



SCIENTIFIC BULLETIN

PHYSICAL AND MATHEMATICAL RESEARCH

ILMIY HABARNOMA

FIZIKA-MATEMATIKA TADQIQOTLARI

**2024
VOLUME 6
ISSUE 1**

ЗАХИРИДДИН
МУҲАММАД БОБУР
НОМИДАГИ АНДИЖОН
ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ANDIJAN STATE
UNIVERSITY NAMED
AFTER ZAKHIRIDDIN
MUKHAMMAD BABUR

ИЛМИЙ ХАБАРНОМА

Физика-математика
тадқиқотлари

SCIENTIFIC BULLETIN

Physical and
Mathematical Research

2024/№1(6)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДКОЛЛЕГИИ

Зайнобидинов Сирожиддин – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, академик Академии наук Республики Узбекистан.

ЗАМПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДКОЛЛЕГИИ

Акбаралиев Бахтиёр Бакирович – доктор технических наук (DSc), профессор, ректор Андijanского государственного университета. им. З.М.Бобура

ФИЗИКА

Юлдашев Бехзод Садыкович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, академик Академии наук Республики Узбекистан, Президент Академии наук Республики Узбекистан.

Утамурадова Шарифа Бекмурадовна – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, директор Научно-исследовательского института физики полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

Маматкаримов Одилжон Охундаевич – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, ректор Наманганского инженерно-технологического института

Олимов Хусниддин Косимович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, директор Физико-технического института НПО «Физика-Солнце» Академии наук Республики Узбекистан.

Каримов Иброхим Набиевич – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, профессор кафедры физики Андijanского государственного университета им. З.М.Бобура

Тургунов Нозимжон Абдуманнопович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, замдиректор Научно-исследовательского института физики полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

Исмаилов Канатбай Абдреймович – доктор физико-математических наук, профессор Каракалпакского государственного университета.

Каражанов Смагул – доктор физико-математических наук (DSc), с.н.с. отдела солнечной энергетики Института энергетических технологий, Кьеллер, Норвегия

Рембеза Екатерина Станиславовна – доктор физико-математических наук (DSc), профессор Воронежского государственного университета.

Вайткус Юозас Юозович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, академик АН Литва.

Абдужабборов Ахмаджон – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, г.н.с. института Астрономии АН РУз

ТЕХНИКА

Мамадалимов Абдугафур Тишабаевич – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, академик Академии наук Республики Узбекистан.

Содилов Илхом Исмаилович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, директор Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан.

Ашуров Хотам Бахронович – доктор технических наук (DSc), профессор, директор Института ионно-плазменных и лазерных технологий имени У.А.Арифова Академии наук Республики Узбекистан.

Далиев Хожакбар Султанович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор, директор Ташкентского филиала Федерального государственного бюджетного высшего образовательного учреждения «Национальный исследовательский университет» МЭИ».

Алиев Раимжон Усмонович – доктор технических наук (DSc), профессор Андijanского государственного университета. им. З.М.Бобура

Юлдашев Носиржон Хайдарович – доктор технических наук (DSc), профессор, Ферганский политехнический институт.

Касимахунова Анара Мамасодиқовна – доктор технических наук (DSc), профессор Ферганского государственного университета

Тагаев Марат Баймуратович – доктор технических наук (DSc), профессор Каракалпакского Государственного университета имени Бердаха.

Мансуров Хатамжон Жураевич – кандидат физико-математических наук, доцент, декан Физического факультета Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

МАТЕМАТИКА

Ўринов Ахмаджон Кушакович – доктор физико-математических наук (DSc), профессор Ферганского государственного университета.

Арзикулов Фарходжон Нейматович – доктор физико-математических наук, профессор Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

Кайгородов Иван – доктор физико-математических наук, профессор университета Beira Interior, Ковилян, Португалия

Xabier Garcia Martinez – professor, Department of Mathematics, University of Vigo, Vigo, Spain

Каримжанов Икболжон Абдулазизович – PhD по физико-математических наук, доцент, Проректор Андижанского государственного университета

Муллажонов Рустамжон Вахобжанович – кандидат физико-математических наук, доцент, Проректор Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

Ибайдуллаев Туланбой Турсунбоевич – кандидат физико-математических наук, доцент, декан Математического факультета, Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

Умрзаков Нодирбек Мухаммадович – кандидат физико-математических наук, доцент, Заведующий кафедры Алгебра, Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

Ахмедов Одилжон Сойибжонович – кандидат физико-математических наук, доцент, Заведующий кафедры Механика-математика, Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

ИНФОРМАТИКА

Расулов Акбарали Махаматович – доктор физико-математических наук (DSc). Ферганского филиала Ташкентского

университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Махкамов Мадаминжон Комилович – кандидат физико-математических наук, доцент, Проректор Андижанского государственного университета. им. З.М.Бобура

Дадабаев Сардорбек Усманович – PhD по физико-математических наук, доцент, декан Информационного технологического факультета Андижанского государственного университета

Худойбергенов Мирзоали Уразалиевич – доктор физико-математических наук (DSc), профессор. Заведующий кафедрой Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

Абдурахманов Жамолидин Комолдинович – кандидат физико-математических наук, доцент Андижанского государственного университета.

