բնական երկրաքիմիական կարգաշեղումների դեպքում մուլտիպլիկատիվ գործակիցների արժեքը տասնյակ հազար անգամ մեծ է տեխնածինի նկատմամբ:

**SUMMARY**  
**IDENTIFICATION OF GEOGENIC AND TECHNOGENIC GEOCHEMICAL**  
**ANOMALIES**  
**Araqelyan S. A.**

*Key words: lithochemical sampling, natural and industrial geochemical anomalies, multiplicative coefficients.*

Differentiation of natural geochemical from industrial technical anomalies is considered in this article, which has significance meaning for geological exploration and ecological estimation of the territories.

Among the ore elements, Cu is the most effective, whose content is much higher in geochemical natural anomalies (> 1700ppm), whereas in industrial anomalies it is below 300ppm.

Three most effective geochemical multiplicative coefficients are designed among others for consideration of above problem. These are:

a)  $Zn \times Cu \times Ag \times Mo / Pb \times Co \times Ni \times Ni$

b)  $Cu \times Ag \times Mo \times Mo / Pb \times Zn \times Ni \times Mn$

c)  $Pb \times Cu \times Mo / Co \times Ni \times Ni$ .

The values of these coefficients for natural geochemical anomalies exceed 10 000 times over anthropogenic (technical) anomalies.

**Рекомендована к публикации к.г.н, доц. Н.Самвеляном 02.10.2018г.**

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

MOLECULAR AND NEUROPHYSIOLOGICAL  
COMMENTARIES ON THE MAIN ISSUE OF SUICIDE

Vardanyan K. E., Tigranyan T. G., Ghazaryan A. A.

Khachatur Abovian Armenian State Pedagogical University

0010, Yerevan, Tigran Mets 17

e-mail: [researchcenter@aspu.am](mailto:researchcenter@aspu.am)

*The suicide phenomenon is considered within anthropological, psychological, philosophical, ecological, and socio-psychological science contexts. However, the most modern approach is to the brain's processes at molecular level, especially, with special reference to the dopamine and particularizing the changes associated with serotonin mediators, combining them with different manifestations of individual aggressiveness, and the peculiarities of XYY syndrome.*

*The present research covers the reasons of suicide within molecular realm, as well as neuropsychological and psychological theories. The suicide has different manifestations: it is socio-psychological destructive disadaptation during which some marginal psychological symptoms are noticed in patient's conduct: narrowness mental sensitive enhanced with depression and self-aggression, memory, thinking and self-awareness destruction which is observed, in fact, in pre-suicide and during which the suicidal thoughts transfer to suicidal decision. Within the complex of asocial behavior among the teenagers, the suicide has its special role acting as a kind of deflective behavior.*

**Key words:** *suicide, suicidology, depression, self-aggression, destructive disadaptation, asocial behavior.*

**Received:** 10.10.2018

The term suicide derives from Latin words: sui - "of oneself" and caedere - "to kill". It is perceived as a phenomenon, as a form of self-expression, a manifestation of behavior, a lifelong psychiatric situation. Suicidology is the scientific study of suicidal behavior.

**Suicide has been considered and studied since ancient times - involving its nature, growing trend, and prevalence. This surreptitious phenomenon has been interpreted by philosophers, sociologists, doctors, and representatives of literature and arts. Thus, the theory of suicide derives from the complex, global and multilayered nature of suicidology.**

The study of suicide objective is very complex as the research object does not appear explicitly in this case. In order to solve this problem, the researchers make use of different approaches, each of which has its inevitable drawbacks. On one hand, they use the retrospective analysis of psychological autopsy during which some study is carried out about the previous life stretch of the person who committed suicide, most frequently, going through his/her diaries, notes made before his/her death, as well as, through the analyses of the data received from the relatives and friends. However, not all the suicidal cases are possible to investigate in this way as only 12-45% of people leave a suicide note before committing it. Therefore, it is also necessary to use the second approach: the study of those who have made an attempt of committing suicide, as they have also found themselves in the same psychological conditions.

