ISSN 1829-4375

Արցախի պետական համալսարան

Арцахский государственный университет

Artsakh State University

Արցախի պետական համալսարանի ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Ó×Å Í ÛÅ ÇÀ Ï ÈÑÊÈ

Арцахского государственного университета

Artsakh State University

PROCEEDINGS

ՊՐԱԿ 1 ТОМ 1 VOLUME 1

2023

ê ï »÷ ³Ý³ Ï»ñ ï

ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ NATURAL SCIENCE

Ðñ³ï³ñ³Ï íáõÙ ¿ 1998Ã-þg: ä³ñµ»ñ³Ï³ÝáõÃÛáõÝÁ` ï³ñ»Ï³Ý »ñÏáõ ³Ý·³Ù
Èçäàåòñÿ ñ 1998ã. *Периодичность – дважды в год*
Issued since 1998. Frequency – twice a year

Տպագրվում է Արցախի պետական համալսարանի գիտական խորհրդի որոշմամբ:
Публикуется по решению ученого совета Арцахского государственного университета.
Published by the Decree of the Academic Council of the Artsakh State University.

ÊÙµ³·ñ³Ï³Ý ËáñÑñ¹Ç Ý³Ë³·³Ñ` p.·.Ã. Սարգսյան Ա. Յու.
Ï ðåäñåäàòåëü ðåäàêöèîííîãî ñîâåòà: ê.ô.í. Саргсян А.Ю.
Chairman of the Editorial Board: Ph. D. in Philology Sargsyan A. Yu.

¶ÉË³íáñ ËÙµ³·Çñª å.·.¹. ²í³Ý»ëÛ³Ý ì. Ø.
Главный редактор: д.и.н. Аванесян В. М.
Editor-in-chief: Doctor of History Avanesyan V. M.

ÊÙµ³·ñ³Ï³Ý ÏáÉ»·Ç³
Ðåäàêöèîííàÿ êîëëåãèÿ
Editorial board

Բնական գիտություններ

1. Հարությունյան Տ.Ն., ֆ.մ.գ.դ. – Арутюнян Т. Н., д.ф.м.н. - Doctor of Physics and Mathematics
2. Ø³ñïÇñáëÛ³Ý è. Ø., ý.Ù.·.¹., ÐÐ ¶²²³Ï³¹»ÙÇÏáë – Мартиросян Р. М, д.ф.м.н., академик НАН Армении - Martirosyan R. M., Doctor of Physics and Mathematics, Academician of NAS RA
3. ²Õ³Éáí Û³Ý È. ²., ý. Ù. ·.¹., ÐÐ ¶²²³Ï³¹»ÙÇÏáë – Агаловян Л. А., д. ф.м.н., академикНАНРА – Aghalovyan L. A., Doctor of Physics, Academician of NAS RA
4. ê³ÕÛ³Ý ².ê., ù.·.¹., ÐÐ ¶²²³Ï³¹»ÙÇÏáë – Сагиян А. С., д.х.н., академик НАНРА - Saghyan A. S., Doctor of Chemistry, Academician of NAS RA
5. ²ñ³ÙÛ³Ý Î.ê., ý.Ù.·.Ã. – Арамян К. С., к.ф.мн. - Aramyan K. S., Ph.D. in Physics
6. ²í³·Û³Ý ².è., ³ßË.·.¹. – Авакян А. Р., д.г.н. – Avakyan A. R., Doctor of Geography
7. Բեկլարյան Լ.Ա., ֆ.մ.գ.դ. (ՌԴ)- Бекларян Л.А., д. ф-м. н. (РФ) – Beklaryan L.A. Doctor of Science (RF)
8. Մալեյեվ Վ.Ի., ք.գ.դ. (ՌԴ) - Малеев В.И., д.х.н. (РФ) – Maleyev V.I., Doctor of Chemistry (RF)
9. ØÇñ½áÛ³Ý ì.ê., ù.·.Ã. – Мирзоян В. С., к.х.н. - Mirzoyan V. S., Ph. D. in Chemistry
10. ê³Ñ³ÏÛ³Ý ¶.Ð., ý.Ù.·.Ã. – Саакян Г. Г., к.ф.м.н. - Sahakyan G. H., Ph. D. in Physics and Mathematics
11. Գալստյան Հ. Գ., կ.գ.դ. – Галстян А. Г., д.б.н. – Galstyan H. G., Doctor of Biology
12. Եպիսկոպոսյան Լ. Մ., կ.գ.դ. – Епископосян Л. М., д.б.н. - Yepiskoposyan L. M., Doctor of Biology.

.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ, ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Գ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ
ՈՐՈՇ ՎԵՐՋԱՎՈՐ ԳՈՒՄԱՐՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ..... 6

1. Գ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ , Կ. ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ
MATHCAD ԾՐԱԳԻՐԸ «ՀԱՎԱՆԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՎԻՃԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ» ԱՌԱՐԿԱՅԻ ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ..... 12

2. Գ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ
MATHCAD ԾՐԱԳԻՐԸ «ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ԱՆԱԼԻԶ» ԱՌԱՐԿԱՅԻ ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ..... 24

3. Լ. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ, Ս. ՆԵՐՍԵՍՅԱՆ, Ա. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ
ԻՐԱԿԱՆ ԹՎԻ ԱՄԲՈՂՋ ԵՎ ԿՈՏՈՐԱԿԱՅԻՆ ՄԱՍԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՈՇ ԽՆԴԻՐՆԵՐՈՒՄ..... 36

4. Ռ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Լ. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ
ՈՉ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐՈՎ..... 43

5. Ռ.ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ
ԽՆԴԻՐՆԵՐ ՈՒՂՂԻ ԵՎ ԲԱԶՄԱՆԻՍՏԻ ՀԱՏՄԱՆ ԿԵՏԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ..... 49

6. Լ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Գ. ԷԼՈՅԱՆ, Մ. ՄԱՆՎԵԼՅԱՆ
ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԲՆՈՒՅԹԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ԴԱՍԸՆԹԱՑՈՒՄ..... 55

7. Գ.ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ
ԷՎԿԼԻԴՅԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԻՆՎԵՐՍԻԱՅԻ ՈՐՈՇ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ..... 66

8. Ա.ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Գ.ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ
ԵՐԿՇԵՐՏ ԱՆԻՋՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՄԻ ԽԱՌՐ ԵՋՐԱՅԻՆ ԽՆԴՐԻ ԱՍԻՄՊՏՈՏԻԿ ԼՈՒԾՈՒՄԸ ՇԵՐՏԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ՈՉ ԼՐԻՎ ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԴԵՊՔՈՒՄ..... 80

9. Վ. ԱՌՍՏԱՄՅԱՆ, Ա. ՄՆԱՑԱԿԱՆՅԱՆ
ԴԵՄՔԻ ՊԱՏԿԵՐԻՑ ՄԱՐԴՈՒՆ ՃԱՆԱՉԵԼՈՒ ՆԵՅՐՈՆԱՅԻՆ ՑԱՆՑԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐ..... 93

10. Ռ.ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ
ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԳՈՐԾԱՌՈՒՅԹՆԵՐԸ MS EXCEL-ՈՒՄ..... 101

11. Ի.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Լ.ԱՅԴԻՆՅԱՆ, Գ.ԳԱԼՍՏՅԱՆ, Ռ.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ
ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԸ ՄԱՆԿԱԿԱՆ ԲԺՇԿՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ..... 116

12. Մ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ
ԱՆՕԴԱՉՈՒ ԹՌՉՈՂ ՍԱՐՔԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԻՄԻՏԱՑԻՈՆ ԵՎ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ԿԱԶՄՄԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԵՎ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ MATLAB/SIMULINK ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ 129
13. Ա. ԲԱՍԿՈՎՉԱՅՆ, Ն. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ, Ա. ԱՍԱՏՐՅԱՆ
ԲԱԶՄԱՌՈՏՈՐ ԱՆՕԴԱՉՈՒ ԹՌՉՈՂ ՍԱՐՔԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԻԲՐԻԴԱՅԻՆ ՝ՈՉ ՀՍՏԱԿ-ՀԻԴ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ..... 142
14. Վ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Կ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ
GEOGEBRA ԾՐԱԳՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԼՈՒԾԵԼԻՄ 155
15. Ս.ՍԱՆԴՅԱՆ
ՈՐՈՇԱԿԻ ԻՆՏԵԳՐԱԼԻ ՄՈՏԱՎՈՐ ՀԱՇՎՈՒՄԸ ԻՄԻՏԱՑԻՈՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ..... 167

ՖԻԶԻԿԱ

16. Ռ.ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ
ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԵՎ ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ՝ ՖԻԶԻԿԱՅԻՑ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔՆԵՐՆ ԱՌԱՎԵԼ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ..... 175
17. Ա. ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ, Կ. ԱՐԱՄՅԱՆ, Ռ.ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ
ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՀԱՄԱՉԱՓՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՆՐԱ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՁԵՎԱԿԵՐՊՈՒՄԸ..... 185
18. Մ.ՄԻՆԱՍՅԱՆ
ՈՐՈՇ ՄԿՄ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԿԻՍԱՀՈՐԱՆԱՐԴԱՅԻՆ ՏԵՂԱՍԱՍԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ..... 194
19. Կ. ԱՐԱՄՅԱՆ, Ա. ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ, Ա.ԳԱՄՊԱՐՅԱՆ
ԴԻԱԼԵԿՏԻԿԱՆ ՄԻԿՐՈԱՇԽԱՐՀՈՒՄ..... 204

ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

20. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ
ՋԱՆԳՎԱԾԱՅԻՆ ԶԲՈՍԱՇՐՋԱՅԻՆ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐԻ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՓՈՐՁԸ..... 215
21. Ս. ԿՐՈՅԱՆ, Վ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ
ՄԱՐԴԱԳԵՆ ԳՈՐԾՈՆԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՇՈՑՔԻ

ՍԱՐԱՀԱՐԹԻ Լ.ԵՌՆԱ-ՄԱՐԳԱԳԵՏՆԱՅԻՆ ՄԵՎԱՀՈՂԵՐՈՒՄ
ՀՈՒՄՈՒՍԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ..... 223

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

22. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Մ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, Վ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ
ԱՀ ՆԱԽԱԼԵՌՆԱՅԻՆ ԳՈՏՈՒ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ
ԽՆՁՈՐԵՆՈՒ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ՎՆԱՍԱՏՈՒՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՅԻՆ
ԿԱԶՄԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԴԵՄ ՏԱՐՎՈՂ ՊԱՅՔԱՐԻ
ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ..... 234

23. Կ. ԲԱԼԱՅԱՆ, Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ,
Ռ. ԿՈՍՏԱՆԴՅԱՆ, Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ
ՍԻՐՏ - ԱՆՈԹԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՈՐՈՇ
ՀԻՎԱՆԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ
ԴԵՂԱԲՈՒՅՍԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԱՅԻՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ..... 244

24. Ա.ՍԱՀԱԿՅԱՆ
ԱՐՑԱԽՅԱՆ ՊԱՏԵՐԱԶՄԻ ՄԱՍՆԱԿԻՑՆԵՐԻ ՀՈԳԵԲԱՆԱԿԱՆ
ՎԻՃԱԿԻ ԵՎ ԿՅԱՆՔԻ ՈՐԱԿԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ..... 255

25. Գ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Մ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ
ԹԵՅԱԳՈՐԾԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ
ԹՓԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՐՑԱԽՈՒՄ. 266

26. Մ.ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ, Վ.ՄԻՐՋՈՅԱՆ, Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ,
Լ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ
ԿՈԼՈՒԴ ՄԱՄՆԻԿԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ԿՈԱԳՈՒԼՄԱՆ
ՈՐՈՇԱԿԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՊԱՐԶԱԲԱՆՈՒՄ..... 273

УДК 519.6

Математика

Георгий СААКЯН
к.ф.м.н., доцент кафедры прикладной математики и информатики АрГУ
E-mail: ter_saak_george@mail.ru

О НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ НА ВЫЧИСЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ СУММ

Գ. Սահակյան

ՈՐՈՇ ՎԵՐՋԱՎՈՐ ԳՈՒՄԱՐՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Մաթեմատիկայի դպրոցական և ուսանողական օլիմպիադաներում հաճախ հանդիպում են որոշ վերջավոր և անվերջ գումարների արժեքների որոշման հետ կապված խնդիրներ: Այս խնդիրներից մի քանիսի լուծումը պահանջում է ուսանողներից առաջին հերթին իմանալ որոշ, այսպես կոչված, աղյուսակային գումարները ([1]), ինչպիսիք են, օրինակ, թվաբանական կամ երկրաչափական պրոգերսսիայի անդամների գումարը, առաջին n կենտ թվերի քառակուսիների գումարը և այլն: Նման աղյուսակային գումարների արժեքները կարելի է գտնել բազմաթիվ աղբյուրներում (տե՛ս, օրինակ, [1]-[3]): Այս հոդվածի նպատակն է դիտարկել աղյուսակային գումարների օգտագործման որոշ օրինակներ վերջավոր գումարների արժեքների որոշման հետ կապված խնդիրների լուծման համար: Նման խնդիրներում հիմնական մեթոդը որոշ հանրահաշվական ձևափոխությունների միջոցով դիտարկվող գումարների բերումն է աղյուսակայինի: Որոշ դեպքերում հնարավոր է հասնել նպատակին՝ ներմուծելով համապատասխան փոփոխականներ: Հոդվածում բերված օրինակները թույլ կտան ուսանողներին ծանոթանալ ինչպես աղյուսակային գումարների արժեքներին, այնպես էլ տրված գումարների որոշ օգտակար ձևափոխությունների:

Բանալի բառեր՝ *վերջավոր գումարներ, աղյուսակային գումարներ*

В школьных и студенческих олимпиадах по математике часто встречаются задачи, связанные с определением значений некоторых конечных и бесконечных сумм. Решение некоторых таких задач требует от учащихся (студентов), в первую очередь, знания определенных, так называемых табличных сумм ([1]), таких, как, например, сумма членов арифметической или геометрической прогрессий, сумма квадратов первых n нечетных чисел и т.д.. Значения таких табличных сумм можно найти во многих источниках (см., например, [1]-[3]). Цель настоящей статьи рассмотреть на некоторых примерах применения табличных сумм для решения задач, связанных с определением значений конечных сумм. В таких задачах основным методом является приведение рассматриваемых сумм к табличным путем определенных алгебраических преобразований. В некоторых случаях, удается достичь цели и путем введения соответствуюших переменных.

Приводимые в статье примеры позволят учащимся ознакомиться как с значениями некоторых табличных сумм, так и с некоторыми полезными преобразованиями заданных сумм.

Ключевые слова: *конечные суммы, табличные суммы*

G. Sahakyan

ABOUT SOME TASKS FOR CALCULATING FINITE SUMS

In school and student Olympiads in mathematics, there are often problems related to determining the values of some finite and infinite sums. The solution of some of these problems requires students (students), first of all, to know certain, so-called tabular sums ([1]), such as, for example, the sum of members of an arithmetic or geometric progression, the sum of the squares of the first n odd numbers, etc.. The values of such tabular sums can be found in many sources (see, for example, [1]-[3]). The purpose of this article is to consider some examples of the use of tabular sums for solving problems related to determining the values of finite sums. In such problems, the main method is to reduce the sums under consideration to tabular ones by certain algebraic transformations.In some cases, it is possible to achieve the goal by introducing appropriate variables. The examples given in the article will allow students to get acquainted both with the values of some tabular sums, and with some useful transformations of given sums.

Key words: *finit sums, tabular sums*

Рассмотрим на примерах решения некоторых задач, связанных с определением конечных сумм.

1. Найти значение сумм вида

$$S_m(a,b,n)=\sum_{k=1}^{n}\frac{ak+b}{k(k+1)...(k+m)},\ m\neq 0,\ m\neq 1.$$

Решение. Известно (см., например, [1]-[3]), что

$$S_m(n)=\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{k(k+1)...(k+m)}=\frac{1}{m}\left(\frac{1}{m!}-\frac{n!}{(n+m)!}\right).$$

Представим требуемую сумму в виде

$$S_m(a,b,n)=\sum_{k=1}^{n}\frac{ak+b}{k(k+1)...(k+m)}=a\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(k+1)(k+2)...(k+m)}+b\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{k(k+1)...(k+m)}=$$

$$=aS_0(n)+bS_m(n),$$

где $S_0=\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(k+1)...(k+m)}$. Далее, преобразуем S_0 следующим образом:

$$S_0=\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(k+1)...(k+m)}=\sum_{i=2}^{n}\frac{1}{i(i+1)...(i-1+m)}=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{i(i+1)...(i+m-1)}-\frac{1}{(n+m-1)!}=$$

$$=S_{m-1}(n)-\frac{1}{(n+m-1)!}=\frac{1}{m-1}\left(\frac{1}{(m-1)!}-\frac{n!}{(n+m-1)!}\right)-\frac{1}{(n+m-1)!}=$$

$$=\frac{1}{(m-1)(m-1)!}-\frac{n!}{(m-1)\times(n+m-1)!}-\frac{1}{(n+m-1)!}=\frac{1}{(m-1)\times(m-1)!}-\frac{n!+m-1}{(m-1)\times(n+m-1)!}=$$

$$=\frac{1}{m-1}\left(\frac{1}{(m-1)!}-\frac{n!+m+1}{(n+m-1)!}\right)$$

Следовательно, требуемая сумма будет равна

$$S_m(a,b,n)=\frac{a}{m-1}\left(\frac{1}{(m-1)!}-\frac{n!+m-1}{(n+m-1)!}\right)+\frac{b}{m}\left(\frac{1}{m!}-\frac{n!}{(n+m)!}\right)$$

Заметим, что так как

$$\lim_{n\to\infty}\frac{n!}{(n+m)!}=0$$

то

$$\lim_{n\to\infty}S_m(a,b,n)=\lim_{n\to\infty}\sum_{k=1}^{n}\frac{ak+b}{k(k+1)\ldots(k+m)}=\frac{a}{(m-1)\times(m-1)!}+\frac{b}{m\times m!}.$$

2. Найти $\lim\limits_{n\to\infty}\sum\limits_{k=2a,3a,\ldots,na}\frac{1}{k^2-a^2}$, $a\neq 0$.

Решение. Воспользуемся следующим табличным значением

$$\sum_{k=2}^{n}\frac{1}{k^2-1}=\frac{3}{4}-\frac{2n+1}{2n(n+1)},$$

и выполним замену переменной $k=\frac{k_1}{a}$. Очевидно, что начальным значением переменной k_1 в новой сумме будет $2a$, конечным $-na$, причем шаг изменения k_1 будет равен a. Тогда получим

$$\sum_{k=2}^{n}\frac{1}{k^2-1}=\sum_{k_1=2a}^{na}\frac{1}{(k_1/a)^2-1}=a^2\sum_{k=2a,3a,\ldots,na}\frac{1}{(k_1)^2-a^2}=\frac{3}{4}-\frac{2n+1}{2n(n+1)},$$

откуда и будет следовать требуемое выражение:

$$\sum_{k=2a,3a,\ldots,na}\frac{1}{k^2-a^2}=\frac{1}{a^2}\left(\frac{3}{4}-\frac{2n+1}{2n(n+1)}\right)$$

Поскольку

$$\lim_{n\to\infty}\frac{2n+1}{2n(n+1)}=0,$$

то получим

$$\lim_{n\to\infty}\sum_{k=2a,3a,\ldots,na}\frac{1}{k^2-a^2}=\frac{3}{4a^2}.$$

3. Требуется найти сумму квадратов n первых целых чисел, делящихся на число p с остатком q .

Решение. Нам понадобятся значения следующих известных сумм:

$$\sum_{k=1}^{n} k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \quad \text{и} \quad \sum_{k=1}^{n} k = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Поскольку целое число, делящихся на число p с остатком q, можно представить в виде $pk+q$ $(k \hat{I} Z)$, то нам понадобится найти значение следующей суммы - $\sum_{k=1}^{n} (pk+q)^2$. Воспользовавшись вышеприведенными формулами, будем иметь:

$$\sum_{k=1}^{n} (pk+q)^2 = p^2 \sum_{k=1}^{n} k^2 + 2pq \sum_{k=1}^{n} k + \sum_{k=1}^{n} q^2 = p^2 \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} + 2pq \frac{n(n+1)}{2} + nq^2 =$$

$$= \frac{n}{6}\left[p^2(n+1)(2n+1) + 6pq(n+1) + 6q^2\right].$$

4. Найти значение суммы $S(n) = \sum_{i=0}^{n} (i+2)(i+3)^2$.

Решение. Обозначим $k = i+2$. Тогда искомую сумму можно записать в виде $\sum_{i=2}^{n+2} k(k+1)^2$.

Для вычисление этой суммы воспользуемся следующей табличной суммой:

$$\sum_{k=1}^{n} k(k+1)^2 = \frac{1}{12} n(n+1)(n+2)(3n+5).$$

Тогда, очевидно, что

$$\sum_{k=2}^{n+2} k(k+1)^2 = \sum_{k=1}^{n+2} k(k+1)^2 - 4 = \frac{1}{12}(n+2)(n+3)(n+4)(3n+11) - 4.$$

5. Вычислить $S = \sum_{i=0}^{n} \kappa!\left(\kappa + (\kappa+1)^2 + (k+1)(\kappa+2)^2\right)$.

Решение. Преобразуем заданную сумму следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \kappa!\left(\kappa + (\kappa+1)^2 + (k+1)(\kappa+2)^2\right) = \sum_{i=1}^{n} \kappa! k + \sum_{i=1}^{n} (\kappa+1)!(k+1) + \sum_{i=1}^{n} (\kappa+2)!(k+2).$$

Далее, воспользуемся следующей табличной суммой

$$\sum_{i=1}^{n} \kappa!k = (n+1)!- 1.$$

Используя эту формулу, найдем

$$\sum_{i=1}^{n} (\kappa+1)!(k+1) = \sum_{i=2}^{n+1} \kappa!k - 1 = (n+2)!- 2,$$

$$\sum_{i=1}^{n} (\kappa+2)!(k+2) = \sum_{i=3}^{n+2} \kappa!k - \sum_{i=1}^{2} \kappa!k1 = (n+3)!- 6.$$

Следовательно,

$$S = (n+1)!- 1 + (n+2)!- 2 + (n+3)!- 6 = (n+1)!(1+n+2+n+3) - 8 = 2(n+1)!(n+3) - 9.$$

Литература

1. **Градштейн И.С., Рыжик И.М.,** Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. СПб, БХВ-Петербург, 2011, -1232 с.
2. **Zwillinger D.,** CRC Standard Mathematical Tables and Formulae, 31st ed., 2002.
3. **Abramowitz M. and Stegun I. A.**, eds. Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables, 1964.

Նյութը ներկայացվել է 5.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել ԱրՊՀ մաթեմատիկայի ամբիոնը:

УДК 372.8

Математика

Գեորգի ՍԱՀԱԿՅԱՆ
ԱրՊՀ կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, ֆ.մ.գ.թ.
E-mail: ter_saak_george@mail.ru

Կարինե ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ
ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկիկայի ամբիոնի դոցենտի պաշտոնակատար
E-mail: marutyanKarine@asu.am

MATHCAD ԾՐԱԳԻՐԸ «ՀԱՎԱՆԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՎԻՃԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ» ԱՌԱՐԿԱՅԻ ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ

Ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս արագացնել և բարելավել ուսումնական գործընթացի արդյունավետությունը, այն ավելի տեսողական, հարմար դարձնել քննարկվող նյութը յուրացնելու համար ([1]-[3]): Մի շարք մաթեմատիկական ծրագրերի օգտագործումը, ինչպիսին է Mathcad-ը, մեր կարծիքով դասերը բավականին արդյունավետ կդարձնեն: Այս տեսանկյունից Mathcad մաթեմատիկական փաթեթն ունի անհրաժեշտ ռեսուրս մաթեմատիկական տարբեր հասկացությունների նկարագարդման, ինչպես նաև մաթեմատիկայի մեջ օգտագործվող մեծությունների և և արտահայտությունների հաշվարկման համար: Մյուս կողմից, Mathcad-ն ունի բավականին հարմար ինտերֆեյս [4], որը թույլ է տալիս շատ կարճ ժամանակում ծանոթանալ իր միջավայրում աշխատելու սկզբունքներին: Մաթեմատիկական փաթեթի օգտագործումը նաև կխնայի մաթեմատիկական տարբեր արտահայտություններ (գումար, ինտեգրալ և այլն) հաշվարկելու համար պահանջվող ժամանակը և դրանով իսկ կմեծացնի արդյունքների վերլուծության ժամանակը, ինչը, ի վերջո, ավելի կարևոր է, քան դրանց հաշվարկման գործընթացը: Աշխատանքի

նպատակն է դիտարկել Mathcad մաթեմատիկական փաթեթի կիրառումը “Հավանականությունների տեսություն և մաթեմատիկական վիճակագրություն” դասընթացի «Բեռնուլիի բանաձևը», «Պատահական երևույթներ», «Պատահական մեծություններ», «Վիճակագրական տվյալների մշակում» թեմաների ուսումնասիրման ընթացքում:

Բանալի բառեր՝ *Բեռնուլիի բանաձև, պատահական մեծություն, մաթեմատիկական սպասում, դիսպերսիա, Mathcad-ի կիրառությունները*

Г. Саакян, К. Марутян

ПРОГРАММА MATHCAD В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»

Современные информационные технологии позволяют ускорить и повысить эффективность учебного процесса, сделать его более наглядным, удобным для усвоения обсуждаемого материала ([1]-[3]). Использование ряда математических программ, таких как Mathcad, на наш взгляд, сделает занятия достаточно эффективными. С этой точки зрения математический пакет Mathcad обладает необходимым ресурсом для иллюстрации различных математических понятий, а также для вычисления величин и выражений, используемых в математике. С другой стороны, Mathcad имеет достаточно удобный интерфейс [4], позволяющий в очень короткие сроки ознакомиться с принципами работы в его среде. Использование математического пакета также сэкономит время, необходимое для вычисления различных математических выражений (суммы, интеграла и т. д.) и тем самым увеличит время анализа результатов, что в конечном итоге важнее, чем сам процесс их вычисления. Цель работы – рассмотреть применение математического пакета Mathcad при изучении тем «Формула Бернулли», «Случайные явления», «Случайные величины», «Статистическая обработка данных» в курсе «Теория вероятностей и математические вычисления».

Ключевые слова: *Формула Бернулли, случайные величины, математическое ожидание, дисперсия, применения Mathcad*

G. Sahakyan, K.L. Marutyan

MATHCAD PROGRAM IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINE “PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS”

Modern information technologies make it possible to speed up and

improve the efficiency of the educational process, make it more visual, suitable for mastering the discussed material ([1]-[3]). The use of a number of mathematical programs, such as Mathcad, in our opinion, will make the lessons quite effective. From this point of view, the Mathcad mathematical package has a necessary resource for the illustration of various mathematical concepts, as well as for the calculation of quantities and expressions used in mathematics. On the other hand, Mathcad has a fairly convenient interface [4], which allows you to familiarize yourself with the principles of working in its environment in a very short time. Using a math package will also save the time required to calculate various mathematical expressions (sum, integral, etc.) and thereby increase the time for analyzing the results, which is ultimately more important than the process of calculating them. The aim of the work is to observe the application of the Mathcad mathematical package during the study of the topics "Bernoulli's Formula", "Random Phenomena", "Random Variables", "Statistical Data Processing" in the course "Theory of Probability and Mathematical Disputes".

Key words: *Bernoulli Formula, Random Variables, Expectation, Variance, Mathcad Applications*

Ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս արագացնել և բարելավել ուսումնական գործընթացի արդյունավետությունը, այն ավելի տեսողական, հարմար դարձնել քննարկվող նյութը յուրացնելու համար ([1]-[3]): Մի շարք մաթեմատիկական ծրագրերի օգտագործումը, ինչպիսին է Mathcad-ը, մեր կարծիքով դասերը բավականին արդյունավետ կդարձնեն: Այս տեսանկյունից Mathcad մաթեմատիկական փաթեթն ունի անհրաժեշտ ռեսուրս մաթեմատիկական տարբեր հասկացությունների նկարազարդման, ինչպես նաև մաթեմատիկայի մեջ օգտագործվող մեծությունների և արտահայտությունների հաշվարկման համար: Մյուս կողմից, Mathcad-ն ունի բավականին հարմար ինտերֆեյս [4], որը թույլ է տալիս շատ կարճ ժամանակում ծանոթանալ իր միջավայրում աշխատելու սկզբունքներին: Մաթեմատիկական փաթեթի օգտագործումը նաև կխնայի մաթեմատիկական տարբեր արտահայտություններ (գումար, ինտեգրալ և այլն) հաշվարկելու համար պահանջվող ժամանակը և դրանով իսկ կմեծացնի արդյունքների վերլուծության ժամանակը, ինչը, ի վերջո, ավելի կարևոր է, քան դրանց հաշվարկման գործընթացը:

«Բեռնուլիի բանաձևեր, պատահական երևույթների, պատահական մեծություններր» թեմաները «Հավանականությունների տեսություն և մաթեմատիկական վիճակագրություն» առարկայի դասերին ուսումնասիրվող

հիմնական թեմաներից են: MathCad ծրագրի օգտագործումը թույլ է տալիս հեշտությամբ և արագ որոշել հավանականությունների արժեքները, պատահական մեծությունների բնութագրերը, վերծվածքի բնութագրիչները և այլն, որոնք դիտարկվում են այս թեմաների ուսումնասիրման գործընթացում: MathCad ծրագիրը պարունակում է մի շարք ներդրված ֆունկցիաներ, օրինակ՝ dbinom (բինոմական բաշխում), dexp (էքսպոտենցիալ բաշխման խտություն), dnorm (նորմալ բաշխման խտություն) և այլ, որոնց միջոցով կարելի է իրականացնել համապատասխան մեծությունների հաշվումը: Սակայն աշխատանքում նպատակահարմար ենք գտել այդ ֆունկցիաները ներմուծել բանաձևերի տեսքով, որը հնարավորություն կտա ուսանողներին նորից վերհիշել այդ բանաձևերով տրվող ֆունկցիաները:

Դիտարկենք մի քանի օրինակ, թե ինչպես կարելի է այս հաշվարկները իրականացնել Mathcad միջավայրում: Դիտարկված օրինակները վերցված են ուսումնական գործընթացում օգտագործվող խնդրագրքից [5]:

Խնդիր 119: Գտնել հավանականությունը, որ պատահույթը հանդես կգա ուղիղ 70 անգամ 243 փորձում, եթե յուրաքանչյուր փորձում այդ պատահույթի հանդես գալու հավանականությունը հավասար է 0,25-ի: .

Լուծում:

$p := 0.25 \quad q := 1 - p \quad n := 243 \quad k := 70$

Սկզբնական տվյալների մուտքագրումը և q -ի որոշումը

$$x := \frac{k - n \cdot p}{\sqrt{n \cdot p \cdot q}} \qquad x = 1.37$$

x մեծության արժեքի որոշումը

$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot p}} \cdot e^{\frac{-x^2}{2}} \qquad f(x) = 0.156$$

$j(x)$ ֆունկցիայի սահմանումը

$$P(n,k) := \frac{1}{\sqrt{n \cdot p \cdot q}} \cdot f(x)$$

Հավանականության հաշվման բանաձևի տրվումը և հաշվումը

$P(n,k) = 0.023$

Խնդիր 177: Սարքը կազմված է անկախ աշխատող 1000 տարրից: T ժամանակում յուրաքանչյուր տարրի խափանվելու հավանականությունը հավասար է 0,002-ի: Գտնել հավանականությունը, որ T ժամանակում կխափանվի ճիշտ 3 տարր:

Լուծում: Քանի որ n թիվը մեծ է, իսկ p հավանականությունը փոքր է, ուստի օգտվում ենք Պուասոնի բաշխումից:

$n := 1000 \qquad p := 0.002 \qquad \lambda := n \times p \qquad \lambda = 2$

Սկզբնական տվյալների մուտքագրումը և λ -ի որոշումը

$$P(n,k) := \frac{\lambda^k}{k!} \times e^{-\lambda}$$

$P(n,3) = 0.18$

Պուասսոնի բաշխման բանաձևի օգտագործումը

Խնդիր 210. Գտնել X պատահական մեծության դիսպերսիան և միջին քառակուսային շեղումը, որը տրված է հետևյալ բաշխման օրենքով

X	-5	2	3	4
P	0.4	0.3	0.1	0.2

Լուծում: Սկզբից ներմուծում ենք պատահական մեծության արժեքները և համապատասխան հավանականությունները՝

$n := 4$

$x_1 := -5 \qquad x_2 := 2 \qquad x_3 := 3 \qquad x_4 := 4$

Սկզբնական տվյալների մուտքագրումը

$p_1 := 0.4 \qquad p_2 := 0.3 \qquad p_3 := 0.1 \qquad p_4 := 0.2$

Այնուհետև կազմակերպում ենք անհրաժեշտ հաշվումները:

$$M := \sum_{i=1}^{n} x_i \times p_i \qquad M = -0.3$$

Մաթեմատիկական սպասման հաշվումը

$$D := \sum_{i=1}^{n} (x_i)^2 \times p_i - M^2 \qquad D = 15.21$$

Դիսպերսիայի հաշվումը

$s := \sqrt{D} \qquad s = 3.9$

Միջին քառակուսային շեղման հաշվումը

Խնդիր 231. Դիսկրետ X պատահական մեծությունը տրված է բաշխման օրենքով.

X	3	5
P	0.2	0.8

Գտնել առաջին, երկրորդ, երրորդ և չորրորդ կենտրոնական մոմենտները:

Լուծում:

$x_1 := 3 \quad x_2 := 5 \quad p_1 := 0.2 \quad p_2 := 0.8$

Սկզբնական տվյալների մուտքագրումը

$$v(k) := \sum_{i=1}^{2} (x_i)^k \times p_i$$

$m_1 := 0$

$m_2 := v(2) - v(1)^2 \qquad m_2 = 0.64$

Կենտրոնական մոմենտների հաշվումը սկզբնական մոմենտների միջոցով

$m_3 := v(3) - 3 \times v(1) \times v(2) + 2 v(1)^3 \qquad m_3 = -0.768$

$m_4 := v(4) - 4 \times v(3) \times v(1) + 6 \times v(2) \times v(1)^2 - 3 v(1)^4 \qquad m_4 = 1.331$

2-րդ եղանակը

$$M := \sum_{i=1}^{2} x_i \times p_i$$

Կենտրոնական մոմենտների հաշվումը ընդհանուր բանաձևով

$$m(k) := \sum_{i=1}^{2} (x_i - M)^k \times p_i$$

$m(1) = 0 \qquad m(2) = 0.64 \qquad m(3) = -0.768 \qquad m(4) = 1.331$

Խնդիր 275. X մեծությունը տրված է $(0, 1)$ միջակայքում դիֆերենցիալ ֆունկցիայով $f(x) = 2x$. այդ միջակայքից դուրս $f(x) = 0$: Գտնել X մեծության մաթեմատիկական սպասումը:

Լուծում:

$f(x) := \text{if}(x > 0 \text{ Ù } x < 1, 2 \times x, 0)$

Դիֆերենցիալ ֆունկցիայի սահմանումը

$$M := \int_0^1 x \times f(x)\, dx \qquad M = \frac{2}{3}$$

Մաթեմատիկական սպասման հաշվումը

Խնդիր 295. X պատահական մեծությունը տրված է $(0, p)$ միջակայքում դիֆերենցիալ ֆունկցիայով.

$$f(x) = \frac{1}{2}\sin x \ .$$

այդ միջակայքից դուրս $f(x) = 0$: Գտնել X -ի դիսպերսիան:

Լուծում:

$f(x) := \text{if}\left(x > 0 \text{ Ù } x < p, \frac{1}{2} \times \sin(x), 0\right)$ Դիֆերենցիալ ֆունկցիայի սահմանումը

$M := \int_0^p x \times f(x)\, dx$ $M = 1.571$

Մաթեմատիկական սպասման հաշվումը

$D := \int_0^p x^2 \times f(x)\, dx - M^2$ $D = 0.467$

Դիսպերսիայի հաշվումը

Խնդիր 305. X պատահական մեծությունը տրված է $(0, 2)$ միջակայքում դիֆերենցիալ ֆունկցիայով.

$$f(x) = 0.5x \ .$$

այդ միջակայքից դուրս $f(x) = 0$: Գտնել առաջին, երկրորդ, երրորդ և չորրորդ սկզբնական և կենտրոնական մոմենտները:

Լուծում:

$f(x) := \text{if}(x > 0 \text{ Ù } x < p, 0.5 \times x, 0)$ Դիֆերենցիալ ֆունկցիայի սահմանումը

$v(k) := \int_0^2 x^k \times f(x)\, dx$ Սկզբնական մոմենտների հաշվման բանաձևի տրվումը և նրանց հաշվումը

$v(1) = 1.333$ $v(2) = 2$ $v(3) = 3.2$ $v(4) = 5.333$

$m(k) := \int_0^2 (x - v(1))^k \times f(x)\, dx$ Կենտրոնական մոմենտների հաշվման բանաձևի տրվումը և նրանց հաշվումը

$m(1) = 0$ $m(2) = 0.222$ $m(3) = -0.059$ $m(4) = 0.119$

Խնդիր 316. Գտնել (2, 8) միջակայքում դիֆհավասարաչափ բաշխված X պատահական մեծության դիսպերսիան և միջին քառակուսային շեղումը։

Լուծում։

$a := 2 \qquad b := 8$

$D := \frac{(b - a)^2}{12} \qquad D = 3$ — Դիսպերսիայի հաշվումը

$s := \sqrt{D} \qquad s = 1.732$ — Միջին քառակուսային շեղման հաշվումը

Խնդիր 324. Նորմալ բաշխված X պատահական մեծությունը տրված է դիֆերենցիալ ֆունկցիայով.

$$f(x) = \frac{1}{5\sqrt{2p}} e^{-\frac{(x-1)^2}{50}} :$$

Գտնել X -ի մաթեմատիկական սպասումը և դիսպերսիան։

Լուծում։ Ունենք

$a := 1 \qquad s := 5$

$f(x) := \frac{1}{s \times \sqrt{2 \times p}} \times e^{\left[-\frac{(x-a)^2}{2 \times s^2}\right]}$ — Դիֆերենցիալ ֆունկցիայի սահմանումը

$M := \int_{-\infty}^{\infty} x \times f(x)\, dx \qquad M = 1$ — Մաթեմատիկական սպասման հաշվումը

$D := \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \times f(x)\, dx - M^2 \qquad D = 25$ — Դիսպերսիայի հաշվումը

Խնդիր 350. Անընդհատ X պատահական մեծությունը բաշխված է ցուցչային օրենքով, որը տրված է դիֆերենցիալ ֆունկցիայով.

$f(x) = 3e^{-3x}$, $x \geq 0$ դեպքում, $f(x) = 0$, $x < 0$ դեպքում։ Գտնել

հավանականությունը, որ փորձի արդյունքում X -ը կընկնի (0,13, 0,7) միջակայքը:

Լուծում:

$F(x) := -e^{-3x}$

Դիֆերենցիալ ֆունկցիայի սահմանումը

$P(a,b) := F(b) - F(a)$

Հավանականության հաշվման բանաձևի տրվումը և հաշվումը

$P(0.13, 0.7) = 0.555$

Խնդիր 444. Ընտրանքի տրված բաշխումով կառուցել հաճախականությունների պոլիգոնը :

x_i	2	3	5	6
n_i	10	15	5	20

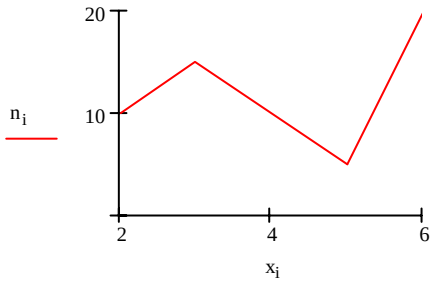
Լուծում:

$i := 0..3$

$x_0 := 2 \quad x_1 := 3 \quad x_2 := 5 \quad x_3 := 6$

$n_0 := 10 \quad n_1 := 15 \quad n_2 := 5 \quad n_3 := 20$

Ընտրանքի սահմանումը



Պոլիգոնի կառուցումը

Խնդիր 453. Տրված $n = 10$ ծավալի ընտրանքի բաշխումով գտնել ընտրանքային միջինը:

x_i	1	2	5	7	8
n_i	2	5	3		

Լուծում:

$x_1 := 1250$ $x_2 := 1270$ $x_3 := 1280$

Ընտրանքի սահմանումը

$n_1 := 2$ $n_2 := 5$ $n_3 := 3$

Ընտրանքի ծավալի որոշումը

$ns := 10$

$i := 1..3$

Պայմանական տարբերակների որոշումը

$C := 1270$

$u_i := x_i - C$

Ընտրանքային միջինի որոշումը

$$xmid := C + \frac{1}{ns} \times \sum_{i=1} n_i \times u_i$$

$xmid = 1.269 \cdot 10^3$

Խնդիր 465. Տրված $n = 50$ ծավալի ընտրանքի բաշխումով գտնել ընտրանքային դիսպերսիան.

x_i 18,4 18,9 19,3 19,6

n_i 5 10 20 15:

Լուծում:

$x_1 := 18.4$ $x_2 := 18.9$ $x_3 := 19.3$ $x_4 := 19.6$

Ընտրանքի սահմանումը

$n_1 := 5$ $n_2 := 10$ $n_3 := 20$ $n_4 := 15$

Ընտրանքի ծավալի որոշումը

$$ns := \sum_{i=1}^{4} n_i \qquad ns = 50$$

$i := 1..4$

Պայմանական տարբերակների որոշումը

$u_i := 10 \times x_i - 195$

$$Du := \frac{1}{ns} \times \sum_{i=1}^{4} n_i \times (u_i)^2 - \frac{1}{ns^2} \times \left(\sum_{i=1}^{4} n_i \times u_i \right)^2$$

$Du = 13.36$

$$Dx := \frac{Du}{10^2} \qquad Dx = 0.134$$

Ընտրանքային դիսպերսիայի որոշումը

Խնդիր 486. Արտադրյալների մեթոդով հաշվել ընտրանքային միջինը և դիսպերսիան, եթե տրված $n = 100$ ծավալի ընտրանքի բաշխումը՝

տարբերակը x_i 12 14 16 18 20 22,

հաճախությունը n_i 5 15 50 16 10 4:

Լուծում: Սկզբնական տվյալների մուտքագրումը՝

$i := 0..5$

$x_0 := 12$ $x_1 := 14$ $x_2 := 16$ $x_3 := 18$ $x_4 := 20$ $x_5 := 22$

$n_0 := 5$ $n_1 := 15$ $n_2 := 50$ $n_3 := 16$ $n_4 := 10$ $n_5 := 4$

$$ns := \sum_i n_i \qquad ns = 100$$

Ընտրանքային ծավալի հաշվումը

$C := 16$ $h := x_1 - x_0$ $h = 2$

Կեղծ զրոյի սահմանումը և քայլի որոշումը

$$u := \frac{x - C}{h} \qquad u_i =$$

Պայմանական տարբերակների որոշումը

$$M_1 := \frac{1}{ns} \times \sum_i n_i \times u_i \qquad M_1 = 0.23$$

$$M_2 := \frac{1}{ns} \times \sum_i n_i \times (u_i)^2 \qquad M_2 = 1.27$$

Առաջին և երկրորդ կարգի պայմանական մոմենտների որոշումը

$$xmigin := M_1 > h + C \qquad xmigin = 16.46$$

$$Dmigin := \left(M_2 - (M_1)^2\right) \times h^2 \qquad Dmigin = 4.868$$

Ընտրանքային միջինի և դիսպերսիայի հաշվումը

Գրականություն

1. Эргашев Ж.Б., Пути оптимизации преподавания высшей математики с применением информационных технологий. //Молодой ученый.-2013, N8 (55), с. 450-452.
2. Зайцева Ж.И., Методика преподавания высшей математики с применением новых информационных технологий. Библиотека авторефератов и диссертаций по педагогике. http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-08/dissertaciya-metodika-prepodavaniya-vysshey-matematiki-s-primeneniem-novyh-informatsionnyh-tehnologiy#ixzz6YNeOUiyh
3. *Ушакова В. А.,* Использование информационных технологий на уроках математики // Молодой ученый. — 2016. — №8. — С. 1053-1055. — URL: https://moluch.ru/archive/112/28735/
4. Սահակյան Գ.Հ: Mathcad 2000: Ուսումնական ձեռնարկ: Եր.,2004, 148 էջ:
5. Гмурман В.Е., Руководство по решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М.:, Высшая школа, 2004, 404 с.

Նյութը ներկայացվել է 5.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել ԱրՊՀ մաթեմատիկայի ամբիոնը:

УДК 372.8

Математика

Георгий СААКЯН
к.ф.м.н., доцент кафедры прикладной математики и информатики АрГУ
E-mail: ter_saak_george@mail.ru

ПРОГРАММА MATHCAD В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»

Գ. Սահակյան

MATHCAD ԾՐԱԳԻՐԸ «ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ԱՆԱԼԻԶ» ԱՌԱՐԿԱՅԻ ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ

Ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաներր հնարավորություն են տալիս արագացնել և բարելավել ուսումնական գործնթացի արդյունավետությունր, այն ավելի տեսողական, հարմար դարձնել քննարկվող նյութր յուրացնելու համար ([1]-[3]): Մի շարք մաթեմատիկական ծրագրերի օգտագործումր, ինչպիսին է Mathcad-ր, մեր կարծիքով դասերր բավականին արդյունավետ կդարձնեն: Այս տեսանկյունից Mathcad մաթեմատիկական փաթեթն ունի անհրաժեշտ ռեսուրս մաթեմատիկական տարբեր հասկացությունների նկարագրման, ինչպես նաև մաթեմատիկայի մեջ օգտագործվող քանակությունների և արտահայտությունների հաշվարկման համար: Մյուս կողմից, Mathcad-ն ունի բավականին հարմար ինտերֆեյս, որր թույլ է տալիս շատ կարճ ժամանակում ծանոթանալ իր միջավայրում աշխատելու սկզբունքներին: Մաթեմատիկական փաթեթի օգտագործումր նաև կխնայի մաթեմատիկական տարբեր արտահայտություններ (ածանցյալ, ինտեգրալ և այլն) հաշվարկելու համար պահանջվող ժամանակր և դրանով իսկ կմեծացնի արդյունքների վերլուծության ժամանակր, ինչր, ի վերջո, ավելի կարևոր է, քան դրանց հաշվարկման գործնթացր: Սույն աշխատության նպատակն է դիտարկել Mathcad մաթեմատիկական փաթեթի կիրառումր «Ֆունկցիոնալ անալիզ» առարկայի «Մետրիկական, նորմավորված և հիլբերտյան տարածություններ» թեմաների ուսումնասիրման գործնթացում:

Բանալի բառեր՝ *մետրիկական, նորմավորված տարածություններ, Mathcad-ի կիրառություններ:*

Современные информационные технологии позволяют ускорить и повысить эффективность процесса обучения,

сделать его более наглядным, удобным для усвоения рассматриваемого материала ([1]-[3]). Применение ряда математических программ, таких например, как Mathcad, на наш взгляд позволит занятия сделать достаточно эффективными. С этой точки зрения математический пакет Mathcad обладает необходимым ресурсом для иллюстрации различных математических понятий, а также вычисления используемых в математике величин, выражений. С другой стороны Mathcad имеет достаточно удобный интерфейс, что позволяет за очень короткое время ознакомиться с принципами работы в его среде. Использование математического пакета позволит также сэкономить время, необходимое для вычисления различных математических выражений (производная, интеграл и т.д.) и тем самым увеличить время на анализ полученных результатов, что в конечном счете важнее, чем сам процесс их вычисления. Цель настоящей работы рассмотреть применения математического пакета Mathcad в процессе изучения тем "Метрические, нормированные и гильбертовы пространства" по дисциплине "Функциональный анализ".
Ключевые слова: *метрические, нормированные, гильбертовы пространства, применения Mathcad*

G. Sahakyan

MATHCAD PROGRAMM IN THE PROCESS OF TEASHING THE DISCIPLINE «FUNCTIONAL ANALYSIS»

Modern information technologies make it possible to speed up and improve the efficiency of the learning process, make it more visual, convenient for mastering the material under consideration ([1]-[3]). The use of a number of mathematical programs, such as Mathcad, in our opinion, will make classes quite effective. From this point of view, the mathematical package Mathcad has the necessary resource for illustrating various mathematical concepts, as well as calculating the quantities and expressions used in mathematics. On the other hand, Mathcad has a fairly user-friendly interface, which allows you to get acquainted with the principles of working in its environment in a very short time. Using a mathematical package will also save the time required to calculate various mathematical expressions (derivative, integral, etc.) and thereby increase the time for analyzing the results, which is ultimately more important than the process of calculating them. The purpose of this work is to consider the application of the Mathcad mathematical package in the process of studying the topics "Metric, normed and Hilbert spaces" in the discipline "Functional analysis".

Key words: *metric, normal, hilbert spaces, Mathcad applications.*

Современные информационные технологии позволяют ускорить и повысить эффективность процесса обучения, сделать его более наглядным, удобным для усвоения рассматриваемого материала ([1]-[3]). Применение ряда математических программ, таких например, как Mathcad, на наш взгляд позволит занятия сделать достаточно эффективными. С этой точки зрения математический пакет Mathcad обладает необходимым ресурсом для иллюстрации различных математических понятий, а также вычисления используемых в математике величин, выражений. С другой стороны Mathcad имеет достаточно удобный интерфейс, что позволяет за очень короткое время ознакомиться с принципами работы в его среде. Использование математического пакета позволит также сэкономить время, необходимое для вычисления различных математических выражений (производная, интеграл и т.д.) и тем самым увеличить время на анализ полученных результатов, что в конечном счете важнее, чем сам процесс их вычисления.

Темы “Метрические, нормированные и гильбертовы пространства ” являются одними из основных тем, изучаемых на занятиях по дисциплине “Функциональный анализ”. Использование программы MathCad позволит легко и быстро определить значения некоторых величин, рассматриваемых в процессе изучения указанных пространств таких, как расстояние между элементами, нормы элементов, скалярное произведение в некоторых пространствах $(R^n,\ C[a,b], L^p[a,b])$, определение методом последовательных приближений решения некоторых интегральных уравнений и т.д. Рассмотрим на некоторых примерах, как можно реализовать в среде Mathcad указанные вычисления.

Пример 1. Вычислить расстояние между элементами $x=\begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix}$ и $y=\begin{pmatrix}5\\-4\\0\end{pmatrix}$ в эвклидовом пространстве R^3 и нормы элементов x и y.

Решение. Воспользуемся формулами для определения расстояния и нормы в пространстве R^3.

$$r(x,y)=\left(\sum_{k=1}^{3}(x_k-y_k)^2\right)^{1/2},\quad \|x\|=\left(\sum_{k=1}^{3}(x_k)^2\right)^{1/2}.$$

Процесс вычисления в программе MathCad можно реализовать, например, следующим образом.

$$x := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \end{pmatrix} \qquad y := \begin{pmatrix} 5 \\ -4 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\left(\sum_{k=0}^{2} \left(x_k - y_k \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 8.775$$

$$\left(\sum_{k=0}^{2} \left(x_k \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 5.477 \qquad \left(\sum_{k=0}^{2} \left(y_k \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 6.403$$

Таким образом

$$r(x, y) = 8.775,\ \|x\| = 5.477,\ \|y\| = 6.403.$$

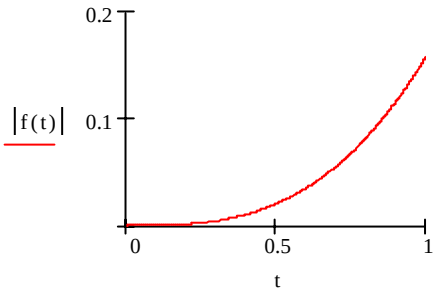
Заметим, что в программе MathCad начальное значение индекса в суммах и произведениях по умолчанию равно нулю.

Пример 2. Определить расстояние между функциями $x(t) = t$ и $y(t) = \sin t$ в пространстве $C[0,1]$ и вычислить норму $y(t)$.

Решение. Из курса функционального анализа известно, что метрика в пространстве $C[0,1]$

определяется следующей формулой: $r(x, y) = \max_{t \in [0,1]} |x(t) - y(t)|$, а норма - $\|x\| = \max_{t \in [0,1]} |x(t)|$. Для определения максимальных значений модулей в этих формулах можно воспользоваться как графическим построением, так и используя традиционный способ определения наибольших значений фунцкии. Ниже приводится реализация этих двух способов в программе MathCad.

$$f(t) := t - \sin(t)$$

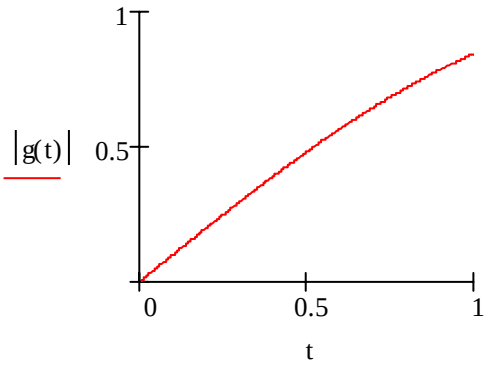


$$\frac{d}{dt}f(t) \to 1 - \cos(t) \quad \text{solve}, t \to 0$$

$$f(0) = 0 \qquad f(1) = 0.159$$

Для вычисления нормы построим график функции $|\sin x|$ на отрезке $[0,1]$.

$$g(t) := \sin(t)$$



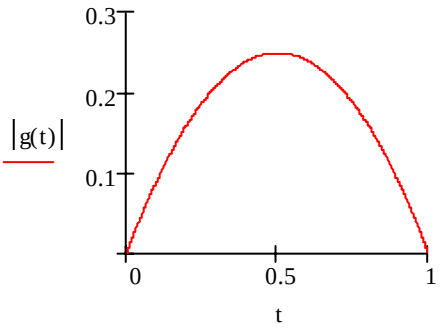
Из графика видно, что $\|y\| = \max_{t \in [0,1]} |y(t)| = \max_{t \in [0,1]} |\sin t| = \sin(1) \approx 0.841$. Следовательно,

$r(t,\sin) = \max_{t \in [0,1]} |t - \sin t| = 0.159, \quad \|y\| = 0.841.$

Пример 3. Определить расстояние между функциями $x(t) = t^2$ и $y(t) = t$ в пространстве $C[0,1]$.

Решение. Аналогично предыдущему примеру будем иметь

$g(t) := t^2 - t$



$\frac{d}{dt} g(t) \to 2t - 1 \text{ solve}, t \to \frac{1}{2}$

$|g(0)| = 0 \quad |g(1)| = 0 \quad |g(0.5)| = 0.25$

Сравнивая полученные значения, получим, что $r(t^2, t) = \max_{t \in [0,1]} |t^2 - t| = 0.25.$

Пример 4. Определить расстояние между парами функций $x(t) = t$, $y(t) = \sin t$ и $x(t) = t^2$, $y(t) = t$ в пространстве $L[0,1]$.

Решение. Метрика в пространстве $L[0,1]$ определяется следующей формулой

$$r(x, y) = \int_0^1 |x(t) - y(t)| dt,$$

вычисление по которой легко произвести в программе MathCad:

$\int_0^1 |t - \sin(t)| \, dt = 0.04$ $\int_0^1 |t^2 - t| \, dt = 0.167$

Следовательно,

$$r(t, \sin t) = \int_0^1 |t - \sin(t)| dt \approx 0.04 \quad \text{и} \quad r(t^2, t) = \int_0^1 |t^2 - t| dt \approx 0.167.$$

Пример 5. Сравнить значения расстояний между функциями $x(t) = t$ и $y(t) = \sin t$ в пространствах $L^2[0,1]$ и $L^4[0,1]$.

Решение. Метрика в пространстве $L^p[0,1]$ определяется формулой $r(x,y)=\left(\int_0^1 |x(t)-y(t)|^p\,dt\right)^{1/p}$, воспользовавшись которой последовательно найдем

$$\left(\int_0^1 (|t-\sin(t)|)^2\,dt\right)^{\frac{1}{2}}=0.061 \qquad \left(\int_0^1 (|t-\sin(t)|)^4\,dt\right)^{\frac{1}{4}}=0.084$$

Таким образом

$$r(t,\sin t)=\left(\int_0^1 |t-\sin(t)|^2\,dt\right)^{1/2}\approx 0.61 \quad \text{и}$$

$$r(t,\sin t)=\left(\int_0^1 |t-\sin(t)|^4\,dt\right)^{1/4}\approx 0.84.$$

Из полученных значений следует, что расстояние между заданными функциями в пространстве $L^4[0,1]$ больше расстояния в пространстве $L^2[0,1]$.

Пример 6. Вычислить скалярное произведение функций $x(t)=t$ и $y(t)=\sin t$ в пространстве $L^2[0,1]$.

Решение. Воспользуемся формулой для определения скалярного произведения в пространстве $L^2[0,1]$. Имеем

$$(f,g)=\int_0^1 f(t)g(t)dt.$$

Процесс вычисления скалярного произведения в Mathcad-е приводится ниже.

$$f(t):=t \qquad g(t):=\sin(t)$$

$$\text{scal}(f,g):=\int_0^1 f(t)\cdot g(t)\,dt \qquad \text{scal}(f,g)=0.301$$

Следовательно, $(f,g)=0.301$.

Пример 7. Применив процесс ортогонализации Шмидта к заданным векторам

$f_1 = (4;3;-12)$, $f_1 = (1;2;3)$ и $f_3 = (-2,5;6)$, получить ортонормированый базис в пространстве R^3.

Решение. Воспользуемся соответствующими формулами для организации процесса Шмидта (см. [5], стр. 127) Имеем

$$j_1 = \frac{f_1}{\|f_1\|},\ a_{21} = (f_2, j_1),\ g_2 = f_2 - a_{21} j_1,\ j_2 = \frac{g_2}{\|g_2\|},\ a_{31} = (f_3, j_1),\ a_{32} = (f_3, j_2),$$

$$g_3 = f_3 - a_{31} j_1 - a_{31} j_1,\ j_3 = \frac{g_3}{\|g_3\|}.$$

Процесс вычислени в среде MathCad представлен ниже:

$$f1 := \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ -12 \end{pmatrix} \qquad f2 := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad f3 := \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$A := \text{augment}(f1, f2, f3) \qquad A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -2 \\ 3 & 2 & 5 \\ -12 & 3 & 6 \end{pmatrix} \qquad |A| = -156$$

$$norm(f1) := \sqrt{\sum_{i=0}^{2} \left(f1_i\right)^2}$$

$$f1 := \frac{f1}{norm(f1)} \qquad f1 = \begin{pmatrix} 0.308 \\ 0.231 \\ -0.923 \end{pmatrix}$$

$$a_{21} := f2 \cdot f1 \qquad g2 := f2 - a_{21} \cdot f1$$

$$f2 := \frac{g2}{norm(g2)} \qquad f2 = \begin{pmatrix} 0.511 \\ 0.778 \\ 0.365 \end{pmatrix}$$

$$a_{31} := f3 \cdot f1 \qquad a_{32} := f3 \cdot f2 \qquad g3 := f3 - a_{31} \cdot f1 - a_{32} \cdot f2$$

$$f3 := \frac{g3}{norm(g3)} \qquad f3 = \begin{pmatrix} 0.803 \\ 0.584 \\ -0.122 \end{pmatrix}$$

Заметим, что для применения процесса ортогонализации Шмидта, необходимо, чтобы заданная система векторов была бы линейно независима. Для проверки - во второй строке вычислений с помощью функции **augment** из заданных векторов создается матрица A ($|A|$), а затем вычисляется ее детерминант. И так как $|A| \neq 0$, то заданная система векторов линейно независима. В заключительной чясти вычислений можно убедиться в том, что построенная система векторов является оротонормированной. Имеем

$$f1 \cdot f1 = 1 \qquad f2 \cdot f2 = 1 \qquad f3 \cdot f3 = 1$$

$$f1 \cdot f2 = 0 \qquad f1 \cdot f3 = 0 \qquad f2 \cdot f3 = 0$$

Таким образом, система векторов

$$f1 = \begin{pmatrix} 0.308 \\ 0.231 \\ -0.923 \end{pmatrix} \qquad f2 = \begin{pmatrix} 0.511 \\ 0.778 \\ 0.365 \end{pmatrix} \qquad f3 = \begin{pmatrix} 0.803 \\ 0.584 \\ -0.122 \end{pmatrix}$$

является ортонормированным базисом в пространстве R^3, что и требовалось получить.

Пример 7. Найти первые пять приближений для решения интегрального уравнения

$$f(t) = \int_0^1 K(x,t) f(x) dx + f(t),$$

где $K(x,t) = x + t, \quad f(t) = t$.

Решение. Поскольку функции $K(x,t)$ и $f(t)$ непрерывны соответственно на $[0,1]\times[0,1]$ и $[0,1]$, то в данном случае мы можем воспользоваться методом последовательных приближений для получения требуемых значений (см. [5], стр.56). Ниже приводится процесс получения соответствующих приближений:

$K(x,t) := x + t \qquad f(t) := t$

$f0(t) := 1$

$$f1(t) := \int_0^1 K(x,t)\cdot f0(t)\,dx + f(t) \;\rightarrow\; \frac{1}{2} + 2\cdot t$$

$$f2(t) := \int_0^1 K(x,t)\cdot f1(t)\,dx + f(t) \;\rightarrow\; \frac{1}{4} + \frac{5}{2}\cdot t + 2\cdot t^2$$

$$f3(t) := \int_0^1 K(x,t)\cdot f2(t)\,dx + f(t) \;\rightarrow\; \frac{1}{8} + \frac{5}{2}\cdot t + \frac{7}{2}\cdot t^2 + 2\cdot t^3$$

$$f4(t) := \int_0^1 K(x,t)\cdot f3(t)\,dx + f(t) \;\rightarrow\; \frac{1}{16} + \frac{19}{8}\cdot t + \frac{17}{4}\cdot t^2 + \frac{9}{2}\cdot t^3 + 2\cdot t^4$$

$$f5(t) := \int_0^1 K(x,t)\cdot f4(t)\,dx + f(t) \;\rightarrow\; \frac{1}{32} + \frac{9}{4}\cdot t + \frac{9}{2}\cdot t^2 + \frac{13}{2}\cdot t^3 + \frac{11}{2}\cdot t^4 + 2\cdot t^5$$

Пример 8. Найти первые 10 коэффициентов Фурье для функции $f(t) = t$ в ортогональном базисе $\cos(2\pi t), \sin(2\pi t), \ldots, \cos(2\pi nt), \sin(2\pi nt), \ldots$ пространства $L_2[0,1]$.

Решение. Известно, что в ортогональном базисе $\{\varphi_n\}$ коэффициенты Фурье для функции $f(t)$ определяются следующими формулами (см. [5], стр. 132)

$$a_n = \frac{(f, j_n)}{\|j_n\|},$$

где (f, j_n) означает скалярное произведение в заданном пространстве. В пространстве $L_2[0,1]$

$$\|j_n\| = \left(\int_0^1 j_n^2(t)dt\right)^{1/2}, \quad (f, j_n) = \int_0^1 f(t) j_n(t)dt.$$

Поскольку используемые формулы повторяются, то необходимые вычисления можно организовать воспользовавшись имеющемся в ресурсах MathCad оператором цикла **for ….**

Furje1(n) :=
for i ∈ 1,3..n
  $N_i \leftarrow \left(\int_0^1 (\cos(2\cdot\pi\cdot i\cdot t))^2 dt\right)^{\frac{1}{2}}$
  $c_i \leftarrow \dfrac{\int_0^1 t\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot i\cdot t)\,dt}{N_i}$
c

Furje1(9) =

	0
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	$2.946\cdot10^{-15}$
8	0
9	0

Furje2(n) :=
for i ∈ 2,4..n
  $N_i \leftarrow \left(\int_0^1 (\sin(2\cdot\pi\cdot i\cdot t))^2 dt\right)^{\frac{1}{2}}$
  $c_i \leftarrow \dfrac{\int_0^1 t\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot i\cdot t)\,dt}{N_i}$
c

Furje2(8) =

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -0.113 \\ 0 \\ -0.056 \\ 0 \\ -0.038 \\ 0 \\ -0.028 \end{pmatrix}$$

Из полученных результатов следует, что коэффициенты при косинусах равны нулю. Что касается коэффициентов при синусах, то будем иметь

$c_2 = -0.113, c_4 = -0.056, c_6 = -0.038, c_8 = -0.028.$

Литература

1. Эргашев Ж.Б., Пути оптимизации преподавания высшей математики с применением информационных технологий. //Молодой ученый.-2013, N8 (55), с. 450-452.
2. Зайцева Ж.И., Методика преподавания высшей математики с применением новых информационных технологий. Библиотека авторефератов и диссертаций по педагогике. http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-08/dissertaciya-metodika-prepodavaniya-vysshey-matematiki-s-primeneniem-novyh-informatsionnyh-tehnologiy#ixzz6YNeOUiyh
6. *Ушакова В. А., Использование информационных технологий* на уроках *математики // Молодой ученый.* — 2016. — №8. — с. 1053-1055. — URL: https://moluch.ru/archive/112/28735/
3. Սահակյան Գ.Հ., Mathcad 2000: Ուսումնական ձեռնարկ: Եր., 2004, 148 էջ:
4. Սահակյան Գ.Հ. Ֆունկցիոնալ անալիզի հիմունքներ: «Եդիտ Պրինտ», Ստեփանակերտ, 2021:

Նյութը ներկայացվել է 5.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.դ. Տ.Ն. Հարությունյանը:

UDC 512

Mathematics

Liana ABRAHAMYAN
PhD, associate professor of the department of Physics and Mathematics, Ar SU
E-mail: liana_abrahamyan@mail.ru

Susanna NERSESYAN
special physical-mathematical school named after A. Shahinyan under YSU of the Stepanakert branch.
E-mail: susannagurgenovna@gmail.com

Anna KHACHATRYAN
ArSU, mathematics major, 3 years
E-mail: annaachatryan@mail.ru:

THE APPLICATION OF INTEGER AND FRACTIONAL PARTS OF REAL NUMBERS IN SOME TASKS

Լ.Ռ.Աբրահամյան, Ս. Գ.Ներսեսյան, Ա.Գ. Խաչատրյան

ԻՐԱԿԱՆ ԹՎԻ ԱՄԲՈՂՋ ԵՎ ԿՈՏՈՐԱԿԱՅԻՆ ՄԱՍԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՈՇ ԽՆԴԻՐՆԵՐՈՒՄ

Թվի ամբողջ և կոտորակային մասերը սովորաբար շատ քիչ են դիտարկվում հանրային դպրոցի դասընթացներում: Մինչդեռ դրանք հանդիպում են մաթեմատիկայի շտեմարաններում և օլիմպիադայի խնդիրներում, ընդ որում դրանք կարող են հաջողությամբ օգտագործվել արտադասարանական գործունեության մեջ: Արտադասարանական գործունեությունը օգտակար է ինչպես աշակերտների, այնպես էլ ուսուցիչների համար: Արտադասարանական աշխատանքները հաջողությամբ իրականացնելու համար ուսուցիչները պետք է մշտապես ընդլայնեն իրենց գիտելիքները՝ և այդ թվում մաթեմատիկայից ու նրա դասավանդման մեթոդիկայից: Մաթեմատիկայի արտադասարանական աշխատանքն իրականացվում է տարբեր ձևերով - դա կարող է լինել արտադասարանական գործունեություն, օլիմպիադա, պատի թերթ և այլն: Սա իր հերթին բարձրացնում է նաև

ուսուցման որակը: Հոդվածի վերջում, օգտագործելով հոդվածում ներկայացրած Լեժանդրի թեորեմը, շատ ավելի մատչելի է լուծվում թվերի տեսությունից հայտնի բնական թվի բնական բաժանարարների քանակը հաշվելու խնդիրը: Հոդվածի գործնական նշանակությունը կայանում է նրանում, որ ներկայացրած նյութը կարող է առաջարկվել ոչ միայն ուսուցիչներին - դպրոցում դասավանդման պրակտիկայում օգտագործելու համար, այլ նաև մանկավարժական ԲՈՒՀ-երի ուսանողներին:

Բերված խնդիրները լուծվել են ԵՊՀ–ին առընթեր Ա. Շահինյանի անվան ֆիզիկամաթեմատիկական հատուկ դպրոցի Ստեփանակերտի մասնաճյուղի արտադպրոցական պարապմունքներում:

Բանալի բառեր՝ *ոչ ստանդարտ խնդիր, լուծում, իրական թվի կոտորակային մաս, իրական թվի ամբողջ մաս :*

Л. Абрамян, С. Нерсесян, А. Хачатрян

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛОЙ И ДРОБНОЙ ЧАСТЕЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ЧИСЛА В НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ

Целые и дробные части числа обычно не рассматриваются в курсах государственных школ. Между тем они встречаются в задачниках по математике, олимпиадных задачах и могут успешно использоваться во внеурочной деятельности. Внеклассные мероприятия полезны как ученикам, так и учителям. Для успешного осуществления внеклассной деятельности учителям необходимо постоянно расширять свои знания по математике. Внеклассная работа по математике проводится по-разному. Это может быть внеклассное мероприятие, олимпиада, стенгазета. Это, в свою очередь, повышает качество обучения. В конце статьи с помощью теоремы Лежандра по-новому решается известная из теории чисел задача. Практическая значимость статьи в том, что разработанный материал может быть рекомендован учителям для использования в практике преподавания в школе. Задачи, упомянутые в статье, решались на внеклассных занятиях специальной физико-математической школы имени А.Шагиняна при ЕГУ Степанакертского филиала.

Ключевые слова: *Нестандартная задача, решение, дробная часть действительного числа, целая часть действительного числа.*

L.Abrahamyan, S.Nersesyan, A.Khachatryan

THE APPLICATION OF INTEGER AND FRACTIONAL

PARTS OF REAL NUMBERS IN SOME TASKS

Integer and fractional number are not usually considered in public school courses. Meanwhile, they are found in mathematics databases and Olympiad problems and can be successfully used in extracurricular activities. Extracurricular activities are beneficial to students and teachers alike. In order to successfully implement extracurricular activities, teachers must constantly expand their knowledge of mathematics. Extracurricular work in mathematics is carried out in different ways. It can be an extracurricular activity, an Olympiad, a wall paper. This, in turn, improves the quality of teaching. At the end of the article, using the Legendre theorem, a problem known from number theory is solved in a new way. The practical significance of the article in the fact that the developed material can be recommended for use by teachers in the practice of teaching at school.

The mentioned problems were solved in the extracurricular classes of the special physical-mathematical school named after A. Shahinyan under Yerevan State University (Stepanakert branch).

Key words: *Non-standard problem, solution, fractional part of a real number, integer part of a real number.*

1.Introduction

Integer and fractional number are not usually considered in public school courses. Meanwhile, they are found in mathematics databases and Olympiad problems and can be successfully used in extracurricular activities. Extracurricular activities are beneficial to students and teachers alike. In order to successfully implement extracurricular activities, teachers must constantly expand their knowledge of mathematics. This, in turn, improves the quality of teaching.

Extracurricular work in mathematics is carried out in different ways. It can be an extracurricular activity, an Olympiad, a wall paper. The article considers several new problems regarding the integer and fractional parts of the number, which can contribute to the development of creative thinking and serve as a model for solving further problems [1-6].

2. Integer and fractional parts of a real number.

The integer part of a real number [1] is called the largest number k that does not exceed x, that is $k \le x < k+1$.

The integer part of a real number is determined univalently and is usually denoted by $[x]$. Thus, the integer part of a real number x is the number $[x]$ that satisfies the following condition: $[x] \le x < [x]+1$.

The fractional part [1] of the number x is the difference $x - [x]$ which means $\{x\}$: Therefore, $x - [x] = \{x\}$ and $x = [x] + \{x\}$.

For example: $[6,3] = 6, \{6,3\} = 0.3$, $[-6,3] = -7, \{-6,3\} = 0.7$

3. Tasks with integer and fractional parts of a real number :

Task 1. Solve the equation: $\sin x+\cos x=[x]$

Solution. We present the given equation as follows:

$$\sqrt{2}\times\sin\left(x+\frac{\pi}{4}\right)=[x]$$

The range of values on the left side of the equation is the range $[-\sqrt{2},\sqrt{2}]$, so the possible values of $[x]$ are $\pm1,0$.

$1)[x]=-1\Rightarrow x\in[-1,0)$

$$\sin\left(x+\frac{\pi}{4}\right)=-\frac{1}{\sqrt{2}}\Rightarrow\begin{bmatrix}x+\frac{\pi}{4}=-\frac{\pi}{4}+2\pi k,k\in Z\\ x+\frac{\pi}{4}=-\frac{3\pi}{4}+2\pi m,m\in Z\end{bmatrix}\Rightarrow$$

there is no solution in $[-1,0)$

$2)[x]=0\Rightarrow x\in[0,1)\Rightarrow\sin\left(x+\frac{\pi}{4}\right)=0\Rightarrow x=\frac{\pi}{4}+\pi k\Rightarrow$ does not have a solution in the specified range,

$3)[x]=1\Rightarrow x\in[1,2)\Rightarrow\sin\left(x+\frac{\pi}{4}\right)=\frac{1}{\sqrt{2}}\Rightarrow$

$$\begin{bmatrix}x+\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{4}+2\pi k\\ x+\frac{\pi}{4}=\frac{3\pi}{4}+2\pi m\end{bmatrix}\Rightarrow x=\frac{\pi}{2}\in[1,2),m=0.$$

Answer: $x=\frac{\pi}{2}$

Task 2: Calculate the number of roots of the follow equation:

$$\left[x+\frac{3}{5}\right]+[x]=\frac{7x-3}{3}$$

Solution. Note that solving the equation leads to the following two case studies

Case 1. $x\le k<x+\frac{3}{5},\ k\in Z$: In this case we obtain: $\left[x+\frac{3}{5}\right]=k,\ [x]=k$:

Thus, the given equation will take the following form:

$$k+k=\frac{7x-2}{3}\Rightarrow x=\frac{6k+2}{7},$$

where k satisfies the following condition:

$$k \le \frac{6k+2}{7} < k+0{,}6,\ k \in Z.$$

Further,

$$7k \le 6k+2 < 7k+4{,}2 \quad \text{and} \quad k \in Z.$$

There is a five-integer number that satisfies the obtained system:

$$\begin{cases} k \le 2 \\ k > -2{,}2 \\ k \in Z \end{cases}$$

Case 2: $x+\frac{3}{5} \le k < x+1,\ k \in Z$: In this case we obtain: $\left[x+\frac{3}{5}\right] = k+1,$ $[.x] = k.$

Thus, the given equation will take the following form:

$$2k+1 = \frac{7x-2}{3} \Rightarrow x = \frac{6k+5}{7},$$

where k satisfies the following condition:

$$k+0{,}6 \le \frac{6k+2}{7} < k+1,\ k \in Z :$$

There is a two-integer number that satisfies to obtained system:

$$\begin{cases} k \le 0{,}8 \\ k > -2 \\ k \in Z. \end{cases}$$

Thus, the given equation has seven roots.

Answer: 7

Task 3: **Solve the equation** : $\sqrt[[x]]{\{x\}} = 2\{x\}.$

Solution: Note, that

$$\sqrt[[x]]{\{x\}} = 2\{x\} \qquad (1)$$

the set of allowed values of the equation is the set of natural numbers:

$$[x] = n,\ n \in N, n \ne 1:$$

Denoting $\{x\} = a$, the equation (1) can be written as follows:

$$a = (2a)^n \qquad (2)$$

a. If $a = 0,$ we obtain true equality $0 = 0$ for any natural number.

b. If $a = \frac{1}{2},$ we obtain wrong $\frac{1}{2} = 1$ equality.

c. If $0 < a < \frac{1}{2},$ we obtain : $0 < 2a < 1.$

Logarithm to base 2 the identity (2) provides for:

$$\log_2 a = n\log_2(2a),$$
$$(1-n)\log_2 a = n,$$
$$\log_2 a = n/(1-n) \Rightarrow a = 2^{\frac{n}{1-n}}, n \neq 1.$$

Thus $x = n + 2^{\frac{n}{1+n}}$ putting in (2) we get:

$$2^{\frac{n}{1-n}} = \left(2 \times 2^{\frac{n}{1-n}}\right)^n,$$

or follow true equality : $2^{\frac{n}{1-n}} = 2^{\frac{n}{1-n}}$.

In the case of $n = 1$ the equation (1) has no solution.

d. In the case of $\frac{1}{2} < a < 1,$ we obtain $1 < 2a < 2;$

further, inequality $a = (2a)^n < 1$ holds when $n < 0$, which does not satisfy the set of allowed values of the equation.

Answer: $x = n + 2^{\frac{n}{1+n}}, \quad x = n, n \in N, n = 2, 3, 4, 5, \ldots$

Task 4: Calculate the natural divisors of number $6!$.

Solution. We will apply the follow theorem:

Theorem (Legendre). [1] . Assume that $n \geq 2$ and $p \leq n$. The exponent a with which the prime number p participates in the $n!$ canonical form is determined by the follow equality:

$$a = \left[\frac{n}{p}\right] + \left[\frac{n}{p^2}\right] + \ldots + \left[\frac{n}{p^k}\right] = \sum_{i=1}^{k} \left[\frac{n}{p^i}\right]$$

Were p^k is the largest power of p that does not exceed $n \left(p^k \leq n \leq p^{k+1}\right)$.

Further, represent the number $6!$ in the follow canonical form:

$$6! = 2^{\left[\frac{6}{2}\right] + \left[\frac{6}{2^2}\right]} \times 3^{\left[\frac{6}{3}\right]} \times 5^{\left[\frac{6}{5}\right]} = 2^{3+1} \times 3^2 \times 5^1 = 2^4 \times 3^2 \times 5.$$

Then use the well-known function to count the natural divisors of a natural number:

$$t(6!) = (1+4)(1+2)(1+1) = 30.$$

Answer : 30.

References

1. Movsisyan Yu. M., Higher Algebra and Number Theory, Yerevan State University, Yerevan, 2023.
2. Arakelyan K. A., collection of mathematics problems,

Yerevan, 2021.
3. Galkin E.V., Non-standard tasks in mathematics. Algebra: Proc. allowance for students in grades 7-11. Chelyabinsk: "View", 2004.
4. Gorskaya E. A., Organization of an elective course in mathematics on the basis of non-standard tasks, // Siberian Pedagogical Journal, 2007.
5. Mironov A.N., To the question of the content of extracurricular activities in mathematics at school, Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology,2019.
6. Abrahamyan L.R., Arzumanyan S.A., Non-standard equations regarding integer or fractional parts of real numbers, mathematical education 10, proceedings of the international conference, Yerevan, October 6-7, 2022.

Նյութը ներկայացվել է 8.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

UDC 512

Mathematics

Robert HARUTYUNYAN
Professor, head of the department of Natural Sciences,
Telecommunication and Information Technologies
Shushi Tech.University,
E-mail: rharutyunyan@shushitech.am

Liana ABRAHAMYAN
PhD, associate professor of the department of Physics and Mathematics,
Ar SU.
E-mail: liana_abrahamyan@mail.ru

NON-STANDARD TASKS WITH SOLUTIONS

Ռ. Հարությունյան , Լ. Աբրահամյան

ՈՉ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐՈՎ

Աշխատանքում ներկայացված են մաթեմատիկայից ոչ ստանդարտ խնդիրների լուծումներ, որոնք կարող են օրինակ ծառայել նմանատիպ այլ խնդիրների լուծման համար: «Ոչ ստանդարտ» առաջադրանքի հասկացությունը հարաբերական է: Հենց ուսուցիչը ուսանողներին ծանոթացնում է նման խնդիրների լուծման մեթոդներին, դրանք դադարում են լինել «ոչ ստանդարտ» առաջադրանքներ: Որքան շատ գիտելիքներ ունենա մարդը, այնքան ավելի բազմազան կլինեն նրա մոտեցումները ստեղծագործական, ոչ ստանդարտ խնդիրների լուծման հարցում:

Այնուամենայնիվ, համապատասխան գիտելիքները պետք է լինեն բազմակողմանի, քանի որ այն կարողություն ունի կողմնորոշելու մտածողությունը խնդիրների լուծման տարբեր մոտեցումների ուղղությամբ: Ոչ ստանդարտ հավասարումների լուծումը պահանջում է ոչ ստանդարտ մտածողություն, դատողություններ և կախված է դրանց լուծման փորձից, ձևափոխությունների տեխնիկայից և մեթոդների տիրապետելուց: Ոչ ստանդարտ խնդիրների լուծման ոչ ավանդական եղանակի ինքնուրույն որոնումը

նպաստում է ստեղծագործական մտածողության զարգացմանը: Հոդվածի նպատակն է զարգացնել ոչ ավանդական մտածողությունը ուսանողների շրջանում՝ ներկայացնելով ձևափոխությունների մեթոդներն ու տեխնիկան:

Բանալի բառեր՝ *հավասարում, ոչ ստանդարտ հավասարումներ, լուծում, արտահայտություն, ստեղծագործական մտածողություն, ձևափոխությունների տեխնիկա:*

Р .Арутюнян , Л. Абрамян

НЕСТАНДАРТНЫЕ ЗАДАЧИ С РЕШЕНИЯМИ

В работе приведены решения нестандартных задач по математике, которые могут служить образцом для решения других подобных задач.
Понятие «нестандартная» задача относительно. Как только преподаватель знакомит учащихся с методами решения таких задач, они перестают быть «нестандартными» задачами. Чем больше у человека знаний, тем разнообразнее будут его подходы к решению творческих, нестандартных задач. Однако знания должны быть разнонаправленными, так как обладают способностью ориентировать мышление на разные подходы к решению задач. Решение нестандартных уравнений требует нестандартного мышления, суждений и зависит от опыта их решения, овладения методами и приемами преобразования. Самостоятельный поиск нестандартного способа решения нестандартных задач способствует развитию творческого мышления. Цель статьи - развитие нетрадиционного мышления у студентов путем представления методов и приемов преобразований.

Ключевые слова: *Уравнение, нестандартные уравнения, решение, выражение, творческое мышление, приемы преобразований.*

The paper presents a solutions of non-standard tasks in mathematics, which as a result can serve as a model for solving other similar tasks.
The concept of a “non-standard” task is relative. As soon as the teacher introduces students to the methods for solving such problems, they cease to be "non-standard" tasks. The more knowledge a person has, the more diverse his approaches to solving creative, non-standard problems will be.
However, the relevant knowledge must be multidirectional, as it has the ability to orient thinking towards different approaches to

solving problems. Solving non-standard equations requires non-standard thinking, judgments and depends on the experience of solving them, mastering the methods and techniques of transformation. An independent search for an unconventional way to solve non-standard problems contributes to the development of creative thinking. The purpose of the article is the development of non-traditional thinking among students by presenting the methods and techniques of transformation.

Key words: *equation, non-standard equations, solution, analysis, expression.*

1.Introduction

In recent years, much attention has been paid to the solution of so-called non-standard problems in the methodical press. School students often find complete helplessness in the simplest situations, how unusual the proposed method is for the student, how non-standard it is. The concept of a “non-standard” task is relative. As soon as the teacher introduces students to the methods for solving such problems, they cease to be "non-standard" tasks. The more knowledge a person has, the more diverse his approaches to solving creative, non-standard problems will be.

However, the relevant knowledge must be multidirectional, as it has the ability to orient thinking towards different approaches to solving problems. Solving non-standard equations requires non-standard thinking, judgments and depends on the experience of solving them, mastering the methods and techniques of transformation. An independent search for an unconventional way to solve non-standard problems contributes to the development of creative thinking. The purpose of the article is the development of non-traditional thinking among students by presenting the methods and techniques of transformation.

The study and analysis of solutions to non-standard problems was mentioned in the literature [1-5]. In particular, Poya noted that each solved problem becomes a model for solving similar problems in the future.

And in the works of Robert Djijian, we see that to solve each problem we use an already solved prototype problem. By the way, both authors referred to the steps of problem analysis [5].

2. Purpose and problem statement

Solutions to mathematical problems do not always consist of a clear statement, in many cases the necessary explanations are missing, which does not serve well in the process of solving subsequent problems. The work presents several non-standard problems of mathematics, the solutions of which can serve as examples, where the methodology of their solutions is detailed, which will be both solutions of the mentioned problems and research and methodology of problem solutions.

The work provides not only the solutions to the problems, but also their analysis and the selection of the necessary methods, which as a result can serve as a model for the solutions of such problems, that is, the ability to solve and analyze the problem will gradually be formed.

Let's present problems, the solutions of which require unique, special approaches and analyses, using the well-known toolkit of mathematical operations.

Task 1.Solve the equation

$$x^{x^3}=36 \qquad (1)$$

Solution. The equation (1) can be written in the form $x^{x^3}=36=6^2$:

If we square the left and right parts of the resulting equation, we will get:

$$\left(x^{x^3}\right)^3=(6^2)^3 \qquad (2)$$

Considering that $(a^m)^n = (a^n)^m$, from (2), we will get:

$$(x^3)^{x^3} = 6^6$$

from where we will have: $x^3 = 6$, and finally $x = \sqrt[3]{6}$:

Answer: $x = \sqrt[3]{6}$

Task 2. It's a given

$$x^3 + \frac{1}{x^3} = 18 \qquad (3)$$

to find $x^7 + \frac{1}{x^7}$-ը:

Solution. Using the well-known formula for the sum of the cubes of numbers, we will have `

$$x^3 + \frac{1}{x^3} = (x)^3 + \left(\frac{1}{x}\right)^3 = \left(x + \frac{1}{x}\right)\left(x^2 - 1 + \frac{1}{x^2}\right),$$

on the other hand, given that $a^3 + b^3 = (a + b)^3 - 3ab(a + b)$, we will have

$$\left(x + \frac{1}{x}\right)^3 - 3\left(x + \frac{1}{x}\right) = 18 \qquad (4)$$

denoting $t = x + \frac{1}{x}$, from (4) we obtain $t^3 - 3t = 18$, or $t^3 - 3t - 18 = 0$:

Lets present the last equation as follows:

$$t^3 - 3t^2 + 3t^2 - 9t + 6t - 18 = 0,$$

$$t^2(t - 3) + 3t(t - 3) + 6(t - 3) = (t - 3)(t^2 + 3t + 6) = 0.$$

If we need to find real solutions to the equation (3), it is obvious that the trinomial in the second bracket has no real solution and $t = 3$, will be the only real solution, where $t = x + \frac{1}{x} = 3$. By squaring the left and right parts of the resulting equation, we obtain:

$t = 3$, $\left(x+\frac{1}{x}\right)^2 = 3^2 = 9$ then $x^2+\frac{1}{x^2}+2=9$, $x^2+\frac{1}{x^2}=7$:

By squaring the left and right parts of the resulting equation, we obtain:

$$\left(x^2+\frac{1}{x^2}\right)^2 = 7^2 = 49,$$

then

$$x^4+\frac{1}{x^4}+2 = 49$$

or

$$x^4+\frac{1}{x^4} = 47 \qquad (5)$$

Multiplying the left and right parts of equations (3) and (5) , respectively, we obtain:

$$\left(x^3+\frac{1}{x^3}\right)\left(x^4+\frac{1}{x^4}\right) = 47\cdot 18$$

$$x^7+x+\frac{1}{x}+\frac{1}{x^7} = 846,$$

from last equation we obtain

$$x^7+\frac{1}{x^7} = 846-3 = 843:$$

Answer: $x^7+\frac{1}{x^7} = 843:$

Task 3. Solve an equation

$$\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x+1} = \left(1+\frac{1}{23}\right)^{23} \qquad (6)$$

Solution. Let's note that

$$1+\frac{1}{23} = \frac{24}{23},$$

hence the right-hand side of (6) can be represented as in the following form:$\left(1+\frac{1}{23}\right)^{23} = (\frac{24}{23})^{23} = (\frac{23}{24})^{-23} = (\frac{-23}{-24})^{-23} = (\frac{-23-1+1}{-24})^{-23} = \left(1+\frac{1}{-24}\right)^{-23} = \left(1+\frac{1}{-24}\right)^{-24+1}$:

Comparing the left side of the equation (6) and the modified right side, we obtain: $\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x+1} = \left(1+\frac{1}{-24}\right)^{-24+1}$, from which we obtain $x=-24$.