Редактор:

Бобоев Акрамжон Йулдашбоевич – PhD по физико-математических наук, доцент Андижанского государственного университета.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Физика

С.З. ЗАЙНАБИДИНОВ, Н.А. ТУРГУНОВ, Ш.К. АКБАРОВ Морфология примесных скоплений кобальта и никеля в монокристаллах кремния.....	7
A.T. MAMADALIMOV, S.U. UMAROVA, N.K. KHAKIMOVA, SH.M. NORBEKOV, D.E. XAZRATOV Study of the electrophysical properties of "surkhon-104" grade cotton fibers alloyed with KMnO_4	12
Е.С. РЕМБЕЗА, Ш.Х. ЙУЛЧИЕВ, Б.М. ЭРГАШЕВ Синтез и свойства многокомпонентных наноструктурированных пленок $(\text{SnO}_2)_x(\text{ZnO})_{1-x}$	16
Х.Б. АШУРОВ, Б.Р. КУТЛИМУРОТОВ, С.Е. МАКСИМОВ, Б.Л. ОКСЕНГЕНДЛЕР О путях подавления фотодеградации аморфного гидрогенизированного кремния используемого в солнечных элементах.....	21
Б.К. ТУЙЧИБАЕВ, В. Т. МИРЗАЕВ, Т.И. РАХМОНОВ Характеристики электрических свойств нанокристаллических систем селенида кадмия.....	26
Н.А. ТУРГУНОВ, Р.М. ТУРМАНОВА, Н.Б. ХАЙТИММЕТОВ Исследование структурных свойств образцов p-Si<Ni,Fe>	32
А. ТУРАЕВ, Р. БУРХАНОВ, О. РАЙИМЖОНОВ Влияние давления на токопрохождение в БИП изготовленных на основе p-Si<Ni>	36
Н.А. СУЛТАНОВ, З. МИРЗАЖОНОВ, Т.И.РАХМОНОВ, Ф.Т. ЮСУПОВ Характеристика термически окисленных пленок ZnO : Значение для оптоэлектронных применений.....	40
К. АБДУЛВАХИДОВ, ZHENGYOU LI, С. ОТАЖОНОВ, Н. ЮНУСОВ Исследование структурных, магнитных, магнитодиэлектрических свойств наноструктурированных композитов на основа « $(1-x)\text{AFe}_{12}\text{O}_{19}-x\text{BTiO}_3(\text{A-Ba, Pb, Sr; B-Ba, Pb})$ ».....	48

Техника

С.С. НАСРИДДИНОВ, А.К. ХАМРАКУЛОВ, М.А. АБДУРАХМАНОВА, Ф.С. САИДОВА, Н.Т. МОВЛОНОВ Мониторинг влажности почв с помощью информационно технологических систем.....	54
--	----

A. SEYTOV, O. ABDURAXMONOV, N. CHORIYOROV Development of algorithms for planning and management of water resources in Irrigation systems in the conditions of climate changing.....	59
<u>Математика</u>	
X.SH. QO‘SHAQOV, M.A. MUHAMMADJONOVA, SH.SH. MAXAMMADZOKIROV Differential game of three pursuers and one evader on an Elongated Square Gyrobicupola.....	68
М.Ш. КОСИМОВА Об однозначной разрешимости обобщенной задачи колебания балки с заделанными концами в классах соболева в многомерном случае с оператором миллера-росса.....	73
G.SH. ABDUMANNONOVA Differential pursuit game with geometric constraints for an infinite system of differential equations.....	87
<u>Информатика</u>	
M.K. MAXKAMOV, C.C. AXMAДЖОНОВ Решение задачи о закачке газа в элементарный участок трубопровода в приближении «короткого» трубопровода.....	92
S.U. DADABAYEV, A.M. SOBIROV, M.O. SOLIJONOV Ikki o‘lchovli simmetrik t-giperbolik sistemaning xarakteristik tezliklarini boshqaruvchi dasturiy ta’minot.....	97
M.K. MIRZAAXMEDOV, N.SH. TOJIYEV, I.A. OVXUNOV R-funksiya usuli (rfm) yordamida murakkab shaklli sohalarni qurish.....	102
M.M. ХАМДАМОВ, С.А. МУЗАФФАРОВ, Х.А. МАМАДАЛИЕВ, А.М. СОБИРОВ Численное исследование обтекания аэродинамического профиля bell 540 на основе современных моделей турбулентности.....	110
J.K. ABDURAKHMANOV Some generalizations of communication channels and error correcting codes.....	118
M. KAMILOV, M. XUDAYBERDIYEV, N. ALIMQULOV Timsollarni tanib olishning algebraik yondashuv algoritmlari.....	122
З.З. ШИРИНОВ, И.К. ХУЖАЕВ, Х.А. МАМАДАЛИЕВ Упрощенный способ расчет участка односторонней сети отопления с современным теплообменником.....	130
И.М. САЙМАНОВ, Н.Т. УРИНОВ, А. МУРАДУЛЛАЕВ, М.О. СОЛИЖОНОВ Модели основанные на вычислении оценок.....	142

