MANTIQ ALGEBRASINING AKSIOMALARI

Tojimamatov Israil Nurmamatovich
Farg'ona Davlat Universiteti,
israiltojimamatov@gmail.com
Toirova Gulsevar Zaylobiddin qizi
Farg'ona davlat unversiteti talabalari
toirovagusevar942@gmail.com

Annotatsiya: *Mazkur tadqiqotda mantiq algebrasining aksiomalari va ularning matematik mantiqdagi o'rni tahlil qilinadi. Mantiq algebrasining asosiy aksiomalari, ularning xususiyatlari va qo'llanilish doiralari ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning maqsadi mantiq algebrasining nazariy asoslarini aniqlash va amaliy masalalarni yechishda foydalanish imkoniyatlarini o'rganishdir.*

Kalit so'zlar: *Mantiq algebrasi, aksiomalar, matematik mantiq, nazariy asoslar, amaliy masalalar, xususiyatlar*

Аннотация: *В данном исследовании рассматриваются аксиомы логической алгебры и их роль в математической логике. Изучаются основные аксиомы логической алгебры, их свойства и области применения. Цель исследования - определить теоретические основы логической алгебры и изучить возможности их использования при решении практических задач.*

Ключевые слова: *Логическая алгебра, аксиомы, математическая логика, теоретические основы, практические задачи, свойства*

Abstract: *This study explores the axioms of logical algebra and their role in mathematical logic. The fundamental axioms of logical algebra, their properties, and applications are examined. The aim of the research is to define the theoretical foundations of logical algebra and investigate the possibilities of using them in solving practical problems.*

Keywords: *Logical algebra, axioms, mathematical logic, theoretical foundations, practical problems, properties*

Mantiq dalil keltirish va xulosa chiqarish prinsiplarini o‘rganuvchi falsafiy tadqiqotdir. Formal fan sifatida mantiq abstrakt unsurli tizimlarni tadqiq etadi, bu unsurlar ta’kid yoki argumentlar bo‘lishi mumkin. Mantiq muammolari o‘zi ichiga paradokslar, xatolar, sabab va oqibatlar orasidagi bog‘larga oid savollarni oladi. Mantiq — to‘g‘ri tafakkur yuritishning asosiy qonunlari va shakllari haqidagi fan. Mantiq o‘zining shakllanish va rivojlanish tarixiga ega. Mantiqqa oid dastlabki fikrlar Qad. Sharq mamlakatlarida, xususan, Hindiston, Xitoyda vujudga keldi. Qadimda mantiq falsafa tarkibida bo‘lgan, mustaqil fan sifatida shakllanmagan. Yunon falsafasida mantiq masalalari dastlab Parmenidning „Tabiat to‘g‘risida“ asarida, Eleylik Zenonning aporiyalarida, Geraklit ta’limotida u yoki bu darajada ko‘rib chiqilgan. Aristotelgacha bo‘lgan mantiqiy ta’limotlar ichida Demokritning mantiqiy ta’limoti, Sokrashnchnt induktiv metodi va Platon dialektikasi diqqatga sazovor. Mantiq ilmining alohida fan sifatida shakllanishi Aristotel nomi bilan bog‘likdir. U birinchi bo‘lib mantiq o‘rganadigan masalalar doirasini aniqlab berdi.

Uning „Kategoriyalar“, „Talqin haqida“, „Birinchi analitika“, „Ikkinchi analitika“, „Sofistik raddiyalar haqida“, „Topika“ nomli asarlari mantiq masalalariga bag‘ishlangan. Aristotel mantiqni „ma’lum bilimlardan noma’lum bilimlarni aniqlovchi“, „chin fikrni xato fikrdan ajra-tuvchi“ fan sifatida ta’riflaydi.

Aristoteldan so‘ng mantiq, asosan, stoiklar maktabi vakillarining , Epikur, skeptiklar ta’limotlarida rivojlantirilgan. Stoiklar mantiqning maqsadi inson aqlini xatolardan asrash va haqiqatga erishishdir, deb bilishgan. Keyinchalik Yaqin va O‘rta Sharq mamlakatlarida ham mantiq ilmi shakllandi. O‘rta Osiyoda ham falsafa va mantiq mustaqil fan sifatida taraqqiy etdi.