Some research experiments have been implemented at the Office of Criminal Justice in Abovyan (Republic of Armenia) with teenage and female criminals who were proved to be healthy and guilty. The criteria adopted by World Health Organization have been accepted as an index of psychic health. The pathological- anatomical indexes have also been the topic of our research. The implemented research shows that

1. In some cases, the genetic factor appears to be the reason. It turned out that one of the parents of 6% respondents committed suicide have been suicides. Our research has been conducted in families in charge of childcare. [1] For instance, the research found 19 couple single egg and 58 multi egg twins – with one of the twins who committed suicide. Among four identical twins, the second one also committed suicide. At the same time, it is also necessary to highlight the modeling role in which parents, relatives who have already attempted suicides, become the “models” to mirror. The scientists of Biochemical and Genetic Research Institute at Ufa of the National Academy of Sciences of Russian federation have detected six genes in the human genotype which explain the human inclination for suicide. The genetic theory of the suicide confirms the example of Ernest Hemingway’s family: his father, brother, grandson as well as the writer himself ended their lives committing suicide. The well-known suicidologists John Mann and Victoria Arango also admit that suicidal behavior is motivated by genetic factors [2, p. 49].

2. The pathological anatomical indexes of those committing suicides confirmed the biological aspect of suicides. The low level of serotonin is detected in those committed suicide. The idea of this correlations was first suggested by Mary Iceberg in 1976. She studied 68 people suffering from depression. The quantity of serotonin among 20 of them was very low. It appeared that 40% of those with high level of serotonin and 15% of those with low level of serotonin wanted to commit a suicide. Thus, the low level of serotonin is considered as a decisive factor for committing suicide [3]. The further research showed that those having low activation of serotonin tend to repeat the attempt of committing suicide ten times frequently than those who have high level of serotonin. The first impression hints that those investigations are to prove that people with depression show a great tendency towards suicides, moreover, the depression prompts low activation of serotonin, too. In some cases, the low activation of serotonin resulted in committing suicide but does not necessarily mark depression. So, how does the low activation of serotonin lead to the probability of suicidal behavior? In this regard, it is necessary to mention the factor of aggression. It has been stated that the level of serotonin is low in aggressive people—among those who have shown aggressive conducts as setting fire or murdering. From the above-mentioned facts we may infer that the low level of serotonin contributes to aggressive feelings and impulsive behavior. Such kind of people tend to cling to suicidal thoughts and actions, consequently, becoming dangerous both for themselves and for their environment.

3. In the scientific literature, we come across the idea that the organisms of suicides contain low quantity of noradrenalin. Biochemist-clinicians have found lack of 5-HIAA in the organisms of those who have committed suicides.

4. The role of dopamine remains still inexplicable in suicidal behavior, as there hasn’t been made sufficient number of investigations in suicides.

5. The role of dopamine in suicidal behavior remains unclear, as so far no sufficient quantities of research have been conducted in a relevant person addicted to suicide. Some researchers claim that high levels of dopamine in the brain result in schizophrenia and self-destruction. However, it has been proved that with toxoplasma Gondii infection, the amount of dopamine in the body increases, as the resulting mice and rats are not afraid of cats and they are looking for places where cats have urinated. This behavior is effective for the parasite, because if the cat eats its owner, it will be sexually transmitted. Such cat parasites are able to make changes in human behavior (when they penetrate into the body), causing them to commit suicide, in particular, increasing the respective risk for people: it is manifested through a decreased resistance, a high probability of crash, distrust, anxiety, suspicion, neuroticism. Men are less likely to see interest in the news, and women have great

sincerity and suspicion. In case of toxoplasma infection, the astrocytes in the brain are damaged. Similar changes in astrocytes are observed in schizophrenia. This was stated by Theodore Postolachy, MD of the University of Maryland Medical School, and the role of toxoplasma and other infectious in the schizophrenia was studied by American psychiatrist Fuller Torrey. If a pregnant woman is infected with *Toxoplasma Gondii* parasite, she is likely to have a baby who can give birth to a dead baby or to a parasite if the baby has been infected. child's brain damage. However, research conducted with the participation of 45,000 women has also been revised in their brains. According to scientists, the risk of suicide increases by 1.5 times in the infected. About one third of the country's population is infected with *Toxoplasma Gondii*. In case of infection, the parasite may appear in entire body, covering areas from the brain to the muscles and the intestine. And when the parasite deepens into the nervous system, it causes fear, depression, and, consequently, suicide [4-11].