УДК: 004.421

Timsollarni tanib olishning algebraik yondashuv algoritmlari

Kamilov M¹, Xudayberdiyev M², Alimqulov N³¹Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston²Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston³Andijon davlat universiteti, Andijon, O'zbekiston

2024 yil. 2-mayda berilgan. 2024 yil 12-iyunda chop etish uchun qabul qilingan

Аннотация: В работе рассматриваются алгоритмы алгебраического подхода к решению задач распознавания. В начале 1970-х годов Ю.И. Журавлев разработал модель алгоритмы вычисления оценок (АВО), которая состоит из комбинации оператора распознавания и правил принятия решений. Основная концепция этой модели заключается в построении матрицы оценки для определения принадлежности объектов управления к классам и их классификации на основе решающих правил. В конце 1970-х годов Ю.И. Журавлев предложил алгебраический подход, который предполагает построение правильных алгоритмов-полиномов посредством алгебраических операций над неверными алгоритмами. В данной статье подробно анализируются развитие алгебраического подхода, его применение и проблемы, связанные с современными структурами.

Ключевые слова: распознавание образов, алгоритмы вычисления оценок, алгебраический подход, алгебраическая замыкания, оператор распознавания, принятие решений

Abstract: The paper considers the algorithms of the algebraic approach to solving recognition problems. In the early 1970s, Yu. I. Zhuravlev developed a model of algorithms for calculating estimates (ACE), which consists of a combination of a recognition operator and decision rules. The main concept of this model is to construct an evaluation matrix to determine the belonging of control objects to classes and their classification based on decision rules. In the late 1970s, Yu. I. Zhuravlev proposed an algebraic approach that involves constructing correct polynomial algorithms through algebraic operations on incorrect algorithms. This article analyzes in detail the development of the algebraic approach, its application and problems associated with modern structures.

Keywords: pattern recognition, algorithms for calculating estimates, algebraic approach, algebraic closure, recognition operator, decision making

Annotatsiya. Ushbu ishda tanib olish masalalarini hal qilishda algebraik yondashuv algoritmlari ko'rib chiqiladi. 1970-yillarning boshlarida Y.I. Juravlev tomonidan baholarni hisoblash algoritmlari (BHA) modeli ishlab chiqilgan bo'lib, tanib olish operatori va qaror qabul qilish qoidalarining birlashmasidan iboratdir. Ushbu modelning asosiy konsepsiyasi nazorat obyektlarning sinflarga tegishligini aniqlash uchun baholash matritsasini tuzish va qaror qabul qilish qoidalariga asoslangan holda tasniflashdir. 1970-yillarning oxirida Y.I. Juravlev algebraik yondashuvni taklif qilgan, bu yondashuv nekorrekt algoritmlar ustida algebraik amallar orqali to'g'ri algoritm-polinomlar qurishni o'z ichiga oladi. Ushbu maqolada algebraik yondashuvning rivojlanishi, qo'llanishi va zamonaviy tuzilmalar bilan bog'liq muammolar batafsil tahlil qilinadi

Tayanch so'zlar: timsollarni tanib olish, baholarni hisoblash algoritmlari, algebraik yondashuv, algebraik tutashuv, tanib olish operatori, qaror qabul qilish

1970-yillarning boshlarida Y.I. Juravlev tanib olish masalalarini hal qilish uchun baholarni hisoblash algoritmlari (BHA) modeli haqida ish olib borgan [1, 2]. Bu modelning asosiy konsepsiyasi tanib olish operatori va qaror qabul qilish qoidalarining birlashmasidan iboratdir. Tanib olish operatori nazorat obyektlarning sinflarga tegishligini aniqlash uchun baholash matritsasini tuzadi. Bunda, nazorat obyektlar (algoritm tasniflash kerak bo'lgan obyektlar) va etalon obyektlar (tasnifi allaqachon ma'lum bo'lgan obyektlar) o'rtasidagi o'xshashliklarni tahlil qiladi. Qaror qabul qilish qoidalari baholash matritsasiga

asoslangan holda nazorat obyektlarni tasniflaydi. BHA modeli o'ziga xos tarzda amaliy masalalarni hal qilishda qo'llaniladigan turli xil strategiyalar (evristik usullar)ni o'z ichiga olgan. Bu model tanib olish algoritmlarini tavsiflash uchun universal tiliga aylangan. Misol sifatida, BHA modeli asosida ishlab chiqilgan test algoritmlari [3, 4] va "Kora" algoritmlari [5, 6] keltirilgan bo'lib, ular amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llanilgan.