Answer: $x=-24$:

Task 4. Calculate $x^{2021}+\frac{1}{x^{2021}}$ if it is known, that $x+\frac{1}{x}=\sqrt{2}$:

Solution:

By squaring the left and right parts of equation $x+\frac{1}{x}=\sqrt{2}$, we obtain:

$$x^2+2+\frac{1}{x^2}=2$$

$$x^4+1=0$$

$$x^4=-1.$$

Then considering that $x^{2021} = x^{2020} \times x$, we obtain:

$$x^{2021} + \frac{1}{x^{2021}} = x^{2020} \times x + \frac{1}{x^{2020} \times x} = (x^4)^{505} \times x + \frac{1}{(x^4)^{505} \times x} = -x - \frac{1}{x} = -\sqrt{2}:$$

Answer: $-\sqrt{2}$

Task 5. Calculate without a calculator:

$$\sqrt{1111111155555556}$$

Solution.

Using the form of representation of the number in the 10 system and the form of the formula of the square of the binomial and making simple pretensions, the root number can be represented as follow

$$1111111155555556 = 11111111 \cdot 10^8 + 50 \cdot 1111111 + 6 =$$

$$\frac{10^8 - 1}{9} 10^8 + 50 \cdot \frac{10^7 - 1}{9} + 6 = \frac{1}{9}(10^{16} - 10^8 + 5 \cdot 10^8 - 50 + 54)$$

$$= \frac{1}{9}(10^{16} + 4 \cdot 10^8 + 4) = \frac{1}{9}(10^8 + 2)^2$$

So, we obtain:

$$\sqrt{1111111155555556} = \sqrt{\frac{1}{9}(10^8 + 2)^2} = \frac{1}{3}(10^8 + 2):$$

Answer: $\frac{1}{3} \times (10^8 + 2):$

References

1. Poya D., How to solve tasks, Moscow, 1991, p.216.
2. Poya D., Mathematical discovery, Moscow, 2010, M., 2010, 448p.
3. Fridman L.M., Turetsky E.N., How to learn to solve problems, M., 1989.
4. Sprun V.P., Mathematics for high school students, M., 2008, 268 p.
5. Jijian R., Lecture from the logic of scientific research course, Yer., 2013.

Նյութը ներկայացվել է 8.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

ՀՏԴ514.7

Մաթեմատիկա

Ռուդիկ ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ԱրՊՀ, մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսոր
E-mail:rudikarakelyan@asu.am

ԽՆԴԻՐՆԵՐ ՈՒՂՂԻ ԵՎ ԲԱԶՄԱՆԻՍՏԻ ՀԱՏՄԱՆ ԿԵՏԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հոդվածում տրվում է են մի շարք խնդիրների լուծվումներ՝ ուղղի և բազմանիստի հատման կետերի կառուցման վերաբերյալ, որոնք կարող են ուսուցիչների և ուսանողների հետաքրքրություն առաջացնել միջնակարգ դպրոցի մոտ:
Ընդհանրապես բազմանիստի հատման խնդիրները կարելի է տրոհել երկու խմբի:
Առաջին: Խնդիրներ որտեղ պահանջվում է կառուցել բազմանիստի հատույթը հարթությամբ, երբ հարթությունը տրված է՝ ա) մի ուղղի չպատկանող երեք կետերով, բ) կետով և ուղղով, գ) երկու հատվող ուղիղներով, դ) կետով և պրոյեկցիայի հարթության վրա ունեցած ուղղի հետքով: Նշված դեպքերից յուրաքանչյուրն ունի յուր առանձնահատկությունը և կիրառությունը: Այս խնդիրները լուծելու համար աշակերտը պետք է վերհիշի երկրաչափության պատկանելիության խմբի աքսիոմները, ինչպես նաև կարկինով և քանոնով կառուցումների իրականացման մեթոդիկան:
Երկրորդ: Խնդիրներ որտեղ պահանջվում է կառուցել բազմանիստի նիստերի և ուղղի հատման կետերը: Եթե առաջին դեպքում հաճախ պահանջվում է պարզել հատույթի բազմանկյան հատկությունները՝ պարագծի երկարությունը, բազմանկյան մակերեսը կամ այլ երկրաչափական հատկություններ, ապա երկրորդ դեպքում կարևորվում է հատման կետերի քանակը: Այժմ ավելի մանրամասն բուն նյութի մասին:
Եռաչափ էվկլիդյան տարածության մեջ գոյություն ունեն հինգ կանոնավոր բազմանիստեր՝ տետրաեդր կամ (քառանիստ), հեքսաեդր կամ (խորանարդ), օկտաեդր կամ (ութանիստ), դոդեկաեդր կամ (տասներկու նիստ ունեցող

բազմանիստ), իկոսաեդր կամ (քսան նիստ ունեցող բազմանիստ):
Բանալի բառեր՝ *ուղիղ գիծ, հարթություն, բազմանիստ, հատման կետեր, օրթոգոնալ պրոյեկցիա:*

Р. Аракелян

ЗАДАЧИ НА ПОСТРОЕНИЕ ТОЧЕК ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРЯМОЙ И МНОГОГРАНИКА

В статье решается ряд задач на построение точек пересечения прямой и многогранника, которые могут быть интересны учителям и учащимся средней школы. В целом задачи о сечениях многогранника можно разделить на две группы.

Первая группа: Задачи, где требуется построить отрезок многогранника на плоскости, когда плоскость задана: а) тремя точками, не принадлежащими одной прямой, б) точкой и прямой, в) двумя пересекающимися прямыми, г) точка и следом проекции линии на плоскости . Каждый из упомянутых случаев имеет свои особенности и применение. Для решения этих задач учащийся должен вспомнить аксиомы группы принадлежности геометрии, а также методику построения с помощью циркуля и линейки.

Вторая группа: Задачи, где требуется построение точек пересечения прямой и граней многогранника. Если в первом случае часто требуется знать свойства многогранника: длину периметра, площадь многогранника или другие геометрические свойства, то во втором случае важно количество точек пересечения. Теперь более подробно о самом материале. В трехмерном евклидовом пространстве имеется пять правильных многогранников: тетраэдр или (квадраэдр), шестигранник или (куб), октаэдр или (октаэдр), додекаэдр или (двенадцатигранный многогранник), икосаэдр или (двадцатигранный многогранник).

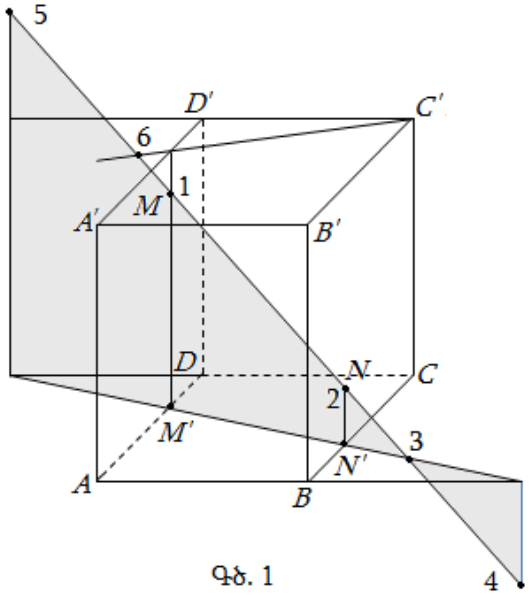
Ключевые слова: *прямая, плоскость, многогранник, точки пересечения, ортогональная проекция.*

R. Araqelyan

PROBLEMS ON CONSTRUCTING POINTS OF INTERSECTION OF A LINE AND A POLYGON

The article solves a number of problems regarding the construction of points of intersection of a line and a polyhedron, which may be of interest to secondary school teachers and students.In general, polynomial intersection problems can be

divided into two groups.
First group. Problems where it is required to construct the segment of a polyhedron in a plane, when the plane is given by: a) three points not belonging to the same line, b) a point and a line, c) two intersecting lines, d) a point and the trace of a line on the projection plane.Each of the mentioned cases has its own characteristics and application. In order to solve these problems, the student should recall the axioms of the geometry membership group, as well as the methodology of constructions with a hook and a ruler.
Second group. Problems where it is required to construct polynomial sessions and line intersections. If in the first case it is often required to find out the polygonal properties of the part: the length of the perimeter, the area of the polygon or other geometrical properties, then in the second case the number of intersection points is important. Now in more detail about the material itself.In three-dimensional Euclidean space, there are five regular polyhedra: tetrahedron or (quadruhedral), hexahedron or (cube), octahedron or (octahedron), dodecahedron or (twelve-sided polyhedron), icosahedron or (twenty-sided polyhedron).
Key words: *straight line, plane, polyhedron, intersection points, orthogonal projection.*



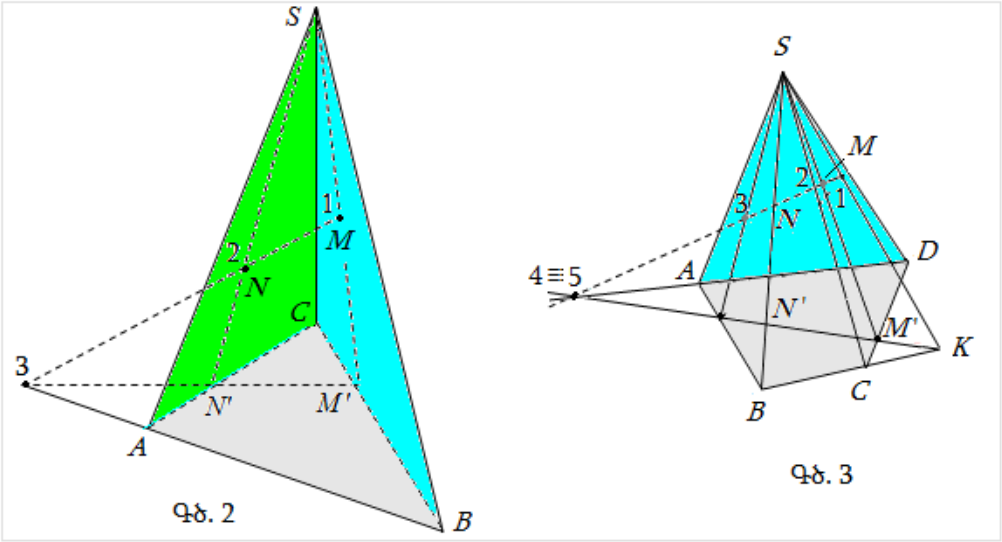
Գծ. 1

Խնդիր 1. Տրված է $ABCDA¢B¢C¢D¢$ խորանարդը և նրա երկու զուգահեռ նիստերին երկու կետեր՝ M և N: Կառուցել այդ կետերով անցնող ուղղի և խորանարդի նիստերի հարթությունների հետ հատման կետերը, գծ. 1:

Լուծում: Նախ կառուցենք M և N կետերի օրթոգոնալ պրոյեկցիաները խորանարդի հիմքի հարթության վրա՝ $M¢$-ը և $N¢$-ը: Այնուհետև $MM¢$ և $NN¢$ զուգահեռ ուղիղներով անցնող հարթությունը, գծագրում այն ներկված է: MN ուղղի վրա նշված 6 կետերից յուրաքանչյուրը հանդիսանում է խորանարդի համապատասխան նիստի հետ հատման կետ, դրանց թիվը 6 է:

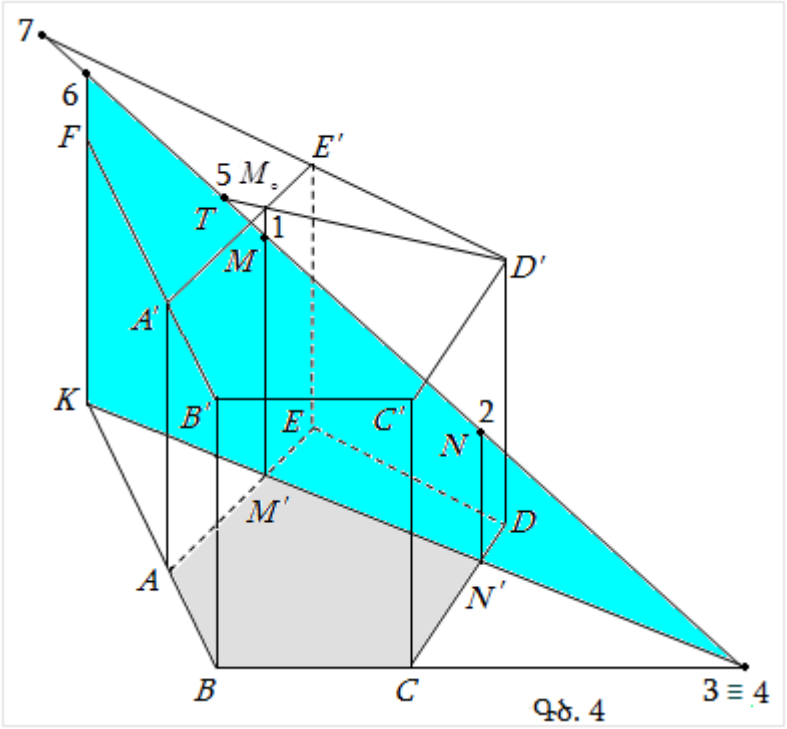
Խնդիր 2. Բուրգի երկու կողմնային նիստերին տրված են երկու կետեր՝ M և N, որոնց պրոյեկցիաները հիմքի հարթության վրա M¢ և N¢ կետերն են: Տարված է ուղիղ, որն անցնում է M և N կետերով: Կառուցել MN ուղղի և բուրգի նիստերի հատման կետերը [1], էջ 34:

Լուծում: Կառուցենք MN ուղղի հետքը հիմքի հաթության վրա, կստանանք 3 կետը: MN ուղղի և բուրգի BSC կողմի հետ հատման կետը նշանակված է 1 թվով: Այսպիսով, MN ուղղի վրա ստացանք 3 կետեր, որը համընկնում է եռանկյուն բուրգի նիստերի թվին, գծ. 2:



Խնդիր 3. Բուրգի CSD նիստում տրված է M կետը, իսկ ASB նիստում՝ N կետը: Այդ երկու կետերով տարված է MN ուղիղը: Կառուցել այդ ուղղի և բուրգի նիստերի հետ հատման կետերը:

Լուծում: Կառուցենք այդ կետերի պրոյեկցիան հիմքի հարթության վրա, կստանանք M¢ և N¢ կետերը: Կառուցենք M¢N¢ Ç $AD = \{4\}$: Քանի որ MN-ի պրոյեկցիան M¢N¢ է, ապա այդ ուղիղների հատման կետը կհանդիսանա 5 կետը: Այսպիսով, MN ուղիղը քառանկյուն բուրգի բոլոր 5 նիստերի հետ հատվում է, գծ. 3:



Գծ. 4

Խնդիր 4. Տրված է հնգանկյուն պրիզմա: Նրա $AEE'A'$ և $CDD'C'$ նիստերի վրա երկու կետեր՝ M և N: Այդ կետերով տարված է ուղիղ: Կառուցել այդ ուղղի և պրիզմայի հարթությունների հատման կետերը: [2], էջ 191:

Լուծում. Կառուցենք այդ ուղղի օրթոգոնալ պրոյեկցիան հիմքի հարթության վրա: Կստանանք KM ուղիղը:

$DE \cap MN = \{7\}$; $DM_0 \cap MN = \{T\}$; $BA \cap MN = \{K\}$: K կետում կանգնեցնենք ուղղահայաց պրիզմայի հիմքի հարթությանը, կստանանք $K6$ ուղիղը: Այսպիսով MN ուղղի վրա ստացանք 7 կետեր, որոնք համապատասխանում են բազմանիստի հատույթի կետերի հատման կետերի թվին, գծ. 4:

Խնդիր 5. Տրված է $ABCDE$ հիմքով S գագաթով հատած բուրգը: Եվ երկու նիստերին՝ ASB և DSE՝ երկու կետեր՝ M և N: Կառուցել այդ կետերով անցնող ուղղի և բուրգի նիստերի հատման կետերը, գծ. 5:

Լուծում: M և N կետերը պրոյեկտենք բուրգի S գագաթից հիմքի հարթության վրա, կստանանք M և N կետերը:

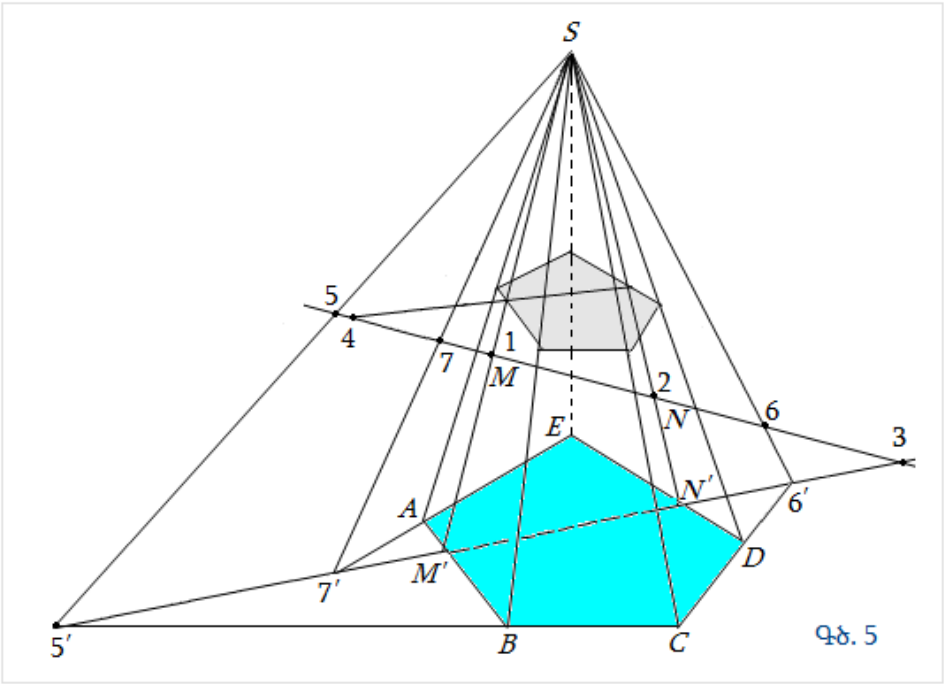
$MN \cap MN = \{3\}$: $CD \cap MN = \{6\}$; $S6 \cap MN = \{6\}$;

$CB \cap NM = \{S\}$; $EA \cap NM = \{7\}$;

$S7 \cap NM = \{7\}$; $S5 \cap NM = \{5\}$:

Գծագիրը տառերով և թվերով չծանրաբեռնելու նպատակով առանց մարամասնելու գրենք, որ 4 կետը ստանալու համար տանում եք բուրգի վերին հիմքում ուղիղ և ստանում MN ուղղի 4 կետը:

Այսպիսով, կառուցեցինք MN ուղղի հատման բոլոր 7 կետերը բուրգի նիստերի հետ, գծ. 5:



Գծ. 5

Գրականություն

1.Лысенко Ф. Ф., Кулабухова С. Ю., Математика. Сечения многогранников, Легион, Ростов- на-Дону, 2016.

2.Потаскуев Е. В., Опорные задачи по геометрии. Издательство «Экзамен», М., 2017.

Նյութը ներկայացվել է 4.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

ՀՏԴ 510

Մաթեմատիկա

Լեռնիկ ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ
ՀԱՊՀ Կապանի մասնաճյուղ, մաթեմատիկայի և բնագիտական առարկաների ամբիոնի դոկտոր, պրոֆեսոր, մ. գ. թ.
e-mail: l.n.petrosyan@mail.ru

Գարեգին ԷԼՈՅԱՆ
ՀՊՄՀ ինֆորմատիկայի և դրա դասավանդման մեթոդիկայի ամբիոնի դոցենտ, մ. գ. թ.
e-mail: eloyangaregin06@aspu.am

Մանվել ՄԱՆՎԵԼՅԱՆ
ԵՊՀ ռադիոֆիզիկայի ֆակուլտետի մագիստրոս

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԲՆՈՒՅԹԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ԴԱՍԸՆԹԱՑՈՒՄ

Հոդվածը նվիրված է ավագ դպրոցում մաթեմատիկայի ուսուցման գործընթացում կիրառական բնույթի խնդիրների օգտագործման հարցերին: Ներկայացված են պրակտիկաուղղորդված ուսուցման որոշ սկզբունքներ, որի հիմքը կազմում է կիրառական բնույթի (գործնական) խնդիրների լուծումը: Բերված են կիրառական բնույթի խնդիրների օրինակներ, որոնց ուսուցումը մեծապես կարող է նպաստել սովորողների գիտելիքների հարստացմանն ու ամրապնդմանը, նրանց ճանաչողական կարողությունների զարգացմանը:

Բանալի բառեր՝ *պրակտիկաուղղորդված ուսուցում, կիրառական խնդիր, կոմպետենտություն, կոն, գլան, ալեհավաք:*

Л.Петросян, Г. Элоян, С.Манвелян

ЗАДАЧИ ПРИКЛАДНОГО ТИПА В УЧЕБНИКАХ ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ СТАРШЕЙ ШКОЛЫ

В современных условиях, которые определяются рыночными механизмами управления экономикой, активизируются все виды деятельности общества. Информация является основой принятия экономических решений, а обоснованность и успешность решений зависят от грамотности персонала, умения использовать разные знания при анализе реальных сложных процессов.

Подготовка квалифицированных специалистов различного профиля, способных эффективно решать реальные задачи практической деятельности, остается актуальной и сегодня. Умение моделировать и рассчитывать различные производственные, управленческие и другие процессы требует достаточно большого объема знаний из различных научных областей, основу которых составляют знания по математике, а также умение применять их в профессиональной деятельности.

Статья посвящена вопросам использования задач прикладного типа в процессе обучения математике в старшей школе. Представлены некоторые принципы практико-ориентированного обучения, в основе которых лежит решение прикладных (практических) задач. Приведены примеры задач прикладного типа, обучение которым может в значительной степени способствовать обогащению и укреплению знаний учащихся, развитию их познавательных способностей.

Ключевые слова: *практико-ориентированное обучение, прикладная задача, компетентность, конус, цилиндр, антенна.*

L.Pertosyan, G.Eloyan, S.Manvelyan

THE APPLIED-TYPE TASKS IN HIGH SCHOOL MATH TEXTBOOKS

In modern conditions, which are determined by market mechanisms of economic management, all types of society's activities are activated. Information is the basis of making economic decisions, and the validity and success of decisions depend on the literacy of the staff, the ability to use different knowledge when analyzing real complex processes.

Preparation of qualified specialists of various profiles, capable of effectively solving real tasks of practical activity, remains relevant even today. The ability to model and calculate various production, management and other processes requires a sufficiently large amount of knowledge from various scientific fields, the basis of which is knowledge of mathematics, as well as the ability to apply them in professional activity.

The article is devoted to the use of applied-type tasks in the process of teaching mathematics in high school. Some principles of practice-oriented learning are presented, which are based on the solution of applied (practical) problems. Examples of applied-type tasks are given, teaching which can greatly contribute to the enrichment and strengthening of student's knowledge, the development of their cognitive abilities.

Key words: *practice-oriented learning, applied task, competence,*

cone, cylinder, antenna.

Ներկա պայմաններում, որոնք որոշվում են տնտեսվարման շուկայական մեխանիզմներով, տեղի է ունենում հասարակության գործունեության բոլոր տեսակների ակտիվացում: Տնտեսական լուծումների ընդունման հիմքում ընկած է տեղեկատվությունը, իսկ ընդունվող որոշումների հիմնավորվածությունը և հաջողությունը կախված է կադրերի գրագիտությունից, իրական բարդ գործընթացներ վերլուծելիս տարբեր գիտելիքների կիրառման կարողությունից:

Պրակտիկ գործունեության իրական խնդիրները արդյունավետորեն լուծելու ընդունակ տարբեր բնագավառների որակյալ մասնագետների պատրաստումը մնում է արդիական նաև ներկայումս: Տարբեր արտադրական, կառավարման և այլ գործընթացները մոդելավորելու և հաշվարկելու կարողությունը մասնագետներից պահանջում է բավականին մեծ ծավալի գիտելիքներ տարբեր գիտական բնագավառներից, որոնց հիմքը մաթեմատիկայի իմացությունն է, ինչպես նաև դրանք կիրառելու կարողությունը մասնագիտական գործունեության մեջ :

Այս առումով դպրոցական մաթեմատիկական կրթության գերակա ուղղություններից մեկն է համարվում սովորողների նախապատրաստումը մաթեմատիկայի՝ որպես շրջապատող իրականության ճանաչման գործիքի օգտագործմանը: Այս թեզը առավել կարևորվում է հատկապես ավագ դպրոցի դասընթացում: Լրիվ (միջնակարգ) կրթության պետական չափորոշիչում նշված է սովորողների մեջ մաթեմատիկական գիտության բազմակողմանիության, այլ գիտություններում նրա ուեցած դերի, մարդու կյանքում մաթեմատիկական գիտելիքների և մեթոդների վերաբերյալ պատկերացումների ձևավորման պահանջը [1, էջ 5]:

Բազմակողմանի գիտելիքների ձևավորումն իրագործվում է, եթե ուսուցման մեջ լրիվ չափով իրականացվում է համակարգագործունեական մոտեցում, որում գլխավոր տեղ է հատկացվում սովորողների բազմակողմանի, առավելագույն չափով ինքնուրույն, իմացական գործունեությանը:

Մաթեմատիկայի դասընթացի նկատմամբ համակարգագործունեական և կոմպետենտ մոտեցման իրականացումն ուղղված է հատկապես տարբեր տեխնոլոգիաների ներառմամբ ուսուցման յուրատեսակ մեթոդի ստեղծմանը: Ինչպես մեր երկրում, այնպես էլ մի շարք այլ երկրներում, մաթեմատիկայի ուսուցման հայեցակարգերում որպես հիմնական գաղափար է ընդունվում այն, որ մաթեմատիկայի յուրացումը նախ և առաջ պետք է տեղի ունենա բովանդակային խնդիրների լուծման գործընթացում, ճշգիրտ ձևակերպված կանոնների հիման վրա:

Վերը նշված համակագագործունեական և կոմպետենտ մոտեցման առանցքը կազմում է պրակտիկաուղղորդված ուսուցումը, որի հիմքում ընկած է

գործունեական մոտեցումը, այսինքն՝ ուսուցման այնպիսի տեսակը, որի նպատակը սովորողների մեջ տարբեր բնագավառներում պահանջվող կարողությունների ձևավորումն է և գիտակցումը, թե որտեղ և ինչպես են այդ կարողությունները օգտագործվում պրակտիկայում:

Այսպիսով՝ մաթեմատիկայի պրակտիկաուղղորդված ուսուցման տեխնոլոգիայի օտագործումը՝

- ակտիվացնում է իմացական հետաքրքրությունը առարկայի նկատմամբ,
- ընդլայնում է մտահորիզոնը, ամրապնդվում և կատարելագործվում են ստացված նոր գիտելիքները, կարողությունները և ունակությունները,
- ցուցադրում է առարկայի պրակտիկ նշանակությունը և կարևոր դերը անհատի և հասարակության կյանքում,
- բարձրացնում է գիտելիքների որակը:

Պրակտիկան ցույց է տալիս, որ դպրոցականները հետաքրքրությամբ են լուծում և ընկալում գործնական բովանդակությամբ կիրառական խնդիրները: Սովորողները համակցված են դիտում, թե ինչպես է գործնական խնդրից առաջանում տեսականը և, հակառակը, թե ինչպես հաճախ տեսական խնդրին կարելի է տալ գործնական նշանակություն:

Մաթեմատիկայի (և ոչ միայն մաթեմատիկայի) դասերին կիրառական բնույթի խնդիրների լուծումն ունի կոնկրետ նպատակներ.

- սովորել լուծել խնդիրեր, որոնց հետ մեզնից յուրաքանչյուրը կարող է բախվել առօրյա կյանքում,
- ժխտել այն կարծիքը, որ ոչ բոլորին է անհրաժեշտ սովորել մաթեմատիկան, ֆիզիկան, քիմիան և այլն:

Կիրառական (արտադրական, գործնական բովանդակությամբ) խնդրի հասկացությունը միարժեք սահմանում չունի: Թերևս, կարելի է առավել ընդունելի համարել հետևյալները.

1) Կիրառական բովանդակությամբ խնդիր է տակ հասկացվում մաթեմատիկայից դուրս և մաթեմատիկական մեթոդներով լուծվող խնդիրը [5, էջ 7]:

2) Պրակտիկ բովանդակությամբ (կիրառական բնույթի) խնդիր է հասկացվում այն խնդիրը, որի ֆաբուլան բացահայտում է մաթեմատիկայի կիրառությունները հարակից ուսումնական ճյուղերում, ծանոթացնում է տեխնոլոգիայում և ժամնակակից արտադրության մեջ, սպասարկման ոլորտում, կենցաղում աշխատանքային գործողություններ կատարելիս, դրա օգտագործման կազմակերպմանը [6, էջ 5]:

3) Կիրառական խնդիր է հասկացվում խնդիր-պրոբլեմի տեսքով ձևակերպված սյուժետային խնդիրը, որը բավարարում է հետևյալ պայմանները.

– Հարցը պետք է դրվի այնպես, ինչպես սովորաբար այն դրվում է պրակտիկայում (լուծումն ունի գործնական նշանակություն):

–Բոլոր մեծությունները (եթե դրանք տրված են) պետք է լինեն իրական, կյանքից վերցված [2, էջ 130]:

Գոյություն ունեն հետաքրքիր առաջադրանքներով մաթեմատիկայի բավականին շատ դասագրքեր: Այնուամենայնիվ, հեղինակների մեծամասնությունը սովորողներին առաջարկում է կյանքից կտրված (կամ մաթեմատիկական առումով տրիվիալ) մեթոդական մշակումներ: Իրական կիրառական խնդիրները պետք է ուղղակիորեն կապված լինեն ռեալ իրականության հետ: Որպես կանոն, դրանք հիմնականում կարելի է գտնել երկրաչափության դասագրքերում, որը և զարմանալի չէ:

Պրակտիկակողմնորոշված բովանդակությամբ կիրառական բնույթի խնդիրներին ներկայացվող հիմնական պահանջները հետևյալն են [4, էջ 3].

- սյուժեի արտադրական ռեալությունը,
- տրված խնդրի լուծման գործնական պահանջվածությունը,
- մաթեմատիկական բովանդակայնությունը,
- տերմինաբանական պարզությունը:

Կիրառական բնույթի խնդիրները կարող են օգտագործվել տարբեր դիդակտիկական նպատակներով: Դրանք կարող են սովորողների մեջ հետաքրքրություն առաջացնել կամ ստեղծել շարժառիթ, զարգացնել նրանց մտավոր գործունեությունը, սովորողներին բացատրել հարաբերությունը մաթեմատիկայի և գիտության այլ բնագավառների միջև: Սովորողների մեջ առանձնակի հետաքրքրություն են առաջացնում բովանդակությամբ իրական կյանքի տարբեր իրավիճակներ ներկայացնող խնդիրները, որոնցով նրանք համոզվում են, որ մաթեմատիկական գիտելիքները կիրառություն են գտնում գործունեության ցանկացած բնագավառում:

«Կիրառական խնդիրների լուծումը բաղկացած է մի քանի փուլերից: Դրանց մեջ առանձնացնում են ձևակերպումը, իրագործումը և մեկնաբանությունը:

Մաթեմատիկայում առանձնացնում են խնդրի վրա աշխատելու հետևյալ սկզբունքները.

1. Խնդիրը լուծելիս գործնական մեթոդների օգտագործում, որոնում, տեղեկատվական գրականության, դիդակտիկ նյութերի օգտագործում, հետազոտում և այլն:

2. Խնդրի լուծման տարբեր եղանակների դիտարկում և օպտիմալ տարբերակի ընտրություն:

3. Սովորողների ուսուցում կիրառական խնդրի լուծման տարբեր փուլերում:

4. Խնդրի մշակում՝ համաձայն ուսուցման նպատակների և պահանջների:

Այսպիսով՝ կարելի է եզրակացնել, որ մաթեմատիկայի ուսուցման գործընթացում կիրառական ուղղվածության ուժեղացման հիմնական միջոցը խնդիրներն են, միայն այն պայմանով, որ այդ խնդիրները լինեն ճիշտ ընտրված [3, էջ 11]:

Ներկայացնենք կիրառական բնույթի խնդիրների օրինակներ, որոնց ուսուցումը մեծապես կարող է նպաստել վերը նշված դիդակտիկ խնդիրների լուծմանը, սովորողների գիտելիքների հարստացմանն ու ամրապնդմանը, նրանց կարողությունների զարգացմանը։

Խնդիր 1: Աճող օրգանիզմում (կենդանական կամ բուսական) նոր ձևավորված բջիջների բավականին զանգված իր ձևավորման պահից մասնակցում է օրգանիզմի հետագա աճին։ Դիցուք՝ նոր բջիջների անընդհատ ձևավորման արագությունը համեմատական է տվյալ պահի բջիջների թվին (համեմատականության գործակիցը k է)։ Որոշել բջիջների թիվը ժամանակի t պահին, եթե ժամանակի սկզբնական $t=0$ պահին դրանց թիվը եղել է N_0։

Լուծում: Ժամանակի $[0,t]$ հատվածը բաժանենք տևողությամբ միատեսակ n հատ փոքր ժամանակահատվածների։ Եթե այդ ժամանակահատվածներից յուրաքանչյուրում բջիջների ձևավորման արագությունը համարենք հաստատուն, ապա դրանց թիվը ժամանակի $t/n, 2t/n, \ldots, nt/n$ պահերին համապատասխանաբար կլինի՝

$$N_1 = N_0 + kN_0\frac{t}{n} = N_0\left(1+\frac{kt}{n}\right)$$

$$N_2 = N_1 + kN_1\frac{t}{n} = N_1\left(1+\frac{kt}{n}\right) = N_0\left(1+\frac{kt}{n}\right)^2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$N_n = N_{n-1} + kN_{n-1} = N_{n-1}\left(1+\frac{kt}{n}\right) = N_0\left(1+\frac{kt}{n}\right)^n. \qquad (1)$$

Քանի որ բջիջները ձևավորվում են անընդհատ, ապա ժամանակահատվածների թիվն անսահման աճում է, իսկ դրանցից յուրաքանչյուրի տևողությունը անսահման փոքրանում է։

Ակնհայտ է, որ նյութի (բջիջների) N քանակը ժամանակի t պահին կարելի է հաշվել հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\lim_{n\to\infty} N_0\left(1+\frac{kt}{n}\right)^n = N_0\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{kt}{n}\right)^{\frac{n}{kt}\cdot kt} = N_0\left[\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{kt}{n}\right)^{\frac{n}{kt}}\right]^{kt}. \qquad (2)$$

Հաշվի առնելով, որ

$$\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{kt}{n}\right)^{\frac{n}{kt}} = e,$$

վերջնականապես ստանում ենք՝

$$N = N_0 e^{kt}. \qquad (3)$$

(3) բանաձևն այն օրենքն է, որով տեղի է ունենում նյութի բջիջների թվի աճը: Այն անվանում են *սահմանափակ աճի բանաձև* (k-ն հարաբերական աճի գործակիցն է):

Խնդիր 2: Ի՞նչ աշխատանք պետք է կատարել՝ h (մ) խորությամբ և S (մ²) մակերեսով փոսից ջուրը պոմպով քաշելով վեր հանելու համար:

Լուծում: Փոսի խորությունը բաժանենք n հավասար մասերի և մտովի տանենք հորիզոնական հարթություններ, որոնք փոսի ծավալը բաժանում են n հավասար մասերի (շերտերի): Յուրաքանչյուր շերտի բարձրությունը հավասար է h/n (մ), իսկ զանգվածը՝ $1000Sh/n$ (կգ) $=9800Sh/n$ (Ն):

Կհամարենք, որ ջրի շերտերից յուրաքանչյուրը բարձրացնում են շերտի ներքին հարթությունից մինչև ջրի մակերևույթը եղած հեռավորությանը հավասար բարձրությամբ: Այդ դեպքում ջրի հաջորդական մասերի (շերտերի) վերհանման բարձրությունները համապատասխանաբար հավասար կլինեն՝ $h/n, 2h/n, 3h/n, ..., nh/n$, իսկ այդ մասերի բարձրացման աշխատանքները կորոշվեն հետևյալ արտահայտություններով՝

$$A_1=\frac{9800Sh}{n}\times\frac{h}{n},\ A_2=\frac{9800Sh}{n}\times\frac{2h}{n},\ \ldots,\ A_1=\frac{9800Sh}{n}\times\frac{nh}{n}:$$

(4)

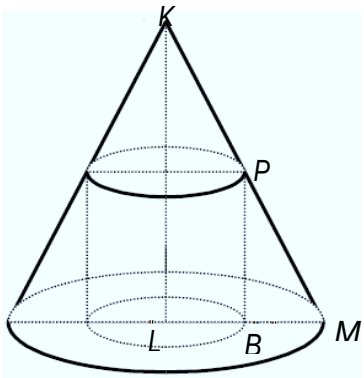
Այսպիսով՝ ամբողջ ջրի բարձրացման (վերհանման) աշխատանքի մոտավոր արժեքը կազմում է՝

$$A=A_1+A_2+\ldots+A_n=\sum_{i=1}^{n}A_i=\frac{9800Sh^2}{n^2}(1+2+\ldots+n)=\frac{9800Sh^2}{n^2}\times\frac{1+n}{2}\times n=\frac{4900Sh^2(1+n)}{n}:\quad(5)$$

Կատարված ամբողջ աշխատանքի ճշգրիտ արժեքը կլինի՝

$$A=\lim_{n\to\infty}\sum_{i=1}^{n}A_i=4900Sh^2\lim_{n\to\infty}\frac{1+n}{n}=4900Sh^2:$$

(6)



Նկ. 1

Այստեղ հաշվի է առնվել այն հանգամանքը, որ $\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1+n}{n}=1$:

Խնդիր 3: Գտնել տրված կոնին ներգծված գլանի առավելագույն ծավալը:

Լուծում: Դիցուք՝ տրված է H բարձրությամբ և հիմքի R շառավղով կոնը (նկ.1): Կոնին ներգծված գլանի բարձրությունը նշանակենք h-ով, իսկ հիմքի շառավիղը՝ r-ով: Նշանակենք $BM=x$, իսկ $\angle KML=a$: Այդ դեպքում կարող ենք գրել՝

$$h = PB = x \times tg\alpha = x \times \frac{H}{R} \quad \text{և} \quad r = R - x: \qquad (7)$$

Գլանի ծավալը՝ $V = \pi r^2 h$:

Այս բանաձևի մեջ տեղադրելով h-ի և r-ի արտահայտությունները կստանանք՝

$$V(x) = \pi (R - x)^2 \frac{xH}{R}: \qquad (8)$$

Որոշենք, թե x-ի ինչ արժեքի դեպքում գլանի ծավալը կլինի առավելագույնը: Դրա համար նախ պետք է գտնել $V'(x)$ ածանցյալը և, այնուհետև, այն հավասարեցնել զրոյի:

$$V'(x) = \frac{\pi H}{R}(R - x)^2 + \frac{\pi H}{R} x \times 2 \times (R - x)(-1)$$

Ստացված արտահայտությունը մի փոքր պարզեցնելով ստանում ենք՝

$$V'(x) = \frac{\pi H}{R}(R - x)(R - 3x): \qquad (9)$$

(9)-ից երևում է, որ $V'(x) = 0$, երբ $x = R/3$: $x < R/3$ դեպքում, ածանցյալը՝ $V'(x) > 0$, իսկ $x > R/3$ դեպքում՝ $V'(x) < 0$: Հետևաբար, $x = R/3$ կետում $V(x)$ ֆունկցիան ունի մաքսիմում: Քանի որ x-ը կարող է փոխվել 0-ից մինչև R, ընդ որում $V(0) = V(R) = 0$, ուստի

$$V(R/3) = \frac{4}{27}\pi H R^2 \qquad (10)$$

արտահայտությունը հանդիսանում է այն առավելագույն ծավալը, որը կարող է ունենալ տրված կոնին ներգծված գլանը:

Խնդիր 4: Ռադիոակտիվ նյութի զանգվածը ժամանակի t պահին արտահայտվում է $m = m_0 \times (1/2)^{t/T}$ բանաձևով, որտեղ T-ն հաստատուն է (ֆիզիկայից հայտնի կիսատրոհման պարբերությունը), իսկ m_0-ն՝ նյութի սկզբնական զանգվածը, այսինքն՝ զանգվածը ժամանակի $t = 0$ պահին: Ապացուցել, որ նյութի տրոհման արագությունը ժամանակի t_1 պահին համեմատական է ժամանակի այդ նույն պահին նյութի m_1 զանգվածին:

Լուծում: Քանի որ $1/2 = e^{-\ln 2}$, ապա կարող ենք գրել՝

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = m_0 \left(e^{-\ln 2}\right)^{\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}: \qquad (11)$$

Տրոհման արագությունը, այսինքն՝ նյութի զանգվածի փոփոխման արագությունը ժամանակի ընթացքում, զանգվածի ածանցյալն է ըստ ժամանակի. $n = dm/dt$:

(11)-ը ածանցելով ըստ ժամանակի ստանում ենք՝

$$n=\left(m_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\right)'=m_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t}\left(-\frac{\ln 2}{T}\right)=-\frac{\ln 2}{T}m_0\left(e^{-\ln 2}\right)^{\frac{t}{T}}=-\frac{\ln 2}{T}m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}:$$

Ժամանակի t_1 պահին ունենք՝

$$n=-\frac{\ln 2}{T}\times m_0\times\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_1}{T}}=-\frac{\ln 2}{T}m_1: \qquad (12)$$

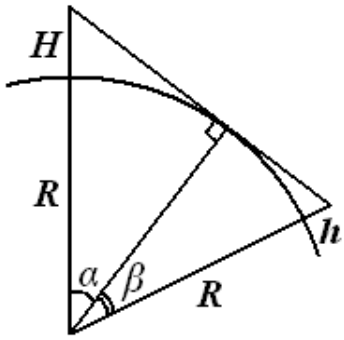
Այսպիսով՝ ռադիոակտիվ տրոհման արագությունը ժամանակի t_1 պահին համեմատական է նյութի քանակին (զանգվածին) ժամանակի այդ նույն պահին.

$$n=km_1, \qquad (13)$$

որտեղ $k=-\left(\ln 2/T\right)$:

Խնդիր 5: Հեռուստատեսային ռադիոազդանշանները տարածվում են 15%-ով հեռու, ալեհավաքի (անտենայի) ուղիղ տեսանելիության սահմաններից: H բարձրությամբ հեռարձակող ալեհավաքից ինչպիսի՞ առավելագույն $S_{\max}$ հեռավորությամբ կարելի է ընդունել հեռուստահաղորդումը h բարձրությամբ ընդունող ալեհավաքի օգնությամբ:

Լուծում: Նկար 2-ում ներկայացված ռադիոազդանշանների տարածման տրամագրային (սխեմատիկ) պատկերից գտնենք a անկյան սինուսը.



Նկ. 2

$$\sin a=\frac{\sqrt{(R+H)^2-R^2}}{R+H}: \qquad (14)$$

Հաշվի առնելով, որ անկյունները փոքր են, այսինքն՝ կարող ենք գրել, որ $\sin a\approx a$ և $\sin b\approx b$, ստանում ենք հեռավորությունը հաշվելու հետևյալ բանաձևը

$$S=R(a+b)=\sqrt{2RH}\times\frac{\sqrt{1+\frac{H}{2R}}}{1+\frac{H}{R}}+\sqrt{2Rh}\times\frac{\sqrt{1+\frac{h}{2R}}}{1+\frac{h}{R}}: \qquad (15)$$

(15)-ը պարզեցնելու համար օգտվենք փոքր x-երի $(x<<1)$ համար մաթեմատիկայում հայտնի ձևափոխությունից (մեր խնդրում $x=H/R$).

$$\frac{\sqrt{1+\frac{x}{2}}}{1+x}\approx\frac{1+\frac{x}{4}}{1+x}=\left(1+\frac{x}{4}\right)(1-x)\approx 1-\frac{3}{4}x: \qquad (16)$$

Եթե նույնիսկ հաղորդող ալեհավաքի բարձրությունը լինի 500 մ, ուղղումը կկազմի միանգամայն աննշան մեծություն։

$$\frac{3}{4}\frac{H}{R} \approx \frac{3\cdot 0{,}5}{4\cdot 6400} \approx 0{,}000058: \qquad (17)$$

(16) և (17) արտահայտությունների հաշվառմամբ մեծ ճշտությամբ S հեռավորության համար կարող ենք գրել՝

$$S = \sqrt{2RH} + \sqrt{2Rh} = \sqrt{2R}\left(\sqrt{H} + \sqrt{h}\right): \qquad (18)$$

15%-ի հաշվառմամբ հեռուստահաղորդման առավելագույն հեռավորության համար կունենանք՝

$$S_{\max} = S + 0{,}15 \cdot S = 1{,}15S = 1{,}15\sqrt{2R}\left(\sqrt{H} + \sqrt{h}\right): \qquad (19)$$

(19)-ում տեղադրելով երկրագնդի շառավղի $R = 6400000$ (մ) արժեքը՝ վերջնականապես կստանանք՝

$$S_{\max} = 4115 \cdot \left(\sqrt{H} + \sqrt{h}\right): \qquad (20)$$

(20)-ում ալեհավաքների բարձրությունները տրվում են մետրերով։

Վերևում դիտարկված և նմանատիպ այլ խնդիրների լուծումը թույլ է տալիս նախապես կազմակերպել սովորողների գործունեությունը, որոնք աղեկվատ են ժամանակակից կրթական խնդիրներին։ Մյուս կողմից, դասավանդողներն իրենք կարող են օգտագործել իրենց ստեղծագործական ներուժը նմանատիպ խնդիրներ կազմելու համար, որոնք համապատասխանում են սովորողների կյանքի փորձի, նրանց ինտելեկտուալ-հոգեբանական ներուժի արդիականացմանը, ուսումնական նպատակներին համահունչ։

Մաթեմատիկական պատրաստվածության որակից է կախված ապագա մասնագետների կոմպետենտության մակարդակը, իրական աշխատանքին նրա պատրաստվածության աստիճանը, որտեղ պետք է գտնել ոչ միայն սեփական ընդունակությունների կիրառություն, այլ նաև գրագետ ադապտացվել դաժան մրցակցության օրենքներով ապրող ժամանակակից աշխարհում։

Գրականություն

1.**«Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր» և «Երկրաչափություն» առարկաների ավագ դպրոցի ծրագրեր և չափորոշիչներ**, Երևան, 2009, 78 էջ։

2.**Дерипаско А. А.,** Роль и место прикладных задач в процессе обучения математике // Молодой ученый.- 2019.- № 31(269). – с. 130-131.

3.**Киякбаева А. Л.,** Необходимость использования прикладных задач в обучении математике // Молодой ученый.- 2015.- № 19 (281). – с. 9-11.

4.**Малышев И. Г.**, Практико-ориентированные задания в школьном курсе математики: учебно-методическое пособие

/ И. Г. Малышев, М. А. Мичасова.- Н. Новгород: Нижегородский институт развития образования, 2018.- 59 с.
5.**Терешин Н. А**., Прикладная направленность школьного курса математики: Кн. для учителя.- М.: Просвещение, 1990.- 96 с.
6.**Шапиро И. М**., Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики: Кн. для учителя. – М. Просвещение, 1990.- 96 с.

Նյութը ներկայացվել է 22.02.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

ՀՏԴ 513.813

Մաթեմատիկա

Գուրգեն ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ
ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի դոցենտ, Ֆ.մ.գ.թ.
E-mail Gurgen250612@mail.ru

ԷՎԿԼԻԴՅԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԻՆՎԵՐՍԻԱՅԻ ՈՐՈՇ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Աշխատանքի նպատակն է տալ էվկլիդյան հարթության վրա ինվերսիայի գաղափարը, հատկությունները և կիրառությունները: Նախ տրվում է հարթության վրա ինվերսիան շրջանագծի նկատմամբ: Էվկլիդյան հարթության վրա $w(O,R)$ շրջանագծի նկատմամբ ինվերսիան O կետից տարբեր յուրաքանչյուր M կետ արտապատկերում է OM ճառագայթի վրա գտնվող $M¢$ կետի այնպես, որ տեղի ունենա $OM\times OM¢=R^2$ հավասարությունը: Ընդհանուր դեպքում էվկլիդյան հարթության վրա ինվերսիան հարթության կամայական A կետ արտապատկերում է այնպիսի $A¢$ կետի, որ տեղի ունենա $QA\cdot QA¢=k$ հավասարությունը: Ապացուցված են ինվերսիայի որոշ հատկություններ էվկլիդյան հարթության վրա. ինվերսիան չի հանդիսանում աֆինային ձևափոխություն, ինվերսիայի կենտրոնով անցնող ուղիղը ձևափոխվում է ինքն իրեն, ինվերսիայի կենտրոնը որպես կենտրոն ունեցող $g(O,OM)$ շրջանագիծը ինվերսիայի դեպքում ձևափոխվում է $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին համակենտրոն $g¢(O,OM¢)$ շրջանագծի, ինվերսիայի կենտրոնով անցնող $g(S,OS)$ շրջանագիծը $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ ձևափոխվում է ուղղի, որն ուղղահայաց է O, S կետերով անցնող ուղղին, ինվերսիայի

կենտրոնով չանցնող $g(S,SA)$ շրջանագիծը $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ ձևափոխվում է ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող $g¢(S¢S¢A¢)$ շրջանագծի, և $O, S, S¢$ կետերը համագիծ են, ինվերսիայի ժամանակ ինքն իրեն է ձևափոխվում $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին ուղղահայաց $g(S,ST)$ շրջանագիծը, եթե ինվերսիայի ժամանակ $g(S,ST)$ շրջանագիծը ձևափոխվում է ինքն իրեն, ապա այն ուղղահայաց է $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին, Էվկլիդյան հարթության վրա երկու կորերի կազմած անկյունը ինվարիանտ է $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ, Էվկլիդյան հարթության վրա $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ երկու կետերի հեռավորությունը հաստատուն չէ, ինվերսիայի Q կենտրոնով չանցնող ուղիղը արտապատկերվում է ինվերսիայի կենտրոնով անցնող շրջանագծի, ինվերսիայի Q կենտրոնով չանցնող շրջանագիծը արտապատկերվում է ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող շրջանագծի: Ուսումնասիրված են ինվերսիայի կիրառությունները տարածության արտապատկերման ժամանակ:

Բանալի բառեր՝ ինվերսիա, ինվերսիայի կենտրոն, ինվերսիայի շրջանագիծ, ինվերսիայի շառավիղ, ինվերսիայի աստիճան, արտապատկերում, գնդային մակերևույթ:

Г.Налбандян

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ИНВЕРСИИ НА ПЛОСКОСТИ ЭВКЛИДА

Цель работы - дать представление об инверсии на евклидовой плоскости, ее свойствах и применениях. Во-первых, задана инверсия на плоскости по отношению к окружности. На евклидовой плоскости $w(O,R)$ инверсия каждая точка M, отличная от точки инверсии O по отношению к окружности. отображается на луче OM в точку $M¢$ так, чтобы выполнялось $OM \times OM¢ = R^2$ равенства. В общем случае инверсия на евклидовой плоскости отображает произвольную A точку плоскости в

такую $A¢$ точку, в которой выполняется $QA \cdot QA¢ = k$ равенства. Доказаны некоторые свойства инверсии на евклидовой плоскости: инверсия не является аффинным преобразованием, прямая, проходящая через центр инверсии, преобразуется сама себе, центр инверсии как центр $g(O,OM)$ окружности в инверсии изменяет форму $w(O,R)$ концентрически с окружности инверсии $g¢(O,OM¢)$ окружности, проходящей через центр инверсии $g(S,OS)$ окружность $w(O,R)$ трансформируется в вертикальную линию при инверсии O, S, в направлении, проходящем через точки, не проходящие через центр инверсии $g(S,SA)$ окружность $w(O,R)$ при инверсии переходит в не проходящий через центр инверсии $g¢(S¢,SA¢)$ окружности, и $O, S, S¢$ точки коллинеарны, трансформируется при инверсии $w(O,R)$ перпендикулярно инверсионной окружности $g(S,ST)$ обведите, если время инверсии $g(S,ST)$ окружность трансформируется, тогда он вертикальный $w(O,R)$ к инверсионной окружности, угол образованный двумя кривыми на евклидовой плоскости, инвариантен при $w(O,R)$ инверсии, на евклидовой плоскости при $w(O,R)$ инверсии расстояние между двумя точками непостоянно, инверсия Q линия, не проходящая через центр, отражается окружностью, проходящей через центр инверсии, инверсия Q окружность не проходящая через центр отображается в окружность, не проходящую через центр инверсии. Изучаются применения инверсии в пространственной визуализации. Исследуются применения инверсии в отображении пространства***Ключевые слова:*** *инверсия, центр инверсии, окружность инверсии, радиус инверсии, степень инверсии, проекция, сферическая поверхность.*

G. Nalbandyan

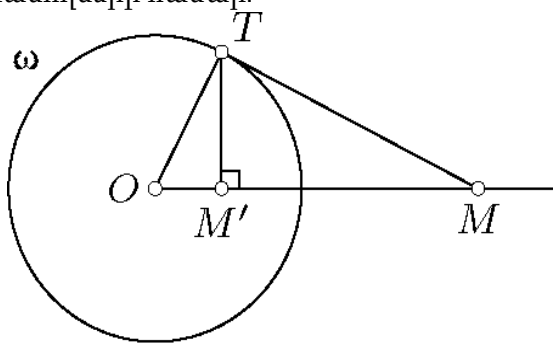
SOME PROPERTIES OF INVERSION ON EUCLIDEAN PLANE

Purpose of the work -of the topic is to give the idea of inversion on the Euclidean plane, its properties and its applications. First is given the inversion on the plane with

respect to the circle , i.e. on the Euclidean plane $w(O,R)$ *inversion with respect to the circle from the* O *point each different* M *point reflects on the ray* OM *to the* $M¢$ *point in order to take place* $OM \times OM¢ = R^2$ *equality. In general on the Euclidean plane the inversion of any* A *point reflects to* $A¢$ *point in order to take place* $QA \cdot QA¢ = k$ *equality. Some properties of the inversion on the Euclidean plane are proved: the inversion is not an affine transformation, the straight line passing through the center of the inversion transforms itself, the center of the inversion as the center* $g(O,OM)$ *circle in inversion changes shape* $w(O,R)$ *concentric with circle of inversion* $g¢(O,OM¢)$ *circle passing through the center of inversion* $g(S,OS)$ *circle* $w(O,R)$ *transforms into a vertical line when inverted in a direction* O, S *, passing through points, not passing through the center of inversion* $g(S,SA)$ *circle,* $w(O,R)$ *when inverted, it passes into the one that does not pass through the center of inversion* $g¢(S¢,S¢A¢)$ *circle, and* $O, S, S¢$ *points are collinear, transforms upon inversion* $w(O,R)$ *perpendicular to inversion circle* $g(S,ST)$ *circle if inversion time* $g(S,ST)$ *the circle is transformed, then it is vertical* $w(O,R)$ *to the inversion circle, the angle formed by two curves on the Euclidean plane is invariant* $w(O,R)$ *under inversion on the Euclidean plane* $w(O,R)$ *in inversion, the distance between two points is not constant, inversion* Q *line not passing through the center is reflected by a circle passing through the center of inversion, inversion* Q *circle not passing through the center is mapped to a circle not passing through the inversion center. Applications of inversion in spatial visualization are being studied. It has been already studied the properties of the inversion during distance reflection.*

Key words: *inversion, center of inversion, inversion of the circle, radius of inversion, degree of inversion, reflection, spherical surface.*

Հոդվածում ընդգրկված է ոչ բուհական ծրագրով ուսումնասիրվող թեմա, որը հրատապ է այն իմաստով, որ հետաքրքրություն է առաջացնում ուսումնասիրելով նախ ինվերսիան մասնավոր դեպքում, այնուհետև ընդհանուր դեպքում: Տարբեր ([1], [2], [3], [4], [5]) դասագրքերում շարադրված են տարբեր հերթականությամբ, բայց գտնում եմ, որ նպատակահարմար է նախապատվությունը տալ ինդուկցիայի մեթոդին, որը իմ կարծիքով ավելի մատչելի կլինի ուսանողների համար:



գծ. 1

Էվկլիդյան հարթության վրա $w(O,R)$ շրջանագծի նկատմամբ ինվերսիան O կետից տարբեր յուրաքանչյուր M կետ արտապատկերում է OM ճառագայթի վրա գտնվող M' կետի, այնպես որ տեղի ունենա

$$OM \cdot OM' = R^2 \qquad (1)$$

հավասարությունը, որտեղ O կետը անվանում են *ինվերսիայի կենտրոն*, իսկ R-ը՝ *ինվերսիայի շառավիղ* [1], [3]:

Նշենք, որ ինվերսիայի ժամանակ միայն ինվերսիայի շրջանագծի կետերն են մնում անշարժ (գծ.1): Քանի որ $O(0,0)$, $M(x,y)$, $M'(x',y')$ կետերը համագիծ են, ապա $\overrightarrow{OM'} = l \cdot \overrightarrow{OM}$, ուրեմն հաշվի առնելով (1) պայմանը, կստանանք $l \cdot \overrightarrow{OM}^2 = R^2$, որտեղից $l = \frac{R^2}{\overrightarrow{OM}^2}$: Այսպիսով $\overrightarrow{OM'} = \frac{R^2}{\overrightarrow{OM}^2} \cdot \overrightarrow{OM}$ հանդիսանում է ինվերսիայի վեկտորական հավասարումը, որը կոորդինատներով կլինի՝

$$x' = \frac{R^2 x}{x^2 + y^2}, \quad y' = \frac{R^2 y}{x^2 + y^2}: \qquad (2)$$

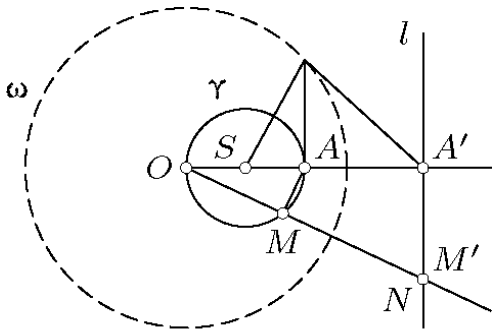
Թեորեմ 1. Ինվերսիան չի հանդիսանում աֆինային ձևափոխություն:

Ապացույց: Հաշվի առնելով, որ (2) ձևափոխության բանաձևերը ոչ գծային են, ուրեմն ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող կամայական ուղիղ չի ձևափոխվում ուղղի: Ուրեմն խախտվում է գծայնությունը, հետևաբար ինվերսիան աֆինային ձևափոխություն լինել չի կարող:

Թեորեմ 2. Ինվերսիայի կենտրոնով անցնող ուղիղը ձևափոխվում է ինքն իրեն:

Թեորեմ 3. Ինվերսիայի կենտրոնը որպես կենտրոն ունեցող $g(O,OM)$ շրջանագիծը ինվերսիայի դեպքում ձևափոխվում է $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին համակենտրոն $g¢(O,OM¢)$ շրջանագծի:

Թեորեմ 4. Ինվերսիայի կենտրոնով անցնող $g(S,OS)$ շրջանագիծը $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ ձևափոխվում է ուղղի, որն ուղղահայաց է O, S կետերով անցնող ուղղին:



գծ. 2

Ապացույց: Դիցուք $g(S,OS)$ շրջանագիծը OS ճառագայթը հատում է A կետում և այդ կետը արտապատկերվում է $A¢$ կետի (գծ. 2): Տանենք $OA¢$ ուղղին ուղղահայաց l ուղիղը: Դիցուք N կետը հանդիսանում է OM և l ուղղների հատման կետը;

OMA և $OA¢N$ ուղղանկյուն եռանկյունների նմանությունից կունենանք $OA:OM=ON:OA¢$ որտեղից

$$OM\times ON=OA\times OA¢=R^2:$$

Հետևաբար, N կետը հանդիսանում է M կետի պատկերը, ուրեմն $g(S,OS)$ շրջանագծի և l ուղղի կետերի միջև ստեղծված է փոխմիարժեք համապատասխանություն $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծի նկատմամբ [1], [3], [4]:

Թեորեմ 5. Ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող $g(S,SA)$ շրջանագիծը $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ ձևափոխվում է ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող $g'(S'S'A')$ շրջանագծի, և O, S, S' կետերը համագիծ են:

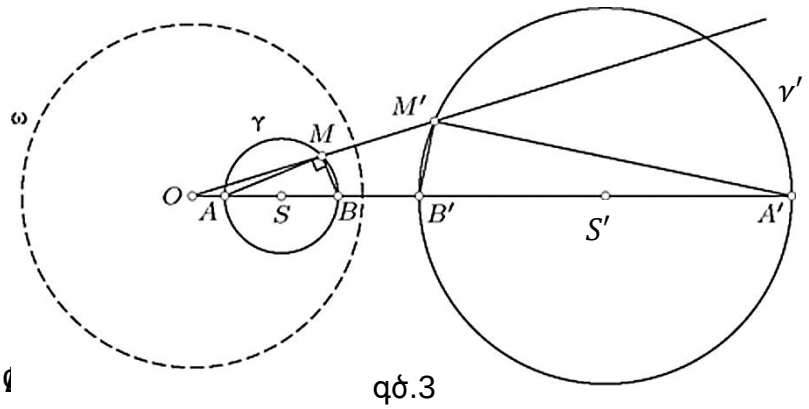
Ապացույց: Դիցուք $g(S,SA)$ շրջանագիծը չի անցնում ինվերսիայի կենտրոնով: Վերցնենք AB տրամագիծը, որը գտնվում է $w(O,R)$ և $g(S,SA)$ շրջանագծերի կենտրոններով անցնող ուղղի վրա, իսկ A', B', M' կետերը հանդիսանում են համապատասխանաբար A, B, M կետերի պատկերները այդ ինվերսիայի ժամանակ, այսինքն՝

$$OM \times OM' = OA \times OA' = OB \times OB' = R^2 :$$

Ուրեմն՝

$$\frac{OM}{OA} = \frac{OA'}{OM'} \quad \text{և} \quad \frac{OM}{OB} = \frac{OB'}{OM'}, \tag{3}$$

Հաշվի առնելով (3)-ը, կստանանք, որ OMA և $OM'A'$, OMB և $OM'B'$ եռանկյունները նման են: Ուրեմն $\angle OMA = \angle OA'M'$ և $\angle OMB = \angle OB'M'$, հետևաբար



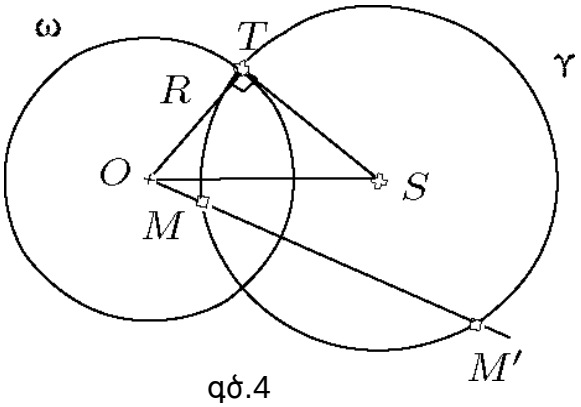
գծ.3

$\angle BMM' = \angle M'$

Քանի որ M գագաթի երեք անկյունների գումարը հավասար է $A'M'B'$ եռանկյան անկյունների գումարին, և $\angle AMB = 90^0$, որպես տրամագծի վրա հենված ներգծյալ անկյուն, ապա $\angle A'M'B'$ ևս կլինի ուղիղ անկյուն (գծ. 3) : Այստեղից հետևում է, որ եթե M կետը շարժվում է $g(S,SA)$ շրջանագծով, ապա նրա M' պատկերը կշարժվի $g'(S'S'A')$ շրջանագծով, որը կառուցված է $A'B'$ տրամագծի վրա: Ինչպես հայտնի է, երկու շրջանագծեր

անվանում են *ուղղահայաց*, եթե նրանց հատման կետում տարված շոշափողները ուղղահայաց են:

Թեորեմ 6. Ինվերսիայի ժամանակ ինքն իրեն է ձևափոխվում $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին ուղղահայաց $g(S,ST)$ շրջանագիծը :



գծ.4

Ապացույց: Դիցուք M կետը $g(S,ST)$ շրջանագծի կամայական կետ է և OM ուղիղը երկրորդ անգամ հատում է $g(S,ST)$ շրջանագիծը $M¢$ կետում (գծ. 4):

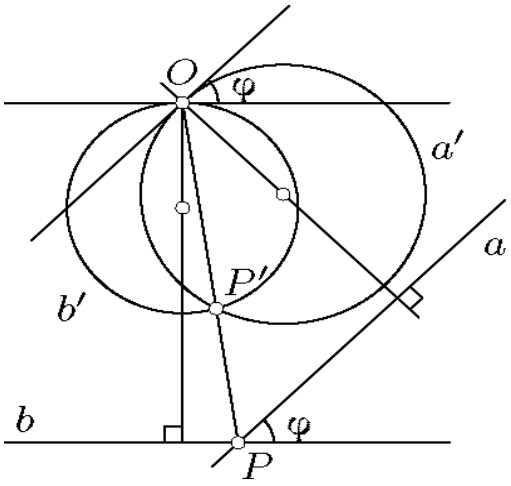
Համաձայն շոշափողի և հատողի հատկության՝ կարող ենք գրել՝

$$OM \times OM¢ = OT^2 = R^2 : \quad (4)$$

Ուրեմն, ինվերսիայի սահմանման համաձայն՝ M և $M¢$ կետերը կլինեն ինվերսիոն:

Թեորեմ 7. Եթե ինվերսիայի ժամանակ $g(S,ST)$ շրջանագիծը ձևափոխվում է ինքն իրեն, ապա այն ուղղահայաց է $w(O,R)$ ինվերսիայի շրջանագծին:

Ապացույց: Դիցուք $g(S,ST)$ շրջանագծի M և $M¢$ կետերը ինվերսիոն են և գտնվում են O կետի հետ մի ճառագայթի վրա (գծ. 4): Պարզ է, որ $w(O,R)$ շրջանագծի նկատմամբ դրանցից մեկը ներքին կետ է, իսկ մյուսը՝ արտաքին, ուրեմն g և w շրջանագծերը հատվում են երկու կետերում:



գծ. 5

Դիցուք T-ն հատման կետերից մեկն է, ցույց տանք, որ OT-ն հանդիսանում է շոշափող g շրջանագծին: Եթե OT-ն g շրջանագիծը հատեր մեկ ուրիշ T_1 կետում: Համաձայն շոշափողի և հատողի հատկության $OT \times OT_1 = R^2$, բայց $OT = R$, հետևաբար՝ $OT_1 = R$: Ուրեմն T և T_1 կետերը համընկնում են և OT-ն կլինի շոշափող g շրջանագծին T կետում: Հետևաբար g և w շրջանագծերը ուղղահայաց են:

Թեորեմ 8. Էվկլիդյան հարթության վրա երկու կորերի կազմած անկյունը ինվարիանտ է $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ:

Ապացույց: Դիցուք a և b ուղիղները կազմում են $j = Ð(a,b)$ անկյունը և չեն անցնում ինվերսիայի O կենտրոնով: Այդ դեպքում ինվերսիայի ժամանակ դրանց պատկերները կլինեն ինվերսիայի կենտրոնով անցնող $a¢$ և $b¢$ շրջանագծերը և դրանց կազմած անկյունները O և $P¢$ հատման կետերում կլինի նույնը (գծ.5): Ուրեմն՝ O կետում շրջանագծերին տարված շոշափողները կլինեն զուգահեռ այդ ուղիղներին: Հետևաբար նրանց կազմած անկյունը կլինի հավասար այդ ուղիղների կազմած անկյանը, այսինքն՝

$$Ð(a¢b¢) = Ð(a,b) = j :$$

Թեորեմ 9. Էվկլիդյան հարթության վրա $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ երկու կետերի հեռավորությունը հաստատուն չէ:

Ապացույց: Դիցուք $w(O,R)$ ինվերսիայի ժամանակ A, B կետերը արտապատկերվում են $A¢$, $B¢$ կետերի: Ինվերսիայի սահմանման

համաձայն՝ $OA\times OA\text{¢}=OB\times OB\text{¢}=R^2$, որտեղից $\frac{OA}{OB}=\frac{OB\text{¢}}{OA\text{¢}}$: Իսկ OAB, $OA\text{¢}B\text{¢}$ եռանկյունների նմանությունից կունենանք $\frac{A\text{¢}B\text{¢}}{AB}=\frac{OA\text{¢}}{OB}=\frac{OB\text{¢}}{OA}$, կամ $A\text{¢}B\text{¢}=AB\times\frac{OA\text{¢}}{OB}$: Բայց $OA\text{¢}=\frac{R^2}{OA}$, հետևաբար՝

$$A\text{¢}B\text{¢}=AB\times\frac{R^2}{OA\times OB}:$$

(5)

Ընդհանուր դեպքում ինվերսիան, որն ունի Q կենտրոն և $k>0$ աստիճան էվկլիդյան երկրաչափությունում անվանում են արտապատկերում, որը հարթության կամայական A կետի համապատասխանության մեջ է դնում այնպիսի $A\text{¢}$ կետ, որ տեղի ունենա

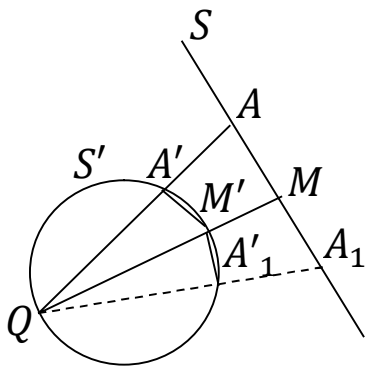
$$QA\times QA\text{¢}=k$$

հավասարությունը: Հաշվի առնելով (2) պայմանը՝ կարող ենք ընդհանուր դեպքում ինվերսիայի ձևափոխության բանաձևերը գրել

$$x\text{¢}=\frac{kx}{x^2+y^2},\quad y\text{¢}=\frac{ky}{x^2+y^2} \qquad (6)$$

տեսքով: Ուրեմն, թվային գործակիցը չի կարող ազդել ինվերսիայի համար վերևում նշված հատկությունների վրա [3], [4]:

Թեորեմ 10. Ինվերսիայի Q կենտրոնով չանցնող ուղիղը արտապատկերվում է ինվերսիայի կենտրոնով անցնող շրջանագծի:



գծ. 6

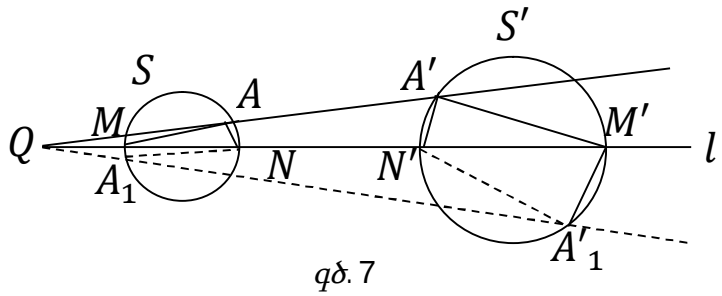
Ապացույց: Դիցուք S ուղիղը չի անցնում ինվերսիայի Q կենտրոնով: Այդ ուղղի վրա վերցնենք կամայական A, M կետեր, որոնք ինվերսիայի ժամանակ արտապատկերվում են $A\text{¢}$ $M\text{¢}$ կետերի (գծ. 6): Միացնենք Q, M, $M\text{¢}$ և Q, A, $A\text{¢}$ կետերը, և դիտարկենք

$QA¢M¢$ և QMA եռանկյունները: Հաշվի առնելով $QA \times QA¢ = QM \times QM¢ = k$ հավասարությունը՝ կունենանք՝ $\frac{QA}{QM} = \frac{QM¢}{QA¢}$: Ուրեմն, $QA¢M¢$ և QMA եռանկյունները նման են, հետևաբար՝

$$\angle QA¢M¢ = \angle AMQ : \qquad (7)$$

Եթե A կետը շարժվում է S ուղղով, ապա նրա պատկերը՝ $A¢$ կետը, կորոշվի (7) պայմանով: Այդ դեպքում $S¢$ բազմությունը կորոշվի $QA¢M¢$ անկյան հաստատունությամբ, որից երևում է $QM¢$ հատվածը: Հետևաբար, $S¢$ բազմությունը կիանդիսանա շրջանագիծ, որն անցնում է Q և $M¢$ կետերով: Հակառակը, եթե $A¢$ կետը շարժվի $S¢$ շրջանագծով, որն անցնում է Q կենտրոնով, ապա նրա A պատկերը կորոշվի (7) պայմանով, այսինքն՝

$$\angle AMQ = \angle QA¢M¢ = const :$$



գծ. 7

Հետևաբար, S կետերի բազմությունը հանդիսանում է ուղիղ, որը QM ուղղի հետ առաջացնում է $\angle AMQ$ անկյունը: Այդ անկյունը հավասար է $S¢$ շրջանագծին ներգծած անկյանը, որը հենված է $QM¢$ լարին [1], [4]:

Թեորեմ 11. Ինվերսիայի Q կենտրոնով չանցնող շրջանագիծը արտապատկերվում է ինվերսիայի կենտրոնով չանցնող շրջանագծի:

Ապացույց: Թող S շրջանագիծը չի անցնում ինվերսիայի Q կենտրոնով: Ինվերսիայի կենտրոնով տանենք կամայական l ուղիղ, որի M, N հատման կետերն են շրջանագծի հետ: Ինվերսիայի ժամանակ այդ կետերը արտապատկերվում են $M¢$, $N¢$ կետերի (գծ. 7):

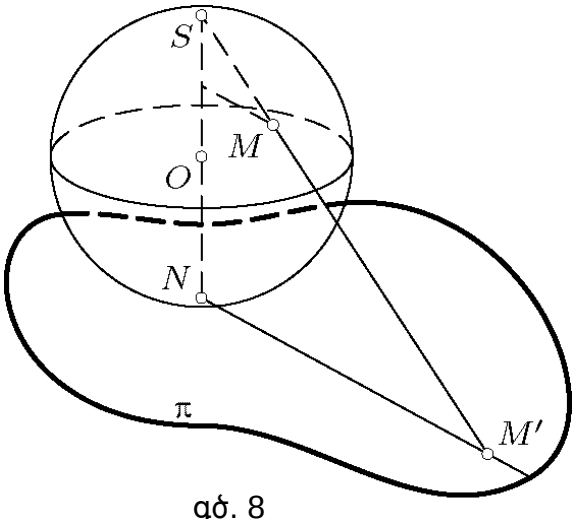
Հաշվի առնելով $QA \times QA¢ = QM \times QM¢ = k$ և $QA \times QA¢ = QN \times QN¢ = k$ հավասարությունները՝ կարող ենք գրել, որ QAM և $QM¢A¢$, QAN և $QN¢A¢$ եռանկյունների համապատասխան կողմերը համեմատական են՝ $\frac{QA}{QM} = \frac{QM¢}{QA¢}$ և $\frac{QA}{QN} = \frac{QN¢}{QA¢}$: Հետևաբար, տեղի ունի նաև այդ եռանկյունների համապատասխան անկյունների հավասարությունը, այսինքն՝

$$\angle QA¢M¢ = \angle AMQ; \quad \angle QA¢N¢ = \angle ANQ,$$

$$\text{Ð}NA'M\text{¢} = \text{Ð}QA'M\text{¢} - \text{Ð}QA'N\text{¢} = \text{Ð}AMQ - \text{Ð}ANQ = \text{Ð}MAN :$$

Այսպիսով, եթե A կետը շարժվում է S շրջանագծով, որը բնութագրվում է MN լարի վրա հենված $\text{Ð}MAN$ անկյան հաստատունությամբ, ապա $S\text{¢}$ բազմության $A\text{¢}$ տեսքի կետերը պահպանում են $M'N'$ լարի վրա հենված $\text{Ð}NA'M'$ անկյան հաստատունությունը, այսինքն հանդիսանում է շրջանագիծ:

Ինչպես հայտնի է, որ ստերեոգրաֆիկ պրոյեկցիան հանդիսանում է (O,R) գնդային մակերևույթի կենտրոնային պրոյեկցիան նրա S կետից p հարթության վրա, որը շոշափում է s գնդային մակերևույթին տրամագծորեն հակադիր N կետում:



գծ. 8

Պարզ է, որ p հարթության կամայական $M\text{¢}$ կետին տարաչափական պրոյեկցիան համապատասխանության մեջ է դնում s գնդային մակերևույթի միակ M կետը: Եթե շարժվենք p հարթության ցանկացած G գծով՝ դեպի անվերջություն, ապա G գծի $M\text{¢}$ կետի M պատկերը կձգտի պրոյեկցիայի S կենտրոնին (գծ. 8): Ուրեմն, ստերեոգրաֆիկ պրոյեկցիան հարթության շրջանագծերը ձևափոխում է գնդային մակերևույթի շրջանագծերի, որոնք չեն անցնում S կենտրոնով, իսկ ուղիղները դառնում են շրջանագծեր, որոնք անցնում են S կենտրոնով: Ճիշտ է նաև հակառակ պնդումը՝ այսինքն՝ S կենտրոնով չանցնող գնդային մակերևույթի շրջանագծերը պրոյեկտվում են p հարթության վրա շրջանագծերի, իսկ S կենտրոնով անցնող գնդային մակերևույթի շրջանագծերը պրոյեկտվում են p հարթության վրա ուղիղների [2], [4]:

Հետևաբար, (O,R) գնդային մակերևույթի ստերեոգրաֆիկ պրոյեկտումը հանդիսանում է $(S,2R)$ գնդային մակերևույթի նկատմամբ տարածական

ինվերսիայի մասնավոր դեպքը: Ուղղանկյուն դեկարտյան կոորդինատական համակարգը տեղադրենք այնպես, որ Oxy հարթությունը համընկնի պրոյեկտվող p հարթության հետ, իսկ Oz առանցքն անցնի S կենտրոնով: Այդ համակարգում գնդային մակերևույթի հավասարումը կլինի՝

$$x^2 + y^2 + (z - R)^2 = R^2 :$$

Դիցուք $M(x, y, z)$ գնդային մակերևույթի կետը պրոյեկտվում է p հարթության վրա կետին: Քանի որ $\overrightarrow{SM}$ և $\overrightarrow{SM'}$ վեկտորները զուգահեռ են, ապա $\overrightarrow{SM'} = k \times \overrightarrow{SM}$: Հաշվի առնելով, որ $S(0,0,2R)$ ինվերսիայի կենտրոնն է, ապա

$$x' = kx,\ y' = ky,\ 2R = k(2R - z),$$

(8)

որտեղից

$$x' = \frac{2Rx}{2R - z},\ y' = \frac{2Ry}{2R - z},\ z' = 0 :$$

(9)

Ուրեմն, (9)-ը հանդիսանում է ստերեոգրաֆիկ պրոյեկտման ուղիղ ձևափոխության բանաձևը: Նպատակահարմար է արտածել նաև հակադարձ ձևափոխության բանաձևը:

Այսպես, (8) բանաձևից կարող ենք գրել

$$x = \frac{x'}{k},\ y = \frac{y'}{k},\ z = 2R\left(1 - \frac{1}{k}\right):$$

(10)

Քանի որ $M(x, y, z)$ կետը պատկանում է գնդային մակերևույթին, ապա

$$\left(\frac{x'}{k}\right)^2 + \left(\frac{y'}{k}\right)^2 + \left(2R\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right)^2 = R^2,$$

որտեղից

$$k = \frac{1}{4R^2}\left(x'^2 + y'^2 + 4R^2\right):$$

(11)

(11)-ը տեղադրելով (10) բանաձևի մեջ կստանանք

$$x = \frac{4R^2 x'}{x'^2 + y'^2 + 4R^2},\ y = \frac{4R^2 y'}{x'^2 + y'^2 + 4R^2},\ z = \frac{2R\left(x'^2 + y'^2\right)}{x'^2 + y'^2 + 4R^2},$$

որը հանդիսանում է ստերեոգրաֆիկ պրոյեկտման հակադարձ ձևափոխության բանաձևը:

Գրականություն

1. Понарин Я.П., Элементарная геометрия, т 1, М-2004, 312 с.
2. Понарин Я.П., Элементарная геометрия, т 2, М-2006, 256 с.
3. Àðãóíîâ Á.È., Áàëê Ì.Á. Ýëåìåíòàðíàÿ ãåîìåòðèÿ, Ì., 1966, 366 ñ.
4. SSãëîì È. Ì., Ãåîìåòðè÷åñêèå ïðåîáðàçîâàíèÿ, Ì., 1956, ÷., 612 ñ.
5. Погорелов А.В., Геометрия, М-1984. 356 с.

Նյութը ներկայացվել է 18.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

ՀՏԴ 539.3

Механика

Александр ХАЧАТРЯН
вед.науч. сотрудник Института Механики НАН РА, профессор, д.ф.м.н.

Гаянэ ПЕТРОСЯН
доцент кафедры математики АрГУ, к.ф.м.н.
E-mail: gayan-petrosian@mail.ru

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОЙ СМЕШАННОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ АНИЗОТРОПНОЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ НЕПОЛНОМ КОНТАКТЕ МЕЖДУ СЛОЯМИ

Խաչատրյան Ա.Մ., Պետրոսյան Գ.Ա.

ԵՐԿՇԵՐՏ ԱՆԻԶՈՏՐՈՊ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹԻ ՄԻ ԽԱՌՐ ԵԶՐԱՅԻՆ ԽՆԴՐԻ ԱՍԻՄՊՏՈՏԻԿ ԼՈՒԾՈՒՄԸ ՇԵՐՏԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ՈՉ ԼՐԻՎ ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

Աշխատանքում ասիմպտոտիկ մեթոդով առաձգականության տեսության եռաչափ հավասարումներից դուրս են բերված լարումների և չափում չունեցող տեղափոխությունների նկատմամբ մասնական ածանցյալներով եռաչափ դիֆերենցիալ հավասարումներ երկշերտ անիզոտրոպ գլանային թաղանթի ներքին լարվածա-դեֆորմացիոն վիճակի հաշվարկման համար, շերտերի միջև ոչ լրիվ կոնտակտի դեպքում: Գլանային թաղանթի արտաքին մակերևույթի վրա տրված են նորմալ լարման և տանգենցիալ տեղափոխությունների, իսկ ներքին մակերևույթի վրա՝ նորմալ տեղափոխության և տանգենցիալ լարումների արժեքները: Գլանի նյութը օժտված է ընդհանուր անիզոտրոպիայով, իսկ անիզոտրոպիայի առանցքը համընկնում է գլանի առանցքի հետ:

Գտնված են ուսումնասիրվող եզրային խնդրի բոլոր անհայտ մեծությունները, որոնք բավարարում են գլանային թաղանթի մակերևույթների վրա դրված և շերտերի ոչ լրիվ

կոնտակտի պայմաններին: Ասիմպտոտիկ մեթոդով ստացված է իտեռացիոն պրոցես, որը թույլ է տալիս որոշել երկշերտ անիզոտրոպ գլանային թաղանթի ներքին լարվածա-դեֆորմացիոն վիճակը նախապես տրված ճշտությամբ: Որոշված է երկշերտ անիզոտրոպ գլանային թաղանթի լարվածա-դեֆորմացիոն վիճակը շերտերի միջև ոչ կոշտ կոնտակի դեպքում: Ոչ կոշտ կոնտակտի դեպքում ընդունվում է, որ իրար հպվող շերտերի միջև գոյություն ունի փոքր կոշտություն ունեցող բարակ շերտ:

Ստացված արդյունքների ճշմարտացիության ու կիրառելիության ցուցադրման համար դիտարկված է կոնկրետ օրինակ:

Բանալի բառեր՝ *ասիմպտոտիկ մեթոդ, երկշերտ անիզոտրոպ գլանային թաղանթ, խառը եզրային պայմաններ, ներքին խնդիր, ոչ լրիվ կոնտակտ:*

В работе обсуждается вопрос определения напряженно-деформированного состояния в трехмерной задаче для анизотропной двухслойной цилиндрической оболочки, изготовленной из материалов, обладающих свойством общей анизотропии. Предполагается, что на внешней поверхности оболочки заданы значения нормального напряжения и тангенциальных перемещений, на внутренней поверхности – значения нормального перемещения и тангенциальных напряжений, на поверхности контакта – условия неполного контакта. Материалы оболочки обладают цилиндрической анизотропией общего вида, а ось анизотропии совпадает с осью цилиндра.

Из уравнений теории упругости асимптотическим методом выведены трехмерные уравнения в частных производных по отношению к напряжениям и безразмерным перемещениям, для определения напряженно-деформированного состояния цилиндрической оболочки.

Асимптотическим методом построен итерационный процесс, позволяющий определить внутреннее напряженно-деформированное состояние двухслойной анизотропной цилиндрической оболочки с заранее заданной асимптотической точностью. Определено напряженно-деформированное состояние анизотропной двухслойной цилиндрической оболочки, при нежестким контактом между слоями. При нежестким контакте принимается, что между контактирующими средами существует слой с малой толщиной с исчезающе малой сдвиговой жесткостью.

В качестве иллюстрации рассмотрен частный пример.
Ключевые слова: *асимптотический метод, анизотропная двухслойная цилиндрическая оболочка, смешанные условия, внутренняя задача, неполной контакт.*

Khachatryan A.M., Petrosyan G.A.

ASYMPTOTIC SOLUTION OF ONE MIXED BOUNDARY VALUE PROBLEM TWO-LAYER ANISOTROPIC CYLINDRICAL SHELL

The question of determining the stress-strain state in a three-dimensional problem for an anisotropic two-layer cylindrical shell, on the outer surface of which the values of normal stress and tangential displacements are specified, and on the inner surface – values of normal displacement and tangential stresses is discussed. Using the asymptotic method, the solution of the internal problem is constructed.

Three-dimensional equations in partial derivatives with respect to stresses and dimensionless displacements are derived from the equations of elasticity theory by an asymptotic method to determine the stress-strain state of a cylindrical shell.

An iterative process is constructed using the asymptotic method, which makes it possible to determine the internal stress-strain state of a two-layer anisotropic cylindrical shell with a predetermined asymptotic accuracy. The stress-strain state of an anisotropic two-layer cylindrical shell is determined, with non-rigid contact between the layers. In case of non-rigid contact, it is assumed that between the contacting layers there is a layer with a small thickness with vanishingly low shear rigidity.

Consider concrete example.

Key words: *asymptotic method, two-layer anisotropic cylindrical shell, mixed conditions, interior problem, incomplete contact.*

1. Теория анизотропных слоистых оболочек на основе гипотезы Кирхгоффа-Лява для пакета в целом, а так же уточненные теории анизотропных слоистых пластин и оболочек построены и развиты в известных монографиях С.А. Амбарцумяна [1,2]. Асимптотический метод определения напряженно-деформированного состояния произвольной изотропной оболочки разработан А.Л. Гольденвейзером [3,4]. Л. А. Агаловян распространил асимптотический метод на анизотропные пластинки и оболочки, выявив характерные особенности, связанные с анизотропией. На основе уравнений теории упругости, асимптотическим

методом, классические и некоторые классы неклассических краевых задач для тонких тел рассмотрены в монографиях [5,6]. Вопрос определения напряженно-деформированного состояния цилиндрической оболочки с общей анизотропией рассмотрен в работе [7]. На основе асимптотического метода построены итерационные процессы, описывающие возможные напряженные состояния в первой краевой задаче для цилиндрической оболочки. Вопрос определения напряженно-деформированного состояния в смешанной краевой задаче для анизотропной однослойной и двухслойной цилиндрической оболочки при полном контакте слоёв, на внешней и внутренней поверхностях которой заданы смешанные условия теории упругости, обсуждены в работах [8,9]. Та же задача для анизотропной пластинки, на лицевых плоскостях которой заданы смешанные краевые условия теории упругости, обсуждено в работе [10]. В этих работах с применением асимптотического метода построены решения внутренней задачи.

