

**AROMATIK UGLEVODOROD MOLEKULALARINI MATEMATIK  
MODELLASHTIRISH ASOSIDA O'RGANISHNING FANLARARO  
METODIKASI**

**Mengliyev Islom Abdumuratovich**

**Termiz davlat universiteti "Amaliy matematika" kafedrası v/b dotsenti**

[mengliyev1982@mail.ru](mailto:mengliyev1982@mail.ru)

**Abduvaitova Barno Shodi qizi**

**Termiz davlat universiteti "Amaliy matematika" ta'lim yo'nalishi magistranti**

[abduvaitovabarno2244@gmail.com](mailto:abduvaitovabarno2244@gmail.com)

**ANOTATSIYA**

Maqolada kimyoviy element molekulasini fanlararo bog'liqlik va axborot texnologiyalarini qo'llash asosida tadqiq etish metodikasi qaralgan. Pirelen molekulasida molekuladagi uglerod atomlari umumiy sonini, to'liq uglerod-uglerod bog'lanishlari sonini va molekuladagi halqalar sonini aniqlash algoritmi va kompyuter dasturi tuzilgan. Fanlararo bog'liqlikni axborot texnologiyalarini qo'llash asosida o'qitish ta'lim jarayoni sifat va samaradorligini oshirishga xizmat qilish ko'rsatilgan. *Kalit so'zlar:* fanlararo bog'liqlik, axborot texnologiyalari, kimyoviy element, molekula, atom, uglerod, uglerod atomlari soni, uglerod-uglerod aloqalari soni, molekuladagi aromatik halqalar soni.

**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются исследование молекулы химического элемента на основе применения межпредметных связей и информационных технологий. На примере молекулы пирилена составлен алгоритм и компьютерная программа позволяющие определить общее число атомов углерода, полное число углерод-углерод связей и число колец в молекулы. Показано, что изучение межпредметных связей на основе информационных технологий служит повышению качеству и эффективности учебного процесса.

*Ключевые слова:* межпредметные связи, информационные технологии, химический элемент, молекула, атом, углерод, число атомов углерода, число углерод-углерод связей, количество ароматических колец в молекуле.

**ANNOTATION**

The article deals with the study of a molecule of a chemical element based on the use of intersubject communications and information technologies. Using the pyrylene molecule as an example, an algorithm and a computer program have been compiled to determine the total number of carbon atoms, the total number of carbon-carbon bonds

and the number of rings in the molecule. It is shown that the study of interdisciplinary connections on the basis of information technology serves to improve the quality and efficiency of the educational process.

*Key words:* intersubject communications, information technology, chemical element, molecule, atom, carbon, number of carbon atoms, number of carbon-carbon bonds, the number of aromatic rings in the molecule.

Boshqa fan sohalarida bo'lgani kabi, kimyo fanini talabalarga fanlararo bog'liqlik asosida o'qitishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ta'lim jarayonida yangi imkoniyatlarni yuzaga chiqaradi. Hozirgi kunda ilmiy tadqiqotlar ko'pincha ikki yoki undan ortiq fanlar tutashgan nuqtada olib borilib, yuqori samaradorlik va innovatsion natijalar berayotgani bilan ajralib turadi hamda ularni amaliyotga, xususan ishlab chiqarish sohalariga joriy etish imkoniyatlarini kengaytirmoqda.

Mazkur yo'nalishda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 12-avgustdagi PQ-4805-sonli "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori [1] alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu qarorda mamlakatimizda kimyo va biologiya fanlarini rivojlantirish, ta'lim sifati va ilmiy tadqiqotlar samaradorligini oshirish "Ilm, ma'rifat va raqamli iqtisodiyot yili" Davlat dasturining ustuvor vazifalaridan biri sifatida belgilangan. Qaror mazmunida umumta'lim muassasalarida kimyo va biologiya fanlarini o'qitish sifati bugungi kun talablariga to'liq javob bermasligi, mavjud o'qitish metodikalari va laboratoriya bazalarining eskirganligi, shuningdek, o'qituvchilar mehnatini yetarlicha rag'batlantirish mexanizmlarining yo'qligi tanqidiy qayd etilgan. Bundan tashqari, o'rta maxsus, professional, oliy ta'lim muassasalari, ilmiy-tadqiqot tashkilotlari hamda ishlab chiqarish korxonalarida o'rtasida kadrlar tayyorlash va ilmiy natijalardan foydalanish borasida uzviy hamkorlik va samarali muloqot yetarli darajada yo'lga qo'yilmagani ta'kidlangan.