1970-yillarning oxirida Y.I. Juravlev tanib olish masalalarini hal qilish uchun algebraik yondashuvni taklif qildi. Bu yondashuvning asosiy g'oyasi, korrekt algoritmnini (nazorat tanlanmada

xato qilmaydigan) korrekt bo'lmagan (evristik) algoritmlar bo'yicha algebraik ifoda sifatida izlashni taklif qildi [7, 8, 9]. Algebraik yondashuv nekorrekt algoritmlar ustida algebraik amallar (qo'shish, konstantaga ko'paytirish va matritsa elementlarini elementma-element ko'paytirish) orqali ishlaydi. Bu amallar tanib olish algoritmlari ustida operatsiyalarni induksiya qiladi. Algebraik yondashuvda polinomlar to'plami va bu polinomlar ustida maksimal daraja k bo'lgan modelning algoritmlari algebraik tutashuvi deb ataladi. Bu tutashuv, agar kontekst aniq bo'lsa, cheksiz darajadagi tutashuvni ham anglatadi. Algebraik yondashuvning yutug'i shundaki, nekorrekt algoritmlar ustida to'g'ri algoritm-polinom mavjudligi aniq isbotlangan. Bu yondashuv, biror aniq algoritmnining kamchiliklarini bartaraf etib, umumiy yaxshi algoritmlar yaratish imkonini beradi. Algebraik yondashuv zamonaviy va amaliy samarali tuzilmalar (bagging, boosting, ekspertlar fikrlarini aralashtirish va x.k.) tomonidan qo'llaniladi. Bu yondashuv, har bir yangi muammo uchun yangi algoritm yaratish o'rniga, umumiy tuzilmadan foydalanish imkonini beradi [10-19].

Tanib olish masalalarini hal qilishda algebraik yondashuv intensiv rivojlangan va turli xil yo'nalishlarni o'z ichiga olgan [20-23]. Bu yondashuvda K. V. Rudakov tomonidan ishlab chiqilgan lokal va universal cheklovlar nazariyasi muhim rol o'ynagan [24-29]. Bu nazariya tanib olish va axborotni qayta ishlash masalalarini tavsiflash va o'rganish uchun mos bo'lgan universal til yaratishga qaratilgan edi. Algebraik yondashuv rivojlanishi davomida nafaqat tarafdorlarga, balki qarshiliklarga ham uchradi. Asosan, bu yondashuvning tanqid qilinish sababi nazariyaning amaliyotga tadbiiq etilishi bilan bog'liq bo'ldi va korrekt algoritm-polinomlarni amaliy vazifalarni hal qilishda aniq qo'llashning imkonsizligiga qaratilgan edi. V.L. Matrosov ishlarida algebraik tutashuvlarning BHA submodellari mavjudligini ko'rsatdi, ular korrekt algoritmlar va zamonaviy modellar bilan umumiy qabul qilingan ishonch nazariyasi nuqtai nazaridan qolishmasligini isbotladi. V.N. Vapnik - A.Y. Chervonenkis tomonidan ishlab chiqilgan ishonch nazariyasi bu sohada muhim rol o'ynagan deyish mumkin [30,31]. K. V. Voronov algebraik yondashuv konstruksiyalaridan amaliy vazifalarni hal qilish uchun samarali foydalanish usullarini taklif qildi [17, 32, 33].

Tadqiqotlar asosan model algoritmlarini optimallashtirishga qaratilgan edi. Algebraik ifodalar ustida ishlash orqali algoritmlarni yaxshilashga urinishlar bo'lgan [34-36]. Algebraik tutashuvlar doirasida algoritmlar mavjudligi isbotlangan. Bu

isbotlar odatiy mavjudlik teoremlari bo'lib, ular amaliy masalalarni hal qilish uchun mos algoritmlarni taqdim etadi. Algebraik yondashuv atrofida bahslar ko'pincha algoritmlarni qurish usullari va ularning xususiyatlari atrofida bo'lgan. Algebraik tutashuvlar esa yaxshi tavsiflanmagan. Algebraik tutashuvlarni to'liq va aniq tasvirlab, ularni tahlil qilish orqali ularning "yaxshi" algoritmlari bor-yo'qligini aniqlash mumkin. Bu yondashuvning asosiy kamchiligi shundaki, hozirgi vaqtda algebraik tutashuvlar yaxshi tavsiflanmagan va bu ularni amaliyotda samarali qo'llashni qiyinlashtiradi. Faqat ularni to'liq va aniq tavsiflagan holda, algoritmlarni tahlil qilish va samarali qo'llash mumkin bo'ladi.