Рассматривается трехмерная задача теории упругости для анизотропной двухслойной цилиндрической оболочки радиуса длиной L, толщиной $2h$ и радиусом соприкосновения слоев R. Воспользуемся цилиндрической системой координат r,q,x, при этом $x\hat{I}\ [0;L], r\hat{I}\ [R-h_2;R+h_1], q\hat{I}\ [0;Q], 0<Q\pounds 2p$. Материалы оболочки обладают цилиндрической анизотропией общего вида, а ось анизотропии совпадает с осью цилиндра. Величины, относящиеся к верхнему слою, отметим индексом (1), а к нижнему слою – индексом (2). Предполагается, что толщины и коэффициенты упругости слоев разные и равны, соответственно h_k и $a_{ij}^{(k)}$, k – номер слоя. Здесь, и последующем, $k=1,2$. На внешней и внутренней поверхностях оболочки заданы следующие условия теории упругости:

$$u_x^{(1)}=u_x^{+}(x,q),\ u_q^{(1)}=u_q^{+}(x,q),\ s_r^{(1)}=e^{-1}s_r^{+}(x,q),\ \text{когда } r=R+h_1,$$
$$s_{xr}^{(2)}=e^{-1}s_{xr}^{-}(x,q),\ s_{rq}^{(2)}=e^{-1}s_{rq}^{-}(x,q),\ u_r^{(2)}=u_r^{-}(x,q),\ \text{когда } r=R-h_2, \qquad (1.1)$$

а на торцах $x=0,L$ и краях $q=0,Q$ могут быть заданы произвольные краевые условия. При $Q=2p$ имеем замкнутую цилиндрическую оболочку и вместо краевых условий при $q=0,Q$ необходимо задать условие периодичности напряжений и перемещений, то есть $Q^{(k)}(r,q+2p)=Q^{(k)}(r,q)$, где $Q^{(k)}$ любое из напряжений и перемещений.

Между слоями выполняется условие неполного контакта:

$$s_{xr}^{(1)}=s_{xr}^{(2)},\ s_{qr}^{(1)}=s_{qr}^{(2)},\ s_r^{(1)}=s_r^{(2)},\ u_r^{(1)}=u_r^{(2)},$$
$$u_x^{(2)}-u_x^{(1)}=f_1(x,q),\ u_q^{(2)}-u_q^{(1)}=f_2(x,q). \qquad (1.2)$$

Для определения напряженно-деформированного состояния цилиндрической оболочки будем исходить из трехмерных уравнений теории упругости в цилиндрических координатах, в которые вводятся безразмерные координаты по формулам [7]

$$x=\frac{x}{\sqrt{Rh}},z=\frac{r-R}{h},j=q\sqrt{\frac{R}{h}} \qquad (1.3)$$

и безразмерные перемещения $U_r^{(k)}=u_r^{(k)}/R, U_q^{(k)}=u_q^{(k)}/R, U_x^{(k)}=u_x^{(k)}/R$, в результате чего уравнения теории упругости будут содержать малый геометрический параметр $e=\sqrt{h/R}$, где $2h=h_1+h_2$.

Решение данной задачи складывается из решения внутренней задачи и решения типа пограничного слоя. Для решения внутренней задачи используется асимптотический метод интегрирования и все напряжения и перемещения представляются в виде суммы по степеням малого параметра [3-8]:

$$Q^{(k)}=e^{-q_k}\sum_{s=0}^{S}e^sQ^{(k,s)}, \qquad (1.4)$$

где S число приближений, а целые числа q_k подбирается так, чтобы после подстановки (1.4) в преобразованные уравнения теории упругости получить рекуррентную систему относительно искомых величин. В рассматриваемой задаче эта цель достигается при [5,6]

$q_k=1$ для $s_r^{(k)},s_q^{(k)},s_x^{(k)},s_{qx}^{(k)},s_{rx}^{(k)},s_{rq}^{(k)}$ и $q_k=0$ для $U_r^{(k)},U_q^{(k)},U_x^{(k)}$.

(1.5)

Подставляя (1.4) в преобразованные уравнения теории упругости, с учетом (1.5), получим следующую систему (здесь и в последующем, для удобства записи, запятыми выделены частные производные):

$$s_{r,z}^{(k,s)}+zs_{r,z}^{(k,s-2)}+s_{rq,j}^{(k,s-1)}+zs_{rx,x}^{(k,s-3)}+s_{rx,x}^{(k,s-1)}+s_r^{(k,s-2)}-s_q^{(k,s-2)}=0,$$

$$s_{rq,z}^{(k,s)}+zs_{rq,z}^{(k,s-2)}+s_{q,j}^{(k,s-1)}+zs_{qx,x}^{(k,s-3)}+s_{qx,x}^{(k,s-1)}+2s_{rq}^{(k,s-2)}=0,$$

$$s_{rx,z}^{(k,s)}+zs_{rx,z}^{(k,s-2)}+s_{qx,j}^{(k,s-1)}+zs_{x,x}^{(k,s-3)}+s_{x,x}^{(k,s-1)}+s_{rx}^{(k,s-2)}=0,$$

$$U_{x,x}^{(k,s)}=a_{11}^{(k)}s_x^{(k,s)}+a_{12}^{(k)}s_q^{(k,s)}+a_{13}^{(k)}s_r^{(k,s)}+a_{14}^{(k)}s_{rq}^{(k,s)}+a_{15}^{(k)}s_{rx}^{(k,s)}+a_{16}^{(k)}s_{xq}^{(k,s)}, \qquad (1.6)$$

$$U_{qj}^{(k,s)}+U_r^{(k,s-1)}=a_{12}^{(k)}s_x^{(k,s)}+a_{22}^{(k)}s_q^{(k,s)}+a_{23}^{(k)}s_r^{(k,s)}+a_{24}^{(k)}s_{rq}^{(k,s)}+a_{25}^{(k)}s_{rx}^{(k,s)}+a_{26}^{(k)}s_{xq}^{(k,s)}+$$
$$+z\left(a_{12}^{(k)}s_x^{(k,s-2)}+a_{22}^{(k)}s_q^{(k,s-2)}+a_{23}^{(k)}s_r^{(k,s-2)}+a_{24}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-2)}+a_{25}^{(k)}s_{rx}^{(k,s-2)}+a_{26}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-2)}\right),$$

$$U_{r,z}^{(k,s)}=a_{13}^{(k)}s_x^{(k,s-1)}+a_{23}^{(k)}s_q^{(k,s-1)}+a_{33}^{(k)}s_r^{(k,s-1)}+a_{34}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-1)}+a_{35}^{(k)}s_{rx}^{(k,s-1)}+a_{36}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-1)},$$

$$U_{q,z}^{(k,s)}+U_{r,j}^{(k,s-1)}+zU_{q,z}^{(k,s-2)}-U_{q}^{(k,s-2)}=$$

$$=a_{14}^{(k)}s_{x}^{(k,s)}+a_{24}^{(k)}s_{q}^{(k,s)}+a_{34}^{(k)}s_{r}^{(k,s)}+a_{44}^{(k)}s_{rq}^{(k,s)}+a_{45}^{(k)}s_{rx}^{(k,s)}+a_{46}^{(k)}s_{xq}^{(k,s)}+$$

$$+z\left(a_{14}^{(k)}s_{x}^{(k,s-3)}+a_{24}^{(k)}s_{q}^{(k,s-3)}+a_{34}^{(k)}s_{r}^{(k,s-3)}+a_{44}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-3)}+a_{45}^{(k)}s_{rx}^{(k,s-3)}+a_{46}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-3)}\right),$$

$$U_{x,z}^{(k,s)}+U_{r,x}^{(k,s-1)}=a_{15}^{(k)}s_{x}^{(k,s-1)}+a_{25}^{(k)}s_{q}^{(k,s-1)}+a_{35}^{(k)}s_{r}^{(k,s-1)}+a_{45}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-1)}+a_{55}^{(k)}s_{rx}^{(k,s-1)}+a_{56}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-1)},$$

$$U_{q,x}^{(k,s)}+U_{xj}^{(k,s)}+zU_{q,x}^{(k,s-2)}=a_{16}^{(k)}s_{x}^{(k,s)}+a_{26}^{(k)}s_{q}^{(k,s)}+a_{36}^{(k)}s_{r}^{(k,s)}+a_{46}^{(k)}s_{rq}^{(k,s)}+a_{56}^{(k)}s_{rx}^{(k,s)}+a_{66}^{(k)}s_{xq}^{(k,s)}+$$

$$+z\left(a_{16}^{(k)}s_{x}^{(k,s-2)}+a_{26}^{(k)}s_{q}^{(k,s-2)}+a_{36}^{(k)}s_{r}^{(k,s-2)}+a_{46}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-2)}+a_{56}^{(k)}s_{rx}^{(k,s-2)}+a_{66}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-2)}\right).$$

Интегрируя систему (1.6) по z получим:

$$s_{rx}^{(k,s)}=s_{rx0}^{(k,s)}+s_{rx}^{*(k,s)},\ (x,q),\ s_{r}^{(k,s)}=s_{r0}^{(k,s)}+s_{r}^{*(k,s)},$$

$$U_{x}^{(k,s)}=U_{x0}^{(k,s)}+U_{x}^{*(k,s)},\ (x,q,r), \qquad (1.7)$$

$$s_{xq}^{(k,s)}=c_{3}^{(k)}s_{r0}^{(k,s)}+c_{4}^{(k)}s_{rq0}^{(k,s)}+c_{5}^{(k)}s_{rx0}^{(k,s)}+t_{xq0}^{(k,s)}+s_{xq1}^{*(k,s)},$$

$$s_{x}^{(k,s)}=a_{3}^{(k)}s_{r0}^{(k,s)}+a_{4}^{(k)}s_{rq0}^{(k,s)}+a_{5}^{(k)}s_{rx0}^{(k,s)}+t_{x0}^{(k,s)}+s_{x1}^{*(k,s)},\ (x,q;a,b;4,5),$$

где

$$t_{x0}^{(k,s)}=B_{11}^{(k)}e_{1}^{(k,s)}+B_{12}^{(k)}e_{2}^{(k,s)}+B_{16}^{(k)}w^{(k,s)},\ (x,q;1,2),$$

$$t_{qx0}^{(k,s)}=B_{16}^{(k)}e_{1}^{(k,s)}+B_{26}^{(k)}e_{2}^{(k,s)}+B_{66}^{(k)}w^{(k,s)},$$

$$e_{1}^{(k,s)}=U_{x0,x}^{(k,s)},\ e_{2}^{(k,s)}=U_{q0,j}^{(k,s)},\ w^{(k,s)}=U_{q0,x}^{(k,s)}+U_{x0,j}^{(k,s)}, \qquad (1.8)$$

$$a_{i}^{(k)}=\left(a_{i1}^{(k)}B_{11}^{(k)}+a_{i2}^{(k)}B_{12}^{(k)}+a_{i6}^{(k)}B_{16}^{(k)}\right),\ b_{i}^{(k)}=\left(a_{i1}^{(k)}B_{12}^{(k)}+a_{i2}^{(k)}B_{22}^{(k)}+a_{i6}^{(k)}B_{26}^{(k)}\right),$$

$$c_{i}^{(k)}=\left(a_{i1}^{(k)}B_{16}^{(k)}+a_{i2}^{(k)}B_{22}^{(k)}+a_{i6}^{(k)}B_{66}^{(k)}\right),\ (i=3,4,5).$$

Коэффициенты $B_{ij}^{(k)}$, $a_{i}^{(k)}, b_{i}^{(k)}$, $c_{i}^{(k)}$ определяются по известным формулам [1,2,7], а величины со звездочками, входящие в формулы (1.7), как обычно, известны для каждого приближения s и определяются по формулам:

$$s_{x1}^{*(k,s)}=a_{3}^{(k)}s_{r}^{*(k,s)}+a_{4}^{(k)}s_{rq}^{*(k,s)}+a_{5}^{(k)}s_{rx}^{*(k,s)}+t_{x}^{*(k,s)}+B_{12}^{(k)}U_{r}^{(k,s-1)}+zB_{16}^{(k)}U_{q,x}^{(k,s-2)}+$$

$$+z\left(a_{1}^{(k)}s_{x}^{(k,s-2)}+a_{2}^{(k)}s_{q}^{(k,s-2)}+a_{3}^{(k)}s_{r}^{(k,s-2)}+a_{4}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-2)}+a_{5}^{(k)}s_{xr}^{(k,s-2)}+a_{6}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-2)}\right),$$

$$s_{q1}^{*(k,s)}=b_{3}^{(k)}s_{r}^{*(k,s)}+b_{4}^{(k)}s_{rq}^{*(k,s)}+b_{5}^{(k)}s_{rx}^{*(k,s)}+t_{q}^{*(k,s)}+B_{22}^{(k)}U_{r}^{(k,s-1)}+zB_{26}^{(k)}U_{q,x}^{(k,s-2)}+$$

$$+z\left(b_{2}^{(k)}s_{x}^{(k,s-2)}+b_{2}^{(k)}s_{q}^{(k,s-2)}+b_{3}^{(k)}s_{r}^{(k,s-2)}+b_{4}^{(k)}s_{rq}^{(k,s-2)}+b_{5}^{(k)}s_{xr}^{(k,s-2)}+b_{6}^{(k)}s_{xq}^{(k,s-2)}\right),$$

$$s_{xq1}^{*(k,s)} = c_3^{(k)} s_r^{*(k,s)} + c_4^{(k)} s_{rq}^{*(k,s)} + c_5^{(k)} s_{rx}^{*(k,s)} + t_{xq}^{*(k,s)} + B_{26}^{(k)} U_r^{(k,s-1)} + zB_{66}^{(k)} U_{q,x}^{(k,s-2)} +$$
$$+ z\left(c_2^{(k)} s_x^{(k,s-2)} + c_2^{(k)} s_q^{(k,s-2)} + c_3^{(k)} s_r^{(k,s-2)} + c_4^{(k)} s_{rq}^{(k,s-2)} + c_5^{(k)} s_{xr}^{(k,s-2)} + c_6^{(k)} s_{xq}^{(k,s-2)}\right),$$

$$s_r^{*(k,s)} = -\int_0^z \left[s_{rq,j}^{(k,s-1)} + s_{rx,x}^{(k,s-1)} + s_r^{(k,s-2)} - s_q^{(k,s-2)} + z\left(s_{r,z}^{(k,s-2)} + s_{xr,x}^{(k,s-3)}\right)\right] dz,$$

$$s_{rq}^{*(k,s)} = -\int_0^z \left[s_{q,j}^{(k,s-1)} + s_{xq,x}^{(k,s-1)} + 2s_{rq}^{(k,s-2)} + z\left(s_{rq,z}^{(k,s-2)} + s_{xq,x}^{(k,s-3)}\right)\right] dz, \qquad (1.9)$$

$$s_{rx}^{*(k,s)} = -\int_0^z \left[s_{xq,j}^{(k,s-1)} + s_{x,x}^{(k,s-1)} + s_{xr}^{(k,s-2)} + z\left(s_{rx,z}^{(k,s-2)} + s_{x,x}^{(k,s-3)}\right)\right] dz,$$

$$U_r^{*(k,s)} = \int_0^z \left[a_{13}^{(k)} s_x^{(k,s-1)} + a_{23}^{(k)} s_q^{(k,s-1)} + a_{33}^{(k)} s_r^{(k,s-1)} + a_{34}^{(k)} s_{rq}^{(k,s-1)} + a_{35}^{(k)} s_{xr}^{(k,s-1)} + a_{36}^{(k)} s_{xq}^{(k,s-1)}\right] dz,$$

$$U_q^{*(k,s)} = \int_0^z \left[a_{14}^{(k)} s_x^{(k,s-1)} + a_{24}^{(k)} s_q^{(k,s-1)} + a_{34}^{(k)} s_r^{(k,s-1)} + a_{44}^{(k)} s_{rq}^{(k,s-1)} + a_{45}^{(k)} s_{xr}^{(k,s-1)} +\right.$$
$$+ a_{46}^{(k)} s_{xq}^{(k,s-1)} + U_q^{(k,s-2)} + z\left(a_{14}^{(k)} s_x^{(k,s-3)} + a_{24}^{(k)} s_q^{(k,s-3)} + a_{34}^{(k)} s_r^{(k,s-3)} +\right.$$
$$\left.\left. + a_{44}^{(k)} s_{rq}^{(k,s-3)} + a_{45}^{(k)} s_{xr}^{(k,s-3)} + a_{46}^{(k)} s_{xq}^{(k,s-3)} + U_{q,z}^{(k,s-2)}\right) - U_{r,j}^{(k,s-1)}\right] dz,$$

$$U_x^{*(k,s)} = \int_0^z \left[a_{15}^{(k)} s_x^{(k,s-1)} + a_{25}^{(k)} s_q^{(k,s-1)} + a_{35}^{(k)} s_r^{(k,s-1)} + a_{45}^{(k)} s_{rq}^{(k,s-1)} + a_{55}^{(k)} s_{xr}^{(k,s-1)} + a_{56}^{(k)} s_{xq}^{(k,s-1)} - U_{r,x}^{(k,s-1)}\right] dz,$$

$$t_x^{*(k,s)} = B_{11}^{(k)} e_1^{*(k,s)} + B_{12}^{(k)} e_2^{*(k,s)} + B_{16}^{(k)} w^{*(k,s)}, \quad (x,q;1,2),$$

$$t_{xq}^{*(k,s)} = B_{16}^{(k)} e_1^{*(k,s)} + B_{26}^{(k)} e_2^{*(k,s)} + B_{66}^{(k)} w^{*(k,s)},$$

$$e_1^{*(k,s)} = U_{x,x}^{*(k,s)},\ e_2^{*(k,s)} = U_{q,j}^{*(k,s)},\ w^{*(k,s)} = U_{q,x}^{*(k,s)} + U_{x,j}^{*(k,s)},\ e_0^{(k,s)} = U_{q,x}^{(k,s)},$$

$$a_i^{(k)} = -\left(a_{2i}^{(k)} B_{12}^{(k)} + a_{4i}^{(k)} B_{16}^{(k)}\right),\ b_i^{(k)} = -\left(a_{2i}^{(k)} B_{22}^{(k)} + a_{4i}^{(k)} B_{26}^{(k)}\right),$$

$$c_i^{(k)} = -\left(a_{2i}^{(k)} B_{26}^{(k)} + a_{4i}^{(k)} B_{66}^{(k)}\right),\ (i = 1,2,\ldots,6).$$

Предполагается, что $Q^{(s-m)} \circ 0$, если $s < m$.

Неизвестные функции интегрирования $t_{rx0}^{(k,s)}, t_{rq0}^{(k,s)}, t_{r0}^{(k,s)}, U_{x0}^{(k,s)}, U_{q0}^{(k,s)}, U_{r0}^{(k,s)}$ определяются из условий (1.1) и (1.2).

Решением (1.7) удовлетворив условиям неполного контакта слоев (1.2), получим:

$$s_{xr0}^{(1,s)} = s_{xr0}^{(2,s)},\ s_{qr0}^{(1,s)} = s_{qr0}^{(2,s)},\ s_{r0}^{(1,s)} = s_{r0}^{(2,s)},\ U_{r0}^{(1,s)} = U_{r0}^{(2,s)},$$
$$U_{x0}^{(2,s)} = U_{x0}^{(1,s)} + f_1^{(s)}(x,j),\ U_{q0}^{(2,s)} = U_{q0}^{(1,s)} + f_2^{(s)}(x,j), \qquad (1.10)$$

где

$$f_k^{(0)}(x,j)=f_k\left(x\sqrt{Rh},j\sqrt{\frac{h}{R}}\right),\quad k=1,2,$$

$$f_k^{(s)}(x,j)=0,\ \text{когда}\ s>0,\ k=1,2.$$

Удовлетворив поверхностным условиям (1.1), определим неизвестные функции интегрирования:

$$s_{rx0}^{(2,s)}=s_{rx}^{-(s)}(x,j)-s_{xr}^{*(2,s)}(x,j,z_2),(x,q),\qquad s_{r0}^{(1,s)}=s_r^{+(s)}(x,j)-s_r^{*(1,s)}(x,j,z_1),$$

$$U_{x0}^{(1,s)}=u_x^{+(s)}(x,j)-U_x^{*(1,s)}(x,j,z_1),(x,q),\qquad U_{r0}^{(2,s)}=u_r^{-(s)}(x,j)-U_r^{*(2,s)}(x,j,z_2),$$

$$U_{x0}^{(2,s)}=u_x^{+(s)}(x,j)-U_x^{*(1,s)}(x,j,z_1)+f_1^{(s)}(x,j),\left(x,q;f_1^{(s)},f_2^{(s)}\right).$$

(1.11)

Из (1.7), с учетом (1.11), получим окончательное решение поставленной задачи:

$$s_r^{(k,s)}=s_r^{+(s)}+s_r^{*(k,s)}(x,j,z)-s_r^{*(1,s)}(x,j,z_1),$$

$$s_{rx}^{(k,s)}=s_{rx}^{-(s)}+s_{rx}^{*(k,s)}(x,j,z)-s_{rx}^{*(2,s)}(x,j,z_2),(x,q),$$

$$U_x^{(1,s)}=u_x^{+(s)}+U_x^{*(1,s)}(x,j,z)-U_x^{*(1,s)}(x,j,z_1),(x,q),$$

$$U_x^{(2,s)}=u_x^{+(s)}+U_x^{*(2,s)}(x,j,z)-U_x^{*(1,s)}(x,j,z_1)+f_1^{(s)}(x,j),(x,q),$$

$$U_r^{(k,s)}=u_r^{-(s)}+U_r^{*(k,s)}(x,j,z)-U_r^{*(2,s)}(x,j,z_2),\qquad(1.12)$$

$$s_x^{(1,s)}=a_3^{(1)}s_r^{+(s)}+a_4^{(1)}s_{rq}^{-(s)}+a_5^{(1)}s_{rx}^{-(s)}+B_{11}^{(1)}u_{x,x}^{+(s)}+B_{12}^{(1)}u_{q,j}^{+(s)}+B_{16}^{(1)}\left(u_{q,x}^{+(s)}+u_{x,j}^{+(s)}\right)+s_x^{*(1,s)}(x,j,z),$$

$$s_x^{(2,s)}=a_3^{(2)}s_r^{+(s)}+a_4^{(2)}s_{rq}^{-(s)}+a_5^{(2)}s_{rx}^{-(s)}+B_{11}^{(2)}u_{x,x}^{+(s)}+B_{12}^{(2)}u_{q,j}^{+(s)}+B_{16}^{(2)}\left(u_{q,x}^{+(s)}+u_{x,j}^{+(s)}\right)+$$
$$+B_{11}^{(2)}f_{1,x}^{(s)}+B_{12}^{(2)}f_{2,j}^{(s)}+B_{16}^{(2)}\left(f_{2,x}^{(s)}+f_{1,j}^{(s)}\right)+s_x^{*(2,s)}(x,j,z),\ (x,q;x,j;a,b;1,2),$$

$$s_{xq}^{(1,s)}=c_3^{(1)}s_r^{+(s)}+c_4^{(4)}s_{rq}^{-(s)}+c_5^{(1)}s_{rx}^{-(s)}+B_{16}^{(1)}u_{x,x}^{+(s)}+B_{26}^{(1)}u_{q,j}^{+(s)}+B_{66}^{(1)}\left(u_{q,x}^{+(s)}+u_{x,j}^{+(s)}\right)+s_{xq}^{*(1,s)}(x,j,z),$$

$$s_{xq}^{(2,s)}=c_3^{(2)}s_r^{+(s)}+c_4^{(2)}s_{rq}^{-(s)}+c_5^{(2)}s_{rx}^{-(s)}+B_{16}^{(2)}u_{x,x}^{+(s)}+B_{26}^{(2)}u_{q,j}^{+(s)}+B_{66}^{(2)}\left(u_{q,x}^{+(s)}+u_{x,j}^{+(s)}\right)+$$
$$+B_{16}^{(2)}f_{1,x}^{(s)}+B_{26}^{(2)}f_{2,j}^{(s)}+B_{66}^{(2)}\left(f_{2,x}^{(s)}+f_{1,j}^{(s)}\right)+s_{xq}^{*(2,s)}(x,j,z).$$

где

$$s_x^{*(k,s)}(x,j,z)=s_{x1}^{*(k,s)}(x,j,z)-a_3^{(k)}s_r^{*(1,s)}(x,j,z_1)-a_4^{(k)}s_{rq}^{*(2,s)}(x,j,z_2)-a_5^{(k)}s_{rx}^{*(2,s)}(x,j,z_2)-$$
$$-B_{11}^{(k)}U_{x,x}^{*(1,s)}(x,j,z_1)-B_{12}^{(k)}U_{q,j}^{*(1,s)}(x,j,z_1)-B_{16}^{(k)}\left(U_{q,x}^{*(1,s)}(x,j,z_1)+U_{x,j}^{*(1,s)}(x,j,z_1)\right),$$
$$(x,q;x,j;a,b;1,2),\qquad(1.13)$$

$$s_{xq}^{*(k,s)}(x,j,z)=s_{xq1}^{*(k,s)}(x,j,z)-c_3^{(k)}s_r^{*(1,s)}(x,j,z_1)-c_4^{(k)}s_{rq}^{*(2,s)}(x,j,z_2)-c_5^{(5)}s_{rx}^{*(2,s)}(x,j,z_2)-$$
$$-B_{16}^{(k)}U_{x,x}^{*(1,s)}(x,j,z_1)-B_{26}^{(k)}U_{q,j}^{*(1,s)}(x,j,z_1)-B_{66}^{(k)}\left(U_{q,x}^{*(1,s)}(x,j,z_1)+U_{x,j}^{*(1,s)}(x,j,z_1)\right).$$

В формулах (1.11), (1.13) необходимо учитывать, что

$$s_r^{+(0)} = s_r^{+}(x,j),\ s_{rx}^{-(0)} = s_{rx}^{-}(x,j),\ s_{rq}^{-(0)} = s_{rq}^{-}(x,j),$$
$$u_x^{+(0)} = u_x^{+}(x,j),\ u_q^{+(0)} = u_q^{+}(x,j),\ u_r^{-(0)} = u_r^{-}(x,j), \qquad (1.14)$$
$$s_r^{+(s)} = s_{rx}^{-(s)} = s_{rq}^{-(s)} = u_x^{+(s)} = u_q^{+(s)} = u_r^{-(s)} = 0 \ \text{ïðè} \ \ s > 0.$$

Выведенные выше формулы (1.7) – (1.14) носят итерационный характер и позволяют найти значения всех компонент тензора напряжений и вектора перемещения с заранее заданной точностью. Таким образом, условия (1.1) – (1.2) оказались достаточными для определения всех искомых величин во внутренней задаче. Это решение, как правило, не будет удовлетворять торцевым условиям и условиям на краях цилиндрической оболочки. Для удовлетворения условиям на торцах $x = 0, L$ и на краях $q = 0, Q$ необходимо построить решения типа пограничного слоя вблизи этих торцов и краёв [3-6].

2. **Нежесткий контакт.** Остановимся более подробно на модели нежесткого контакта. Суть этой модели состоит в следующем: принимается, что существует тонкий слой толщиной h_0 с исчезающе малой сдвиговой жесткостью G_0 между контактирующими средами [11]. Отношение $c = \lim\limits_{\substack{h_0 \to 0 \\ G_0 \to 0}} \dfrac{h_0}{G_0}$ может принимать любое значение от 0 до ¥. Предельному случаю $c = 0$ соответствует жесткий контакт, другому предельному случаю $c \to ¥$ – скользящий контакт. Для промежуточного состояния принимаются:

$$u_x^{(2)} - u_x^{(1)} = f_1(x,q) = c_1 \frac{l}{h} s_{xr}(x,q,R),$$
$$u_q^{(2)} - u_q^{(1)} = f_2(x,q) = c_2 \frac{l}{h} s_{qr}(x,q,R). \qquad (2.1)$$

Постоянные c_1, c_2 имеют размерность m^3/H и для анизотропных материалов имеют, вообще говоря, разные количественные значения. Для трансверсально-изотропных и изотопных материалов $c_1 = c_2$.

Остальные условия контакта (1.2) остаются неизменными. Тогда из (1.2) и (2.1) следует:

$$f_1^{(s)}(x,j) = c_1 s_{xr}^{(k,s)}(x,j),\ \ f_2^{(s)}(x,j) = c_2 s_{qr}^{(k,s)}(x,j),$$
$$U_{x0}^{(2,s)} = U_{x0}^{(1,s)} + c_1 s_{xr0}^{(k,s)},\quad U_{q0}^{(2,s)} = U_{q0}^{(1,s)} + c_2 s_{qr0}^{(k,s)}. \qquad (2.2)$$

Подставив значения $f_1^{(s)}(x,j)$ и $f_2^{(s)}(x,j)$ из (2.2) в (1.12) с учетом формул для $s_{xr0}^{(k,s)}$ и $s_{qr0}^{(k,s)}$ получим:

$$U_x^{(2,s)} = u_x^{+(s)}(x,j) + c_1 s_{xr}^{-(s)}(x,j) + \overline{U}_x^{*(k,s)}(x,j,z),$$

$$U_q^{(2,s)} = u_q^{+(s)}(x,j) + c_2 s_{rq}^{-(s)}(x,j) + \overline{U}_q^{*(k,s)}(x,j,z),$$

$$\begin{aligned} s_x^{(2,s)} &= a_3^{(2)} s_r^{+(s)} + a_4^{(2)} s_{rq}^{-(s)} + a_5^{(2)} s_{rx}^{-(s)} + B_{11}^{(2)} u_{x,x}^{+(s)} + B_{12}^{(2)} u_{q,j}^{+(s)} + B_{16}^{(2)} \left(u_{q,x}^{+(s)} + u_{x,j}^{+(s)}\right) + \\ &+ B_{11}^{(2)} c_1 s_{rx,x}^{-(s)}(x,j) + B_{12}^{(2)} c_2 s_{rq,j}^{-(s)}(x,j) + \\ &+ B_{16}^{(2)} \left(c_1 s_{rx,j}^{-(s)}(x,j) + c_2 s_{rq,x}^{-(s)}(x,j)\right) + \overline{s}_x^{*(2,s)}(x,j,z), \quad (x,q;x,j;a,b;1,2), \\ s_{xq}^{(2,s)} &= c_3^{(2)} s_r^{+(s)} + c_4^{(2)} s_{rq}^{-(s)} + c_5^{(2)} s_{rx}^{-(s)} + B_{16}^{(2)} u_{x,x}^{+(s)} + B_{26}^{(2)} u_{q,j}^{+(s)} + B_{66}^{(2)} \left(u_{q,x}^{+(s)} + u_{x,j}^{+(s)}\right) + \\ &+ B_{16}^{(2)} c_1 s_{rx,x}^{-(s)}(x,j) + B_{26}^{(2)} c_2 s_{rq,j}^{-(s)}(x,j) + \\ &+ B_{66}^{(2)} \left(c_1 s_{rx,j}^{-(s)}(x,j) + c_2 s_{rq,x}^{-(s)}(x,j)\right) + \overline{s}_{xq}^{*(2,s)}(x,j,z). \end{aligned} \tag{2.3}$$

В формулах (2.3) использованы следующие обозначения:

$$\begin{aligned} \overline{U}_x^{*(k,s)}(x,j,z) &= U_x^{*(k,s)}(x,j,z) - \left(U_q^{*(1,s)}(x,j,z_1) + c_2 s_{rq}^{*(2,s)}(x,j,z_2)\right), \\ \overline{s}_x^{*(2,s)}(x,j,z) &= s_x^{*(2,s)}(x,j,z) - \left[B_{11}^{(2)} c_1 s_{rx,x}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + B_{12}^{(2)} c_2 s_{rq,j}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + \right. \\ &\left. + B_{16}^{(2)} \left(c_1 s_{rx,j}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + c_2 s_{rq,x}^{*(2,s)}(x,j,z_2)\right)\right], \quad (x,q;x,j;a,b;1,2), \\ \overline{s}_{xq}^{*(2,s)}(x,j,z) &= s_x^{*(2,s)}(x,j,z) - \left[B_{16}^{(2)} c_1 s_{rx,x}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + B_{26}^{(2)} c_2 s_{rq,j}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + \right. \\ &\left. + B_{66}^{(2)} \left(c_1 s_{rx,j}^{*(2,s)}(x,j,z_2) + c_2 s_{rq,x}^{*(2,s)}(x,j,z_2)\right)\right]. \end{aligned} \tag{2.4}$$

Остальные формулы (1.11) остаются неизменными.

3. Примеры. В качестве иллюстрации рассмотрим частный пример.

Пусть имеем анизотропную цилиндрическую оболочку, на внешней и внутренней поверхностях которой заданы следующие условия для напряжений и перемещений

$$s_r^+ = -q, u_x^+ = 0,\ u_q^+ = 0,\ s_{rx}^- = 0,\ s_{rq}^- = 0,\ \ u_r^- = 0. \tag{3.1}$$

Учитывая, что $Q_r^{*(k,0)} = 0$, с помощью рекуррентных формул (1.7) – (2.4), в нулевом приближении получим следующее решение внутренней задачи:

$$\begin{aligned} &s_r^{(k,0)} = -\sqrt{\frac{R}{h}} q, s_x^{(k,0)} = -\sqrt{\frac{R}{h}} a_3^{(1)} q, s_q^{(k,0)} = -\sqrt{\frac{R}{h}} b_3^{(1)} q, s_{xq}^{(k,0)} = -\sqrt{\frac{R}{h}} c_3^{(1)} q, \\ &u_x^{(k,0)} = u_q^{(k,0)} = u_r^{(k,0)} = 0,\ s_{rx}^{(k,0)} = s_{rq}^{(k,0)} = 0, \ \ k = 1,2. \end{aligned} \tag{3.2}$$

Вычисляя все приближения до $s = 2$ включительно, получим решение внутренней задачи с точностью $O(e^2)$:

$$\begin{aligned} s_r^{(1)} &= -\sqrt{\frac{R}{h}} q - \sqrt{\frac{1}{Rh}} \left(b_3^{(1)} - 1\right)(r - R - h_1) q, \\ s_{rx}^{(1)} &= s_{rq}^{(1)} = 0, \end{aligned} \tag{2.3}$$

$$\sigma_x^{(1)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}a_3^{(1)}q - q\left[a_3^{(1)}\left(b_3^{(1)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + B_{12}^{(1)}\left(a_{13}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{23}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{36}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{33}^{(1)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + B_{12}^{(1)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{h_2}{\sqrt{Rh}} + \left(a_1^{(2)}a_3^{(2)} + a_2^{(2)}b_3^{(2)} + a_6^{(2)}c_3^{(2)} + a_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right],$$

$$\sigma_q^{(1)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}b_3^{(1)}q - q\left[b_3^{(1)}\left(b_3^{(1)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + B_{22}^{(1)}\left(a_{13}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{23}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{36}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{33}^{(1)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + B_{22}^{(1)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{h_2}{\sqrt{Rh}} + \left(b_1^{(2)}a_3^{(2)} + b_2^{(2)}b_3^{(2)} + b_6^{(2)}c_3^{(2)} + b_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right],$$

$$\sigma_{xq}^{(1)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}c_3^{(1)}q - q\left[c_3^{(1)}\left(b_3^{(1)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + B_{26}^{(1)}\left(a_{13}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{23}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{36}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{33}^{(1)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + B_{26}^{(1)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{h_2}{\sqrt{Rh}} + \left(c_1^{(2)}a_3^{(2)} + c_2^{(2)}b_3^{(2)} + c_6^{(2)}c_3^{(2)} + c_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right],$$

$$u_r^{(1)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}\left[\left(a_{13}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{23}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{36}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{33}^{(1)}\right)(r - R) + \left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)h_2\right]q,$$

$$u_x^{(1)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}\left(a_{15}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{25}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{56}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{35}^{(1)}\right)(r - R - h_1)q, \quad (x, q; 4, 5).$$

Для второго слоя

$$\sigma_r^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}q - \sqrt{\frac{1}{Rh}}\left[\left(b_3^{(2)} - 1\right)(r - R) - \left(b_3^{(1)} - 1\right)h_1\right]q,$$

$$\sigma_{rx}^{(2)} = \sigma_{rq}^{(2)} = 0,$$

$$\sigma_x^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}a_3^{(2)}q - \left[B_{12}^{(2)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{r - R + h_2}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + a_3^{(2)}\left(b_3^{(2)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + \left(a_1^{(2)}a_3^{(2)} + a_2^{(2)}b_3^{(2)} + a_6^{(2)}c_3^{(2)} + a_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right]q,$$

$$\sigma_q^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}b_3^{(2)}q - \left[B_{22}^{(2)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{r - R + h_2}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + b_3^{(2)}\left(b_3^{(2)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + \left(b_1^{(2)}a_3^{(2)} + b_2^{(2)}b_3^{(2)} + b_6^{(2)}c_3^{(2)} + b_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right]q,$$

$$\sigma_{xq}^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}c_3^{(2)}q - \left[B_{26}^{(2)}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\frac{r - R + h_2}{\sqrt{Rh}} + \right.$$

$$\left. + c_3^{(2)}\left(b_3^{(2)} - 1\right)\frac{r - R - h_1}{\sqrt{Rh}} + \left(c_1^{(2)}a_3^{(2)} + c_2^{(2)}b_3^{(2)} + c_6^{(2)}c_3^{(2)} + c_3^{(2)}\right)\frac{r - R}{\sqrt{Rh}}\right]q,$$

$$u_r^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}\left(a_{13}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{23}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{36}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{33}^{(2)}\right)\left(r - R + h_2\right)q\,,$$

$$u_x^{(2)} = -\sqrt{\frac{R}{h}}\left[\left(a_{15}^{(2)}a_3^{(2)} + a_{25}^{(2)}b_3^{(2)} + a_{56}^{(2)}c_3^{(2)} + a_{35}^{(2)}\right)\left(r - R\right) - \left(a_{15}^{(1)}a_3^{(1)} + a_{25}^{(1)}b_3^{(1)} + a_{56}^{(1)}c_3^{(1)} + a_{35}^{(1)}\right)h_1\right]q\,.$$

$$\left(x, q; 4, 5\right).$$

Если материалы слоев ортотропные, то полученные формулы намного упрощаются. В частности $u_x^{(k)} = u_q^{(k)} = 0$.

В заключение отметим, что решение типа пограничного слоя можно построить с помощью функций типа пограничного слоя [5-7,9].

Литература

1. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. М.: Наука, 1987. 360 с.
2. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек. М.: Наука, 1974. 448 с.
3. Гольденвейзер А.Л. Построение приближенной теории оболочек при помощи асимптотического интегрирования уравнений теории упругости.//ПММ. 1963. Т.27. Вып.4. С.593-608.
4. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. М.: Наука, 1976. 512 с.
5. Агаловян Л.А. Асимптотическая теория анизотропных пластин и оболочек. М.:Наука,1997. 415с.
6. Агаловян Л.А., Геворкян Р.С. Неклассические краевые задачи анизотропных слоистых балок, пластин и оболочек. Ереван: Изд. «Гитутюн» НАН РА, 2005. 468с.
7. Хачатрян Ш.М. О напряженных состояниях и их определяющих уравнениях цилиндрических оболочек с общей анизотропией// Изв. АН Арм.ССР. Механика. 1979. Т. 32. №3. С. 26-41.
8. Хачатрян А.М., Петросян Г.А. Асимптотическое решение одной смешанной краевой задачи анизотропной цилиндрической оболочки. Труды VI Межд. конф. «Актуальные проблемы механики сплошной среды». 01-06 октября, 2019. Дилижан, Армения. С.340-344.
9. Хачатрян А.М., Петросян Г.А. Асимптотическое

решение одной смешанной краевой задачи анизотропной двухслойной цилиндрической оболочки. Изв. НАН Армении. Механика. 2020. Т.73. № 2. С.58-68.
10. Петросян Г.А., Хачатрян А.М. Асимптотическое решение одной смешанной краевой задачи анизотропной пластинки. //Изв. НАН Армении. Механика. 2009.Т.62. №4. С.65-72.
11. Анисимов А.А., Ермаков С.Ю., Фролова Е.Н., Яновская Т.Б. Исследование отражения-преломления упругих волн на границе нежесткого контакта и контакта с трением// Росс. АН. Физика земли. 1993. №11. С.37-44.

Նյութը ներկայացվել է 8.06.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

ՀՏԴ 37.02(004.45)

Ինֆորմատիկա

Վազգեն ԱՌՍՏԱՄՅԱՆ
ՀրՊՀ կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, մ.գ.թ.
E-mail: varustamyan@rambler.ru

Արտուր ՄՆԱՑԱԿԱՆՅԱՆ
ՀրՊՀ կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դասախոս
E-mail: mnatsakanyanartur04@asu.am

ԴԵՄՔԻ ՊԱՏԿԵՐԻՑ ՄԱՐԴՈՒՆ ՃԱՆԱՉԵԼՈՒ ՆԵՅՐՈՆԱՅԻՆ ՑԱՆՑԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

Հոդվածում դիտարկվել է դեմքի պատկերից մարդուն ճանաչելու համար նեյրոնային ցանցերի օգտագործումը: Աշխատանքի մեջ իրականացվել է տրված պատկերի ճանաչման նեյրոնային ցանցի մեթոդների ակնարկ և դրանց կիրառումը պատկերով մարդկանց ճանաչման համար:

Նեյրոնային ցանցի մեթոդներն առաջարկում են օրինաչափությունների ճանաչում, Ճարտարապետություն և շահագործում, նեյրոնային ցանցում վերլուծական հավասարումների լուծում և ճշգրտում տարբեր մեթոդներով, նեյրոնային ցանցերի ուսուցման գործընթացում ավտոմատ կերպով հիմնական հատկանիշների արդյունահանում, դրանց սահմանում, կարևորության և նրանց միջև հարաբերությունների ստեղծում, լավ ընդհանրացնող կարողություններ շնորհիվ հաջողությամբ կիրառել ուսումնական գործընթացում ձեռք բերված փորձի իրագործում անհայտ պատկերների վրա:

Աշխատանքում դիտարկվել և իրենց լուծումն են ստացել հետևյալ խնդիրները.

1.մեթոդաբանական հիմքերի վերլուծություն,

2.Նոր տվյալների ստեղծման ալգորիթմների կառուցում,

3.Կենսունակության որոշման կիրառելի ալգորիթմի ստեղծում:

Անձի որոշման համար կիրառվել են տարբեր ենթահամակարգեր ու կատարվել վերլուծություններ, նկարագրվել են պատկերների ներկայացման ու հաշվառման տարբեր մեթոդներ և հատկություններ, առաջակվել է մոդել՝ աշխատանքի

արդյունավետության համար:

Դիտարկվող ճանաչման համակարգը պետք է պատկերներ գտնի, որոնումը պետք է ավարտվի հնարավորինս արագ: Պետք է կարևորվի մուտքի և ելքի վերահսկման խնդիրները:

Բանալի բառեր՝ *դեմք, պատկեր, նույնականացման համակարգեր, ծածկագիր, իմացություն, բանալի, քարտեր, նեյրոնային ցանցի մեթոդներ, բազմաշերտ նեյրոնային ցանց:*

В.Арустамян, А.Мнацаканян

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

В статье рассмотрено использование нейронных сетей для распознавания человека по изображению лица. В работе проведен обзор нейросетевых методов распознавания заданного изображения и их применения к распознаванию людей на изображении.

Методы нейронных сетей предлагают распознавание образов, архитектуру и работу, решение и корректировку аналитических уравнений в нейронной сети с использованием различных методов, автоматическое извлечение ключевых признаков в процессе обучения нейронных сетей, их определение, создание взаимосвязей между ними и благодаря хорошим способностям к обобщению, их можно с успехом применять в процессе обучения реализации полученного опыта на неизвестных изображениях.

В работе были рассмотрены и решены следующие задачи.

1. анализ методологических основ,

2. Построение новых алгоритмов создания данных,

3. Создание применимого алгоритма определения жизнеспособности.

Для определения личности использовались разные подсистемы и проводились анализы, описывались различные методы и свойства представления и учета изображений, предлагалась модель эффективности работы.

Наблюдаемая система распознавания должна находить изображения, поиск должен быть завершен как можно быстрее. Особое внимание следует уделить вопросам контроля за входом и выходом.

Ключевые слова: *лицо, образ, системы идентификации, код, знание, ключ, карты, нейросетевые методы, многослойная нейронная сеть.*

V.Arstamyan, A.Mnacakanyan

NEURAL NETWORK METHODS FOR RECOGNIZING A PERSON FROM A FACE IMAGE

The article considered the use of neural networks to recognize a

person from a face image. An overview of neural network methods for the recognition of a given image and their application to the recognition of people in an image is carried out in the work.

Neural network methods offer pattern recognition, architecture and operation, solving and adjusting analytical equations in a neural network using different methods, automatically extracting key features in the learning process of neural networks, defining them, creating relationships between them, and due to good generalization abilities, they can be successfully applied in the learning process. implementation of the acquired experience on unknown images.

The following problems were considered and solved in the work.

1. analysis of methodological bases,

2. Construction of new data creation algorithms,

3. Creating an applicable algorithm for determining viability.

Different sub-systems were used for the determination of the person and analyzes were performed, various methods and properties of image presentation and accounting were described, and a model for work efficiency was proposed.

The observed recognition system must find images, the search must be completed as quickly as possible. Issues of entry and exit control should be emphasized.

Key words: *cards, neural network methods, multilayer neural network.*

Անձի ճանաչումը գործընթաց է, որի ժամանակ բոլոր գործառույթները կամ դրանց հիմնական մասն իրականացվում է ժամանակակից տեղեկատվական և հեռահաղորդակցական տեխնոլոգիաների կիրառմամբ, ապահովվում է գիտելիքների, կարողությունների ու հմտությունների ձեռքբերումը տեխնոլոգիաների օգնությամբ։

Անձի ճանաչման գործընթացը պայմանավորված է անձի անհատականացման անհրաժեշտությամբ: Հիմնական դժվարությունը ճանաչելու մեջ ի հայտ են գալիս դեմքի պատկերով, անկախ նկարահանելիս անկյան և լուսավորության պայմանների փոփոխությունից, ինչպես նաև տարիքի, սանրվածքի և այլնի հետ կապված տարբեր փոփոխություններից։

Պատկերների ճանաչման խնդիրը մեծ նշանակություն է ձեռք բերել ինֆորմացիայի գերծանրաբեռնվածության պայմաններում։ Երբ մարդը այլևս գծային-հաջորդական տարբերակով գլուխ չի հանում իրեն ուղղված խնդիրներից, ուղեղը ավտոմատ կերպով ընկալման ձևը փոխում է միաժամանակ ընկալման և տրամաբանության, որին հատուկ է այդպիսի ճանաչումը [1]։

Պատկերի ճանաչումը համընկնում է օրինաչափությունների ճանաչմանը, ինչպիսիք են տեսողական պատկերը բնութագրող հիմնական հատկանիշների ընտրությունը: Փորձագետները սկզբում ձեռքով էին կատարում մարդկային փորձերը, որոնք շատ ժամանակ էին պահանջում և չէին երաշխավորում որակը:

Նոր մեթոդներում հիմնական հատկանիշների ընտրությունն իրականացվում է նմուշի ավտոմատ վերլուծությամբ, սակայն, այնուամենայնիվ, հատկանիշների մասին տեղեկատվության մեծ մասը նշվում է ձեռքով:

Անձի ճանաչման նպատակն է՝ օգտագործելով մարդու բիոմետրիկական նույնականացման համակարգի հնարավորությունները (ավանդական նույնականացման համակարգերը պահանջում են ծածկագրի իմացություն, առկա բանալի, նույնականացման քարտեր, որոնք կարող են մոռացվել, կորցրվել կամ ձևափոխվել ինչ-որ մեկի կողմից) իրականացնել ճանաչման այնպիսի գործառույթ, որը հիմնվում է մարդու եզակի բիոլոգիական բնութագրիչների վրա, որոնք դժվար է ձևափոխել և յուրահատուկ է միայն տվյալ անձին:

Այդ բնութագրիչների թվին են պատկանում մատնահետքերը:

Մեր նպատակն է ստեղծել անձի ճանաչման մոդել՝ օգտագործելով նեյրոնային ցանցի ընձեռնած հնարավորությունները [2]:

Նեյրոնային ցանցի մեթոդներն առաջարկում են խնդրի լուծման հետևյալ մոտեցումները.

- օրինաչափությունների ճանաչում:
- Ճարտարապետություն և շահագործում:
- նեյրոնային ցանցերը (NN) ունեն կենսաբանական նախատիպեր:
- նեյրոնային ցանցում կշիռները չեն հաշվարկվում վերլուծական հավասարումների լուծմամբ, այլ վերապատրաստման ընթացքում ճշգրտվում են տարբեր տեղական մեթոդներով:
- նեյրոնային ցանցերի ուսուցման գործընթացում ավտոմատ կերպով արդյունահանվում են հիմնական հատկանիշները, դրանց սահմանումը, կարևորությունը և նրանց միջև հարաբերությունների ստեղծումը:
- նեյրոնային ցանցերը լավ ընդհանրացնող կարողությունների շնորհիվ կարելի է հաջողությամբ կիրառել ուսումնական գործընթացում՝ ձեռքբերված փորձով՝ անհայտ պատկերների վրա [3]:

Այդ նպատակին հասնելու համար աշխատանքում դիտարկվել և իրենց լուծումն են ստացել հետևյալ խնդիրները.

1.Նեյրոնային ցանցերի տեսական մեթոդաբանական հիմքերի վերլուծություն:

2.Նոր տվյալների ստեղծման ալգորիթմների կառուցում՝ ուսումնական նմուշի փոփոխականությունը մեծացնելու համար:

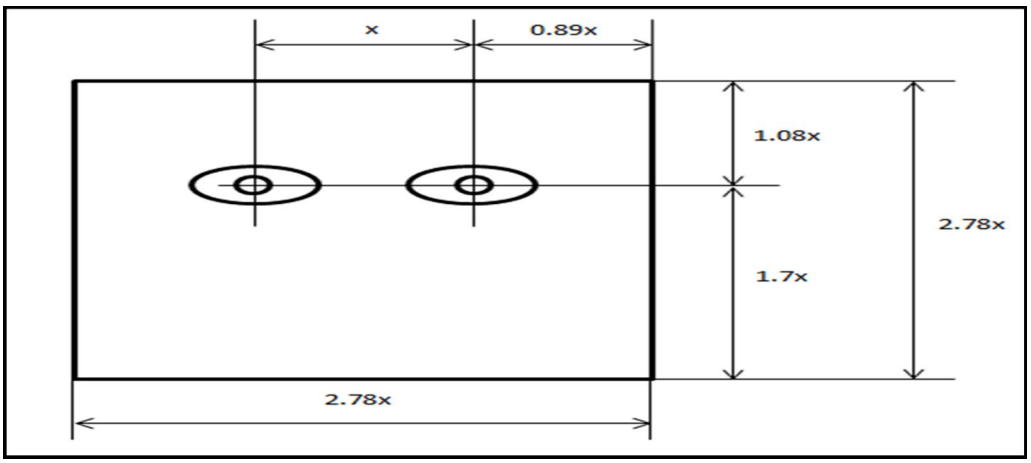
3.Կենսունակության որոշման գործնականում կիրառելի ալգորիթմի ստեղծում:

4.Դեմքի ճանաչման մոդելները պետք է ստուգեն միայն նմուշի նմանությունը կենսաչափական ձևանմուշի հետ և գնահատեն՝ արդյոք գրանցված օգտատերը անցնում է մուտքի հսկողությունը:

Մոդելի կառուցման ընթացքում պարզվել է, որ լավ ճանաչման արդյունքների կարելի է հասնել, եթե դեմքը շրջանակված լինի, ինչպես ցույց է տրված նկար 1-ում:

Այս խնդիրները լուծելու համար նախագծված են բազմաշերտ նեյրոնային ցանցեր, և նման ցանցերը գործում են պատկերների (հատկանիշների) սկզբնական տարածքում, նրանց համար կարևոր է պատկերի նախնական մշակման պահանջը:

Այն բերում է պատկերը ստանդարտ ձևի (դիրք, մասշտաբ, կողմնորոշում, պայծառության հավասարեցում)՝ նվազեցնելով տվյալների չափը, ընտրելով հիմնական բնութագրերը:

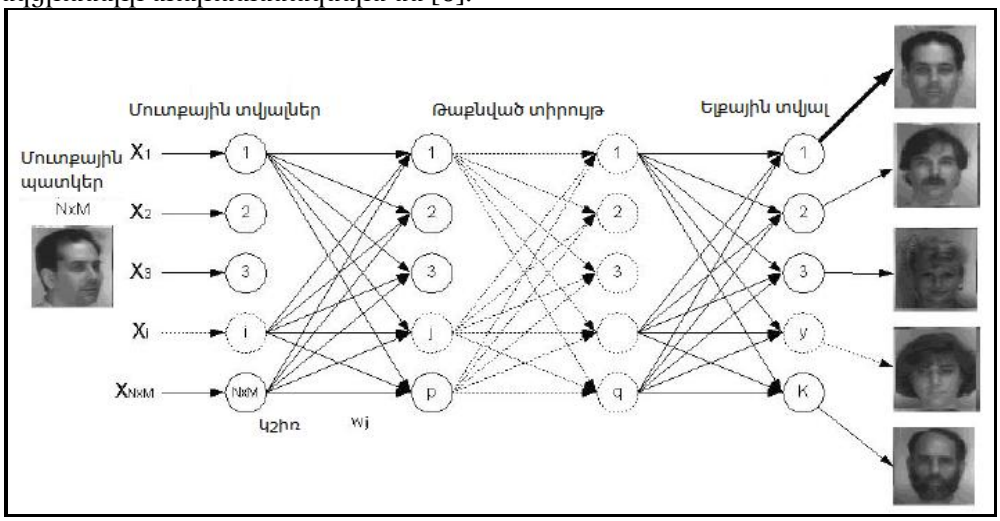


Նկար 1. Պատկերում դեմքի շրջանակավորում

Բնօրինակ տարածության մեջ գործելու հաջորդ հետևանքը պատկերի խեղաթյուրումը հաշվի առնելու անհնարինությունն է (օրինակ՝ անկյունը փոխելիս, հույզերը), հետևաբար, ուսուցման նմուշը պետք է պարունակի օրինակների ներկայացուցչական հավաքածու, որոնք առարկաների պատկերների հավաքածու են անկյունների և լուսավորության պայմանների տիրույթում, որոնցում նախատեսվում է ճանաչել պատկերը [4]:

Բազմաշերտ նեյրոնային ցանցի ճարտարապետությունը (MNN, մյուս անունը՝ բազմաշերտ պերցեպտրոն, անգլերեն՝ Multilayer Perceptron, MLP) բաղկացած է հաջորդաբար միացված շերտերից, որտեղ յուրաքանչյուր շերտի նեյրոնն իր մուտքերով կապված է նախորդ շերտի բոլոր նեյրոնների հետ, և հաջորդի ելքերը (նկար. 2) [5]:

Նման նեյրոնների ակտիվացման ֆունկցիաները գծային, շեմային և սիգմոիդ ֆունկցիաների տարատեսակներն են [6]:



Նկար 2. Բազմաշերտ նեյրոնային ցանցի ճարտարապետությունը և դրա կիրառումը պատկերների ճանաչման համար: Ամենաբարձր ակտիվությամբ նեյրոնը (այստեղ առաջինը) ցույց է տալիս, որ պատկանում է ճանաչված դասին

Նեյրոնային ցանցերի կիրառմամբ անձի որոշման համար դիտարկվել են հետևյալ ենթահամակարգեր.

1) տեխնիկական ենթահամակարգ - մեծ տվյալների բազաներում որոնում (սերվեր, ցանցային համակարգ),

2) ծրագրային ենթահամակարգ- մուտքի վերահսկում (ծրագրային օպերացիոն համակարգ, սերվեր, տվյալների շտեմարանի կառավարման համակարգ, մոդուլային ծրագիր),

3) անվտանգության ապահովման ենթահամակարգ-փաստաթղթերում լուսանկարների վերահսկում (ցանցային ներխուժումներից պաշտպանության միջոց՝ ծրագրային կամ տեխնիկական պաշտպանության համակարգ),

4) տեղեկատվական ենթահամակարգ (ուսումնամեթոդական նյութեր,գործընթացի իրականացման և համակարգման համար նյութեր):

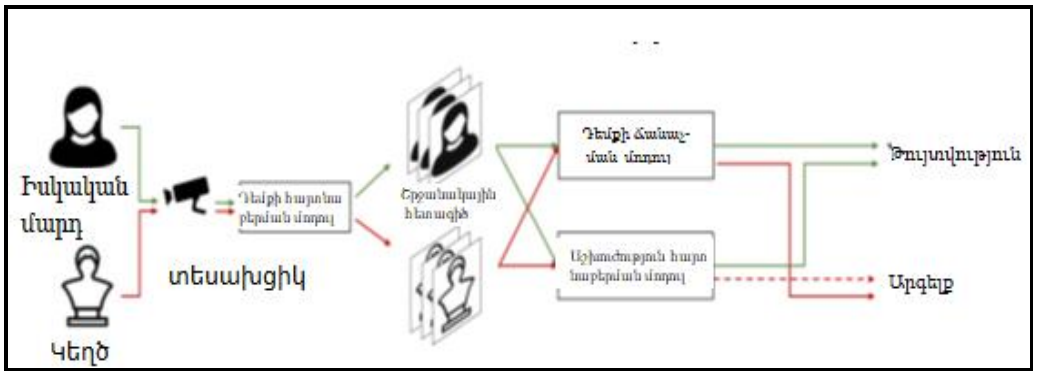
Ենթահամակարգերը տարբերվում են և՛ ճանաչման համակարգերին ներկայացվող պահանջներով, և՛ լուծման մեթոդներով, հետևաբար դրանք ներկայացնում են առանձին դասեր: Այսպիսի դասերի համար առաջին և երկրորդ տեսակի սխալների պահանջները նույնպես տարբեր են [7]:

Առաջին տեսակի սխալը իրավիճակ է, երբ տվյալ դասի օբյեկտը չկա համակարգի կողմից ճանաչված:

Երկրորդ տեսակի սխալ տեղի է ունենում, երբ տվյալ դասի օբյեկտը շփոթվում է այլ դասի օբյեկտի հետ: Արդյունավետ շահագործման համար մշակվող մոդելը պետք է համապատասխանի հետևյալ պայմանին՝

Մեկ-շատ համեմատություն- ճանաչման համակարգը պետք է պատկերներ գտնի, այդ անձին համապատասխան: Որոնումը պետք է ավարտվի հնարավորինս

արագ: Միևնույն ժամանակ, կարևոր են մուտքի և ելքի վերահսկման խնդիրները, այստեղ խնդիր կարող է առաջանալ եթե մուտքի կամ ելքի ժամանակ տեխնիկական պատճառով համակարգը չի ֆիքսել տվյալ անձի մուտքը կամ ելքը:



Այսպիսով, դեմքի պատկերից մարդուն ճանաչելու համար նեյրոնային ցանցերի օգտագործումը ներկա դրությամբ ամենաարդյունավետ մեթոդներից է:

Գրականություն

1. Глазунов А., Компьютерное распознавание человеческих лиц // Открытые системы. – 2000. – №3. (http://www.osp.ru/os/2000/03/).
2. Головко В.А., Нейроинтеллект: Теория и применения. Книга 1. Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями. – Брест: БПИ, 1999. – 260с.
3. Головко В.А., Нейроинтеллект: Теория и применения. Книга 2. Самоорганизация, отказоустойчивость и применение нейронных сетей. – Брест: БПИ, 1999. – 228с.
4. Горелик А.Л., Скрипкин В.А., Методы распознавания. – М: Высшая школа, 1984. – 208 с.
5. Valentin D., Abdi H. Can a Linear Autoassociator Recognize Faces From New Orientations? The University of Texas at Dallas, 1995.
6. Zhang S., Wang X., Liu A. и др. A Dataset and Benchmark for Large-scale Multi-modal Face Anti-spoofing // CVPR. – Long Beach, CA. – 2019.
7. Parkhi O., Vedaldi A., Zisserman A., Deep Face Recognition // British Machine VisionConf. Swansea, – UK. – 2015.

Հետազոտությունը իրականացվել է ԱՀ ԿԳՄՍ նախարարության կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցությամբ՝ № SCS 22-004 «Նեյրոնային ցանցեր և անձի ճանաչում» գիտական թեմայի շրջանակներում:

Նյութը ներկայացվել է 17.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

ՀՏԴ 37.02(004.45)

Ինֆորմատիկա

Ռազմելա ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ
ԱրՊՀ կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դասախոս
E-mail. razmelaavetisyan1963@gmail.com

ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԳՈՐԾԱՌՈՒՅԹՆԵՐԸ MS EXCEL-ՈՒՄ

Հոդվածում քննվում են որոշ օպտիմալացման խնդիրների մաթեմատիկական մոդելների կառուցման ունակություններ ձևավորումը, և այդ խնդիրների լուծումը MS Excel խմբագրիչի ***Поиск решения*** *գործիքակազմի միջոցով:*

Հոդվածում գոյություն ունեցող օպտիմալացման՝

· ձեռնարկությունների գործունեության օպտիմալ պլանավորման,

· աշխատանքային ռեսուրսների օպտիմալ բաշխման,

· օպտիմալ խառնուրդների կազմման,

· ձևման և արժեթղթերի օպտիմալ պորտֆելի ձևավորման խնդիրներից,

դիտարկվել են նրանք, որոնք կարող են արդիականացնել բիզնես գործընթացի ավտոմատացումը և ձեռնարկությունների գործունեության օպտիմալ պլանավորումը:

Աշխատանքում քննարկվում է օպտիմալացման խնդիրների լուծման ընդհանուր ալգորիթմը և որպես օպտիմալացման խնդիրների լուծման գործիք օգտագործվում է մաթեմատիկական ծրագրավորումը, որը կարելի է դիտարկել որպես մեթոդների ամբողջություն, որոնք զբաղվում են որոշակի խնդիրների դասերի հետազոտմամբ և դրանց լուծման մեթոդների մշակմամբ, մատնանշվում է, որ մաթեմատիկական ծրագրավորման խնդիրները բաժանվում են գծային և ոչ գծային ծրագրավորման խնդիրների: Ընդ որում, եթե f և g_i ֆունկցիաները գծային են, ապա համապատասխան խնդիրը հանդիսանում է գծային ծրագրավորման խնդիր: Իսկ եթե նշված ֆունկցիաներից գոնե մեկը ոչ գծային է, ապա խնդիրը հանդիսանում է ոչ գծային ծրագրավորման խնդիր:

Քննված օպտիմալացման խնդիրը հնարավորություն է տալիս արտադրանքի արդյունավետությունն առավելագույնի և ծախսերը նվազագույնի հասցնելու գործընթացի ապահովմանը:

Բանալի բառեր՝ *օպտիմալացում, աշխատանքային ռեսուրսներ, հոսք, մաթեմատիկական մոդելներ, ելքային*

տվյալներ, պատակային ֆունկցիա, սահմանափակության պայմաններ:

Р.Аветисян

ПРОЦЕССЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ В MS EXCEL ФУНКЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ В MS EXCEL

В статье рассматривается формирование умения строить математические модели некоторых оптимизационных задач и решение этих задач с помощью инструментария «Поиск решений» редактора MS Excel.

Существующая оптимизация в статье:

• оптимальное планирование деятельности предприятия,

• оптимальное распределение трудовых ресурсов,

• создание оптимальных смесей,

• от проблем формирования и формирования оптимального портфеля ценных бумаг,

рассмотрены те, которые могут модернизировать автоматизацию бизнес-процессов и оптимальное планирование деятельности предприятия.

В работе рассматривается общий алгоритм решения задач оптимизации и используется математическое программирование как инструмент решения задач оптимизации, которые можно рассматривать как совокупность методов, занимающихся исследованием определенных классов задач и разработкой методов их решения, указано, что задачи математического программирования делятся на задачи линейного и нелинейного программирования.

Более того, если функции f и g_i линейны, то соответствующая задача является задачей линейного программирования. А если хотя бы одна из упомянутых функций нелинейна, то проблема является задачей нелинейного программирования.

Обсуждаемая оптимизационная задача дает возможность обеспечить процесс максимизации эффективности продукта и минимизации затрат.

Ключевые слова: *оптимизация, трудовые ресурсы, поток, математические модели, выходные данные, функция слоя, условия ограничений.*

R.Avetisyan

FUNCTIONS FOR PROCESSING OPTIMIZATION PROBLEMS IN MS EXCEL

The article discusses the formation of the ability to build mathematical models of some optimization problems and the

solution of these problems using the ″Search solution″ toolkit of the MS Excel editor.

Existing optimization in the article:

• optimal planning of enterprise activities,

• optimal distribution of labor resources,

• creation of optimal mixtures,

• from the problems of formation and formation of the optimal portfolio of securities,

those that can modernize business process automation and optimal planning of enterprise activities were considered.

The work discusses the general algorithm for solving optimization problems and uses mathematical programming as a tool for solving optimization problems, which can be considered as a set of methods that deal with the research of certain classes of problems and the development of methods for solving them, it is pointed out that mathematical programming problems are divided into are linear and non-linear programming problems.

Moreover, if the functions f and gi are linear, then the corresponding problem is a linear programming problem. And if at least one of the mentioned functions is nonlinear, then the problem is a nonlinear programming problem.

The discussed optimization problem provides an opportunity to ensure the process of maximizing product efficiency and minimizing costs.

Key words: *optimization, work resources, flow, mathematical models, output data, layer function, constraint conditions.*

Տեղեկատվական տեխնոլոգիաները մեծ դեր են խաղում բիզնեսի զարգացման գործում, ապահովում արտաքին և շուկայական փոխառնությունները։

Այսօր տեղեկատվական տեխնոլոգիաների զարգացման շնորհիվ ի հայտ են եկել նոր որակի բիզնեսներ՝ վիրտուալ բանկինգը և ցանցային վճարային համակարգերը, որոնք իրենց հստակ տեղն ունեն տնտեսական գործունեության դաշտում։ Տնտեսության արդիականացման համար կան օպտիմալացման բազմաբնույթ խնդիրներ, որոնք նախատեսված են բիզնեսի կառավարման, բիզնես գործընթացների ավտոմատացման և բիզնեսի առօրյա խնդիրների առավելագույնս օպտիմալ լուծումը ստանալու համար։

Օպտիմալացումը նախատեսված է նպատակաուղղված գործունեություն համապատասխան պայմաններում առավելագույն արդյունք ստանալու համար [1]։

Օպտիմալացման խնդիրներին են պատկանում՝

· ձեռնարկությունների գործունեության օպտիմալ պլանավորման խնդիրները,
· աշխատանքային ռեսուրսների օպտիմալ բաշխման խնդիրները,
· օպտիմալ խառնուրդների կազմման խնդիրները,
· ձևման խնդիրները,
· արժեթղթերի օպտիմալ պորտֆելի ձևավորման խնդիրները և այլն:

Օպտիմիզացիոն խնդիրների լուծման համար որպես գործիք օգտագործվում է մաթեմատիկական ծրագրավորումը (պլանավորումը) օպտիմալացման մաթեմատիկական մեթոդների գործնական կիրառությունը պահանջում է հսկայական հաշվողական աշխատանք, ինչը բավականին դժվար էր իրականացնել առանց համակարգիչների, իսկ որոշ դեպքերում՝ նույնիսկ անհնար: Համակարգիչների հայտնվելուց հետո այդպիսի խնդիրների լուծման համար օգտագործվում են կիրառական ծրագրերի հատուկ փաթեթներ ու բարձր մակարդակի ծրագրավորման լեզուներ:

Գործունեության արդյունավետության բարձրացման և զարգացման որոշակի մակարդակի հասնելու համար պետք է իրականացնել տնտեսական վերլուծություններ, ինչը հիմնված է որոշակի սկզբունքների վրա:

Տնտեսական վերլուծությունն ունի մի շարք առանձնահատկություններ.

Նախ, դա տնտեսական գործունեության համակարգված մոտեցում է, որը դրսևորվում է արդյունքների գնահատման՝ արտադրության և տնտեսական գործոնների փոխազդեցության արդյունքում ու բաղկացած է առանձին ենթակա տարրերից:

Երկրորդ, հաշվարկված բոլոր գործոններն ազդում են վերջնական արդյունքի վրա:

Երրորդ, բոլոր ցուցանիշները պետք է ներկայացնեն համակարգը, յուրաքանչյուր ցուցանիշ ունի իր տնտեսական բովանդակությունը, փոխկապակցված է այլ ցուցանիշների հետ, տարբերվում է նվազեցման և բաժանելիության հատկություններով:

Տնտեսական գործընթացները պետք է մշտապես վերահսկվեն, անհրաժեշտ է ունենալ նոր տվյալների կայուն հոսք: Մաթեմատիկական մոդելների կիրառումը թույլ է տալիս օգտագործել հաշվողական տեխնիկայի միջոցները թույլատրելի լուծումների վերլուծության, առավել ռացիոնալ օպտիմալ լուծման որոնման համար:

Հոդվածում քննվում են որոշ օպտիմիզացիոն խնդիրների մաթեմատիկական մոդելների կառուցման ունակությունների ձևավորումը և այդ խնդիրների լուծումը MS Excel աղյուսակային խմբագրիչի Поиск решения գործիքակազմի միջոցով:

Поиск решения (Excel Solver) հանդիսանում է MS Excel աղյուսակային խմբագրիչի լրացուցիչ պարամետր և օգտագործվում է 1991 թվականից: Solver ծրագրի մշակող Frontline System կազմակերպությունը մասնագիտանում է

օպտիմիզացիայի հզոր և հարմար մեթոդների մշակման մեջ՝ ներդրված տարբեր արտադրող կազմակերպությունների աղյուսակային խմբագրիչների միջավայր (MS Excel Solver, Adobe Quattro Pro, Lotus 1-2-3) [2]:

Դրանց կիրառման արդյունավետությունը բացատրվում է օպտիմիզացիայի ծրագրի և աղյուսակային փաստաթղթի ինտեգրմամբ: Ժամանակակից բիզնես միջավայրում օպտիմալ լուծումների որոնման առավել տարածված գործիքն է Solver ծրագիրը՝ ի շնորհիվ MS Excel աղյուսակային խմբագրիչի լայն տարածման, և որպես օպտիմիզացիոն խնդիրների լուծման գործիք՝ օգտագործվում է մաթեմատիկական ծրագրավորումը:

Մաթեմատիկական ծրագրավորումը զբաղվում է էքստրեմալ խնդիրների հետազոտմամբ և նրանց լուծման մեթոդների մշակմամբ:

Ընդհանուր տեսքով էքստրեմալ խնդրի մաթեմատիկական դրվածքը կայանում է նպատակային ֆունկցիայի առավելագույն կամ նվազագույն արժեքի որոշման մեջ $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ պայմանով, որ $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \le b_i$, $(i = \overline{1,m})$, որտեղ f և g_i-ն տրված ֆունկցիաներն են,իսկ a և b_i որոշ իրական թվեր:

f և g_i ֆունկցիաների հատկություններից ելնելով՝ մաթեմատիկական ծրագրավորումը կարելի է դիտարկել որպես մեթոդների ամբողջություն, որոնք զբաղվում են որոշակի խնդիրների դասերի հետազոտմամբ և դրանց լուծման մեթոդների մշակմամբ:

Մաթեմատիկական ծրագրավորման խնդիրները բաժանվում են գծային և ոչ գծային ծրագրավորման խնդիրների: Ընդ որում, եթե f և g_i ֆունկցիաները գծային են, ապա համապատասխան խնդիրը հանդիսանում է գծային ծրագրավորման խնդիր: Իսկ եթե նշված ֆունկցիաներից գոնե մեկը ոչ գծային է, ապա խնդիրը հանդիսանում է ոչ գծային ծրագրավորման խնդիր:

MS Excel 2010-ում օպտիմիզացիայի խնդիրների լուծման ընդհանուր ալգորիթմը հետևյալն է՝

1.կառուցել մաթեմատիկական մոդելը:

2.Excel աշխատանքային էջում ներմուծել խնդրի պայմանները՝

ա) աշխատանքային էջում ստեղծել աղյուսակ խնդրի պայմանների ներմուծման համար,

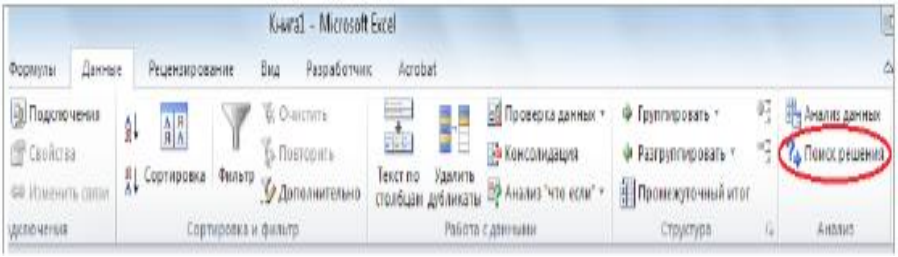
բ) ներմուծել ելքային տվյալները, նպատակային ֆունկցիան, սահմանափակության պայմանները:

3.իրականացնել հրամանների հաջորդականությունը՝ Данные →Анализ →Поиск решения,

4.Параметры поиска решения երկխոսության պատուհանում նշել պարամետրերը, իրականացնել լուծումը»

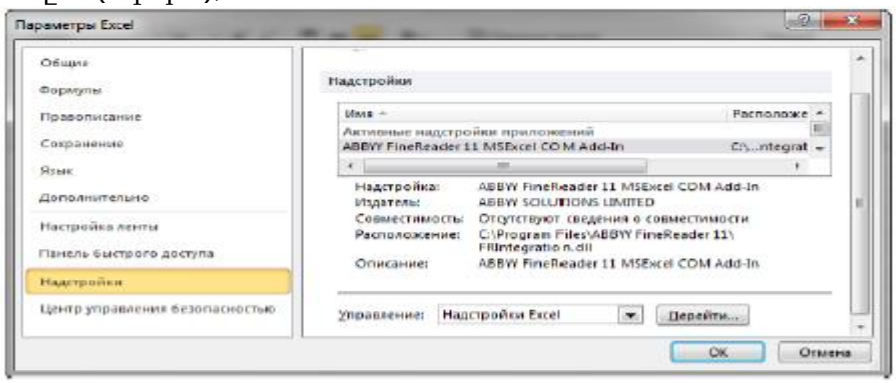
5. վերլուծել ստացված արդյունքները:

Поиск решения գործիքին դիմումը իրականացվում է հրամանների հետևյալ հաջորդականությամբ՝Данные →Анализ →Поиск решения (Նկար 1) [3]:



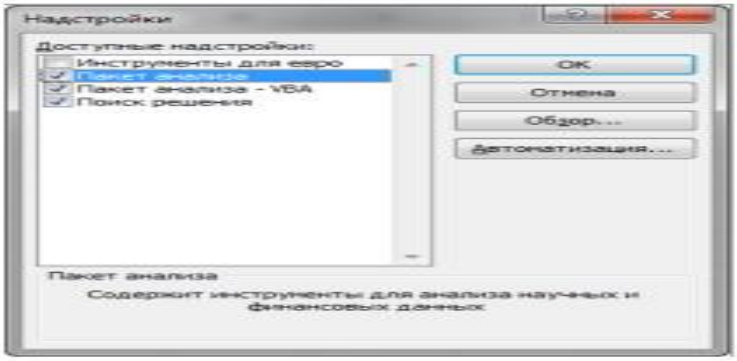
Եթե Поиск решения հրամանը կամ Анализ խումբը բացակայում է Данные ներդիրում, ապա անհրաժեշտ է ներբեռնել համապատասխան կարգավորումը՝

1. ընտրել Файл → Параметры հրամանը,
2. Параметры Excel երկխոսության պատուհանում ընտրել Надстройки հրամանը (Նկար 2),

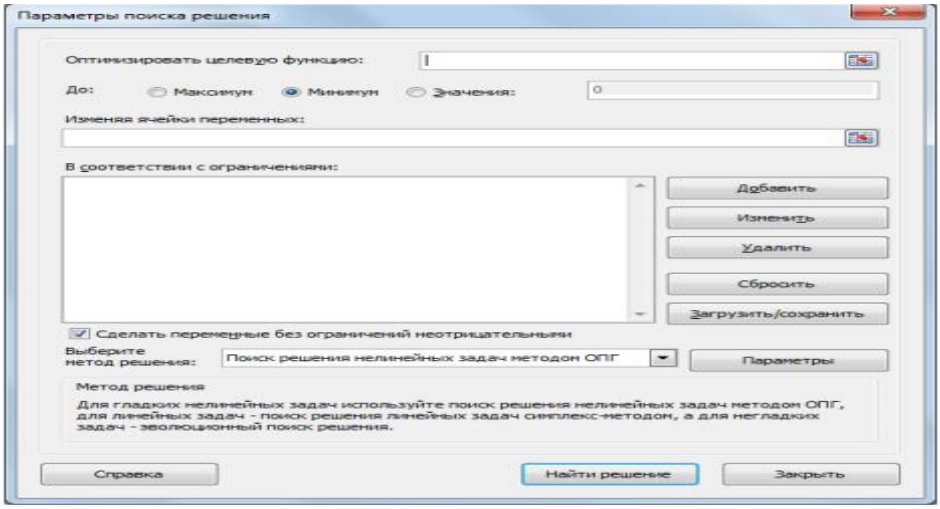


3.Управление դաշտում ընտրել Надстройки Excel, այնուհետև Перейти կոճակը,

4.Доступные надстройки դաշտում ավելացնել դրոշակ Поиск Решения (Նկար 3) կետում և սեղմել OK կոճակը:



Ինչպես նշվեց Поиск Решения գործիքին դիմումը իրականացվում է Данные →Анализ →Поиск решения հրամանի միջոցով: Այս հրամանը արտապատկերում է Параметры поиска решения երկխոսության պատուհանը (Նկար 4):



Նշված գործիքի օգտագործումից առաջ էլեկտրոնային աղյուսակի աշխատանքային էջում պետք է ձևավորված լինեն նպատակային ֆունկցիան, փոփոխվող բջիջների միջակայքը (անհայտները), որոնց արժեքները կորոշվեն լուծման ընթացքում: Լուծումը (փոփոխվող բջիջները) պետք է գտնվի որոշակի սահմաններում և բավարարի որոշակի պայմանների:

Խնդրի պարամետրերը սահմանափակվում են հետևյալ սահմանային ցուցիչներով՝

- անհայտների քանակը – 200,
- անհայտների սահմանափակումների քանակը – 100,
- սահմանային պայմանների քանակը – 400:

Параметры Поиск Решения երկխոսության պատուհանի **Оптимизировать целевую функцию** դաշտում նշվում է նպատակային ֆունկցիայի բջջի հասցեն: Նպատակային ֆունկցիան կախված է փոփոխվող բջիջներից և կապված է նրանց հետ որոշակի բանաձևով: Օպտիմիզացվում է նպատակային ֆունկցիայի արժեքը մինչև մաքսիմում, մինիմում կամ որոշակի որոշված արժեք:

Изменяя ячейки переменных դաշտում նշվում են այն բջիջների հասցեները, որոնք և կլինեն խնդրի լուծումը:

В соответствии с ограничениями դաշտում ներմուծվում են լուծման սահմանափակության պայմանները: **Добавить, Изменить, Удалить** կոճակները ղեկավարում են սահմանափակության պայմանները:

Եթե **Excel**-ի մեկ աշխատանքային էջի սահմաններում անհրաժեշտ է դիտարկել օպտիմիզացման մի քանի մոդել (օրինակ՝ գտնել մի ֆունկցիայի մաքսիմումը և մինիմումը կամ մի քանի ֆունկցիաների մաքսիմալ արժեքը), ապա հարմար է պահպանել այդ մոդելները՝ օգտագործելով **Загрузить/сохранить** կոճակը: Պահպանվող մոդելի միջակայքը պարունակում է ինֆորմացիա նպատակային բջջի, փոփոխվող բջիջների, սահմանափակության

պայմանների և երկխոսության պատուհանի բոլոր արժեքների վերաբերյալ: Նախօրոք պահպանված մոդելի ընտրումը կոնկրետ օպտիմիզացիոն խնդրի լուծման համար նույնպես իրականացվում է **Загрузить/сохранить** կոճակի միջոցով:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными դաշտի դրոշակը թույլ է տալիս չներմուծել լրացուցիչ սահմանափակության պայմաններ փոփոխվող բջիջների համար, եթե դրանց արժեքները ոչ բացասական են:

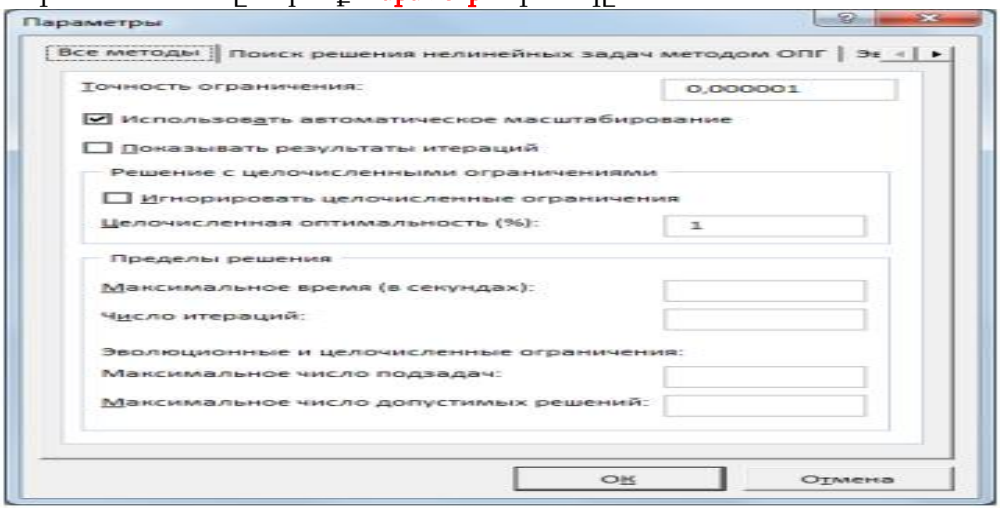
Поиск Решения գործիքը կախված լուծվող խնդրի տեսակից, թույլ է տալիս օգտագործել հետևյալ մեթոդները՝

- սիմպլեքս մեթոդ,
- ընդհանրացված նվազեցված գրադիենտի մեթոդ,
- լուծման էվոլյուցիոն որոնում [4]:

Դիտարկվող երկխոսության պատուհանի **Выберите метод решения** բացվող ցուցակից ընտրվում է լուծման մեթոդը:

Найти решение կոճակը գործարկում է խնդրի լուծման պրոցեսը:

Երբեմն լուծման որոնման պրոցեդուրայի իրականացման արդյունքում անմիջական լուծումը չի գտնվում, նույնիսկ եթե հայտնի է, որ լուծումը գոյություն ունի: Հաճախ այդ խնդիրը հաջողվում է լուծել փոփոխելով որոշակի պարամետրեր և կրկին գործարկելով **Поиск Решения** գործիքը: Նշված պարամետրերը տեղադրվում են **Параметры** երկխոսության պատուհանում (Նկար 5), որը կարտապատկերվի, եթե **Параметры** **Поиск Решения** երկխոսության պատուհանում ընտրենք **Параметры** կոճակը:



Որպես օրինակ դիտարկենք «***Ապրանքի տեսականու օպտիմալ որոշման խնդիրը***»:

Կազմակերպությունը պատրաստում է 4 տեսակի ապրանքներ՝ A, B, C և D: Ապրանքների արտադրման համար օգտագործվում են նյութական և ֆինանսական ռեսուրսներ: Արտադրության ռեսուրսների առավելագույն

պահուստը համապատասխանաբար 800, 2000, 2900 է: Ռեսուրսների սպառումը A, B, C և D ապրանքների միավոր արտադրության համար և յուրաքանչյուր տեսակի առավելագույն թույլատրելի արժեքները տրված են աղյուսակում:

Աղյուսակ 1

Ապրանքներ	Արտադրության միավորի վաճառքից ստացված շահույթը				Պահեստավորված ապրանք
	A	B	C	D	
Աշխատանքային	8	3	4	4	800
Նյութական	7	8	12	10	2000
Ֆինանսական	15	14	13	14	2900
Արտադրանքի ներքին սահման	12		3		-
Արտադրանքի վերին սահման	30	25	-	-	-

Արտադրության միավորի վաճառքից ստացված շահույթը հավասար է 8 դրամական միավորի՝A-ի համար, 10 դ/մ՝B-ի համար, 7 դ/մ՝ C-ի համար և 8 դ/մ՝ D-ի համար:

Յուրաքանչյուր ապրանքից ինչքան պետք է արտադրի կազմակերպությունը, որպեսզի ապրանքի իրացումից ստացված շահույթը լինի առավելագույնը:

Լուծում: Կազմենք խնդրի մաթեմատիկական մոդելը՝ կատարելով նշանակումներ.

x_1 – A տեսակի արտադրանքի ծավալը, x_2 - B տեսակի արտադրանքի ծավալը,

x_3 - C տեսակի արտադրանքի ծավալը, x_4-D տեսակի արտադրանքի ծավալը:

Քանի որ ապրանքների արտադրությունը սահմանափակված է կազմակերպության ունեցած ռեսուրսներով և այդ ապրանքների պահանջարկով, ինչպես նաև, հաշվի առնելով, որ արտադրված ապրանքների ծավալը չի կարող լինել բացասական, պետք է տեղի ունենան հետևյալ անհավասարանումները.

$$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \le 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \le 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \le 2900, \\ 12 \le x_1 \le 30, \\ 0 \le x_2 \le 25, \\ x_3 \ge 3, \\ x_4 \ge 0. \end{cases}$$

Ապրանքի իրացումից ստացված շահույթը կազմում է

$$F = 8x_1 + 10x_2 + 7x_3 + 8x_4:$$

Համակարգի գծային անհավասարումների ոչ բացասական լուծումներից անհրաժեշտ է ընտրել այնպիսի լուծում, որի դեպքում F ֆունկցիան կունենա առավելագույն արժեք [5]:

Դիտարկվող խնդիրը պատկանում է կազմակերպության արտադրական ծրագրերի օպտիմալացման խնդիրների շարքին: Որպես օպտիմալացման չափանիշներ այս խնդիրներում կարելի է օգտագործել **շահույթը, արտադրության անվանացանկը, մեքենայի ժամանակի ծախսերը** և այլն: Աշխատանքային ցուցակում մուտքային տվյալները ներմուծելու համար ստեղծենք աղյուսակ:

A	B	C	D	E	F	G
	Հումք					
	X1	X2	X3	X4		
Արտադրված հումքի ծավալը					Շահույթ/Նպատակային ֆունկցիա/	
Վաճառված հումքից շահույթ						
	Սահմանափակումներ					
	Ծախսված հունքի միավորը ըստ ապրանքի				Հումքից սահմանափակում	Հումքի ավելցուկ
Ապրանք	A	B	C	D		
Աշխատանքային						
Նյութական						
Ֆինանսական						
Արտադրանքի ներքին սահման						
Արտադրանքի վերին սահման						

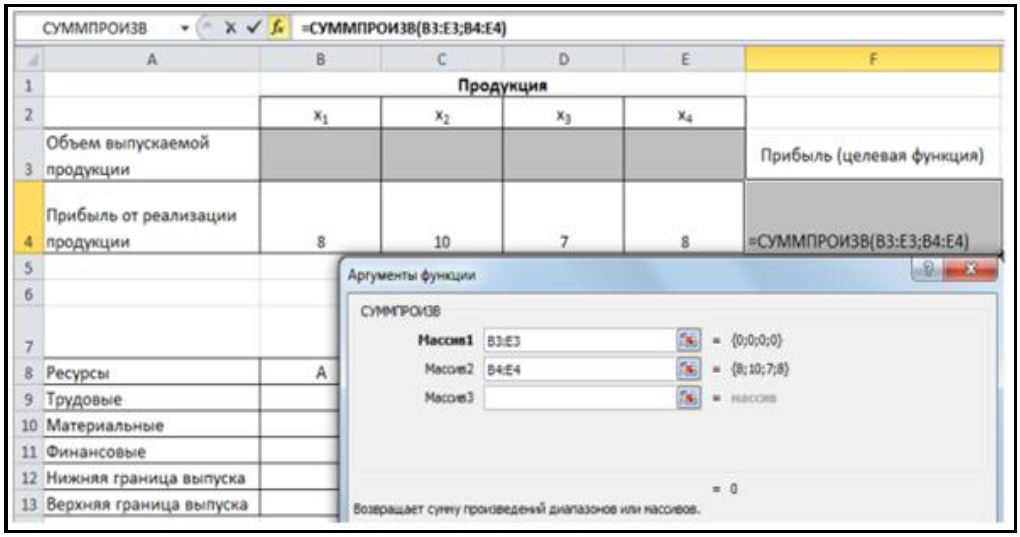
Ներկված բջիջները բանաձևեր ներմուծելու և արդյունքները արտածելու համար են:

Լրացնենք աղյուսակը.