Bunda Farobiy, Ibn Sino, Beruniy, Umar Xayyom, Alisher Navoiy, Bedil kabi buyuk mutafakkirlarning xizmati katta bo‘ldi. Farobiy o‘zining „Mantiqqa kirish“, „Ilmlarning kelib chiqishi va tasnifi“ asarlarida mantiq masalalariga ilmiy bilish metodlari deb qaragan. Forobiy fikricha, mantiq insonlarni bilish jarayonidagi turli xato va adashishlardan saqlaydi. Forobiy tushuncha, hukm va ularning turlari, xulosa chiqarish, sillogizm va uning figuralari, moduslarini tahlil qildi. Sillogizm va isbotlash usuli eng to‘g‘ri, haqiqatga olib keluvchi usul deb hisobladi.

Mantiqiy ifodalar to'plamlari aksiomalar yoki Bool algebrasining postulatlari deb nomlanadi. Axioma uchta asosiy mantiqiy operatsiyani (va, yoki va emas) ta'riflashdan boshqa narsa emas.

+ mantiqiy OR operatsiyasini ko‘rsatadi.

Mantiqiy va operatsiyani bildiradi !

Logical NOT operatsiyasini ko‘rsatadi 0 va 1 mos ravishda mantiqiy noto‘g‘ri va to‘g‘ri.

0.0 = 0

0.1 = 0

1.0 = 0

1.1 = 1

0+0 = 0

0+1 = 1

1+0 = 1

1+1 = 1

! 0 = 1

! 1 = 0

Bool algebrasining asosiy aksiomalarini muhokama qilganimizdan so'ng, keling, ularni umumlashtirishga harakat qilaylik:

A = 0 (A = 0 bo‘lsa, 0.0 = 0 va A = 1 bo‘lsa, 0.1 = 0, shuning uchun ifoda A qiymatidan qat’i nazar har doim 0 bo‘ladi)

1+A =1 (A = 0 bo‘lsa, 1+0 =1 va A = 1 bo‘lsa, 1+1 =1, shuning uchun ifoda A qiymatidan qat’i nazar har doim 1 bo‘ladi)

0+A = A (A = 0 bo'lsa, 0+0 = 0 va A = 1 bo'lganda 0+1 = 1. Shuning uchun ifodaning qiymati har doim A ning qiymatiga teng bo‘ladi)

A = A (A = 0 bo'lsa, 1.0 = 0 va A = 1, 1.1 = 1 bo'lsa. Shuning uchun ifodaning qiymati har doim A ning qiymatiga teng bo‘ladi)

! A = A (Agar ! A = 0 , keyin A = 1 va ! A = 1 keyin A = 0) A + A = A (A = 0 bo‘lsa, 0 + 0 = 0 va A = 1 bo‘lsa, 1 + 1 = 1)

A.A = A (A = 0 bo‘lsa , 0,0 = 0 va A = 1 bo‘lsa , 1,1 = 1)

Bu umumlashtirilgan ifodalari juda muhimdir, chunki ular ko'plab Bool funksiyalari va ifodalari soddalashtirish uchun ishlatiladi. Bool funksiyasini minimallashtirish o'zgaruvchilarni va darvoza darajasini minimallashtirishni yo'q qilishda foydalidir.

Bool algebrasini aritmetik algebra bilan taqqoslash Aritmetik algebrada to'rtta asosiy operatsiya bor: qo'shish, ayirish, ko'paytirish va bo'lish. Bool algebrasida esa bizda 3 ta asosiy operatsiya bor: AND, OR, NOT.

Bool algebrasida, bizda faqat ikkita qiymat / oxirgi natijalar mavjud bo'lib, ular to'g'ri yoki noto'g'ri. Lekin aritmetik algebrada, javob har qanday qiymatga ega bo'lishi mumkin, u musbat, manfiy, nol yoki biz o'ylagan har qanday qiymat bo'lishi mumkin.

Bool algebrasining postulatlari/qonunlari

Kommutativ qonun

A + B = B + A

A.B = B.A

Misol uchun:

0 + 1 = 1 va 1 + 0 = 1 (ya'ni A+B = B+A)

0,1 = 0 va 1,0 = 0 (ya'ni A.B = B.A)

Assotsiativ huquq

(A + B) + C = A + ((B + C)

(A.B) C = A. ((B.C)

Misol uchun:

(0 + 1) + 1 = 0 + (1+1) = 1 (A + B) + C = A + B + C)

Xuddi shunday siz (A.B.) ni sinab ko‘rishingiz mumkin .