Klassik nazariya doirasida algebraik konstruksiyalarni tahlil qilish texnikasi V.L. Matrosov tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u algebraik yondashuvda algoritmik konstruksiyalar ishonchligini nazariy asoslash masalasini hal qilish uchun apparat sifatida ko'rib chiqilgan [37, 38]. Algebraik tutashuvlarning korrektlik mezonlarini topish va baholash masalalari hal qilingan. V.L. Matrosov va T.V. Ploxonina bu masalalar ustida ishlagan va turli natijalarni ko'rsatgan. Bu texnikalar yordamida hal etilgan muammolar ko'plab yangi muammolarni keltirib chiqardi. Oddiy mezonlarni topish, tushirilgan baholashlarning qiymatlarini aniqlash va algoritmlar yordamida hal etiladigan vazifalar ta'rifi kabi masalalar paydo bo'lgan. Bu texnika algebraik tutashuvlarning korrektligini baholash va ularni tadqiq qilishda muhim rol o'ynagan. Natijalar esa algebraik tutashuvlarning yanada chuqurroq o'rganilishi va amaliyotda qo'llanilishi uchun zamin yaratgan [39].

A.G. Dyakonov BHA modelining yakuniy darajadagi algebraik tutashuvlarni tadqiq qilish ustida ish olib borgan bo'lib, bu umumlashtirilgan model uchun to'g'ri natijalarni o'z ichiga oladi. Asosiy maqsad an'anaviy algebraik konstruksiyalarni saqlab, aynan klassik modelni o'rganish bo'lgan. Modelni zamonaviyroq qilish va so'nggi yillarda paydo bo'lgan amaliy masalalarni hal qilish uchun moslashtirish istagi bilan umumlashtirishni amalga oshirilgan. Birinchi umumlashtirish sinflanayotgan obyektning o'z sinfi ob'ektlaridan uzoqligini va boshqa sinflar ob'ektlariga yaqinligini hisobga olish bilan bog'liq. Bu formula Y.I. Juravlev tomonidan taklif qilingan va A. A. Dokukin tomonidan amalga oshirilgan. Ikkinchi umumlashtirish obyektlar o'rtasidagi yaqinlikni hisobga olishning o'zgarishi bilan bog'liq bo'lib, bu klassik holatda obyektlarning atributli imzolanishlarining yaqinliklarining tortilgan yig'indisi sifatida aniqlanadi. Model obyektlarni belgilashning tasodifiy usullari

uchun ishlab chiqilgan va har qanday obyektlar juftligi uchun masofaga analog bo'lgan funktsiya qiymatini hisoblash imkoniyatini beradi. Bu funktsiyalar oilasi qisman tartiblangan to'plamga tegishli.

Standart formulani umumlashtirib tanib olish masalasini ko'rib chiqaylik. Qanoatlantiruvchi obyektlar to'plami K_j , $j \in \{1, 2, \dots, l\}$ sinflarga birlashtirilgan holda M to'plamni tashkil etadi:

$$M \supseteq \bigcup_{j=1}^l K_j. \quad (1)$$

Baholarni hisoblash algoritmlari (BHA) tamoyili – berilgan belgilar to'plamidan ajratib olingan qism belgilar to'plami bo'yicha tanib olinuvchi va etalon obyektlarining o'zaro "yaqinligi"ni xarakterlovchi baholarni hisoblashga asoslanadi.

BHA parametrlar muhim o'rin tutadi, quyidagi jadvalda qaysi bosqichda qaysi parametrlardan foydalanish keltirilgan

1-jadval

BHAning parametrlari

BHA bosqichlari	Parametrlar	Miqdori
1	k	1
2	$\varepsilon, \varepsilon_i$	$n+1$
3	$p_i, w_{\tilde{\omega}}, \gamma(S_j)$	$n+m$
4	r	1
5	v_u	l
6	δ_1, δ_2	2

BHAni **birinchi** bosqichi "*tayanch to'plamlar tizimi*"ni tuzib olishdir bunda,

$\Omega = \{1, 2, \dots, n\}$ belgilar to'plami mavjud bo'lgan barcha qism to'plamlar tizimi hisoblanib, bu qism to'plamlar soni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sum_{i=1}^n C_n^i. \quad (2)$$

Ω_A – A algoritmnining $\{1, 2, \dots, n\}$ belgilar to'plamidan tanlab olinadigan *tayanch to'plamlar tizimi*, $\Omega_A \subseteq \Omega$. A algoritmgaga misollar:

- Barcha tupik testlar to'plami;
- k ($1 \leq k \leq n-1$) miqdordagi barcha qism to'plamlar tizimi. k parametri – tayanch to'plamlar tizimida ovoz beruvchi belgilar sonini bildiradi. Uning fiksirlangan qiymati soha mutaxassisi tomonidan yoki o'quv tanlanmani o'qitish jarayonida aniqlanadi;
- $\{1, 2, \dots, n\}$ to'plamning barcha bo'sh bo'lmagan qism to'plamlari tizimi.