B3:E3 բջիջների բլոկը պարունակում է օպտիմալ լուծումը, այդ բջիջների արժեքները կստացվեն խնդրի լուծման արդյունքում:

B4:E4 բջիջների բլոկը պարունակում է ապրանքների իրացումից ստացված շահույթի արժեքը: B9: E13 բջիջներում ներկայացված է A, B, C և D ապրանքների միավոր արտադրանքի ռեսուրսների ծախսը և յուրաքանչյուրի տեսակների համար առավելագույն թույլատրելի թողարկման արժեքները:

Նպատակային ֆունկցիայի արժեքը հաշվելու համար F4 բջջի համար օգտագործենք =СУММПРОИЗВ(B3:E3;B4:E4) ֆունկցիան:



F9:F11 բջիջներում ներմուծված են ռեսուրսների սահմանափակումները հաշվելու բանաձևերը: Նկարում ներկայացված է մուտքային տվյալներով աղյուսակ՝ նպատակային ֆունկցիայով, սահմանափակումներ և սահմանային պայմաններով:

	A	B	C	D	E	F	G
1		Продукция					
2		x_1	x_2	x_3	x_4		
3	Объем выпускаемой продукции					**Прибыль (целевая функция)**	
4	Прибыль от реализации продукции	8	10	7	8	=СУММПРОИЗВ(B3:E3;B4:E4)	
5							
6		**Ограничения**					
7		Расход ресурса на единицу продукции				**Ограничения по ресурсам**	**Запас ресурса**
8	Ресурсы	A	B	C	D		
9	Трудовые	8	3	4	4	=СУММПРОИЗВ($B$3:$E$3;B9:E9)	800
10	Материальные	7	8	12	10	=СУММПРОИЗВ($B$3:$E$3;B10:E10)	2000
11	Финансовые	15	14	13	14	=СУММПРОИЗВ($B$3:$E$3;B11:E11)	2900
12	Нижняя граница выпуска	12		3			
13	Верхняя граница выпуска	30	25				

«Данные» ցուցակի «Анализ» խմբից ընտրում ենք «Поиск решения» հրամանը:

Էկրանին կհայտնվի «Параметры поиска решения» երկխոսության պատուհանը, որտեղ կսահմանենք հետևյալ պարամետրերը.

· Оптимизировать целевую функцию դաշտում նշում ենք նպատակային ֆունկցիայի բջջի հասցեն – F4,

· Ընտրում ենք նպատակային ֆունկցիայի առավելագույն արժեքի հաշվելը,

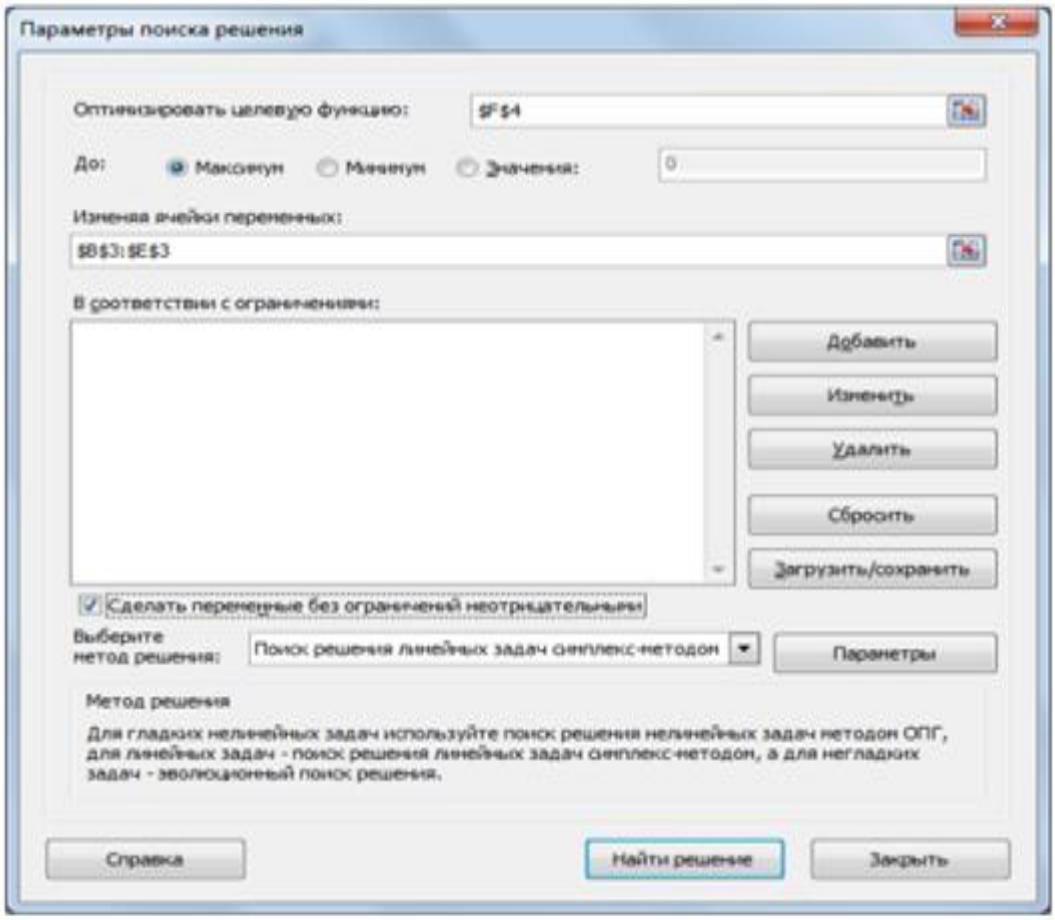
· Изменяя ячейки переменных դաշտում նշում ենք B3:E3 բջիջների հասցեն,

· В соответствии с ограничениями с помощью տիրույթում Добавить կոճակի օգնությամբ ավելացնում ենք խնդրի բոլոր սահմանափակումները,

· Сделать переменные без ограничений неотрицательными նշում ենք այս դաշտը,

· Выберите метод решения ցուցակում ընտրում ենք Поиск решения линейных задач симплекс-методом,

· Սեղմում ենք Найти решение կոճակը:



Ավելի մանրամասն ներկայացնենք В соответствии с ограничениями տիրույթում սահմանափակումներ ավելացնելը:

Սահմանափակում ավելացնելու համար անհրաժեշտ է ընտրել Добавить կոճակը: Կհայտնվի Добавление ограничений երկխոսության պատուհանը:

Ավելացնում ենք սահմանափակումները.

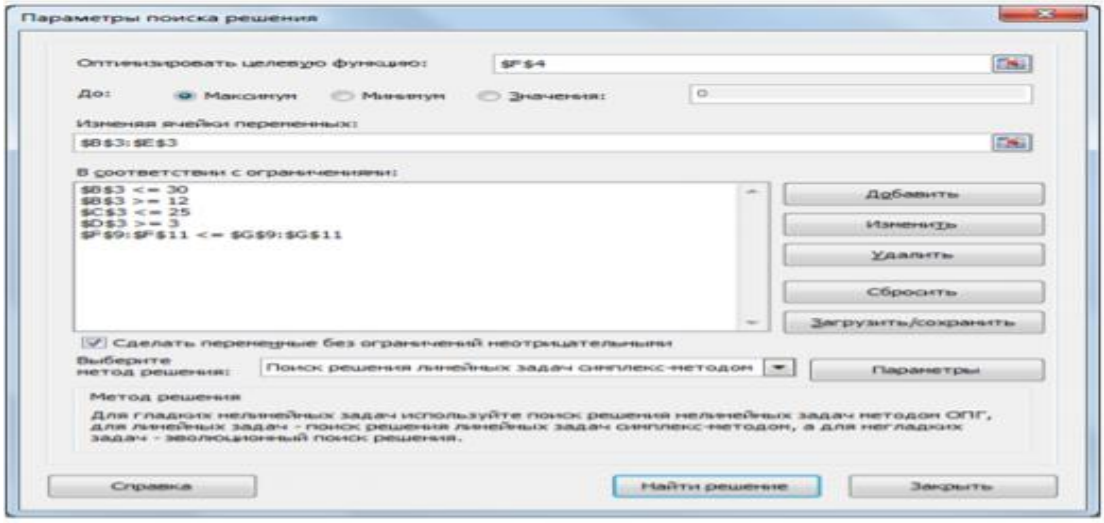
$$8x_1 + 3x_2 + 4x_2 + 4x_2 \le 800$$
$$7x_1 + 8x_2 + 12x_2 + 10x_2 \le 2000$$
$$15x_1 + 14 + 13x_2 + 14x_2 \le 2900$$

Ссылка на ячейки դաշտում նշում ենք F9:F11 միջակայքի բջիջների հասցեները, բացվող ցուցակում ընտրում ենք անհավասարության ≤ նշանը,

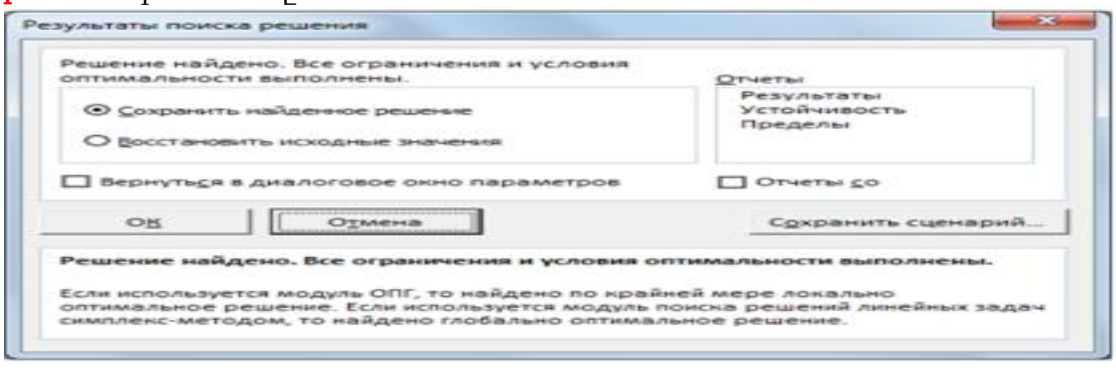
Ограничение դաշտում առանձնացնում ենք G9:G11 միջակայքը և սեղմում Добавить կոճակը: Այս գործողության արդյունքը կլինի ընթացիկ սահմանափակումների ավելացումը սահմանափակումների ցուցակի մեջ:

Վերջին սահմանափակումն ավելացնելու և Параметры поиска решения երկխոսության պատուհան վերադառնալու համար սեղմում ենք OK կոճակը:

Բոլոր անհրաժեշտ պարամետրերը Параметры поиска решения պատուհանում նշելուց հետո այն կունենա հետևյալ տեսքը:



Найти решение կոճակը սեղմելուց կհայտնվի **Результаты поиска решения** պատուհանը:



Ստացված արդյունքը պահպանելու համար անհրաժեշտ է սահմանել **Сохранить найденное решение** անջատիչը **переключатель** և սեղմել OK կոճակը, որից հետո աշխատանքային տարածքը կունենա հետևյալ տեսքը:

	A	B	C	D	E	F	G
1		Продукция					
2		x_1	x_2	x_3	x_4		
3	Объем выпускаемой продукции	12,00	25,00	3,00	154,25	Прибыль (целевая функция)	
4	Прибыль от реализации продукции	8	10	7	8	1601	
5							
6		Ограничения					
7		Расход ресурса на единицу продукции				Ограничения по ресурсам	Запас ресурса
8	Ресурсы	A	B	C	D		
9	Трудовые	8	3	4	4	800,0	800
10	Материальные	7	8	12	10	1862,5	2000
11	Финансовые	15	14	13	14	2728,5	2900
12	Нижняя граница выпуска	12		3			
13	Верхняя граница выпуска	30	25				

Այսպիսով, ապրանքի իրացումից ստացված 1601 դ/մ. առավելագույն շահույթը կլինի հետևյալ արտադրական պլանի դեպքում.

12,00 – A տեսակի ապրանքի ծավալը,
25,00 - B տեսակի ապրանքի ծավալը,
3, 00 - C տեսակի ապրանքի ծավալը,
124,25 - D տեսակի ապրանքի ծավալը:

Բացի օպտիմալ արժեքները փոփոխվող բջիջներում ավելացնելուց **Поиск решения**-ն հնարավորություն է տալիս ներկայացնել արժեքները երեք տեսակի հաշվետվությունների ձևով՝ **Результаты, Устойчивость և Пределы:** Մեկ կամ մի քանի հաշվետվություններ գեներացնելու համար անհրաժեշտ է առանձնացնել նրանց արժեքները **Результаты поиска решения** երկխոսության պատուհանում: Ցուցակից մի քանի հաշվետվության ձև ընտրելու համար անհրաժեշտ է օգտագործել **Shift** ստեղնը:

Արդյունքներով կազմված հաշվետվությունը պարունակում է երեք աղյուսակ [6]:

Այսպիսով, օպտիմալացման մեթոդների, այդ թվում՝ գծային ծրագրավորման մեթոդների կիրառումը թույլ են տալիս առավելագույն շահույթով և նվազագույն ծախսերով լուծել ցանկացած խնդիր, կազմել ավելի օպտիմալ ռացիոն և հավասակշռված ռեժիմ:

Գրականություն

1.*Васильев А. Н.,* Финансовое моделирование и оптимизация средствами Excel 2007 / А. Н. Васильев. – СПб. : Питер, 2009. – 320 с.

2.*Гарнаев А. Ю.,* Microsoft Excel 2010: разработка приложений / А. Ю. Гарнаев, Л. В. Рудикова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 528 с.

3.*Леоненков А. В.,* Решение задач оптимизации в среде MS Excel / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 704 с.

4.*Пикуза* В., Экономические расчеты и бизнес-моделирование в Excel/В.Пикуза.-СПб.: Питер, 2011. – 398 с.

5.*Решение* задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010 // НОУ «ИНТУИТ» http:// www. intuit.ru /studies/courses/4751/1020/info .

6.*Экономико-математические* методы и модели. Компьютерные технологии решения: учеб. пособие/И.Л.Акулич,Е.И.Велеско,П.Ройш,В.Ф.Стрельчонок.–Минск, БГЭУ,1986, 348 с.

Նյութը ներկայացվել է 13.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

UDC 004.9

Information Technology

Irena ARUTYUNYAN
Candidate of Technical Sciences, Department of Natural Sciences, Communications and Information Technology, Shushi University of Technology

Lusine AYDINYAN
Assistant Professor, Department of Agronomy,Veterinary medicine and Fam mechanization, Shushi University of Technology

Gyulchora GALSTYAN
Senior Lecturer, Department of Natural Sciences, Communications and Information Technology, Shushi University of Technology

Robert HARUTYUNYAN
Honorary Professor, Department of Natural Sciences, Communi-cations and Information Technology, Shushi University of Technology

INFORMATION TECHNOLOGY IN PEDIATRICS

Ի.Հարությունյան, Լ.Այդինյան, Գ.Գալստյան, Ռ.Հարությունյան

ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԸ ՄԱՆԿԱԿԱՆ ԲԺՇԿՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Ամեմիայի ուսումնասիրության մաթեմատիկական մեթոդներր դեռ պետք է մշակվեն: Գերիշխող տեսակետը կենտրոնացած է հիվանդ երեխայի հիմնական ցուցանիշների վրա: Մենք ձգտում ենք հասկանալ մաթեմատիկական մեթոդների տեղն այս հետազոտության մեջ և ինչպես ներդաշնակեցնել մուտեցումները՝ ավելի լավ հասկանալու հիվանդությունը: Հոդվածում ներկայացնում ենք անամնեստական և կլինիկական յաբորատոր տվյալների վերլուծության մեթոդաբանություն, որը նախատեսված է տարբեր տեսական հիմքերի միջոցով գնահատելու հիմնական մաթեմատիկական մեթոդները (հավանականությունների տեսություն և մաթեմատիկական վիճակագրություն, օպտիմալացման մեթոդներ, ՏՏ դերն ախտորոշման մեջ):

Ընդգծենք ԱՀ-ում երեխաների ամեմիայի ախտորոշման որոշ առանձնահատկություններ:

Հարկ է ընդգծել, որ մանկաբուժության մեջ ամենամեծ հրատապությունն են ԵԴՍՄ Երկաթ դեֆիցիտի սակավարյունության ժամանակին ախտորոշման և համարժեք բուժման խնդիրները: Մանկաբուժության մեջ ԵԴՍՄ-ի խնդրի արդիականությունը պայմանավորված է ոչ միայն դրա տարածվածությամբ, այլ նաև երեխաների առողջական վիճակի վրա երկաթի անբավարարության զգալի անբարենպաստ ազդեցությամբ: Ապացուցված է, որ ԵԴՍՄ-ը

հանդիսանում է մարմնի բազմաթիվ օրգանների և համակարգերի դիսֆունկցիայի պատճառ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ երկաթը շատ սպիտակուցների մաս է (հեմոգլոբին, միոգլոբին, ցիտոքրոմներ, երկաթի սերոպրոտեիններ, օքսիդազներ, հիդրօքսիազներ, սուպերօքսիդ դիսմուտազներ և այլն), որոնք ապահովում են համակարգային և բջջային աերոբ նյութափոխանակությունը և մարմնի ողջ հոմեոստազը որպես ամբողջ: Հաստատվել է, որ օրգանիզմում երկաթի անբավարար պարունակությունը բացասաբար է անդրադառնում նյութափոխանակության գործընթացների վրա, ինչը հանգեցնում է տարբեր օրգանների և համակարգերի աշխատանքի խաթարմանը:

Բանալի բառեր՝ *մաթեմատիկական մեթոդներ, էնտրոպիա, հավանականությունների տեսություն և մաթեմատիկական վիճակագրություն, β-տալասեմիա, ռեգրեսիոն մոդելներ, որոշման գործակից, Գաուսի բաշխման ֆունկցիա, տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ:*

И.Арутюнян, Л.Айдинян, Г.Галстян, Р.Арутюнян

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИТ В ПЕДИАТРИИ

Математические методы изучения анемии еще не до конца разработаны. Доминирующая точка зрения сосредоточена на основных показателях больного ребенка. Мы стремимся понять место математических методов, составляющих основу в специализированных информационных технологиях в этих исследованиях и то, как согласовать подходы для лучшего понимания болезни. Мы представляем здесь методику анализа анамнестических и клинико-лабораторных данных, которые предназначены для оценки основных математических методов с использованием различных теоретических основ (теория вероятностей и математическая статистика, методы оптимизации, ИТ в диагностике).

Подчеркнем некоторые особенности диагностики анемии у детей при РА.

Следует подчеркнуть, что вопросы своевременной диагностики и адекватного лечения железодефицитных состояний являются наиболее актуальными в педиатрии. Актуальность проблемы железодефицитных состояний в педиатрии обус-ловлена не только его широкой распространенностью, но и значительным неблагоприятным влиянием дефицита железа на состояние здоровья детей. Доказано, что иммунодефицитное состояние является причиной дисфункции многих органов и систем организма. Это связано с тем, что железо входит в состав многих белков (гемоглобин, миоглобин, цитохромы, серопротеины железа, оксидазы, гидроксилазы, супероксиддисмутазы и др.), обеспечивающих системный и клеточный аэробный метаболизм и окислительно-восстановительный гомеостаз организма как весь. Установлено, что недостаточное содержание железа в организме отрицательно сказывается на обменных процессах, что приводит к нарушению функционирования различных органов и систем.

Ключевые слова: *информационные технологии, математические*

методы, энтропия, теория вероятностей и матема-тическая статистика, β-талассемия, регрессионные модели, коэффициент детерминации, функ-ция распределения Гаусса.

Mathematical methods for the study of anemia have yet to be developed. The dominant point of view is focused on the main indicators of the sick child. We strive to understand the place of mathematical methods in this research and how to harmonize approaches to better understand disease. We present here a methodology for the analysis of anamnestic and clinical laboratory data, which are designed to evaluate basic mathematical methods using various theoretical foundations (probability theory and mathematical statistics, optimization methods, IT in diagnostics). We emphasize some of the features of the diagnosis of anemia among children in RA.

It should be emphasized that the issues of timely diagnosis and adequate treatment of IDS are of the greatest urgency in pediatrics. The urgency of the problem of IDS in pediatrics is due not only to its widespread occurrence, but also to the significant adverse effect of iron deficiency on the health status of children. It has been proven that IDS is the cause of dysfunction of many organs and systems of the body. This is due to the fact that iron is a part of many proteins (hemoglobin, myoglobin, cytochromes, iron seroproteins, oxidases, hydroxylases, superoxide dismutases, etc.), which provide systemic and cellular aerobic metabolism and redox homeostasis of the body as a whole. It has been established that insufficient iron content in the body adversely affects metabolic processes, which leads to disruption of the functioning of various organs and systems.

Key words: *mathematic methods, entropy, probability theory and mathematical statistics, β-talas-semiya, regression models, coefficient of determination, Gaussian distribution function.*

Introduction

Because of the distinction between the importance of the two diseases, anemia and β-thalassemia, and the cost-effective and labor-intensive tests to differentiate them, large-scale studies have proposed several distinguishing indicators for rapid and inexpensive differentiation between these two common hematological disorders since 1973. of the year. These indexes are based on blood parameters obtained using automatic blood cell counters, which traditionally measured the parameters of hemoglobin (HGB), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), red blood cell distribution width (RDW), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and red blood cell count (RBC). In several studies the measures of diagnostic accuracy have been examined, which have reported varying results and none of these measures have shown a sensitivity or specificity of 100%. Thus, the aim of this study was to assess the diagnostic function of 40 different indexes among patients with anemia using precision measures [1].

Anemia is widespread among children in developing countries. This is related to the violation of physical growth and mental development. Pale palms are noticed at the primary level for diagnosis based on several studies. The aim of the study was to systematically assess the accuracy of clinical signs in the diagnosis of anemia among children. A systematic review of the accuracy of clinical signs of anemia in children. We searched various databases and tracking links. In the diagnosis of anemia, clinical studies should have been carried out using hemoglobin as the gold standard [2].

Anemia among children is a major public health problem worldwide. It is an often multifactorial disease, the most common cause of which is iron deficiency. The consequences are varied and largely underestimated.

MATERIALS AND METHODS

A brief excursion to Entropy

Having arisen in the depths of thermodynamics by solving a particular problem, the concept of entropy began to expand with amazing energy, quickly crossed the boundaries of physics and penetrated into the most intimate areas of human thought. Along with the Clausius entropy, statistical, informational, mathematical, linguistic, intellectual and other entropies appeared. Entropy became the basic concept of information theory and began to act as a measure of the uncertainty of a certain situation. In a sense, it is a measure of scattering, and in this sense, it is similar to dispersion. But if the dispersion is an adequate measure of scattering only for special probability distributions of random variables (for example, a normal Gaussian distribution), then the entropy does not depend on the type of distribution. The popularity of entropy is associated with its important properties: universality and additivity. For its part, the information turned out to be a characteristic of the degree of dependence of some variables. It can be compared with correlation, but if the correlation characterizes only a linear relationship of variables, information characterizes any connection. The type of connection can be any and unknown to the researcher.

Information can be considered as negative entropy. Then entropy and information look like concepts of the same level. However, this is not so: unlike entropy, information is a general scientific concept, approaching in its meaning to a philosophical category.

In this article, we will try to understand a difficult problem: if there is something in common between different types of information, or if they are completely different entities, misunderstood by the same name. Does technical information have anything to do with thermodynamic information, and if so, what kind of? Is there a connection between the Clausius-Kelvin thermodynamic entropy and the Boltzmann-Planck statistical entropy? In general, can entropy be a measure of chaos?

It is obvious that no one can answer these questions unambiguously. But once again it is useful to discuss.

The following stages of the formation of the entropy concept can be distinguished:

1865 - Rudolf Julius Clausius.

As part of the theory of thermal machines, the concept of entropy was introduced as a thermodynamic value. Entropy S is set by a dynamic equation through the speed of change of thermal energy Q and absolute temperature T.

$$d_t S = d_t Q / T, \quad (1)$$

1872 - Ludwig Boltzmann.

Entropy is introduced as a measure of a set W microstate of the thermodynamic system using a special constant K = $k=1.38x10^{-23}$ J/g.K.

$$S = -k \sum_i p_i (log p_i), \quad (2)$$

1902 - Josiah Willard Gibbs.

Entropy is introduced through the density distribution r (x), the probabilities of states over the phase space W of a statistic-physical system

$$S(X) = -\sum_{i=1}^{n} p(x_i)\, log_2(p(x_i)), \quad (3)$$

1948 - Claude Shannon.

The entropy of the discrete distribution of the PI probability is introduced on the set of alternative states and information, as a decrease in entropy upon receiving a message.

$$H = -\lambda \sum_{i=1}^{n} p_i lg p_i ; \quad (4)$$

$$I = H_1 - H_2; \quad (5)$$

1953 - Alexander Yakovlevich Khinchin.

The Boltzmann's constant is introduced as mathematical normalization of the base of logarithms, regardless of the thermodynamic interpretation.

$$S = -k \sum_{i=1}^{n} P_i \, ln P_i, \quad (6)$$

1955 - Arthur Robert Mac.

Combinatorial interpretation of entropy, as a measure of a structured set of alternatives: $n = n_1 + n_2 + \cdots + n_m$

$$S = -k \sum_{i=1}^{m} (n_i/n) \ln (n_i/n), \quad (7)$$

1965 - Andrei Nikolayevich Kolmogorov.

Generalization of the entropy concept on ergodic random processes $u(t)$ through the limit probability distribution having a density $f(x)$.

$$S = -m_W f(x) log f(x) dx; f(x) = lim_{t \to I} Prob\{u(t) = x\}. \quad (8)$$

The work is taken in the partition algebra on W, as all possible intersections of the elements of the factors. Introducing the complexity measure of the symbolic sequence y = (y1, y2, ...), as the minimum specific (on the symbol) length of the program p, that generates it on the universal Turing machine.

$$S_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} log \sum_{i=1}^{n} p_i^\alpha = \frac{1}{1-\alpha} \langle p^{\alpha-1} \rangle \quad (9)$$

1970 - Henri de Régnier.

Introduction of entropy as b - moment of the partition measure.

$$S = (1-b)^{-1} \ln\left(\sum_{i=1}^{N}(n_i)\, b\right), \quad (10)$$

1999 - Alexander Moiseyevich Khazen.

The introduction of the entropy concept -information as a generalized action in mechanics with the energy function L on the phase space W. The Boltzmann constant depends on the level of the process. This is the generalization of R. Yu. Clausius's approach.

$$S = km_{[0;t]}L(W(t))dt, \quad (11)$$

2000 - Alexander Vladimirovich Koganov.

Introducing the complexity measure with a mathematical model A, as a set of numbers characterizing RI resources consumed in the implementation of the mathematical model on technical means. In case if the resource is the memory of computing means, we obtain variants of entropy formulas of A. R. Poppy and the complexity of A. N. Kolmogorov.

$$C = (R_1, \dots, R_M); R = R(A). \quad (12)$$

Entropy is entered as the complexity of a set of model states.

$$S = (R_1, \dots, R_M); R = R(stateA). \quad (13)$$

Information is measured by the complexity of the model restructuring, as a consequence of the received message.

$$I = (R_1, \dots, R_M); R = R(A|A'). \quad (14)$$

Statistical analysis

Correlation-regression analysis lies in the construction and analysis of a mathematical model in the form of a regression equation (correlation), which characterizes the dependence of a feature on the factors that determine it.

Correlation-regression analysis involves the following stages:

• preliminary analysis (here the main directions of the entire analysis are formulated, the methodology for assessing the effective indicator and the list of the most significant factors are determined);

• collection of information and its primary processing;

• building a model (one of the most important stages);

• evaluation and analysis of the model.

The tasks of correlation analysis are reduced to highlighting the most important factors that affect the effective sign, measuring the tightness of the relationship between the factors, identifying unknown reasons for the relationship and assessing the factors that have the maximum impact on the result.

The tasks of regression analysis are to establish the form of dependence, determine the regression equation and use it to estimate the unknown values of the dependent

variable, predict the possible values of the effective attribute with the given values of the factor attributes.

Correlation analysis is a method of statistical research of experimental data, which allows to determine the degree of linear dependence between variables.

Pairwise linear correlation is the simplest correlation system, representing a linear relationship between two attributes. Its practical significance lies in the selection of one most important factor, which determines the variation of the effective feature.

To determine the degree of tightness of the paired linear relationship, the linear correlation coefficient, which was first introduced in the early 1890s, is used. Pearson, Edgeworth and Weldon. In theory, various versions of the formulas for calculating this coefficient have been developed and are applied in practice:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\cdot\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y}}{n\sigma_x\sigma_y}; \quad (15)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}}; \qquad \sigma_y = \sqrt{\frac{(y-\bar{y})^2}{n}}, \quad (16)$$

where n is the number of observations.

With a small number of observations for practical calculations, it is more convenient to calculate the linear correlation coefficient using the following formula:

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)\cdot(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\cdot\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}}. \quad (17)$$

The term "regression" (derived from the Latin regression - retreat, return to something) was also introduced by Francis Galton in 1886.

If the resulting feature increases or decreases steadily with an increase in the factor feature, then such a relationship is linear and is expressed by the equation of a straight line.

Linear regression refers to finding an equation of the form:

$$y_x = a_0 + a_1 x + \varepsilon \quad (18)$$

This equation shows the average value of the change in the effective attribute x per one unit of its measurement. The parameter sign indicates the direction of this change. In practice, the construction of linear regression refers to estimating its parameters a_0, a_1.

RESULTS

The following software packages were used to analyze the data and develop regression models: Statistica, Minitab, MS Excel.

To define the criteria for our analysis, we identified informative signs that correlate with the main markers of anemia.

Table 1 shows the matrix of correlation coefficients. Figure 1. correlation coefficient diagram.

Research on iron deficiency anemia is mainly focused on anamnestic data and clinical laboratory examination, so we do not question the place of mathematical methods and the way of reconciling different points of view for a better understanding of anemia. We more accurately consider certain mathematical approaches through the creation of a mathematical tool for detecting difficulties in the diagnosis of anemia, which can be used by both pediatricians and IT specialists. These methods should facilitate exchanges between these two types of professionals by offering a general checklist of the difficulties in diagnosing anemia in children that each of them can use (for diagnosis and for therapeutic purposes). To develop this tool, we conducted a retrospective analysis of 130 anemic children. Anamnesis and clinical and laboratory parameters were reviewed. We have provided a variety of mathematical methods based on the type of the data being processed intended for the diagnosis of iron deficiency anemia.

Table 1

Correlation coefficient matrix

46	Fe	-0.04	-0.07	0.01	-0.23	-0.17	-0.15	0.14	-0.17	0.20	-0.03	-0.01	-0.12	-0.02	-0.07	0.18	0.22	0.13	0.04	-0.03	-0.14	-0.11	0.14	0.16	0.05	0.13	0.13	0.07	0.13	0.06	0.10	0.12	0.06	-0.01	0.27	0.3
47	Bilirubin	-0.11	-0.05	0.17	-0.12	0.00	-0.01	0.07	-0.02	-0.07	-0.06	-0.10	0.25	-0.05	0.02	0.12	0.15	-0.20	0.05	-0.04	0.26	0.28	0.21	0.01	0.21	0.06	0.09	0.12	0.05	0.11	0.05	0.13	0.02	0.11	0.22	0.2
48	Undirect	0.26	0.11	0.08	-0.02	0.04	0.16	-0.07	-0.03	0.11	-0.02	0.12	-0.14	0.00	-0.08	0.03	0.02	0.20	0.34	0.25	-0.09	-0.07	0.04	0.01	-0.01	-0.13	0.22	0.06	-0.10	0.02	0.39	-0.10	0.11	0.01	0.12	0.1
49	Direct	-0.13	-0.01	0.21	-0.03	0.05	-0.05	0.08	0.09	-0.17	-0.08	-0.20	0.17	-0.28	0.01	0.03	0.06	-0.13	0.10	0.05	0.22	0.23	0.16	-0.29	0.01	-0.03	-0.26	-0.27	-0.17	-0.08	-0.13	0.06	-0.09	0.02	0.28	0.2
50	LDG	0.04	-0.13	0.08	0.16	0.17	0.14	0.15	0.14	0.14	0.17	0.30	0.13	-0.05	0.10	0.11	0.17	-0.05	0.19	0.15	0.18	0.23	0.30	-0.09	-0.02	0.11	0.11	0.17	0.00	0.07	0.02	0.24	0.32	0.18	0.28	0.3
51	CRP	-0.15	-0.23	0.23	0.01	0.05	0.03	0.10	0.07	-0.03	0.12	0.03	0.03	-0.27	0.18	0.13	0.05	-0.03	-0.07	-0.08	0.01	0.00	0.04	0.02	0.46	0.32	0.10	0.12	0.14	0.25	0.09	0.28	0.20	-0.01	0.23	0.3
52	Total protein	-0.05	0.12	0.02	-0.02	0.00	-0.12	0.17	0.02	-0.04	0.23	-0.05	-0.05	-0.10	0.16	-0.05	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.04	-0.01	0.14	-0.05	-0.05	0.06	0.13	0.06	0.06	0.17	0.14	-0.02	-0.03	-0.12	-0.06	-0.0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1			Age	Sex	Sots.status	weight	height	breastfeeding	complementary foods	Abgar	S1	S2	UZI	Index Mentzera	Neu	Lym	Mon	Eos	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	RDW-CV	RDW-SD	PLT	MPV	PDW	PCT	P-LCC	P-LCR	ALY%	LIC%	ESR	AIAt	
2	Age		1.00	0.14	-0.01	0.19	0.21	0.19	-0.07	0.11	0.35	0.28	0.22	-0.41	0.49	-0.43	0.03	-0.02	0.53	0.53	0.52	-0.34	-0.32	-0.14	0.13	-0.11	-0.29	-0.04	-0.20	-0.30	-0.13	0.21	-0.23	0.07	0.13	-0.19	-0.1
3	Sex		0.14	1.00	0.07	0.00	-0.02	0.07	-0.11	0.04	-0.05	0.04	0.04	0.14	-0.08	0.15	-0.45	-0.09	-0.10	0.17	0.16	0.17	0.17	0.06	0.00	-0.10	-0.01	0.04	-0.05	0.15	-0.01	0.09	-0.13	-0.30	0.10	-0.29	-0.3
4	Sots.status		-0.01	0.07	1.00	0.21	0.27	0.27	0.13	0.25	0.13	0.06	0.14	-0.01	-0.06	-0.04	0.03	-0.14	-0.01	-0.03	0.04	0.02	-0.03	-0.20	-0.08	0.16	0.29	-0.04	-0.03	0.10	0.21	0.01	0.00	0.15	0.23	0.06	0.1
5	weight		0.19	0.00	0.21	1.00	0.94	0.34	0.42	0.86	0.02	0.14	0.25	-0.05	-0.03	0.00	-0.13	0.02	0.06	0.14	0.18	0.02	-0.01	-0.16	-0.03	-0.04	-0.08	0.05	-0.05	-0.05	-0.01	0.13	-0.01	0.27	0.12	-0.04	-0.1
6	Hight		0.21	-0.02	0.27	0.94	1.00	0.41	0.38	0.91	0.06	0.14	0.31	-0.03	-0.07	0.04	-0.04	0.03	0.05	0.15	0.20	0.04	0.01	-0.17	-0.01	0.04	-0.11	0.06	-0.05	-0.06	-0.01	0.16	-0.04	0.28	0.15	0.00	-0.0
7	breastfeeding		0.19	0.07	0.27	0.34	0.41	1.00	-0.51	0.32	0.13	0.22	0.26	-0.01	-0.05	0.15	0.01	-0.09	0.01	0.15	0.19	0.06	0.01	-0.16	-0.01	0.18	-0.01	0.16	0.14	-0.04	0.18	0.20	0.02	0.10	0.12	0.02	-0.0
8	complementary foods		-0.07	-0.11	0.13	0.42	0.38	-0.51	1.00	0.32	0.00	-0.07	0.15	0.01	-0.07	-0.05	0.09	0.09	0.02	0.01	-0.02	-0.01	0.02	0.09	-0.08	-0.10	0.11	-0.11	-0.15	0.13	-0.08	-0.12	-0.07	0.12	-0.03	0.11	0.1
9	Abgar		0.11	0.04	0.25	0.86	0.91	0.32	0.32	1.00	-0.01	0.01	0.16	-0.03	-0.11	0.02	-0.10	0.05	0.04	0.07	0.14	0.03	0.00	-0.19	0.05	0.03	-0.12	0.03	-0.10	-0.10	-0.05	0.16	0.02	0.28	0.15	-0.05	-0.0
10	S1		0.35	-0.05	0.13	0.02	0.06	0.13	0.00	-0.01	1.00	0.07	0.20	-0.31	0.11	-0.10	0.09	0.14	0.38	0.09	0.16	-0.34	-0.31	-0.01	0.29	-0.13	-0.06	0.10	-0.02	0.07	-0.02	0.16	-0.20	0.01	0.10	0.18	0.2
11	S2		0.28	0.04	0.06	0.14	0.14	0.22	-0.07	0.01	0.07	1.00	0.27	-0.10	0.15	0.02	0.04	-0.17	0.13	0.31	0.29	0.00	0.02	0.08	-0.01	0.13	-0.03	0.14	0.14	-0.09	0.05	0.08	-0.12	0.02	0.14	0.08	-0.1
12	UZI		0.22	0.04	0.14	0.25	0.31	0.26	0.15	0.16	0.20	0.27	1.00	-0.08	0.00	0.13	-0.10	0.09	0.12	0.22	0.19	-0.03	-0.03	0.02	0.00	0.10	0.01	0.11	0.11	0.19	0.09	0.11	-0.20	0.00	-0.08	-0.03	0.0
13	Index Mentzera		-0.41	0.14	-0.01	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	-0.03	-0.31	-0.10	-0.08	1.00	-0.28	0.34	0.00	-0.13	-0.95	-0.14	-0.35	0.94	0.92	0.57	-0.38	0.18	0.22	0.10	0.19	0.17	0.29	-0.04	0.14	0.04	-0.03	-0.02	-0.0
14	Neu		0.49	-0.08	-0.06	-0.03	-0.07	-0.05	-0.07	-0.11	0.11	0.15	0.00	-0.28	1.00	-0.76	0.09	-0.01	0.23	-0.04	-0.07	-0.34	-0.33	-0.17	0.35	0.00	-0.06	0.10	0.13	-0.07	-0.07	0.02	0.00	0.31	0.22	-0.31	-0.3
15	Lym		-0.43	0.15	-0.04	0.00	0.04	0.15	-0.05	0.02	-0.10	0.02	0.13	0.34	-0.76	1.00	-0.19	-0.08	-0.32	-0.03	0.01	0.39	0.36	0.17	-0.28	0.09	0.05	0.11	0.21	0.13	0.22	0.00	0.12	-0.23	-0.31	0.13	0.2
16	Mon		0.03	-0.45	0.03	-0.13	-0.04	0.01	0.09	-0.10	0.09	0.04	-0.10	0.00	0.09	-0.19	1.00	0.08	0.00	-0.06	-0.09	-0.04	-0.04	-0.08	0.16	0.16	0.24	0.05	0.03	0.14	0.16	0.06	-0.02	0.05	0.09	0.26	0.1
17	Eos		-0.02	-0.09	-0.14	0.02	0.03	-0.09	0.09	0.05	0.14	-0.17	0.09	-0.13	-0.01	-0.08	0.08	1.00	0.12	-0.15	-0.15	-0.21	-0.18	-0.04	0.23	0.01	0.07	0.02	0.01	0.12	-0.07	0.00	-0.16	-0.16	-0.02	0.11	0.1
18	RBC		0.53	-0.10	-0.01	0.06	0.05	0.01	0.02	0.04	0.38	0.13	0.12	-0.95	0.23	-0.32	0.00	0.12	1.00	0.35	0.53	-0.84	-0.81	-0.42	0.30	-0.22	-0.27	-0.01	-0.14	-0.17	-0.26	0.16	-0.16	-0.03	0.06	0.03	0.1
19	HGB		0.53	0.17	-0.03	0.14	0.15	0.15	0.01	0.07	0.09	0.31	0.22	-0.14	-0.04	-0.03	-0.06	-0.15	0.35	1.00	0.90	0.15	0.20	0.33	-0.23	-0.15	-0.32	0.06	-0.03	-0.24	-0.23	0.13	-0.02	-0.01	0.20	0.04	0.0
20	HCT		0.52	0.16	0.04	0.18	0.20	0.19	-0.02	0.14	0.16	0.29	0.19	-0.35	-0.07	0.01	-0.09	-0.15	0.53	0.90	1.00	-0.05	-0.02	0.06	-0.15	-0.20	-0.38	-0.08	-0.15	-0.34	-0.31	0.05	0.00	-0.02	0.17	-0.01	0.0
21	MCV		-0.34	0.17	0.02	0.02	0.04	0.06	-0.01	0.03	-0.34	0.00	-0.03	0.94	-0.34	0.39	-0.04	-0.21	-0.84	0.15	-0.05	1.00	0.99	0.62	-0.45	0.15	0.12	0.10	0.20	0.09	0.20	-0.05	0.19	0.02	0.07	-0.02	-0.0

Discussion

After the procedure of correlation analysis and identification of informative signs, in addition to the main markers of anemia, a regression analysis has been carried out to determine the type of relation between these signs and entropia of the main diseases: iron deficiency anemia and β-thalassemia. Hemoglobin, erythrocytes, hematocrit and Mentzer index have been considered as the main markers. The Mentzer index is the main marker in the differential diagnosis of iron deficiency anemia and β-thalassemia. Therefore, the attention has been paid to obtaining a reliable and adequate regression model reflecting the relation between entropia and the main markers of anemia.

Below are the results of the performed regression analysis. Thus, we try based on experimental data, to establish a connection between Shannon's entropy and Boltzmann's entropy.

The regression analysis procedure has been carried out with the Statgraphics software package.

Multiple Regression - S1

Dependent variable: S1

Independent variables:

MCH

Index Mentzera

Parameter	*Estimate*	*Standard Error*	*T Statistic*	*P-Value*
MCH	0.256	0.0241	10.61	0.0000
Index Mentzera	-0.189	0.034	-5.6	0.0000

Analysis of Variance

Source	*Sum of Squares*	*Df*	*Mean Square*	*F-Ratio*	*P-Value*
Model	641.261	2	320.63	723.75	0.0000
Residual	29.682	67	0.44301		
Total	670.942	69			

R-squared = 95.58 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 95.5 percent

Standard Error of Est. = 0.67

Mean absolute error = 0.54

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between S1 and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

S1 = 0.256185*MCH - 0.189914*Index Mentzera

Further ANOVA for Variables in the Order Fitted

Source	*Sum of Squares*	*Df*	*Mean Square*	*F-Ratio*	*P-Value*
MCH	627.371	1	627.371	1416.15	0.0000
Index Mentzera	13.89	1	13.89	31.35	0.0000
Model	641.26	2			

95.0% confidence intervals for coefficient estimates

Parameter	*Estimate*	*Standard Error*	*Lower Limit*	*Upper Limit*
MCH	0.257	0.0242	0.208	0.3044
Index Mentzera	-0.189	0.0339	-0.258	-0.122

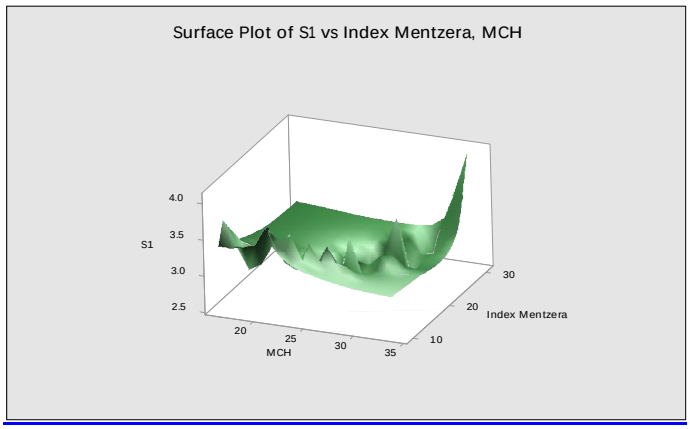


Fig.1. Surface of S1vs Index Mentzera, MCH

Or

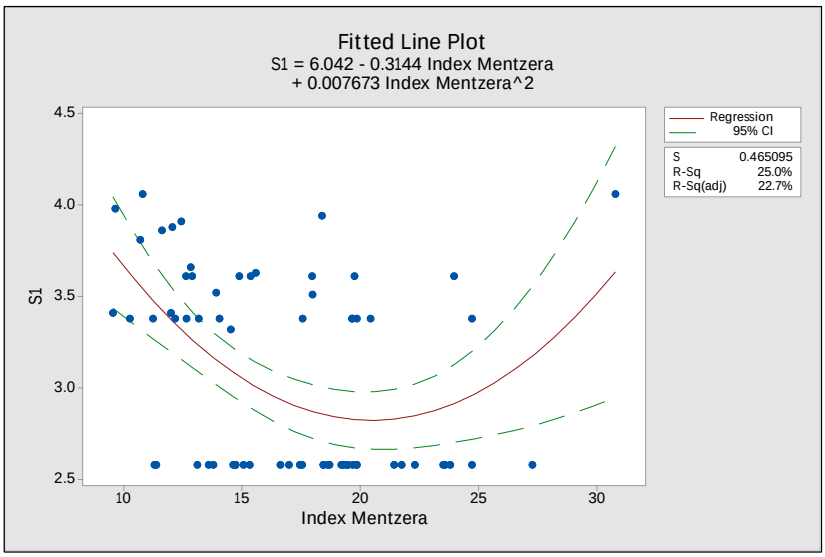


Fig.2. Polynomial dependence of entropy on the mentzer index

Polynomial Regression Analysis: S1 versus Index Mentzera

The regression equation is
S1 = 6.042 - 0.3144 Index Mentzera + 0.007673 Index Mentzera^2
S = 0.465095 R-Sq = 25.0% R-Sq(adj) = 22.7%
Analysis of Variance

Source	SS	MS	F	P
Regression	4.75	2.375	10.98	0.000
Error	14.28	0.216		
Total	19.03			

Sequential Analysis of Variance

Source	SS	F	P
Linear	1.88	7.35	0.009
Quadratic	2.87	13.27	0.001

Fitted Line: S1 versus Index Mentzera

The higher the value of the Mentzer index, the lower the value of Shannon's entropy.

Conclusions

There is no single optimal marker or combination of tests for the differential diagnosis of anemia. The knowledge and experience of the physician requiring appropriate hematological and biochemical analysis related to the preliminary diagnosis play an important role in the diagnosis of anemia. It is recommended to use algorithms as a tool for detecting anemia to reduce the number of laboratory tests and accurately diagnose the underlying cause (s) in patients.

Over the past decade, significant progress has been made in the procedures and algorithms for the differential diagnosis of anemia. A complete blood count is the main procedure for examining anemia. At the first stage, the percentage of microcytic erythrocytes is taken into account. The second step is to check the number of MCVs, RDWs and RBCs.

The main goal of this research was to study the effectiveness of the implementation of the anemia diagnosis strategy by mathematical methods.

References

1.Mina Jahangiri, Fakher Rahim & Amal Saki Malehi, Diagnostic performance of hematological discrimination indices to discriminate between βeta thalassemia trait and iron deficiency anemia and using cluster analysis: Introducing two new indices tested in Iranian population. 09 December 2019.
2.Juan P Chalco, Luis Huicho, Carlos Alamo, Nilton Y Carreazo & Carlos A Bada, Accuracy of clinical pallor in the diagnosis of anaemia in children: a meta-analysis. BMC Pediatrics volume 5, Article number: 46 (2005).
3.Балашова Е.Л., Мазур Л.И., Современные подходы к диагностике железодефицитной анемии у детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2015;60(4):31-36.
4.Коровина Н.А., Заплатников А.Л., Захарова И.Н., Железодефицитные анемии у детей. М., 1999.
5.Гордеева О.Б., Ботвиньева В.В., Современные представления о железодефицитной анемии у детей и оптимизация лечения / Мед. совет. – 2014. – №6. – с. 56–65.
6.Анемии у детей: диагностика, дифференциальная диагностика, лечение. Под ред. А.Г. Румянцева и Ю.Н. Токарева. 2-е изд. доп. и перераб. М.: МАКС Пресс, 2004, 216.
7.Ботвиньева В.В., Гордеева О.Б., Намазова-Баранова Л.С., Перспективы диагностики и лечения различных видов анемии у детей. Педиатрическая фармакология, 2012, 9(5): 35-40.
8.Румянцев А.Г., Коровина Н.А., Захарова И.Н., Чернов В.М., Диагностика и лечение железодефицитной анемии у детей. М., 2004. 48.
9.Айвазян С.А., Мхитарян В.С., Теория вероятностей и прикладная статистика. Т. 1. / Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2 т. 2-е изд., испр., - М., Юнити-Дана, 2001, 656 с.
10.Стрижов В.В., Крымова Е.А., Методы выбора регрессионных моделей. М.: ВЦ РАН, 2010. 60 с. Брошюра, PDF.
11.Ebru Dundar Yenilmez and Abdullah Tuli, Laboratory Approach to anemia. December 20th 2017.

Նյութը ներկայացվել է 26.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

ՀՏԴ 519.85

Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ

Մամիկոն ՀԱԿՈԲՅԱՆ
Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի
Տեղեկատվական և հաղորդակցական տեխնոլոգիաների ու էլեկտրոնիկայի ինստիտուտի Կառավարման համակարգերի ամբիոնի դոցենտ, տ.գ.թ.
E.mail hakopyan.mamikon@mail.ru

ԱՆՕԴԱՉՈՒ ԹՌՉՈՂ ՍԱՐՔԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԻՄԻՏԱՑԻՈՆ ԵՎ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ԿԱԶՄՄԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԵՎ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ MATLAB/SIMULINK ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

Հոդվածում դիտարկվել են անօդաչու թռչող սարքի թռիչքային փորձարկումների ընթացքում ուղեկցող մոդելավորման մեթոդիկան (մեթոդաբանություն) ու ծրագրային համալիրը, անօդաչու թռչող սարքի շարժման նմանակային մոդելավորման վրա հիմնված մեթոդների ու առաջընթաց հետազոտությունների ամբողջությունը:

Դիտարկվել են սարքի հեռաչափող տեղեկատվության վերլուծությունը, մոդելավորման համար անհրաժեշտ նախնական տվյալները, թռիչքային փորձարկումների տվյալներով ճշգրտված երկայնական կառավարվող շարժման նմանակային մոդելը՝ մշակված MATLAB/Simulink միջավայրում:

Դիտարկվել են նաև կազմված մոդելի հիման վրա անցկացված անօդաչու թռչող սարքի մի շարք թռիչքերի վերլուծություն և առաջարկությունների միջոցառումներ՝ դրա թռիչքատեխնիկական բնութագրերի բարելավման ուղղությամբ:

Բանալի բառեր՝ *անօդաչու թռչող սարքեր, տվիչներ, մոդելավորում, թռիչքային փորձարկումներ, նմանակային մոդելավորում, կառավարման օրգաններ, ծրագրային փաթեթ Matlab/Simulink:*

М. Акобян

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK

В статье представлена методика сопровождающая моделирование и программный комплекс при летных испытаниях БПЛА, комплекс методов и перспективных исследований, основанных на моделировании движения БПЛА.

Представлены анализ телеметрической информации прибора, исходные данные, необходимые для моделирования, имитационная модель продольного управляемого движения, разработанная в среде MATLAB/Simulink, скорректированная по данным летных испытаний.

Также представлен анализ серии полетов БПЛА, проведенных на основе построенной модели, и рекомендации мероприятий по улучшению его летных характеристик.

Ключевые слова: *дроны, датчики, моделирование, летные испытания, моделирование, органы управления, программный комплекс Matlab/Simulink.*

M.Hakobyan

MODELING METHODOLOGY AND SOFTWARE COMPLEX DEVELOPMENT OF SIMULATION AND MATHEMATICAL MODELS OF UNMANN FLYING DEVICE MOVEMENT IN MATLAB/SIMULINK ENVIRONMENT

The article presents the accompanying modeling methodology and software complex during the flight tests of the UAV, the set of methods and advanced research based on the simulation of the movement of the unman flying device.

The article includes analysis of the telemetry information of the device, the initial data necessary for modeling, the simulated model of the longitudinal controlled movement that was adjusted by the flight test data and developed in the MATLAB/Simulink environment.

The analysis of a series of UAV flights conducted on the basis of the constructed model, and recommendations for measures to improve its flight characteristics are also presented.

The technique of accompanying modeling during flight tests in the work means a set of methods and advanced studies carried out during UAV flight tests and aimed at simplifying the analysis of LR results by simulating the movement of the device, taking into account the main subsystems and existing disturbances. Based on the flight test data, the model is corrected and verified. After that, it

can be used to form measures to improve the characteristics of the device, for example, by changing the aerodynamic characteristics, control system algorithms, as well as a number of design parameters. The developed methodology is based on a detailed analysis of telemetric information and the use of simulation modeling of controlled movement of an unmanned aerial vehicle.
The class of small-sized unmanned aerial vehicles is considered as an object of study in the work. The purpose of the research work is to form a methodology for supporting UAV flight tests, based on a detailed analysis of the available telemetry information and simulation of the movement of the device.
Key words: *drones, sensors, modeling, flight tests, simulation, control organs, software package of MATLAB/Simulink.*

Փոքրածավալ անօդաչու թռչող սարքերի (ԱԹՍ) հանդեպ ռազմական ու քաղաքացիական սպառողների մշտապես աճող հետաքրքրությունը դրանց նախագծման ու արտադրման մեջ ներգրավում է ավելի ու ավելի մեծ թվով ձեռնարկություններ: Այս կապակցությամբ պահանջված են այնպիսի մեթոդիկաներ ու մոտեցումներ, որոնք թույլ են տալիս ձևավորել նախագծման գործընթացը՝ դրա փուլերից յուրաքանչյուրում: Մյուս կողմից, նախագծման ու վերգետնյա փորձարկումների վրա ֆինանսական միջոցների տնտեսման պայմաններում, թռիչքային փորձարկումները (ԹՓ) դառնում են ամենաաշխատատար փուլերից մեկը, որը կապված է փորձարկվող սարքերի կորուստների, հապաղումների ու մեծ թվով լրամշակումների հետ: Ուստի ԹՓ-ների վերլուծությունը պարզեցնելու և ԱԹՍ-ները օպերատիվ կերպով լրամշակելու հնարավորություն տվող ուղեկցող մոդելավորման մեթոդիկաները ԱԹՍ-ի թռիչքային փորձարկումների ընթացքում հատկապես արդիական են [1,2]:

Որպես հետազոտման օբյեկտ՝ դիտարկվում է փոքրածավալ անօդաչու թռչող սարքերի դասը: Հետազոտման նպատակն է՝ ձևավորել ԱԹՍ-երի թռիչքային փորձարկումների ուղեկցման մեթոդիկա, որը հիմնված է առկա հեռաչափող տեղեկատվության մանրամասն վերլուծության և սարքի շարժման նմանակային մոդելավորման վրա:

Թռիչքային փորձարկումների ընթացքում ուղեկցող մոդելավորման մեթոդիկայի տակ ենթադրվում է ԱԹՍ-ների թռիչքային փորձարկումների ընթացքում անցկացվող հիմնական ենթահամակարգերը և գործող խափանումները՝ հաշվի առնելով սարքի շարժման նմանակային մոդելավորման միջոցով ԹՓ-ների արդյունքների վերլուծության պարզեցմանն ուղղված մեթոդների ու առաջընթաց հետազոտությունների

ամբողջականությունը: Ըստ թռիչքային փորձարկումների տվյալների՝ անցկացվում է մոդելի ճշգրտումն ու դրա վերիֆիկացումը (վերահսկումը): Ինչից հետո այն կարող է օգտագործվել սարքի բնութագրերի բարելավման գծով միջոցառումների ձևավորման համար, օրինակ, աէրոդինամիկ բնութագրերի, կառավարման համակարգի ալգորիթմների, ինչպես նաև՝ մի շարք կառուցողական պարամետրերի փոփոխության միջոցով: Ձևավորված մեթոդիկան հիմնվում է հեռաչափային տեղեկատվության մանրամասն վերլուծության և անօդաչու թռչող սարքի կառավարվող շարժման նմանակային մոդելավորման օգտագործման վրա: Մեթոդիկան պարունակում է հետևյալ հիմնական փուլերը՝

1. Թռիչքային փորձարկումների նյութերի հավաքագրում ու վերլուծություն:
2. Սարքի շարժման մոդելավորման համար նախնական տվյալների ձևավորում:
3. Սարքի շարժման նմանակային մոդելի կազմում:
4. Մոդելավորման արդյունքների համեմատում ԹՓ-ների տվյալների հետ, մոդելի ճշգրտում և վերիֆիկացում:
5. ԹՓ-ների արդյունքների վերլուծում և ԱԹՍ-ների շարժման ուղեկցող մոդելավորում:

Թռիչքային փորձարկումների նյութերի հավաքագրում ու վերլուծում - Տվյալ փուլում անցկացվում է ԱԹՍ-ների անցկացված փորձարկումների վերաբերյալ ողջ տեղեկատվության հավաքագրումը: Դա առաջին հերթին հեռաչափական տեղեկատվություն է՝ գրանցման որոշակի կողային (բորտային) համակարգից, ճշգրտված տվյալներ՝ սարքի զանգվածի ու պահերի իներցիայի մոմենտների վերաբերյալ:

Դիտարկվում են ԱԹՍ-ների հիմնական ենթահամակարգերի թեստավորման արդյունքները, հատկապես՝ նավարկման համակարգի և բորտային պրոցեսորում իրականացված կառավարման ալգորիթմների, որոնք ստացվում են տարբեր ստենդերի (փորձանմուշների) վրա: Որոշակի կրիչ օդանավից ԱԹՍ-ների մեկնարկի ժամանակ հետաքրքրություն է ներկայացնում ԱԹՍ-ի հեռաչափ տեղեկատվության համեմատումը և ինքնաթիռի հեռաչափային տեղեկատվությունը, որը սովորաբար կարելի է ընդունել որպես էտալոնային [3]: Սակայն այդ ժամանակ պետք է լուծվեն տարբեր կետերում ԱԹՍ-ի վիբրացիայի (թրթռում) հիմնախնդիրները:

Անցկացվում է հեռաչափային տեղեկատվության համաձայնեցվածության վերլուծություն [3]: Օրինակ, ԱԹՍ-ների վրա անհարթակային իներցիալ

նավարկման համակարգի (ԱԻՆՀ) կամ դրա առանձին տվիչների առկայության համաձայնեցվածության վերլուծությունը կարող է անցկացվել հետևյալ կերպ: Թռիչքի մեջ չափված անկյունային արագություններն ինտեգրվում են պտտական շարժման կինեմատիկ հավասարումներում, օրինակ՝ Էյլերի հավասարումներում:

$$\psi = \frac{1}{\cos\theta} * (\omega_y * cos\gamma - \omega_x * sin\gamma) \quad (1)$$

որտեղ՝

$$\vartheta = \omega_y * sin\gamma + \omega_z * cos\gamma$$
$$\gamma = \omega_x - tg\vartheta * (\omega_y * cos\gamma - \omega_x * sin\gamma):$$

Չափված գերբեռնվածքները տեղադրվում են իներցիալ նավարկման հիմնական հավասարման մեջ (Կոշի նորմալ ձևը):

$$\frac{dV}{dt} = n(t) + g(R) \quad (2)$$

Արդյունքում՝ հաշվարկված Էյլերի անկյունները, զանգվածների կենտրոնի համընթաց շարժման արագություններն ու ԱԹՍ-ների կոորդինատները համեմատվում են (ԱԻՆՀ) հեռաչափային տեղեկատվության հետ: Տարբերությունների բացահայտման ժամանակ անցկացվում է պրոցեսորի ԱԻՆՀ մեջ մուտքային պարամետրերի մանրազնին վերլուծություն, ինչպես նաև անցկացվում է ԱԻՆՀ բուն ալգորիթմների ստուգում:

ԱԹՍ-ում կողային նավարկման համակարգի տվիչների ռեզերվի (պահուստի) առկայության դեպքում անցկացվում է դրանց ցուցումների համեմատություն: Նավարկման համակարգի բացահայտված սխալները հաշվի են առնվում ԱԹՍ-ի կառավարվող շարժման հետագա մոդելավորման ժամանակ:

Նմանապես է գործն ընթանում կողային պրոցեսորում իրականացված ԱԹՍ-ների շարժման կառավարման ալգորիթմների հետ: Տվյալ ենթահամակարգի կոպիտ թեստավորումը՝ առանց հաշվի առնելու ղեկային շարժաբերների դինամիկան, անցկացվում է թռիչքային պարամետրերի կառավարման ալգորիթմների ձևավորում՝ նմանակային մոդելի մուտքին տալով նախնական հայտնի ելակետային տվյալներ: Այնուհետև անցկացվում է մոդելավորման ժամանակ ստացված կառավարման օրգանների վրա ազդանշանների և ղեկերի շեղման անկյունների համեմատություն:

Մոդելավորման համար սկզբնական տվյալների ձևավորում: ԱԹՍ-ների թռիչքային փորձարկումների ուղեկցող մոդելավորման առանցքային տարր է հանդիսանում սարքի կառավարվող շարժման նմանակային մոդելը: Դրա օգտագործմամբ հաշվարկների ճշտությունը մեծապես պայմանավորվում է

մոդելի հավաստիությամբ, որն իր հերթին կախված է մոդելավորման համար սկզբնական տվյալների առաջադրման ճշտությունից՝

1.զանգվածային-իներցիոն և երկրաչափական բնութագրերի.

2.աէրոդինամիկ բնութագրերի.

3.ուժային սարքի աշխատանքի բնութագրերի.

4.ԱԹՍ շարժման կառավարման ալգորիթմների (ինքնաղեկասարքի ալգորիթմների).

5.ԱԹՍ շարժման նախնական պայմանների:

Ստորև բերվում են նախնական տվյալներ՝ աշխատանքում հետազոտվող ԱԹՍ-ի մոդելավորման համար:

Հետազոտվող ԱԹՍ-ի մոդելավորման համար օգտվում ենք զանգվածային-իներցիոն և երկրաչափական բնութագրերի հետևյալ տվյալներից՝ *ԱԹՍ-ի զանգված, աէրոդինամիկ ուժերի ու մոմենտների հաշվարկի համար թևի հատկանշական մակերես, միջին աէրոդինամիկ խորդայի երկարություն, ԱԹՍ-ի իներցիայի մոմենտ՝ կապված առանցքի նկատմամբ:*

-Աէրոդինամիկ բնութագրեր: Աէրոդինամիկ բնութագրերը սահմանվել են աէրոդինամիկ խողովակում փորձարկումների ընթացքում: Աէրոդինամիկ ուժերի ու մոմենտների չափումն իրականացվում է սարքի տակ ամրացված հատուկ 6-բաղադրիչային տենզո կշեռքների օգտագործմամբ: Աէրոդինամիկ մոմենտները փորձարկումների արդյունքների մշակման ընթացքում որոշվում էին ԱԹՍ-ի զանգվածների կենտրոնին դիմային դիրքին համապատասխանող կետի նկատմամբ: Շարժիչի աշխատանքի ռեժիմն էականորեն չի ազդում ընթացքի և աէրոդինամիկ որակի իրականացվող մեծության վրա: Միևնույն ժամանակ, պտուտակի ներքաշող գործողության հաշվին շարժիչի աշխատանքը նպաստում է թևի վրա հոսքի խափանման խոչընդոտմանն ու գրոհի մեծ անկյունների պարագայում վերամբարձ ուժի գործակիցի ավելացմանը:

-Ուժային սարքավորման բնութագրեր: Շարժիչի աշխատանքի տարբեր ռեժիմների համար հատուկ անցկացված փորձարկումներում որոշվում էին վառելիքի ծախսը, ուժային սարքավորման հզորությունն ու քարշը՝ զրոյական բարձրության (K=0) պարագայում օդային միջավայրի նկատմամբ շարժման արագությունից կախված, ինչպես նաև՝ ԱԹՍ շարժման զրոյական արագության (M=0) պարագայում բարձրությունից կախված:

-Ապարատի շարժման նմանակային մոդելի կազմում: Կառավարվող ԱԹՍ-ի նմանակային մոդելի ձևավորման համար մաթեմատիկական ապարատը ներառում է՝

-բանաձևային կախվածություններ՝ օդադինամիկ ուժերի ու մոմենտների հաշվարկման համար,

-հաշվարկային առնչություններ՝ քարշի ուժի հաշվարկման համար,

-ապարատի շարժման հավասարումներ,

-ստանդարտ մթնոլորտի մոդել,

-ինքնաղեկասարքի գործառնության ալգորիթմներ:

Մոդելի ստեղծման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել ԱԹՍ-ների վրա ազդող բոլոր գործոնները: Դիտարկենք թռչող սարքի առաջընթաց շարժումը: Կոորդինատների կապկապված համակարգում ուժերի հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$m\begin{bmatrix}V_x\\V_y\\V_z\end{bmatrix}+m\begin{bmatrix}V_z\omega_z-V_y\omega_z\\V_x\omega_z-V_z\omega_x\\V_y\omega_z-V_x\omega_y\end{bmatrix}=F, \quad (3)$$

որտեղ՝ F-ը կապված ՍԿ-ում ուժերի գլխավոր վեկտոր է, m-ն՝ թռչող սարքի զանգված, $\omega = [\omega_z\omega_y\omega_z]$՝ կապված ՍԿ-ում անկյունային արագությունների վեկտոր:

Բոլոր ուժերի հաշվառման համար, ինչպիսիք են ամբարձման ուժը, շարժիչի քարշը, ծանրության ուժը, ճակատային դիմադրության ուժը, դրանք ավելի հեշտ է խմբավորել ըստ առանցքների, որոնց երկայնքով դրանք ազդեցություն են գործում:

Արագացումներ ըստ մոդելի առանցքների՝

$$T = rv - qw - Gsin\Theta + \frac{\bar{q}sc_2+T}{m}, \quad (4)$$

$$Q = qu - pv + Gsin\psi cos\Theta + \frac{\bar{q}sc_y}{m}, \quad (5)$$

$$P = -ru + pw + Gcos\psi cos\Theta + \frac{\bar{q}sc_x}{m}, \quad (6)$$

որտեղ՝ T-ն OX առանցքի երկայնքով ուժն է, P-ն՝ OY առանցքի երկայնքով կողային ուժը, Q-ն՝ ուժ OZ ուղղահայաց առանցքի երկայնքով: R-ն մարմնի Z առանցքի գծով (ռադ/վվ), U-ն՝ առաջընթաց շարժում է ըստ մարմնի X առանցքի (m/s), W-ն՝ առաջընթաց շարժում ըստ մարմնի Z առանցքի (մ/վ), P-ն՝ քարշի ուժի վեկտոր է, G-ն՝ ծանրության ուժի վեկտոր, C_z-ն՝ անչափ ուժային գործակից ըստ Z առանցքի:

Կինեմատիկ հավասարումները ունեն հետևյալ տեսքը

$$\varphi = P + tan\Theta(Qsin\varphi + Rcos\varphi), \quad (7)$$

$$\hat{\Theta} = Qcos\varphi - Rsin\varphi, \quad (8)$$

$$\hat{\psi} = \frac{Qsin\varphi + Rcos\varphi}{cos\Theta}: \quad (9)$$

Պահերի հավասարումները՝

$$M_x = m_x * q * S * l, \quad (10)$$

$$M_y = m_y * q * S * l, \quad (11)$$

$$M_z = m_z * q * S * b_a, \quad (12)$$

որտեղ՝ M_x, M_y, M_z-ը՝ համապատասխանաբար թեքման, ռիսկման ու տանգաժի պահերն են:

Կոորդինատների բնականոն համակարգում ծանրության ուժի վեկտորը՝

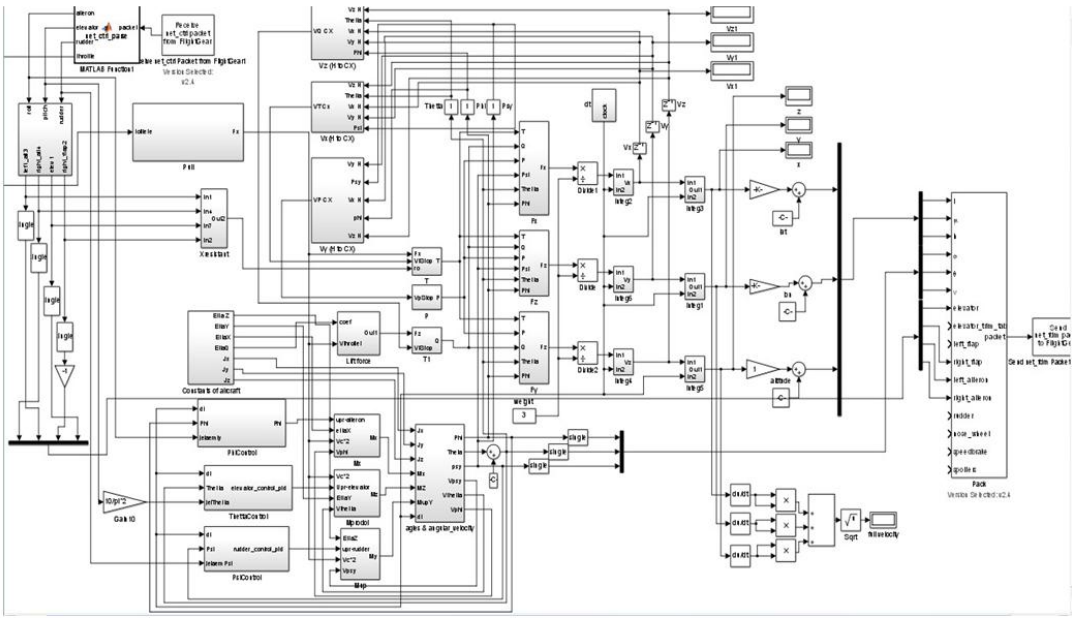
$$G_g = [0 \quad 0 - gm]^T,$$

որտեղ՝ g = 9,8 մ/վ^2՝ ազատ անկման արագացում է:

Ըստ բերված արտահայտությունների՝ ԱԹՍ-ի ծրագրային համալիրի և շարժման նմանակային մոդելի կազմված մեթոդիկան իրականացնելու համար մշակվել է ծրագրային համալիր, որը թույլ է տալիս ավտոմատացնել ու արագացնել անցկացվող աշխատանքները: Մշակված ծրագրային համալիրում առավելապես օգտագործվում են ծրագրավորման MATLAB/Simulink միջավայրի հնարավորությունները [4]:

MATLAB/Simulink միջավայրում ձևավորվել է հետազոտվող ԱԹՍ-ի ոչ գծային երկայնական շարժման նմանակային մոդելը:

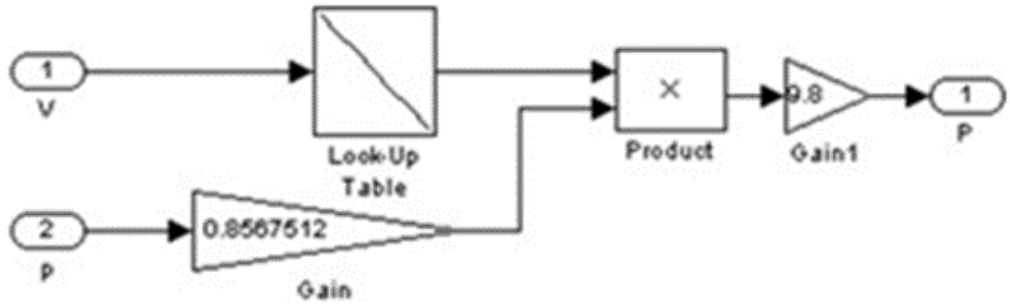
Matlab Simulink-ում ընդլայնված մոդելի ընդհանուր սխեման պատկերված է նկ. 1-ում:



Նկ. 1. Matlab Simulink-ում ընդլայնված մոդելի ընդհանուր սխեման

Համակարգի հաշվարկների համար անհրաժեշտ են FlightGear սիմուլյատորից տվյալներ, որոնք կարող են ազդել թռիչքի դինամիկայի վրա, այս տվյալներն ընդունում է Receive net_ctrl բլոկը՝ փաթեթների տեսքով: Բլոկը կարդում է տվյալները UDP ուղիով՝ վայրկյանում 30 անգամ, այս հաճախականությունը բավարար է դինամիկայի հաշվարկի ու դրա հետագա արտապատկերման համար: Ստացված տվյալները ապափաթեթավորվում են ֆունկցիոնալ բլոկով, որը պարունակում է փաթեթների ապափաթեթավորման ծրագրային ծածկագիրը:

«Շարժիչ» բլոկի սխեմայի տեսքը պատկերված է նկ. 2-ում:

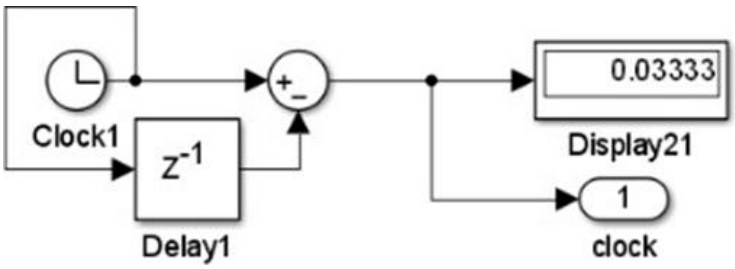


Նկ. 2 «Շարժիչ» բլոկի սխեմայի տեսքը

Քանի որ մոդելավորումը տեղի է ունենում իրական ժամանակում, շարժման հավասարումների արժեքի ինտեգրման ժամանակ շարժումները բազմապատկվում են ըստ ժամանակի հաշվարկված քայլի վրա: Դա իրականացվում է յուրաքանչյուր ցիկլում ընդունված Δt ժամանակը չափելու (նկ. 3) և ըստ հետևյալ բանաձևի ինտեգրման ճանապարհով՝

$$\Delta t = |t_i - t_{t-4}| \times k,$$

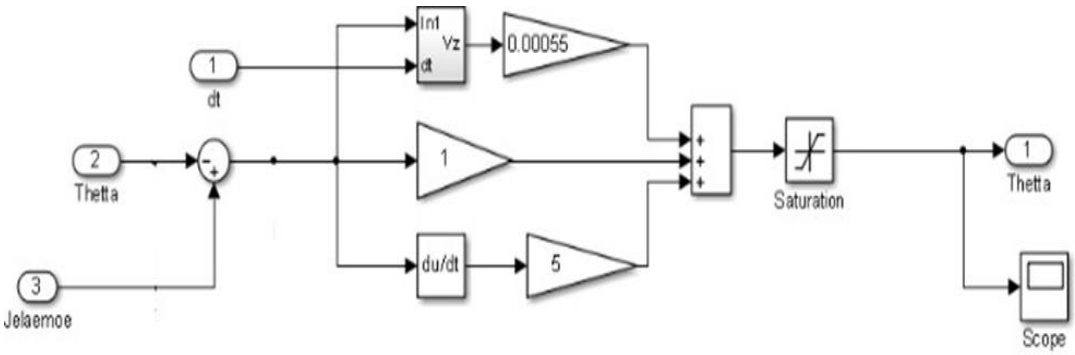
(13)



Նկ. 3. Յուրաքանչյուր ցիկլում ընդունված Δt ժամանակը չափելու բլոկը ըստ MATLAB/Simulink-ի

MATLAB-ում հավաքված են թեքությամբ, տանգաժով ու ռիսկով կարգավորվող երեք նմանատիպ ՀԻԴ-կարգավորիչների սխեմաները:

Կարգավորիչի մուտքի վրա գալիս են ընթացիկ անկյան (թեքության, ռիսկման) արժեքները կամ թռիչքի բարձրության ու պահանջվող ցանկալի արժեքի (տվիչի) արժեքները: Այս արժեքների տարբերությունը մուտք է գալիս կարգավորիչի համաչափ, ինտեգրալ ու դիֆերենցիալ բաղադրչիների վրա, որտեղ դրանք բազմապատկվում են համապատասխան գործակիցների վրա, որոնց արդյունքները գումարվում են (նկ.4):



Նկ. 4. Matlab Simulink-ում ՀԻԴ-կառավարիչի բլոկի սխեմա

Մոդելավորման արդյունքների համեմատումը ԹՓ-ների տվյալների հետ, մոդելի ճշգրտում ու վերիֆիկացում: Տվյալ փուլում կատարվում է մոդելավորման արդյունքների համադրումը թռիչքային փորձարկումների տվյալների հետ: Ըստ համեմատության արդյունքների՝ ԱԹՍ-ի իրական շարժման առավել ճշգրիտ վերարտադրության նպատակով՝ ճշգրտվում են մոդելավորման համար նախնական տվյալները: Մոդելի «հարմարեցման» գործընթացն առավելապես թույլ է ձևականացված, ընդ որում՝ իրենց արդարացնում են մոդել առանձին ենթահամակարգերի դեկոմպոզիցիայի սկզբունքներն ու դրանց հաջորդական ճշգրտումը:

Կիրառվում են ԱԹՍ-ների աէրոդինամիկ բնութագրերի նույնացման մեթոդներն ու ճշգրտվում տվյալներ ուժային սարքավորման քարշի վերաբերյալ: Նշենք, որ նույնացման մեթոդները զգայուն են նավարկման համակարգի թերությունների նկատմամբ: Էական թերությունների ժամանակ ԱԹՍ-ների բնութագրերը ճշգրտվում են կառավարվող շարժման ոչ գծային մոդելի բազայի վրա:

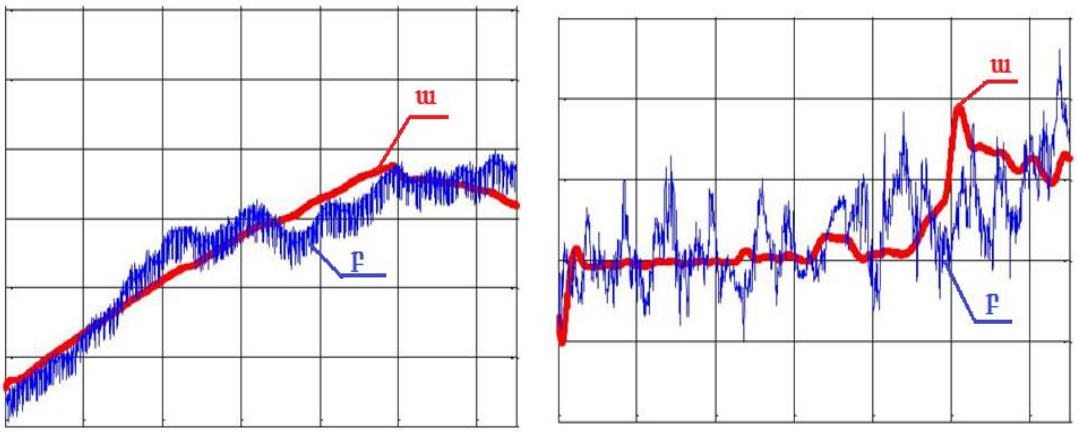
Մոդելի հավաստիությունը հաստատվում է ԹՓ-ների տվյալների հետ՝ մոդելավորման արդյունքների համընկնմամբ: Մոդելի վերիֆիկացումն անցկացվում է մոդելավորման արդյունքների՝ նմանակային մոդելի ճշգրտման ժամանակ չօգտագործված հեռաչափ տեղեկատվության հետ համեմատելով:

Այդպես, օրինակ, հետազոտվող ԱԹՍ-ի շարժման մոդելավորման արդյունքների համեմատության արդյունքներով՝ ճշգրտվել են մոդելավորման նախնական տվյալները հետևյալի մասով՝

-վերամբարձ ուժի գործակցի՝ $C_{ya}(a) = C_{ya}(a) + 0.1$;

-ուժային սարքավորման քարշի՝ ջերմաստիճանից կախվածության:

Արդյունքում տեսնում ենք մոդելավորման (ա) և թռիչքային փորձարկումների (բ) արդյունքների ընդունելի համընկում՝ թիվ 1 և թիվ 2 երկու դիտարկված թռիչքների համար (նկ. 5):



թիվ 1 թիվ 2

Նկ. 5. Մոդելավորման փորձարկումների արդյունքները

Հետազոտվող ԱԹՍ-ի կազմված մոդելի հիման վրա անցկացվել է մի շարք թռիչքների վերլուծություն և առաջարկվել սարքի թռիչքատեխնիկական բնութագրերի բարելավման գծով միջոցառումներ: Հետազոտվում էր ԱԹՍ-ի արագաբարձության վրա թևի նետանմանության նվազեցման ազդեցությունը: Մոդելավորման ընդհանրացված արդյունքները բերված են աղյուսակ 1-ում: Տեսնում ենք, որ թևի նետաձևության աննշան նվազեցումն իսկապես հանգեցնում է սարքի արագաբարձության աճին: Լրացուցիչ նվազում են «պտուտակ օդակում» համակարգի քարշի կորուստները և շեղման մեծ անկյունների ժամանակ ղեկում հոսքի խափանմամբ առաջացած երկայնական տատանումները:

Ապարատի բնութագրերը λ=var ժամանակ

Աղյուսակ 1

χ=0°		
Թռիչք համար	1	2
բարձրության հավաքում		
ΔH, մ	300	415
Vy, մ/վ	2.45	1.56
δв, աստ	-2.5	-3
α, աստ	6.5	7
υ, աստ	11	10.5
Հորիզոնական թռիչք		
δв, աստ	2	1.5
α, աստ	4	4

χ=1°		
Թռիչքի համար	1	2
բարձրության հավաքում		
ΔH, մ	300	415
Vy, մ/վ	2.45	1.36
δв, աստ	-6.8	-7.8
α, աստ	5.5	6.5
υ, աստ	11	10.5
հորիզոնական թռիչք		
δв, աստ	-2	-2.5
α, աստ	3	3

χ=2°		
Թռիչքի համար	1	2
բարձրության հավաքում		
ΔH, մ	300	220
Vy, մ/վ	2.35	1.25
δв, աստ	-10.5	-11
α, աստ	6	7.5
υ, աստ	11	7
հորիզոնական թռիչք		
δв, աստ	-12.5	-16
α, աստ	3	3.5

Այսպիսով աշխատանքում նկարագրվում է անօդաչու թռչող սարքի (ԱԹՍ) թռիչքային փորձարկումների (ԹՓ) ընթացքում ուղեկցող մոդելավորման մեթոդիկան ու ծրագրային համալիրը:

Աշխատանքում վերլուծվել է սարքի հեռաչափող տեղեկատվությունը, ձևավորվել են մոդելավորման համար անհրաժեշտ նախնական տվյալները, կազմվել և ԹՓ-ի տվյալներով ճշգրտվել է երկայնական կառավարվող շարժման նմանակային մոդելը: Կազմվել է ծրագրային համալիրի մշակումը MATLAB/Simulink միջավայրում:

ԱԹՍ-ի շարժման մոդելավորման կոմպլեքս աշխատանքների արդյունքում MATLAB/Simulink միջավայրում լուծվել են հետևյալ հիմնական հարցերը.

1.Ճշգրտվել են աէրոդինամիկ բնութագրերը և սարքի ուժային կայանքի բնութագրերը:

2.Ձևավորվել է սարքի երկայնական ղեկավարվող թռիչքի նմանակային մոդելը՝ թռիչքային փորձարկումների ուղեկցման համար:

3.մշակվել են երաշխավորումներ սարքի արագաբարձրացման մեծացման համար:

Կազմված մոդելի հիման վրա անցկացվել է ԱԹՍ-ի մի շարք թռիչքերի վերլուծություն և առաջարկվել միջոցառումներ՝ դրա թռիչքատեխնիկական բնութագրերի բարելավման ուղղությամբ:

Գրականություն

1.**Парафесь С., Смыслов В.**, Проектирование конструкции и САУ БПЛА с учетом аэроупругости: Техносфера-Москва: 2018. 182 с.

2.**Моисеев В.С.,** Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами. Казань: РЦМКО, 2019. 768 с.

3.**Агеев А.М., Макаров И.В.**, Методика синтеза программно-аппаратных комплексов автоматизированной разработки систем управления полетом беспилотных летательных аппаратов. Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2016-12.

4.**Հակոբյան Մ.Զ.**, Matlab փաթեթի կիրառումը կրթական համակարգում: Ուսումնական ձեռնարկ. ՀՊՃՀ-Երևան-2015թ.180 էջ:

Միջոցառումներն իրականացվել են Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի, օդային ռոբոտատեխնիկայի ուսումնահետազոտական կենտրոնի ԱՈՒՀ-ով, որի միջոցով էլ հաջողությամբ կատարվել են թռիչքային փորձարկումները:

Նյութը ներկայացվել է 8.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

ՀՏԴ 531.8

Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ

Ավետիք ԲԱՍԿՈՎՉԱՅՆ
Հայաստանում Եվրոպական համալսարանի ասպիրանտ
Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ, ավտոմատացման համակարգեր
Email: avik.baskovchyan@gmail.com

Ներսես ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ
Հայաստանի պոլիտեխնիկական համալսարանի ասպիրանտ
Կառավարում, կառավարման համակարգեր և դրանց տարրերը
Email: nerser987@gmail.com

Արմեն ԱՍԱՏՐՅԱՆ
Հայաստանի պոլիտեխնիկական համալսարանի հայցորդ
Կառավարում, կառավարման համակարգեր և դրանց տարրերը

ԲԱԶՄԱՌՈՏՈՐ ԱՆՕԴԱՉՈՒ ԹՌՉՈՂ ՍԱՐՔԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԻԲՐԻԴԱՅԻՆ՝ ՈՉ ՀՍՏԱԿ-ՀԻԴ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ

Սույն հոդվածում ներկայացված է բազմառոտոր անօդաչու թռչող սարքի կառավարման համակարգ Ոչ Հստակ-ՀԻԴ (Fuzzy-PID) կարգավորիչի կիրառմամբ: Ներկայացված համակարգն ի տարբերություն առանձին՝ ՀԻԴ և Ոչ հստակ համակարգերի հիբրիդային է և ինչպես ցույց տվեցին հոդվածի արդյունքներն առավել օգտակար, արագագործ և կայուն: Հոդվածում ներկայացված է նախագծված անօդաչու թռչող սարքի մաթեմատիկական մոդելը շարժման ուղղության և բարձրության կառավարման համար: Հոդվածում առաջարկվող մոտեցումը հնարավորություն է տալիս Ոչ հստակ տրամաբանության՝ ոչ հստակ օրենքների հիման վրա կարգավորել համեմատական ինտեգրող դիֆերենցող կարգավորիչի պարամետրերը, անօդաչու թռչող սարքին ապահովելով ցանալի ուղղությունն ու բարձրությունը: Մոդելի նպատակն է ստանալ ՀԻԴ կարգավորիչով աշխատող կառավարման համակարգի

առանձին փոփոխականների արժեքների փոփոխությունն ըստ արտաքին պայմանների՝ հաշվի առնելով վերջիններիս չսպասված արժեքները: Որպես Ոչ-հստակ կարգավորիչի մուտք, կարգավորիչը ստանում է անօդաչուի աշխատանքի արդյունքում ստացված ազդանշանի սխալանքը և այդ սխալանքի ածանցյալը, որպես ելք տալով ՀԻԴ կարգավորիչի P I և D փոփոխականների Kp, Ki և Kd արժեքները, որտեղ Kp-ն առանձին P, Ki-ը I, իսկ Kd-ն D կարգավորիչի գործակիցներն են սահմանված Ոչ-հստակ կարգավորիչի կողմից:

Բանալի բառեր՝ *ոչ հստակ տրամաբանություն, ՀԻԴ, Matlab, Simulink, անօդաչու թռչող սարք, քառապտուտակ, հետադարձ կապ, ԲԱԹՍ, կարգավորիչ, կառավարման համակարգ, Fuzzy-PID*

А.Басковчян, Н.Нерсисян, А.Асатрян

КОНСТРУКЦИЯ ГИБРИДНОГО НЕСПЕЦИАЛЬНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ МУЛЬТИРОТОРНОГО БЛА

В данной статье представлена система управления мультироторным Беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с использованием Fuzzy-PID регулятора. Представленная система, в отличие от отдельных систем PID и Fuzzy-logic, является гибридной и, как показали результаты статьи, более полезной, быстрой и стабильной. В статье представлена математическая модель проектируемого БПЛА для управления направлением и высотой движения. Предлагаемый в статье подход дает возможность настраивать параметры регулятора сравнительного интегратора-дифференциатора на основе нечеткой логики, нечетких законов, обеспечивая требуемое направление и высоту полета Беспилотного летательного аппарата. Целью модели является получение изменения значений отдельных переменных системы ПИД-регулирования в зависимости от внешних условий с учетом изменения внешних условий. На вход нечеткий логический регулятор получает ошибку и производную от ошибки, выдавая на выходе значения Kp, Ki и Kd переменных P I и D ПИД-регулятора, где Kp - коэффициенты П-регулятора , Ki - это I и Kd регуляторов D.