6. Some studies have found that B-group biotin vitamin deficiency also results in suicidal tendency because the absence of this vitamin is accompanied by depression and hallucinations [12, p.223].

7. Some investigations prove that the lack of biotin vitamin of group B also leads to the tendency of committing suicides, as the lack of this vitamin results in depression and hallucination.

8. Thus we find that the suicide is a result of psychological disadaptation when the person, finding himself in the psychological marginal state voluntarily and outer instincts, commits auto destructive actions. The suicidal behavior among the psychologically healthy people are defined as the result of continuous disadaptation which reaches its lethal end. It is considered to be as a way out of the situation, punishing another person, drawing a kind of attention but not an unconscious and unconditioned tendency towards death.

The act of committing suicide is connected with obligatory and additional factors. Its process and its commitment depend on genetic tendency, the stress of person's character, abnormal (psychopathic) development, some depressing events.

All above mentioned factors prove that the suicide is not a monocasual (having only one reason), monopathogenic (running only one mechanism) phenomenon. A number of factors contribute to its genes, so it should be classified in the system of polygenesis (comprising number of reasons).

## REFERENCE

1. Roy A., Genetics, biology and suicide in the family. In R.W. Maris, A.L.Berman, J.T.Malts-berger & R.I.Yufit /Eds./, Assessment and prediction of suicide. New York. Guilford. 1992.
2. Напрасная смерть: причины и профилактика самоубийства, Под ред. проф. Дануты Вассерман, Москва, 2005г.
3. Stanley M., Post mortem studies of suicide. In L.Davidson & M.Linnoila /Eds./, Risk factors for youth suicide. New York: Hemisphere 1991.
4. Johson A. M. (1999). Is there more than One Species in the Genus *Toxoplasma*? Tokai J Exp Clin Med. 23 (6): Текст (<http://mj.med.u-tokai.ac.jp/pdf/230630.pdf>).
5. Dubey JP,Lindsay DS, Speer CA (1998). Structures of *Toxoplasma gondii* Tachyzoites, Bradyzoites, and Sporozoites and Biology and Development of Tissue Cysts. Clin Microbiol Rev, 11(2): 267-299. Полный текст (англ.) (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=106833>).
6. ↑Berdoy M, Webster J, Macdonald D (2000). Fatal Attraction in Rats Infected with *Toxoplasma gondii*. Proceedings of the Royal Society of London, B267:1591-1594. Полный текст(англ.) ([http://www.journals.royalsoc.ac.uk/\(5aekmo2wgwhcxeefzjswxy55\)/app/home/contribution.asp?referer=parent&backto=issue,14,15;journal,141,215;linkingpublicationresults,1:102024,1](http://www.journals.royalsoc.ac.uk/(5aekmo2wgwhcxeefzjswxy55)/app/home/contribution.asp?referer=parent&backto=issue,14,15;journal,141,215;linkingpublicationresults,1:102024,1)).
7. Carl Zimmer, The Loom. A Nation of Neurotics Blame the Puppet Masters ([http://scienceblogs.com/loom/2006/08/01/a\\_nation\\_of\\_cowards\\_blame\\_the.php](http://scienceblogs.com/loom/2006/08/01/a_nation_of_cowards_blame_the.php)), 1 Aug. 2006.
8. E. Fuller Torrey and Robert H.Yolken. *Toxoplasma gondii* and Schizophrenia, Emerging Infections Diseases,November 2003.

9. Wang HL, et al. (2006-07). Prevalence of Toxoplasma infection in first-episode schizophrenia and comparison between Toxoplasma-seropositive and Toxoplasma-seronegative schizophrenia (<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1600-447.2006.00780.x>), Acta Psychiatrica Scandinavica, 114 (1), 40-48p.
10. Jones JL, Kruszon-Moran d, Wilson M (2003-11). Toxoplasma gondii infection in the United States, 1999-2000. Emerging infectious Diseases. Полный текст (англ.) (<http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol9no11/03-0098.html>).
11. David Adam, Guardian Unlimited. Can a parasite carried by cats change your personality? (<http://www.guardian.co.uk/life/thisweek/story/0,12977,1048642,00.html>), 25 Sep. 2003
12. Khachatryan G.S., Aghajanyan M.I., Biochemistry, Yerevan 2001.