BHAni tadbiq qilishda qism to'plamlarni 1 tadan olingan xolatlar ko'p uchraydi bunda 1-bosqich bo'lmish "*tayanch*"

$$\rho(x_{1j}, x_{1q}) = \begin{cases} 1, & \text{agar } |x_{ij} - x_{iq}| \leq \varepsilon_i \text{ bo'lsa,} \\ 0, & \text{agar } |x_{ij} - x_{iq}| > \varepsilon_i \text{ bo'lsa.} \end{cases} \quad (3)$$

$$r(\tilde{\omega}S_j, \tilde{\omega}S_q) = \begin{cases} 1, & \text{agar } \sum_{i=1}^k \rho_i(x_i, x_{iq}) \leq \varepsilon \\ 0, & \text{boshqa xolatlarda.} \end{cases} \quad (4)$$

Bu yerda $\tilde{\omega}S_j = (x_{1j}, x_{nj}, \dots, x_{kj})$ va $\tilde{\omega}S_q = (x_{1q}, x_{nq}, \dots, x_{kq})$ obyektlar va ularning belgilarini "o'xshashlik" munosabatlari uchun $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k, \varepsilon$ bo'sag'alar qiymatlari beriladi.

Yaqinlik funksiyasini hisoblash uchun Iris ma'lumotlar to'plamidan har bir sinfdan 5 tadan obyekt jami 15 ta obyekt oldik (1-jadval).

1-jadvalda T_{nm} jadvali berilgan bo'lsin, keyingi qadamlarni bajarish uchun qulayroq bo'lgan T'_{nm} jadvaliga aylantirish mumkin, uning elementlari quyidagi formula yordamida T_{nm} elementlarini normallashtirish orqali olinadi:

to'plamlar tizimi"ni tuzib olish shart bo'lmaydi. Demak, **ikkinchi** bosqich "*yaqinlik funksiyasi*"dan foydalanib, belgilarni solishtirib chiqamiz.

Obyektlarning har bir miqdoriy X_i belgisi qiymatlarining yaqinligini aniqlash uchun ε_i bo'sag'alar kiritilgan. Bu parametrlar guruhi (ε_i , $i = \overline{1, n}$) umumiy holda gipersharhlarning radiusi yoki obyektlarning mos belgilarining yaqin yoki yaqin emasligini aniqlash uchun o'rnatilgan chegaraviy qiymatlarni ifodalaydi. Agar berilgan timsol-ni (obyektni) xarakterlovchi miqdoriy belgilar soni n ta bo'lsa, u holda ularning har bir uchun alohida bo'sag'aviy qiymatlar beriladi va ular $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ ko'rinishda belgilanadi. Ushbu ε_i - bo'sag'alar BHAning ikkinchi bosqichida S_j va S_q obyektlarining miqdoriy belgilari orasidagi yaqinlikni aniqlash uchun kiritilgan. Ikki obyektning mos miqdoriy belgilari bo'yicha qiyoslash $|x_{1j} - x_{1q}| \leq \varepsilon_1$, $|x_{2j} - x_{2q}| \leq \varepsilon_2$, ..., $|x_{nj} - x_{nq}| \leq \varepsilon_n$ ko'rinishdagi tengsizliklar asosida amalga oshiriladi. Tengsizlikning bajarilmagan shartlari soni $\rho(x_{ij}, x_{iq})$ bilan belgilab, u quyidagicha hisoblanadi:

$$X'_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{i,j}^2}} \quad (5)$$

ε_i - bo'sag'alar qiymatlarini hisoblovchi mavjud usullarni bir nechta guruhga ajratish mum-

kin va shu guruhlariga tegishli bo'lgan ba'zi usullar quyida keltiriladi.

1. MinMax usuli. Aksariyat usullarda K_g sinf obyektlarining i - belgisi bo'yicha minimum va maksimum oraliqlari aniqlab olinadi.

$$\bar{\varepsilon}_i^g = \frac{1}{2} (\max_{i,j} x_{ij}^g - \min_{i,j} x_{ij}^g), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, g = \overline{1, l} \quad (6)$$

Bu yerda $\max_{i,j} x_{ij}^g$ va $\min_{i,j} x_{ij}^g$ o'quv tanlanmada i - belgining g - sinfi bo'yicha maksimal va minimal qiymatlari, hamda $\bar{\varepsilon}_i^g - \varepsilon_i$ - bo'sag'aning o'rtacha qiymati.

2. Matematik kutilma usuli. K_g sinf obyektlarining i - belgisi bo'yicha matematik kutilmani aniqlash quyidagicha ifodalanadi.

$$Mx_i^g = \frac{1}{m_g - m_{g-1}} \sum_{j=m_{g-1}+1}^{m_g} x_{ij}^g$$

$$\varepsilon_i^g = \begin{cases} Mx_i^g - \min_{i,j} x_{ij}^g, & \text{agar } |Mx_i^g - \min_{i,j} x_{ij}^g| \leq |\max_{i,j} x_{ij}^g - Mx_i^g| \text{ bo'lsa,} \\ \max_{i,j} x_{ij}^g - Mx_i^g, & \text{aks holda} \end{cases} \quad (7)$$

3. Oraliq usul. Belgining sinflar bo'yicha aniqlangan MinMax qiymati va matematik kutilmasi qiymatlarini oraliqlarga ajratish usuli $\bar{E}_i^g > \bar{E}_i^g$ bo'lganda quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_i^g = \frac{1}{c} |\bar{\varepsilon}_i^g - \bar{E}_i^g|. \quad (8)$$

Bu yerda $c \in N$ - oraliqlar soni.