Qarorda kimyo va biologiya fanlari bo'yicha ta'lim sifatini tubdan yaxshilash, umumta'lim maktablarida ushbu fanlarni o'qitishning mutlaqo yangi tizimini joriy etish, ta'lim muassasalarini zamonaviy laboratoriya jihozlari, darsliklar va o'quv vositalari bilan ta'minlash, malakali pedagog kadrlarni jalb etish kabi qator muhim vazifalar belgilangan. Shuningdek, ta'lim va ishlab chiqarish sohalarida o'rtasida yaqin hamkorlikni rivojlantirish, oliy ta'lim muassasalari huzuridagi ixtisoslashtirilgan maktablarda samarali o'quv jarayonini tashkil etish, professor-o'qituvchilar hamda iqtidorli talabalarni ta'lim jarayoniga faol jalb etish, mahorat darslari, to'garaklar va yozgi maktablar tashkil etish kabi chora-tadbirlar nazarda tutilgan. Bundan tashqari, umumiy o'rta ta'lim muassasalarida tabiiy fanlar yo'nalishidagi variativ o'quv

rejalarini bosqichma-bosqich joriy etish hamda o'quvchilarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish maqsadida amaliy mashg'ulotlar ulushini oshirish belgilangan.

Oliy ta'lim muassasalarida tabiiy fanlar yo'nalishida tahsil olayotgan talabalarda fanlararo bog'liqlik asosida kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishda axborot texnologiyalaridan foydalanish ta'lim jarayoni sifatini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Biroq fanlararo bog'liqlikni o'qitish jarayoni bir qator muammolar bilan ham kechadi. Jumladan, bir fan o'qituvchisining boshqa fan bo'yicha yetarli bilim va tasavvurga ega emasligi, dars jarayonida fanlararo integratsiyani amalga oshirish uchun vaqt cheklanganligi, mazkur yo'nalishdagi o'quv materiallarining keng hajmliligi hamda mavzularni yaxlit va lo'nda tarzda bayon etish imkoniyatlarining cheklanganligi shular jumlasidandir.

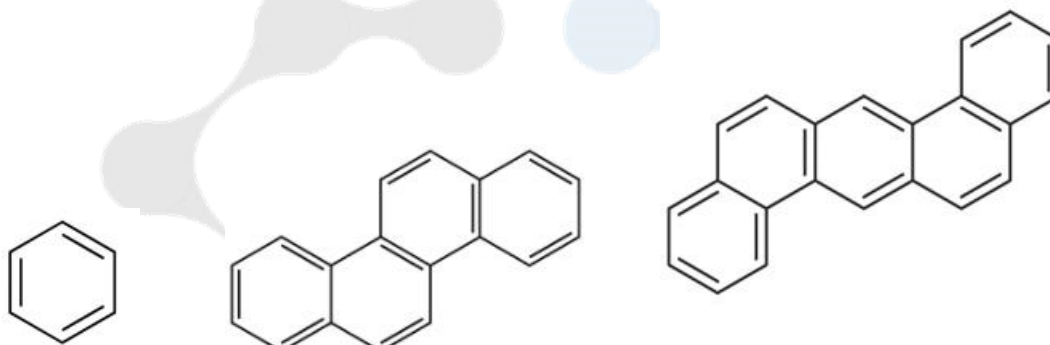
Ushbu maqolada qayd etilgan muammolarni bartaraf etishda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish samarali natijalar berishi asoslab berilgan. Shu maqsadda kimyo fanida uglevodorod molekularining topologik xossalarini axborot texnologiyalariga tayangan holda tadqiq etish orqali molekuladagi uglerod atomlari sonini, uglerod-uglerod (C-C) bog'lanishlari sonini hamda halqalar sonini aniqlash metodikasi ishlab chiqilgan. Mazkur masalani yechish kimyo, matematika va axborot texnologiyalari fanlari o'rtasidagi fanlararo bog'liqlikni o'rganish bilan bevosita bog'liq ekanligi ko'rsatib berilgan.