## ԱՄՓՈՓՈՒՄ

### ԻՆՔՆԱՍՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԻ ՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ, ՆԵՅՐՈՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՄԵԿՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ Վարդանյան Կ.Ե., Տիգրանյան Տ.Գ., Դազարյան Ա.Ա.

**Հիմնաբառեր.** Ինքնասպանություն, ինքնասպանագիտություն, դեպրեսիա, ինքնազրեւիտ, ասոցիալ վարք

Ինքնասպանություն երևույթը բնութագրվում է մարդաբանական, հոգեբանական, փիլիսոփայական, էկոլոգիական, սոցիալ-հոգեբանական գիտությունների համատեքստում: Սակայն առավել արդիական մոտեցում է մոլեկուլային մակարդակով գլխուղեղում ընթացող գործընթացները, հատկապես դոֆամին, սերոտոնին միջնորդանյութերի հետ կապված փոփոխությունները, դրանց զուգակցումը անձի ազդեցիվության տարբեր դրսևորումների հետ, ХУУ համախտանիշի դրսևորման առանձնահատկությունները:

Աշխատանքում ուշադրություն է դարձվում նաև В խմբին պատկանող բիոտին վիտամինի պակասի հետ կապված ինքնասպանության նկատմամբ հակմանը: Մարդկանց և կապիկների օրգանիզմում հայտնաբերվել է Mir-1202 մոլեկուլը: Որքան փոքր է այդպիսի մոլեկուլի խտությունը, այնքան մեծ է դեպրեսիայով տառապելու և աուտոազրեւիտ իրականացնելու հավանականությունը:

## РЕЗЮМЕ

### МОЛЕКУЛЯРНОЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ СУИЦИДА

Варданян К.Е., Тигранян Т.Г., Казарян А.А.

**Ключевые слова:** самоубийство, суицидология, депрессия, само-агрессия, асоциальное поведение

Явление суицида характеризуется в контексте антропологических, психологических, философских, экологических, социально-психологических наук. Но наиболее современными представлениями являются процессы, происходящие в мозге на молекулярном уровне, в особенности модификации, связанные с медиаторами дофамин, серотонин, их сочетание с различными проявлениями агрессивности человека, особенности проявления синдрома ХУУ.

В работе внимание уделяется также склонности к самоубийству тех людей у которых дефицит витамина "биотин" (группа В). "Молекула Мир-1202" была обнаружена у людей и обезьян. Чем меньше концентрация такой молекулы, тем больше вероятность депрессии и совершения аутоагрессии.

Presented for publishing by S.Shogheryan on 14.05.2019

К ПРОБЛЕМЕ ПРОФИЛАКТИКИ БЛИЗОРУКОСТИ  
У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ

Азарян Р.Н., Меликян Л.Г.

Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна,

0010.Ереван, пр. Тигран Меци 17

[azaryanrobert41@aspu.am](mailto:azaryanrobert41@aspu.am)

Бюраканская средняя школа. Ширакская область, село Бюракан,

4-я улица, 1-й переулок №1

[byurakn@schools.am](mailto:byurakn@schools.am)

В статье рассматривается проблема профилактики близорукости у учащихся общеобразовательных школ. Установлено, что зрительная нагрузка в школьном возрасте, выполняемая при несоблюдении норм, правил и условий зрительной работы и отдыха глаз приводят к снижению зрения и развитию близорукости. На основе ознакомления с постановкой работы по профилактике близорукости у учащихся в общеобразовательных школах республики сделаны выводы и проведен теоретический анализ основных причин их возникновения.

**Ключевые слова:** близорукость, профилактика близорукости, зрительная нагрузка, учащиеся, школьный возраст, зрительная работа.