Taqsimoti to‘g‘risidagi qonun

A ((B+C) = AB + AC A + BC = (A + B). (A + C) A + BC = (A + B) ning isbotlanishi. A + C)

Keling , RHS ifodasini soddalashtirishga harakat qilaylik:

(A+B) A + C) = A.A + A.C + B.A + B.C

A.A = A va B.A = A.B ekanligini bilamiz, shuning uchun ifodadan quyidagilar kelib chiqadi: A + AC + A.B + B.C

A.ni yanada soddalashtirish bo‘yicha (1+C) + A.B + B.C, endi 1+C = 1 ham, A.1 = A, shuning uchun ifodadan quyidagilar kelib chiqadi: A + A.B + B.C A ((1+B) + B.C = A.1 + B.C = A + BC (1+B = 1 va A.1 = 1)

Shuning uchun LHS = RHS Impotentlik to‘g‘risidagi qonun A+A=A A.A = A

Ushbu qonunlar ilgari muhokama qilingan Absorbsiya qonuni

A + A.B = A

A.(A + B) = A

Keling, RHSni olish uchun ikkala ifodaning ham LHSni soddalashtiramiz:

A + A.B = A ((1+B) = A.1 = A

(A + B) = A.A + A.B

A + A.B = A ((1+B)

A.1 = A

Boole's The Mathematical Analysis of Logic ko'plab qiziqarli mantiqiy yangiliklarni taqdim etadi: bu o'n to'qqizinchi asr mantiqiy matematikasining boshlanishi bo'lib, an'anaviy mantiqda ishlatiladigan katalog yondashuviga algoritmik alternativa (oddiy algebrani ozgina o'zgartirish orqali) taqdim etdi (garchi oxirgi bosqichda kamaytirish tartib-taomillari ishlab chiqilgan bo'lsa ham).

Argumentlarning haqiqiy shakllari ro'yxati o'rniga, ularning haqiqiyligi umumiy prinsiplar va qoidalar asosida aniqlandi. Bundan tashqari, u postulatlar tizimi asosida mantiqiy qonunlarni isbotlashning samarali usulini taqdim etdi. Boole keyinchalik yozganidek, bu an'anaviy silogistika singari "mnemonik san'at" emas, balki to'g'ri "fikrlash fani" edi (Boole 1997: 136). Ushbu kitobning to'rtdan uch qismi davomida, silogistik mantiq haqidagi munozaralarini tugatgandan so'ng, Boole o'zining fikrlash qonunlarida (1854) an'anaviy mantiqni kengroq kengaytirish uchun ishlatiladigan umumiy vositalarni ishlab chiqishni boshladi. Ushbu kengaytirilgan mantiqaning cheksiz ko'plab mumkin bo'lgan mantiqiy dalillarini boshqarish uchun u algoritmik tahlil uchun asosiy vositalarni taqdim etgan teoremalarni taqdim etdi (katalog endi amalga oshirilishi mumkin emas edi).

Boolning g'oyalari G.W. Leybniz. Ular ingliz matematikasining alohida kontekstlaridan kelib chiqqan (Pekhaus 2009 ga qarang). Viktor Sanchez Valensiyaning so'zlariga ko'ra, Bouldan kelib chiqqan an'ana 1879 yilda Aleksandr MakFarlen tomonidan "Algebra of Logic prinsiplari" nashri e'lon qilinganidan beri mantiqaning algebrasi deb nomlandi (Sánchez Valencia 2004: 389 ga qarang). MakFarlen, Boul tomonidan taklif qilingan Sifat haqida mulohaza yuritishning analitik usulini algebra deb hisoblagan (MakkFarlen 1879: 3 ga qarang).

Ushbu yondashuv odatda algebraik mantiq deb atalgan narsadan farq qiladi; garchi ba'zi bir-biriga o'xshashliklar mavjud bo'lsa-da, ikkita sohaning tarixiy rivojlanishi farq qiladi. Algebraik mantiq quyidagicha tushuniladi: tushunchalar va munosabatlar matematik belgilar bilan ifodalanadigan [logika] uslubi [...] matematik usullarni qo'llash mumkin. Bu yerda matematika ko'pincha algebra, ya'ni matematikada ba'zi to'plamlar bo'yicha cheklangan operatsiyalar bilan bog'liq bo'lgan qismni anglatadi. (Hailperin 2004 yil: 323) Aljebraviy mantiqni Leybniz, Jakob Bernulli va boshqa zamonaviy mutafakkirlarning ishlarida topish mumkin va bu, shubhasiz, Boole yondashuvining muhim asosini tashkil qiladi.