Fanlararo bog'liqlikni axborot texnologiyalari yordamida o'rganishda, kimyo fanini o'qituvchi barcha fanlar bo'yicha to'liq kasbiy ko'nikmalarga ega bo'lishi shart emas. Ular faqatgina tadqiq etilayotgan jarayonni xarakterlovchi parametrlarning dastlabki qiymatlarini kompyuter dasturiga kiritish, shuningdek, dastur ishlashi natijasida olinadigan parametrlar va ularning mohiyati haqida to'liq tushunchaga ega bo'lishi yetarli hisoblanadi. Ushbu maqolada kimyoviy moddalar molekularining aloqalari va valentlik strukturalari haqidagi klassik tushunchalarga tayanib, ularning topologik xossalarini fanlararo bog'liqlik va axborot texnologiyalarini qo'llash orqali tadqiq etish masalalari yoritiladi.

Uglerod atomlaridan tashkil topgan molekularning katta sinfi mavjud bo'lib, ular organik kimyoda muhim ahamiyatga ega va sodda geometrik hamda elektron tuzilishga ega bo'ladi. Bu esa ularni faqat atomlar orasidagi bog'lanishlarni xarakterlovchi matematik modellar orqali tavsiflash imkonini beradi. Ushbu molekular tekis ko'rinishga ega bo'lib, skeletlari faqat uglerod atomlaridan tashkil topgan. Har bir uglerod atomi o'ziga qo'shni bo'lgan uchta uglerod atomi bilan shunday bog'langanki, bog'lanishlar orasidagi burchak taxminan  $120^\circ$  ni tashkil qiladi va bog'lanish uzunliklari deyarli bir xil bo'ladi. Uglerod atomi bilan bog'lanmagan pozitsiyalarni vodorod atomlari egallaydi, va har bir vodorod atomi faqat bitta uglerod atomiga

ulanadi. Skeletda joylashgan atomlarning barchasi bir xil holatda bo'lgani sababli, molekularning ko'pgina xossalari aynan skeletning topologik xossalari bilan belgilanadi. Skeletlarni tekis graflar orqali ifodalash mumkin bo'lib, grafning tugunlari uglerod atomlarini, tomonlari esa C-C (uglerod-uglerod) aloqalarini ifodalaydi, bunda C-N bog'lanishlari inobatga olinmaydi [2-3].

Ayrim molekularning graflarini keltiramiz[2-3]:



**Benzol**

**Xrizen**

**Dibenzo[a,h]antratsen**

Yuqoridagi molekulyar graflar molekularning ma'lum bir xususiyatlarini aniqlash va tadqiq etish imkoniyatlarini beradi. Lekin, ular kompyuterda sonli hisoblashlar o'tkazish uchun umuman yaroqli emas, shu sababli boshqa matematik modellar zarur bo'ladi. Ulardan biri molekulani topologik matritsa T orqali ifodalashdan iborat bo'lib, bunda graf sonlar orqali tavsiflanadi. T topologik matritsaning  $t_{ij}$  elementi quyidagi xossalarga ega bo'ladi:

$$t_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } i \text{ va } j \text{ atomlar bog'langan bo'lsa} \\ 0, & \text{aks holda} \end{cases}$$

Shunday qilib, benzol molekulasining sodda oltiburchakdan iborat bo'lgan matritsasi ushbu topologik matritsa orqali tavsiflanadi:

The image shows the benzol structure and its topological matrix T. The matrix is a 6x6 adjacency matrix for a benzene ring.