**Поступила в редакцию** 29.09.2018г.

Известно, что из всех органов чувств человека зрение считается наиболее важным, оно является чудесным даром природы, благодаря которому мы воспринимаем внешний мир во всей его красоте. Зрительная нагрузка в школьном возрасте, (чрезмерное увлечение рисованием, чтением, телефонными и компьютерными играми итд), выполняемая при плохом освещении, часто в крайне неудобной позе тела, несоблюдение норм, правил и условий зрительной работы и отдыха глаз могут привести к снижению зрения и развитию близорукости (3,1,6 и др.). Нарушение зрения в школьном возрасте приводит к ухудшению состояния здоровья, появлению вторичных отклонений в психофизическом развитии, становится причиной возникновения недостатков и формирования некоторых личностных качеств (4,5,7). Все это значительно затрудняет познавательную, учебную, трудовую и другие виды деятельности, выбор профессии итд. Поэтому охрана зрения у детей и профилактика ее нарушений является одной из важных проблем медицины, общей и специальной педагогики и психологии.

Понятие «школьная близорукость» введено Ф.Ф. Эрисманом еще в 50-е годы XIX века и до сих пор оно не утратило свое значение. Ежегодно многие здоровые дети поступают в первый класс, а оканчивают школу, приобретая «школьную близорукость». Согласно литературным данным (2,1,6 и др), количество таких детей из года в год увеличивается. Поэтому профилактика школьной близорукости и сегодня приобретает особую значимость.

На основе теоретического анализа основных причин возникновения близорукости у учащихся их условно можно разделить на следующие группы:

1. Несоблюдение учащимися режима зрительной работы и отдыха глаз. Чаще всего это наблюдается у учащихся средних и старших классах при подготовке домашних заданий, при

занятии на компьютере. Учащимся младших классов характерно чрезмерное увлечение рисованием (даже на переменах), телефонными и компьютерными играми.

2. Отсутствие нормальных условий для зрительной работы учащихся. Это, прежде всего, недостаточная естественная и искусственная освещенность помещения и рабочего стола, неправильное установление источника света (он должен падать слева), несоответствие парты или стола росту ребенка, недостаточная освещенность и видимость на классной доске.

3. Несоблюдение учащимся основных правил и требований к выполнению зрительной работы: чрезмерный наклон головы вперед и в сторону, чтение лежа, полулежа, держа книгу на коленях, не соблюдение должного расстояния (23-30 см.) от глаз до книги или тетради, чтение, письмо или другая зрительная работа, сопровождающаяся просмотром телепередач, игрой на компьютере, беседой.

4. Невыполнение учителями (особенно начальных классов) требований по профилактике зрительного утомления у учащихся: на общеобразовательных уроках не проводятся (или проводятся редко) физкультминутки или физкультпаузы для снятия зрительного напряжения глаз, не контролируется отдых учащихся на переменах, поэтому многие учащиеся активно не отдыхают и продолжают читать или писать на переменах.

5. Отсутствие внимания на устранение вредных привычек при зрительной работе. Это, прежде всего взгляд искоса на классную доску, книгу, тетрадь или экран компьютера, прищуривание одного или обоих глаз при чтении, письме или беседе, длинные волосы или челка на голове закрывают один или оба глаза итд.

6. Учащимся не соблюдается гигиена глаз, рук, лица. Недостаточный контроль по охране зрения у детей и профилактики его нарушений учителями массовых школ и школ, осуществляющих инклюзивное образование, а также родителями.

Ознакомление с постановкой работы по профилактике близорукости у учащихся в 34-х школах городов Еревана, Гюмри, Ванадзора и Чаренцевана свидетельствуют, что подавляющее большинство опрошенных учителей подчеркивают значимость рассматриваемой проблемы. Однако на практике почти не проводится систематическая и целенаправленная работа по охране и профилактике нарушений зрения у учащихся. Так, ни в одной из этих школ не проводятся гимнастика до занятий, только в четырех школах (11,7%) систематически проводятся физкультминутки и физкультпаузы на уроках для снятия зрительного утомления, в 6 школах (17,6%) они проводятся от случая к случаю, в остальных 24 (70,7%) школах они не проводятся.

Установлено, что подавляющее большинство (62,3%) опрошенных учащихся не соблюдают норму, правила и условия зрительной работы и отдыха глаз. Только 10,8% учащихся выполняют их систематически, а 26,9% от случая к случаю.