Kengroq nuqtai nazardan qaraganda, ikkalasi ham Leybniz tomonidan birinchi marta tuzilgan rasmiy fanlarda ramziy bilimlar an'analarining bir qismidir (qarang: Esquisabel 2012). Algebraik mantiqaning bu g'oyasi Frantsiya Ma'rifat davrida Condillac va Condorcet (Grattan-Ginnes 2000: 14 va undan keyingi) asarlarida davom ettirildi.

Boshqa so'zlar bilan aytganda, mantiqiy muammolarning ramziy ta'rifi va mantiqiy tenglamalarning yechimi Boolning usulini tashkil qiladi (Sánchez Valencia 2004: 389 ga qarang). Keyinchalik, Jevons 1864 yildagi "Temiz mantiq" kitobida Boulning bo'linmagan to'plamlarni birlashtirish qisman operatsiyasini zamonaviy cheklanmagan birlikka o'zgartirdi va Boulning talqin qilinmaydigan atamalarni shubhali ishlatishini yo'q qildi (Jevons 1890 yilga qarang). Pirs (1880) universal ifodadan alohida ifodani Aristotelning izohini aniq yo'q qilib, Barcha uchun zamonaviy ma'no berdi. A bo‘ladi B ”. Bundan tashqari, u sinflar uchun mantiqaning algebrasini ikkilik munosabatlar uchun mantiqaning algebrasiga kengaytirdi va miqdoriylashtirishni boshqarish uchun umumiy summa va mahsulotlarni kiritdi.

Ernst Shreder Hermann (1809-1877) va Robert Grassmann (1815-1901) ning oldingi ishlaridan ilhomlanib, Pirs tomonidan ishlab chiqilgan tizimdan foydalangan holda, o'zining uch jildli Vorlesungen über die Algebra der Logik (1890-1910) asarida 19-asrning mantiqiy algebradagi yutuqlarini ishlab chiqdi va tizimlashtirdi. Gottlob Fregening (1848 1925) mantiqqa qo'shgan hissasi, mantiqqa aksiomatik yondashuvga asoslangan, 1879 1903 davrida juda kam ta'sir ko'rsatdi (va xuddi shu narsani CSning diagrammatik tizimlari haqida aytish mumkin). asrning boshlarida ishlab chiqilgan). Whitehead va Rassell mantiqiy algebra yondashuvini, uning asosan tenglama formulasi va algebraik ramzlari bilan, Frejning aksiomatik tizimidan kuchli ilhomlangan yondashuvni afzal ko'rishdi va Giuseppe Peano tomonidan ishlab chiqilgan, ya'ni mantiqiy bog'lovchi, munosabat ramzlari va miqdoriy vositalardan foydalanish yo'li bilan rad etishdi.

Yigirmanchi asrning dastlabki ikki o'n yilligida mantiqaning algebrasi Platon Sergeyevich Poretskiy (1846 1907), Lui Kouturat (1868 1914), Leopold Lovenxaym (1878 1957) va Genrix Behmann (1891 1970) asarlarida yanada rivojlandi (Stiyajkin 1969ga qarang). Xususan, mantiq algebrasidagi yo'q qilish teoremalari birinchi va ikkinchi darajali mantiq parchalari uchun qaror qabul qilish tartiblariga ta'sir ko'rsatdi (qarang: Mancosu, Zach, Badesa 2009). Birinchi jahon urushidan so'ng, dastlab algebraik yondashuvni qabul qilgan Devid Xilbert (1862 1943), Principia yondashuvini qabul qildi va mantiqaning algebrasi foydadan chiqdi.

Biroq, 1941 yilda Tarski nisbat algebrasini tenglama bilan belgilangan sinf sifatida ko'rib chiqdi. Bunday sinfda 1800-yillarda ko'rib chiqilgan berilgan koinotdagi barcha ikkili nisbatlar to'plamidan tashqari ko'plab modellar mavjud, xuddi 1800-yillarda o'rganilgan kuchlar to'plami Bool algebrasidan tashqari ko'plab Bool algebrasi mavjud bo'lgani kabi. 1948-1952 yillarda Tarski o'z talabalari Chin va Tompson bilan birgalikda silindrik algebrani birinchi darajali mantiqning algebraik mantiqiy hamkori sifatida yaratdi va 1956 yilda Pol Xalmos (1916-2006) xuddi shu maqsad uchun poliadik algebrani taqdim etdi. Xalmos (1956 b, c va d) ta'kidlaganidek, ushbu yangi algebraik mantiqalar birinchi darajali mantiqni va ularning akssiomatlashtirish va tuzilish teoremalari kabi universal algebraik jihatlarini o'rganishga e'tibor qaratishga moyil edi, ammo ularning yaratilishiga ilhomlantirgan birinchi darajali mantiqning tabiati haqida juda oz ma'lumot berdi.