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} & t_{15} & t_{16} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} & t_{25} & t_{26} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} & t_{35} & t_{36} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} & t_{45} & t_{46} \\ t_{51} & t_{52} & t_{53} & t_{54} & t_{55} & t_{56} \\ t_{61} & t_{62} & t_{63} & t_{64} & t_{65} & t_{66} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Endi T matritsa graf haqidagi to'liq ma'lumotni o'zida saqlaydi, grafning ixtiyoriy xossasiga T matritsaning biror-bir xossasini mos qo'yish mumkin.

Topologik matritsa  $T$  ni blokli ko‘rinishda yozish mumkin, bunda juft raqamli atomlar izidan toq raqamli atomlar joylashtiriladi:

$$T = \begin{bmatrix} 0 & B \\ B^T & 0 \end{bmatrix},$$

bu yerda,  $B$  - aralash matritsa,  $B^T$  - matritsa esa  $B$  matritsani transponerlash orqali hosil qilinadi.  $B$  matritsa, topologik matritsa  $T$  ning barcha nolmas elementlarini o‘zida saqlaydi va barcha muhim ma’lumotlarni o‘zida mujassamlashtirgan bo‘ladi. Benzol uchun aralash matritsa quyidagi ko‘rinishga keltiriladi:

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} 2 & 4 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad B^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Molekulaning ayrim elementar xususiyatlarini  $B$  matritsa yordamida yetarlicha sodda usulda aniqlash mumkin. Uglerod atomlarining umumiy soni ( $n$ )  $B$  matritsaning satrlar va ustunlar soni yig‘indisiga teng bo‘ladi. Shu bilan birga, uglerod–uglerod ( $C-C$ ) bog‘lanishlarining umumiy soni  $N$  esa  $B^T B$  matritsaning barcha diagonal elementlari yig‘indisi orqali aniqlanadi.

$N$  ni quyidagi ko‘rinishda ifodalash qulay hisoblanadi:

$$N = T_r(B^T B) = T_r \left[ \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \right] = T_r \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} = \left( \sum_{i=1}^3 t_{ii} \right) = (2 + 2 + 2) = 6.$$

Bu yerda  $T_r$  belgilash  $T$  matritsaning izini, ya’ni, uning diagonal elementlari yig‘indisini bildiradi.

Grafning yana bitta muhim xususiyati shuki, grafdagi halqalar soni  $r$  dan iborat. Ammo,  $r$  miqdor  $n$  va  $N$  lar bilan quyidagi munosabat orqali bog‘langan:

$r = N - n + 1$ , bundan halqalar soni  $r$  ni yaqqol aniqlash mumkin. Molekuladagi atomlarni nomerlashda turli tartibda almashtirish shartlarini bajarish mumkin, bu o‘z navbatida  $B$  matritsaning ayrim xossalarini o‘zgartiradi. Ammo, ta’kidlash lozimki, miqdorlar  $r$ ,  $N$  va  $n$  larning qiymatlari molekular atomlarining qanday tartibda nomerlanishiga bog‘liq emas, ya’ni, ushbu miqdorlar turli almashtirishlarga nisbatan invariantlik xossasiga ega bo‘ladi.

Axborot texnologiyalarining o‘quv jarayoniga tadbiriq masalari [4-5]da yoritilgan.

Fanlararo bog‘liqlikning o‘quv jarayoni samaradorligini oshirishdagi o‘rni masalalari [6] maqolada qaralgan.

Yuqorida aytilgan fikrlarni Dibenzo[a,h]antratsen aromatik uglevodorod molekulasiga nisbatan qarab chiqamiz:



Dibenzo[a,h]antratsen molekulasi uchun topologik matritsa T ga mos qo'yilgan B aralash matritsani tuzamiz. Buning uchun yuqoridagi matritsa T ning juft ustunlar va toq satrlarni tanlab olamiz. Agarda ularga mos Dibenzo[a,h]antratsen molekulasi atomlari o'zaro bog'langan bo'lsa, B matritsaning mos elementi 1 ga, aks holda 0 ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

bu yerda topologik matritsa T ning 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 - ustunlari hamda 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 - satr elementlari qaralgan. Shunday qilib, Dibenzo[a,h]antratsendagi uglerod atomlari soni aralash matritsa B ning satr va ustunlarining yig'indisiga teng, ya'ni  $n=11+11=22$ .