Ключевые слова: *Нечеткая логика, PID, Matlab, Simulink,*

БПЛА, квадрокоптер, обратная связь, контроллер, система управления, Fuzzy-PID

A.Baskovchyan, N.Nersisyan, A.Asatryan

DESIGN OF A HYBRID FUZZY-PID CONTROLLER FOR MULTIROTOR UAV CONTROL

This article presents a control system of a multi-rotor UAV using a Fuzzy-PID controller. The presented system, in contrast to separate PID and Fuzzy systems, is a hybrid, and as the results of the article showed, it is more useful, fast and stable. The article presents the mathematical model of the designed UAV for control of movement direction and altitude. The approach proposed in the article provides an opportunity to adjust the parameters of the proportional integrate-derivative controller based on Fuzzy Logic, Fuzzy Laws, providing the desired direction and height to the UAV. The purpose of the model is to obtain the change of the values of individual variables of the PID control system according to external conditions, considering the change of external conditions. As an input, the Fuzzy logic controller receives the error and the derivative of the error, giving as an output the values of Kp, Ki and Kd of the variables P I and D of the PID controller, where Kp is the coefficients of the P controller, Ki is the I and Kd of the D controllers.

Key words: *Fuzzy Logic, PID, Matlab, Simulink, UAV, Quadcopter, Feedback, Controller, Control System, Fuzzy-PID*

Ներածություն

Ժամանակակից աշխարհում բազմառոտոր անօդաչու թռչող սարքերը (ԲԱԹՍ) իրենց ուրույն տեղն են գրավում առաջնային շատ ոլորտներում, ինչպիսիք են՝ տնտեսական, ռազմական, հետախուզական և այլն: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է ունենալ ԲԱԹՍ-ի կառավարման ապահով և ճշգրիտ համակարգ, որը հնարավորություն կտա ավտոմատ կառավարման միջոցով հասնել ցանկալի արդյունքին: Որպես կառավարաման համակարգ բազմաթիվ հետազոտություններ են կատարվել, որոնց մոտեցումները ներկայացված են ստրև:[1]-ում հեղինակն առաջարկել է հարմարվողական դինամիկ կարգավորիչ՝ քառակոպտերի հետագծման առաջադրանքներն իրականացնելու համար՝ վերահսկելով բարձրությունը հարմարվող դինամիկ կարգավորիչի միջոցով, որն ի վիճակի է նվազեցնել հետևելու սխալները և հաղթահարել անորոշ պարամետրերը: Որոշ հետազոտողներ օգտագործել են երկրորդ կարգի SMC մեթոդը՝ բարձրության վերահսկման ցուցանիշները բարելավելու համար [2-4]: Հաշվի առնելով այն հանագամանքը, որ ՀԻԴ կարգավորիչի նախագծումն ու կարգաբերումը համեմատաբար պարզ

գործընթաց է, բազմաթիվ գիտնականներ իրենց աշխատանքներում ներկայացրել են առանձին ՀԻԴ կարգավորիչով կառավարման համակարգեր [5-6]: Պարզ և արագ նախագծման առավելություն ունենալուց բացի ՀԻԴ կարգավորիչն ունի կառավարման որակի սահմանափակում՝ հաշվի առնելով հստակ նախանշված գործակիցները, որոնք փոփոխման ենթակա չեն աշխատանքի ընթացքում: Հստակ գործակիցների խնդիրները վերացնելու համար կարգավորիչի մեկ այլ՝ հիբրիդ տարբերակ է առաջակվում, որտեղ ոչ հստակ տրամաբանության միջոցով թռիչքի ընացքում հաշվի առնելով հետադարձ կապի սխալանքը նախապես տրված ոչ հստակ օրենքների հիման վրա կատարվում է ՀԻԴ կարգավորիչի պարամետրերի փոփոխում՝ ըստ սենսորային արժեքների: Այդ իսկ պատճառով ինքնակարգավորվող ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչ է ներկայացվել [7]-ում, որտեղ ներկայացված ՀԻԴ կարգավորիչը կարգաբերվել է ոչ հստակ տրամաբանության օրենքնեով:

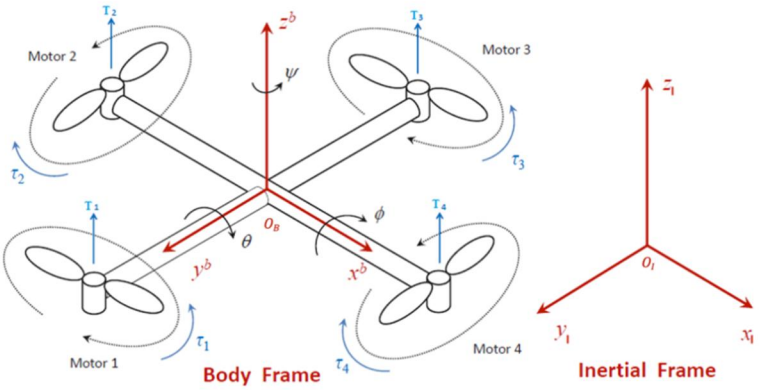
Հոդվածում ներկայացված են բազմառոտոր անօդաչու թռչող սարքի մաթեմատիկական մոդելը, աշխատանքի սկբունքը, դինամիկ և կինեմատիկ հավասարումները և ստացված արդյունքները: Անօդաչու թռչող սարքի նախագծում ու աշխատանքի մոդելավորումը կատարվել է Matlab ծրագրային ապահովման Simulink միջավայրի միջոցով:

Գիտական նորույթ

Սույն աշխատանքում ներկայացված ԲԱԹՍ-ի իրական պարամետրերին համապատասխան՝ մոդելը ճշգրտորեն համապատասխանում է DJI Mavic 2 բազմառոտոր անօդաչու թռչող սարքի պարամետրերին: Աշխատանքի ընթացքում դուրս են բերվել իրական դրոնին համապատասխան փոխանցման և պատկանելության ֆունկցիաները, որոնք կիրառելի են իրական կյանքում: ՈՒսումնասիրված գրականության մեջ նմանատիպ ԲԱԹՍ-ին համապատասխան հիբրիդային՝ ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչ չի նկատվել, ուստի իրական դրոնի հիման վրա նախագծված հետադարձ կապով հիբրիդային համակարգը նորույթ է:

ԲԱԹՍ-ի Մաթեմատիկական նկարագիր

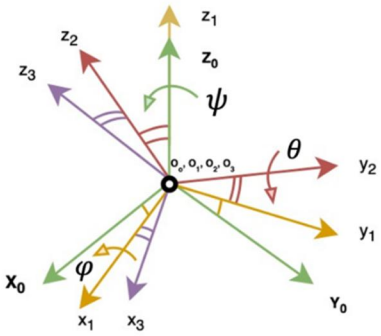
Բազմառոտոր անօդաչու թռչող սարքն ունի ազատության 6 աստիճան [8], այդ աստիճանների ճիշտ ներկայացման համար պարտադիր պայման է ունենալ ԲԱԹՍ-ի ճշգրիտ մաթեմատիկական մոդելը: Սույն հոդվածում անօդաչուի շարժման հավասարումների մաթեմատիկական մոդելը հիմնված է Նյուտոն-Էյլերի հավասարումների վրա, և այն նկարագրվում է որպես կոշտ մարմին, որից ընտրվում է մարմնին կոշտ ամրակցված համակարգ, որի հաշվարկները կատարվում են մեկ այլ իներցիալ համակարգի համեմատությամբ: Համակարգերը ցուցադրված են նկ 1-ում:



Նկ. 1 Մարմնին կոշտ ամրակցված և իներցիալ համակարգեր

Նկ. 1-ում ցուցադրված մարմնի կոշտ ամրակցված համակարգի ($O_BX_BY_B$) ծանրության կենտրոնը համընկնում է քառապտուտակի ծանրության կենտրոնին, որին համապատասխան իներցիալ համակարգը ներկայացված է՝ ($O_IX_IY_I$) առանցքներով, որի նկատմամբ շարժումը համապատասխանում է երկրագնդի նկատմամբ շարժմանը:

Ինչպես ներկայացված է [9] հոդվածում, այնպես էլ այս աշխատանքում շարժումը ներկայացվում է X-Z-Y առանցքներով, որը ստացվում է Էյլերի պտույտներից և մատրիցից: Համակարգի դինամիկայի հավասարումները ստանալու և կիրառելու համար անհրաժեշտ է ներկայացնել մի համակարգից մյուսին անցումները ($O_B \to O_I, O_I \to O_B$), որի համար կիրառվել են Էյլերի պտույտները՝ համապատասխան պտտման մատրիցներով: Էյլերի անկյունները նկարագրվում են որպես որոշակի առանցքների շուրջ հաջորդական պտույտներ: Իներցիալ համակարգի Z առանցքի շուրջ պտույտը նկարագրվում է ψ անկյունով, որից ստացվում է նոր P_1 անցումային համակարգը: Նոր ստացված P_1 շրջանային համակարգի X_P1 առանցքի շուրջ պտույտը նկարագրվում է φ պտտման անկյունով, որից ստացվում է նոր P_2 անցումային համակարգը: Ստացված նոր՝ P_2 անցումային համակարգի Y_P2 առանցքի շուրջ պտույտը նկարագրվում է θ՝ անկյունով, որն իր հերթին համընկնում է O_B անցումային համակարգին, որը կոշտ ամրակցված է քառապտուտակի մարմնին: Այսպիսով, ψ-φ-θ պտույտները ներկայացվում են z-x-y հաջորդականությամբ: Էյլերի պտույտներից ստացված մատրիցը ներկայացված է բանաձև 1-ում, իսկ Էյլերի պտույտները ցուցադրված են՝ նկ. 2-ում:



Նկ 2. Էյլերի պտույտներ

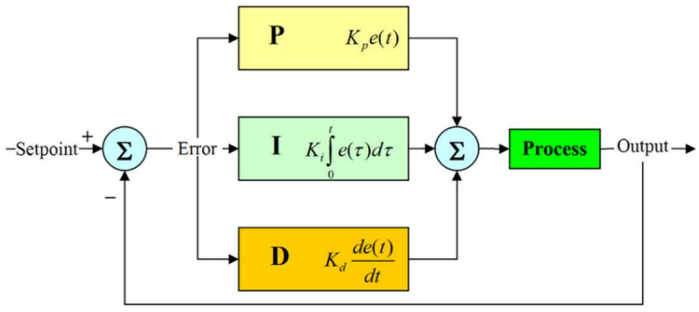
Էյլերի պտույտների հիման վրա ստացված մատրից՝ $O_B \to O_I$ համակարգերի անցման դեպքում՝

$$R_{B\to I} = \begin{pmatrix} c\theta c\psi - s\phi s\psi s\theta & -c\phi s\psi & c\phi s\theta + c\theta s\phi s\psi \\ c\theta s\psi + c\psi s\phi s\theta & c\phi c\psi & s\psi s\theta - c\psi c\theta s\phi \\ -c\phi s\theta & s\phi & c\phi c\theta \end{pmatrix}, (1)$$

որտեղ՝ $cx = cos(x), sx = sin(x)$:

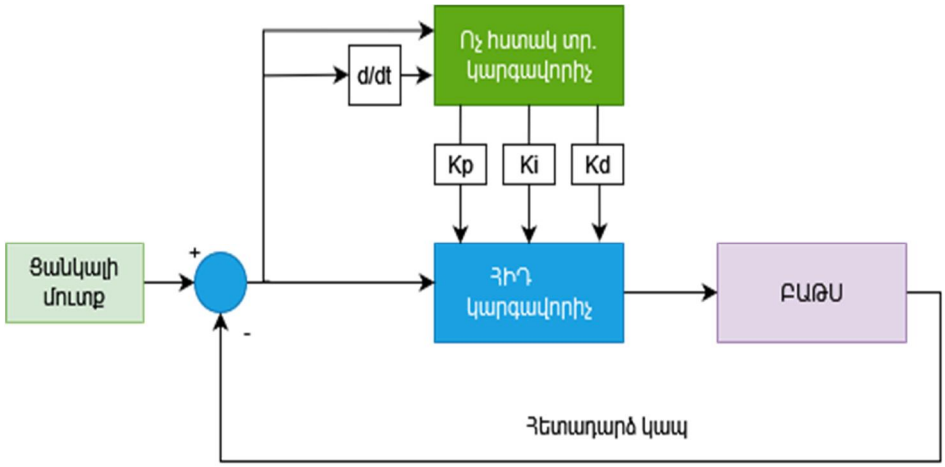
Ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչ

Ինչպես արդեն նշվեց, պարզագույն ՀԻԴ կարգավորիչն ունի կայունության և համապատասխանության խնդիրներ, այսինքն՝ կախված պայմաններից՝ ՀԻԴ կարգավորիչի համար նախապես ընտրված պարամետրերը փոփոխության ենթակա չեն, ուստի կառավարման համակարգի կայունությունը կարող է խախտվել: Այդ իսկ պատճառով ՀԻԴ կարգավորիչի 3 գործակիցները՝ Kp, Ki, Kd, կարգաբերվում են ըստ թռիչքի ընթացքում հետադարձ կապի սխալանքի: ՀԻԴ կարգավորիչի տրամաբանական բլոկ-սխեման ներկայացված է նկ 3-ում՝



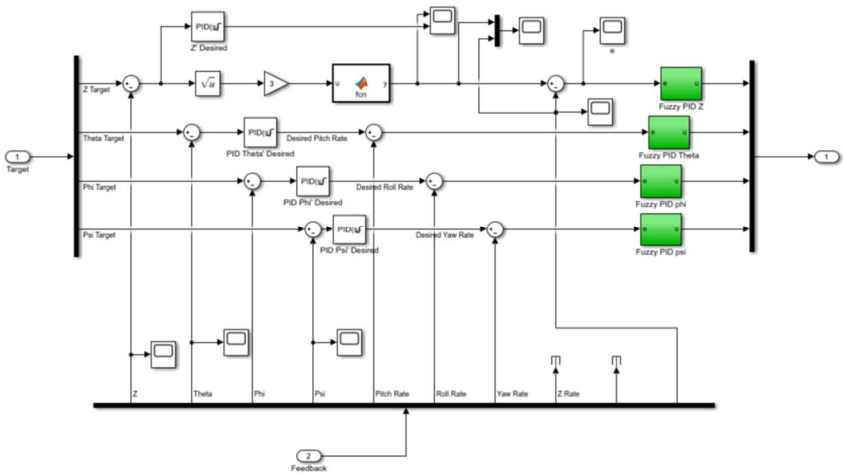
ՆԿ. 3 ՀԻԴ համակարգի տրամաբանական բլոկ-սխեմա

Ինչպես երևում է նկ. 3-ից, ՀԻԴ համակարգի P, I, D տարրերն ունեն Kp, Ki, Kd գործակիցներ, որոնց ավտոմատ հաշվարկը ոչ-հստակ տրամաբանությամբ կարգավորիչի ֆունկցիան է: Ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչի տրամաբանական բլոկ սխեման ներկայացված է նկ 4-ում.



Նկ. 4. Ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչի տրամաբանական բլոկ սխեման

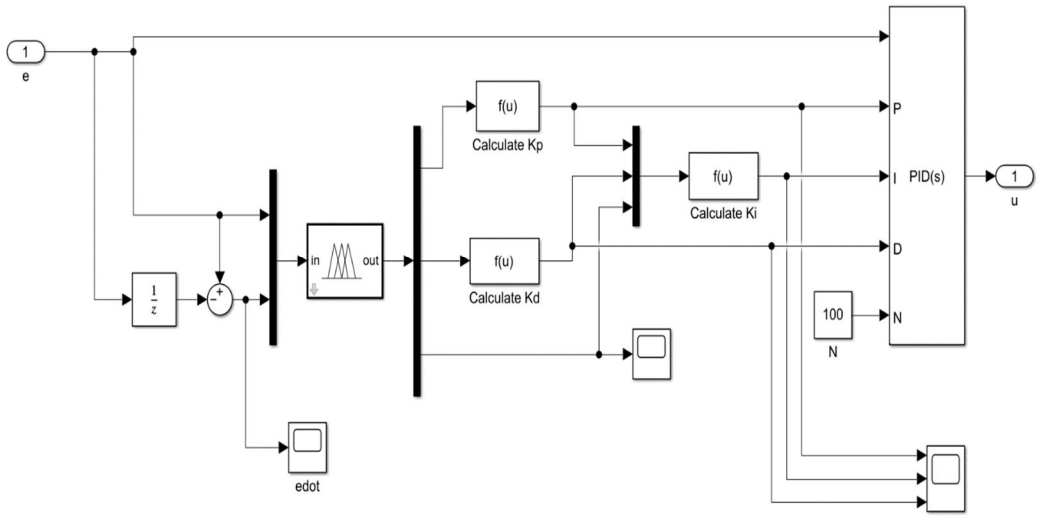
Նկար 4-ում պատկերված տրամաբանական բլոկ սխեման ցույց է տալիս, որ հետադարձ կապով համակարգի աշխատանքի արդյունքում մուտքին եկած սխալանքի արժեքները հաշվի առնելով՝ ոչ հստակ տրամաբանությամբ համակարգը կարգաբերում է ՀԻԴ կարգավորիչի մուտքային գործակիցները: Այս հոդվածում ներկայացվող ոչ հստակ-Հիդ կարգավորիչի Simulink մոդելը ներկայացված է՝ նկ 5-ում:



Նկ 5. Ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչ

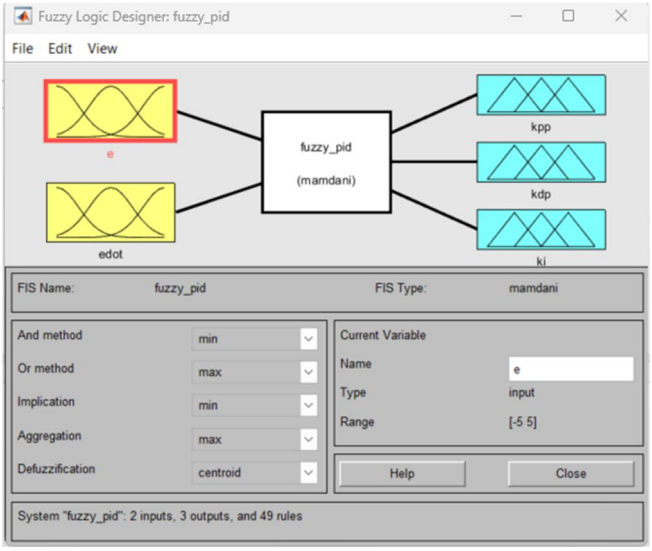
Ինչպես երևում է նկ. 5 -ից, կարգավորիչը, ստանալով անհրաժեշտ մուտքը և բացասական հետադարձ կապով ստացված սխալանքի արժեքը, աշխատում է առանձին z, roll, pitch, yaw արժեքենրի համար, այսինքն՝ կախված թռիչքի ընթացքում ստացված արդյունքերից ՀԻԴ համակարգի առանձին պարամետրերը ենթակա են փոփոխման և ճշգրտման: Բարձրության

կառավարման համար ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչը ներսից ներկայացված է նկ6-ում:



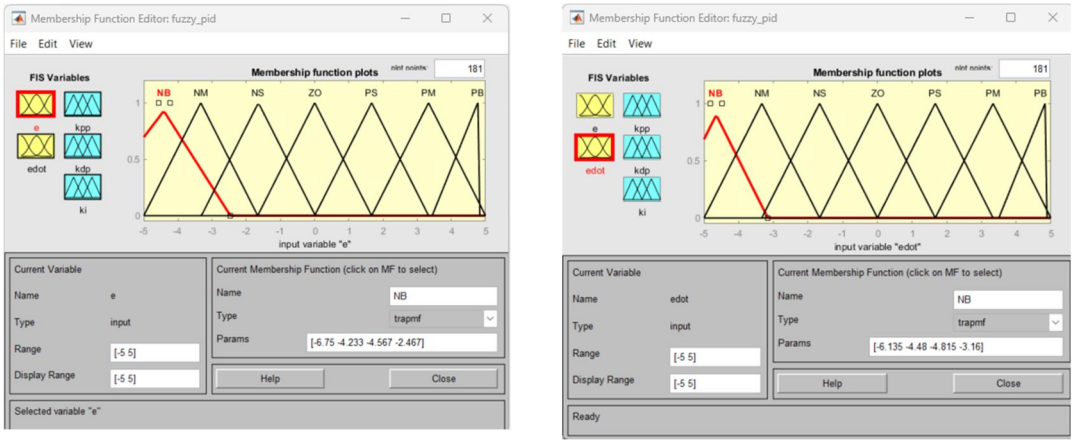
Նկ. 6: Բարձրության կառավարման ոչ հստակ-ՀԻԴ կարգավորիչ

Նկ. 6-ում ցուցադրված կարգավորիչը ներառում է ոչ հստակ տրամաբանությամբ կարգավորիչ և հաշվարկային ֆունկցիաներ՝ Kp, Ki, Kd արժեքների համար, որոնց միջոցով 0-1 ոչ հստակ տրամաբանությամբ միջակայքը վերածում է ՀԻԴ կարգավորիչի գործակիցների որոշակի արժեքային տիրույթի: Ոչ հստակ տրամաբանությամբ կարգավորիչը կառավարվում է պատահականության ֆունկցիաներով և ոչ հստակ օրենքներով, որոնց միջոցով կատարվում է պատկանելության ֆունկցիայի ընտրությունը: Պատականելության ֆունկցիան՝ ներկայացված Matlab ծրագրային համակարգի Fuzzy logic toolbox-ի միջոցով, ներկայացված է նկ 7.-ում:



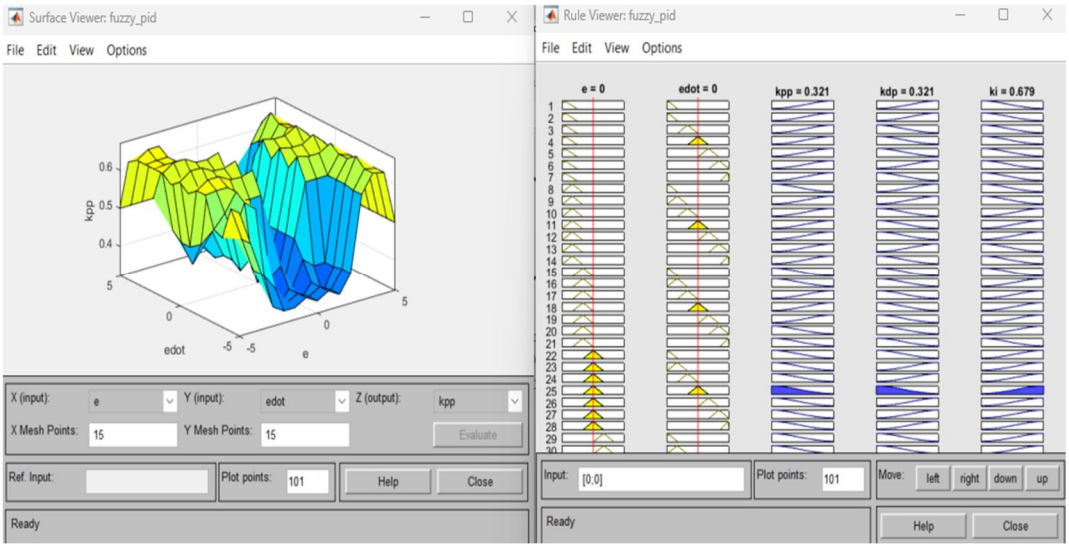
Նկ 7. fuzzy_pid պատկանելության ֆունկցիան

Նկ. 7-ում պատկերված պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկական տեսքը ցույց է տալիս, որ ոչ հստակ համակարգը, ստանալով e և edot արժեքները հաշվարկում է ելքայի Kp, Ki, Kd ՀԻԴ համակարգի պարամետրերը, ինչպես ներկայացված է նկ. 4-ում: Kpp, kdp, Ki gaussmf-ներ են ներկայացված 0-1 միջակայքում, իսկ մուտքային e և edot ֆունկցիաները ներկայացված են նկ. 8-ում՝



Նկ 8. Մուտքային պատկանելության ֆունկցիաներ

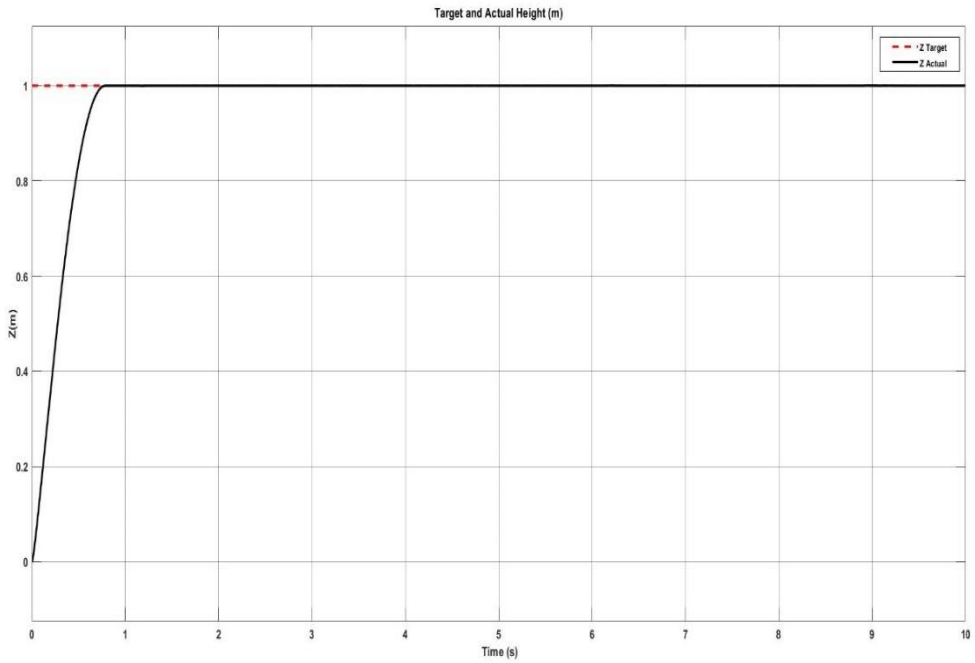
Ներկայացված ոչ հստակ կարգավորիչը կառավարվում է ոչ հստակ օրենքների միջոցով, որոնք ցուցադրված են նկ. 9-ում.



Նկ 9. Ոչ հստակ օրենքեր

Ստացված արդյունքներ

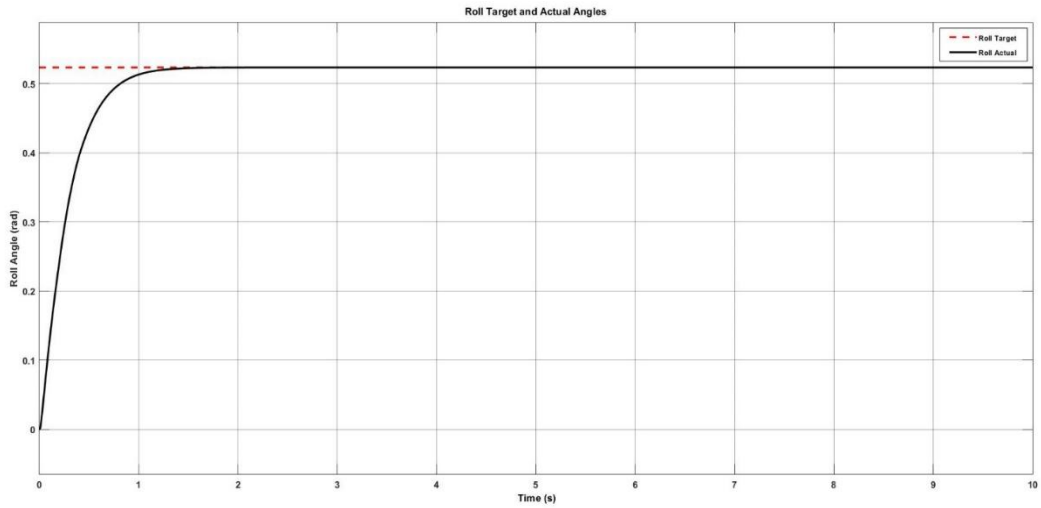
Աշխատանքի կատարման արդյունքում ստացված գրաֆիկները պատկերված են ստորև։ նկ 10-ում ցուցադրված է 1մ բարձրությամբ մուտքային ազդանշանի դեպքում ԲԱԹՍ-ի աշխատանքի արդյունքը։



Նկ. 10. Z փոփոխականի արդյունքները, բարձրության կախումը ժամանակից

Ինչպես երևում է նկ. 10-ից, քառապտուտակի աշխատանքը ստուգվել է 0-10 վայրկյան միջակայքում՝ 1 մ մուտքային, ցանկալի արժեքի համար, թռիչքի կայունացումը հաջողվել է 0,75վ-ում, իսկ գերկարգավորումը բացակայում է, այսպիսով՝ ստացված արդյունքը բավարար է, և համակարգը կայուն է։

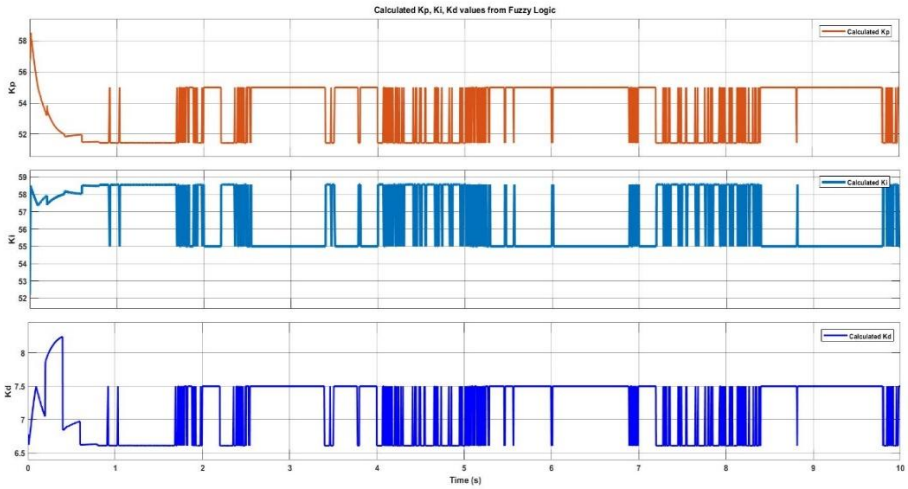
Նկ. 11-ում ներկայացված է roll անկյան կախվածությունը ժամանակից պատկերող գրաֆիկը։



Նկ. 11. Roll պտույտի կախումը ժամանակից

Նկ. 11-ում ցուցադրված արդյունքը բավարար է՝ ընդունելու համար, որ ԲԱՍԹ-ի աշխատանքը roll անկյան 30 աստիճան պտույտի դեպքում կայուն է և անխափան։ Հաստատման ժամանակը 0,81վ է։

Ներկայացված արդյունքները ոչ հստակ-ՀԻԴ համակարգի արդյունքներն են, որտեղ ՀԻԴ համակարգի Kp, Ki, Kd գործակիցները իրական ժամանակում կարգաբերվում են ոչ հստակ տրամաբանության կողմից։ Կարգաբերված արժեքները ցուցադրված են նկ 12-ում։



Նկ. 12. Ոչ հստակ տրամաբանության կողմից հաշվարկված Kp, Ki, Kd արժեքները

Եզրակացություն

Ոչ հստակ տրամաբանության կարգավորիչի կիրառմամբ ԲԱԹՍ-ի համար նախագծված կառավարման համակարգը կայուն է և լավարկում է ՀԻԴ կարգավորիչի աշխատանքը՝ վերածելով համակարգը ադապտիվ տեսակի, ինչը թույլ է տալիս խուսափել ՀԻԴ համակարգի գլխավոր խնդրից, այն է՝ փոփոխվող արտաքին պայմանների դեպքում համակարգի կայունության ապահովումը: Հոդվածում ներկայացված արդյունքերն ամբողջովին բավարարում են տրված խնդրի պահանջները:

Գրականություն

1. M. Santos and J. Sarapura, An adaptive dynamic controller for quadrotor to perform trajectory tracking tasks, *Journal of Intell. Robot. Syst.*, vol. 93, pp. 5–16, 2019.
2. S. Nadda and A. Swarup, Improved quadrotor altitude control design using second-order sliding mode, *Journal of Aerosp. Eng.*, vol. 30, 2017.
3. N. Moawad and A. M. Sarhan, Adaptive PID sliding surface- based second order sliding mode controller for perturbed nonlinear systems, in *Proc. the 12th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES)*, Cairo, Egypt, 2017.
4. I. González, S. Salazar, and R. Lozano , Chattering-free sliding mode altitude control for a quad-rotor aircraft:

Real-time application, *Journal of Intell. Robot. Syst.*, vol. 73, pp. 137–155, 2014.
5. N. P. Nguyen and S. K. Hong, Fault-tolerant control of quadcopter UAVs using robust adaptive sliding mode approach, *Energies Journal*, vol. 12, no. 95, 2019.
6. H. Thanh, S. Hong, Quadcopter robust adaptive second order sliding mode control based on PID sliding surface, *IEEE Access*, vol. 6, pp. 66850–66860, 2018.
7. D. Gautam and C. Ha, Control of a quadrotor using a smart self- tuning fuzzy PID controller, *International Journal of Adv.Robot. System*, vol. 10, 2013
8. A. Hussein, R. Abdalla, Autopilot Design for a Quadcopter, Thesis for: B.ScAdvisor: Prof.Sharief Fadul Babikir, 2017
9. A. SAFARYAN, N. VARDANYAN, A. BASKOVCHYAN, N. NERSISYAN, T. SIMONYAN, Design of UAV control system with fuzzy logic controller and its importance in the economy, ALTERNATIVE quarterly academic journal 2022 #4 (October – December), pp 27-32, 2022:

Նյութը ներկայացվել է 25.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

ՀՏԴ 37.02 .004.02

Ինֆորմատիկա

Վալյա ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ
ՇՏՀ, ավագ դասախոս,
E-mail: Valia.Vardanyan@mail.ru

Կարինե ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ
ԱրՊՀ , կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դասախոս
E-mail: nkarinka1209@mail.ru

GEOGEBRA ԾՐԱԳՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԼՈՒԾԵԼԻՍ

Կրթության ժամանակակից շրջանը որոշում է հանրակրթական ուսումնական հաստատություններում մաթեմատիկայի դասավանդման մեթոդների թարմացման և կատարելագործման անհրաժեշտությունը:

Աշխատանքի բովանդակությունը ներկայացվում է GeoGebra ծրագրով կառուցման մի քանի խնդիրներ՝ մանրամասն նկարագրված կառուցման քայլերով, որոնք կարող են մեթոդական հիմք հանդիսանալ նմանատիպ խնդիրների լուծման համար:

Հոդվածում ներկայացված GeoGebra ինտերակտիվ միջավայրում առաջադրանքների լուծման և հետազոտման արդյունքում հանգել ենք հետևյալ եզրահանգումներին .

GeoGebra ծրագիրն ու նրանով պատրաստված մոդելը գրավիչ ու հետաքրքիր է դարձնում դասը, սովորական եղանակով նյութը ներկայացնելու հետ համեմատած հնարավոր է դառնում խուսափել խնդրի լուծման ընթացքի ձգձգվածությունից և խնայել ժամանակը:

Մուտքագրման վահանակում կատարվող ավտոմատ հանրահաշվական հաշվարկների շնորհիվ շատ օրինաչափություններ սովորողների համար դառնում են տեսանելի ու ստուգելի, որը մեծապես օգնում է այդ օրինաչափությունների հեշտ ու կայուն ընկալմանը:

Ուսումնական գործընթացում տեղեկատվական տեխնոլոգիաների գործիքների ներդրման արդյունավետությունը կայանում է նրանում, որ մի կողմից այն նպաստում է սովորողների տեսական գիտելիքների բազայի խորացմանն ու ընդլայնմանը, իսկ մյուս կողմից՝ որակապես փոխում է ուսուցչի դերը: Ուսուցիչը դառնում է աշակերտի կրթական գործը կազմակերպող, նրան աջակցող և գնահատող գործընկեր:

Բանալի բառեր՝ *կառուցել, պատկեր, կետ, անկյուն, հատված, շրջանագիծ, հեռավորություն, կարկին, քանոն, GeoGebra, կտավ:*

В. Варданян, К.Арутюнян

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ GEOGEBRA ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Современная эпоха образования определяет необходимость обновления и совершенствования методов преподавания математики в государственных образовательных учреждениях.

В содержании работы представлено несколько задач построения с помощью программы GeoGebra, с подробным описанием этапов построения, которые могут быть методологической основой для решения подобных задач.

В результате решения и исследования задач в интерактивной среде GeoGebra, представленных в статье, мы пришли к следующим выводам.

Программа GeoGebra и сделанная с ее помощью модель делают урок привлекательным и интересным, по сравнению с изложением материала в обычной форме появляется возможность избежать задержки в процессе решения задачи и сэкономить время. Благодаря автоматическим алгебраическим вычислениям, выполняемым на панели ввода, многие шаблоны становятся видимыми и поддающимися проверке для учащихся, что значительно помогает легкому и стабильному пониманию этих шаблонов.

Эффективность внедрения средств информационных технологий в образовательный процесс заключается в том, что, с одной стороны, это способствует углублению и расширению теоретической базы знаний студентов, а с другой стороны. качественно меняет роль учителя. Преподаватель становится партнером, который организует, поддерживает и оценивает процесс обучения студента.

Ключевые слова: *построение, изображение, точка, угол, отрезок, круг, расстояние, циркуль, линейка, GeoGebra, полотно.*

V. Vardanyan, K. Harutyunyan

APPLICATION OF GEOGEBRA SOFTWARE IN SOLVING GEODIMENSIONAL CONSTRUCTION PROBLEMS

The modern period of education determines the need to update and improve the methodology of teaching mathematics in state educational institutions.

The content of the work presents several construction tasks using the GeoGebra program, with a detailed description of the stages of construction, which can be a methodological basis for solving such problems.

As a result of solving and researching problems in the interactive GeoGebra environment presented in the article, we came to the following conclusions.

The GeoGebra program and the model made with its help make the lesson attractive and interesting, in comparison with the presentation of the material in the usual form, it becomes possible to avoid delays in the process of solving the problem and save time. Automatic algebraic calculations performed on the input panel make many patterns visible and verifiable for students, greatly aiding in easy and consistent understanding of these patterns.

The effectiveness of the introduction of information technology tools in the educational process lies in the fact that, on the one hand, it contributes to the deepening and expansion of the theoretical knowledge base of students, on the other hand, it qualitatively changes teacher the role:The teacher becomes a partner who organizes, supports and evaluates the student's learning process.

Key words: *: build, image, point, angle, segment, circle, distance, ruler, GeoGebra, canvas.*

Երկրաչափական կառուցման խնդիրներն ամենահին մաթեմատիկական խնդիրներից են: Դարեր շարունակ մաթեմատիկոսները մեծ հետաքրքրություն են ցուցաբերել նման խնդիրների նկատմամբ:

Երկրաչափական կառուցման խնդիրներում՝ որպես կառուցման գործիք, օգտագործում են քանոն (սանտիմետրական բաժանում չունեցող) և կարկին: Որպես հիմնական պատկերներ համարվում են կետը, ուղիղը (ուղղի հատվածը), շրջանագիծը (շրջանագծի աղեղը), իսկ հիմնական կառուցումները, որոնցում օգտագործվում են նշված գործողությունները, ուղիղ գծի և շրջանագծի կառուցումն է:

Քանոնով կարելի է կատարել հետևյալ երկրաչափական կառուցումները.

ա) կառուցել երկու կետեր միացնող հատված,

բ) կառուցել տրված երկու կետերով անցնող ուղիղ գիծ,

գ) կառուցել տրված կետից սկիզբ առնող և տրված մեկ այլ կետով անցնող ճառագայթ:

Կարկինով կարելի է կատարել հետևյալ երկրաչափական կառուցումները.

ա) կառուցել կամայական շառավղով շրջանագիծ,

բ) տեղադրել տրված հատվածը տրված ուղղի վրա՝ նրա վրա տրված կետից,

գ) պատկերել տրված կենտրոնով և տրված հատվածին հավասար շառավղով շրջանագիծ:

Լուծել կառուցման խնդիր, նշանակում է կարկինի ու քանոնի, միայն կարկինի կամ միայն քանոնի օգնությամբ իրականացնել կառուցումների հաջորդականություն, որի ավարտից հետո պահանջվող պատկերն արդեն համարվում է կառուցված և բավարարում է խնդրի մեջ տրված բոլոր պայմանները:

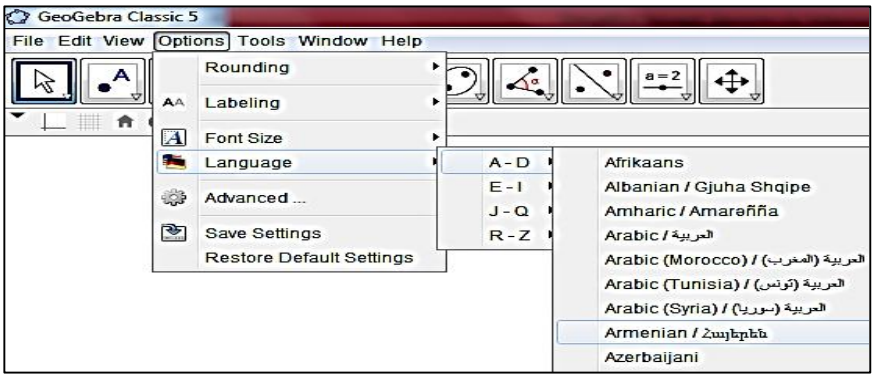
Տրված պայմաններ ասելով հասկանում ենք, որ նրանք կա՛մ նախապես տրված են, կա՛մ ստացվում են նախորդ կառուցումներում, կա՛մ էլ ընտրվում են կամայական: Սակայն, գործնականում հարմար չէ յուրաքանչյուր խնդրի լուծումը բերել այսպես կոչված հիմնական տարրական կառուցումների, քանի որ այն ձգձգվածություն կառաջացնի կատարվող աշխատանքում:

Ներկայացվող GeoGebra-ն դինամիկ մաթեմատիկական ծրագիր է՝ համակարգչային տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ՝ կրթության բոլոր մակարդակների համար: Այն հնարավորություն է տալիս աշխատել էլեկտրոնային աղյուսակների հետ, ուսումնասիրել վիճակագրության և հավանականությունների տեսության տարբեր հարցեր: Ծրագիրը ներառում է գործիքներ երկրաչափությունից, հանրահաշվից, թվաբանությունից, ինչպես նաև հնարավորություն ունի աշխատել ֆունկցիաների և նրանց գրաֆիկների երկրաչափական կառուցումների հետ [1]:

Ծրագիրը ներառում է երկրաչափական պատկերներ՝ կետ, ուղիղ (ուղղի հատված), շրջանագիծ (շրջանագծի աղեղ), ինչպես նաև հիմնական տարրական կառուցումներ (տրված հատվածին հավասար հատվածի, տրված անկյանը հավասար անկյան, անկյան կիսորդի, հատվածի միջնակետի կառուցումները):

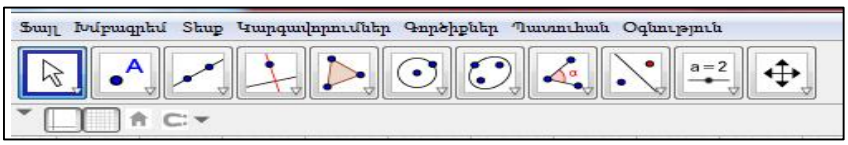
Այն նաև ներառում է ուղղահայաց և զուգահեռ ուղիղների, կողմերի միջնուղղահայացների, շրջանագծի շոշափողի կառուցումը, կետի, ուղղի և շրջանագծի նկատմամբ համաչափությունը և այլն: Այս ծրագրում կարելի է չափել անկյունը, որոշել հատվածի երկարությունը, բազմանկյունների մակերեսները և այլն:

Առաջին անգամ բացելիս ծրագիրը անգլերեն լեզվով է (նկ. 1), սակայն շատ հեշտ կարող ենք փոխել: Բոլոր հրամանները, հուշումները և գործիքները հայերենով կարող ենք ստանալ Options → language → Armenian ճանապարհով [3]:



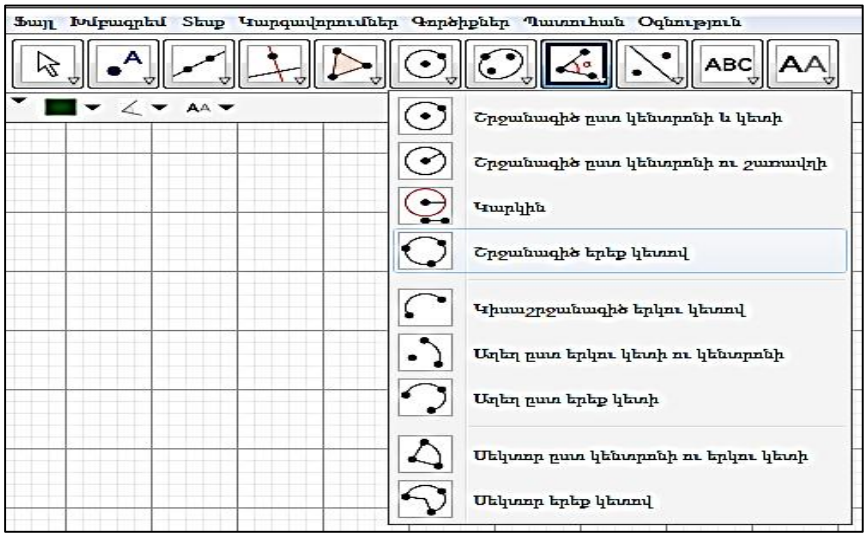
Նկ. 1 Լեզուն ընտրելու քայլերը

Առաջին դասին սովորողներին ծանոթացնում ենք GeoGebra ծրագրի գլխավոր պատուհանին, որի վերևի մասում ներկայացվում են մենյուները և «Գործիքադարակը»՝ գործիքներ դասավորված խմբերով: (նկ.2):



Նկ. 2 Գործիքադարակը

Յուրաքանչյուր գործիքի ներքևի աջ անկյան փոքրիկ եռանկյան վրա սեղմելով՝ կարող ենք հայտնվող գործիքների ցանկից ընտրել անհրաժեշտը (նկ.3):



Նկ. 3. Գործիք ընտրելու օրինակ

Էկրանի հիմնական մասը այսպես կոչված «Կտավն» է՝ կոնստրուկցիաների դաշտ գեղարվեստական կտավի անալոգիայով: Կտավի ձախ կողմում գտնվող «Օբյեկտների վահանակը» ծառայում է կառուցված օբյեկտները (կետեր, ուղիղներ, հատվածներ, վեկտորներ, հավասարումներ և այլն) գրանցելու համար: Կտավի վրա կառուցված օբյեկտը կամ նրա նշանակումը կարելի է անտեսանելի դարձնել կամ ցուցադրել [2]:

Հոդվածի նպատակը ծրագրի բոլոր գործիքներն ու հրամանները ներկայացնելը չէ, այլ դրանցից մի քանիսի կիրառումը երկրաչափական կառուցման խնդիրներ լուծելիս:

Կառուցման խնդրի լուծման էությունը որոշակի երկրաչափական պատկեր կառուցելն է, երբ տրված են նրա տարրերի միջև եղած կապերը:

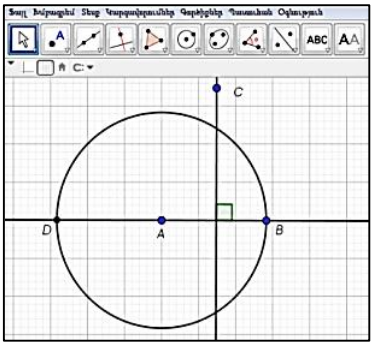
Խնդիր 1. Տրված է շրջանագիծ, տրամագիծը պարունակող AB ուղիղ և նրանից դուրս գտնվող C կետ: Օգտագործելով միայն քանոն՝ C կետից AB ուղղին տանել ուղղահայաց:

Այս խնդիրը GeoGebra ծրագրով կարելի է լուծել 2 եղանակով՝

1.Որպես տարրական կառուցում,

2.Որպես սովորական՝ «ձեռքով» կառուցում:

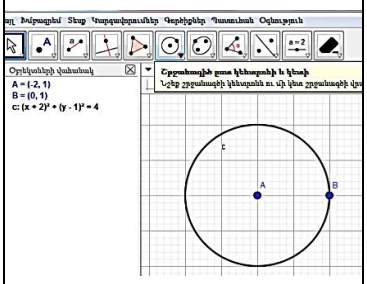
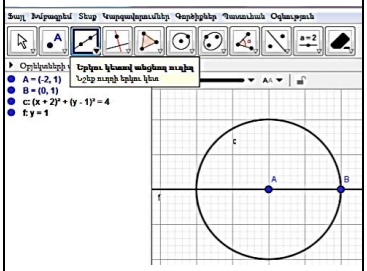
Առաջին դեպքում որպես տարրական կառուցում. կտավի վրա տեղադրում ենք խնդրում տրված պայմանները, ընտրելով «Շրջանագիծ», «Երկու կետով անցնող ուղիղ», և «Նոր կետ», գործիքները, այնուհետև «Ուղղահայաց ուղիղ» գործիքով, կառուցում տրված կետից տրված ուղղին ուղղահայաց ուղիղ:

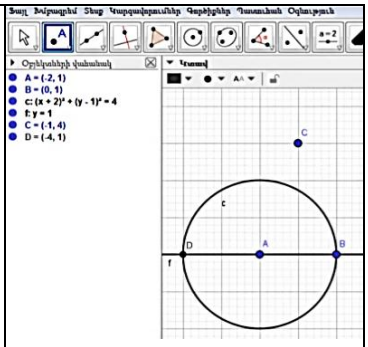
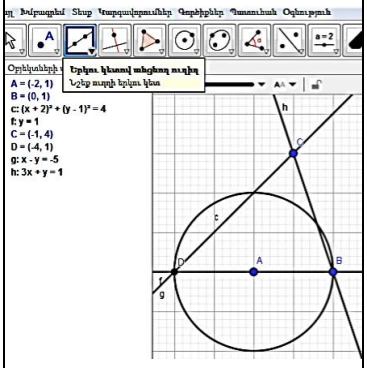
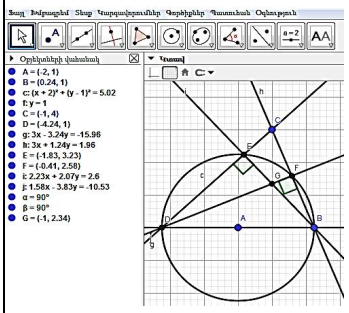


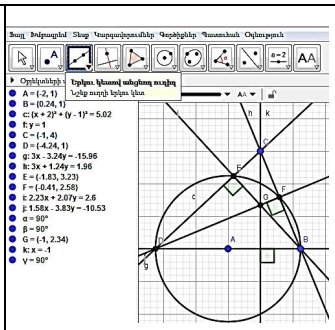
Նկ. 4. Կետից տրամագիծն ընդգրկող ուղղին տարված ուղղահայաց

Երկրորդ դեպքում կառուցման քայլերի ընտրությունը կախված է C կետի դիրքից: Ստորև ներկայացված է այն դեպքը, երբ C կետը գտնվում է շրջանագծից դուրս: Կառուցման աշխատանքն իրականացվում է հետևյալ քայլերով.

Աղյուսակ 1

Վահանակի պատկերը	Գործիքի նկարագրությունը	Գծագիրը
	Գործիքների ցանկի «Շրջանագիծ ըստ կենտրոնի և կետի» գործիքի օգնությամբ կառուցում ենք տրված A կենտրոնով և B կետով անցնող շրջանագիծ:	
	«Երկու կետով անցնող ուղիղ» գործիքի օգնությամբ կառուցենք AB շառավիղն ընդգրկող ուղիղ, որը կընդգրկի նաև DB տրամագիծը:	

	«Նոր կետ» գործիքի օգնությամբ DB տրամագիծը պարունակող ուղղից դուրս տեղադրենք C կետը:	
	«Երկու կետով անցնող ուղիղ» գործիքի օգնությամբ կառուցենք CD և CB ուղիղները՝ C կետը միացնելով տրամագծի ծայրակետերին:	
	Այնուհետև այդ ուղիղների և շրջանագծի հետ հատման կետերը միացնենք տրամագծի B և D ծայրակետերին: Կստանաք DBC եռանկյան երկու բարձրություն (տրամագծի վրա հենված ներգծյալ անկյունը 90° է), որոնք հատվում են G կետում:	

	Եվ քանի որ եռանկյան բարձրությունները հատվում են մի կետում, ուստի CG ուղիղը կլինի երրորդ բարձրությունը, այսինքն՝ C-ից BD տրամագծին տարված որոնելի ուղղահայացը:	

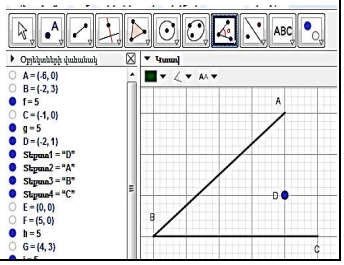
Համոզվելու համար, որ գծագիրը ճիշտ է կատարված, ստուգում ենք՝ օգտագործելով օբյեկտների դիրքի ձեռքով կամ ավտոմատ փոփոխությունները:

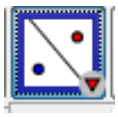
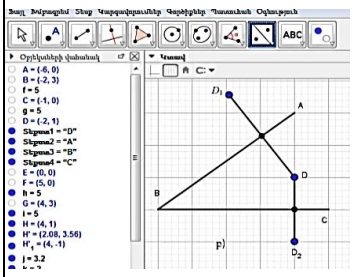
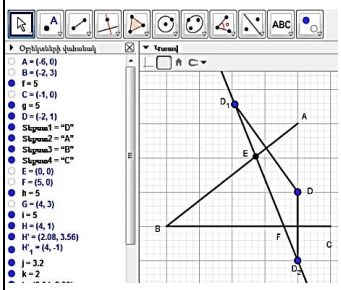
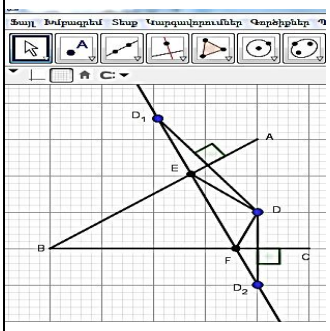
Խնդիր 2. Տրված ∠ABC անկյանը ներգծել ամենափոքր պարագիծ ունեցող եռանկյուն, որի մի գագաթը լինի անկյան ներսում տրված D կետը, իսկ մյուս երկու գագաթները գտնվեն անկյան AB և BC կողմերի վրա :

Քանի որ կառուցվող եռանկյունը պետք է ունենա ամենափոքր պարագիծը, ուստի տրված D կետի ամենակարճ հեռավորությունները կողմերից կլինեն այդ կետից անկյան կողմերին տարված ուղղահայացների երկարությունները: Կառուցելով D կետի համաչափ D_1 և D_2 կետերը անկյան կողմերի նկատմամբ, կստանանք, որ անկյան կողմերը ուղղահայաց են DD_1 և DD_2 հատվածներին և անցնում են նրանց միջնակետերով: Համոզվելու համար, որ գծագիրը ճիշտ է, D կետը տեղափոխելիս պետք է անկյան կողմերիի նկատմամբ՝ համաչափությունները պահպանվեն:

Կառուցման ալգորիթմը կունենա հետևյալ տեսքը.

Աղյուսակ 2

Վահանա կիպատկերը	Գործիքի նկարագրությունը	Գծագիրը
	Գործիքների վահանակի «Անկյուն» գործիքի օգնությամբ կառուցում ենք տրված ∠ABC անկյունը	
	«Նոր կետ» գործիքի օգնությամբ անկյան ներսում տեղադրում ենք կամայական D կետ:	

	«Համաչափը ուղղի նկատմամբ» գործիքի օգնությամբ կառուցենք D կետին համաչափ D_1 կետը AB կողմի նկատմամբ, հետո նույն ձևով D կետի համաչափ D_2 կետը՝ AC կողմի նկատմամբ	
	Գործիքների վահանակի «Երկու կետով անցնող ուղիղ» գործիքի օգնությամբ կառուցենք D_1D_2 ուղիղը, որը ABC անկյան կողմերը կհատի E և F կետերում	
	Գործիքների վահանակի «Հատված ըստ երկու կետի» գործիքի օգնությամբ կառուցենք DE և DF հատվածները:	

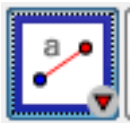
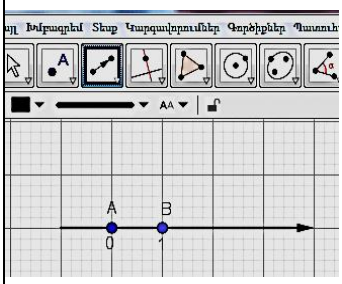
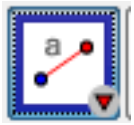
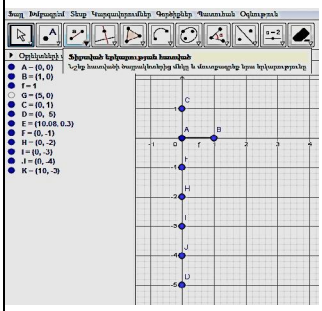
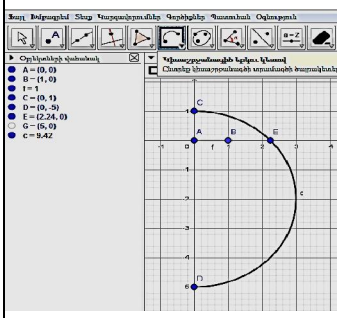
ΔEFD -ն կլինի մեր որոնելի եռանկյունը, քանի որ ըստ կառուցման DEF եռանկյան պարագիծը կլինի ամենափոքրը՝ $DE + DF + EF = D_1D_2$:

Խնդիր 2- Կոորդինատային առանցքի վրա կառուցել $E(\sqrt{5})$ կետը:

Խնդիրը լուծենք երկու հատվածների երկրաչափական միջինի կառուցման մեթոդով:

Կառուցման աշխատանքն իրականացվում է հետևյալ փուլերով.

Աղյուսակ 3

Վահանակի Պատկերը	Գործիքի նկարագրությունը	Գծագիրը
	Կոորդինատային առանցքի վրա միշտ նշված է լինում սկզբնակետը և միավոր հատվածը: Թող ուղղի վրա նշված է A(0) սկզբնակետը և AB-ն միավոր հատվածը. |AB| = 1	
	AB հատվածի A սկզբնակետում կառուցում ենք ուղղահայաց: Ուղղահայացի վրա սկզբնակետի տարբեր կողմերում տեղադրենք |AC| =1, |AD| = 5 հատ-վածները: |DC| = |AD| + |AC|	
	Գործիքների վահանակի <<կիսաշրջանագիծ երկու կետով>> գործիքի օգնությամբ կառուցում ենք CD տրամագծով կիսաշրջանագիծ, որը դրական կիսառանցքի հետ կհատվի E կետում:	

Քանի որ շրջանագծի ցանկացած կետից տրամագծին տարված ուղղահայացը տրամագծի վրա առաջացած հատվածների համեմատական միջինն է, ուրեմն.

$$EA^2 = AC \cdot AD$$

$$EA = \sqrt{AC \cdot AD} = \sqrt{1 \cdot 5} = \sqrt{5}:$$

$$EA = \sqrt{5}$$

AE հատվածի երկարությունը կլինի 1 և 5 երկարությամբ հատվածների երկրաչափական միջինը: Ուրեմն E($\sqrt{5}$) կետը կլինի որոնելին:

GeoGeebra-ի կիրառման առավելություններն արտահայտվում են նրանով, որ օգտագործելով GeoGebra ծրագիրն ու նրանով պատրաստված մոդելները՝ դասը դառնում է ավելի գրավիչ ու հետաքրքիր, խնայվում է ահագին ժամանակ[3]:

Գրականություն

1. Ларин С.В., Компютерная анимация в среде GeoGebra на уроках математики, Красноярск. Информатика в школе, 2021.N2(22-28с.).
2. Ларин С. В., Методика обучения математике: компьютерная анимация в среде GeoGebra: Юрайт, 2018. - 233 с.
3. Աղեկյան Գ.Վ., «GeoGebra–Դինամիկ մաթեմատիկա բոլորի համար», ձեռնարկ, Անտարես, 2012թ.:
4. Валентиновна Ф. Н.. Динамическая математика с GEOGEBRA, Донецк, 2016-41с.
5. Любинская И. Е., Тихомирова С. В., Преподование геометрии в начальной школе с использованием приложения GEOGEBRA, Владимир,2017-196с.

Նյութը ներկայացվել է 13.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը:

УДК 004(519:628)

Информатика

Сережа САНДРЯН
доцент кафедры прикладной математики и информатики АрГУ, к. ф.м.н.
E-mail: sandrun@yandex.ru,сот:097745598

ПРИБЛИЖЕННОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ս. Սանդրյան

ՈՐՈՇԱԿԻ ԻՆՏԵԳՐԱԼԻ ՄՈՏԱՎՈՐ ՀԱՇՎՈՒՄԸ ԻՄԻՏԱՑԻՈՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Մաթեմատիկայի կիրառություններում օգտագործողները հաճախ բախվում են անորոշ ինտեգրալների հաշվարկման, այսինքն՝ տված ֆունկցիայի նախնականը գտնելու խնդրի հետ։

Ինտեգրման գործողությունը ըստ էությամբ շատ ավելի բարդ է, քան դիֆերենցման գործողությունը։ Միշտ չէ, որ ինտեգրման ընտրված ճանապարհը ճիշտ է և այն բերում է խնդրի լուծմանը։

Գործնականում անորոշ ինտեգրալների հաշվարկման ժամանակ օգտագործվում են տարբեր տեղեկատու գրքեր, մասնավորապես անորոշ ինտեգրալների աղյուսակներ։ Ինտեգրման վերլուծական մեթոդները շատ դեպքերում հնարավորություն են տալիս գտնել ենթաինտեգրալային ֆունկցիայի նախնականը։

Մաթեմատիկական վերլուծության դասընթացքից հայտնի է, որ անընդհատ ֆունկցիայի համար միշտ գոյություն ունի նախնականը։ Այն դեպքում, երբ որոշ տարրական անընդհատ ֆունկցիայի $f(x)$ նախնականը նույնպես տարրական ֆունկցիա է, ապա ասում են, որ $\int f(x)\,dx$ ինտեգրալը «բերվող է», այսինքն. ինտեգրալը հնարավոր է հաշվել։ Եթե ինտեգրալն հնարավոր չէ

արտահայտել տարրական ֆունկցիաներով, ապա ասում են, որ այդ ինտեգրալը «չբերվող է», այսինքն. այն հնարավոր չէ հաշվել:

Մաթեմատիկական վերլուծության դասընթացից [1] հայտնի է նաև, որ որոշակի ինտեգրալի հաշվարկումը համաձայն Նյուտոն-Լեյբնիցի բանաձևի հանգեցնվում է $f(x)$ ֆունկցիայի նախնականը F(x) գտնելու խնդրին ($F(x)' = f(x)$).

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a);$$

Սակայն, անընդհատ ֆունկցիայի նախնականը գտնելու խնդիրը երբեմն շատ դժվար է, և որոշ անընդհատ ֆունկցիաների համար նախնականը չի կարող արտահայտվել տարրական ֆունկցիաներով: Կարելի է նշել նման մի քանի ֆունկցիաներ,ընդորում հենց այդ ֆունկցիաների որոշակի ինտեգրալներն են, որոնք հաճախ օգտագործվում են գիտության և պրակտիկայի տարբեր ոլորտներում: Նման դեպքերում կիրառվում են որոշակի ինտեգրալի հաշվարկման թվային մոտավոր մեթոդներ:

Աշխատանքում դիտարկվում է մեկ տիպային որոշակի ինտեգրալի մոտավոր հաշվարկման մոդելավորման մեթոդը (Մոնտե Կառլոյի մեթոդ) [2] : Այս մեթոդը կիրառվում է հաշվողական մաթեմատիկայի տարբեր ոլորտներում:

Աշխատանքում առաջարկվող տիպային ինտեգրալի օգնությամբ, համապատասխան կերպով ընտրելով $f(x)$ ֆունկցիան, կարելի է ստանալ տարբեր «չբերվող» ինտեգրալներ:

Այս տիպային ինտեգրալը կարելի է կիրառել կիրառական մաթեմատիկայի տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես՝ զանգվածային սպասարկման և գործողությունների հետազոտության տեսություններում: Հենց դրանով է պայմանավորված աշխատանքի արդիականությունը:

Բանալի բառեր՝ որոշակի ինտեգրալ, նախնական ֆունկցիա, անընդհատ ֆունկցիա, մոդելավորում, մոտավոր

հաշվում,պատահական մեծություն,մաթեմատիկական սպասում, դիսպերսիա, միջին թվաբանական, մոտավոր հաշվարկ, հավանականություն:

В приложениях математики пользователи часто сталкиваются с вычислением неопределенных интегралов, то есть с задачей нахождения первообразной.

Операция интегрирования функций значительно сложнее операции дифференцирования функций. Не всегда выбранный путь интегрирования является правильным, не сложным.

На практике при вычислении неопределенных интегралов используют различные справочники в частности таблицы неопределенных интегралов. Аналитические методы интегрирования позволяют во многих случаях найти первообразную функцию для подынтегральной функции.

Из курса математического анализа известно, что для непрерывной функции существует

первообразная. В том случае, когда первообразная некоторой элементарной функции $f(x)$ является также элементарной функцией, то говорят, что интеграл $\int f(x)\,dx$ «берется» т.е. интеграл вычисляется. Если же интеграл не выражается через элементарные функции, то говорят, что интеграл «не берется» т.е. его найти нельзя.

Из курса математического анализа[1] также известно, что вычисление определенного интеграла согласно формуле Ньютона-Лейбница сводиться к задаче нахождения первообразной $F(x)$ функции $f(x)$ ($F(x)' = f(x)$),

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a);$$

однако задача нахождения первообразной от непрерывных функций иногда весьма сложна, а для некоторых непрерывных функций ее первообразная не выражается через элементарные функции. Можно указать несколько таких функций, притом именно эти определенные интегралы часто применяются в разных областях науки и практики. В таких случаях разрабатываются приближенные методы вычисления определенного интеграла.

В работе рассматривается метод имитационного моделирования (метод Монте-Карло) [2] для приближенного вычисления определенного интеграла. Этот метод применяется в самых разных областях вычислительной математики.

С помощью предлагаемого в роботе типа интеграла

выбирая функцию $f(x)$ подходящим образом можно получить различные «не берущиеся» интегралы. Данный тип интеграла имеет большое приложение в разных областях прикладной математики, в частности теории массового обслуживания и исследования операции. В этом и заключается актуальность работы.

Ключевые слова: *определенный интеграл, первообразная функция, непрерывная функция, моделирование, приближенное вычисление, случайная величина, математическое ожидание, дисперсия, среднее арифметическое, приближенный расчет, вероятность.*

S.Sandryan

APPROXIMATE CALCULATION OF A DEFINITE INTEGRAL BY SIMULATION MODELING

In applications of mathematics, users are often faced with the calculation of indefinite integrals, that is, with the problem of finding the antiderivative.

The operation of integrating functions is much more complicated than the operation of differentiating functions. Not always the chosen way of integration is correct, not difficult.

In practice, when calculating indefinite integrals, various reference books are used, in particular tables of indefinite integrals. Analytic methods of integration make it possible in many cases to find the antiderivative function for the integrand.

From the course of mathematical analysis it is known that for a continuous function there is

primitive. In the case when the antiderivative of some elementary function $f(x)$ is also an elementary function, then we say that the integral $\int f(x)\,dx$ is "taken", i.e. the integral is calculated. If the integral is not expressed in terms of elementary functions, then they say that the integral is "not taken" i.e. it cannot be found.

It is also known from the course of mathematical analysis [1] that the calculation of a definite integral according to the Newton-Leibniz formula is reduced to the problem of finding the antiderivative $F(x)$ of the function f(x) $f(x)$ ($F(x)' = f(x)$),

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b$$

however, the problem of finding the antiderivative of continuous functions is sometimes very difficult, and for some continuous functions its antiderivative cannot be expressed in terms of elementary functions. Several such functions can be indicated, and

it is precisely these definite integrals that are often used in various fields of science and practice. In such cases, approximate methods for calculating the definite integral are developed.

The paper considers the simulation method (Monte Carlo method) [2] for the approximate calculation of a certain integral. This method is used in various areas of computational mathematics.

With the help of the type of integral proposed in the robot, by choosing the function f(x) in an appropriate way, one can obtain various "not taken" integrals. This type of integral has a great application in various areas of applied mathematics, in particular, queuing theory and operation research. This is the relevance of the work.

Key words: *definite integral, antiderivative function, continuous function, simulation, approximate calculation, random variable, mathematical expectation, variance, arithmetic mean, approximate calculation, probability.*

Из курса математического анализа[1] известно, что вычисление определенного интеграла согласно формуле Ньютона-Лейбница сводиться к задаче нахождения первообразной $F(x)$ функции $f(x)$ ($F(x)' = f(x)$),

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a);$$

однако задача нахождения первообразной от непрерывных функций иногда весьма сложна, а для некоторых непрерывных функций ее первообразная не выражается через элементарные функции. Можно указать несколько таких функций, притом именно эти определенные интегралы часто применяются в разных областях науки и практики. В таких случаях разрабатываются приближенные методы вычисления определенного интеграла.

В работе рассматривается метод имитационного моделирования (метод Монте-Карло) для приближенного вычисления определенного интеграла.

Общее описание метода Монте-Карло [3].Рассмотрим произвольную величину α. Чтобы определить величину α моделируется такую случайную величину ξ, у которой существует математическое ожидание $M[\xi]$ и

$$M[\xi] = \alpha. \qquad (1)$$

Для оценки неизвестной величины α, согласно методу Монте-Карло проводиться N реализаций $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$ случайной величины ξ и вычисляется их среднее арифметическое

$$\bar{\xi}_N = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \xi_i .$$

В теории вероятности установлена закономерность:Последовательность $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$ одинаково распределенных случайных величин у которых существуют математические ожидания конечная дисперсия, то среднее арифметическое этих случайных величин сходится по вероятности к математическому ожиданию [2]:

$$\text{при } N \to \infty,\ \bar{\xi}_N \xrightarrow{P} M[\xi_i].$$

Согласно вышеуказанному закону больших чисел, как оценка для неизвестной величины α при больших N выбираются среднее арифметическое реализованных значений случайных величин ξ_i

$$a \approx \bar{\xi}_N \qquad (2)$$

Из курса теории вероятностей известно так же, что когда случайная величина ξ имеет конечную дисперсию $D[\xi]$, то вероятность погрешности в (2) с доверительной вероятностью β приблизительно равна [1]

$$\left|\bar{\xi}_N - a\right| < x_\beta \sqrt{D[\xi]/N} \qquad (3)$$

Коэффициент доверия β в (3) устанавливает исследователь и по специальной таблице находят x_β.Часто используют значения коэффициента доверия $\beta = 0.997$, которому соответствует $x_\beta = 3$. Как правило при применении метода Монте-Карло для определения окончательной оценки погрешности в (3), значение дисперсии $D[\xi]$ неизвестно.

Разработка хорошей теоретической оценки для $D[\xi]$ это отдельная, самостоятельная задача. В работе как оценка для дисперсии случайной величины ξ применяется формула [2]

$$D[\xi] \approx \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N} \xi_i^2 - \frac{1}{N(N-1)}\left(\sum_{i=1}^{N} \xi_i\right)^2 \qquad (4)$$

Постановка задачи. Вычислить тип интеграла

$$I_{[a,b]} = \int_a^b f(x)e^{-\lambda x}dx$$

где $f(x)$ заданная непрерывная функция и $\lambda > 0$.

Для приближенного вычисления определенного интеграла методом Монет-Карло будем моделировать специальную случайную величину ξ с плотностью вероятностей

$$P_\xi(x) = \begin{cases} c\,e^{-\lambda x}, x \in [a,b] \\ 0, \quad x \overline{\in} [a,b] \end{cases}$$

где $c = (\frac{\lambda}{e^{-\lambda a} - e^{-\lambda b}})$

Тогда

$$M[f(\xi)] = cI_{[a,b]} \qquad (5)$$

Теперь разыгрывается значение сложной случайной величины $\eta_i = f(\xi_i)$, где ξ_i является случайной величиной с плотностью $P_\xi(x)$.

Далее согласно методу Монте-Карло построим оценку для данного интеграла

$$\bar{\eta}_N \approx \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\eta_i \text{ и } I_{a,b} = \frac{1}{c}\bar{\eta}_N$$

Количество реализаций случайной величины η_i зависит от заданной точности приближенного вычисления определенного интеграла, который в работе устанавливается в процессе моделирования на основе формулы (4).

Теперь составим алгоритм для приближенного вычисления определенного интеграла с заданной точностью(ε).

Алгоритм вычисления интеграла

Шаг 1. Вводить функцию $f(x)$, параметр λ, точность – ε и интервалы интегрирования a и b.

Шаг 2.Моделировать случайную величину ξ_i по формуле:

$$\xi_i = a - \frac{1}{\lambda}ln(\gamma)$$

здесь γ равномерная распределенная случайная величина на интервале $[0,\beta]$ (где $\beta = 1 - \lambda e^{-\lambda a}$).

Шаг 3. Вычислить среднее арифметическое

$$\bar{\eta}_N \approx \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} f(\xi_i)$$

Шаг 4. Проверить точность приближения ξ по формуле (3). Если не выполняется, то вернуться к шагу 2.

Шаг 5. Вывести значение интеграла по формуле:

$$I_{[a,b]} = \frac{1}{c}\bar{\eta}_N$$

Литература

1 Пискунов Н.С., Дифференциальное и интегральное исчисления: Учеб. для втузов. В 2-х т. 1, М.: Интеграл-Пресс, 2001.

2 Гнеденко Б.В., Курс теории вероятности, М.: Наука, 1975.

3 Соболь И.М., Численные методы Монте-Карло. Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М.: 1973.

Նյութը ներկայացվել է 13.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 25.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Գ.Հ.Սահակյանը։

ՀՏԴ 53

Ֆիզիկա

Ռուզաննա ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ
ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի ասիստենտ
E-mail: ruzanna.gevorgyan.2021.@mail.ru

ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԵՎ ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՖԻԶԻԿԱՅԻՑ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔՆԵՐՆ ԱՌԱՎԵԼ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ

Հոդվածում դիտարկվում է ֆիզիկայից լաբորատոր աշխատանքներն առավել արդյունավետ կազմակերպելու և ուսանողների հետազոտական ունակությունները զարգացնելու նպատակով այդ աշխատանքների կատարման պլանները վերանայելու, ինչպես նաև լաբորատոր աշխատանքների կատարման գործընթացում ժամանակակից համակարգչային ծրագրերից օգտվելու անհրաժեշտությունը: Աշխատանքների վերանայման արդյունքում հնարավոր է որոշակի ձևափոխությունների միջոցով ստանալ հետաքրքիր մաթեմատիկական առնչություններ տվյալ լաբորատոր աշխատանքում դիտարկվող երևույթը նկարագրող ֆիզիկական մեծությունների միջև, որոնք գրաֆիկորեն կարելի է պատկերել համակարգչային այնպիսի ծրագրերի միջոցով, ինչպիսիք են Microsoft Excel-ը և Mathcad-ը: Որպես օրինակ ներկայացված է «Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական ստուգումը» լաբորատոր աշխատանքը:

Բանալի բառեր՝ *ֆիզիկա, լաբորատոր աշխատանք, հետազոտական ունակություն, գազային օրենք, իզոթերմ պրոցես, հաստատուն զանգված, ճնշաչափ:*

Р. Геворгян

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СООТВЕТСТВУЮЩИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ БОЛЕЕ

ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ

В статье рассматривается необходимость использования современных компьютерных программ в процессе выполнения лабораторных работ, а также необходимость пересмотра планов выполнения этих работ с целью развития исследовательских способностей студентов и более эффективной организации лабораторных работ по физике. В результате обзора работ можно получить интересные математические зависимости между физическими величинами, описывающими явление, наблюдаемыми в данной лабораторной работе, путем определенных модификаций, которые могут быть графически отображены с помощью таких компьютерных программ, как Microsoft Excel и Mathcad. В качестве примера представлена лабораторная работа „Экспериментальная проверка закона Бойля-Марриотта".

Ключевые слова: *физика, лабораторная работа, исследовательская способность, газовый закон, изотермический процесс, постоянная масса, манометр.*

R. Gevorgyan

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES AND APPROPRIATE COMPUTER PROGRAMS IN ORDER TO ORGANIZE LABORATORY CLASSES IN PHYSICS MORE EFFICIENTLY

The article considers the need to organize laboratory work in physics more effectively and to review the plans for the implementation of these works in order to develop the research abilities of students, as well as the need to use modern computer programs in the process of performing laboratory work. As a result of the review of works, interesting mathematical relationships can be obtained between physical quantities describing the phenomenon observed in this laboratory work, through certain modifications, which can be graphically depicted using computer programs such as Microsoft Excel and Mathcad. Sometimes it is possible to replace equipment designed for laboratory work with a more modern and compact version. As an example, the laboratory work "Experimental verification of the Boyle-Marriot law" is presented. For this work, a modified

mathematical relationship is presented, which creates a connection between some parameters describing the isothermal process, as well as graphs built with the help of the above-mentioned computer programs based on the corresponding theoretical and experimental calculations.
Key words: *physics, laboratory work, research ability, gas law, isothermal process, constant mass, pressure gauge.*

Լաբորատոր պարապմունքները ֆիզիկայի համալսարանական դասընթացի պարտադիր մաս են կազմում: Ուսանողները լաբորատոր աշխատանքներ կատարում են ֆիզիկան ուսումնասիրելու գրեթե առաջին ժամից սկսած, որին զուգահեռ ներկայացվում են նաև ծրագրին համապատասխան ցուցադրական փորձեր: Ֆիզիկայի ուսումնասիրման դասընթացում լաբորատոր աշխատանքներին տրված այդպիսի առաջնահերթությունը լիարժեքորեն արդարացված եմ համարում: Ֆիզիկան փորձարարական գիտություն է, և, վերջին հաշվով, բոլոր ֆիզիկական օրենքներն ու օրինաչափությունները գործնական հիմքեր ունեն և համապատասխան փորձերի արդյունքների ընդհանրացում են հանդիսանում:

Ընդհանուր առմամբ, ցանկացած ուսուցման նպատակն է արժևորել ուսուցանվող նյութն այնպես, որ սովորողը կարողանա այդ ուսման ընթացքում ձեռք բերած գիտելիքները կիրառել գործնականում: Հետևաբար, ուսուցման գործընթացի կարևորագույն տարրերից է այն սարքերի ու չափման մեթոդների օգտագործումը, որոնց ուսանողներն արդեն ծանոթացել են տեսականորեն: Իսկ դա միանշանակ հնարավոր է դառնում ֆիզիկական փորձերի կատարման միջոցով: Ֆիզիկական փորձի կիրառությունն օգնում է ուսանողների մոտ ֆիզիկայի նկատմամբ սեր ու հետաքրքրություն առաջացնել և պահպանել այն ուսման ամբողջ պրոցեսի ընթացքում, ակտիվացնում է նրանց ստեղծագործ մտածողությունը, նպաստում է ֆիզիկայից ավելի խոր և կայուն գիտելիքների ձեռքբերմանը, զարգացնում է փորձի արդյունքների վերլուծության հիման վրա ինքնուրույն հետևություններ անելու կարողությունը, զարգացնում է նրանց դիտողունակությունը, պատկերավոր մտածողությունը, դիտումների հիման վրա ընդհանրացումներ կատարելու ունակությունը: Ֆիզիկական փորձը կենդանացնում է ուսումնասիրվող նյութը:

Համալսարանական լաբորատորիայի անհրաժեշտ սարքավորումներով համալրված լինելն անհրաժեշտ նախապայման է լաբորատոր աշխատանքներն արդյունավետ կազմակերպելու համար: Միևնույն ժամանակ, միայն սարքերի առկայությունը բավարար չէ լաբորատոր աշխատանքներն ավելի հետաքրքիր կազմակերպելու և այն հետազոտական աշխատանքի վերածելու համար: Երբեմն էլ գիտական առաջընթացի

դարաշրջանում կարիք է լինում առկա սարքավորումների շարքը համալրել նորերով կամ պարզապես դրանց հին տարբերակները փոխարինել նոր այլընտրանքային (թեկուզ ինքնաշեն) տարբերակներով: Դրան զուգահեռ կարիք է առաջանում նաև պարբերաբար վերանայել ու թարմացնել լաբորատոր աշխատանքների կատարման պլանները, որոնք կազմվում են որոշակի չափորոշիչների համապատասխան: Յուրաքանչյուր այդպիսի պլանում ներկայացվում է տվյալ աշխատանքին վերաբերող որոշակի տեսական նյութ, և տրվում են ցուցումներ աշխատանքի կատարման վերաբերյալ: Լաբորատոր աշխատանքների պլանները պարբերաբար վերանայելը նաև «ժամանակի հետ քայլելու» նպատակ է հետապնդում: Այն է. փորձել լաբորատոր աշխատանքները վերածել հետազոտական գործունեության՝ օգտագործելով ժամանակակից տեխնոլոգիաները և օգտվելով համակարգչային համապատասխան ծրագրերից: Ստորև հենց այդպիսի փոփոխություն կատարելու փորձի մի օրինակ կքննարկվի:

Ֆիզիկայի ընդհանուր դասընթացի «Մոլեկուլային ֆիզիկա և ջերմադինամիկա» բաժնի ուսումնասիրման ընթացքում նախատեսված լաբորատոր աշխատանքներից է «Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական հաստատումը»: Այս աշխատանքի կատարման համար նախատեսված պլանը, որը երկար ժամանակ չի վերանայվել, հետևյալն է.

Լաբորատոր աշխատանք

Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական հաստատումը

Աշխատանքի նպատակը. Ուսումնասիրել իզոթերմ պրոցես՝ գազի ծավալների հարաբերությունը հաստատուն ջերմաստիճանում համեմատելով ճնշումների հարաբերության հետ:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. ցուցադրական փակ մանոմետր, փոփոխական ծավալով (ծալքավոր) գլան, սանդղակ և ռետինե խողովակ:

Տեսական մաս

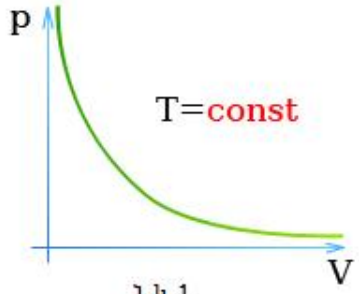
Տրված քանակով նոսր գազի վիճակը որոշվում է դրա ճնշման (P), ծավալի (V) և ջերմաստիճանի (T) միջոցով: Եթե նշված պարամետրերից որևէ մեկը մնում է հաստատուն, ապա քանակական կապերը մնացած երկուսի միջև կոչվում են *հիմնական գազային օրենքներ*:

Առաջին գազային օրենքը փորձնականորեն հայտնաբերել է անգլիացի գիտնական Ռոբերտ Բոյլը 1662 թ., իսկ մի քանի տարի անց՝ ֆրանսիացի գիտնական Էդմ Մարիոտը կապ է հաստատել տրված քանակով գազի ճնշման և ծավալի միջև՝ հաստատուն ջերմաստիճանում:

Համակարգի վիճակի փոփոխությունը հաստատուն ջերմաստիճանում կոչվում է *իզոթերմ պրոցես*: Տրված քանակով գազի ճնշման և ծավալի արտադրյալն իզոթերմ պրոցեսում հաստատուն է՝

$$PV = const, \text{ երբ } m = const, T = const: \quad (1)$$

Եթե (1) հավասարումը գրվի գազի երկու կամայական վիճակների համար, որոնք բնութագրվում են P_1,V_1,T և P_2,V_2,T պարամետրերով, ապա կունենանք՝



Նկ.1

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \ (m = const, T = const): \qquad (2)$$

Նկ.2

Գազի ճնշման կախումը ծավալից պատկերող կորը կոչվում է *իզոթերմ*: Եթե կոորդինատային առանցքների վրա տեղադրենք գազի ճնշման և ծավալի արժեքները, ապա այդ կախումը, ըստ (1) առնչության, կպատկերվի հիպերբոլի մի ճյուղով (նկ.1) (երկրորդ՝ բացասական V–երին համապատասխանող ճյուղը ֆիզիկական իմաստ չունի):

Բոյլ-Մարիոտի օրենքը ճիշտ է բոլոր գազերի, գազերի խառնուրդների համար: Միայն մթնոլորտային ճնշումից մի քանի հարյուր և ավելի անգամ մեծ ճնշումների և ցածր ջերմաստիճանների դեպքում դիտվում են զգալի շեղումներ օրենքից, ընդ որում, նույն պայմաններում շեղման չափը կախված է գազի տեսակից:

Փորձի կատարման ընթացքը

1.Ծալքավոր չսեղմված գլանը ռետինե խողովակով միացրեք մանոմետրին, փակեք մանոմետրի ազատ ծորակը, որպեսզի գազի զանգվածը գլանում մնա անփոփոխ (նկ.2):

2.Գրանցեք ծալքավոր գլանի ծավալը սանդղակի միջոցով և մանոմետրի ցուցմունքը: Ստացված արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

V=	P=	P V=
V_1=	P_1=	P_1 V_1=

3.Պտուտակի միջոցով դանդաղ սեղմեք գլանը և գրանցեք ծավալի ու ճնշման տվյալները:

4.Կատարեք 4-5 գրանցում և համոզվեք, որ PV արտադրյալը չի փոխվում:

Այսպիսինն է նշված պլանի բովանդակությունը: Այսինքն՝ աշխատանքն ավարտվում է չափումների արդյունքների վրա հիմնված պարզագույն հաշվումներով: Կատարված աշխատանքն ակնհայտորեն հետազոտական բնույթ չի կրում:

Դիտարկենք փորձարարական սարքի, դրանով կատարվող չափումների և համապատասխան հաշվումների այլընտրանքային տարբերակ:

Նկ.3.

Նկ.4.