1847 yil oxirida Boole va Augustus De Morgan (1806-1871) har biri mantiqqa oid kitobni nashr etishdi - Boole's Mathematical Analysis of Logic (1847) va De Morgan's Formal Logic (1847). De Morganning yondashuvi an'anaviy deduktiv mantiqaning (odatda "Aristoteliya mantiqi" deb nomlanadi) har bir jihatini eng kichik qismlariga ajratish, ushbu qismlarni umumlashtirish usullarini ko'rib chiqish va keyin ba'zi hollarda ushbu qismlardan foydalangan holda mantiqiy tizimni yaratish edi. Afsuski, u hech qachon o'zining eng yaxshi g'oyalarini mazmunli tizimga qo'sholmadi. Uning tenglik belgisini qoldirishi mantiqaning tenglama algebrasini ishlab chiqishni imkonsiz qildi.

Ko'rinib turibdiki, De Morgan sintezi bilan shug'ullanmagan. De Morganning 1847 yilgi kitobi 19-asrning boshlarida Fransiyada Jozef Diz Gergon (1771 1859) va Bxemyada Bernhard Bolzano (1781 1848) bilan boshlandi. Buyuk Britaniyadagi Jorj Bentam va Uilyam Xamilton ham bu tiklanishning bir qismi bo'lishdi va ularning tadqiqotlari an'anaviy silogistikada kategoriyaviy jumlalarning o'zgarishlarining tabiatiga e'tibor qaratdi, shu jumladan bashoratning miqdoriylashtirilishi deb nomlangan; masalan, Hamma A ba’zilari B yoki Ba'zi A hammasi B ”. Bu muammo Aristotelning silogistik mantiqining kengaytirilishini talab qiladi va bunday bayonotlarni boshqarish va ularning turli xil turlarini tasniflashni ta'minlash uchun ramziy usulning ba'zi shakli kerak deb o'ylandi (Heinemann 2015 boblari 2 va 3-boblarini ko'ring).

Boole mantiqqa butunlay boshqacha nuqtai nazardan yondashgan, ya'ni Aristotel mantiqini qanday qilib ramziy algebra libosida o'rnatish kerakligini tushuntirgan. Simvolik algebradan foydalanish, u differensial tenglamalar bo'yicha ishidan va uning yosh do'sti va murabbiyi Dunken Farquharson Gregori (1813-1844) ning turli maqolalaridan yaxshi tanish bo'lgan mavzu bo'lib, u geometriya kabi boshqa fanlarni simvolik algebra tiliga kiritishga harakat qilgan. Simvolik algebrani differensial tenglamalarga qo'llash differensial operatorlarni joriy etish orqali amalga oshirilganligi sababli, Boole uchun Aristotel mantiqi sohasida qo'llaniladigan operatorlarni qidirish tabiiy bo'lgan bo'lishi kerak. U selection operatorlaridan foydalanish g'oyasi bilan tezda paydo bo'ldi, masalan, qizil rang uchun tanlov operatori bir sinfdan qizil a'zolarni tanlaydi. 1854-yilgi kitobida Boul tanlash operatorlarini qoldirish va to'g'ridan-to'g'ri sinflar bilan ishlash osonroq ekanligini angladi.

Ammo, u o'zining mantiqiy qonunlari so'z ishlatilishi haqidagi kuzatuvlarga asoslanmaganligini, balki aslida inson ongining jarayonlariga chuqur ildiz otganligini isbotlash uchun tanlash operatorlarini saqlab qoldi. Bundan buyon ushbu maqolada, Boolning 1847 yilgi kitobini muhokama qilishda, tanlash operatorlari sinflardan foydalangan holda oddiyroq to'g'ridan-to'g'ri formula bilan almashtirildi. Simvolik algebra oddiy algebraning sintaktik tomoni bo‘lgani uchun, Boole sinflar uchun mantiqiy algebrani yaratish uchun algebraning odatiy operatsiyalari va konstantlarini talqin qilish yo‘llarini izlagan.