Наблюдения за зрительной работой учащихся начальных классов на уроках показали, что подавляющее большинство из них не соблюдают правила и требования для зрительной работы и отдыха глаз. В 74,6% случаях установлено, что учащиеся чрезмерно наклоняют голову вперед или в сторону при письме, а у 60,7% девочек волосы или челка закрывают один или даже оба глаза, что снижает видимость. У 56,9% детей при письме левая рука находилась либо под столом, либо, опираясь на локоть, поддерживает голову, что также затрудняет нормальную зрительную работу.

Следует отметить, что только 17,6% учителей этих школ систематически осуществляют контроль за соблюдением учащимися на уроках норм, правил и условий зрительной работы и отдыха глаз, тогда как подавляющее большинство (82,44%) учителей или не проводят эту работу (53,7%) или проводят ее от случая к случаю (28,7%).

Беседы с родителями показали, что многие учащиеся при подготовке домашних заданий не имеют постоянного рабочего стола, а читают и пишут на кухне, в обеденном зале, в спальне. Не всегда соблюдается режим зрительной работы и отдыха глаз при подготовке домашних заданий, занятости на компьютере, просмотре телепередач.



Становится очевидным, что такие условия и режим зрительной работы и отдыха глаз у учащихся не будут способствовать профилактике у них школьной близорукости. Здесь необходима большая работа по коренному изменению отношения учителей и родителей к проблеме охраны зрения учащихся и профилактики школьной близорукости.

Учитывая вышеизложенное, нами разрабатывается примерная программа по охране зрения и профилактики близорукости у учащихся начальных классов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ազարյան Ռ.Ն.Երեխայի տեսողությունը: Մեթոդական ձեռնարկ ծնողների օգնության համար. Երևան 2008, Աստղիկ. 48 էջ:
2. Аветисов Э. С. Охрана зрения у детей- М.; Медицина, 1975.-272с.
3. Гнеушева А.Н. Охрана детей дошкольного возраста.- М.; Просвещение, 1982.-152с.
4. Земцова М.И. Учителю о детях с нарушением зрения.-М.; 1973-159с.
5. Литвак А.Г. Психология слепых и слабовидящих: учеб.пособие. Рос.гос. пед. ун-т им.А.И.Герцена. СПб: Изд-во РГПУ, 1998-271с.
6. Панков О. Уникальный метод восстановления зрения, М., Астрель, 2011, 600с.
7. Солнцева Л.И. Психология детей с нарушением зрения, М.2006 Изд-во Классике Стиль 255с.

#### ԱՄՓՈՓՈՒՄ

ՀԱՆՐԱԿՐԹԱԿԱՆ ԴՊՐՈՑՆԵՐՈՒՄ ՍՈՎՈՐՈՂՆԵՐԻ ԿԱՐՃԱՏԵՍՈՒԹՅԱՆ  
ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԸ  
Ազարյան Ռ. Ն., Մելիքյան Լ. Հ.

*Հիմնաբառեր. կարճատեսություն, կարճատեսության կանխարգելում, տեսողության ծանրաբեռնվածություն, աշակերտներ, դպրոցական տարիք, տեսողական աշխատանք:*

Հոդվածում բացահայտված է հանրակրթական դպրոցում սովորողների կարճատեսության կանխարգելման հիմնահարցը: Հանրապետության առանձին դպրոցներում սովորողների կարճատեսության կանխարգելմանն ուղղված աշխատանքների դրվածքի հետ ծանոթացման հիման վրա կատարվել են համապատասխան եզրահանգումներ և դրանց առաջացման հիմնական պատճառների տեսական վերլուծություն:

#### SUMMARY

ON THE PROBLEM OF PREVENTION OF MYOPIA OF STUDENTS IN PUBLIC SCHOOLS  
Azaryan R.N., Melikyan L.H.

*Key words: myopia, prevention of myopia, burden of vision, students, school age, work of vision.*

In the article the problem of prevention of myopia of students in public schools is revealed. On the basis of acquaintance with statement of the work on prevention of myopia of students in different schools in the country, important conclusions and theoretical analysis of main reasons of their development have been made.

Рекомендована к публикации Ф. Газаряном 07.11.2018 г.