Նախ նկ.2-ում պատկերված սարքը փոխարինենք նկ.3-ում ներկայացված ավելի կոմպակտ և նոր տարբերակով: Նկատենք, որ այն կազմված է շատ պարզ մասերից, որոնք կարելի է ձեռք բերել սովորական դեղատներից:

Մինչ փորձի կատարման ընթացքին ու չափումներին անցնելը, փորձենք ստանալ հետաքրքիր ֆունկցիոնալ կախվածություն որոշ մեծությունների միջև, օգտվելով Բոյլ-Մարիոտի օրենքի մաթեմատիկական ձևակերպումից, որը ներկայացված է (1) հավասարումով:

Դիտարկենք գազի P_1,V_1,T_1 և P_2,V_2,T_2 պարամետրերով բնութագրվող երկու վիճակներ, որտեղ $P_2=P_1+\Delta P_1$: Համաձայն (1)-ի՝ նշված պարամետրերը կապված են հետևյալ առնչությամբ՝

$$P_1 V_1 = (P_1 + \Delta P_1)V_2: \quad (3)$$

Ձևափոխենք (3)-ը հետևյալ տեսքի՝

$$P_1 + \Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2}: \quad (4)$$

(4)-ից կունենանք՝

$$\Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2} - P_1, \quad (5)$$

որտեղից՝

$$\Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2} + (-P_1): \quad (6)$$

Ընդհանրացնելով (6)-ը n թվով (n=1,2,…) չափումների համար՝ կունենանք՝

$$\Delta P_n = p_1 \frac{V_1}{V_n} + (-p_1): \quad (7)$$

(7)-ից ակնհայտ է ճնշումների ΔP_n տարբերության և V_1/V_n հարաբերության միջև գծային կախվածությունը: Փորձենք այն պատկերել գրաֆիկորեն: Այդ նպատակով կատարենք համապատասխան չափումներ նկ.3-ում պատկերված փորձասարքով:

Նշենք, որ մինչև չափումներին անցնելն անհրաժեշտ է համոզվել, որ ճնշաչափն ու ներարկիչը միացնող ռետինե խողովակից օդի արտահոսք չկա: Նաև պետք է ուշադրություն դարձնել մխոցի սկզբնական դիրքին և համապատասխանորեն ճնշաչափի նախնական ցուցմունքին (նշենք, որ ճնշաչափը ցույց կտա ներարկիչում օդի ճնշման և արտաքին մթնոլորտային ճնշման տարբերությունը): Ճիշտ տարբերակը ցուցադրված է նկ. 3-ում: Այսինքն՝ պետք է ունենանք $\Delta P_1=0$, $V_1=50$մլ:

Մխոցի օգնությամբ 2մլ քայլով փոփոխելով գազի ծավալը (նկ.4)՝ կատարենք չափումներ (8-10 անգամ) և ճնշումների տարբերության ու ծավալի ստացված արժեքները գրանցենք աղյուսակում:

V_n, *մլ*	50	48	46	44	42	40	38	36	34
ΔP_n, *մմ. սնդ. սյ.*	0	20	45	70	105	140	180	220	265

Հաջորդ աղյուսակում պետք է գրանցել ΔP_n տարբերության և V_1/V_n հարաբերության թվային արժեքները՝ կատարելով համապատասխան հաշվումներ:

ΔP_n, *մմ. սնդ. սյ.*	0	20	45	70	105	140	180	220	265
V_1/V_n	1	1,042	1,087	1,136	1,190	1,250	1,316	1,389	1,471

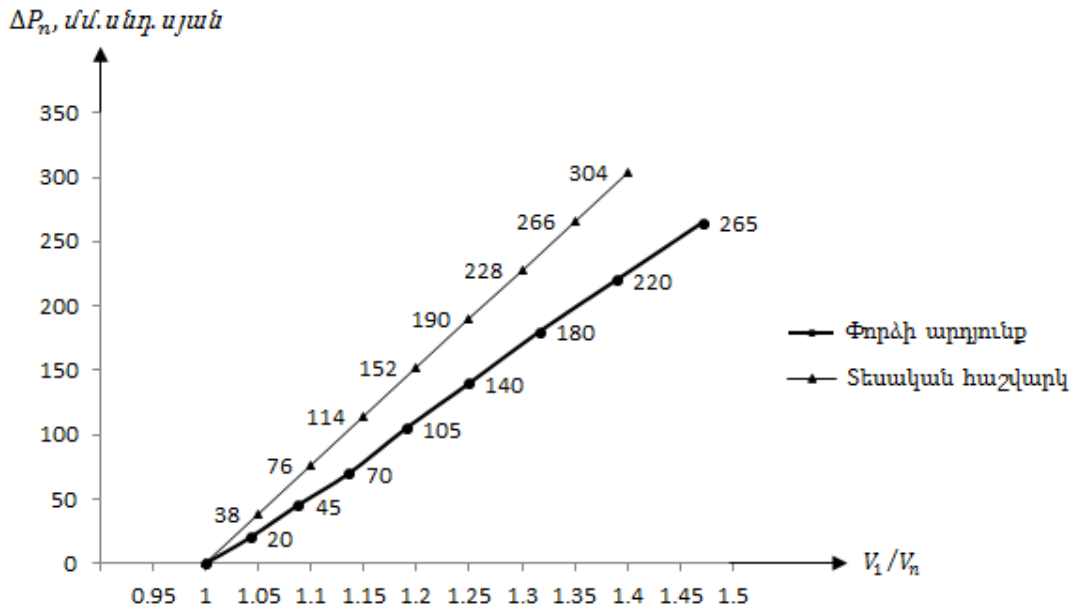
Կատարենք հաշվումներ (7) բանաձևով՝ ընդունելով, որ գազի սկզբնական ճնշումը հավասար է նորմալ մթնոլորտային ճնշմանը՝ P_1=760 մմ. սնդ. սյան, իսկ ծավալների հարաբերությունը փոփոխվում է 0,05 քայլով՝ սկսած 1-ից (գազի սկզբնական ծավալը 50 մլ է):

V_1/V_n	1	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
ΔP_n, *մմ. սնդ. սյան*	0	38	76	114	152	190	228	266	304

Նման տեսական ու փորձնական հաշվարկներից հետո, ընտրելով հարմար մասշտաբներ և տեղադրելով աբսցիսների առանցքի վրա ծավալների V_1/V_n հարաբերության, իսկ օրդինատների առանցքի վրա՝ ճնշումների ΔP_n տարբերության արժեքները, կարելի է կառուցել նշված մեծությունների կախվածության գրաֆիկը և համոզվել, որ երկու դեպքում էլ այն ուղիղ գիծ է:

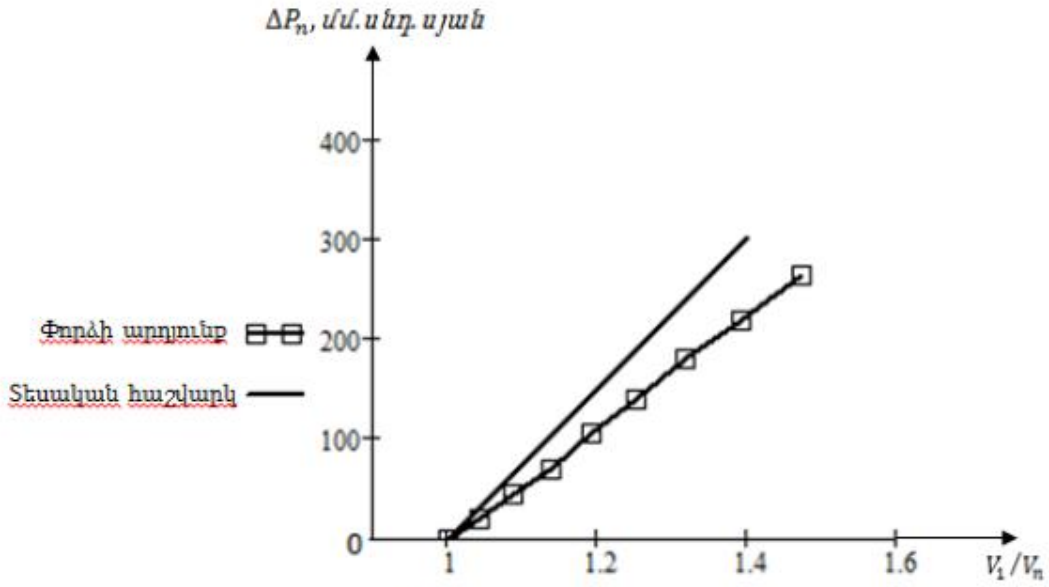
Նշված գրաֆիկների կառուցման այլընտրանքային ու ավելի հարմար տարբերակը կլինի դրանց կառուցումը համակարգչային համապատասխան ծրագրերի օգնությամբ, ինչպիսիք են Microsoft Excel-ը և Mathcad-ը: Ստորև ներկայացված են այդ ծրագրերով կատարված աշխատանքի արդյունքները:

Նկ. 5-ում պատկերված արդյունքը ստացվել է Microsoft Excel ծրագրով: Նկարից երևում է, որ ծավալների հարաբերության սկզբնական արժեքը հավասար է մեկի, այն զրոյի հավասար լինել չի կարող, քանի որ գազի սկզբնական ծավալը զրո չէ:



Նկ.5

Նկ. 6-ում պատկերվածը Mathcad ծրագրով կատարված համանման աշխատանքի արդյունքն է:



Նկ.6

Այսպիսով, միևնույն հարթության վրա տեղադրելով տեսական հաշվարկների ու փորձի արդյունքները և կառուցելով համապատասխան գրաֆիկները, կարելի է նկատել, որ դրանք չեն համընկնում: Այդ տարբերությունը պայմանավորված է փորձի կատարման ոչ իդեալական պայմաններով: Այդուհանդերձ նշված մեծությունների միջև գծային կախվածությունն ակնհայտ է: Հենց դրանում համոզվելն էլ կատարված հետազոտության նպատակն էր:

Գրականություն

1. Анциферов Л.И., Пищиков И.М., Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента, М., Просвещение, 1984, стр. 255.
2. Հակոբյան Գ.Վ., Սովորողների հետազոտական ունակությունների զարգացումը ֆիզիկայի դասավանդման ընթացքում, «Լույս» հրատարակչություն, Եր., 1977, 160 էջ:
3. Кузнецов С.И., Курс физики, Часть I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Издательство Томского политехнического университета, 2013, стр. 377.
4. Савелев И.В., Курс общей физики. Том I. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика, Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М., 1970, стр. 512.
5. Ландсберг Г. С., Элементарный учебник физики, Том I. Механика. Теплота. Молекулярная физика. Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М., 1975, стр. 656.

Նյութը ներկայացվել է 16.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 15.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը:

ՀՏԴ 53

Ֆիզիկա

Արկադի ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ
ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտ, Ֆ.մ.գ.թ
E-mail: Sohomonyan@gmail.com

Կարեն ԱՐԱՄՅԱՆ
Ար.ՊՀ Մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորի պաշտոնակատար, Ֆ.մ.գ.թ.
E-mail: k_aramyan@rambler.ru

Ռուզաննա ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ
ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտի կրտսեր գիտաշխատող

ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՀԱՄԱՉԱՓՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՆՐԱ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՁԵՎԱԿԵՐՊՈՒՄԸ

Սույն հոդվածում նշվում է «սիմետրիա» կամ հայերենով՝ «համաճափության» բառի ֆիզիկայում օգտագործվող իմաստը: Նշվում է, որ սիմետրիայի մաթեմատիկական ձևակերպումը սկիզբ է առել միայն XIX-րդ դարի երկրորդ կեսից սկսած: Տրված է սիմետրիայի սահմանումը որպես որոշակի ձևափոխության նկատմամբ օբյեկտի անփոփոխ մնալու հատկություն:

Նշվում է, որ սիմետրիկ ձևափոխությունների հիմքում ընկած է մաթեմատիկական (ֆիզիկական) օրենքի՝ ձևափոխությունների որոշակի խմբերի նկատմամբ ինվարիանտության ընդհանուր գաղափարը: Սիմետրիայով օժտված են նաև տարածության և ժամանակի հատկությունները՝ տարածության համասեռությունը և իզոտրոպությունը, ժամանակի համասեռությունը:

Դիտարկվել է բյուրեղների սիմետրիայի տեսության որոշ դրույթներ, որոնք հանդիսանում են բյուրեղների

ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրության հատուկ մեթոդ: Դիտարկվել է նաև պտույտի դեպքում համակարգի համիլտոնիանի ինվարիանտությունը: Դա նշանակում է, որ պտտման $\hat{S}$–օպերատորը հանդիսանում է սիմետրիայի ձևափոխություն:

Բանալի բառեր՝ *սիմետրիա (համաչափություն), բյուրեղներ, բյուրեղագիտություն, անիզոտրոպիա, ինվերսիա, մատրիցա, կինետիկ էներգիա, պոտենցիալ էներգիա, ինվարիանտ, համիլտոնիան:*

А.Согомонян, К.Арамян, Р. Согомонян

ОСНОВНАЯ ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И ЕЕ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛИРОВКА

В статье отмечается смысл, в котором слово симметрия используется в физике. Отмечается, что начало математическому определению термина «симметрия» было положено уже во-второй половине XIX века. Приводится определение симметрии как свойства объекта оставаться неизменным в результате применения определенного преобразования.

Отмечается, что в основе понятия симметричных преобразований лежит инвариантность математического, или физического закона по отношению к некоторой группе преобразований. Симметрией обладают также свойства пространства и времени – однородность и изотропность пространства, однородность времени.

Рассмотрены некоторые положения теории симметрии кристаллов, которая представляет собой особый метод изучения физических свойств кристаллов. Рассмотрена инвариантность гамильтониана системы по отношению к вращениям. Это означает, что оператор вращения $\hat{S}$ – представляет собой преобразование симметрии.

Ключевые слова: *симметрия, кристаллы, кристаллография, анизотропия, инверсия, матрица, кинетическая энергия, потенциальная энергия, инвариант, гамильтониан.*

A.Soghomonyan, K.Aramyan, R. Soghomonyan

BASIC THEORY OF CRYSTAL COMPATIBILITY AND ITS MATHEMATICAL FORMULATION

The article notes the meaning in which the word “symmetry” is used in physics. It is noted that the beginning of the mathematical definition of the term "symmetry" was laid in the second half of the 19th century. Symmetry is defined as the property of an object to remain unchanged as a result of applying a certain transformation.

It is noted that the concept of symmetric transformations is based on the invariance of a mathematical or physical law with respect to a certain group of transformations. Symmetry is also possessed by the properties of space and time - the homogeneity and isotropy of space, the homogeneity of time.

Some provisions of the theory of crystal symmetry, which is a special method for studying the physical properties of crystals, are considered. The invariance of the Hamiltonian of the system with respect to rotations is considered. This means that the rotation operator $\hat{S}$ is a symmetry transformation..

Key words: symmetry, crystals, crystallography, anisotropy, inversion, matrix, kinetic energy, potential energy, invariant, hamiltonian.

Հունարեն “սիմետրիա” բառը հայերեն նշանակում է “համաչափություն”: Համաչափության գաղափարը տարածվում է առօրյա կյանքում: Սիմետրիկ են օրինակ ծաղիկների պսակները, թիթեռների թևերը, ձյան աստղերը, մարդու մարմնի մասերը և այլն: Մարդկությունը վաղուց օգտագործել է “սիմետրիա” հասկացությունը՝ կիրառելով այն իր գործողության տարբեր ոլորտներում: Այնուամենայնիվ, սիմետրիայի ուսմունքի մաթեմատիկական զարգացումը իրականացվել է միայն XIX դարի երկրորդ կեսին:

Սիմետրիան որոշակի փոփոխության (ձևափոխության) նկատմամբ օբյեկտի անփոփոխ մնալու հատկությունն է: Լայն առումով, սիմետրիա ասելով հասկանում են որոշակի կառուցվածքի, համակարգի կազմակերպվածություն, նրա տարրերի կարգավորվածություն, մասերի ներդաշնակ միավորում ընդհանուրի մեջ:

Սիմետրիայի սկզբունքները կիրառելի են մաթեմատիկայում (երկրաչափություն, աբստրակտ հանրահաշիվ, համաչափ մատրիցաները գծային հանրահաշվում, հավանականությունների տեսություն և այլն), կենսաբանությունում, քիմիայում, ֆիզիկայում և այլն:

Սույն հոդվածում դիտարկելու ենք միայն բյուրեղների սիմետրիայի հիմնարար սկզբունքը և սիմետրիայի մաթեմատիկական ձևակերպումը:

20-րդ դարի ֆիզիկայում սիմետրիայի սկզբունքները երևան են եկել 1905թ.-ին՝ կապված տարածության-ժամանակի ինվարիանտության խմբի Այնշթայնյան ըմբռնմամբ: Այդ ժամանակից սկսած՝ սիմետրիան ֆիզիկոսների համար դարձել է բնության պարզությունը ամենատարբեր մակարդակներում արտահայտելու միջոց:

Նյոթերի թեորեմը պնդում է, որ ֆիզիկական համակարգի յուրաքանչյուր անընդհատ սիմետրիայի համապատասխանում է որոշակի պահպանման օրենք, իսկ Վիգների դասակարգումը հաստատում է, որ ֆիզիկական օրենքների համաչափությունը բնորոշում է բնության մեջ մասնիկների շարժումը:

Սիմետրիկ ձևափոխությունների հիմքում ընկած է մաթեմատիկական (ֆիզիկական) օրենքի՝ ձևափոխությունների որոշակի խմբերի նկատմամբ ինվարիանտության ընդհանուր գաղափարը: Այն օրթոգոնալ ձևափոխությունները, որոնք որևէ պատկեր համատեղում են ինքն իր հետ, կազմում են տվյալ կառուցվածքի սիմետրիայի խումբ: Սիմետրիայի այսպիսի ընդհանրական-մաթեմատիկական ըմբռնումը հնարավորություն է տալիս ակնառու և հայտնի ձևերից զատ հայտնաբերել սիմետրիայի ոչ բացահայտ ձևեր, որոնք կիրառվում են ֆիզիկայի տարբեր բնագավառներում, հատկապես տարրական մասնիկների ֆիզիկայում և քվանտային մեխանիկայում:

Սիմետրիայով՝ օժտված են նաև տարածության և ժամանակի հատկությունները՝ տարածության համասեռությունը (տարածության բոլոր կետերը հավասարազոր են) և իզոտրոպությունը (տարածության մեջ բոլոր ուղղությունները հավասարազոր են), ժամանակի համասեռությունը (ժամանակի բոլոր պահերը հավասարազոր են): Թվարկած հատկություններից յուրաքանչյուրին համապատասխանում են որոշակի ձևափոխություններ (տարածության համաչափությանը՝ տարածական տեղափոխությունը, իզոտրոպությանը՝ տարածական պտույտը, ժամանակի համասեռությանը՝ ժամանակի հաշվարկման սկզբի փոփոխությունը), որոնց նկատմամբ ֆիզիկայի օրենքները մնում են անփոփոխ (ինվարիանտ), այսինքն՝ ֆիզիկայի օրենքները ևս սիմետրիկ են: Ֆիզիկայի օրենքները սիմետրիկ են նաև հաշվարկման իներցիալ համակարգի նկատմամբ: Ֆիզիկայի օրենքներին բնորոշ է նաև հայելային սիմետրիան, որը նշանակում է կոորդինատների ձախ և աջ համակարգերի համաչափություն: Օրինակ, քվանտային մեխանիկայում բացահայտվեցին սիմետրիայի նոր օրենքներ, մասնավորապես, տարածական ինվերսիան (P), լիցքի համալուծությունը (C), T-ինվերսիան և դրանց համադրությունը (տես Լյուդերս-Պաուլիի թեորեմը):

Արդի ֆիզիկայում մեծ տեղ է հատակացվում տրամաչափվայծ սիմետրիային (դաշտի քվանտային տեսության շարժման հավասարումներ), որը հնարավորություն է տալիս միավորելու թույլ և էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունները:

Ֆիզիկական համակարգում սիմետրիայի առկայությունը պայմանավորում է ֆիզիկական մեծության պահպանումը (Նյոթերի թեորեմը): Երկրաչափական սիմետրիայի հատկությունները կարևոր են բյուրեղների սիմետրիայի ուսումնասիրության համար: Այս բնագավառում մեծ է Պիեռ Կյուրիի դերը, որը ընդհանրացրեց սիմետրիայի սկզբունքը և այն տարածեց ֆիզիկական երևույթների ընդարձակ դասի նկատմամբ՝ սիմետրիան կապելով պատճառական ու կառուցվածքային խնդիրներին:

Բյուրեղների համաչափությունը, հատկությունները, կառուցվացքը և առաջացման պայմանները, ուսումնասիրում է բյուրեղագիտությունը՝ գիտություն բյուրեղների և նյութի բյուրեղային վիճակի մասին: Բյուրեղագիտության հիմնական մեթոդը խարսխված է բյուրեղների սիմետրիայի հատկության վրա ըստ որի բյուրեղները դասակարգվում են բյուրեղական 7 համակարգի, 32 դասի և 230 տարածական խմբի:

Բոլոր բյուրեղները կառուցված են նյութական մասնիկներից, որոնք երկրաչափորեն ճիշտ տեղակայված են տարածության մեջ: Ատոմների, մոլեկուլների ր իոնների դասավորված բաշխումը տարբերում է բյուրեղային վիճակը ոչ բյուրեղային վիճակից, որտեղ կարգի աստիճանը բոլորովին աննշան է:

Բյուրեղները բոլոր պինդ մարմիններն են, որոնցում մասնիկները (ատոմներ, իոններ, մոլեկուլներ) կանոնավոր կերպով դասավորված են տարածական ցանցերի հանգույցների տեսքով:

Անիզոտրոպիան և համաչափությունը բյուրեղների բնորոշ հատկություններն են՝ պայմանավորված դրանց ներքին կառուցվածքի կանոնավորությամբ և համաչափությամբ: Սիմետրիայի տարրերը կոչվում են օժանդակ երկրաչափական պատկերներ (կետեր, ուղիղներ, հարթություններ), որոնց օգնությամբ հայտնաբերվում է պատկերների համաչափությունը:

Ինվերսիայի կենտրոնը նկարի ներսում եզակի կետ է, որը բնութագրվում է նրանով, որ միջով գծված ցանկացած գիծ նրա երկու կողմերում և հավասար հեռավորությունների վրա հանդիպում է նկարի նույն համապատասխան կետերին: Երկրաչափության մեջ նման կետը կոչվում է սիմետրիայի կենտրոն:

Համաչափության հարթությունը հարթություն է, որը պատկերը բաժանում է երկու հայելային հավասար մասերի, որոնք գտնվում են միմյանց նկատմամբ որպես առարկա և նրա հայելային պատկեր: Համաչափության առանցքը ուղիղ գիծ է, որի շուրջ պատկերի հավասար մասերը կրկնվում են մի քանի անգամ:

Ինվերսիայի առանցքը այնպիսի ուղիղ գիծ է, որ նրա շուրջը որոշակի անկյան տակ պտտման ժամանակ, որին հաջորդում (կամ նախորդում) է անդրադարձում պատկերի կենտրոնական կետում, պատկերը համընկնում է ինքն իր հետ:

Բոլոր բյուրեղները բաժանվում են 7 սինգոնիայի՝ (հունարենից «սուն»՝ միասին, «գոնիաս»՝ անկյուն)՝ տրիկլինիկ, մոնոկլինի,ռոմբիկ, եռանկյուն, քառանկյուն, վեցանկյուն և խորանարդ:

Նույն նյութերը տարբեր պայմաններում կարող են ձևավորել բոլորովին տարբեր բյուրեղային կառուցվաքներ, և, հետևաբար, տարբեր հանքանյութեր: Վառ օրինակ է հանդիսանում ածխածինը՝ եթե այն ունի վեցանկյուն սինգոնիա, ապա առաջանում է գրաֆիտ, եթե խորանարդ է՝ ադամանդ:

Բյուրեղի ձևը թույլ է տալիս ենթադրել, թե մասնիկները ինչ կարգով են միավորվում նրա կառուցվածքներում: Բացի այդ, բոլոր ֆիզիկական հատկությունները սերտորեն կապված են սիմետրիայի հետ: Այն որոշում է, թե կոնկրետ բյուրեղը ինչ ֆիզիկական հատկություններ կարող է ունենալ կամ չունենալ, այսինքն՝ որոշում է ֆիզիկական հատկությունների անիզոտրոպության բնույթը:

Համաչափությունը ներթափանցում է բյուրեղների ամբողջ ֆիզիկան և գործում է որպես բյուրեղների ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրության հատուկ մեթոդ: Հետևաբար, բյուրեղագիտության հիմնական մեթոդը երևույթների, հատկությունների, կառուցվածքի և բյուրեղների արտաքին ձևի համաչափության հաստատումն է:

Եթե $F(x_1, x_2, x_3)$ ֆունկցիան նկարագրում է օբյեկտ, օրինակ, բյուրեղի ձևը եռաչափ տարածության մեջ, իսկ $g(x_1, x_2, x_3)$գործողությունը փոխակերպում է օյեկտի բոլոր կետերի կոորդինատները, ապա g գործողությունը համարափության ձևափոխություն է, իսկ F-ը սիմետրիկ օբյեկտ՝, եթե տեղի ունեն հետևյալ պայմանները՝

$$g[x_1, x_2, x_3] = x_1' x_2' x_3'$$
$$F(x_1, x_2, x_3) = F(x_1', x_2', x_3')$$

Կետի համաչափության ձևափոխությունները կարելի է ներկայացնել գծային հավասարումներով

$$\begin{cases} x_1' = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \\ x_1' = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \\ x_3' = a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 \end{cases}$$

այսինքն՝ գործակիցների մատրիցը՝ (a_{ij}) ունի հետևյալ տեսքը.

$$(a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Այժմ ներկայացնենք բյուրեղների սիմետրիայի մաթեմատիկական մոդելը՝կիրառելով մատրցները, երբ պինդ մարմինը կատարում է α անկյունով պտույտ (OZ)առանցքի շուրջը:

Սիմտրիայի գործողությունը հարմար է ներկայացնել մատրիցայով: Նպատակահարմարությունը կապված է նրա հետ, որ սիմետրիայի

գործողության հաջորդական կիրառումը նկարագրվում է մատրիցաների բազմապատկումով:

Դիտարկենք, օրինակ, մարմնի պտույտը Z-առանցքի շուրջը α անկյունով: Դիտարկենք մարմնի $r'(x', y', z')$ կետի շարժումը նոր r (x,y,z) դիրքի: Նկ.1-ում երևում է, որ

$$\frac{x'}{r'} = cos\beta;\ \frac{y'}{r'} = \sin\beta; \quad (1)$$

$$\frac{x}{r} = cos(\alpha + \alpha);\ \frac{y}{r} = sin(\alpha + \beta): \quad (2)$$

Քանի որ պտույտի դեպքում $r' = r$, ապա (1)-ից և (2)-ից կստանանք.

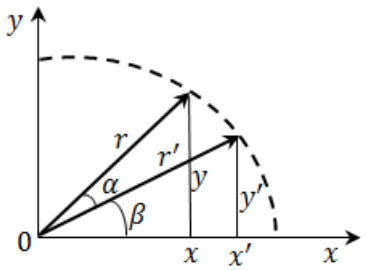
$x = rcos(\alpha + \beta), y = rsin(\alpha + \beta)$, որտեղից հետևում է

$$\begin{cases} x = x'cos\alpha - y'sin\alpha \\ y = x'sin\alpha + y'cos\alpha \\ z = z' \end{cases} \quad (3)$$

Օրթոգոնալ մատրիցան կազմված է (3) հավասարումների գործակիցներից և ունի հետևյալ տեսքը

$$\tilde{S}(\alpha) = \begin{pmatrix} cos\alpha & -sin\alpha & 0 \\ sin\alpha & cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Այն տալիս է պտույտի լրիվ նկարագրությունը:



Նկ.1. Պինդ մարմնի պտույտը z առանցքի շուրջը՝ α անկյունով

Հակառակ ուղղությամբ $(-\alpha)$ անկյամբ պտույտի դեպքում նկարագրվում է հակադարձ $\tilde{S}^{-1}$ մատրիցայով, որը որոշվում է $\tilde{S} \cdot \tilde{S}^{-1} = \tilde{I}$ արտադրյալով, որտեղ $\tilde{I}$-ն միավոր մատրիցան է:

Z առանցքի շուրջը 90°-ով պտույտի դեպքում մատրիցան կլինի

$$\tilde{S}(90^o, z) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

Z առանցքի շուրջը 180°-ով պտույտի դեպքում մատրիցան կլինի

$$\tilde{S}(180^o, z) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

(ZOY) հարթության մեջ արտացոլմամբ կհամապատասխանի հետևյալ մատրիցան.

$$\tilde{S}(\sigma) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

r'շառավիղ վեկտորի կոորդինատի և r նոր վեկտորի կոորդինատի միջև կապը կարելի է արտահայտել $\tilde{S}$ մատրիցայի միջոցով.

$$|r| = \tilde{S}|r'|; \quad (8)$$

$$|r'| = \tilde{S}^{-1}|r|: \quad (9)$$

Այժմ, եթե $f(r)$ ֆունկցիան նկարագրում է պինդ մարմնի ֆիզիկական հատկությունները, ապա սիմետրիայի գործողության կիրառումը այդ ֆունկցիայի նկատմամբ նշանակում է, որ $\tilde{S}$ սիմետրիայի գործողությունը կիրառելի է նրա r արգումենտի նկատմամբ:

$$\tilde{S}^{-1}f(r) = f(\tilde{S}^{-1}r): \quad (10)$$

Կիրառելով $\tilde{S}$-ը $\hat{H}(r)$ Համիլտոնի նկատմամբ, որը կախված չէ Շրեյդինգերի ստացիոնար հավասարման ժամանակից (R_i) կետում՝ մեկուսացված ատոմի համար կունենանք հետևյալ տեսքը.

$$\hat{H}(r)\varphi = E\varphi, \quad (11)$$

որտեղ

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m_0}\nabla^2 - \frac{ze^2}{|r-R_i|}: \quad (12)$$

(11) հավասարման մեջ (երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարում) առաջին գումարելին (կինետիկ էներգիան) պարունակում է հետևյալ օպերատորը.

$$\nabla^2 = (\nabla\cdot\nabla) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \quad (13)$$

և հանդիսանում է ∇ երկու վեկտորների սկալյար արտադրյալը:

$\tilde{S}$ պտույտի դեպքումերկու վեկտորները, սկալյար արտադրյալի դեպքում, պտտվում են միատեսակ և սկալյար արտադրյալը չի փոխվում.

$$-\frac{\hbar^2}{2m_0}\tilde{S}^{-1}\nabla^2 = -\frac{\hbar^2}{2m_0}(\nabla')^2, \quad (14)$$

այսինքն՝ կինետիկ էներգիան (x', y', z') և (x, y, z) կոորդինատներում ունեն միևնույն ֆունկցիոնալ տեսքը:

Այժմ, դիտարկենք Համիլտոնի օպերատորում պոտենցիալ էներգիան (12) բանաձևից և կիրառենք $\tilde{S}$ գործողությունը $U(r-R_i)$ հայտարարի նկատմամբ.

$$\tilde{S}^{-1}(r-R_i)^2 = \tilde{S}^{-1}[(x-X_i)^2 + (y-Y_i)^2 + (z-Z_i)^2], \quad (15)$$

Տեղադրելով (15)-ի մեջ (3)-ը, կստանանք՝

$$\tilde{S}^{-1}(r-R_i)^2 = (x-X_i)^2 + (y-Y_i)^2 + (z-Z_i)^2 = (r'-R_i')^2:$$

Այս դեպքում ասում են, որ $\hat{H}(r)$ Համիլտոնը ինվարիանտ է $\tilde{S}$-ի նկատմամբ, կամ որ նույնն է՝ $\tilde{S}$-ը հանդիսանում է սիմետրիայի ձևափոխությունը, մնալով $\hat{H}(r)$-ի նկատմամբ ինվարիանտ:

E-էլեկտրոնի էներգիան
φ-էլեկտրոնի լիցքը
$\hbar$-Պլանկի հաստատուն

m_0-էլեկտրոնի զանգվածը
e-էլեկտրոնի լիցքը
$\widehat{H}$-Համիլտոնի օպերատորը
$\tilde{S}$ -մատրիցա

Գրականություն

1. Киттель И. , Квантовая теория твердого тела, М., Наука, 1967г, с.492.
2. Косевич А.М., Основы механики кристаллической решетки, М., Наука, 1972г, с.280.
3. Шаскольская М.П.,Кристаллография, М., Высшая школа, 1984г.
4. Федоров Е.С., Симметрия и структура кристаллов, М., Наука, 1949г.

Նյութը ներկայացվել է 8.06.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 15.06.2023:
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնը։

ՀՏԴ 621.382

Ֆիզիկա

Մելս ՄԻՆԱՍՅԱՆ

ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի դոցենտ, Ֆ.մ.գ.թ.

ՈՐՈՇ ՄԿՄ ԿԱՌՈՒՑՅՆԵՐՈՒՄ ՀՈՍԱՆՔԻ ԿԻՍԱԽՈՐԱՆԱՐԴԱՅԻՆ ՏԵՂԱՄԱՍԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Աշխատանքում ցուցադրված է փորձառական արդյունք, և նրա ստացումը ենթադրաբար կապվում է բարձրաօհմ նմուշում հարստացված մերձկոնտակտային շերտի գոյացման հետ:

Բանալի բառեր՝ *մետաղ, թույլ հաղորդականությամբ կիսահաղորդիչ, հաղորդականության գոտի, միաբևեռ ինժեկցիա, տարածական լիցք, գերզծային հոսանք:*

М.Минасян

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУКУБИЧЕСКОГО УЧАСТКА В ТОКЕ НЕКОТОРЫХ МПМ СТРУКТУР

В работе показан экспериментальный результат, получение которого предположительно связывается с образованием приконтактного обогощенного слоя, возможного в высокоомном образце.

Между структурой металл-полупроводник-металл (МСМ) и вакуумным диодом существует общность, особенно в отношении начальных условий генерации электрического тока, когда еще не прикладывались межэлектродные напряжения. Основное отличие тока в вакууме от тока в среде связано с существенной разницей в механизмах рассеяния. Однако аналогичное изменение тока можно ожидать и на вольт-амперных характеристиках (ВАХ) до тех пор, пока анодное напряжение не будет доведено до значения насыщения. При напряжениях этого диапазона в МСМ-структурах получаются сверхлинейные ВАХ: $I \sim U^2$ или

$I \sim U^{3/2}$. Теория приносит первое для твердотельного диода с плоским катодом. Во втором случае важен тот факт, что диод является «точечным», у которого катодная пластинка представлена с очень малым радиусом кривизны.

Ключевые слова: *металл, полупроводник со слабой проводимостью, зона проводимости, монополярная инжекция, пространственный заряд, сверхлинейный ток.*

M.Minasyan

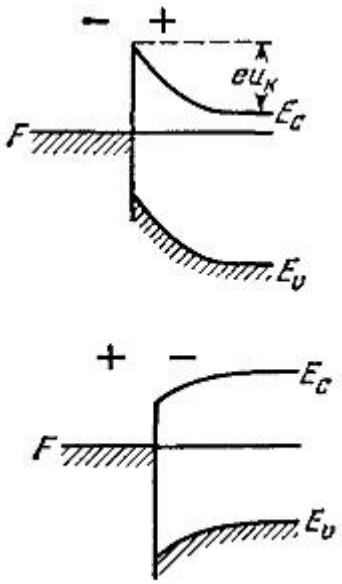
ON THE POSSIBILITY OF A SEMICUBIC SECTION IN THE CURRENT OF SOME MSM STRUCTURES

The paper shows an experimental result, the receipt of which is presumably associated with the formation of a near-contact enriched layer, which is possible in a high-resistance sample. There is a commonality between the metal-semiconductor-metal (MSM) structure and the vacuum diode, especially in terms of the starting conditions for the generation of electric current, when no inter-electrode voltages have yet been applied. The main difference between the current in vacuum and in the medium is due to the significant difference in the scattering mechanisms. However, a similar change in current can be expected in the volt-ampere characteristics (VAC) until the anode voltage is brought to a saturation value. Under the voltages of this range, superlinear VACs are obtained in MSM structures: $I \sim U^2$ or $I \sim U^{3/2}$. The theory brings the first for a flat-cathode solid-state diode. In the second case, the fact that the diode is "point" is important, in which the cathode blade is presented with a very small radius of curvature.

Key words: *metal, low conductivity semiconductor, conduction band, monopolar injection, space charge, superlinear current.*

Վաղուց հայտնի է ոչ գծային անհամաչափ ՎԱԲ-երի ստացումը մետաղ-կիսահաղորդիչ «կետային» կոնտակտներում և դրանց հանդեպ հետաքրքրվածությունը [4]: Սակայն հոսանք-լարում ցանկալի կախվածությունները ապահովվում են միայն որոշակի պայմաններում: Փորձը և տեսությունը օգնում են կողմնորոշվելու մասնավորապես այն բանում, թե էներգիական որպիսի արգելքի հետ գործ կունենանք՝ կոնտակտի այս կամ այն իրականացման դեպքում:

Փորձառությունը, իհարկե, սկսվում է հենքային կիսահաղորդչի ընտրությունից, քանի մենք կարևորում ենք այն, որ հոսանքի կախվածությունը ջերմաստիճանից և կոնտակտում առաջացող պոտենցիալային արգելքներից տարբեր է այլասերված և ոչ այլասերված կիսահաղորդիչների պարագայում: Ազատ էլեկտրոնները վերջիններիս մեջ կարգերով ավելի նվազ են, ինչը համեմատականորեն մեծացնում է մետաղի հետ կոնտակտում ձևավորվող էներգիական արգելապատնեշի լայնությունը, բերելով (որոշ վերապահումներով) քվանտային թունելային անցումների մերժմանը: Նաև, ինչպես նշվում է [1] -ում, հաղորդականության գոտու վիճակների միայն ցածր էներգիական հատվածն է զբաղեցվում ազատ էլեկտրոններով՝ վերջիններիս ցածր կոնցենտրացիայի պատճառով: Պարզ է, որ c-գոտու հատակին մոտ տեղավորված էլեկտրոնները լավագույնս են «նկատում» պոտենցիալային արգելքի փոփոխությունները:



Նկ.1.ա, բ

Նկ.1.ա, բ-ում ներկայացված են n-տիպի կիսահաղորդչի հետ մետաղի կոնտակտի էներգիական դիագրամները՝ շեղող արտաքին լարման բացակայության պարագայում:

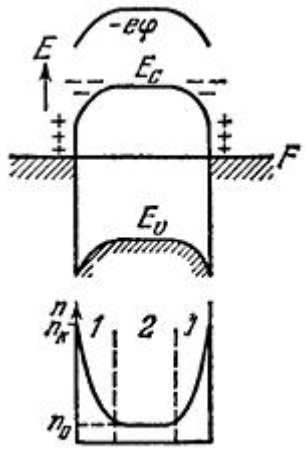
Նկ. 1. ա-ի դեպքում կիսահաղորդչային կողմում առկա է մերձմակերևույթային աղքատացում: Առաջացող էներգիական արգելքն ունի $eU_к$ բարձրություն (e-ն պայմանանշում է էլեկտրոնի լիցքի բացարձակ արժեքը):

Նկ. 1. բ-ի դեպքում n-տիպի կիսահաղորդչի հետ հավասարակշռությունը ձեռք է բերված մերձմակերևույթային տեղամասի «հարստացումով»:

Երկու դեպքերում էլ նկարագրերը իդեալականացված են: Դրանք մոտարկումներ են՝ հաղորդականության տարբեր նախադրյալներ ունեցող կոնտակտների համար: Գործնական հարթությունում երկրորդի իրականացումը շատ ավելի խնդրահարույց է, ինչը կարող է նրա վերաբերյալ ավելի սակավ հրապարակումների պատճառը լինել:

Ստորև, մեջբերելով [1-4] աշխատանքներից փոխառնված որոշակի տեղեկություններ, մենք փորձում ենք նկ.1, բ-ի դեպքում ընկալելի դարձնել էլեկտրահաղորդման առանձնահատուկ նրբությունների գոյացումը: Շնորհիվ դրանց, հնարավոր է դառնում մի այլ մոտեցում ևս, ըստ որի՝ հոսանքի ակնհայտ կախվածությունը ջերմաստիճանից և լարումից պիտի ճանաչվի

որպես հենքային, բայց և ավելացվի պարամետրական կախվածություն կոնտակտում հնարավոր դարձող մեխանիկական լարումներից: Խոսքը կոնտակտում պոտենցիալային արգելքի վրա լրացուցիչ ներգործության մասին է, ուրեմն և ինժեկցիոն հոսանքի սահուն մոդուլացման մասին: Վերջին հաշվով, այդ կերպ կարելի է հասնել ՎԱԲ-ի նպատակային փոփոխմանը՝ կիրառական մի այլ խնդրի առաջադրումով:



Նկ.2

Նկ. 2–ում ցուցադրված է երկու կողմերից հարթ մետաղական կոնտակտներ ունեցող կիսահաղորդչային բյուրեղային շերտի տեղամասում առաջացող էներգիական արգելքը: Նկարագիրը վերաբերում է տարանցիկ հոսանքի բացակայության դեպքին: Ըստ կոորդինատի փոփոխվում է և՛ $\varphi(x)$ պոտենցիալը, որը էլեկտրոններով հարստացված բյուրեղում բացասական է ($\varphi < 0$), և՛ ազատ էլեկտրոնների $n = n(x)$ կոնցետրացիան: Պայմանով, որ շերտի հաստությունը դեռևս չի սահմանափակված, կարելի է օգտվել հավասարումների՝ [1]-ում առաջադրված համակարգից՝

$$j = -en\mu\frac{d\varphi}{dx} + \mu kT\frac{dn}{dx}, \tag{1}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{4\pi e}{\mathcal{E}}(n - n_0) \tag{2}$$

և սահմանային պայմաններից՝

$$x = 0, \varphi = 0, n = n_լ, \; x = \infty, \varphi = U_լ + U, n = n_0: \tag{3}$$

Վերը անտեսվել է շեղման հոսանքը, ինչպես նաև դիֆուզիայի $\mathcal{D}_n$ գործակցի փոխարեն (ըստ Էյնշտեյնի) գրանցվել է $\frac{kT}{e}\mu_n$: Սահմանային (3) պայմանում U-ն՝ արտաքին լարումն է, ինչպես նաև մտցված է նշանակում՝

$$n_լ = n_0 exp\left(-\frac{eU_լ}{kT}\right): \tag{3′}$$

Նկատենք, որ բյուրեղի՝ հավելյալ էլեկտրոններով հարստացած շերտի սահմաններում՝ մակերևույթից դեպի նրա ծավալի խորքը $\varphi(x)$ պոտենցիալը նվազող է: Նկ. 2-ում ծավալային լիցքի տիրույթը առանձնացված է որպես 1 տեղամաս: Քանի որ նրանում տարածական լիցքը բացասական է, և էլեկտրոնները դաշտի կողմից ձգվում են դեպի մետաղական կոնտակտ: Թող $-eU_լ > (2 \div 3)kT$, հոսանքի խտության համար դեռևս տեղի ունի $j = 0$: Այդ պարագայում (1)-ից կունենանք՝

$$\frac{dn}{n} = \frac{e}{kT}d\varphi, \text{և } n(x) = n_լ exp\frac{e\varphi(x)}{kT}, \tag{4}$$

որտեղ $n_կ$–ն սահմանային՝ $x = 0$ հարթությունում առկա կոնցետրացիան է: Տեղադրելով $n(x)$ –ը (2)-ում, ստանում ենք

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{4\pi e}{\mathcal{E}} n_կ \left(exp\frac{e\varphi(x)}{kT} - exp\frac{eU_կ}{kT} \right) = \frac{4\pi e}{\mathcal{E}} n_0 \left[exp\frac{e(\varphi - U_կ)}{kT} - 1 \right]: \quad (5)$$

(5) հավասարումից, ինչպես հարստացված, այնպես էլ աղքատացած կոնտակտային շերտերի դեպքերում, հնարավոր է գտնել $\varphi(x)$ բաշխվածությունները:

Կոնցետրացիայի, դաշտի E լարվածության և φ պոտենցիալի համար տեղ գտնող կոորդինատային փոփոխությունները որոշ իմաստով ընդհանրական են՝ բոլորն էլ էքսպոնենցիալային են: Օրինակ, երբ աղքատացած շերտում հաղորդականության գոտու եզրի ծռվածությունը մեծ չէ (ըստ նկ. 1.ա-ի), և $eU_կ$-ի համար կարելի է ընդունել $eU_կ \ll kT$, ապա (5)-ում էքսպոնենցիալ ֆունկցիայի մոտարկում կատարելով, ստանում են՝ [1]

$$\varphi(x) = U_կ \left[1 - exp\left(-\frac{x}{L_դ} \right) \right], \quad (6)$$

որում $L_դ = \left(\frac{\mathcal{E}kT}{4\pi e^2 n_0} \right)^{1/2}$ մեծությունը հայտնի է որպես էլեկտրաստատիկ դաշտի էկրանավորման Դեբայի երկարություն: Կիսահաղորդչում $n_0 \sim 10^{15}$ $սմ^{-3}$ –ի և $\mathcal{E} \sim 10$-ի դեպքում՝ $L_դ \sim 10^{-5}$սմ է (կամ 0.1 մկմ):

Էլեկտրոններով հարստացված կոնտակտային շերտի պարագայում φ պոտենցիալը ձգտում է 1-տեղամասում գալ նվազագույն արժեքի, մինչդեռ $x = 0$-ում տեղի ունի $\varphi(0) = 0$: Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս համարել $|U_կ| > |\varphi|$, ուրեմն և

$$exp\frac{eU_կ}{kT} \ll exp\frac{e\varphi}{kT}: \quad (7)$$

Դրանում օգտվում ենք նաև $-eU_կ > (2 \div 3)kT$ պայմանից: Ի վերջո, օգտվելով (7)-ից, կարող ենք պարզեցված տեսքի բերել նաև (5)-ը՝

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{4\pi e}{\mathcal{E}} n_կ exp\frac{e\varphi}{kT}: \quad (8)$$

(8)-ի ինտեգրումը կատարվում է ըստ φ-ի՝ նախապես երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարման երկու կողմերը բազմապատկելով $d\varphi/dx$-ով: Ինտեգրումը բերում է (9)-ին՝

$$\left(\frac{d\varphi}{dx} \right)^2 = \frac{8\pi kT}{\mathcal{E}} n_կ exp\frac{e\varphi}{kT} + C: \quad (9)$$

Ինտեգրման C հաստատունը որոշվում է պայմանից, որ 1 և 2 տեղամասերի սահմանին ունենանք

$$\varphi = U_կ, \qquad \frac{d\varphi}{dx} = 0:$$

Այդ պահանջում ընդգծված է, որ հոսանքի բացակայության պարագայում 1-ից 2-րդ շերտ անցնելու տեղում գոտիների եզրերը արդեն հարթ են: Հաստատունի համար ստացվում է՝

$$C = -\frac{8\pi kT}{\mathcal{E}} n_{կ} exp \frac{eU_{կ}}{kT}:$$

Դրանում $\frac{eU_{կ}}{kT}$-ի հետ կապված ունենք (7) առնչությունը, ինչը թույլ է տալիս (9)-ում անտեսել C-ն: Արդյունքում ստանում ենք $\varphi(x)$-ը պայմանավորող դիֆերենցիալ հավասարում, որն արդարացի է կիսահաղորդչի 1 տեղամասի համար՝

$$\frac{d\varphi}{dx} = \pm \left(\frac{8\pi kT n_{կ}}{\mathcal{E}}\right)^{1/2} exp \frac{e\varphi}{2kT}: \quad (10)$$

Քանի φ-ն բացասական է $x > 0$ տիրույթում և կոնտակտից հեռանալուց նվազող է, ապա հավասարման մեջ թողնվում է մինուսի նշանը: Հետագա ինտեգրումը ենթադրվում է իրականացնել 0-ից x-տիրույթում: Այն տալիս է

$$-e\varphi = 2kTln(1 + x/a), \quad (11)$$

որտեղ a-ն բնութագրական երկարություն է, նման Դեբայի $L_դ$-ին: Տվյալ դեպքում

$$a = \left(\frac{\mathcal{E}kT}{2\pi e^2 n_{կ}}\right)^{1/2}: \quad (12)$$

Էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի կոորդինատային կախվածությունը 1 շերտում այսպիսին է՝

$$n = n_{կ} exp \frac{e\varphi}{kT} = n_{կ} \left(\frac{a}{a + x}\right)^2: \quad (13)$$

Ավելի հեռու գտնվող՝ խորքային կետերում (2 տիրույթում ըստ նկ. 2-ի) տեղի ունի՝

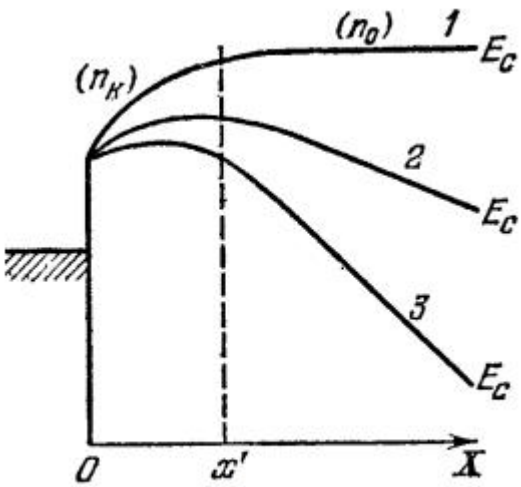
$$\varphi = U_{կ}, \qquad n = n_{կ} exp \frac{eU_k}{kT} = n_0: \quad (14)$$

Մենք տեսնում ենք (14)-ում, որ U_k-ն φ-ի լրիվ փոփոխությունն է 1 շերտի տեղամասում, իսկ $\mathcal{E}_C$-ի և $\mathcal{E}_V$-ի փոփոխությունները նույն շերտում հավասարվում են $-eU_k$-ի: Նկ. 2-ում ցույց է տրված նաև ազատ էլեկտրոնների n կոնցենտրացիայի փոփոխությունը 1 տեղամասում՝ կոնտակտի հարթությունում ունեցած $n_{կ}$ արժեքից մինչև խորքում եղած n_0-ն: Այն 2 շերտում և՛ նվազ է, և՛ անփոփոխ:

Խնդրի մատչելիությունը կարևորելով՝ նկ. 2-ը համապատասխանեցված է երկու կողմերում միանման էլեկտրոդներով պարփակված բյուրեղային նմուշի (բարակ թիթեղի) դեպքին: Ինչպես նշվել է, նկ. 2-ի դեպքում արտաքին շեղում չի տրված, և հոսանքը բացակայում է:

Վերը դիտարկվածի ուշագրավ արդյունքներից մեկը նրանումն է, որ կոնտակտամերձ (մոտավորապես a հաստություն ունեցող) շերտերում հայտնվում և կուտակվում են էլեկտրոններ անսպասելի բարձր կոնցենտրացիայով, մինչդեռ n_0 խորքային արժեքը դերակատարություն չունի, կարող է անգամ շատ փոքր լինել, ինչպես մեկուսիչներում է: Շնորհիվ մետաղական էլեկտրոդներից տեղափոխված այդ էլեկտրոնների, որոնց կուտակումը 1 տեղամասերից յուրաքանչյուրում կարելի է նմանեցնել կոնտակտամերձ լիցքային ամպերի, նախադրյալներ են ստեղծվում, որ միջէլեկտրոդային լարում կիրառելու դեպքում որոշակի հոսանք դիտվի՝ ի հաշիվ մի կոնտակտից դեպի մյուսը ներքաշվող էլեկտրոնների: Ինչպես նշվում է [1]-ում, բացառված չէ տարանցիկ հոսանքների առաջացումը նույնիսկ այն պարագայում, երբ առանց կոնտակտների, այսինքն ի հաշիվ հենց բյուրեղի տեսակարար հաղորդականության, հոսանքի դիտումը տվյալ լարման տակ կլիներ անհնարին:

Ինչպես տեսնում ենք, ՄԿՄ կառուցվածքի և վակուումային դիոդի միջև առկա է ընդհանրություն, հատկապես էլեկտրական հոսանքի առաջացման ելակետային պայմանների մասով, երբ դեռ միջէլեկտրոդային լարումներ չեն կիրառված: Նկատի ունենք շիկացած կաթոդի շուրջ էլեկտրոնային ամպի գոյացումը և կաթոդ-անոդ միջակայքում հոսանքակիրների խիստ սակավությունը: Վերջինում էլեկտրոնների կոնցենտրացիան կփոխվի անոդային լարում կիրառելուց: Լարումը մոնոտոն մեծացնելիս, կլինեն մեծացող քանակով էլեկտրոններ, որոնք միջէլեկտրոդային միջակայք ներթափանցելով, հասնում են անոդին: Որոշ լարումների դեպքում անոդային հոսանքը կարող է ինչպես կախված, այնպես էլ անկախ լինել տարածական լիցքերից: Հոսանքի հիմնական տարբերությունը վակուումում և միջավայրում պայմանավորվում է ցրման մեխանիզմների էական տարբերությամբ: Այնուամենայնիվ կարելի է սպասել ՎԱԲ-երում հոսանքի փոփոխման նմանություն (լարումից՝ հոսանքի փոփոխման միատեսակ արտահայտվածություն):

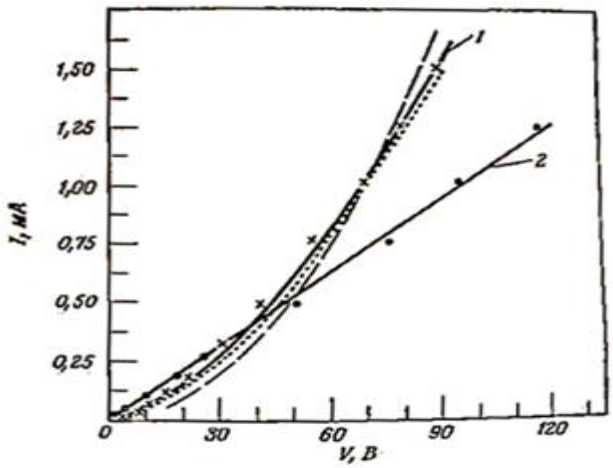


Նկ.3

Անդրադառնանք նկ. 3-ին, որում ներկայացված է ազատ էլեկտրոնի էներգիայի կոորդինատային փոփոխությունը բյուրեղային նմուշում՝ մետաղի հետ կոնտակտի մեջ գտնվող նիստին ուղղահայաց ուղղությամբ: Հաղորդականության գոտու (c-գոտու) եզրի՝ 1-ով տրված բաշխվածությունը տեղի ունի հաստատված ջերմային հավասարակշռության պայմանում,

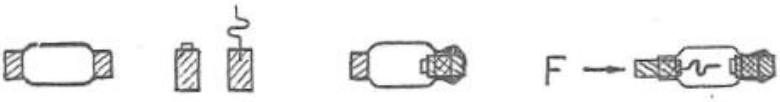
երբ անոդին լարում չի կիրառված: Կորի վերընթաց մասում (տարածական լիցքի գոյության տեղամասում) առկա են հոսանքի դրեյֆային և դիֆուզիոն բաղկացուցիչներ, որոնք իրար հակառակ են և հավասար: Արդյունարար հոսանքը զրոյական է: Երբ անոդին դրական լարում է կիրառվում, $\mathcal{E}_c$-ի ընթացքը ներկայացվում է 2-ով: X' հարթության կետերում էլեկտրոնի պոտենցիալ էներգիան մաքսիմալ է, և հոսանքը դիֆուզիոն է: Արտաքին լարման էլ ավելի մեծացումը բերում է 3-ին. X' հարթությունը տեղաշարժվում է դեպի ձախ, այն մոտենում է կոնտակտային հարթությանը, իսկ էներգիական արգելքի բարձրությունը նվազում է: Արգելքի տարածական սփռվածությունը նույնպես փոխվում է, այն սեղմվում է: Ամեն մի այդպիսի փոփոխության արդյունքում մի բան մնում է անփոփոխ. X' հարթությունը, որում պոտենցիալ էներգիան մաքսիմալ է, տեղակայվում է այնպես, որ նրանում դիֆուզիայի հոսանքը հավասարվում է բյուրեղով անցնող հոսանքին, այսինքն՝ X' –ում էլեկտրոնների դրեյֆը զրոյացվում է, մնում է միայն դիֆուզիան: Այս առանձնահատկությամբ օժտված կոնտակտները դառնում են էլեկտրոնների հավաքատեղի, որտեղից ապահովվում է էլեկտրոնների առաքումը (էմիսիան):

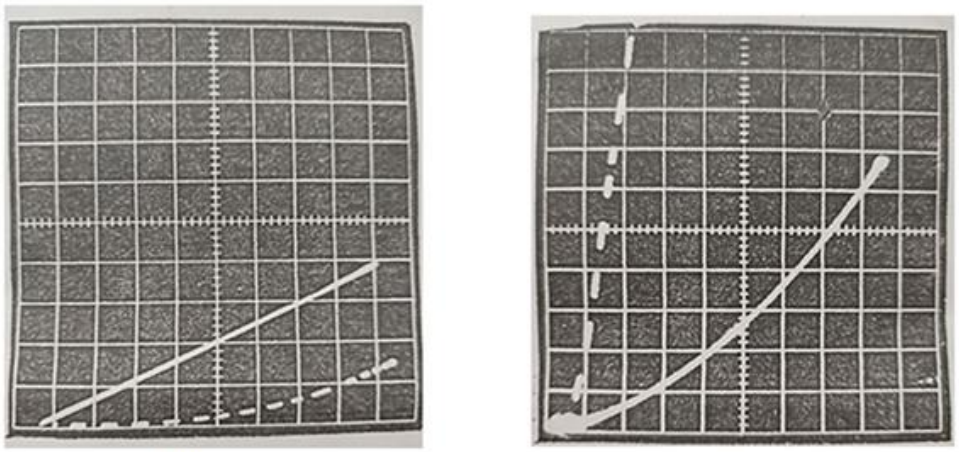
Նկ. 4. *CdS*-ի (20 Օմ.սմ. տեսակարար դիմադրությամբ միաբյուրեղի) վրա իրականացված կետային դիոդի վոլտամպերային բնութագրերը ուղիղ (1) և հակառակ (2) շեղումների տակ, ստացված սենյակային ջերմաստիճանում:



Կոնտակտի շառավիղը մոտ 1մկմ է: Փորձարարական կետերը խաչիկներ են (x), երբ մետաղական սայրը բացասական շեղման տակ է: Դրանց ընթացքը ներկայացնում է 1 կորը: Կետագծերով տարված կորը, որը I = 1 մU-ի կետում ճիշտ համատեղված է փորձարարական տվյալի հետ, իրենից ներկայացնում է 3/2-ի օրենքին համապատասխանող կորը: Գծիկավորը, որը նույնպես համատեղված I = 1 մU կետում, տարված է որպես քառակուսային օրենքին համապատասխանող: Մութ օղակները ստացված են սայրին դրական շեղում տալուց: Դրանց ներկայացնող ուղղագիծը (2) համապատասխանում է Օհմի օրենքին:

Շնորհիվ անոդի դրական պոտենցիալի, էլեկտրոնները ներքաշվում են ծավալի խորքերը: Բյուրեղի այդպիսի հարստացումը էլեկտրոններով տվյալ պարագայում պիտի անվանվի *հիմնական լիցքակիրների ինժեկցիա*: Առաջանում է համապատասխան տարածական լիցք, և, Պուասոնի հավասարման հետ համաձայնությամբ, գոյանում է հավելյալ էլեկտրական դաշտ: Հիշյալի չեզոքացումը համապատասխան չափով պահանջում է արտաքին շեղող լարման ավելացում: Ոչ մեծ անոդային լարումների պայմաններում հոսանքը համարվում է տարածական լիցքով սահմանափակված (ՏԼՍՀ): Այստեղ նորից առկա է նմանություն լամպային դիոդում առաջացող հոսանքի հետ, երբ անոդային լարումը դեռ չի բերվել հագեցնող արժեքին: Այս տիրույթի լարումների տակ ՄԿՄ կառուցվածքներում ստացվում են գերգծային ՎԱԲ-եր՝ $I \sim U^2$ կամ $I \sim U^{3/2}$: Դրանց տարբերակումը մեզնից կպահանջի մոդելավորման ճշգրտում: Տեսությունը բերում է առաջինին՝ հարթ կաթոդով պինդմարմնային դիոդի համար: Երկրորդի դեպքում կարևորվում է դիոդի «կետային» լինելու հանգամանքը, որում կաթոդի սայրը ներկայացվում է կորության շատ փոքր շառավղով [5]: Համապատասխան աղբյուրում մեկնաբանված է փորձառական ՎԱԲ-ի ստացումը: Տրված նկարագիրը բերում ենք ամբողջությամբ (նկ.4.), ինչպես նաև ավելացնում Ge–ի վրա մեր կողմից ստացվածը (նկ.5.):





ա) բ)

Նկ.5.ա,բ. ՎԱԲ-ի հակառակ (ա) և ուղիղ (բ) ճյուղերը: Գործարանային Д2 դիոդի համար՝ ընդհատ (-----), փոխակերպվածի համար՝ հոծ (_____):

Փաստացի նյութի նման հարստացումը, անշուշտ, մոտեցնում է մեզ այստեղ արծարծված թեզերի հետագա ճշգրտմանը, ինչը վերաբերում է նաև ՎԱԲ-երի

ստացման նախադրյալներին և այդ ՎԱԲ-երի ծառայեցմանը տեխնիկայում պահանջվող նպատակներին:

Գրականություն

1. В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников, Физика полупроводников, М.: Наука, 1977. 672 с
2. Олфрей Г. Ф. , Физическая электроника, Пер. с англ. В. И. Гайдука. – М.: Мир, 1966.
3. *Зи* С.М., *Физика полупроводниковых приборов,* В 2 томах. Изд-во: М.: Мир, 1984 г.;
4. Епифанов Г.И., Мома Ю.А., Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВМ, М. Сов.радио, 1979г.
5. Ламперт М., Марк П., Инжекционные токи в твердых телах, Изд-во Мир, М., 1973.

Նյութը ներկայացվել է 16.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 15.06.2023:
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը:

ՀՏԴ 53

Ֆիզիկա

Կարեն ԱՐԱՄՅԱՆ
Ար.ՊՀ Մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորի պաշտոնակատար, Ֆ.մ.գ.թ.
e-mail: k_aramyan@rambler.ru

Արկադի ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ
ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտ, Ֆ.մ.գ.թ
e-mail: Sohomonyan@gmail.com

Աննա ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ
ԱրՊՀ մաթեմատիկա և ֆիզիկա ամբիոնի ասիստենտ,
e-mail. gasparyananna1997@mail.ru

ДИАЛЕКТИКА В МИКРОМИРЕ

ԴԻԱԼԵԿՏԻԿԱՆ ՄԻԿՐՈԱՇԽԱՐՀՈՒՄ

Հոդվածում՝ ֆիզիկայի պատմությունից հայտնի փաստերը դիտարկված են դիալեկտիկայի օրենքների տեսանկյունից: Այդպիսիք են հանդիսանում հավասարակշիռ ճառագայթման տեսությունը, որտեղ Մաքս Պլանկը առաջին անգամ էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը դիտարկել է ոչ թե որպես կանգուն էլեկտրամագնիսական ալիքների համախմբություն, քանի որ դա բերում էր ճառագայթման էներգիայի անվերջ մեծ արժեքի: Ըստ Մաքս Պլանկի, էներգիայով փոխանակումը ճառագայթման և խոռոչի պատի միջև տեղի ունենում այնպիսի մեծություններով, որոնք պատիկ են էներգիայի մինիմալ արժեքին, կամ՝ քվանտին: Քվանտի էներգիան, իր հերթին, ուղիղ համեմատական է հաճախությանը: Այսպիսով, Նյուտոնի՝ լուսային կորպուսկուլների մասին նախնական գաղափարները, որոնք փոխարինվեցին ալիքային պատկերացումներով ինտերֆերենցի և դիֆրակցիայի երևույթները բացատրելու համար Ֆրենելի կողմից, նորից

փոխարինվեցին կորպուսկուլյար պատկերացումներով: Այստեղ բացահայտորեն դիտվում է ժխտման ժխտումի վերաբերյալ օրենքը, ինչպես նաև համախության հետ կապվաց՝ քանակը որակի անցման մասին օրենքի դրսևորումը:

Ատոմի մասին պատկերացումների կայացման գործընթացում դիտվում է, թե ինչպես Թոմսոնի մոդելի դասական պատկերացումները փոխարինվել են ատոմի մոլորակային մոդելով: Իրադրությունը լուծվեց Ն.Բորի կողմից կանխադրութերը մտցնելով, որոնք հակասական էին դասական էլեկտրադինամիկայի տեսանկյունից:

Դիալեկտիկայի օրենքների տեսանկյունից զուգահեռ է տարվում հասարակական-քաղաքական, կրթական ոլորտների հետ, որտեղ զարգացման օրենքների փաստացի ժխտումը բերել է տագնապալի արդյունքների:

Բանալի բառեր՝ *դիալեկտիկա, հակասությունների միասնություն և պայքար, ժխտման ժխտում, հավասարակշիռ ճառագայթում, ֆոտոէֆեկտ, ատոմի տեսություն, էլեկտրոնների դիֆրակցիա, կրթական համակարգ, հասարակական և քաղաքական գործընթացներ:*

К.Арамян, А.Согомонян, А.Гаспарян

ДИАЛЕКТИКА В МИКРОМИРЕ

На основе известных из истории физики фактов в статье прослеживается проявление законов диалектики: отрицания отрицания, единства и борьбы противоположностей.

В качестве таковых приводится теория равновесного излучения, в которой Макс Планк впервые рассмотрел излучение не как совокупность стоячих электромагнитных волн. Согласно Планку, обмен энергией между излучением и стенкой сосуда происходит величинами, кратными минимальной величине (кванту) энергии. Таким образом, первоначальная гипотеза Ньютона о корпускулах света, которая была заменена волновыми представлениями для объяснения явлений интерференции и дифракции света, снова была заменена корпускулярными представлениями. В таком же свете рассматривается и теория фотоэффекта.

В качестве диалектического единства корпускулярной и волновой концепций приводится также результат опыта Дэвисона-Джермера, в котором электроны проявляют волновые свойства, а также теория атома Бора, в которой

вводится не свойственное классической физике представление о стационарных состояниях, а также используются квантовые представления о свете.

Приведенные примеры с точки зрения законов диалектики сравниваются с явлениями, происходящими в социально-политической сфере, в сфере образования.

Ключевые слова: *диалектика, единство и борьба противоположностей, отрицание отрицания, равновесное излучение, фотоэффект, теория атома, дифракция электронов, система образования, общественно-политические процессы.*

K. Aramyan, A.Sogomonyan, A.Gasparyan

DIALECTICS IN THE MICROCOSM

The article deals with facts known from the history of physics from the point of view of the laws of dialectics: negation of negation, unity and struggle of opposites.

These are the theory of equilibrium radiation, where for the first time Max Planck considered electromagnetic radiation not as a set of standing electromagnetic waves. According to M. Planck, the exchange of energy between radiation and the wall of the cavity occurs in quantities that are multiples of the minimum value (quantum) of energy. Thus, Newton's original concepts of light corpuscles, which were replaced by wave representations in order to explain interference and diffraction, were again replaced by corpuscular ones. In this regard, the phenomenon of the photoelectric effect is also given.

The given examples of the manifestation of dialectics laws are compared with the processes taking place in the education system, in the socio-political sphere from the point of view of the laws of dialectics.

Key words: *dialectics, unity and struggle of opposites, negation of negation, equilibrium radiation, photoelectric effect, atomic theory, electron diffraction, education system, social and political processes.*

Один из основных законов диалектики – это закон единства и борьбы противоположностей, а также закон перехода количества в качество. В современных общественных, политических процессах эти законы зачастую игнорируются, больше всего – по незнанию, что приводит к нежелательным, зачастую – трагическим последствиям.

Указанные законы носят всеобщий характер, они действуют как в живой, так и неживой природе, в общественных, политических явлениях.

В статье рассматриваются некоторые аспекты происходящих в микромире явлений и прослеживается проявление вышеуказанных законов диалектики в них.

1.Опыты Резерфорда и теория атома Бора.

До открытия в опытах Резерфорда строения атома существовала теория атома по Томсону, согласно которой атом представляет собой положительно заряженный шар, в который «вкраплены» отрицательно заряженные электроны. Согласно известному из электростатики закону (теореме) Гаусса, на электрон, находящийся на расстоянии x от центра шара (рис.1), кулоновское силовое воздействие оказывает лишь заряд шара, на поверхности которого находится электрон. Объём этого шара равен $4\pi x^3/3$, а заряд, соответственно, $\rho \cdot 4\pi x^3/3$, где ρ- объёмная плотность положительного заряда атома. Для атома водорода $\rho = \frac{e}{4\pi R^3/3}$, где $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл – величина заряда электрона, R- радиус атома.

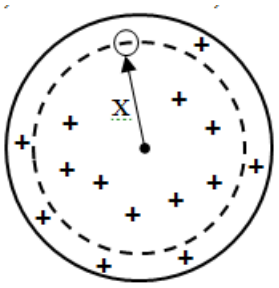


Рис.1

Сила кулоновского взаимодействия электрона с указанным шаром

$$F = ek\frac{e}{4\pi R^3/3}\cdot\frac{1}{x^2}\cdot\frac{4\pi}{3}x^3 = \frac{ke^2}{x^2}\left(\frac{x}{R}\right)^3,$$

$k = 9\cdot 10^9 \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ – постоянная закона Кулона в системе Си.

Таким образом, зависимость силы взаимодействия электрона от расстояния до центра шара оказывается линейной:

$$F(x) = \frac{ke^2}{R^3}x \qquad (1)$$

Второй закон Ньютона для электрона в атоме, соответственно, имеет вид:

$$ma = m\ddot{x} = -\frac{ke^2}{R^3}x$$
$$\ddot{x} = -\frac{ke^2}{mR^3}x = -\frac{k'}{m}x, \qquad (2)$$
$$k' = \frac{ke^2}{R^3}.$$

Уравнение (2) является уравнением гармонических колебаний с круговой частотой

$$\omega = \sqrt{\frac{k'}{m}} = \sqrt{\frac{ke^2}{mR^3}} \qquad (3)$$

Согласно известной к тому времени (1863г.) электродинамике Максвелла, заряженная частица, совершающая колебания с некоторой частотой, излучает

(поглощает) электромагнитные волны той же частоты. Таким образом, в рамках модели Томсона оказалось возможным объяснить факт излучения и поглощения атомами электромагнитного излучения, что представляло собой значительное достижение.

После открытия α-частиц Э.Резерфорд (1909-1911) поставил опыт (рис.2), в котором тонкую золотую фольгу облучал α-частицами. Энергия α-частиц такова, что вероятность того, что α-частица рассеется от атома по Томсону на угол, больший, чем 90^0, равна практически нулю. Как говорил сам Резерфорд, вероятность указанного рассеяния такова, как если бы «выстрелить пушкой по комару и снаряд отразится от глаза комара».

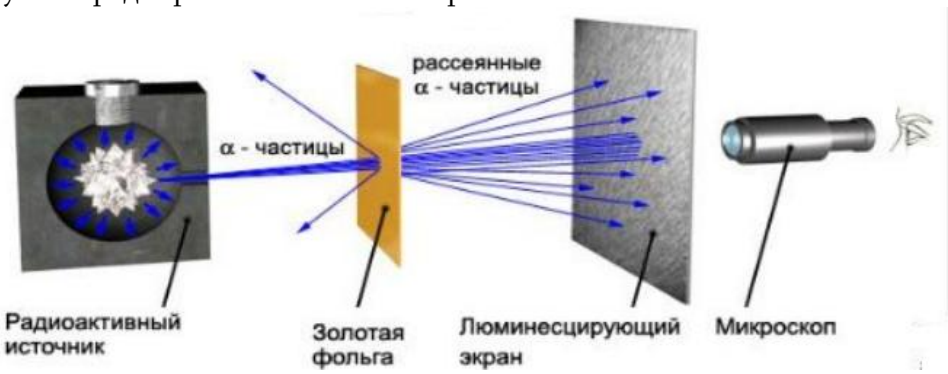


Рис.2

Однако опыт показал, что примерно одна из 2000 α-частиц отражается от фольги. Это указывало на то, что положительный заряд атома расположен в области, гораздо меньшей, чем сам атом. Если размер атома порядка $\sim 10^{15}$м, то размер области, в которой расположен положительный заряд, в 100 000 раз меньше. Таким образом возникло понятие об атомном ядре, а электронам «оставалось» вращаться вокруг ядра, подобно тому, как планеты вращаются вокруг Солнца.

Однако планетарная модель атома столкнулась с принципиальными трудностями.

Вращение электрона вокруг ядра – это ускоренное движение. При ускоренном движении заряженной частицы, согласно электродинамике Максвелла (к тому времени уже установившаяся наука), частица излучает электромагнитную волну и, следовательно, теряет энергию.

Это должно неминуемо привести к потере электроном энергии и падению электрона на ядро. В рамках классической физики это была трагическая, неразрешимая ситуация.

На основе анализа спектроскопических данных (линейчатость, дискретность спектров) и благодаря своей гениальной интуиции Нильс Бор нашел выход, не вписывающийся в рамки классической физики. Это – известные постулаты Бора,

первый из которых гласит о существовании стационарных состояний, находясь в которых атом не излучает и не поглощает.

Согласно второму постулату, при переходе из одного стационарного состояния в другой атом поглощает и излучает квант света, равный разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu = E_n - E_m, \quad (3)$$

где h-постоянная Планка (к тому времени уже известная из теории равновесного излучения), ν-частота света.

С точки зрения диалектики (переход количества в качество) отметим, что уменьшение размеров рассматриваемой области (от классики до размеров атома и дальше) приводит к фундаментальным качественным изменениям, коренному изменению законов, описывающих явления.

На проявление закона единства и борьбы противоположностей указывает противоречивость (3) с точки зрения классической физики. Энергия в «классике» может меняться лишь непрерывно, проходя через все промежуточные значения. Однако согласно (3) энергия атома меняется скачкообразно.

В формуле для энергии светового кванта $\mathcal{E} = h\nu$ также проявляется глубокое противоречие. С одной стороны частота ν – это параметр, присущий волне, колебаниям. Это – непрерывные процессы, а квант света – понятие дискретное. Волна – это физическое явление, имеющее пространственную протяженность.

Частице, кванту излучения присуща пространственная локализация. И такое фундаментальное противоречие, единство противоположностей в формуле, казалось бы столь простой. Дискретность или непрерывность излучения проявляется в большей или меньшей степени, в зависимости от частоты. При высоких частотах (ультрафиолет, рентген, гаммы кванта) мы имеем возрастающее проявление дискретности, при низких частотах (видимый спектр и ниже по частоте) – проявление волновых свойств. И носителем и того, и другого является один и тот же объект – электромагнитное излучение.

2. Равновесное (черное) излучение и гипотеза М.Планка.

Рассмотрим формулу для энергии деформированной пружины:

$$E = \frac{kx_0^2}{2}, \quad (4)$$

где k- коэффициент упругости (жесткости) пружины, x_0-максимальная деформация.

При гармонических колебаниях грузика на пружине имеем

$$x(t) = x_0 sin\omega t,$$

где $\omega = 2\pi\nu = \sqrt{k/m}$ –круговая частота колебаний.

Главное с точки зрения рассматриваемой задачи это то, что энергия колебаний пропорциональна квадрату амплитуды x_0 колебаний.

В случае энергии электромагнитного поля плотность энергии (энергия в единице объёма пространства)

$$\omega = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E_0^2}{2}, \quad (5)$$

где E_0- амплитуда колебаний электромагнитного поля. В (4) и (5) мы имеем общность – энергия колебаний пропорциональна квадрату амплитуды колебаний.

Равновесным излучением называется излучение внутри полости, стенки которой поддерживаются при постоянной температуре (рис.4). Для того чтобы посчитать энергию теплового излучения необходимо (с точки зрения классической физики) рассматривать его как совокупность так называемых стоячих электромагнитных волн, подобно струне гитары ,имеющих узлы на внутренней поверхности плоскости, Так как энергия каждой волны пропорциональна квадрату амплитуды, а число волн (частот) бесконечно, то энергия излучения оказывается бесконечно большой – парадокс, известный в истории физики как ультрафиолетовая катастрофа.

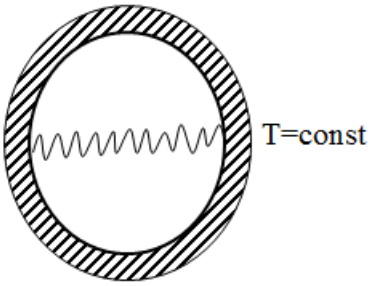


Рис.4

Макс Планк, исходя из математической задачи получения правильной формулы для плотности энергии излучения, выдвинул гипотезу о прерывистости процесса поглощения и излучения энергии стенкой полости (1900). Это означает, что существует минимальная величина энергии, которую полость может излучить или поглотить, и она равна $h\nu$. Именно здесь впервые было предположено, что энергия кванта (порции энергии электромагнитного поля) пропорциональна частоте электромагнитной волны – то есть взаимопереплетение, взаимопроникновение корпускулярной и волновой начал, двух противоположных начал в одном и том же объекте.

Порции энергии, которыми излучение обменивается со стенкой полости $\mathcal{E} = nh\nu$, где -целое число. На основе вышеуказанной гипотезы Планку удалось получить абсолютно точную формулу для энергии излучения (распределение Планка), что указывает на верность гипотезы. И это явилось одним из главных шагов на пути создания современных представлений об окружающем мире.

3. Фотоэффект.

Как известно, фотоэффектом называется явление вырывания электронов из металла под действием света (явление имеет и более широкое толкование) (рис.4).

Почему электроны металла не «вылетают» из него, хотя скорость их хаотического движения в металле порядка 1000 км/с. Понятно, что этому препятствуют силы, действующие на поверхности образца и направленные вовнутрь – наличие так называемого поверхностного потенциала. Простейшие представления таковы: если электрон находится на поверхности нейтрального образца, то сам объем образца оказывается положительно заряженным (рис.5). Возникает кулоновское притяжение, препятствующее выходу электрона. Выход может реализоваться за счёт внешнего источника энергии. Если на образец падает свет (электромагнитная волна), то электрон «раскачивается» волной, беря у нее энергию, которая пропорциональна квадрату амплитуды волны – интенсивности светового потока (а не частоте). Это означает, что не изменяя цвета, например бросая на металл более интенсивный красный свет, можно не только получить фототок, но и увеличить энергию фотоэлектронов. На самом деле, красный (и далее видимый) свет фотоэффекта не вызывает, он начинается с ультрафиолета.

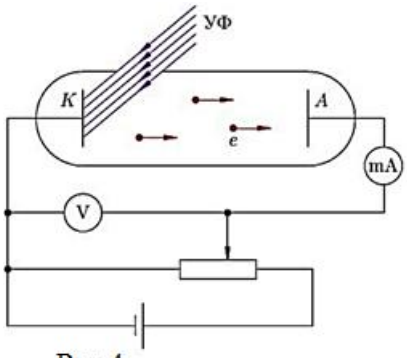


Рис.4

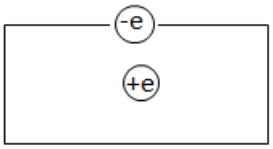


Рис.5

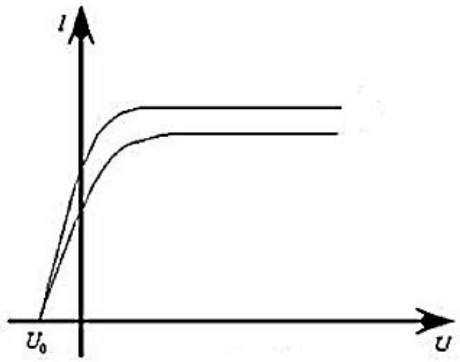


Рис.6. U_0-задерживающий потенциал

Законы фотоэффекта определяются его вольт-амперной характеристикой (ВАХ), которая имеет следующий вид (рис.6). ВАХ имеет насыщение, и величина тока насыщения согласно эксперименту пропорциональна интенсивности света: при большем световом потоке больше число фотоэлектронов, и, соответственно, фототок.

Важнейшей характеристикой является задерживающее напряжение U_0, при котором фототок исчезает, он удовлетворяет равенству

$$\frac{m\mathrm{v}^2}{2} = eU_0 \qquad (6)$$

(по теореме о кинетической энергии). Измеряя U_0, можно определить энергию фотоэлектронов.

Если исходить из корпускулярной теории света, то свет представляет собой поток квантов с энергией $h\nu$, и имеет место закон сохранения энергии

$$h\nu = A + \frac{m\mathrm{v}^2}{2} = A + eU_0 . \qquad (7)$$

Это - знаменитое уравнение Эйнштейна для фотоэффекта(1905). Интерсно, что за работу по фотоэффекту, а не за теорию относительности, А.Эйнштейн получил Нобелевскую премию.

Впервые понятие о частицах (корпускулах) света было введено И.Ньютоном. Под влиянием выдающихся успехов в решении задач механики И.Ньютон представлял, что все можно объяснить на основе законов механики. Однако при Ньютоне корпускулярная теория света дальше закона отражения света, пожалуй, не пошла. При этом отражение корпускулы происходит подобно упругому отражению биллиардного шара, и поэтому угол падения равен углу отражения. Однако открытие интерференции и дифракции света и их последующее объяснение с помощью волновой теории, казалось бы, начисто исключило корпускулярные представления.

Но вот наступил 20-ый век, и Макс Планк на основе корпускулярных представлений получил правильную формулу для энергии черного излучения, а затем А.Эйнштейн объяснил явление фотоэффекта. Вот уж воистину отрицание отрицания, единство и борьба противоположностей.

4. Опыты по дифракции электронов Дэвиссона-Джермера.

Известные в истории физики опыты К.Дэвисона и Л.Джермера (1927) относятся к «обратному» переходу: «частица – волна».

Вся теория электричества основывается на представлениях об электроне как весьма малой частице, несущей заряд $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл и имеющей массу $m = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг. Американскими физиками Дэвиссоном и Джермером был поставлен эксперимент, результаты которого достоверно указывали на то, что электрон, который представлялся до того частицей в классическом понимании, в зависимости от условий может проявлять и волновые свойства.

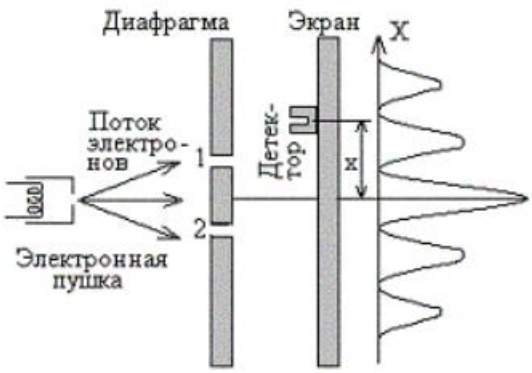


Рис.7

Схема опыта заключалась в следующем (рис.7). Электроны, излучаемые нитью накала, ускоряются разностью потенциалов U и приобретают импульс, определяемый теоремой о кинетической энергии:

$$eU = \frac{m\mathrm{v}^2}{2} = \frac{p^2}{2m}, \quad p = \sqrt{2meU} \qquad (8)$$

Это означает, что электроны имеют перед прохождением через диаграмму вполне определенный импульс.

Согласно классическим представлениям, после прохождения через щель, имеющую весьма малый диаметр, на экране должно появиться изображение щели со слегка размытыми границами ввиду взаимодействия электронов с краем щели.

Результат эксперимента с точки зрения классики парадоксален: на экране получается центральный круг, на который попадает больше всего электронов (на фотографической пластине этот круг наиболее темный). Затем следует концентрическое с кругом кольцо, куда и вовсе «не попадают» электроны,а затем следует вторичный максимум интенсивности, и так далее (рис.8).

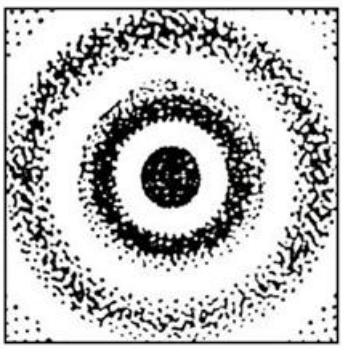


Рис.8

Результат в точности соответствует явлению дифракции света, которое объяснил на основе волновой теории великий француз Френель. Таким образом, из опыта Дэвиссона – Джермера следует, что электрон, который до того проявлял себя как частица, имеет также выраженные волновые свойства.

Луи де-Бройль «проследил» переход от волнового описания света к геометрической оптике. Для электронов он пошел тем же путём в обратном направлении: от электронов до некоей волны, соответствующей электрону.

Для длины этой «гипотетической» волны Л. Де-Бройль получил:

$$\lambda = h/p \qquad (9)$$

Обратим внимание на казалось бы, простую, но в то же время имеющую глубокий, в том числе в смысле диалектики, формулу. Слева написана длина волны, справа – импульс частицы. И это «соединяется» посредством постоянной Планка. Если $h \to 0$, то волна «исчезает», мы получаем классическое, корпускулярное описание.

Появление дифракционных максимумов, соответствующих разным длинам волн, означает, что в результате взаимодействии с классическим прибором вместо вполне определенного импульса (состояния) мы получаем ряд состояний. То есть, нет свойств объекта самих по себе, эти свойства проявляются в зависимости от условий, изменяются в зависимости от них. Это соответствует как трактованию свойств микрочастиц в квантовой механике, так и законам диалектики.

Заключение

К мысли сделать эти заметки привело не только то постоянное удивление, которое испытывает человек, хоть в какой-то мере знакомый с законами природы.

Побудило к этому также то, на мой взгляд, непродуктивное, даже катастрофическое положение, сложившееся в системе образования в нынешних реалиях.

Система, основанная на заучивании фактов давно минувших веков, их фетишизации, пренебрежении объективными законами природы и общества, их познанием, контрпродуктивна и губительна.

Она начисто отвергает диалектику развития, подменяет понятия общечеловеческого национальным, отрицает диалектику их взаимодействия как основу развития.

Идет подмена базисных знаний (естественно-научных) познаниями, несущими надстроечный характер. Основа развития - в их диалектическом взаимодействии, а не в «застолбировании» одних, подмена одних другими. Это и есть конец развития, катастрофа.

Это относится также к сложившимся тревожным реалиям. Многолетнее упоение «победой» сменилось глубоким унынием, депрессией, страхами.

Однако во всякой победе есть элементы, признаки поражения, и они могут проявиться, если не созданы благоприятные условия.

Также и во всяком поражении есть зачатки будущих побед, если мыслить и действовать диалектически, и речь, в основном, не о военных победах. Для этого нужно действовать не ситуативно, в зависимости от навязываемой чужой воли, а планомерно, с осознанием целей работать, создавая условия для развития и будущих побед.

Литература

1. Савельев И.В., Курс общей физики. Т.3, «Наука», М., 1971.
2. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А.. Курс теоретической физики. Т,2, «Наука», М., 1971.
3. Омельяновский М.Э., Диалектика в современной физике. URSS, 2023.