Yuqorida keltirilgan (6)-(8)dan keyingi tanlovlar uchun quyidagi usullarni keltiramiz.

Minimal bo'sag'a. O'quv tanlanma bo'yicha sinflarda aniqlangan bo'sag'alarning minimal qimmatlarini hisoblash quyidagicha bo'ladi:

$$\varepsilon_i = \min_g \varepsilon_i^g, i = \overline{1, n}, g = \overline{1, l}. \quad (9)$$

Maksimal bo'sag'a. Sinflarda aniqlangan bo'sag'alarning maksimal qimmatlarini hisoblash quyidagicha:

$$\varepsilon_i = \max_g \varepsilon_i^g, i = \overline{1, n}, g = \overline{1, l}. \quad (10)$$

O'rtacha bo'sag'a. Sinflarda aniqlangan bo'sag'alarning o'rtacha qiymatlarini hisoblash quyidagicha bo'ladi:

$$\varepsilon_i = \frac{1}{l} \sum_{g=1}^l \varepsilon_i^g, i = \overline{1, n}, g = \overline{1, l} \quad (11)$$

Har bir sinf bo'yicha bo'sag'a. Ba'zi hollarda bo'sag'alarni har bir sinf uchun alohida-alohida hisoblash ham yaxshi natijalarni olish imkonini beradi. Bu usulda bo'sag'alar har bir sinf bo'yicha hisoblangan, $\varepsilon_{ig} = \varepsilon_i^g, i = \overline{1, n}, g = \overline{1, l}$. (12)

BHA yordamida hisoblanadigan bo'sag'a. O'quv tanlanma jadvalining barcha belgilarining

o'zaro farqlari yig'indisi o'rtachasiga ko'ra bo'sag'alarni hisoblash usuli quyidagi ko'rinishda aniqlanadi.

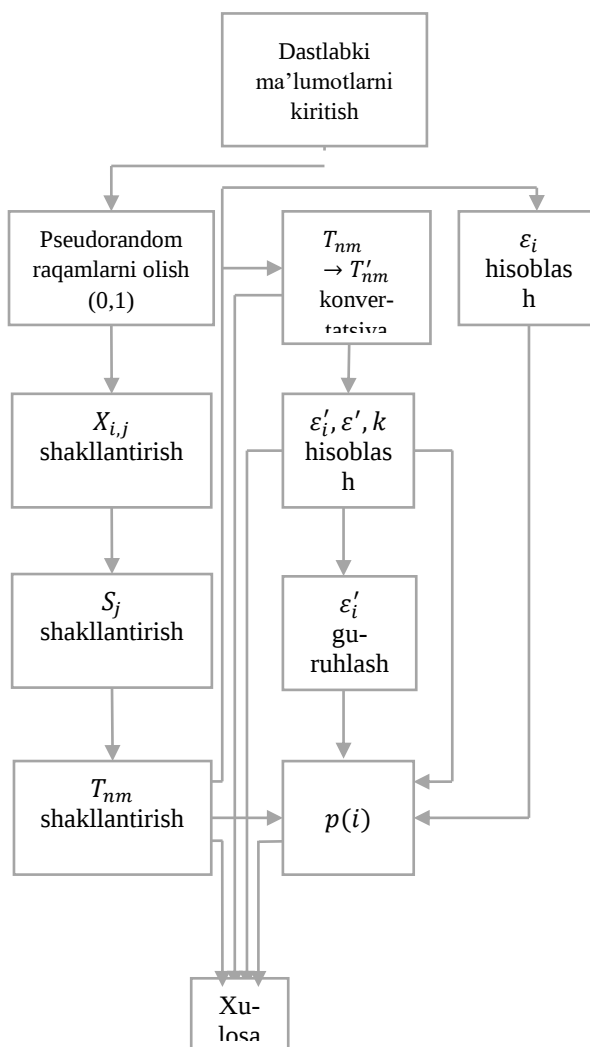
$$\varepsilon_i = \frac{\sum_{j=1}^{m-1} |(m-1)x_{ij} - j \cdot x_{ij+1}|}{c_m^2} \quad (13)$$

T_{nm} jadvalining barcha xususiyatlari uchun umumlashtirilgan ε - chegarani belgilash uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |(m-1)x_{ij} - j \cdot x_{ij+1}|}{nc_m^2} \quad (14)$$