Dibenzo[a,h]antratsen molekulasidagi C-C-(uglerod-uglerod) aloqalari sonini hisoblaymiz. Buning uchun dastlab, aralash matritsa B ning transponerini aniqlaymiz va quyida ushbu matritsa  $B^T$  ni keltiramiz:

$$B^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Shundan so'ng, C-C-(uglerod-uglerod) aloqalari sonini aniqlaymiz:

formula asosida

$$B^T B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 3 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$N = T_r(B^T B) = 26$$

Demak, Dibenzo[a,h]antratsen molekulasidagi (C-C-) aloqalar soni 26 ta ekanligi aniqlandi. Endi Dibenzo[a,h]antratsen molekulasidagi halqalar soni  $r$  ni topamiz:

$$r = N - n + 1 = 26 - 22 + 1 = 5$$

Natijada, Dibenzo[a,h]antratsen molekulasida 5 ta halqa mavjud ekanligi aniqlanadi. Ushbu yondashuv molekulaning tuzilishini matematik modellashtirish orqali tahlil qilish imkonini berib, kimyo va matematika fanlari o'rtasidagi fanlararo bog'liqlikni yaqqol namoyon etadi hamda axborot texnologiyalarini qo'llash orqali o'quvchilarning bilimlarini chuqurlashtirishga xizmat qiladi.

Kimyoviy modda molekulasida uchun undagi uglerodlar, C-C- aloqalar va halqalar sonini aniqlash algoritmini keltiramiz:

1. Kimyoviy element molekulasida tanlanadi;
2. Topologik matritsa  $T$  shakllantiriladi;
3.  $B$  aralash matritsa shakllantiriladi;
4. Transponirlangan  $B^T$  matritsa hosil qilinadi;
5.  $B$  matritsaning satr va ustunlari soni qo'shib, molekuladagi uglerodlar soni  $n$  aniqlanadi;
6.  $(B^T \cdot B)$  matritsaning izi  $T_r(B^T B)$  hisoblanadi va uning diagonal elementlari qo'shib, tegishli kimyoviy element tarkibidagi, C-C- aloqalar soni  $N$  topiladi;
7.  $r = N - n + 1$  formula asosida molekuladagi halqalar soni hisoblanadi.

So'ngra, ana shu algoritm asosida kompyuter dasturi tuziladi va molekulaning tegishli xossalarini aks ettirgan miqdorlarning sonli qiymatlari aniqlanadi.

O'quvchilarga o'zining faniga oid masalalarni fanlararo bog'liqlikni inobatga olgan holda olib borish ularning bilim darajalarining mukammallashtirishiga va o'z sohalarida informatsion texnologiyalardan samarali foydalanish ko'nikmalarining shakllanishiga yordam beradi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati**

1. SH.Mirzyoyev. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 12 avgustdagi PQ-4805-son "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori (Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 13.08.2020 y., 07/20/4805/1174-son; 01.05.2021 y., 06/21/6217/0409-son).
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование.-М.:Наука, 1997.-316 с.
3. Эндрюс Дж., Мак-Лоун Р. Математическое моделирование.- М.: Мир, 1979.- 280 с.
4. М.М.Арипов va b. Informatika, informatsion texnologiyalar Darslik T.: TDYUI 2005. 278-b.
5. Normurodov Ch.B., Mengliyev I.A. Tabiiy fanlarda fanlararo bog'liqni o'rganishda matematik modellashtirishni qo'llash. Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. 2020 yil 5-son. 540-545 bet.
6. Mengliyev I.A. Matematik modellashtirish va informatsion texnologiyalar asosida fanlararo bog'liqni o'qitish metodikasi. Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. 2020 yil 12-son. 290-296 bet.
7. I. A. Mengliyev, B. SH. Abduvaitova "Kimyoviy moddalar molekularining topologik xossalarini fanlararo bog'liqlik va axborot texnologiyalarini qo'llash asosida tatqiq etish metodikasi", Inter education & global study . 2025. №12, 363-374-b.