Նյութը ներկայացվել է 25.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 15.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել Ար.ՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնը:

ՀՏԴ910.4

Աշխարհագրություն

Սվետա ՍԱՀԱԿՅԱՆ
ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի
Սերվիս 4-րդ կուրսի ուսանողուհի

ԶԱՆԳՎԱԾԱՅԻՆ ԶԲՈՍԱՇՐՋԱՅԻՆ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐԻ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՓՈՐՁԸ

Հոդվածում ներկայացվում է զանգվածային զբոսաշրջային միջոցառումների միջազգային փորձը: Զանգվածային զբոսաշրջությունը ավանդաբար ոչ արդյունավետ գլոբալացման ամենաարդյունավետ գործիքն է: Զբոսաշրջային ուղևորությունները, ինչպես երկրների ներսում, այնպես էլ արտասահմանում աստիճանաբար ձեռք են բերում որակապես այլ բնույթ: Դրանք հետապնդում են արդեն ոչ միայն ժամանցային, այլ նաև ճանաչողական նպատակներ: Երթուղիների մեջ ավելի հաճախ սկսում են ներառվել պատմական վայրեր, մշակութային հուշարձաններ: Զբոսաշրջային հավաքները և դրանց ծրագրի մեջ անցկացվող մրցույթները ունեն տարբեր նպատակներ և լուծում են տարատեսակ խնդիրներ: Յանկացած խավի զբոսաշրջային հավաքի ծրագիր ներառում է երկու միջոցառումներ՝ զանգվածային-քաղաքական և սպորտային:

Վերջին շրջանում զանգվածային միջոցառումների արդյունավետ անցկացումը գնալով ավելի է կարևորվում այս ոլորտի զարգացման համար: Նպատակային կազմակերպված հանրային միջոցառումները գրավում են բազմաթիվ միջազգային և ներքին զբոսաշրջիկների: Նման միջոցառումները կայուն պահանջարկ են ստեղծում բոլոր տեսակի զբոսաշրջային ծառայությունների համար՝ դրանց գովազդի, ամրագրման, զբոսաշրջիկների համար տրանսպորտային ծառայությունների, նրանց կացարանի, սննդի, զվարճանքի, տեղեկատվության,

ապահովագրության, սպորտի, առողջության և էքսկուրսիոն աջակցության և այլնի համար: Ինչպես Հայաստանում, այնպես էլ ողջ աշխարհում, իրականացվում են մեծ թվով պետական մակարդակի ծրագրեր՝ զանգվածային միջոցառումների դերը բարձրացնելու համար:

Այժմ կարևոր են այն ծրագրերն ու միջոցառումները, որոնք ուղղված են զբոսաշրջության ոլորտի համամասնական զարգացման ապահովմանը, աղքատության կրճատմանն ու բնակչության բարեկեցության բարձրացմանը: Զանգվածային զբոսաշրջային միջոցառումների կազմակերպումը կնպաստի տվյալ երկրի ճանաչելիությանը: Երկրների զարգացումը բարենպաստ պայմաններ կստեղծի զբոսաշրջության և գյուղատնտեսության ճյուղերի զարգացման համար:

Բանալի բառեր՝ *զանգվածային, միջոցառում, գլոբալացում, բրենդինգ, մոդելներ. ամերիկյան, արևմտաեվրոպական, միջերկրածովյան, մարքեթինգ, գործիք, զանգվածային զբոսաշրջային միջոցառումների միջազգային փորձը:*

С.Саакян

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ МАССОВЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В статье представлен зарубежный опыт массовых туристических мероприятий. Массовый туризм – самый действенный инструмент традиционно малоэффективной глобализации. Туристские поездки как внутри стран, так и за границу постепенно приобретают качественно иной характер. Они преследуют не только развлекательные, но и познавательные цели. Исторические места и памятники культуры все чаще включаются в маршруты. Туристские слеты и соревнования, проводимые по своей программе, преследуют разные цели и решают разные задачи. В программу туристского слета любого класса входят два мероприятия: массово-политическое и спортивное.

В последнее время все большее значение для развития этой сферы приобретает эффективное проведение массовых мероприятий. Целевые массовые мероприятия привлекают множество иностранных и отечественных туристов.

Подобные мероприятия создают устойчивый спрос на все виды туристических услуг по их рекламе, бронированию, транспортному обслуживанию туристов, их размещению, питанию, развлечениям, информации, страхованию, спортивной, оздоровительно-экскурсионной помощи и др. Как в Армении, так и во всем мире реализуется большое количество программ государственного уровня, направленных на повышение роли массовых мероприятий.

Сейчас важны программы и меры, направленные на обеспечение пропорционального развития сферы туризма, сокращение бедности и повышение благосостояния населения. Организация массовых туристических мероприятий будет способствовать узнаваемости данной страны. Развитие стран создаст благоприятные условия для развития туристической и сельскохозяйственной отраслей.

Ключевые слова: *масса, событие, глобализация, брендинг, модели. американский, западноевропейский, средиземноморский, маркетинг, инструмент, международный опыт проведения массовых туристических мероприятий.*

S.Sahakyan

INTERNATIONAL EXPERIENCE OF MASS TOURIST EVENTS

Mass tourism events are one of the most effective tools for a traditionally ineffective globalization. Tourist trips, both within countries and abroad, are gradually acquiring a qualitatively different character. They pursue not only entertainment, but also cognitive goals. International events are the most important promoting factor in tourism. They significantly affect the development, marketing plans and competitiveness of most tourist areas. Tourist orienteering competitions are usually held in a team format, often with backpacks and double loads, in some cases at night. In the case of the latter option, such competitions are closer to military-applied ones in their nature. They remain as they were thousands of years ago and are of paramount importance. Such activities form a strong value system and give the individual a well-rounded military intelligence. The most important problem of modern tourism is increasing its efficiency. The analysis of the development of world tourism shows that its effectiveness largely depends on

the formation of a highly profitable and prestigious entertainment industry.
Hosting major events plays an important role in the regeneration of cities and makes a significant contribution to increasing the attractiveness of a tourist area.
Key words: *Mass, event, globalization, branding, models. American, Western European, Mediterranean, marketing, tool*

Զանգվածային զբոսաշրջությունը ավանդաբար ոչ արդյունավետ գլոբալացման ամենաարդյունավետ գործիքն է: Զբոսաշրջային ուղևորությունները, ինչպես երկրների ներսում, այնպես էլ արտասահմանում աստիճանաբար ձեռք են բերում որակական այլ բնույթ: Դրանք հետապնդում են արդեն ոչ միայն ժամանցային, այլ նաև ճանաչողական նպատակներ: Երթուղիների մեջ ավելի հաճախ սկսում են ներառվել պատմական վայրեր, մշակութային հուշարձաններ: Միջազգային զբոսաշրջային շարժման ճնշող մասը բաժին է ընկել Եվրոպային: Բերենք զանգվածային զբոսաշրջության օրինակ: Շվեյցարիայում տվյալ առումով հետաքրքրություն է ներկայացնում «Օտելպլան» ընկերության առաջացումը և գործունեությունը, որը ներկայումս համարվում է այդ երկրի տուր ծառայություններ տրամադրող խոշորագույն ներկայացուցիչներից մեկը: 1935թ. ընկերության ստեղծման հիմքում ընկած էին դրա ստեղծող Գ. Դուտվայլերի գաղափարներն այն մասին, որ «փոքր մարդու» ներգրավումը զբոսաշրջության մեջ անգնահատելի օգնություն կլինի ճգնաժամից տառապող հյուրանոցային տնտեսության համար: «Անհրաժեշտ է դիմել հասարակությանը, որը մինչև այժմ չի շփվել զբոսաշրջության հետ և սովոր չէ ճանապարհորդել»,- նշում էր Գ. Դուտվայլերը: Շվեյցարիայի օրինակով շատ երկրներ կան, որոնք ունեն կարևոր նշանակություն տվյալ երկրի համար [1]:

Զբոսաշրջային հավաքները և դրանց ծրագրի մեջ անցկացվող մրցույթները ունեն տարբեր նպատակներ և լուծում են տարատեսակ խնդիրներ: Ցանկացած խավի զբոսաշրջային հավաքի ծրագիր ներառում է երկու միջոցառումներ՝ զանգվածային-քաղաքական և սպորտային: Առաջին խումբը կազմում են հանդիպումները՝Հայրենական մեծ պատերազմի և աշխատանքի վետերանների հետ, հանրահավաքները, ցույցերը և զբոսաշրջային ակտիվ կոնֆերանսները, ստեղծագործական մրցույթները (ռազմահայրենասիրական և զբոսաշրջային երգեր, կինոֆիլմեր, լուսանկարներ, հաշվետվություններ արշավի մասին և այլն): Երկրորդ խմբին դասվում են սպորտային մրցույթները: Կախված հավաքի խնդիրներից, դրա դասից, մասնակիցների պատրաստվածության մակարդակից՝ հավաքը կարող է ներառել ամենատարբեր տեսակներ: Մրցույթների տարբեր տեսակները , կապված տեղանքում կողմնորոշվելու հետ, համարվում են ռազմակիրառական և

զբոսաշրջային պատրաստվածության կարևոր ձև և անցկացվում են երկու եղանակով. կա՛մ որպես սպորտային կողմնորոշման մրցույթներ (անհատական կամ էստաֆետային՝ ըստ տրված ուղղության, գծանշված մայրուղու վրա՝ ըստ ընտրության, այդ դեպքում դրանք անցկացվում են այդպիսի մրցույթների կանոններին համապատասխան՝ ըստ սպորտային քարտեզների), կա՛մ որպես զբոսաշրջային կողմնորոշման մրցույթ (այդ դեպքում դրանք անցկացվում են ինչպես սպորտային քարտեզներով, այնպես էլ հատուկ պատրաստված զբոսաշրջային քարտեզային սխեմաների կամ «ազիմուտային երթուղու» օգնությամբ, այսինքն՝ առանց քարտեզի՝ ըստ տրված հեռավորությունների և ուղղությունների):

Զբոսաշրջային կողմնորոշման տեխնիկայի մրցույթները անցկացվում են, որպես կանոն, թիմային ձևով, հաճախ ուղեպայուսակներով և կրկնակի բեռով, մի շարք դեպքերում՝ գիշերը: Վերջին տարբերակի դեպքում այդպիսի մրցույթները իրենց բնույթով առավել շատ են մոտենում ռազմա-կիրառականներին: Դրանք ինչպես հազարավոր տարիներ առաջ այնպես էլ հիմա մնում են և ունեն գերկարևոր նշանակություն: Նմանատիպ միջոցառումները ձևավորում են հզոր արժեհամակարգ և տալիս անհատին ռազմական հստակ ձևավորված ինտելեկտ: Ժամանակակից զբոսաշրջության ամենակարևոր խնդիրը դրա արդյունավետության բարձրացումն է: Համաշխարհային զբոսաշրջության զարգացման վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ դրա արդյունավետությունը մեծապես կախված է բարձր եկամտաբեր և հեղինակավոր ժամանցային արդյունաբերության ձևավորումից [1]:

Վերջին շրջանում զանգվածային միջոցառումների արդյունավետ անցկացումը գնալով ավելի է կարևորվում այս ոլորտի զարգացման համար, այսինքն դրանք, որոնցում ներգրավված են մեծ թվով մարդիկ: Նպատակային կազմակերպված հանրային միջոցառումները գրավում են բազմաթիվ միջազգային և ներքին զբոսաշրջիկների: Նման միջոցառումները կայուն պահանջարկ են ստեղծում բոլոր տեսակի զբոսաշրջային ծառայությունների համար՝ դրանց գովազդի, ամրագրման, զբոսաշրջիկների համար տրանսպորտային ծառայությունների, նրանց կացարանի, սննդի, զվարճանքի, տեղեկատվության, ապահովագրության, սպորտի, առողջության և էքսկուրսիոն աջակցության և այլնի համար: Ինչպես Հայաստանում, այնպես էլ ողջ աշխարհում, իրականացվում են մեծ թվով պետական մակարդակի ծրագրեր՝ զանգվածային միջոցառումների դերը բարձրացնելու համար:

Գոյություն ունեն զանգվածային միջազգային միջոցառումների հետևյալ մոդելները [3].

1. Ամերիկյան մոդել – ամերիկյան մոդելում զբոսաշրջային ընկերությունները միջոցառումների կազմակերպումը համատեղում են բիզնեսի հետ: Ամերիկյան տուրօպերատորները, ավիափոխադրողները և

հյուրանոցները սերտ կապված են իրար հետ, և նրանք կարող են ինքնուրույն կարգավորել իրենց զբոսաշրջային բիզնեսը:

2. Արևմտաեվրոպական մոդել- այս մոդելը ներառում է զբոսաշրջային ադմինիստրատորներ, որոնք կապված են զբոսաշրջային ապրանքի կայուն զարգացման հետ: Մեծ Բրիտանիայում զբոսաշրջության զարգացումը վերաբերում է մշակույթի նախարարությանը: Իտալիայում ղեկավարում է էկոնոմիկայի նախարարությունը: Իսպանիայում զբոսաշրջության ազգային մակարդակը ավելի կարևոր է համարվում:

3. Միջերկրածովյան մոդել - այն զբոսաշրջությունը դիտում է որպես ազգային տնտեսության կարևոր ճյուղ: Դրանցից վառ օրինակ են հանդիսանում Հունաստանը և Եգիպտոսը: Ներկայումս զբոսաշրջության ոլորտում իրադարձությունների շուկայավարման հայեցակարգի նկատմամբ հետաքրքրությունը պայմանավորված է նրանով, որ ժամանակակից պայմաններում տարածքների համար գնալով դժվարանում է գրավել զբոսաշրջիկների ուշադրությունը, և, քանի որ հին մարքեթինգային գործիքները ժամանակի ընթացքում կորցնում են իրենց արդյունավետությունը, քաղաքները, շրջանները և երկրները ստիպված են հորինել նոր հայեցակարգեր, որոնք լիովին համապատասխանում են այսօրվա թիրախային լսարանի պահանջներին:

Աշխարհի կառավարությունները աջակցում են միջոցառումների կազմակերպմանը որպես իրենց տնտեսական զարգացման ռազմավարության, ազգի կառուցման և տարածքների մարքեթինգի և բրենդավորման գործիք: Կորպորացիաները և ձեռնարկությունները օգտագործում են միջոցառումները որպես հիմնական տարրեր՝ իրենց մարքեթինգային ռազմավարության և իմիջի առաջմղման մեջ: Իրադարձությունների մասին գրում են թերթերում, հեռարձակվում՝ հեռուստատեսությամբ, զբաղեցնում են մեր ազատ ժամանակի մեծ մասը՝ հարստացնելով մեր կյանքը վառ ու հիշարժան պահերով:

Իրադարձությունների մարքեթինգը գործիք է, որը թույլ է տալիս պահպանել և ներգրավել այցելուներին և ներդրողներին: Միջազգային միջոցառումները զբոսաշրջության մեջ ամենակարևոր խթանիչ գործոնն են: Դրանք զգալիորեն ազդում են զբոսաշրջային տարածքների մեծ մասի զարգացման, շուկայավարման պլանների և մրցունակության վրա: Խոշոր միջոցառումների անցկացումը կարևոր դեր է խաղում քաղաքների վերածննդի գործում և էական ներդրում ունի զբոսաշրջային տարածքի գրավչության բարձրացման գործում, բայց նաև հաճախ դառնում է բրենդինգի արշավի սկիզբ: Այսօր աշխարհում կան մի քանի տասնյակ քաղաքներ, որոնք մասնագիտացած են իրադարձությունների տնտեսության մեջ և ապրում են դրանից ստացված եկամուտով. Դավոսի ամենամյա տնտեսական ֆորումը, կինոփառատոնները Բեռլինում, Կաննում, (օրինակ, 2009 թվականին Կաննի կինոփառատոնի

տնտեսական էֆեկտը կազմել է գրեթե 200 միլիոն եվրո (194 միլիոն 653 հազար), այն ստեղծել է 3200 աշխատատեղ, և դրանով է պայմանավորված մարզի հյուրանոցների տարեկան եկամուտը) [2]:

Վերջին տարիներին խաղերը վերածվել են զանգվածային միջոցառման՝ ծառայելով որպես հարթակ հյուրընկալող քաղաքների և երկրների համար՝ աշխարհին իրենց մասին նոր պատմություն պատմելու համար: Ակնհայտ է, որ իրադարձությունների մարքեթինգային գործունեությունը, որը տեղի է ունեցել խաղերից առաջ և ընթացքում, պետք է շարունակվեր միջոցառումից հետո: Հարկավոր էր կառավարության ջանքերն ուղղել քաղաքի առանձնահատկությունները բարելավելու համար՝ ոչ միայն նրա արժեքների ու իսկության վրա, այլև ընդգծել խաղերի նախապատրաստման և անցկացման ընթացքում ձեռքբերված նրա ժամանակակից առանձնահատկությունները: Ավելին, Հունաստանը դեռևս գրավում է զբոսաշրջիկներին՝ կապված ծովի, ավազի և ավերակների ավանդական ուղերձի վրա: Միջազգային լայնածավալ միջոցառումները կարող են հիանալի հնարավորություններ ընձեռել տարածքը գովազդելու և զբոսաշրջային գրավչությունը բարձրացնելու համար: Բայց դրանք ունեն սահմանափակ, կարճաժամկետ ազդեցություն, եթե ներառված չեն երկարաժամկետ ռազմավարության մեջ, որը սովորաբար կապված է ներկա սոցիալ-տնտեսական իրավիճակի և հիմնական արժեքների հետ: Այս միջոցառումներին պետք է աջակցեն նաև քաղաքի կամ երկրի բնակիչները [4]:

Հատուկ միջոցառումների հաջողությունը շուկան գրավելու գործում բացատրվում է նրանով, որ դրանք համահունչ են ժամանցային միջոցառումների պահանջարկի կարևոր փոփոխություններին: Այսօրվա մրցակցային միջավայրում մարքեթինգային գործիքների միջոցով պոտենցիալ զբոսաշրջիկներին գրավելու հարցը հատկապես արդիական է դառնում, երբ տարածքների եզակիությունն այլևս հիմնական առավելությունը չէ, և վայրերի զբոսաշրջային հատկությունները գնալով ավելի են նմանվում: Միջոցառումների մարքեթինգը սպառողի հետ անմիջական շփման գործընթացում տարածքի հուզական ընկալումը ստեղծելու և կառավարելու համալիր գործիք է:

Միջոցառումների մարքեթինգը ներառում է վայրի հետ անձնական ծանոթություն, փորձ, որը թույլ է տալիս հասնել սպառողի հուզական ներգրավվածությանը այս տարածքի արժեքային համակարգում: Այսպիսով, կարելի է եզրակացնել, որ խոշոր միջոցառումների անցկացումը կարևոր դեր է խաղում քաղաքների վերածննդի գործում և էական ներդրում ունի զբոսաշրջային տարածքի գրավչության բարձրացման գործում, բայց հաճախ դառնում է բրենդինգի արշավի սկիզբ: Եթե քաղաքն արդեն ունի ուժեղ բրենդ (մշակութային, զբոսաշրջային)՝ այն կարող է գրավել միջոցառումներ, որոնք իրենց հերթին կամրապնդեն այն [5]:

Եզրակացություններ։ Այժմ կարևոր են այն ծրագրերն ու միջոցառումները, որոնք ուղղված են զբոսաշրջության ոլորտի համամասնական զարգացման ապահովմանը, աղքատության կրճատմանն ու բնակչության բարեկեցության բարձրացմանը: Զանգվածային զբոսաշրջային միջոցառումների կազմակերպումը կնպաստի տվյալ երկրի ճանաչելիությանը: Երկրների զարգացումը բարենպաստ պայմաններ կստեղծի զբոսաշրջության և գյուղատնտեսության ճյուղերի զարգացման համար:

Գրականություն

1.Дыжина Н. Н., География туризма; Дашков и Ко, ООО "Фоссет-М" - М., 2010, 189 ст.
2.Бореев В. Ю., Культура и массовая коммуникация / В. Ю. Бореев, А. В. Коваленко. — М.: Наука, 1986. — 304 с.
3.Генкин Д. М., Массовые праздники / Д. М. Генкин. М.: Просвещение, 1975. 140 с.
4.Папирян Г. А., Международные экономические отношение. Экономика туризма, М.:, Финансы и статистика,, 2000г., ст. 23.
5.Массовые праздники и зрелища / сост. Б. Глан. — М.: Искусство, 1961. — 327 с.

Նյութը ներկայացվել է 11.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 5.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, աշխ.գ.դ. ². è.Ավագյանը։

УДК 72.03

Почвоведение

Самвел КРОЯН
Национальный университет архитектуры и строительства Армении (НУАСА)
E-mail: kroyan.samvel@mail.ru

В.ВАРДАНЯН
Ереванский государственный университет (ЕГУ)
E-mail: v.vardanyan@ysu.am

ВЛИЯНИЕИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ АШОЦКОГО ПЛАТО

Ս.Կրոյան, Վ.Վարդանյան

ՄԱՐԴԱԳԵՆ ԳՈՐԾՈՆԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՇՈՑՔԻ ՍԱՐԱՀԱՐԹԻ ԼԵՌՆԱ-ՄԱՐԳԱԳԵՏՆԱՅԻՆ ՍԵՎԱՀՈՂԵՐՈՒՄ ՀՈՒՄՈՒՍԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում մարգագետնային սևահողերը համեմատաբար մեծ զանգվածներով տարածված են Աշոցքի սարահարթի սևահողային գոտում, ծովի մակերևույթից 2000-2100 մ բարձրության վրա: Աշոցքի սարահարթի մարգագետնային սևահողերի հիմնական զանգվածները տեղակայված են տարրալվացված սևահողերի ենթագոտում :

Հոդվածում դիտարկվում են Աշոցքի սարահարթի լեռնա-մարգագետնային սևահողերում հումուսի, օրգանական ածխածնի և ազոտի պարունակության հետ կապված մի շարք հարցեր, ինչպես նաև մարդածին գործոնների ազդեցության տակ հողերում տեղի ունեցող բացասական փոփոխությունները և դրանց բերրիության բարձրացման ուղիները: Մեր ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ ընդհանուր առմամբ լեռնա-մարգագետնային սևահողերը բնութագրվում են բնական բարձր բերրիությամբ և լայնորեն օգտագործվում են

գյուղատնտեսական արտադրության մեջ:

Աշոցքի սարահարթի մարգագետնային սևահողերը բնութագրվում են հումուսի և օրգանական նյութերի բարձր պարունակությամբ: Սակայն, միևնույն ժամանակ, զգալի փոփոխություններ են տեղի ունենում նաև հողերի գյուղատնտեսական հատկություններում : Հատկապես նկատվում է հումուսի, օրգանական ածխածնի և ընդհանուր ազոտի պաշարների նվազում: Ներկայումս Աշոցքի սարահարթի մարգագետնային սևահողերը հիմնականում օգտագործվում են բնական արոտավայրերի և խոտհարքների համար, իսկ հացահատիկային մշակաբույսերը մշակվում են ոչ մեծ տարածքներ զբաղեցնող վարելահողերում: Այնուամենայնիվ, բույսերի համեմատաբար կարճ աճող սեզոնը և մարդու չհաշվառված տնտեսական գործունեությունը սահմանափակում են այդ հնարավորությունները:

Առաջարկվում են մի շարք միջոցառումներ, որոնք ուղղված են այդ բացասական երևույթների մեղմացմանը կամ վերացմանը :

Բանալի բառեր՝ հումուս, օրգանական ածխածին, ազոտ, բերրիություն, մարդածին գործոն, հողային ռեսուրսներ:

С.Кроян, В.Варданян

На территории Республики Армения луговые черноземы распространены относительно большими массами в черноземном поясе Ашоцкого плато, на высоте 2000-2100 м над уровнем моря. Основные массивы луговых черноземов Ашоцкого плато расположены в подзоне выщелоченных черноземов.

В статье рассматривается ряд вопросов, связанных с содержанием гумуса, органического углерода и азота в горно-луговых черноземах Ашоцкого плоскогорья, а также негативные изменения, происходящие в почвах под воздействием антропогенных факторов, и пути повышения их плодородия. Результаты наших исследований показывают, что в целом горно-луговые черноземы характеризуются высоким естественным плодородием и широко используются в сельскохозяйственном производстве.

Луговые черноземы Ашоцкого плоскогорья характеризуются высоким содержанием гумуса и

органического вещества. Однако, в то же время, происходят также значительные изменения в сельскохозяйственных свойствах почв. Особенно наблюдается снижение запасов гумуса, органического углерода и общего азота. В настоящее время луговые черноземы Ашоцкого плато в основном используются для естественных пастбищ и сенокошения, а зерновые культуры возделываются на пахотных землях, занимающих небольшие площади. Однако относительно короткий вегетационный период растений и неучтенная хозяйственная деятельность человека ограничивают эти возможности.

Предлагается ряд мер, направленных на смягчение или ликвидацию этих негативных явлений.

Ключевые слова: *гумус, органический углерод, азот, плодородность, антропогенный фактор, земельные ресурсы.*

S.Kroyan, V.Vardanyan

INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR ON THE CONTENT OF HUMUS IN MEADOW CHERNOZEM SOILS OF THE ASHOTSQ PLATEAU

On the territory of the Republic of Armenia, meadow black soils are distributed in relatively large masses in the black soil belt of the Ashotsk plateau, at an altitude of 2000-2100 m above sea level. The main arrays of meadow black soil of the Ashotsk plateau are located in the subzone of leached black soil.

The article considers a number of issues related to the content of humus, organic carbon and nitrogen in the mountain meadow black soil of the Ashotsk plateau, as well as negative changes occurring in the soil under the influence of anthropogenic factors and ways to increase their fertility. The results of our research show that, in general, mountain meadow black soil are characterized by high natural fertility and are widely used in agricultural production.

Meadow black soil of the Ashotsk plateau are characterized by a high content of humus and organic matter. However, at the same time, there are also significant changes in the agricultural properties of soils. Especially there is a decrease in the reserves of humus, organic carbon and total nitrogen. Currently, the meadow black soil of the Ashotsky plateau are mainly used for natural pastures and haymaking, and grain crops are cultivated

on arable lands occupying small areas. However, the relatively short growing season of plants and unaccounted for human economic activity limit these opportunities.
A number of measures aimed at mitigating or eliminating these negative phenomena are proposed.
Key words: *humus, organic carbon, nitrogen, fertility, anthropogenic factor.*

Введение. Органическая часть почвы образуется из вновь синтезированных материалов в результате биологической деятельности растительных и животных организмов в процессах почвообразования. Органическая часть – это гуминовые вещества, которые проявляются в почве в нескольких формах. Гумус считается важнейшим компонентом почвы, от количества и качества которого зависит плодородие почвы. Гумус влияет на ряд важных свойств почвы, наиболее важными из которых являются морфологические, физические и химические свойства. Гумус обладает способностью коагуляции, благодаря чему механические частицы разных размеров соединяются друг с другом и превращаются в структурные элементы. Содержание гумуса определяет поглотительные и биохимические свойства почвы, ведь он считается основным источником энергии для микроорганизмов.

В современный период в условиях опасных уровней воздействия антропогенного фактора одним из приоритетных вопросов, стоящих перед обществом, является разработка мероприятий, направленных на эффективное использование земельных ресурсов, их улучшение и сохранение. Детальные исследования содержания органического вещества в почвах имеют большое значение для нашей малоземельной республики.

Выяснение этих вопросов приобретает особую актуальность, особенно для горных луговочерноземных почв Ашоцкого плато, так как они характеризуются качественными агропроизводственными свойствами и высокими показателями плодородия.

Результаты исследования. Лугово-черноземные почвы являются переходным типом почв среди почв степной зоны и гидроморфными почвами. На территории Республики Армения лугово-черноземные почвы распространены сравнительно большими массами в черноземном поясе Ашоцкого плато, на высоте 2000-2100 м над уровнем моря [1].

Лугово-черноземные почвы здесь формируются на аллювиальных наносах, супесях, суглинках, а также андезитобазальтах, базальтах вулканического происхождения четвертичного возраста и их коре выветривания. В отличие от горных черноземов, Лугово-черноземные почвы развиваются в условиях

высокого уровня грунтовых вод близко к поверхности, что приводит к периодическому увлажнению верхней части почвенного профиля.

Естественная растительность лугово-черноземных почв Ашоцкого плато существенно отличается от растительности степных черноземов и имеет луговое происхождение. В растительности преобладают луговые злаковые травы: осока ползучая, костер, мятлик и др.. Особенно широко распространены луговые разнотравые. Эти почвы, в отличие от черноземов, имеют прочный и плотный дерновый горизонт за счет пышной и густой растительности [2].

По строению профиля луговые черноземные почвы исследуемой местности сходны с черноземами, особенно в верхних горизонтах. Однако уникальные гидрогеологические условия придают этим почвам ряд качественных характеристик, отличающих их от черноземов.

В районе распространения почв уровень грунтовых вод колеблется в пределах 1,5-2,0м и более.

За счет избытка влаги в лугово-черноземных почвах накапливается большое количество органического вещества [3, 4].

При этом скорость накопления органического вещества зависит от изменения количества влаги на участке. По мере увеличения количества влаги увеличивается количество органического вещества.

Одной из важнейших особенностей этих почв является то, что независимо от содержания гумуса, запасы органического вещества в нижних горизонтах разреза резко снижены, что отличает их от степных черноземов. Как правило, основная часть гумуса скапливается в верхних гумусово-аккумулятивных горизонтах.

Результаты проведенных исследований в черноземном поясе Ашоцкого плато свидетельствуют о том, что корневая масса в слое 0-40 см составляет 224 ц/га [5] (рис. 1).

Таблица 1

Количество органических остатков и зольных элеменов в лугово-черноземных почвах

Показатели	Единица измерения	Количество, ц/га
1.Растительные остатки	ц/га	253.8
а) Надземная часть	ц/га	29.8
б) корни в 0-40см слое	ц/га	224
2.Зольные элементы	кг/га	345.7
а) Органогены (Ca,+K+P+S)	кг/га	79.4
б) биогалогены (Na+CL+ изб. S)	кг/га	9.8
3.Азот	кг/га	63.5

Примечательно, что примерно 65 % корневой массы находится в верхнем слое 0-15 см, а около 95 % - в слое 0-25 см, хотя корни растений присутствуют по всему сечению почвы.

Лугово-черноземные суглинистые почвы содержат значительное количество гумуса и органического вещества. Содержание гумуса на горизонте A_1 - 12,1%. Как и в остальных типах почв, количество гумуса здесь также постепенно уменьшается с глубиной разреза, составляя на горизонте C - 0,7 % (рис. 1). В верхних горизонтах целинных вариантов этих почв содержание органического углерода колеблется в пределах 5,1-5,5 %, а количество азота - в пределах 0,44-0,47 % (рис. 3, 5).

В окультуренных вариантах наблюдается некоторое снижение содержания гумуса, особенно хорошо выраженное в пахотном горизонте. Так, содержание гумуса в пахотном слое обрабатываемых вариантов снижается до 9,5%. По сравнению с целинным вариантом количество гумуса в пахотном слое снижено на 21,4 % (рис. 2).

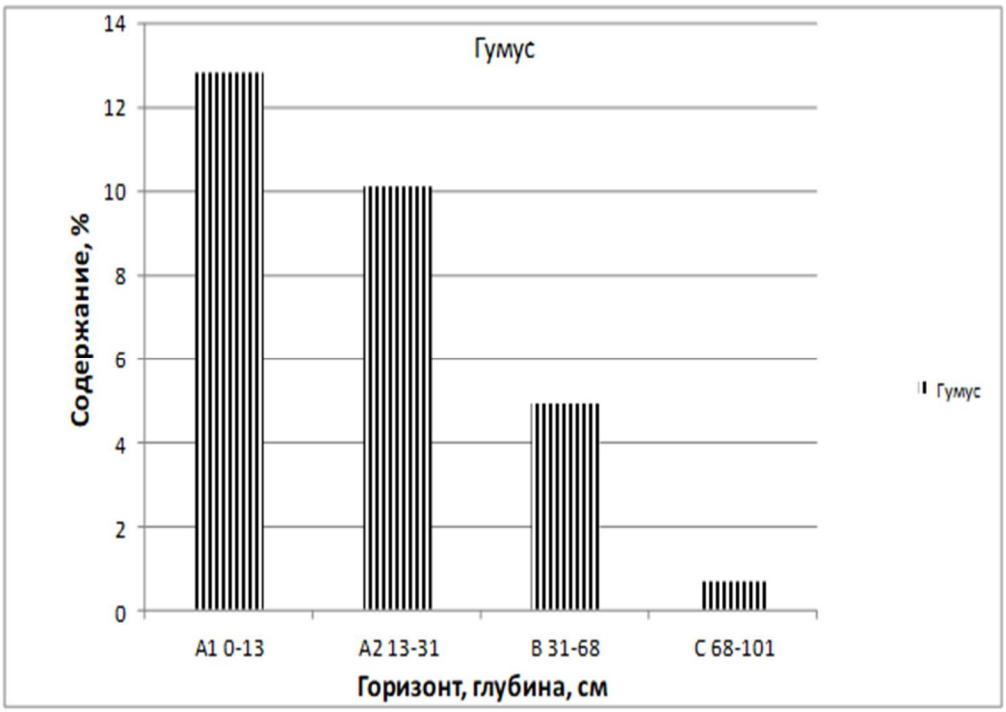


Рис.1 . Содержание гумуса в целинных почвах, (%)

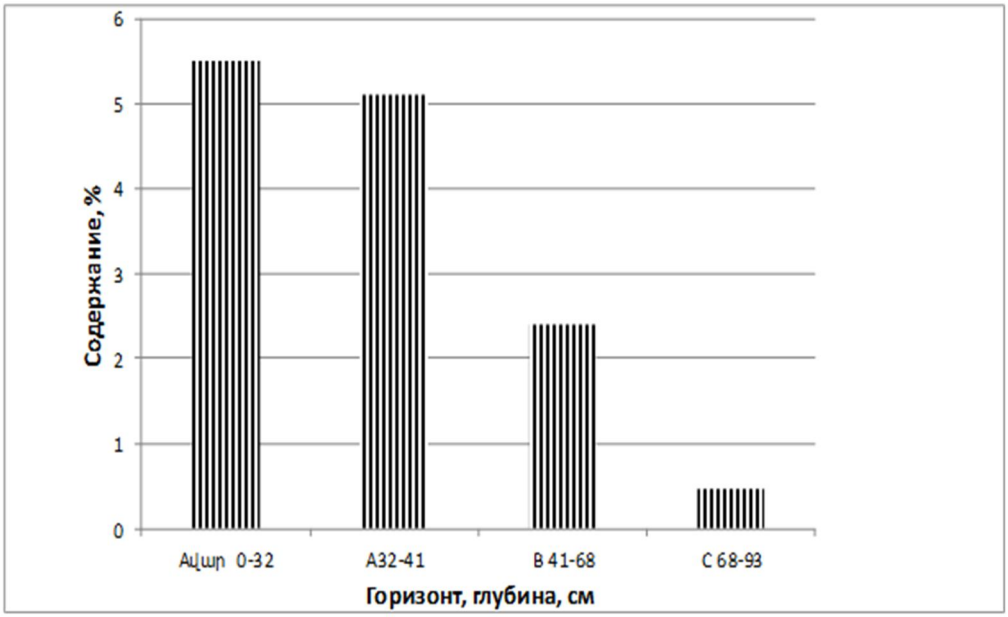


Рис.2 . Содержание гумуса в обрабатываемых почвах, (%)

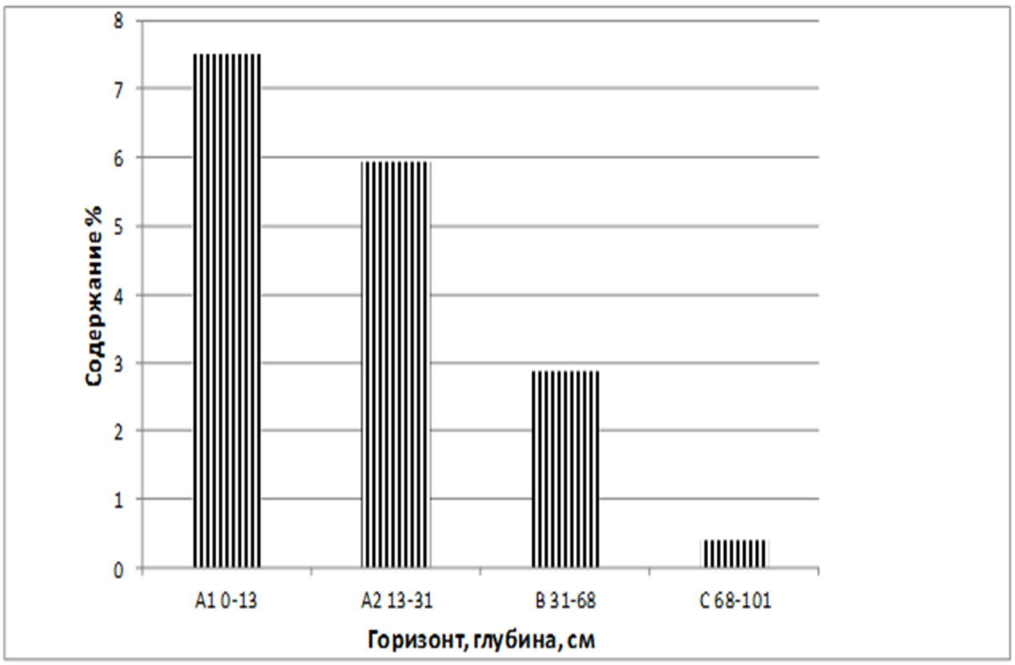


Рис. 3. Содержание органического углерода в целинных почвах, (%)

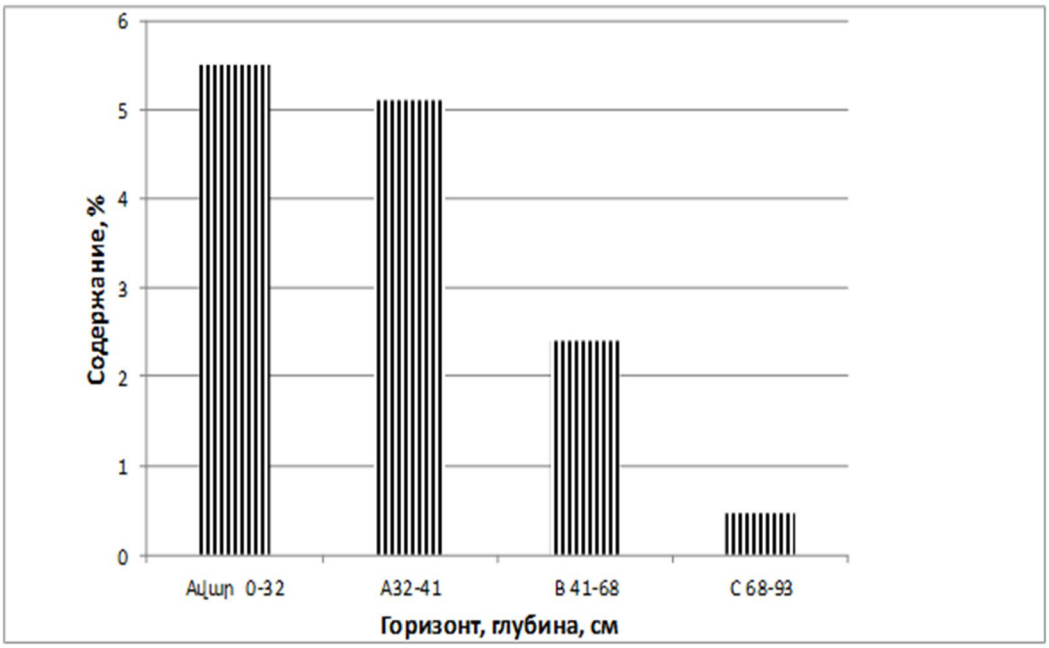


Рис.4. Содержание органического углерода в окультуренных почвах, (%)

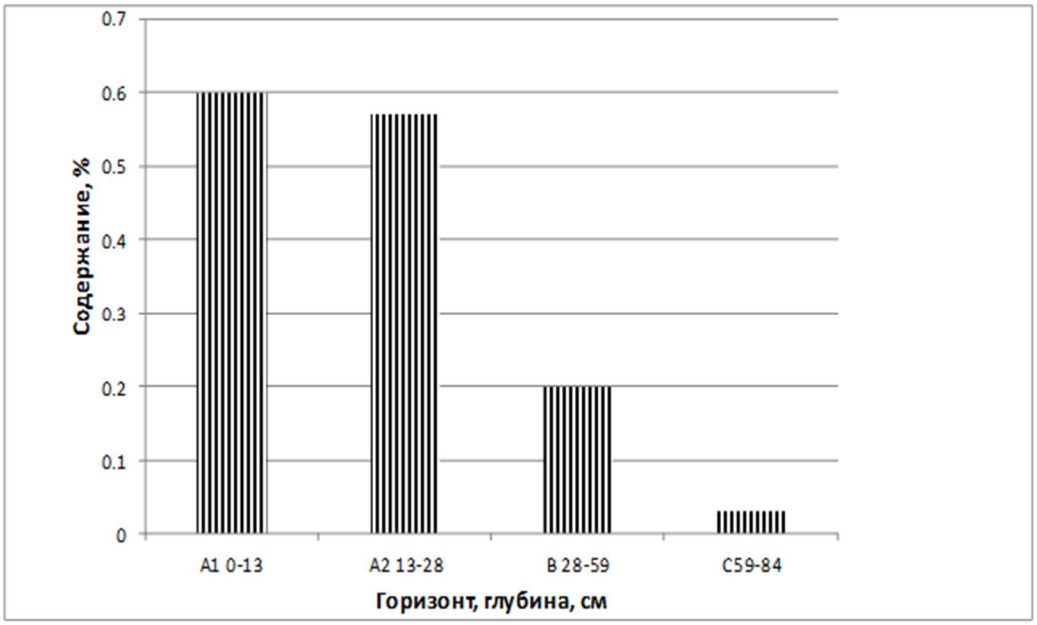


Рис. 5 . Содержание азота в целинных почвах, (%)

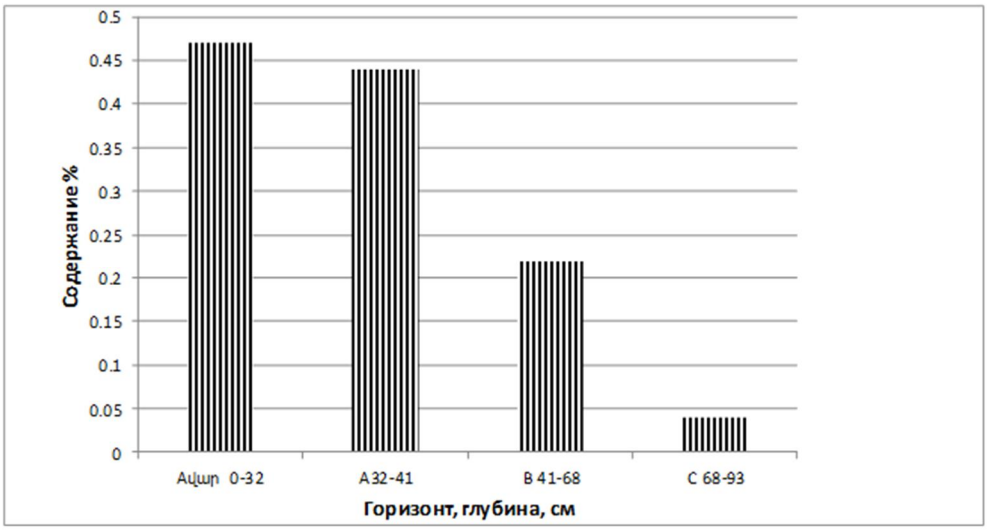


Рис. 6. Содержание азота в окультуренных почвах, (%)

В последние десятилетия в результате интенсивной хозяйственной деятельности человека практически пострадали все типы почв республики. Среди этих почв в той или иной степени пострадали окультуренные варианты лугово-черноземных почв Ашоцкого плато, [6,7].

Таким образом, из сопоставления данных снимков становится очевидным некоторое снижение запасов гумуса, органического углерода и общего азота в окультуренных почвах. Если сравнить соответствующие показатели верхних горизонтов необрабатываемых и обрабатываемых почв, то становится ясно, что содержание гумуса в верхних горизонтах пашни снижается до 9,5%. По мере уменьшения содержания гумуса содержание как органического углерода, так и общего азота значительно снижается, составляя соответственно 5,5 и 0,47 % [14] (рис. 2. 4. 6).

Сокращение этих запасов питательных веществ связано, прежде всего, с многолетним несогласованным использованием пашни.

Заключение и рекомендации

Лугово-черноземные почвы Ашоцкого плато характеризуются высоким содержанием гумуса и органического вещества, что создает благоприятные условия для возделывания зерновых культур, особенно ячменя, пшеницы, картофеля и многолетних трав. Однако сравнительно короткий вегетационный период растений и неучтенная хозяйственная деятельность человека ограничивают эти возможности.

Таким образом, в результате длительного и бессистемнного использования вышеперечисленных почв происходит некоторое снижение содержания гумуса

и органического вещества в обрабатываемых почвах, что отрицательно сказывается на плодородии почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время лугово-черноземные почвы Ашоцкого плато используются в основном под естественные пастбища и сенокосы, а на пахотных землях, занимающих небольшие площади, возделываются зерновые культуры.

Для повышения плодородия луговочерноземных почв необходимо применить ряд агротехнических мероприятий, важнейшими из которых являются:

- использовать минеральные и органические удобрения в установленных количествах для восполнения потерь гумуса и органических веществ,
- механизировать работы по посеву, уходу и уборке сельскохозяйственных культур,
- для снижения подвижности гумусовых материалов необходимо обогащать почву известкосодержащими материалами,
- для уменьшения испарения и потери органического углерода применять мульчу, по возможности не вспахивать почву перед посевом или применять минимальную обработку почвы.

Литература

1.Мелконян К.Г., Казарян У.К., Манукян Р.Р., Современное экологическое состояние сельскохозяйственных угодий, уровень землепользования, совершенствование системы управления и пути повышения эффективности в Республике Армения. Ер., 2004. 53 страницы.(на арм. языке).

2. Почвы Армянской ССР под редакцией Р.А. Эдиляна, Г.П. Петросяна, Н.Н. Розова. Издательство <<Айастан>>, Ереван 1976. 384 стр.

3.Бадалян Е.Н., Эдилян Р.А., Сравнительная характериптика органического вещества основных типов почв АрмССР. // Биолог.ж, Армении, №7, 1979. - с.695-703.

4.Шарков И.Н., Данилова А.А., Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрохимия. - 2010. - № 12. - с. 72–81.

5.Хтрян Н.К., Бадалян Е.Н., Арутюнян Э.А., Процессы разложения и гумификации биомассы в пахотных почвах некоторых зон Армении // Биологический журнал Армении. - 1980. - № 6. - с. 667.

6.Орлов Д.С., Аниканова Е.М., Маркин В.А. Особенности

органического вещества орошаемых почв // Проблемы ирригации почв юга Черноземной зоны: Сб. науч. тр. - М.: Наука, 1981. - с. 35-61.
7.Grishina L.A., Orlova D.S., System of Indices of Soils Humus State. In the book: Theses of Reports of the V Delegate Congress of the All-Union Community of Soil Scientists, edition 2, Minsk, 1978, pp. 3-8.

Նյութը ներկայացվել է 10.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 5.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, աշխ.գ.դ. Ա.Ռ. Ավագյանը։

ՀՏԴ 626.876.3.631.421.2

Կենսաբանություն

Արմանուշ ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ
Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարանի դեկան,գ.գ.թ, դոցենտ
E-mail: armanush.araqelyan@mail.ru

Մանուշ ՄԻՐԶՈՅԱՆ
Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, դասախոս
E-mail: gjasmin2009@mail.ru

Վլադիմիր ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ
Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, մագիստրանտ
E-mail: vaka.ayrapetyan@gmail.ru

ԱՀ ՆԱԽԱԼԵՌՆԱՅԻՆ ԳՈՏՈՒ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԽՆՁՈՐԵՆՈՒ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ՎՆԱՍԱՏՈՒՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԴԵՄ ՏԱՐՎՈՂ ՊԱՅՔԱՐԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԱՀ-ում խնձորենին վնասում են բազմաթիվ ֆիտոֆագեր, որոնք բերքի կորստի հիմնական պատճառներից են հանդիսանում: Այդ իսկ տեսանկյունից վնասատուների դեմ արդյունավետ պայքարի միջոցառումների մշակումն ու ներդրումը համարվում է արդիական:

Հոդվածում դիտարկվում է քիմիական տարբեր խմբերի պատկանող պատրաստուկների ազդեցությունը ԱՀ նախալեռնային գոտու պայմաններում խնձորենու առավել տարածված՝ կանաչ (Aphis pomi Deg.) և բրդապատ լվիճների (Eriosoma Lanigerum Hausm.), պտղակերի (Carpocapsa pomonella L.) և ծաղկակերի (Anthonomus pomorum L.) դեմ: Հետազոտությունների արդյունքներով պարզվել է, որ մովենտո ԽԿ (1լ/հա + դանիտալ ԽԷ (1լ/հա) + ֆոսբան ԽԷ (2լ/հա) + նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա) հաջորդական սրսկումների տարբերակը կենսաբանական արդյունավետությամբ գերազանցել է մնացած տարբերակներին՝ ապահովելով 189, 8 ց/հա բերք:

Բանալի բառեր՝ *խնձորենու վնասատու, վարակվածության աստիճան, ձմեռող փուլ, հատուն միջատ, բերքի կորուստ, պատրաստուկ, կենսաբանական արդյունավետություն։*

А.Аракелян, М.Мирзоян, В. Айрапетян

ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПЛЕСЕННОЙ ЗОНЫ И БИОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРЬБЫ С НИМИ

В республике Арцах, яблони повреждаются многими фитофагами, которые являются одной из основных причин потери урожая. С этой точки зрения разработка и внедрение эффективных мер борьбы с вредителями считается актуальным.

В статье рассмотрено действия препаратов, относящихся к разным химическим группам, против наиболее распространенных яблоневых тлей: зеленой (Aphis pomi Deg.) и мохнатой (Eriosoma Lanigerum Hausm.), плодовой мотылька (Carpocapsa pomonella L.) и цветочного мотылька (Anthonomus). поморум л.). По результатам исследований установлено, что вариант последовательного опрыскивания Мовенто (1л/га + данитал (1л/га) + фосбан (2л/га) + Нурелл Д (1л/га) оказался биологически более эффективным, чем остальные варианты, обеспечивающие урожайность 189,8 ц/га.

Ключевые слова: *вредители яблони, степень заражения, стадия зимовки, взрослое насекомое, потеря урожая, препарат, биологическая эффективность.*

A.Araqelyan, M.Mirzoyan, V.Hayrapetyan

TYPES OF APPLE TREE PESTS DISTRIBUTED IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE ARTSAKH REPUBLIC AND THE BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF COMBATING THEM

In Artsakh Republic apple trees are damaged by numerous phytophages, which are one of the main causes of crop loss. From this point of view, the development and implementation of effective pest control measures is considered relevant. In order to carry out an effective fight against harmful organisms, it is necessary to recognize the types of harmful organisms, to be familiar with their lifestyle and development features, to know in many ways the forms, nature and dates of damage caused by harmful organisms.

The article examines the effects of preparations belonging to various chemical groups against the most common apple tree aphids: green (Aphis pomi Deg.) and woolly aphids (Eriosoma

Lanigerum Hausm.), fruit borer (Carpocapsa pomonella L.) and flower borer (Anthonomus pomorum L.) in the conditions of the foothill zone of the Republic of Artsakh. According to the research results, it turned out that the variant of sequential spraying of movento (1l/ha + danital (1l/ha) + fosban (2l/ha) + nurell D (1l/ha) surpassed the other variants in biological efficiency, providing a yield of 189.8 c/ha.
Key words: *apple tree pest, degree of infection, hibernation phase, mature insect, crop loss, preparation, biological efficiency.*

Ներածություն

2020թ. սեպտեմբերին թշնամու կողմից սանձազերծած պատերազմի հետևանքով ԱՀ գյուղատնտեսական նշանակության տարածքների 81,4 տոկոսը հայտնվել է թշնամու վերահսկողության տակ կամ գտնվում է մշակության համար վտանգավոր գոտում: Մասնավորապես՝ մինչև պատերազմական գործողությունները առկա էին՝ 7,4 հազար հեկտար բազմամյա տնկարկներ, ներկայումս առկա է 2,65 հազար հեկտար, կամ թշնամու տիրապետության տակ է անցել 64,2 տոկոսը [1]:

Եթե հաշվի առնենք, որ մեկ մարդու կողմից տարեկան օգտագործվում է 91 կգ միրգ, որից 49 կգ-ը՝ խնձոր [6], ապա կարելի է ենթադրել, որ ԱՀ բնակչության կողմից տարեկան օգտագործվում է 10920տ միրգ, որից 4920 տոննան՝ խնձոր:

Ազգաբնակչությանը գյուղատնտեսական մթերքներով, այդ թվում՝ պտղով ապահովելու համար կարևորվում է գյուղացիական տնտեսություններում առաջավոր տեխնոլոգիաների ներդրումը, որը կնպաստի արտադրության արդյունավետության բարձրացմանը:

Խնձորենու մշակության և բարձր բերք ստանալու համար վճռորոշ նշանակություն ունի պաշտպանության նոր, ժամանակակից մեթոդների կիրառումը: Վնասատու օրգանիզմների դեմ արդյունավետ պայքար իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ճանաչել վնասակար օրգանիզմների տեսակները, ծանոթ լինել նրանց կենսակերպին ու զարգացման առանձնահատկություններին, բազմակողմանիորեն իմանալ վնասակար օրգանիզմների հասցրած վնասի ձևերը, բնույթը և ժամկետները:

Խնդրի դրվածքը

Մեր ուսումնասիրություններով նպատակ ենք հետապնդել ԱՀ նախալեռնային գոտու պայմաններում ուսումնասիրել խնձորենու վնասատուների տեսակային կազմը և առավել վտանգավոր ֆիտոֆագերի զարգացման կենսաբանական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման հիման վրա մշակել գիտականորեն հիմնավորված պայքարի արդյունավետ միջոցառումներ: Այդ իսկ տեսանկյունից խնդիր է դրվել բացահատել.

1.խնձորենու ագրոբիոցենոզում վնասակար էնտոմոֆաունայի տեսականին, տարածվածությունը, վնասատուների հասցրած վնասի չափն ու բնույթը,

2.փորձարկել քիմիական տարբեր խմբերի պատկանող ինսեկտոակարիցիդներ, մշակել պայքարի արդյունավետ միջոցառումներ,

3. հաշվարկել ներդրման առաջարկվող պատրաստուկների կենսաբանական և տնտեսական արդյունավետությունները:

Հետազոտության արդյունքները

Խնձորենու վնասատուների տեսակային կազմը և տարածվածությունը պարզելու համար ուսումնասիրությունները կատարվել են 2021-2022թթ. ընթացքում ԱՀ նախալեռնային գոտու Իվանյան, Բերքաձոր և Կարմիր Շուկա համայնքներում (ծ.մ. 600մ)։ Այդ նպատակով վաղ գարնանից սկսած կատարվել են երթուղային հետազոտություններ, որի ընթացքում զննվել են ծառերի բները, սաղարթը, պտուղները, արձանագրվել և հավաքվել են մորֆոլոգիական զարգացման տարբեր փուլերում հայտնաբերված բոլոր վնասատուների տեսակները (օգտագործվել են նաև ֆերոմոնային թակարդներ) [6]: Հավաքված նյութի տեսակային պատկանելությունը որոշվել է մասնագիտական որոշիչների օգնությամբ [8]։

2021-2022 թթ. խնձորենու այգիներում տարածված պտղակերների, ծաղկակերների և լվիճների դեմ պայքարի միջոցառումների փորձարկումները կատարվել են ԱՀ Մարտունու շրջանի Կարմիր Շուկա համայնքի խնձորենու 18-19 տարեկան այգում (սորտ Այդոռեդ)։ Հիմք ընդունելով գրականության տվյալները՝ պայքարի համար ընտրվել են քիմիական տարբեր խմբերի պատկանող հետևյալ պատրաստուկները՝ ֆոսֆորօրգանական պատրաստուկներից՝ ֆոսբան, ագրոֆոս, դանիտալ, պիրետրոիդներից՝ կարատե, դեցիս պրոֆի, նուրելլ Դ, տետրոնաթթուների խմբից՝ մովենտո [4;7]։

Փորձարկումները իրականացվել են հետևյալ տարբերակներով.

1.Ստուգիչ (առանց սրսկումների),

2.կարատե ԽԷ, 0,4լ/հա (1-ին սրսկում) + կարատե ԽԷ, 0,4լ/հա (2-րդ սրսկում) + կարատե ԽԷ, 0,4լ/հա (3-րդ սրսկում) + կարատե ԽԷ, 0,4լ/հա (4-րդ սրսկում) (չափանմուշ),

3.ագրոֆոս ԽԷ, 2լ/հա (1-ին սրսկում) + դեցիս պրոֆի ԽԷ, 0,5լ/հա (2-րդ սրսկում) + կարատե ԽԷ, 0,4լ/հա (3-րդ սրսկում)+նուրելլ Դ ԽԷ, 1լ/հա (4-րդ սրսկում),

4.մովենտո ԽԿ, 1լ/հա (1-ին սրսկում) + դանիտալ ԽԷ, 1լ/հա (2-րդ սրսկում)+ֆոսբան ԽԷ, 2լ/հա (3-րդ սրսկում) + նուրելլ Դ ԽԷ, 1լ/հա (4-րդ սրսկում)։

Բոլոր տարբերակներն ունեցել են երեքական կրկնություններ։ Յուրաքանչյուր կրկնության մեջ ընդգրկվել են 10-ական ծառեր։ Պատրաստուկների կենսաբանական արդյունավետությունը որոշվել է՝ համաձայն գիտական հետազոտությունների մեթոդաբանության [5]։

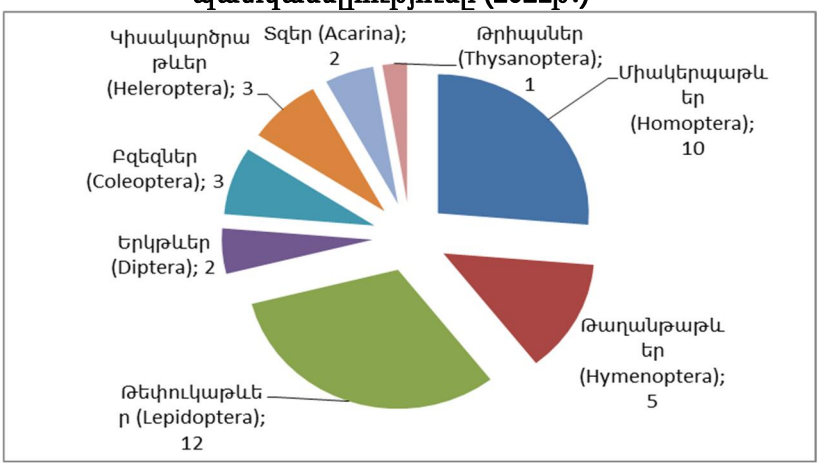
Փորձարարական այգում աշնանը՝ փորձի բոլոր տարբերակներում, այդ թվում ստուգիչ, տերևաթափից հետո բուսական մնացորդները ոչնչացվել և այգու միջշարային տարածությունները փխրեցվել են, կատարվել է պարարտացում փտած գոմաղբով (20 տ/հա): Այգու միջշարային և մերձբնային տարածություններում փորվել են 25 սմ լայնությամբ և 30 սմ խորությամբ փոսեր, հեկտարին հատկացվելիք գոմաղբը բաժանվել է ըստ պատրաստած փոսերի թվի, ապա լցվել է փոսերի մեջ ու ծածկվել հողով: Տերևաթափից հետո և գարնանը՝ նախքան բողբոջների բացվելը, կատարվել են սանիտարական հատումներ. հատվել են հիվանդ, չորացած, ինչպես նաև սաղարթը խտացնող ճյուղերը: Բոլոր տարբերակներում, այդ թվում ստուգիչ, ծառերը ոռոգվել են. առաջին ջրումը կատարվել է վաղ գարնանը՝ ծաղկումից 2 շաբաթ առաջ, (500մ^3 ջրման նորմով), երկրորդը՝ պսակաթերթերի թափվելուց անմիջապես հետո, երրորդը՝ պտուղների ձևավորման շրջանում [2]:

Բոլոր տարբերակներում, այդ թվում ստուգիչ, խնձորենու հիվանդությունների դեմ «կանաչ կոնի» փուլում կատարվել են սրսկումներ անտրակոլի 70% թրջվող փոշով (2,5կգ/հա):

Սրսկումները կատարվել են OՎS-1B մակնիշի տրակտորաքարշ սրսկիչի օգնությամբ: 1-ին սրսկումը կատարվել է նախքան բողբոջների ուռչելը, քանի դեռ լվիճները չեն մտել բողբոջների մեջ, 2-րդ սրսկումը՝ առաջին սրկումից 15 օր անց բողբոջները ուռչելու ժամկետում, քանի դեռ ծաղկակերները, սաղոցողները չեն վնասել, 3-րդ սրսկումը պսակաթեթերը թափվելուց 10 օր անց՝ պտղակերների դեմ, 4-րդ սրսկումը՝ 3-րդ սրսկումից 15 օր անց: Վնասատուների հաշվառումները կատարվել են սրսկումներից 5, 7, 15 և 21 օրեր անց:

Ստորև ներկայացված է ԱՀ նախալեռնային գոտում խնձորենու առավել տարածված ֆիտոֆագերի դասային պատկանելությունը (գծ.1):

Գծ. 1. ԱՀ նախալեռնային գոտում խնձորենու ֆիտոֆագերի դասային պատկանելիությունը (2021թ.)



Գծապատկեր 1-ի տվյալները վերլուծելով՝ պարզվում է, որ ԱՀ նախալեռնային գոտու պայմաններում խնձորենու այգիները վնասում են 38 տեսակ վնասատուներ, որոնցից 2-ը պատկանում են սարդակերպների, 36-ը՝ միջատների դասին: Արձանագրված վնասատուները պատկանում են տաքսոնոմիական 8 կարգերի, որոնցում առավել ընդգրկունը թեփուկաթևերի *(Lepidoptera)* 12 տեսակ և միակերպաթևերի *(Homoptera)* 10 տեսակ - կարգերի ներկայացուցիչներն են: Ըստ սննդային մասնագիտացման՝ առավել շատ տարածված են պոլիֆագերը (20 տեսակ), օլիգոֆագերը և մոնոֆագերը՝ 5 տեսակ, ֆիլոֆագերը՝ 8 տեսակ, գեներատիվ օրգանները վնասում է 4 տեսակ, իսկ 1 տեսակ՝ խնձորենու ծաղկակերը, անտոֆագ է և վնասում է ծաղիկները:

Հետազոտությունների տարիներին այգիներին զգալի վնաս են հասցրել խնձորենու պտղակերը (վարակվածությունը կազմել է 57,8%), ծաղկակերը (վարակվածությունը կազմել է 39,4%), կանաչ և բրդապատ լվիճները (վարակվածությունը կազմել է 38,5%), որոնց վրա էլ կենտրոնացվել են մեր փորձարկումները:

Տարածված վնասատուների դեմ պայքարի տարբեր ձևերի կենսաբանական արդյունավետության ցուցանիշները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1.

Խնձորենու այգում վնասատուների դեմ տարվող պայքարի տարբեր ձևերի կենսաբանական արդյունավետությունը ԱՀ նախալեռնային գոտու պայմաններում (2021-2022թթ. միջինը)

Տարբերակ	Ծախսի քանակը, լ հա կգ/հա	Տերևների և շիվերի բնակեցվածության աստիճանը լվիճներով, %	Կենսաբանական արդյունավետությունը, %	Ծաղիկների վնասվածությունը	Կենսաբանական արդյունավետությունը, %	Պտուղների վնասվածությունը պտղակերով, %	Կենսաբանական արդյունավետությունը, %
Ստուգիչ (առանց սրսկման)							
-	-	26,3	-	46,7	-	32,1	-
-	-	30,8	-	53,1	-	57,5	-
-	-	47,8	-	44,2	-	60,2	-
-	-	58,7	-	40,3	-	68,9	-
Սխեմա 1 (չափանմուշ)							

Կարատե ԽԷ (1-ին սրսկում)	0,4լ/հա	22,3	15,2	28,4	39,1	12.1	62,3
Կարատե ԽԷ (2-րդ սրսկում)	0,4լ/հա	15,7	49,0	23,8	55,1	10,4	82,0
Կարատե ԽԷ (3-րդ սրսկում)	0,4լ/հա	8,7	81,8	14,2	67,9	8,9	85,2
Կարատե ԽԷ (4-րդ սրսկում)	0,4լ/հա	5,3	91,0	3,5	91,3	3,8	94,4
Սխեմա 3							
Ագրոֆոս ԽԷ (1-ին սրսկում)	2լ/հա	22,1	15,9	27,5	41,1	12.3	61,7
Դեցիս Պրոֆի ԽԷ (2-րդ սրսկում)	0,5լ/հա	15,2	50,6	20,4	61,6	10,3	82,0
Կարատե ԽԷ (3-րդ սրսկում)	0,4լ/հա	7,3	84,7	13,2	70,1	5,6	90,7
Նուրելլ Դ ԽԷ (4-րդ սրսկում)	1լ/հա	1,9	96,8	2,2	94,5	3,1	95,5
Սխեմա 4							
Մովենտո ԽԿ (1-ին սրսկում)	1 լ/հա	21,9	16,7	26,9	42,4	11,9	63,0
Դանիտալ ԽԷ (2-րդ սրսկում)	1լ/հա	14,7	52,3	19,5	63,3	9,4	83,7
Ֆոսբան ԽԷ (3-րդ սրսկում)	2լ/հա	4,4	90,8	9,8	77,8	4,9	91,8
Նուրելլ Դ ԽԷ (4-րդ սրսկում)	1լ/հա	1,2	98,0	1,2	100	3,0	95,6

Աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ հաշվարկման բոլոր ժամկետներում չորրորդ տարբերակը (մովենտո ԽԿ (1լ/հա) + դանիտալ ԽԷ (1լ/հա) + ֆոսբան ԽԷ(2լ/հա) + նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա)) կենսաբանական արդյունավետությամբ գերազանցում է մնացած տարբերակներին, այդ թվում՝ չափանմուշային կարատեի ցուցանիշներին: Չափանմուշային կարատեն (տարբերակ 2) ստուգիչի համեմատ լվիճների դեմ ցուցաբերել է 15,2 - 91,0% կենսաբանական արդյունավետություն, ծաղկակերի դեմ՝ 39,1-91,3%, իսկ պտղակերի դեմ՝ 62,3-94,4%: 3-րդ տարբերակի պատրաստուկների հաջորդական սրսկումները լվիճների դեմ ապահովել են 15,9-96,8% կենսաբանական արդյունավետություն, ծաղկակերի դեմ՝ 41,1-94,5%, իսկ պտղակերի դեմ՝ 61,7-95,5%:

Խնձորենու բերքատվության ցուցանիշները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում: Փորձարկված տարբերակները ստուգիչի նկատմամբ ապահովել են 53,7-81,1գ/հա բերքի հավելում: Առավել բարձր բերք ստացվել է 4-րդ տարբերակում՝ 189,8գ/հա, որը 3-րդ տարբերակին գերազանցել է 3,7գ/հա-ով:

Առաջարկվող 3-րդ և 4-րդ սխեմաներով խնձորենու լվիճների, ծաղկակերի և պտղակերի դեմ պայքար կազմակերպելիս կբացառվեն ինսեկտոակարիցիդների դիմացկունության առաջացման հնարավորությունները: Հավելյալ շահույթը վերոնշյալ տարբերակներում համապատասխանաբար կազմել է՝ 1780,3 և 2449,3 հազ.դրամ:

Աղյուսակ 2.

Խնձորենու Այրոռեդ սորտի բերքատվությունը, գ/հա

Հ/Հ	Տարբերակները	Բերքատվությունը, գ/հա			Բերքի հավելումը ստուգիչի նկատմամբ, գ/հա
		Ապրանքային բերքը	Ոչ ապրանքային բերքը	Ընդամենը	
1	Ստուգիչ (առանց սրսկման)	13,1	95,6	108,7	-
2	Կարատե ԽԷ (0,4լ/հա)+ կարատե ԽԷ (0,4լ/հա)+ կարատե ԽԷ (0,4լ/հա)+ կարատե ԽԷ (0,4լ/հա) (չափանմուշ)	129,2	33,2	162,4	53,7
3	Ագրոֆոս ԽԷ (2լ/հա)+դեցիս Պրոֆի ԽԷ (0,5լ/հա)+կարատե ԽԷ (0,4լ/հա)+ նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա)	164,8	21,3	186,1	77,4
4	Մովենտո ԽԿ (1լ/հա)+դանիտալ ԽԷ (1լ/հա)+ֆոսբան ԽԷ (3 լ/հա)+ նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա)	199,7	20,1	189,8	81,1

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

1. ԱՀ նախալեռնային գոտու պայմաններում խնձորենու այգիները վնասում են 38 տեսակ վնասատուներ, որոնցից 2-ը պատկանում են սարդակերպների, 36-ը՝ միջատների դասին:

2. Հետազոտությունների տարիներին այգիներին զգալի վնաս են հասցրել խնձորենու պտղակերը (վարակվածությունը կազմել է 57,8%), ծաղկակերը (վարակվածությունը կազմել է 39,4%), կանաչ և բրդապատ լվիճները (վարակվածությունը կազմել է 38,5%):

3.Հաշվարկման բոլոր ժամկետներում չորրորդ տարբերակը (Մովենտո ԽԿ (1լ/հա)+դանիտալ ԽԷ (1լ/հա)+ֆոսբան ԽԷ (3 լ/հա)+նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա)) կենսաբանական արդյունավետությամբ գերազանցել է մնացած տարբերակներին, այդ թվում չափանմուշային կարատեյի ցուցանիշներին:

4.Փորձարկված տարբերակները ստուգիչի նկատմամբ ապահովել են 53,7-81,1ց/հա բերքի հավելում: Առավել բարձր բերք ստացվել է 4-րդ տարբերակում՝ 189,8ց/հա, որը 3-րդ տարբերակը գերազանցել է 3,7ց/հա-ով:

5. Հավելյալ շահույթի առավելագույն ցուցանիշ է գրանցվել 4-րդ տարբերակում, որը կազմել է 2449,31 հազ.դրամ:

ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆԸ

1.Խնձորենու կանաչ և բրդապատ լվիճների, ծաղկակերի ու պտղակերի դեմ արդյունավետ պայքար կազմակերպելու համար, առաջարկվում է կիրառել մովենտո ԽԿ (1լ/հա) + դանիտալ ԽԷ (1լ/հա) + ֆոսբան ԽԷ (2լ/հա) + նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա) կամ ագրոֆոս ԽԷ (2լ/հա)+ դեցիս պրոֆի ԽԷ (0,5լ/հա)+ կարատե ԽԷ (0,4լ/հա)+ նուրելլ Դ ԽԷ (1լ/հա) տարբերակներից մեկը:

2.Ցանկալի է ըստ տարիների նշված տարբերակները կիրառել փոխեփոխ:

Գրականություն

1. 2021 թվականի պետական բյուջեի կատարման հաշվետվություն:
2.Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման նորմերն ու ռեժիմները Հայաստանի Հանրապետության ոռոգելի հողատարածքների համար, 2007, էջ 162:
3. Մարգարյան Ա.Ե., Շահինյան Հ.Ն., Պտղաբուծություն, Եր., 1976, 559 էջ:
4. Տեր-Գրիգորյան Ա., Սարգսյան Ս.- Պտղատու ծառատեսակների վնասակար էնտոմոֆաունա և պայքար, Եր., 2021, 264 էջ:
5. Խաչատրյան Ա.Ռ., Ագրոքիմիական հետազոտությունների մեթոդներ, Եր., 2002, 237 էջ:
6.Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические

рекомендации. МР 2.3.1.1915-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 28 с.,
7. Колесова Д.А., Интегрированная защита яблони // Садоводство и виноградарство. 1992, N 3, с. 7-11.
8. Энциклопедия насекомых (Определители насекомых) (narod.ru)

Նյութը ներկայացվել է 25.04.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 19.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023։
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, կ.գ.դ. Հ.Գ.Գալստյանը։

ՀՏԴ 581.8

Բուսաբանություն

Կարինե ԲԱԼԱՅԱՆ
ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիայի ամբիոնի դոցենտ, կ.գ.թ.
E-mail: balayan-karine@mail.ru

Արթուր ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ
ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիայի ամբիոնի դոցենտ, բ.գ.թ.
E-mail: aveartur64@mail.ru

Սոնա ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ
ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիայի ամբիոնի ասիստենտ
E-mail: sona_82@mail.ru

Ռոզա ԿՈՍՏԱՆԴՅԱՆ
Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարանի դասախոս
E-mail: rozakostandyan67@mail.ru

Աննա ՍԻՄՈՆՅԱՆ
ԱրՊՀ մագիստրոս
E-mail: anna.simonyan.17@mail.ru

ՍԻՐՏ - ԱՆՈԹԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՈՐՈՇ ՀԻՎԱՆԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԴԵՂԱԲՈՒՅՍԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԱՅԻՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Հոդվածում ներկայացվում են սիրտ-անոթային համակարգի որոշ հիվանդությունների դեպքում լայնորեն կիրառվող դեղատու բույսերի տեսակային բազմազանությունը, նրանց կառուցվածքային առանձնահատկությունները և որոշ ներկայացուցիչների մանրադիտակային ուսումնասիրությունների արդյունքները: Ներկայումս

սիրտ-անոթային հիվանդությունների կանխարգելումը համարվում է առողջապահության ոլորտում հիմնական բժշկասոցիալական խնդիրը: Սրտի և արյան անոթների հիվանդությունները տնտեսապես զարգացած երկրների բնակչության վաղաժամ մահվան, հաշմանդամության և ժամանակավոր անաշխատունակության պատճառ են հանդիսանում: Սիրտ-անոթային հիվանդությունների բուժման համար հաճախ օգտագործվում են դեղաբույսերի պատրաստուկներ: Հանգստացնող ազդեցություն ունեցող դեղաբույսերը կարող են նվազեցնել նյարդային լարվածության, սթրեսի, հոգեբանական անկայունության պատճառով բարձրացած արյան ճնշումը: Սիրտ-անոթային համակարգի որոշ հիվանդությունների դեպքում դեղատու բույսերից ընդգրկվել են հետևյալ ներկայացուցիչները՝ ալոճենի (Crataegus L.), մասրենի (Rosa L.), նռնենի (Punica L.), բալենի (Cerasus L.), կիտրոն (Citrus L.), պոմելո (Citrus maxima L.), ինչպես նաև նեխուր (Apium L.), բազուկ (Beta L.), ռեհան (Ocimum L.), ավոկադո (Persea americana L.), ակտինիդիա (Actinidia L.), ցեյլոնի դարչին (Cinnamomum verum L.) և այլն: Նշված դեղաբույսերը պարունակում են վիտամիններ, ալկալոիդներ, եթերայուղեր և այլն, որոնք օգտակար են մարդու առողջության պահպանման ու վերականգնման համար:

***Բանալի բառեր՝** աթերոսկլերոզ, հիպերտոնիա, խոլեստերին, դեղաբույսեր, ֆիտոթերապիա, նեխուր, պոմելո, ավոկադո, ակտինիդիա, դարչին:*

К. Балаян, А. Аветисян, С. Григорян,
Р. Костандян, А. Симонян

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

В работе представлено видовое разнообразие лекарственных растений, широко применяемых при некоторых заболеваниях сердечно-сосудистой системы, особенности их строения и результаты микроскопических исследований некоторых представителей. На сегодняшний день сердечно- сосудистые заболевания являются главной медико-социальной проблемой в области здравоохранения.

Болезни сердца и сосудов являются причиной преждевременных летальных исходов, инвалидности и временной нетрудоспособности среди населения экономически развитых стран. Для лечения сердечно-сосудистых заболеваний часто используются препараты из лекарственных растений. Травы с успокоительным действием позволяют сократить давление по причине нервного напряжения, стрессов, психологической нестабильности. При некоторых заболеваний сердечно-сосудистой системы были включены следующие лекарственные растения: боярышник *(Crataegus* L.*)*, шиповник (*Rosa* L.), вишня (*Cerasus* L.), лимон (*Citrus* L.), помело (*Citrus maxima* L.), гранат *(Punica* L.), а также сельдерей (*Apium* L.), свёкла (*Beta* L.), базилик (*Ocimum* L.), авокадо (*Persea americana* L.), актинидия (*Actinidia* L.), коричник цейлонский (*Cinnamomum verum* L.) и др.. Исследованные лекарственные травы содержат витамины, алкалоиды, эфирные масла и др., полезные для поддержания и восстановления здоровья человека.

Ключевые слова: *атеросклероз, гипертония, холестерин, лекарственные травы, фитотерапия, сельдерей, помело, авокадо, актинидия, корица.*

K. Balayan, A. Avetisyan, S. Grigoryan, R. Kostandyan, A. Simonyan

MICROSCOPIC STUDIES OF MEDICINAL PLANTS USED IN SOME DISEASES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

The paper presents the species diversity of medicinal plants widely used in certain diseases of the cardiovascular system, the features of their structure and the results of microscopic studies of some representatives. Today, cardiovascular diseases are the main medical and social problem in the field of health care. Diseases of the heart and blood vessels are the cause of premature deaths, disability and temporary disability among the population of economically developed countries. For the treatment of cardiovascular diseases, preparations from medicinal plants are often used. Herbs with a sedative effect can reduce pressure due to nervous tension, stress, psychological instability. For some diseases of the cardiovascular system, the

following medicinal plants have been included: hawthorn (*Crataegus* L.), rose (*Rosa* L.), cherry (*Cerasus* L.), lemon (*Citrus* L.), pomelo (*Citrus maxima* L.), pomegranate (*Punica* L.), as well as celery (*Apium* L.), beetroot (*Beta* L.), basil (*Ocimum* L.), avocado (*Persea americana* L.), actinidia (*Actinidia* L.), ceylon cinnamon (*Cinnamomum verum* L.) and others. The studied medicinal herbs contain vitamins, alkaloids, essential oils, etc., useful for maintaining and restoring human health.