Ko‘paytirish kesishish sifatida talqin qilinib, uning yagona yangi qonuni, idempotent qonuni paydo bo‘ldi X X = X ko'paytirish uchun, Leybniz tomonidan ishlab chiqilgan mantiqiy qonunni qayta kashf etish. Qo'shish, bir-biriga bog'liq bo'lmagan sinflar bilan shug'ullanayotgan bo'lsa, ittifoq sifatida, ayirboshlash esa sinf farqi sifatida, bir sinfdan subklassni ayirboshlash bilan ta'riflangan. Boshqa holatlarda qo'shish va ayirish operatsiyalari shunchaki aniqlanmagan yoki Boole yozganidek, talqin qilinmagan.

Aritmetikaning odatiy qonunlari Boolga 1 olam bo‘lishi kerakligini va 1 − X qo'shimcha bo'lishi kerak X. Bool tizimining keyingi bosqichi to'rt turdagi kategoriyaviy gaplarni tenglamalarga tarjima qilish edi, masalan:

X bo‘ladi Y bo‘ladi X = X Y , va Ba’zi X bo‘ladi Y bo‘ladi V = X Y , qaerda V yangi ramz hisoblanadi. Silogizmdagi o'rta hadni yo'q qilish uchun Boul oddiy algebradan yo'q qilish teoremasini qarz oldi, ammo u mantiqiy algebrasi uchun juda zaif edi.

Bu uning 1854 yilgi kitobida tuzatilgan. Boole shuni topdiki, u har doim ham alohida gaplarning yuqoridagi tarjimasi bilan (ya'ni mavjud ahamiyatga ega bo'lganlar) kerakli xulosalarni chiqarolmaydi, shuning uchun u variantlarni qo'shdi

X = V Y ,

Y = V X , va V X = V Y

1800-yillarning ramziy algebrasi nafaqat ko'phadlar algebrasini o'z ichiga olgan va Boole qaysi natijalar va vositalar mantiqiy algebrada qo'llanilishi mumkinligini ko'rish uchun tajribalar o'tkazgan. Masalan, u o'zining natijalaridan birini cheksiz qatorni kengaytirish orqali isbotladi. Uning oddiy algebraning imkoniyatlari bilan qiziqishi uni quyidagi savollarni ko‘rib chiqishga undadi: agar idempotent qonun o‘rniga X 3 = X Uning vorislari, ayniqsa Jevons, darhol sinflar bo'yicha operatsiyalarni biz bugungi kunda ishlatadigan operatsiyalarga, ya'ni ittifoq, kesishish va qo'shimchaga chekladilar.

Xulosa

Bool algebrasi o'zining aksiomalari va teoremalarida raqamli elektronika asosan ketma-ket va kombinatsiyaviy sxemalarni quradigan asos sifatida ishlaydi. Agar kommutativ, assotsiativ, distributtiv, idempotent va absorpsiya kabi aksiomalar o'rganilsa, murakkab Bool ifodalari soddalashtirilishi mumkin va bu samarali sxema dizaynlariga olib keladi. Bu aritmetik algebraga qarama-qarshi bo'lib, natijada 0 yoki 1 dan farq qiladigan raqam bo'lib chiqishi mumkin, bu Boole operatsiyalarining ikkilik xususiyatini ko'rsatadi va Boolean mantiqining raqamli tizimlarda o'ziga xosligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. D. Monk: *Mathematical Logic*, Springer-Verlag, New York (1976).
2. H. Enderton: *A Mathematical Introduction to Logic*, Academic Press, San Diego (1972).
3. J. R. Shoenfield, *Mathematical Logic*, AK Peters (2001).
4. H. Rasiowa: *Post Algebras as a Semantic Foundation of* mm-*Valued Logics*, *Studies in Algebraic Logic*, The Mathematical Association of America, (1974).
5. Tojimamatov, I. N., & Ro'zimatov, J. I. (2024). KVANT KOMPYUTERLARI TURLARI VA ULARNING ISON HAYOTIDAGI AHAMYATI. *Current approaches and new research in modern sciences*, *3*(1), 23-27.
6. Tojimamatov, I. N., & qizi Xomidova, M. A. (2024). OPTIK NURTOLA VA OPTIK KABELLAR BILAN ISHLASH. OPTIK O'TKAZGICHLAR VA QABUL QILUVCHILAR: SVETO VA FOTODIODLAR, YARIM O'TKAZGICHLI LAZERLAR BILAN ISHLASH. *Analysis of world scientific views International Scientific Journal*, *2*(1), 21-29.
7. Nurmamatovich, T. I., & Nabiyev, A. (2024). KUCHAYTIRISH USULLARI VA FILTERLASH HISOBIDAN KUCHAYTIRISH. *" RUSSIAN" ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ*, *17*(1).