Key words: *atherosclerosis, hypertension, cholesterol, medicinal herbs, phytotherapy, celery, pomelo, avocado, actinidia, cinnamon.*

Սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունները սրտի և արյունատար համակարգի հիվանդությունների խումբ են, որոնց մեջ են մտնում սրտի իշեմիկ հիվանդությունը, ռևմոկարդիտը (սրտամկանի և սրտի փականների վնասվածքը՝ ռևմատիզմի հետևանքով), գլխուղեղի անոթների հիվանդությունները, սրտի բնածին արատները, թրոմբոզները և այլն: Եթե ԱՄՆ-ում սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունների պատճառով մահերը կազմում են բոլոր մահերի մոտ 34%-ը, ապա Հայաստանում, ըստ ՀՀ Ազգային վիճակագրական ծառայության տվյալների, դրանք կազմում են բոլոր մահերի մոտ 50%-ը: Քաղաքակրթության զարգացմանը զուգընթաց սրտային հիվանդությունները «երիտասարդանում» են [1]:

Աշխատանքն արդիական է, քանի որ սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունները համարվում են 21-րդ դարի մեծ չարիք ու մարդկանց մահացության պատճառների առաջատարների թվին են պատկանում, նկատվում է նաև այդ հիվանդության «երիտասարդացում»: Ուստի նշված համակարգի հիվանդություններից խուսափելու համար պետք է կարողանալ հատուկ ուշադրություն դարձնել կանխարգելման տարբեր միջոցներին, հատկապես դեղաբույսերի միջոցով կանխարգելմանը: Ինչպես ողջ աշխարհում, այնպես էլ Հայաստանում ու Արցախում առավել տարածված են աթերոսկլերոզը և հիպերտոնիան:

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել և ներկայացնել սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունների կանխարգելման ժամանակ օգտագործվող դեղաբույսերի տեսակային բազմազանությունն ու նրանց կառուցվածքային առանձնահատկությունները: Սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդություններ ձեռք բերելու գլխավոր ռիսկային գործոններն են սխալ սնունդը, ֆիզիկական ակտիվության պակասը և ծխախոտը: Սթրեսները նույնպես նպաստում են անոթների զարկերակային համակարգի վնասմանը և աթերոսկրելոզի զարգացմանը:

Սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունները, ինչպես նաև շատ այլ նենգ հիվանդություններ, զարգանում են շատ «աննկատ», իսկ մենք դրանց մասին իմանում ենք միայն այն ժամանակ, երբ հիվանդության հետևանքներն ու զարգացումները բավականին լուրջ բնույթ են կրում: Էկոլոգիայի անբարենպաստ պայմանները, նյարդային լարվածությունը, սթրեսային վիճակները ոչ ոքի համար էլ, բնականաբար, առողջարար չեն և վատ են անդրադառնում սրտի վրա: Մեր կենսակերպը ևս մեծ դեր ունի՝ հաճախ ոչ ճիշտ սնվելը, բարեկեցիկ կյանքին ձգտելու մեր ցանկությունները դարձնում են մեզ ավելի անշարժ:

Կարևոր գործոններ են նաև երկրում տիրող պատերազմական իրավիճակը, սոցիալ-տնտեսական մթնոլորտը, ծանր աշխատանքը, նյարդերը, հանգստի պակասը… Գուցե այս պատճառով են սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունները տարածված հենց համեմատաբար «անապահով» երկրներում: Այդպիսի երկրներում նման հիվանդությունների կանխարգելում էլ, որպես կանոն, չկա, ինչն էլ ավելի է մեծացնում նրանց զարգացման ռիսկը: Սրտի և անոթների հիվանդությունների աճը բնորոշ է զարգացած, նյարդահոգեկան բարձր լարվածությամբ աչքի ընկնող արդյունաբերական երկրներին [3]:

Աթերոսկլերոզը (երբեմն այս հիվանդությունը անվանում են «կյանքի ժանգ») զարկերակների ախտահարումն է, որի ժամանակ զարկերակների ներքին մակերեսին առաջանում են ճարպային նյութ (հատկապես խոլեստերին և դրա եթերները) պարունակող դեղնավուն թիթեղիկներ (հաստուկներ): Դրա հետևանքով զարկերակների լուսանցքը նեղանում է և դժվարացնում արյունահոսքը: Անոթների պատերը կորցնում են առաձգականությունը, և դժվարանում է թթվածնի ու սննդանյութերի մատակարարումն օրգաններին: Դրա հետևանքով առաջանում է հյուսվածքների թթվածնաքաղց, որն ուղեկցվում է ցավերով [2]:

Սխալ սնվելու հետևանքով մեր անոթների պատերին խարամներ են առաջանում, որոնք մեզ հայտնի են *խոլեստերինային թիթեղիկներ* անունով: Դրանք հիմնականում առաջանում են կենդանական սննդի, յուղոտ մսի, ճարպի, սերուցքային կարագի, բարձր յուղայնություն ունեցող կաթնամթերքի հետևանքով: Խոլեստերինային թիթեղիկների պատճառով անոթների լուսանցքերը նեղանում են ու դառնում դժվարանցանելի: Այս երևույթը կոչվում է *աթերոսկլերոզ*, ինչի պատճառով արյունն անոթներով չի շրջանառվում, ինչպես պետք է իրականում լիներ, այլ արյան հոսքը դանդաղում է՝ ճանապարհին հաղթահարելով բազում «խոչընդոտներ»: Դա էլ իր հերթին հանգեցնում է արյան բարձր ճնշման, թուլացնում է հիշողությունը, նվազում է աշխատունակությունը: Հյուսվածքները նույնպես տուժում են, թվարկված պատճառների հետևանքով հյուսվածքներ մատակարարվող թթվածինն ու սննդարար նյութերը լիարժեք տեղ չեն հասնում: Մի խոսքով, հասկանալի է, որ

երբ անոթները մաքրվեն խարամներից, մեր օրգանիզմը կաշխատի լիարժեք, իր հնարավորությունների ու կարողությունների ողջ հզորությամբ: Երբ անոթները մաքրվեն, դա անմիջապես կանդրադառնա նաև մեր ինքնազգացողության ու արտաքին տեսքի վրա:

Աթերոսկլերոզի զարգացմանը նպաստում են ոչ ճիշտ սնվելը, հատկապես կենդանական ճարպերի գերօգտագործումը, նյարդային լարվածությունը, նստակյացությունը, մկանային գործունեության անբավարարությունը և այլ գործոններ: Միաժամանակ արյան պլազմայում խոլեստերինի, լիպոիդների և լիպոպրոտեիդների քանակության մեծացումը ճնշում է հակամակարդիչ համակարգիը ու նպաստում մակարդուկների առաջացմանը: Վերջիններս խցանում են կամ նեղացնում անոթները, վնասում սրտի պսակաձև անոթները, նպաստում նրանց կծկանքին և պսակաձև անբավարարության զարգացմանը նույնիսկ ինֆարկտին: Նշված բոլոր գործընթացներն առաջացնում են ուժեղ գլխացավեր, գլխապտույտ, հիշողության թուլացում, ներքին արգելակում, ընդհուպ ուշաթափություն և սուր ցավեր սրտի շրջանում:

Խոլեստերինը սովորաբար բաժանվում է երկու տեսակի՝ «վատ» և «լավ»: Երկու տեսակներն էլ գտնվում են արյան պլազմայում՝ լիպոպրոտեինների բաղադրության մեջ: «Լավ» խոլեստերինը բարձր խտության լիպոպրոտեինների պայմանական անվանումն է: Խոլեստերինի այս տեսակի հիմնական գործառույթն ավելորդ խոլեստերինը վերամշակման համար արյան միջից լյարդ տեղափոխելն ու հետագայում օրգանիզմից դուրս բերելն է, ուստի խոլեստերինի այս տեսակը պաշտպանում է օրգանիզմը լուրջ հիվանդություններից և մաքրում է անոթների ներքին պատերը: Ի տարբերություն «լավ» խոլեստերինի՝ «վատ» խելեստերինը կուտակվում է զարկերակների պատերին՝ առաջացնելով խցանումներ: Այն միանում է ապոպրոտեինների հետ՝ առաջացնելով ճարպասպիտակուցային նյութեր՝ ցածր խտության լիպոպրոտեիններ: Առողջության համար վտանգավոր է համարվում հենց այս խոլեստերինի բարձր մակարդակը: Մարդու արյան մեջ խոլեստերինի մակարդակը կարող է տատանվել 3,6 մմոլ/լ-ից 7,8 մմոլ/լ-ի միջև [4]:

Սույն աշխատանքի ուսումնասիրության մեթոդներից են՝ հերբարիումային, նկարագրական, մանրադիտակային ուսումնասիրությունների և ֆիտոթերապիայի: ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիայի ամբիոնի լաբորատորիայում կատարվել են մանրադիտակային ուսումնասիրությունները թվային մանրադիտակի օգնությամբ: Հերբարիումային մեթոդի շնորհիվ կատարվել են աշխատանքում ընդգրկված դեղաբույսերի չորացումը: Ֆիտոթերապիայի կամ բուսաբուժության մեթոդի շնորհիվ սիրտ-անոթային համակարգի հիվանդությունների կանխարգելման համար ուսումնասիրվել են դեղատու բույսերի մի շարք բաղադրատոմսեր:

Դեղաբուսական հումքից տնային պայմաններում կարելի է պատրաստել թեյեր, սպիրտային թուրմեր, ջրաթուրմեր, եփուկներ, թարմ հյութեր և այլն:

Ստորև ներկայացվում են սիրտ-անոթային համակարգի որոշ հիվանդությունների դեպքում լայնորեն կիրառվող որոշ դեղատու բույսերի տեսակային բազմազանությունը, նրանց կառուցվածքային առանձնահատկությունները և մանրադիտակային ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Բալենու (Вишня, *Cerasus* L.) պտուղները հակաօքսիդանտների ու հակաբորբոքային ազդեցությամբ օժտված բաղադրիչների հարուստ աղբյուր են: Այդ նյութերը դանդաղեցնում են ծերացման գործընթացն ու պաշտպանում քրոնիկ հիվանդություններից, այդ թվում նաև սիրտ-անոթային հիվանդություններից, շաքարային դիաբետից, ուռուցքներից, ծերունական թուլամտությունից ու ճարպակալումից: Բալի հյութի գործածությունը նվազեցնում է խոլեստերինի ընդհանուր ցուցանիշները, այդ թվում նաև «վատ» խոլեստերինի մակարդակը:

Բազուկն (Свёкла, *Beta* L.) ունի մի շարք օգտակար հատկություններ աթերոսկլերոզի և արյան բարձր ճնշման դեպքում: Գարնանը սննդի մեջ են օգտագործում մատղաշ տերևներն ու կոթունները, իսկ աշնանը և ձմռանը՝ արմատապտուղները: Բազուկի բաղադրության առատ մագնեզիումը նպաստում է աթերոսկլերոզի ու արյան բարձր ճնշման կարգավորմանը: Այս բանջարեղենով պատրաստուկներն օրգանիզմից դուրս են բերում վատ խոլեստերինը, իսկ բաղադրության յոդի ու կոբալտի շնորհիվ բարելավվում է հիշողությունը, ուշադրության կենտրոնացումը:

Կիտրոնի (Лимон, *Citrus* L.) պտուղներում պարունակող ֆլավանոիդներն իջեցնում են արյան ճնշումը և պաշտպանում արյունատար անոթները: Հյութը հարուստ է կիտրոնաթթվով, պարունակում է բազմաթիվ մակրո և միկրոտարրեր, C, A, B խմբի վիտամիններ[4]: Կիտրոնն օժտված է ընդհանուր կազդուրիչ, հակաբորբոքային, հակամանրէային, հակասկլերոտիկ և վերքերը վերականգնող ազդեցությամբ: Եթերային յուղն ունի արտահայտած հակավարակային ազդեցություն, կիրառվում է արոմաթերապիայում, ունի հակաայտուցային, խորխաբեր, հիպոլիպիդեմիկ ազդեցություն (իջեցնում է խոլեստերինի պարունակությունն արյան մեջ):

Սզնու (Боярышник, *Crataegus* L.) պտուղների պատրաստուկները (թուրմ, եփուկ, ոգեթուրմ) լայնորեն կիրառվում են սիրտ-անոթային համակարգի, հիպերտոնիայի դեպքում որպես հանգստացնող միջոց: Պտուղներն ու ծաղկաբույլերը հնուց օգտագործվում են որպես փորձված ժողովրդական միջոց և կիրառվում սրտի արատի, անքնության, աթերոսկլերոզի, գլխուղեղի արյան մատակարարման կարգավորման ժամանակ: Կոկոնները և ծաղիկներն ունեն թույլ յուրահատուկ հոտ և դառնավուն համ: Ծաղիկներից և տերևներից պատրաստում են թեյ:

Դարչինը դափնազգիների ընտանիքին պատկանող ցեյլոնյան դարչնածառի (Корица, Коричник цейлонский, *Cinnamomum verum*) չորացրած կեղևն է, որն օգտագործում են որպես համեմունք: Դարչինը նպաստում է արյան մեջ «վատ» խոլեստերինի մակարդակի նվազեցմանը: Աշխատանքային օրվա սկզբին դարչինով մի բաժակ թեյ խմելու սովորությունը կարող է զգալիորեն նվազեցնել սիրտ-անոթային հիվանդությունների զարգացման վտանգը: Նույնիսկ նրանց համար, ովքեր արդեն սրտի կաթված են տարել, դարչինը կարող է օգնել ամրապնդել սրտամկանները և նվազեցնել կրկնվող ինֆարկտի վտանգը: Ինչպես և ցանկացած այլ, նույնիսկ ամենաօգտակար մթերքի դեպքում դարչինը ևս չի կարելի չարաշահել:

Ռեհանն (Базилик, *Ocimum* L.) ամենահզոր հակաօքսիդանտն է և մարդու օրգանիզմի անոթներից մաքրում է «վատ» խոլեստերինը: Խոլեստերինի բարձր մակարդակն այսօր «ամենանորաձև» խնդիրներից է, որը կարող է հանգեցնել սրտի հիվանդության: Որպես կանոն, այդ խնդրի դեմ հիմնականում պայքարում են դեղորայքով: Իսկ մեր բնությունը, ինչպես ավելի ու ավելի ենք համոզվում, ունի յուրաքանչյուր խնդրի լուծումը, բնական միջոցը, որը, ի դեպ, շատ ավելի արդյունավետ է խոլեստերինի մակարդակի իջեցման համար: Այսինքն, ռեհանը բնական հզոր հակաօքսիդանտ է:

Կիվին, ակտինիդիան (Актинидия, *Actinidia* L.) անհրաժեշտ է օգտագործել առավոտյան՝ նախաճաշից առաջ: Այն պարունակում է ավելի շատ C վիտամին, քան նարինջը կամ կիտրոնը: Բացի այդ, կիվին հարուստ է օրգանական թթուներով, մագնեզիումով, պեկտիններով, ֆոսֆորով, կալիումով, երկաթով: Կիվիի հաճախակի օգտագործումը նպաստում է էնդորֆինի՝ երջանկության հորմոնի արտադրությանը: Ավելին, կիվին կարգավորում է նաև արյան ճնշումը, սիրտ-անոթային համակարգի աշխատանքը: Այս տրոպիկական միրգն ունի նաև հակաուռուցքային, հակաօքսիդանտ հատկություն:

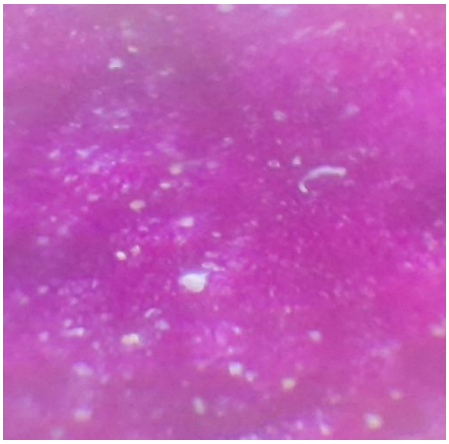
Մասուրը (Роза, *Rosa* L.) լայնորեն կիրառվում է ժողովրդական բժշկության մեջ որպես բուժական միջոց տարբեր հիվանդությունների դեմ: Մասրենու ծաղկաթերթերից կարելի է ստանալ էքստրակտ սրտամկանի բորբոքային պրոցեսների բուժման համար: Մասուրը լավագույն հակաբորբոքիչ միջոց է:

Նուռը (Гранат, *Punica* L.) կամ նռան հյութը հզոր անոթամաքրիչ է: Մրգերի մեջ նուռն առաջատար է հակաօքսիդանտների պարունակությամբ. երեք անգամ գերազանցում է կանաչ թեյը կամ նարինջը: Դեռ հնում նռան հյութն օգտագործվել է սիրտ-անոթային հիվանդությունները կանխարգելելու համար: Նուռը համարվում է բնական ասպիրին՝ թույլ չի տալիս արյան մակարդումն ու արյան գնդիկների խցանումների առաջացումը արյունատար անոթներում: Այն օժտված է նաև բարձր ճնշումն իջեցնելու հատկությամբ: Նռան հյութը պայքարում է մարմնում առկա ազատ ռադիկալների դեմ և կանխում քաղցկեղի առաջացումը:

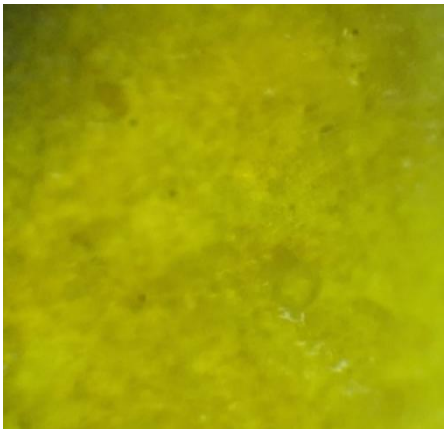
Ավոկադոյի (Авокадо, Персея американская, *Persea americana* L.) պտուղները հարուստ են վիտամիններով և կարևոր հանքային նյութերով: Ավոկադոյի պտուղների մեջ պարունակվող ֆոլաթթուն նվազեցնում է խոլեստերինի մակարդակն արյան մեջ: Պտուղները հանդիսանում են նաև հակասթրեսային և հակաքաղցկեղային միջոց:

Պոմելոն (Помело или помпельмус, *Citrus maxima* L.) ցիտրուսային միրգ է, որի օգտագործումը լայն տարածում է գտել մեզ մոտ: Հանդիպում է տարբեր գույների՝ բաց կանաչից մինչև դեղնավարդագույն: Պտուղները երկշերտ կեղևով են: Դրա կեղևը բավական հաստ է ու դառը: Արտաքին կեղևը դեղին կամ նարնջագույն է, ունի եթերային յուղերով լցված զետեղարաններ, որոնց վնասվելուց պտուղները կորցնում են բույրը և արագ փչանում: Երկրորդ շերտը սպիտակ է, դառը, պարունակում է հեսպերիդին գլյուկոզիդ:

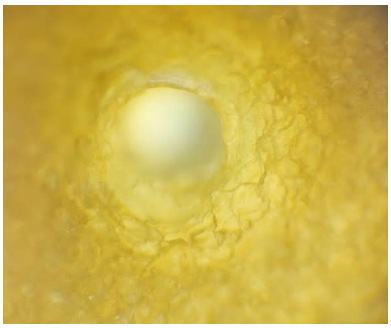
Եթերայուղերի առկայությունը մասրենու ծաղիկներում, պոմելոյի ու ավոկադոյի պտուղներում ուսումնասիրվել է թվային մանրադիտակի միջոցով՝ X150 խոշորացմամբ և ներկայացվում է ստորև բերված նկարում:



ա



Բ



Գ

Նկ. Ա – Եթերայուղերի առկայությունը մասրենու ծաղկաթերթերում՝ թվային մանրադիտակի X 150 խոշորացմամբ, Բ - Եթերայուղերի առկայությունը ավոկադոյի պտղամսում՝ թվային մանրադիտակի X 150 խոշորացմամբ, Գ - Եթերայուղերի զետեղարանների առկայությունը պոմելոյի պտուղների կեղևում՝ թվային մանրադիտակի X150 խոշորացմամբ:

Նեխուրը (*Apium* L.) կամ քյարավուզն իր բուժական հատկություններով առանձնանում է, քանի որ պարունակում է վիտամիններ C, PP, B_1, B_2, շաքարներ, եթերայուղ, կալիումի, կալցիումի, ֆոսֆորի աղեր և այլն [5]: Նեխուրի ցողունը, տերևները և արմատն օգտագործում են օրգանիզմից տոքսինների դուրս բերման համար: Նեխուրը նաև հակաօքսիդանտ է, ուստի կանխում է մեր օրգանիզմի վրա վտանգավոր ազատ ռադիկալների ունեցած ազդեցությունը: Նեխուրն ունի նաև միզամուղ հատկություն, այն կարգավորում է նյութափոխանակությունը: Նեխուրի հյութն արդյունավետ է նաև արյան բարձր ճնշման դեպքում: Հետազոտությունների արդյունքում կարող ենք նշել, որ հետևյալ բաղադրատոմսն իջեցնում է արյան բարձր ճնշումը. մեկ շաբաթ շարունակ ամեն օր նեխուրի հյութ խմելով՝ կնվազեցվի արյան ճնշումը: Լավագույն արդյունքի հասնելու համար, մեկ շաբաթ պետք է խմել հյութը, ապա 3 շաբաթ դադար տալ, հետո կրկնել: Նեխուրի կիրառումը դրական արդյունք է տալիս սիրտ-անոթային հիվանդությունների դեպքում, ինչպես նաև համարվում է աթերոսկլերոզի հրաշալի կանխարգելիչ միջոց:

Այսպիսով, արդի ժամանակաշրջանում մտավոր գործունեությունն աստիճանաբար դուրս է մղում ֆիզիկական աշխատանքը: Դրա հիմնական պատճառն ավտոմատացված տեխնոլոգիաների ներդրումն է աշխատանքային գործունեության տարբեր բնագավառներում: Սակայն որոշ մտավոր բնագավառների աշխատողների (բժիշկներ, մանկավարժներ) գործունեությունը կապված է նյարդային մեծ լարվածության հետ, ուստի նրանք ենթակա են սիրտ-անոթային հիվանդությունների: Սակավաշարժությունը կամ

նստակյաց կենսակերպը հիմնականում հատուկ է քաղաքի բնակիչներին և բացասաբար է ազդում մարդկանց առողջության վրա: Ճարպակալումը ևս ռիսկի գործոն է սիրտ-անոթային հիվանդությունների զարգացման համար: Անհատականությունը նույնպես ազդում է սիրտ-անոթային հիվանդությունների առաջացման վրա: Այն անձինք, ովքեր ունեն մշտապես ներքին լարվածություն, պատվախնդիր են, զգալիորեն ենթակա են սրտային սակավարյունային հիվանդության զարգացման:

Գրականություն

1.Մինասյան Ս. Մ., Ադամյան Ծ. Ի., Առողջագիտություն, Եր., 2008 թ., էջ 144:
2.Мазнев Н., Новейшая энциклопедия лекарственных растений, М., 2008, с. 208.
3.Мартиросян А., Энциклопедия лекарственных растений и секреты фитотерапии, Ер., 2010, с. 115.
4.Нужный В. П., Рожанец В. В., Ефремов А. П., Фитотерапия, М., 2009, с. 128.
5.Пронченко Г. Е., Лекарственные растительные средства. М. 2002. с. 152.

Նյութը ներկայացվել է 8.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 19.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, կ.գ.դ. Հ.Գ.Գալստյանը:

ՀՏԴ 57(159.91)

Հոգեֆիզիոլոգիա

Արտյոմ ՍԱՀԱԿՅԱՆ
Արցախի պետական համալսարանի կենսաբանության և քիմիայի ամբիոնի հայցորդ, Արցախի գիտական կենտրոնի ֆիզիոլոգիայի լաբորատորիայի գիտաշխատող

ԱՐՑԱԽՅԱՆ ՊԱՏԵՐԱԶՄԻ ՄԱՍՆԱԿԻՑՆԵՐԻ ՀՈԳԵԲԱՆԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԻ ԵՎ ԿՅԱՆՔԻ ՈՐԱԿԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Հոդվածում ուսումնասիրվել են Արցախյան պատերազմի մասնակիցների հոգեբանական վիճակի մի քանի ասպեկտներ, գնահատվել են պատերազմական գործողությունների հետևանքով ծագած հոգետրավմատիկ գործոնների ազդեցությունը և դրանց հոգեբանական հետևանքները: Իրականացվել է մասնակիցների կյանքի որակի գնահատում «QofL SF-36» թեստով: Հետազոտվողների խմբերում բացահայտվել է դեպրեսիայի, աստենիայի, հիպոխոնդրիայի արտահայտվածություն, տագնապայնության բարձր մակարդակ պատերազմական գործողություններին չմասնակցած ստուգիչ խմբի անհատների համեմատությամբ: Հայտնաբերվել է ֆիզիկական և հոգեկան առողջության բաղադրիչների արժանահավատ ցածր մակարդակ՝ ստուգիչ խմբի համեմատ: Բացահայտվել է, որ պատերազմի մասնակիցներից առավել խոցելի վիճակում են գտնվում տարբեր աստիճանի և բարդության վիրավորում ստացած մասնակիցները: Պարզվել է, որ մասնակիցների մոտ ի հայտ եկել կյանքի որակի էական փոփոխություններ, ֆիզիկական ակտիվության և գործառության նվազում, հոգեկան առողջության խաթարում պայմանավորված հետտրավմատիկ սթրեսով և հոգեհուզական գերլարվածությամբ: Դիտարկվում է խաղաղ պայմաններում մարտական գործողությունների մասնակիցների սոցիալ-հոգեբանական վերականգնման

համար համապատասխան միջոցառումների և հանձնարարականների մշակման անհրաժեշտությունը:

Բանալի բառեր՝ պատերազմական գործողություններ, հոգետրավմատիկ վիճակ դեպրեսիա, աստենիա, հիպոքոնդրիա, տագնապայնության մակարդակ, կյանքի որակ

А. Саакян

ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ УЧАСТНИКОВ АРЦАХСКОЙ ВОЙНЫ

В работе изучены некоторые аспекты психологического состояния участников Арцахской войны, оценено влияние психотравмирующих факторов, вызванных боевыми действиями, и их психологические последствия. Оценка качества жизни участников проводилась с помощью теста «QofL SF-36». Выявлен более высокий уровень депрессии, астении, ипохондрии, тревожности в группах испытуемых по сравнению с лицами контрольной группы, не участвовавшими в боевых действиях. Выявлены достоверно более низкие уровни компонентов физического и психического здоровья по сравнению с контрольной группой. Выявлено, что среди участников войны в наиболее уязвимом состоянии находятся участники, получившие ранения разной степени и сложности. У участников боевых действий отмечаются значительные изменения качества жизни, снижение физической активности и работоспособности, нарушение психического здоровья вследствие посттравматического стресса и психоэмоционального перенапряжения. Рассмотрена необходимость разработки соответствующих мероприятий и инструкций по социально-психологической реабилитации участников боевых действий в мирных условиях.

***Ключевые слова**: боевые действия, психотравмирующее состояние, депрессия, астения, ипохондрия, уровень тревожности, качество жизни.*

A. Sahakyan

A STUDY OF THE PSYCHOLOGICAL STATE AND QUALITY OF LIFE OF THE PARTICIPANTS OF THE ARTSAKHIAN WAR

The paper studies some aspects of the psychological condition of the Artsakh war participants, assesses the impact of psycho-traumatic factors caused by military operations and their

psychological consequences. Evaluation of the participants' quality of life was carried out using the "QofL SF-36" test. A higher level of depression, asthenia, hypochondria and anxiety was found in the test groups compared to control group who did not participate in hostilities. The lower levels of physical and mental health components were revealed compared with the control group. It was revealed that among war participants in the most vulnerable state are participants who received injuries of varying degrees and complexity. The war participants have significant changes in the quality of life, a decrease in physical activity and working capacity, mental health disorders due to post-traumatic stress and psycho-emotional overstrain. It is considered the necessity of developing appropriate measures and instructions for the socio-psychological rehabilitation of combatants in peaceful conditions.

Key words: *war operations, psychotraumatic state, depression, asthenia, hypochodria, anxiety level, quality of life*

Պատերազմը աղետալի ազդեցություն է թողնում մարդկանց առողջության և բարեկեցության վրա: Այն հանդիսանում է սթրեսային իրադարձություն յուրաքանչյուր մարդու, հատկապես նրա անմիջական մասնակիցների համար: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ ռազմական գործողությունները ավելի շատ մահացության և հաշմանդամության պատճառ են դառնում, քան որևէ լուրջ հիվանդություն [8]: Մեծ կարևորություն է ստանում մարտական գործողությունների ընթացքում և հետպատերազմյան ժամանակաշրջանում մասնակիցների հոգեբանական վիճակի ուսումնասիրությունը, նրանց վարքագծային դրսևորումների և ծագման պատճառների գնահատումը [1,2]: ԱՀԿ վիճակագրությունը ցույց է տվել, որ պատերազմից տուժած շրջանների բնակիչների շրջանում արձանագրվում է հոգեկան վիճակի խաթարումների բարձր աճ և տարածվածություն [11]: Պատերազմական գոտիներում ապրող մարդկանց մոտ դրսևորվում են հոգեկան վիճակի այնպիսի խանգարումներ, ինչպիսիք են, դեպրեսիան, անհանգստությունը, տագնապայնության բարձր մակարդակը, հետտրավմատիկ սթրեսային խանգարումը (PTSD), թմրամիջոցների օգտագործման հակվածության ռիսկը, որոնց տարածվածությունը պատերազմից տուժած բնակչության շրջանում կարող է հասնել մինչև 30-40%: Այդ տարածաշրջաններում մարդկանց մինչև 30%-ի մոտ կարող են դրսևորվել հետտրավմատիկ սթրեսային խանգարման ախտանիշներ [11]: Պատերազմի սթրեսային ազդեցությունը երկար տարիներ կարող է պահպանվել, հանգեցնել մարդկանց կյանքի որակի զգալի անկման [6,7]:

Այսօր, աշխարհի տարբեր մասերում շարունակվող պատերազմների համատեքստում, շատ կարևոր է ուսումնասիրել մարտիկների հոգեբանական

վիճակի վրա պատերազմի բացասական ազդեցության բնույթը և իրական չափերըը: Ելնելով վերոնշյալից՝ սույն հետազոտության նպատակն է հանդիսացել ուսումնասիրել Արցախյան պատերազմի մասնակիցների հոգեբանական վիճակը՝ մի շարք հոգեբանական բնութագրերի համեմատական վերլուծությամբ:

Մեթոդը և նյութը

Հետազոտություններն իրականացվել են Արցախյան պատերազմի մասնակիցների մոտ (83 տղամարդ՝ 18-35 տարեկան), որոնք բաժանվել են 4 խմբի. I խումբ՝ ժամկետային զինծառայողներ, II խումբ՝ ծառայողներ, III խումբ՝ կամավորներ, IV խումբ՝ տարբեր աստիճանի վիրավորում ստացած անհատներ: Ստուգիչ խմբում ընդգրկվել են նույն տարիքային խմբի անձինք, ովքեր չեն մասնակցել ռազմական գործողություններին և չեն բնակվել պատերազմական գործողությունների տարածքում (36 տղամարդ): Արդյունքների համադրելիության համար ուսումնասիրություններն իրականացվել են օրվա միևնույն ժամին (ժամը 11.00-ին) :

Հոգեբանական վիճակն ուսումնասիրելու համար օգտագործվել են համակարգչին ադապտացված հետևյալ հոգեբանական թեստերը.

· Թեյլորի տագնապայնության մակարդակը որոշող թեստը (Taylor Manifest Anxiety Scale): Թեյլորի տագնապայնության մակարդակի ինքնագնահատման թեստի սանդղակը բաղկացած է 50 կետից, որոնցից յուրաքանչյուրը պահանջում է «այո» կամ «ոչ» պատասխան: Ճիշտ կամ սուտ պատասխանները գնահատվում են յուրաքանչյուր կետի համար 0-ից 50 միավոր համակարգով: Գնահատման սանդղակը բաշխվում է հետևյալ կերպ. 41-50 և ավել միավոր՝ տագնապայնության շատ բարձր մակարդակ, 26-40 միավոր՝ տագնապայնության բարձր մակարդակ, 16-25 միավոր՝ միջին մակարդակ (բարձր մակարդակի հակվածություն), 6-15 միավոր՝ միջին մակարդակ, 0–5 միավոր՝ տագնապայնության ցածր մակարդակ [3]:

Թեստի տևողությունը մոտավորապես 10-15 րոպե է:

· Պիշոյի թեստը (Pichot Inventory Pichot Inventory) 39 կետից բաղկացած ինքնագնահատման թեստ է, որը ներառում է երեք ենթակարգեր՝ յուրաքանչյուրում 13 միավոր: Թեստով որոշվում են հոգեբանական վիճակի 3 ասպեկտները (դեպրեսիա, աստենիա և հիպոքոնդրիա): Յուրաքանչյուր կետի համար օգտագործվում են *ճիշտ-սուտ* պատասխանները, հաշվարկվում են *դեպրեսիա, աստենիա և հիպոքոնդրիա* մատնանշող պատասխանները: Սանդղակի տիրույթը կազմում է 0-ից 100 միավոր. 71-100 միավորի դեպքում գնահատվում է դեպրեսիայի, աստենիայի և հիպոքոնդրիայի բարձր մակարդակ, 31-70 միավոր՝ միջին մակարդակ, 0-30 միավոր՝ ցածր մակարդակ [4]: Թեստի տևողությունը կազմում է մոտավորապես 10-15 րոպե:

· «Կյանքի որակ SF-36» թեստ՝ ծրագիր-հարցաշար, որով որոշվում է հետազոտվողների ֆիզիկական և հոգեկան առողջության մակարդակը: SF-36 ծրագրի կառուցվածքը և առանձնահատկությունները հետևյալն են. հարցաթերթի 36 կետերը խմբավորված են ըստ ութ սանդղակների՝ ֆիզիկական գործառություն (PF), ֆիզիկական գործառության դերակատարություն (RF), ֆիզիկական ցավի ընկալունակություն (BP), ընդհանուր առողջության ընկալում (GH), կենսական ակտիվություն (VT), սոցիալական դերի գործառություն (SF), հոգեհուզական դերի գործառույթ (RE) և հոգեկան առողջություն (MH): Հարցման արդյունքները ներկայացված են գնահատականների տեսքով՝ նշված սանդղակներում: Յուրաքանչյուր սանդղակի չափագիծը գտնվում է 0-ից 100 միավորի տիրույթում: Բարձր արժեքները ցույց են տալիս կյանքի որակի բարձր մակարդակ: Թեստի կարևոր առանձնահատկությունն այն է, որ ութ սանդղակների արժեքներով հաշվարկվում են երկու ինտեգրալ բաղադրիչներ՝ ընդհանուր ֆիզիկական առողջության բաղադրիչ՝ PHC (հիմնված PF, RF, BP և GH սանդղակների արժեքների վրա) և հոգեկան առողջության բաղադրիչ MHC (հիմնված VT, SF, RE, MH սանդղակների արժեքների վրա) [5]: Ինտեգրալ բաղադրիչները ընդհանուր բնույթ ունեն և կարևոր դեր են խաղում հետազոտվողների կյանքի որակի ամբողջական գնահատման մեջ:

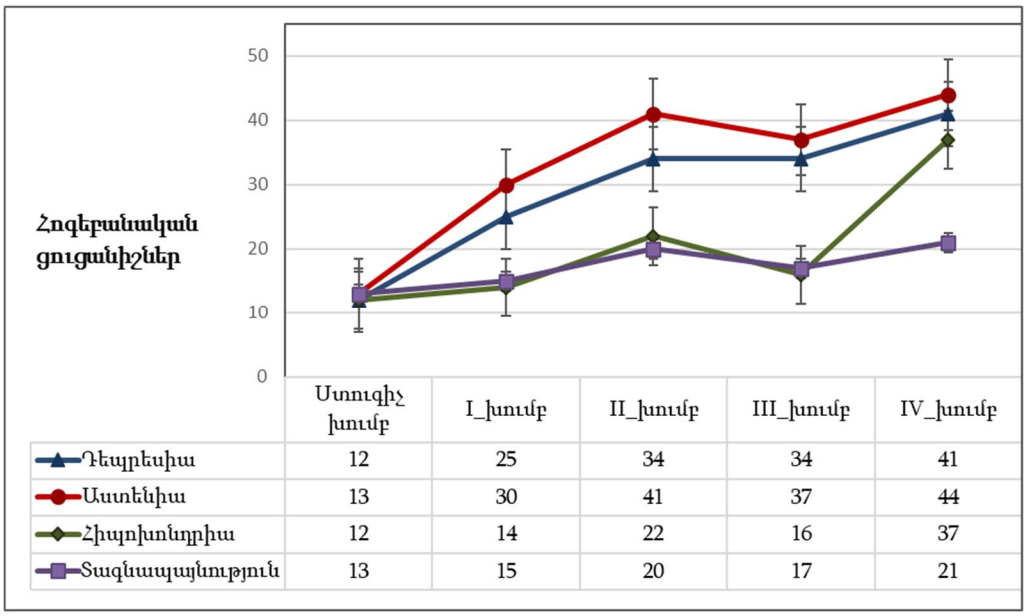
Վիճակագրական վերլուծություն

Տվյալները ներկայացված են մաթեմատիկական միջին արժեքով և ստադար շեղմամբ (M±SD): Տվյալների բաշխվածության նորմալությունը որոշվել է ըստ Բոնֆերոնի (Bonferroni correction) չափորոշիչի: Միջխմբային տարբերությունների արժանահավատությունը որոշվել է Ստյուդենտի t-չափորոշիչով: Տվյալները արժանահավատ են համարվել $p<0,05$ մակարդակում: Վիճակագրական վերլուծությունները կատարվել են Exsel-16 և GraphPad Prism 5-ի փաթեթների միջոցով:

Արդյունքները և քննարկումը

Ստացված տվյալների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ հոգեբանական վիճակը բնութագրող ցուցանիշներն ունեն բարձր արտահայտվածություն պատերազմի մասնակիցների բոլոր խմբերում (նկ.1): Այսպես, դեպրեսիայի, աստենիայի և հիպոքոնդրիայի ցուցանիշները, ստուգիչ խմբի համեմատությամբ, արժանահավատ բարձր են հետազոտվողների չորս խմբերում էլ: Միևնույն ժամանակ նկատվել են հետազոտվողների միջխմբային տարբերություններ. I խմբի՝ ժամկետային զինծառայողների մոտ դեպրեսիայի և աստենիայի ցուցանիշները արժանահավատ ցածր են եղել մյուս խմբերի

համեմատությամբ: Դեպրեսիայի, աստենիայի և հիպոքոնդրիայի առավել բարձր արտահայտվածությամբ առանձնացել է IV խումբը՝ պատերազմում վիրավորում ստացած հետազոտվողները: Տագնապայնության մակարդակը, ստուգիչ խմբի համեմատությամբ, արժանահավատ բարձր է եղել II, III, IV խումբերի մոտ:



	Ստուգիչ խումբ	I_խումբ	II_խումբ	III_խումբ	IV_խումբ
Դեպրեսիա	12	25	34	34	41
Աստենիա	13	30	41	37	44
Հիպոխոնդրիա	12	14	22	16	37
Տագնապայնություն	13	15	20	17	21

Նկար1. Հոգեբանական վիճակը բնութագրող ցուցանիշների հիստոգրամ: Ներկայացված են միջին արժեքի և ստանդարտ շեղման տվյալները: Բերված են սխալմունքի շերտագծերը:

Հոգեբանական հետազոտություններում մեծ ուշադրություն է դարձվում կյանքի որակի ուսումնասիրությանը, որը հնարավորություն է տալիս բացահայտելու նրանց կենսաբժշկական, սոցիալ-տնտեսական և հոգեբանական-հուզական պարամետրերի բնութագրերը: Շատ հետազոտողներ կյանքի որակը համարում են բժշկական և սոցիալական երևույթ, որն արտացոլում է ֆիզիկական, սոմատիկ, հոգեֆիզիոլոգիական առողջությունը [5-7]:

Աղյուսակ 1.

«Կյանքի որակ SF-36» թեստի արդյունքները հետազոտվողների խմբերում M±Sd

	Ստուգիչ խումբ	I_խումբ	II_խումբ	III_խումբ	IV-խումբ
PF	53±4.3	54±4.5	53±5.3	50±7.9 ^	49±9.0 *^
RP	52±5.2	47±8.9 *	49±8.8	45±9.0 **#	47±9.2 *
BP	55±6.4	47±7.8 **	46±9.9 **	47±10 **	46±9.4 **
GH	55±8.6	46±6.6 ***	46±8.1 ***	45±9.2 ***	38±7.5 ***^
VT	56±7.3	53±5.7 *	52±5.6 *	51±9.0 *	48±8.2 **^
SF	50±9.1	44±10 *	46±11	47±8.3	45±9.4 *^
RE	51±7.0	47±9.7 *	46±9.9 *	45±9.7 *	47±10 *^
MH	53±8.5	46±7.5	45±8.0 *	46±6.7	43±6.2 *

Ծանոթագրություն. Յուցանիշների բացատրությունը նայել «Մեթոդը և նյութը» բաժնում:

*Նշանակումներ. *- արժանահավատությունը ստուգիչ և հետազոտական խմբերի միջև*

^-արժանահավատությունը I խմբի և II, III, IV խմբերի միջև

#-արժանահավատությունը II խմբի և III, IV խմբերի միջև

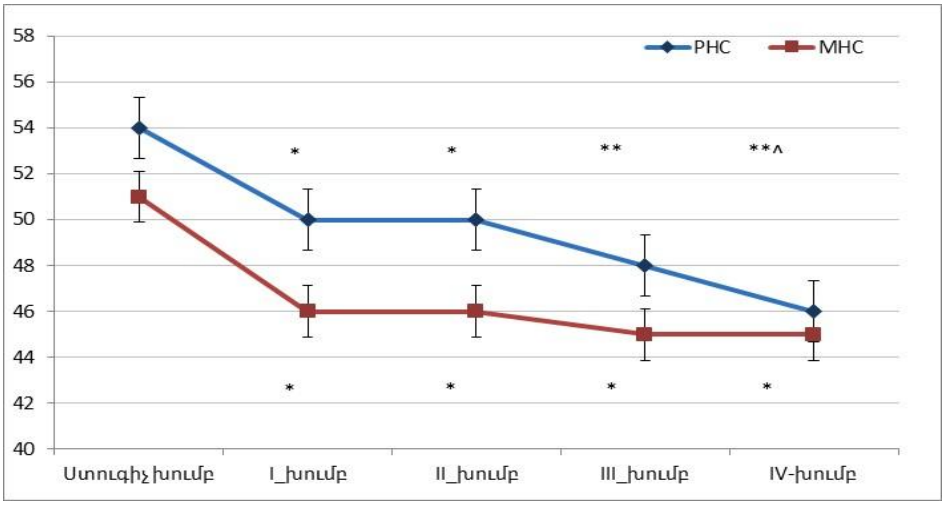
; **; *- համապատասխանաբար p<0,05 p<0,01,p<0,001*

Ինչպես երևում է աղյուսակից, ստուգիչ խմբի ֆիզիկական և հոգևոր առողջության բոլոր ցուցանիշների միջին արժեքները գտնվում են 50% մակարդակում և համապատասխանում են ընդունված նորմատիվային տվյալներին: Հետազոտվողների խմբերում ստուգիչի համեմատ նկատվում են, ֆիզիկական առողջության գրեթե բոլոր ցուցանիշների, բացառությամբ PF-ի (ֆիզիկական գործառություն), արժանահավատ ցածր արժեքներ: PF-ը, որը բնութագրում է ֆիզիկական ակտիվության մակարդակը, ցածր է միայն IV խմբում: Միևնույն ժամանակ, նկատելի է, որ բոլոր խմբերն ունեն RP-ի և BP-ի՝ համապատասխանաբար ֆիզիկական վիճակով պայմանավորված գործառույթային դերի և ֆիզիկական ցավի ինտենսիվության ցածր արժեքներ: Հետազոտվող խմբերում արժանահավատ ցածր է նաև GH-ը՝ ընդհանուր ֆիզիկական վիճակը և ակտիվությունը բնութագրող ցուցանիշը: Հայտնի է, որ BP-ի ցածր արժեքները բնութագրում են ցավի նկատմամբ ցածր

դիմադրողականությունը: Հետևաբար, ֆիզիկական առողջության բաղադրիչների դինամիկան վկայում է, որ հետազոտվողների մոտ առկա է ֆիզիկական ակտիվության և գործառության որոշակի սահմանափակում՝ պայմանավորված ցավի նկատմամբ դիմադրողականության նվազմամբ:

Հոգեկան առողջության վիճակը բնութագրող ցուցանիշների վերլուծությանը ցույց է տվել ստուգիչ խմբի համեմատությամբ VT, SF, RE, MH արժանահավատ ցածր արժեքներ հետազոտվողների բոլոր խմբերում: Նկատվել է նաև որոշ միջխմբային տարբերություններ: Այսպես IV խմբում I խումբի համեմատ դրսևորվել են VT կենսական ակտիվության, SF սոցիալական գործառության, RE հոգեհուզական վիճակի արժանահավատ ցածր արժեքներ: Չնայած MH՝ հոգեկան առողջության ցուցանիշի նվազման տենդենցին, այնուամենայնիվ, միջխմբային արժանահավատ տարբերություններ չեն արձանագրվել: Այսպիսով, հետազոտվողների բոլոր խմբերում նկատվում է հոգեկան վիճակի խաթարումներ, մասնավորապես կենսական ակտիվության նվազում հոգնածության դրսևորումներով, սոցիալական շփումների սահմանափակում, էմոցիոնալ վիճակի որոշակի լարվածություն և վատթարացում: Հոգեկան առողջության MH նվազումը վկայում է, որ հետազոտվողներն ունեն դեպրեսիայի առկայություն, տագնապային ապրումների, հոգեկան ոչ բարեկեցիկ վիճակ:

Հետազոտությունում գնահատվել է նաև ֆիզիկական և հոգեկան առողջության ինտեգրալ բաղադրիչների դինամիկան (նկ. 2) :



Նկար 2. Կյանքի որակ SF-36» թեստի ինտեգրալ ցուցանիշների հիստոգրամ: Ներկայացված են միջին արժեքի և ստանդարտ շեղման տվյալները:

Բերված են սխալմունքի շերտագծերը։ .
***- արժանահավատությունը ստուգիչ և հետազոտական խմբերի միջև**
^-արժանահավատությունը I խմբի և II, III, IV խմբերի միջև

Դիագրամում պատկերված են ֆիզիկական և հոգեկան առողջության բաղադրիչների արժանահավատ տարբերությունները ստուգիչ և հետազոտվողների խմբերի միջև, ընդ որում՝ առավել ցածր արդյունքեր են ցուցաբերել IV խմբի հետազոտվողները։ Այստեղ ուշագրավ է նաև այն փաստը, որ նկատվում են էական տարբերություններ ֆիզիկական և հոգեկան առողջության բաղադրիչների միջև, այսինքն՝ հետազոտվողների մոտ ավելի բարձր է ֆիզիկական ակտիվության, գործառության մակարդակը։

Ամփոփում

Այսպիսով, հոգեբանական վիճակը բնութագրող ցուցանիշների վերլուծությամբ պարզվեց, որ պատերազմի մասնակիցների մոտ հետպատերազմյան ժամանակահատվածում առկա են դեպրեսիայի արտահայտված դրսևորումներ, ասթենիկ վիճակ և տագնապայնության բարձր մակարդակ։ Հիպոքոնդրիա հիմնականում առկա է պատերազմում վիրավորում ստացած հետազոտվողների մոտ։ Հայտնի են աշխատանքներ հակամարտության գոտիներում մասնակիցների և բնակչության հոգեկան առողջության խաթարման, դրանց տարածվածության վերաբերյալ [8,9]։ Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել հոգեկան խանգարումների հաճախականության և տարածվածության որոշակի աճ վնասվածքներ և վիրավորումներ ստացած վետերանների շրջանում, որոնք ուղեկցվում են նաև ֆիզիոլոգիական գործառույթների, մասնավորապես, սիրտ-անոթային համակարգի, ինչպես նաև կոգնիտիվ գործընթացների ֆունկցոնալ փոփոխությամբ [9,10]։

Կյանքի որակի բաղադրիչները բացահայտում են առողջական վիճակը և անհատի բավարարվածության աստիճանը սեփական կյանքից, այսինքն՝ անձի ֆունկցիոնալ հնարավորությունները՝ ներառյալ ֆիզիկական, հուզական և սոցիալական կարգավիճակը։ Մեր ստացած արդյունքները վկայում են, որ հետազոտվողները ֆիզիկական առողջության համեմատաբար բարվոք վիճակ ունեն։ Միևնույն ժամանակ նրանց հոգեկան առողջությունը գտնվում է ավելի խոցելի վիճակում, նրանք դժվարություններ են կրում սոցիալական շփումներում, ունեն կենսունակության նվազում, հոգեհուզական լարվածություն, այսինքն՝ նրանց մոտ առկա են հոգեբանական վիճակի խաթարումներ, ինչը հաստատվում է նաև մեր հոգեբանական հետազոտության տվյալներով։ Այս դրսևորումները, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված են պատերազմի հետևանքով առաջացած հետտրավմատիկ սթրեսային իրավիճակներով։ Որոշ հետազոտություններում ցույց է տրված, որ պատերազմական վիճակների հետևանքով առաջացած հետտրավմատիկ

սթրեսային խանգարումը, հոգեհուզական գերլարվածությունը զուգակցվում կյանքի որակի էականորեն նվազմանը [6,7]:

Այսպիսով, պատերազմական գործողությունները տարբեր կերպ են ազդում մասնակիցների վրա: Մարդը շատ խոցելի է պատերազմի սթրեսային գործոնների նկատմամբ: Կարևոր է հստակեցնել պատերազմական գործողությունների մասնակիցների առողջության վրա սթրեսային գործոնների ազդեցության բնույթը, ինչպես նաև մշակել կանխարգելիչ միջոցառումների համալիր, որոնք կմեղմացնեն սթրեսի հետևանքով առաջացած ֆունկցիոնալ փոփոխությունները: Խիստ անհրաժեշտ է խաղաղ պայմաններում մարտական գործողությունների մասնակիցների սոցիալ-հոգեբանական վերականգնման համար համապատասխան միջոցառումների և հանձնարարականների մշակումը, «արտակարգ իրավիճակներում հոգեկան առողջության պահպանման և հոգեսոցիալական աջակցության» աշխատանքային խմբերի ստեղծումը :

Եզրակացություն

1. Արցախյան պատերազմի մասնակիցների խմբերում, ստուգիչ խմբի համեմատությամբ հայտնաբերվել է դեպրեսիայի, ասթենիայի բարձր արտահայտվածություն, տագնապայնության բարձր մակարդակ:

2.Պատերազմի մասնակիցներն ունեն կյանքի որակի էական փոփոխություններ, ֆիզիկական ակտիվության և գործառության նվազում, հոգեկան առողջության խաթարում պայմանավորված հետտրավմատիկ սթրեսով և հոգեհուզական գերլարվածությամբ:

3.Բացահայտվել է, որ պատերազմի մասնակիցներից առավել խոցելի վիճակում են գտնվում տարբեր աստիճանի և բարդության վիրավորում ստացած մասնակիցները:

Գրականություն

4. Караяни А.Г., Волобуева Ю.М., Военная психология как область специального научного знания и практики. "Вестник МГУ", сер.14 "Психология",2007, № 4, с.20-33. ISSN: 2309-9852 (Electronic), 0137-0936 (Print).
5. Караяни А.Г., Караяни Ю.М., Психологические последствия войны и социально-психологическая реадаптация участников боевых действий. Вестник ЮУрГУ. 2014, том 7, № 4, с.59-66. ISSN: 2411-1104 (Electronic), 2071-3053 (Print).
6. Дерманова И.Б., Личностная шкала проявлений тревоги (Тейлор Дж., адаптация Немчина Т.А.). Диагностика эмоционально-нравственного развития. Ред. и сост.

Дерманова И.Б. 2002., с.26–128.
7. Нафтульева А.И., Психологическое тестирование: тесты (Пишо П., пер. с фр. Кружилина И.). Науч. ред. пер. на рус. яз. Нафтульева А.И. СПб. Питер. 2003.
8. Gandek B., Sinclair S.J, Kosinski M, Ware JE Jr., Psychometric evaluation of the SF-36 health survey in Medicare managed care. Health Care Financ Rev. 2004 Summer;25(4):5-25. PMID: 15493441; PMCID: PMC4194895.
9. Giacco D., Matanov A., Priebe S., Symptoms and subjective quality of life in post-traumatic stress disorder: a longitudinal study. PLoS One. 2013 Apr 9;8(4):e60991. doi: 10.1371/journal.pone.0060991. PMID: 23585868; PMCID: PMC3621668.
10. Matanov A., Giacco D., Bogic M., Ajdukovic D., Franciskovic T., Galeazzi G.M., Kucukalic A., Lecic-Tosevski D., Morina N., Popovski M., Schützwohl M., Priebe S., Subjective quality of life in war-affected populations. BMC Public Health. 2013 Jul 2;13:624. doi: 10.1186/1471-2458-13-624. PMID: 23819629; PMCID: PMC3716711.
11. Murthy R.S., Lakshminarayana R., Mental health consequences of war: a brief review of research findings. World Psychiatry. 2006 Feb;5(1):25-30. PMID: 16757987; PMCID: PMC1472271.
12. Pizarro J., Silver R.C., Prause J., Physical and mental health costs of traumatic war experiences among Civil War veterans. Arch Gen Psychiatry. 2006 Feb;63(2):193-200. doi: 10.1001/archpsyc.63.2.193. PMID: 16461863; PMCID: PMC1586122.
13. Rouja Nikolova, PhD, MD, Lyubomir Aleksiev, Mircho Vukov, PhD, Psychophysiological Assessment of Stress and Screening of Health Risk in Peacekeeping Operations, *Military Medicine*, 2007, Volume 172, Issue 1, , Pages 44–48, https://doi.org/10.7205/MILMED.172.1.44
14. World Health Organization. World health report 2001 - Mental health: new understanding, new hope. Geneva: Switzerland; 2022. [Google Scholar]

Նյութը ներկայացվել է 22.05.2023թ.
գրախոսման է ուղարկվել 19.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, կ.գ.դ. Հ.Գ.Գալստյանը:

ՀՏԴ 581.9

Բուսաբանություն

Գայանե ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ
ԱրՊՀ կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, կ.գ.թ.
e-mail. gayanegeorgevna1981@mail.ru

Մանուշ ՄԻՐԶՈՅԱՆ
ՇՏՀ հայցորդ

ԹԵՅԱԳՈՐԾԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ԹՓԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՐՑԱԽՈՒՄ

Վերջին 5 տարիներին Արցախում թեյագործական նշանակության բուսատեսակների նկատմամբ հատուկ հետաքրքրություն առաջացրել է գիտական վերլուծությունների անհրաժեշտություն: Երթուղային, համեմատական, մակրոսկոպիկ /արտաքին զննում/ մեթոդների և որոշիչների զուգակցմամբ կատարված մեկամյա հետազոտությունների արդյունքում իդենտիֆիկացվել են թեյագործական նշանակության շուրջ 11 թփատեսակներ:

Պարզաբանվել է հայտնաբերված տեսակների օգտակար հատկությունները, ցուցումները և ուղենշվել նաև հակացուցումները:

Ֆերմենտացումն իրականացվում է 4 փուլով. առաջին փուլը դա հումքի նախապատրաստումն է, երկրորդ փուլը՝ թառամած տերևների ոլորումն է: Երրորդ փուլը ֆերմենտացման որոշիչ փուլն է, որի տևողությունից, խոնավությունից և ջերմաստիճանից կախված կարելի է ստանալ տարբեր թնդության կանաչ և սև թեյերի տեսականի: Այդ փուլում ոլորված հումքը խտացված տեղավորում են էմալապատ ամաններում և ծածկում թողնելով 8-12 ժամ: ֆերմենտացման ողջ գործընթացն ավարտվում է 4-րդ փուլով, երբ հումքի ֆերմենտացումը կոտրվում է կտրուկ բարձր ջերմաստիճանով: Չորացված

հումքն անմիջապես օգտագործման ենթակա չէ որպես թեյահումք, այն պետք է 2-3 ամիս հնեցվի, որի ժամանակ թեյը ստանում է իր յուրահատուկ հոտը և կայունանում է համը:

Արցախի անգնահատելի կենսաբազմազանության ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործմամբ և ֆերմենտացման շնորհիվ հնարավոր է ստանալ տարբեր թնդության կանաչ և սև թեյերի տեսականի, որը կհամարվի շրջափակման պայմաններում այլընտրանք և տնտեսության կրիտիկական վիճակի որոշակի թեթևացում:

Բանալի բառեր՝ *թեյաբույսեր, վարդազգիներ, մասրենի, մոշենի, հաղարճենի, հատապտուղներ, ֆերմենտացում, օգտակար թեյ, կանաչ և սև թեյ, ցուցումներ և հակացուցումներ:*

Г.Маргарян, М.Мирзоян

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КУСТАРНИКОВ ЧАЯОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АРЦАХЕ

В последние 5 лет особый интерес к чайным заводам в Арцахе вызвал необходимость научного анализа. В результате годичных исследований, проведенных с применением маршрутных, сравнительных, макроскопических/внешних осмотров/ методов и определителей, было выделено около 11 видов чайных кустов.

Уточнены полезные свойства, показания и противопоказания выделенных видов. Ферментация проводится в 4 стадии. первый этап – подготовка сырья, второй этап – скручивание увядших листьев. Третий этап является решающим этапом ферментации, в зависимости от продолжительности, влажности и температуры можно получить сорта зеленого и черного чая разной интенсивности. На этом этапе скрученное сырье концентрируют, помещают в эмалированные емкости и оставляют под крышкой на 8-12 часов. весь процесс брожения заканчивается 4-й стадией, когда брожение сырья прерывается резкой высокой температурой. Высушенное сырье нельзя сразу использовать в качестве чайного сырья, оно должно выдерживаться в течение 2-3 месяцев, за это время чай приобретает свой неповторимый запах и стабилизируется вкус. При эффективном использовании бесценных ресурсов биоразнообразия Арцаха и благодаря ферментации можно получить разнообразные сорта зеленого и черного чая разной крепости, которые будут считаться альтернативой в блокадных условиях и некоторым

облегчением критического состояния экономики.

Ключевые слова: *Чайные травы, розовые, тутовые, гранатовое дерево, кизиловое дерево, липа, акация, ферментация, полезный чай, зеленый и черный чай, показания и противопоказания.*

G.Margaryan, M.Mirzoyan

THE STUDY OF SOME BUSH SPECIES' TEA CULTIVATION SIGNIFICANCE IN ARTSAKH

In the last 5 years, the special interest in tea-making plants in Artsakh has caused the need for scientific analysis. As a result of a one-year research conducted with a combination of route, comparative, macroscopic /external inspection/ methods and determinants, around 11 types of tea-making shrubs were identified. The useful properties, indications and contraindications of the identified species were clarified.

Fermentation is carried out in 4 stages. the first stage is the preparation of raw materials, the second stage is the twisting of withered leaves. The third stage is the decisive stage of fermentation, depending on the duration, humidity and temperature, a variety of green and black teas of different intensity can be obtained. At that stage, the twisted raw materials are concentrated and placed in enameled bowls and left covered for 8-12 hours. the entire fermentation process ends with the 4th stage, when the fermentation of the raw materials is broken by a sharp high temperature. The dried raw material cannot be used immediately as a tea raw material, it should be aged for 2-3 months, during which time the tea gets its unique smell and the taste stabilizes. With the effective use of the invaluable biodiversity resources of Artsakh and thanks to fermentation, it is possible to obtain a variety of green and black teas of different intensity, which will be considered an alternative in the blockade conditions and a certain relief of the critical state of the economy.

Key words: *Tea plants, rosaceae, rosae blackberry, currant, berries, fermentation, useful tea, green and black tea, indications and contraindications.*

Արցախի բնաշխարհին առանձնանում է իր հարուստ կենսաբազմազանությամբ, որոնք կազմում են բարձրակարգ բույսերից՝ խոտաբույսերը, թփերը և ծառատեսակները: Համեմատական կերպով ուսումնասիրելով Արցախի բուսականության և սննդային զամբյուղի մեջ օգտագործվող տեսակային կազմը. հստակ կարելի է փաստել բույսերի օգտակարության անգնահատելի արժեքը: Վերջին 5 տարիներին Արցախում թեյագործական նշանակության բուսատեսակների նկատմամբ հատուկ հետաքրքրությունն անցել է գիտական հարթակ: Առկա ուսումնասիրություններին ի լրումն՝ հետազոտության խնդիր հանդիսացավ Արցախում տարածված թեյագործական նշանակության թփերի տեսակային կազմի բացահայտումը, դրանց օգտակարության պարզաբանումը և կիրառական տեղեկատվության արձանագրումը: Թեյաբույսերի վեգետատիվ և գեներատիվ օրգանների ճիշտ չորացումը, ֆերմենտացումը և գրագետ համադրությունը, հնարավորություն կտա գիտական ուսումնասիրությունից սահուն անցում կատարել կիրառական դաշտ և տնտեսական զարգացման գործում ունենալ որոշակի ներդրում: Նման թեյերի օգտագործումը բարերար ազդեցություն է ունենում օրգանիզմի վրա. մինչդեռ բնակչության զգալի մասը տառապում է այնպիսի խրոնիկ հիվանդություններով ինչպիսիք են բարձր զարկերակային ճնշումը, սրտի անկանոն աշխատանքը, շաքարային դիաբետը, անքննությունը, ցածր դիմադրողականությունը, մարսողական խնդիրները:

Արցախում բնակչությանը հայտնի է մինչև 1 տասնյակ թեյաբույս և հիմնականում խոտաբույսեր, հազվադեպ թուփ կամ ծառ: Մինչդեռ հանդիպող թեյաբույսերի շարքը 5 տասնյակից ավելին է: Չափազանց կարևոր է նաև յուրաքանչյուր թեյաբույսի օգտակար հատկությունների բացահայտումը, դրանց չորացման մեխանիզմների պահպանումը, հումքի ճիշտ համադրումը և հակացուցումների ուղենշումը: Արցախում թեյաբույսերն ուսումնասիրվել են մասնակիորեն և դիտարկվել որպես կենսաբազմազանության մաս, ուստի գիտական հենքն ամրապնդելու համար թեյագործական նշանակության բուսատեսակների տվյալների բազան ունի գիտական ուսումնասիրության կարիք:

Ներկայացվող հետազոտական աշխատանքի նպատակն էր. բացահայտել Արցախում՝ հատկապես Մարտակերտի և Ասկերանի շրջանում տարածված թեյագործական նշանակության թփատեսակների տեսակային կազմը, տալ հայտնաբերված տեսակների կարգաբանությունը, ներկայացնել դրանց ամփոփ նկարագիրը, ուղենշել թեյագործական նշանակության ծառատեսակներից ստացված հումքի ցուցումները և հակացուցումները, տալ տեղեկություններ տեսակային կազմի արդյունավետ օգտագործման, վերականգնման, պահպանման, հավաքի կազմակերպման և ֆերմենտացիայի ընթացքի մասին:

Հետազոտություններն իրականացվել են երթուղային, համեմատական, մակրոսկոպիկ /արտաքին զննում/ մեթոդների և որոշիչների զուգակցմամբ [1;2;6]: Նախապես կազմվել է Արցախում տարածված թեյագործական նշանակության թփատեսակների ցանկ, դրանց ծաղկման շրջանի և հավաքի ժամանակացույց: Ըստ ժամանակացույցի կատարվել է համարժեք ուսումնասիրություններ, բույսերի հավաք և չորացումը: Հումքի հետագա պահպանման ժամանակ կատարվել է ուլտրամանուշակագույն ճառագայթմամբ մանրէազերծում: Հայտնաբերված տեսակների կենսաքիմիական հատկությունների հիմքով կատարվել է թեյաբույսերի ճիշտ համադրություն: Որպես աշխատանքի ամփոփում ստեղծվել է նրանց պահպանման և օգտագործման մասին տվյալների բազա:

Կատարված ուսումնասիրությունների ընթացքում պարզվեց, որ Մարտակերտի և Ասկերանի շրջանների բուսականությունը հարուստ է թեյագործական նշանակության թփատեսակներով, որոնց մեծ մասն ունեն օգտակար և բուժիչ հատկություններ: Հետաքրքրական էր, որ միևնույն բույսը կարող է տասնյակ օգտակար հատկություններ ունենալ, և միաժամանակ նույն բույսի տարբեր օրգաններ կարող են օժտված լինել կեսաբականական կարևոր և բուժիչ հատկություններով: Դա հիմնականում պայմանավորված է բույսի վեգետացիոն փուլից, ըստ որի միևնույն բույսի գեներատիվ և վեգետատիվ օրգանները վեգետացիայի այս կամ այլ փուլերում ունենում են ֆերմենտային տարբեր բաղադրություն [3-5]:

Արցախում իդենտիֆիկացված թեյագործական նշանակության թփատեսակների խմբավորումն ըստ ընտանիքների ներկայացվում է ստորև.

Արցախում նույնականացված թեյագործական նշանակության թփատեսակների խմբավորումն ըստ ընտանիքների

Աղյուսակ1

Հ/հ	Բույսի անվանումը	Ընտանիքի անվանումը
	Հայերեն/լատիներեն	Հայերեն/լատիներեն
1	Ազնվամորի/Rubus	Վարդազգիներ/Rosaceae
2	Ալոճենի/ Crataegus	Վարդազգիներ/Rosaceae
3	Ծորենի/Berberis	Ծորենազգիներ/Berberidaceae
4	Հաղարջենի/Ribes	Վարդազգիներ/ Grossulariaceae
5	Կոկռոշենի/ Grossulariae	Քարբեկազգիներ/Rosaceae
6	Մասրենի/Rosa	Վարդազգիներ/Rosaceae

7	Մոշենի/ Rubus	Վարդազգիներ/Rosaceae
8	Նազվարդ/Jasminum	Ձիթենազգիներ/
9	Վարդենի/Rosa	Վարդազգիներ/Rosaceae
10	Ցաքի/Paliurus	Դժնիկազգիներ/Rhamnaceae
11	Սրնգենի/Philadelphus	Հորտենազգիներ/Hydrangeaceae

Այսպիսով՝ իրականացված հետազոտական աշխատանքների վերլուծության հիման կարելի է փաստել, որ Արցախում տարածված թեյագործական նշանակության թփատեսակները թվով 11-ն են և ավելի: Ըստ աղյուսակում ներկայացված տվյալների 11 թփատեսակներից 6-ը պատկանում է վարդազգիների ընտանիքին և մեկական՝ դժնիկազգիների, ձիթենազգիների, քարբեկազկիների, հորտենազգիների ու ծորենազգիների ընտանիքներին:

Հայտնաբերված տեսակների թվում են ինչպես վայրի, այնպես էլ մշակովի տեսակները: Լայն տարածում է նկատվել թփատեսակներից՝ ալոճենու, մոշենու, մոռենու, մասրենու, հասմիկի, հաղարջենու, կոկոռշենու, ցաքի և վարդենու տեսակները: Նշված թփատեսակներից որոշների պտուղները բնակչության կողմից օգտագործվում են ինչպես թարմ, այնպես էլ վերամշակված ու չորացված վիճակում թե որպես թեյահումք, թե որպես սննդային զամբյուղի բաղադրիչ մաս: Կիրառման ենթակա են նաև բույսերի տերևները, ընձյուղները, բացված և չբացված ծաղիկները, պտուղները, սերմիկները:

Հարկ է նշել, որ մոշենու, մոռենու, հաղարճենու և մասրենու տերևների ֆերմենտացումից կարելի է ստանալ շատ արժեքավոր թեյատեսակներ: Կախված ֆերմենտացիայի աստիճանից նշված բույսերի տերևներից կարելի է ստանալ կանաչ թեյ, թույլ, միջին և ուժեղ թնդության սև թեյեր: Ֆերմենտացման արդյունքում տերևներում կուտակված օգտակար նյութերն ավելի հեշտ են յուրացվում օրգանիզմի կողմից և ունեն լայն կիրառում: Ֆերմենտացման ժամանակ տարբեր թնդության թեյատեսակների ստացումը պայմանավորված է ընտրված ֆերմենտացման ժամանակահատվածի տևողությունից և ջերմաստիճանից:

Ֆերմենտացումն իրականացվում է 4 փուլով. առաջին փուլը դա հումքի նախապատրաստումն է, որը կախված օգտագործվող բույսի տեսակից և ջերմաստիճանից տևում է 4-6 ժամ: Երկրորդ փուլը դա թառամած տերևների ոլորումն է, որը հարկ է իրականացնել ավտոմատացված ռեժիմով: Երրորդ փուլը ֆերմենտացման որոշիչ փուլն է, որի տևողությունից կախված կարելի է ստանալ տարբեր թնդության կանաչ և սև թեյերի տեսականի: Ոլորված հումքը խտացված տեղավորում են էմալապատ ամաններում և ծածկում թողնելով 8-12 ժամ: Ֆերմենտացման ողջ գործընթացն ավարտվում է 4-րդ փուլով, երբ հումքի

ֆերմենտացումը կոտրվում է կտրուկ բարձր ջերմաստիճանով: Վերջին փուլը պարտադիր պետք է իրականացնել էլեկտրական չորանոցում, որտեղ ջերմաստիճանը կայուն է և համաչափ տարածվող: Չորացված հումքն անմիջապես օգտագործման ենթակա չէ որպես թեյահումք, այն պետք է 2-3 ամիս հնեցվի, որի ժամանակ թեյը ստանում է իր յուրահատուկ հոտը և կայունանում է համը [7,9]:

Հաստատապես կարելի է փաստել, որ Արցախի հարուստ բնաշխարհի ճանաչումը հնարավորություն կտա ռեսուրսների արդյունավետ և նպատակային օգտագործման, ինչպես նաև ճգնաժամային խնդիրների կարգավորման[8]:

Գրականություն

1.Թորոսյան Ա.Ա, Հայաստանի դեղաբույսերը, Երևան, 1983, 294 էջ:

2.Հարությունյան Լ.Վ., Հարությունյան Ս.Լ., Հայաստանի դենդրոֆլորան, Երևան, 1985, 426 էջ:

3.Абрикосов Х. Н., Вишня // Словарь-справочник пчеловода / Москва,-1955. -154 с

4.Буданцев А.Л., Лесиовская Е.Е., Дикорастущие полезные растения, России, 2001, – 663 с.

5.Дудукал Г.Д., Руденко И.С., Кизил, Москва, -1990,- 48 с.

6.Тахтаджян А.Л., Жизнь растений, Москва, -1982, Т. 5(1), 425 с.

7.Попов В.И., Шапиро Д. К., Данусевич И. К., Лекарственные растения, Минск,-1990,- 304 с.

8.Махлаюк В.П., Лекарственные растения в народной медицине, Москва,-1992, - 544 с.

9.Попов В.И., Шапиро Д.К., Данусевич И.К., Лекарственные растения, Минск, -1990, – 304 с.

Նյութը ներկայացվել է 22.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 19.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, կ.գ.դ. Հ.Գ.Գալստյանը:

ՀՏԴ 542.9

Քիմիա

Սիլվա ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ
ՇՏՀ ավագ դասախոս

Վալոդյա ՄԻՐԶՈՅԱՆ
ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիքյի ամբիոնի պրոֆեսոր ք.գ.թ.

Ռուզաննա ՀԱԿՈԲՅԱՆ
ՇՏՀ դոցենտ, ք.գ.թ.

Լալիկ ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ
ՇՏՀ ուսանողուհի
E-mail. varustamyan@rambler.ru

ԿՈԼՈՒԴ ՄԱՍՆԻԿԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ԿՈԱԳՈՒԼՄԱՆ ՈՐՈՇԱԿԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՊԱՐԶԱԲԱՆՈՒՄ

Հաշվի առնելով կենդանի օրգանիզմներում ինչպես նաև կենցաղային, արդյունաբերական, գյուղատնտեսական և դեղագործական ոլորտներում կոլոիդ համակարգերի տարածվածությունը, հոդվածում դիտարկվում է կոլոիդ համակարգերի հատկությունները և դրանց հետ կապված խնդիրների պարզաբանումը: Տրված են որոշ արդիական խնդիրների լուծման օրինակներ՝ կոլոիդ մասնիկի կառուցվածքի պարզաբանման, ադսորբցիոն և դիֆուզիոն շերտերի ընտրության, գրանուլի լիցքի որոշման վերաբերյալ: Լուծման մեջ մեկնաբանված է միցելի կառուցվածքի որոշումը, կորիզի բաղադրությունը, պոտենցյալ առաջացնող իոնների որոշումը , որոնք ընտրողական ադսորբցիայի շնորհիվ ադսորբվում են նստվածքի մասնիկների մակերևույթին՝ առաջացնելով կրկնակի էլեկտրական շերտի (ԿԷՇ) ներքին ոլորտը : Ցույց է տրված, թե հաստատուն հոսանքի ազդեցության տակ

լուծույթում գոյություն ունեցող տվյալ լիցքով գրանուլները դեպի որ էլեկտրոդը կշարժվեն (անոդ՝դրական բևեռ, կատոդ՝ բացասական): Շուլցեի-Գարդիի կանոնի կիրառմամբ հիմնավորված է տարբեր լիցքերով կոագուլյատորներից ամենաէֆեկտիվի ընտրության հարցը : Ներկայացված է կոագուլյացիայի շեմի հաշվման մեթոդիկան՝ տվյալ կոնցենտրացիայով և ծավալով էլեկտրոլիտի համար:

Բանալի բառեր՝ *դիսպերս համակարգ, դիֆուզիա, ադսորբցիոն շերտ, լիոֆոբ համակարգ, գրանուլ, միցել, կոագուլման շեմ,կայունացուցիչ:*

С. Арзуманян, В. Мирзоян, Р. Акопян, Л.Хачатрян

ВЫЯСНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ СТРУКТУРЫ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ И КОАГУЛЯЦИИ

Учитывая распространенность коллоидных систем в живых организмах, а также в бытовой, промышленной, сельскохозяйственной и фармацевтической сферах, в статье рассматриваются свойства коллоидных систем и выяснение связанных с ними проблем. Приведены примеры решения некоторых современных задач: выяснение структуры коллоидных частиц, подбор адсорбционных и диффузионных слоев, определение заряда гранул. В растворе определение структуры мицеллы, состава ядра, определение потенциально генерирующих ионов, которые адсорбируются на поверхности частиц осадка за счет избирательной адсорбции, генерирующей внутреннюю сферу двойного электрического поля. слой (DEL). Показано, к какому электроду будут двигаться гранулы с данным зарядом, находящиеся в растворе, под действием постоянного тока (анод: положительный полюс, катод: отрицательный). Выбор наиболее эффективных коагуляторов с разным зарядом обосновывается применением правила Шульцея-Гарди. Представлена методика расчета порога коагуляции для электролита заданной концентрации и объема.

Ключевые слова: *дисперсная система, диффузия, адсорбционный слой, лиофобная система, гранула, мицел, порог коагуляции, стабилизатор.*

S.Arzoumanyan. V.Mirzoyan. R.Hakobyan, L.Khachatryan

CLARIFICATION OF CERTAIN PROBL EMS OF COLLOIDAL PARTICLE STRUCTURE AND COAGULATION

Taking into account the prevalence of colloidal systems in living organisms as well as in domestic, industrial, agricultural and

pharmaceutical fields, this article considers the properties of colloidal systems and clarifies the problems associated with them.

Examples of solutions are given for some current problems: elucidation of the colloidal particle structure, selection of adsorption and diffusion layers, determination of granule charge.

In the solution, the determination of the structure of the micelle, the composition of the core, the determination of the potentially generating ions, which are adsorbed on the surface of the sediment particles due to selective adsorption, generating the inner sphere of the double electric layer (DEL) are interpreted.

It is shown that with a given charge existing in the solution to which electrode the granules will move (anode: positive pole, cathode: negative)under the influence of direct current.

The selection of the coagulator is justified using the Schulzei-Gardi rule. As well, the methodology for calculating the threshold of the coagulator for an electrolyte with a given concentration is presented.

Key words: *disperse system, diffusion, adsorption layer, lyophobic system, granule,micelles, coagulation threshold, stabilizer.*

Կոլոիդներն ունեն կենցաղային, արդյունաբերական, գյուղատնտեսական և դեղագործական մեծ կիրառություն: Օրգանիզմում կոլոիդային վիճակում են գտնվում ճարպերը, սպիտակուցները, բարդ ածխաջրերը, ֆերմենտները, արյունը, ոսկորը, մաշկը, մազերը և այլն: Բազմաթիվ կրիտիկական վիճակների (սուր արյունահոսություն, սեպսիս, սեպտիկ շոկ, այրվածքներ, պերիտոնիտ, պանկրեատիտ, վնասվածքներ և այլն) բուժման հիմքում ընկած է կոլոիդ լուծույթների ինֆուզիան: Մարդու կոլոիդ-քիմիական ֆիզիոլոգիայի տեսանկյունից նրա մարմինը կոլոիդային համակարգերի բարդ համալիր է, մշտական դինամիկ փոխազդեցությամբ [1]: Բնության մեջ լայնորեն տարածված են կոլոիդային համակարգերը: Միջաստղային նյութը բաղկացած է գազերից և փոշուց, որոնց մասնիկները կոլոիդային չափեր ունեն: Համաձայն մի շարք տիեզերական պատկերացումների արեգակնային համակարգը ձևավորվել է գազային-փոշու նյութից: Այս ամենը ցույց է տալիս կոլոիդ համակարգերի կառուցվածքի ու հատկությունների ուսումնասիրման արդիականությունը:

Կոլոիդը համակարգ է, որտեղ ցրված փուլի դիսկրետ մասնիկները, կաթիլները բաշխվում են մեկ այլ, սովորաբար շարունակական փուլում, որը տարբերվում է առաջինից բաղադրությամբ կամ ագրեգատային վիճակով և կոչվում է դիսպերսիոն միջավայր: Կոլոիդային մասնիկների չափերը տատանվում են 0,001-ից մինչև 0,1 մկմ: Կոլոիդային մասնիկը, որը շրջապատված է էլեկտրոլիտային հակաիոններով կոչվում է միցել: Միցելն

ամբողջությամբ էլեկտրականորեն չեզոք է, լիցքավորված է միայն կոլոիդային մասնիկը, նրա լիցքը որոշում են պոտենցիալ առաջացնող իոնները, լիցքի արժեքը որոշվում է ę էլեկտրակինետիկ պոտենցիալով[2]:

Ըստ դիսպերս ֆազի ու միջավայրի միջև փոխազդեցության ուժերի տարբերում են երկու տեսակի դիսպերս համակարգեր՝ լիոֆոբ և լիոֆիլ: Այն համակարգերը, որոնցում դիսպերս ֆազի և դիսպերս միջավայրի մասնիկների միջև փոխազդեցությունները բացակայում են (օրինակ արծաթի հալոգենիդների ջրային զոլը), կոչվում են լիոֆոբ համակարգեր (ջրային միջավայրի դեպքում՝ հիդրոֆոբ): Եթե դիսպերս համակարգում ֆազերի միջև այդ փոխազդեցությունները շատ ուժեղ են (օրինակ բարձրամոլեկուլային միացությունների (ԲՄՄ) և սպիտակուցների լուծույթներում), ապա այդպիսի կոլոիդ համակարգերը կոչվում են լիոֆիլ (ջրային դիսպերս համակարգում՝ հիդրոֆիլ): Դիսպերսիան լիոֆիլ կոլոիդային համակարգերի ձևավորմամբ տեղի է ունենում ինքնաբուխ ջերմային շարժման պատճառով[3]:

Համաձայն լիոֆոբ զոլերի կառուցվածքի միցելային տեսության, յուրաքնչյուր լիոֆոբ զոլ կազմված է երկու մասից՝ միցելից և միջմիցելային հեղուկից: Միցելներն կազմում են զոլի դիսպերս ֆազը, միջմիցելային հեղուկը՝ դիսպերս միջավայրը, որի կազմի մեջ են մտնում լուծիչը և նրա մեջ լուծված էլեկտրոլիտները ու ոչ էլեկտրոլիտները, այդ թվում նաև կայունացուցիչները:

Միցելն ունի ավելի բարդ կառուցվածք, քան մոլեկուլը: Միցելը բաղկացած է երկու մասից՝ միջուկից և իոնոգեն մասից, որն իր հերթին կազմված է երկու իոնական՝ ադսորբցիոն և դիֆուզիոն շերտերից[4]: Միջուկը կազմում է միցելի հիմնական զանգվածը և կազմված է ատոմներից կամ մոլեկուլներից, որոնց թիվը փոփոխական է ու կարող է տատանվել հարյուրից մինչև միլիոններ: Կոլոիդ մասնիկը լիցք է ձեռք բերում այն պատճառով, որ նա ադսորբում է գերազանցապես կամ ընտրողաբար մեկ կամ մյուս տեսակի իոններին՝ կախված կոլոիդ նյութի բնույթից և փորձի պայմաններից: Կոմպլեքսը, որը բաղկացած է կոլոիդ նյութից, նրա վրա ադսորբված իոններից և վերջիններիս հետ կապված հակաիոնների մի մասից, լուծույթում կազմում է մի ամբողջություն, որին անվանում են հատիկ կամ գրանուլ. այն հակաիոնների հետ միասին առաջացնում է էլեկտրաչեզոք միցելը:

Ըստ Ֆայանսի կանոնի՝ միջուկի կողմից գերազանցապես ադսորբվում են էլեկտրոլիտի այն իոնները, որոնք գտնվում են միջուկի կազմում կամ իրենց բնույթով նման են միջուկի իոններին: Դրանք հենց այն իոններն են, որոնք միջուկի մակերեսին ստեղծում են լիցքավորված շերտ և առաջացնում պոտենցիալների տարբերություն, դրա համար էլ նրանց անվանում են պոտենցիալ կամ լիցք առաջացնող իոններ:

Իրական լուծույթներից կոլոիդ համակարգերը տարբերվում են հիմնականում հետևյալ հատկություններով՝

1.Լույսը ցրելու ընդունակությամբ,

2.Դիսպերս միջավայրում դիսպերս ֆազի մասնիկների դանդաղ դիֆուզիայով,

3.Մասնիկների չափերով

4.Դիալիզի ընդունակությամբ։

Համարյա միշտ զոլեր ստանալիս նրանք կեղտոտվում են տարբեր խառնուրդներով, էլեկտրոլիտներով։ Այդպիսի նյութերի, հատկապես ավելցուկային քանակներով էլեկտրոլիտների ներկայությունը խիստ կերպով իջեցնում է զոլերի կայունությունը։ Այդ հանգամանքն էլ առաջ է բերում կոլոիդների մաքրման անհրաժեշտություն:

Քանի որ կոլոիդ համակարգերը, ըստ մասնիկների չափի, միջանկյալ դիրք են զբաղեցնում կոպիտ ցրված համակարգերի և իրական լուծույթների միջև, դրանց պատրաստումը կարելի է բաժանել երկու եղանակի՝ դիսպերսման և կոնդեսացման(խտացման)։

Խտացման մեթոդները հիմնված են իրական լուծույթի մոլեկուլների խոշորացման հիման վրա ,կոլոիդային մասնիկների առաջացմամբ, ինչը կարելի է իրականացնել ինչպես ֆիզիկական այնպես էլ քիմիական եղանակներով։

Ֆիզիկական եղանակը լուծիչների փոխարինման եղանակ է, իսկ քիմիական եղանակը ՝ քիմիական ռեակցիաներով կոլոիդային լուծույթների ստացումը քիչ լուծվող միացությունների ձևավորմամբ։

Եթե դիսպերս միջավայրը հեղուկ է, իսկ դիսպերս ֆազը պինդ (Պ/Հ), ապա համակարգը կոչվում է սուսպենզիա կամ կոլոիդ լուծույթ (կախված մասնիկների չափերի միջակայքից)։ Եթե դիսպերս միջավայրն ու դիսպերս ֆազը հեղուկ են, ապա համակարգը (Հ/Հ) կոչվում է էմուլսիա, իսկ եթե դիսպերս միջավայրը գազ է (Հ/Գ և Պ/Գ) ,ապա այն կոչվում է աէրոզոլ։

Համարյա միշտ զոլեր ստանալիս նրանք կեղտոտվում են տարբեր խառնուրդներով, էլեկտրոլիտներով։ Այդպիսի նյութերի, հատկապես ավելցուկային քանակներով էլեկտրոլիտների ներկայությունը խիստ կերպով իջեցնում է զոլերի կայունությունը։ Այդ հանգամանքն էլ առաջ է բերում կոլոիդների մաքրման անհրաժեշտություն:

Կոլոիդ համակարգերի ստացումից հետո խիստ կարևոր է պահպանել նրա կայունությունը: Կոլոիդ համակարգերի կայունության վերաբերյալ առաջարկվել է երկու՝ կինետիկական և ագրեգատային կայունություն հասկացությունները։

Կինետիկական կայունությունը՝ ձգողական գրավիտացիոն ուժերի ազդեցության նկատմամբ դիսպերս համակարգերի կայունությունն է։ Դա պայմանավորված է բրոունյան շարժման առկայությամբ, որի շնորհիվ դիսպերսված մասնիկները կարողանում են հակազդել ծանրության ուժին անջատվում[5]:

Ագրեգատային կայունությունը տվյալ համակարգի ընդունակությունն է այս կամ այն չափով պահպանելու իր դիսպերսման աստիճանը: Կայունության այս տեսակը բացատրվում է մի կողմից կոլոիդ մասնիկների միատեսակ լիցքավորմամբ, որը խանգարում է նրանց միաձուլմանը, իսկ մյուս կողմից՝ կոլոիդ մասնիկների շուրջը լուծիչի մոլեկուլներից սոլվատային թաղանթների առաջացումով:

Կոլոիդային համակարգի դիսպերս ֆազի մանրացման աստիճանի փոքրացումը, որը տեղի է ունենում առաջնային միցելների իրար կպչելու հետևանքով, կոչվում է կոագուլում (մակարդում): Կոագուլումը միշտ ուղեկցվում է դիսպերս ֆազի տեսակարար մակերեսի փոքրացմամբ: Եթե միանում են հեղուկի մասնիկները, որը հատուկ է էմուլսիաներին, ապա երևույթը կոչվում է կոալեսցենցում:

Կոագուլումը կարող է տեղի ունենալ դիսպերս համակարգի վրա տարբեր գործոնների ազդեցությամբ: Այդպիսի գործոններից է, օրինակ, բուռն խառնումը կամ թափահարումը, տաքացումը կամ սառեցումը, լույսի ճառագայթների կամ էլեկտրական հոսանքի ազդեցությունը և այլն: Համակարգի վրա նման ներգործությունների հետևանքով դիսպերս մասնիկների և դիսպերս միջավայրի միջև կապի էներգիան նվազում է: Այսպես, էլեկտրոլիտի ավելացման հետևանքով կոլոիդ մասնիկում դիֆուզիոն շերտը սեղմվում է, որի արդյունքում էլեկտրոկինետիկական պոտենցիալը նվազում է: Դա հանգեցնում է կոլոիդ մասնիկների միջև էլեկտրաստատիկ վանման ուժերի նվազեցման և, որպես հետևանք, դրանց միավորման հավանականության խիստ մեծացման (դանդաղ կոագուլում): Էլեկտրոլիտի այն նվազագույն կոնցենտրացիան, որի դեպքում վրա է հասնում ակնհայտ կոագուլումը, կոչվում է կոագուլման շեմ ($C_{կոագ.}$): Այն կախված է ջերմաստիճանից, ավելացվող էլեկտրոլիտի բնույթից, ավելացվող իոնի լիցքի նշանից (ըստ Գարդիի կանոնի՝ ներգործում է կոլոիդ մասնիկի լիցքին հակառակ նշանով իոնը) և այդ իոնի լիցքի մեծությունից (ըստ Շուլցեի): Համաձայն Շուլցեի-Գարդիի կանոնի, եռալիցք, երկլիցք և միալիցք իոնների համար ակնհայտ կոագուլումը հարուցող կոնցենտրացիաներն իրար հարաբերում են ինչպես 1:25:500: Կոագուլման շեմը հաշվարկվում են հետևյալ հավասարումով

$$C_{կոագ.}=C_{էլ.լիտ.}V_{էլ.լիտ.}/V_{զոլ} \quad (կմոլ/մ^3)$$

Կոագուլման շեմի հակադարձ մեծությունը կոչվում է կոագուլման ուժ (γ)

$$\gamma=1/C_{կոագ.}$$

Տեսական հետազոտությունների հիման վրա պարզվել է, որ կոագուլման ուժը հակադարձ համեմատական է կոագուլում հարուցող իոնի լիցքի 6-րդ աստիճանին՝

$$\gamma=1/z^6$$

Արագ կոագուլման տեսությունը մշակել է Սմոլուխովսկին, որի հիման վրա ստացել է կոագուլման արագության հաստատունի (K) հաշվարկման հետևյալ բանաձևը՝

$$K=\frac{1}{\pi\left[\frac{1}{n}+\frac{1}{n_0}\right]}$$

որտեղ n_0-ն և n-ը համապատասխանաբար, նախքան կոագուլումը և τ ժամանակ հետո, համակարգի միավոր ծավալում առկա մասնիկների թվերն են: Կոագուլման արագության հաստատունի կախվածությունը դիֆուզիայի գործակցից (D) և մասնիկի շառավիղից (r) արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$K=8\pi Dr$$

Ըստ Ստոքսի-Այնշտայնի բանաձևի գնդաձև մասնիկների դիֆուզիայի գործակիցը դրանց չափերց կախված է ըստ հետևյալ բանաձևի ՝

$$D=k\tau/6\pi\eta r$$

Ելնելով այս բանաձևերից կոագուլման հաստատունի համար ստացվում է հետևյալ արտահայտությունը՝

$$K=4RT / 3\eta N_A \quad (մ^3/վ),$$

Որտեղ η-ն միջավայրի մածուցիկությունն է, N_A-ն՝ Ավոգադրոյի թիվը: Սմոլուխովսկին մտցրել է նաև կիսակոագուլման ժամանակ հասկացությունը և ստացել հետևյալ բանաձևը՝

$$n=n_0/(1+\tau/\theta)$$

Որտեղ θ-ն կիսակոագուլման ժամանակն է, այսինքն այն ժամանակը, որի ընթացքում համակարգում մնում է ելային մասնիկների կեսը, τ-ն՝ կոագուլման սկզբից անցած ժամանակը:Կոագուլման հակառակ երևույթը, այսինքն մաքուր դիսպերս միջավայրի կամ լուծված նյութերի ազդեցությամբ մասնիկների ագրեգատների քայքայումը կոչվում է պեպտիզացում [6]:

Խնդիր1

Գրել ա)$AlCl_3$-ով կայունացված $Al(OH)_3$-ի, բ) H_2SiO_3-ով կայունացված SiO_2-ի զոլերի բանաձևերը, գրանուլի լիցքը: Այդ զոլերից ո՞ր մեկի համար է լավ կոագուլյատոր $FeCl_3$-ը և Na_2SO_4-ը:

Լուծում

$AlCl_3$-ով կայունացնելու դեպքում պոտենցյալ առաջացնող իոնները կլինեն Al^{3+} իոնները,որոնք ընտրողական ադսորբցիայի շնորհիվ ադսորբվում են $Al(OH)_3$-ի նստվածքի մասնիկների մակերևույթին՝ առաջացնելով կրկնակի էլեկտրական շերտի (ԿԷՇ) ներքին ոլորտը: Էլեկտրաստատիկ ուժերով այդ իոնները դեպի իրենց են ձգում լուծույթում առկա հակաիոններին ՝ Cl^-, առաջացնելով ԿԷՇ-ի արտաքին թաղանթը: Հակաիոնների մի մասը մնում է դիսպերս ֆազի մակերևույթին գտնվող լուծույթում՝ առաջացնելով ադսորբցիոն շերտ, իսկ մյուս մասը դիֆուզիայի շնորհիվ բաշխվում է լուծույթում՝ առաջացնելով դիֆուզյոն շերտ: Միցելը կունենա հետևյալ կառուցվածքը՝

$$[mAl(OH)_3\ nAl^{3+}\ 3(n-x)Cl^-]^{3x+} \cdot 3xCl^-$$

Կոլոիդ մասնիկի լիցքը դրական է:

H_2SiO_3-ով SiO_2-ի կայունացման դեպքում միջուկի շուրջը պոտենցյալ առաջացնող իոնները կլինեն SiO_3^{2-} իոնները, իսկ հակաիոնները H^+ պրոտոնները: Միցելը կունենա հետևյալ կառուցվածքը՝

$$[mSiO_2\ nSiO_3^{2-}\ 2(n-x)\ H^+]^{2x-} \bullet 2xH^+$$

Կոլոիդ մասնիկը ունի բացասական լիցք:

$FeCl_3$-ը դիսոցվում է Fe^{3+} և Cl^- իոնների, իսկ Na_2SO_4-ը՝ Na^+ և SO_4^{2-} իոնների: Քանի որ, ըստ Շուլցեի-Գարդիի կանոնի եռալիցք, երկլիցք և միալիցք իոնների համար ակնհայտ կոագուլումը հարուցող կոնցենտրացիաներն իրար հարաբերական են ինչպես1:25:500, ապա $FeCl_3$-ը լավ կոագուլյատոր է SiO_2 - ի զոլի համար, իսկ և Na_2SO_4-ը՝ $Al(OH)_3$-ի համար:

Խնդիր 2.

AgI-ի զոլը ստացել են խառնելով 8մլ, 0,05 նորմալանոց KI-ի և 10մլ, 0,02 նորմալանոց $AgNO_3$-ի լուծույթները: Գրել առաջացող միցելի բանաձևը և բացատրել, թե էլեկտրական դաշտում դեպի ո՞ր էլեկտրոդը կտեղաշարժվի առաջացող գրանուլը:

Լուծում

$KI + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgI\downarrow$

Որոշել, թե փոխազդող նյութերից որն է ավելցուկով:

$\sqrt{}(KI) = 0,008 \bullet 0,05 = 0,0004$ (մոլ)

$\sqrt{}(Ag(NO)_3) = 0,02\ 0,01 = 0,0002$ (մոլ):

Ավելցուկով վերցված է KI-ը, ուրեմն լուծույթում կլինեն K^+ և I^- իոններ: Պոտենցյալ առաջացնող իոնները կլինեն I^- իոնները, իսկ հակաիոնները K^+-ը: Զոլը կունենա հետևյալ բանաձևը՝

$$[\ mAgI \bullet nI^-\ (n-x)\ K^+\ ]^{x-} \bullet xK^+$$

Քանի որ, արտաքին հաստատուն հոսանքի ազդեցության դեպքում գրանուլը շարժվում է դեպի իր լիցքի հակառակ նշանը ունեցող բևեռը,իսկ մեր գրանուլը ունի բացասական լիցք, ապա էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ կտեղաշարժվի դեպի անոդը՝ դրական բևեռը:

Խնդիր3

Երեք փորձանոթների մեջ լցրել են 0,1 դմ^3 երկաթի հիդրօքսիդի զոլ: Զոլի կոագուլյացիա առաջացնելու համար անհրաժեշտ է առաջին կոլբին ավելացնել 0,01 դմ^3, 1 նորմալանոց NH_4Cl, երկրորդին՝ 0,063դմ^3, 0,01 նորմալանոց Na_2SO_4, երրորդին՝ 0,037դմ^3, 0,001 նորմալանոց Na_3PO_4: Հաշվել յուրաքանչյուր էլեկտրոլիտի կոագուլյացիայի շեմը:

Լուծում

Որոշել նշված էլեկտրոլիտների այն նվազագույն կոնցենտրացիան , որի դեպքում վրա է հասնում ակնհայտ կոագուլումը, ըստ հետևյալ բանաձևի

$C_x=(C_э \cdot V_{эл} \cdot 1000)/(V_{эл}+V_{зол})$

I 0,01 դմ³ - 1Ն - NH_4Cl

$C_{NH_4Cl}=\frac{0,01 \cdot 1 \cdot 1000}{0,01+0,1}$ =90,9 մմոլ/ դմ³

II 0,063 դմ³ – 0,01Ն - Na_2SO_4

$C_{Na_2SO_4}=\frac{0,01 \cdot 0,063 \cdot 1000}{0,063+0,1}$ =3,8 մմոլ/ դմ³

III 0,037 դմ³ – 0,001Ն - Na_3PO_4

$C_{Na_3PO_4}=\frac{0,001 \cdot 0,037 \cdot 1000}{0,037+0,1}$ =0,27 մմոլ/ դմ³

Պատասխան՝ 1) 90,9 մմոլ/ դմ³ 2) 3,8 մմոլ/ դմ³ 3) 0,27 մմոլ/ դմ³:

Գրականություն

1. https://scienceforum.ru/
2. Беляев А. П., Физическая и коллоидная химия, Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010, 704с
3. Գամենա Օ. Ս., Ֆիզիկական և կոլոիդային քիմիա, Երևան 1981, 417 էջ:
4. Гаврилова Н. Н., Жилина О. В., Киенская К. И., Назарова В. В., Яровая О. В., Сборник задач по коллоидной химии, Москва 2009, 132 с.
5. Գրիգորյան Ս.Կ., Ֆիզիկական և կոլոիդային քիմիա, Երևան,ԵՊՀ հրատարակություն, 1983, 270 էջ:
6. Քամալյան Օ.Ա.,Հայրապետյան Մ. Գ. Ֆիզիկական և կոլոիդների քիմիա, Երևան, ՀԱԱՀ հրատարակություն, 2014, 104 էջ:

Նյութը ներկայացվել է 22.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 29.05.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:
Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել ԱրՊՀ կենսաբանության և քիմիքյի ամբիոնը:

Արցախի պետական համալսարանի
ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
Арцахского государственного университета

Artsakh State University
PROCEEDINGS

1/2023

Ð³ÝÓÝí³Í¿ ï å³·ñáõÃÛ³Ý` 11.04. 2023 Ã.:
ê ï áñ³·ñí³Í¿ ï å³·ñáõÃÛ³Ý` 22.06.2023 Ã.:
Ì³í³ÉÁ` 17.6 ï å. Ù³ÙáõÉ: î å³ù³Ý³Ï` 100:

Հիմնադիր՝ ²ñó³ËÇ å»ï³Ï³ÝÑ³Ù³Éë³ñ³Ý, ê ï »÷³Ý³Ï»ñ ï ,
Ø. ¶áßÇ ÷. 5, Ñ»é. (0749) 4-04-91, ý³ùë (0479) 7-12-14
E-mail: rector@asu.am
ԱրՊՀ հրատարակչություն, e-mail: printery.asu@mail.ru,
կայք: www.asu.am– Գիտական հրապարակումներ–
Գիտական տեղեկագիր
Учредитель – Арцахский государственный университет
г.Степанакерт, ул. Мхитара Гоша 5,
тел. (0749) 4-04-91, факс (0479) 7-12-14
Издательство АрГУ, e-mail: printery.asu@mail.ru,
сайт: www.asu.am– Научные публикации – Ученые записки.

Founder - Artsakh State University, 5 Mkhitar Gosh st., Stepanakert
Tel.: (0749) 4-04-91, Fax: (0479) 7-12-14
ASU Publishing house, e-mail: printery.asu@mail.ru,
website: www.asu.am– Scientific publications – Proceedings.