Biroq, butun o'quv tanlanma uchun umumlashtirilgan bo'sag'ani qo'llash juda qo'pol bo'lishi mumkin va natijada tanib olish sifati past bo'ladi. Bunday hollarda, umumlashtirilgan ε o'rniga ε_i bilan chegaralanish maqsadga muvofiqdir.

p_i, γ_j va v_u parametrlari. Bu parametrlar T_{nml} etalon jadvalida aks etuvchi n ta belgilarning $-p_i$ ($i = \overline{1, n}$) informatsion salmog'i, m ta obyektlarning $-\gamma_j$ ($j = \overline{1, m}$) informatsion salmog'i va l ta sinflari uchun $-v_u$ ($u = \overline{1, l}$) informatsion salmog'ini hisoblash uchun kiritiladi.



1-rasm. BHAda kiruvchi ma'lumotlar uchun bo'sag'alar va informatsion salmog'larni aniqlash

Uchinchi boshqich Fiksirlangan tayanch to'plam qatorlari bo'yicha baholarni hisoblash. Bu bosqichda $\tilde{\omega}S$ barcha $\tilde{\omega}S_q$ ($q = 1, 2, \dots, m$) qatorlar bo'yicha yaqinlik funksiyalari qiymatlari orqali $\Gamma_{\tilde{\omega}}$ baho aniqlanadi. Bahoni hisoblashda qatorlar uchun o'rnatilgan "tashqi parametrlar"dan ham foydalanish mumkin. Masalan, bunday tashqi parametrlar "muhimlik darajasi" yoki S_q qatorlarning ishonchliligini oshirishni ifodalashi mumkin: $\Gamma_{\tilde{\omega}}(S, S_q) = \gamma_1(S_q)\gamma_2(S_q)r(\tilde{\omega}S, \tilde{\omega}S_q)$

$\gamma_1(S_q), \gamma_2(S_q) - S_q$ obyekt uchun tashqi parametrlar. Ba'zan bu parametrlarning qiymatlarini aniqlash mumkin bo'lmasa, ulardan foydalanmaslik ham mumkin.

To'rtinch bosqich fiksirlangan tayanch to'plam bo'yicha sinf uchun baholarni hisoblash. $\tilde{\omega}$ - qismi bo'yicha K_u sinfga berilgan bahoni hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\psi\left(\Gamma_{\tilde{\omega}}^u(S, S_{j_1}^u), \Gamma_{\tilde{\omega}}^u(S, S_{j_2}^u), \dots, \Gamma_{\tilde{\omega}}^u(S, S_{j_t}^u)\right) \quad (15)$$

$S_{j_i}^u \in K_u, i = 1, t, t - K_u$ sinfdagi obyektlar soni

Beshinchi bosqich tayanch to'plamlar tizimi bo'yicha K_u sinf uchun baholarni hisoblash. Barcha tayanch to'plamlar tizimi bo'yicha S obyektning K_u sinfga bergan ovozlarning jamlanmasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Gamma_u(S) = \sum_{\tilde{\omega} \in \Omega_A} \Gamma_{\tilde{\omega}}^u(S), \quad (16)$$

yoki baholarni normallashtirish uchun:

$$\Gamma_u(S) = \frac{1}{N} \sum_{\tilde{\omega} \in \Omega_A} \Gamma_{\tilde{\omega}}^u(S). \quad (17)$$

Oltinchi boshqichda A algoritmi uchun hal qiluvchi qoida quriladi. Ushbu yakuniy bosqichda sinflarga berilgan $\Gamma_u(S)$ ($u = 1, 2, \dots, l$) ovozlari orqali S obyektini qaysi sinfga tegishligi quyidagi formulalar ko'rinishida aniqlanadi:

$$F(\Gamma_1(S), \Gamma_2(S), \dots, \Gamma_l(S)) = u, \max_u \Gamma_u(S), 1 \leq u \leq l \quad (18)$$

$$F(\Gamma_1(S), \Gamma_2(S), \dots, \Gamma_l(S)) = \begin{cases} u, & \text{agar } \Gamma_u(S) - \Gamma_j(S) \geq \delta_1 \\ 0, & \text{qolgan barcha xolatlarda} \end{cases} \quad (19)$$

$$(\Gamma_1(S), \Gamma_2(S), \dots, \Gamma_l(S)) = \begin{cases} u, & \text{agar, } \begin{cases} 1^0 \Gamma_u(S) - \Gamma_j(S) \geq \delta_1 \\ 2^0 \frac{\Gamma_u(S)}{\sum_{j=1}^l \Gamma_j(S)} \geq \delta_2 \end{cases} \\ 0, & 1^0 \text{ yoki } 2^0 \text{ shartlardan biri bajarilmasa.} \end{cases}$$

(20)

Optimallashtirish yondashuvi presedentlar bo'yicha o'qitish masalasini hal qilish quyidagi qadamlarni o'z ichiga oladi:

1. Birinchi qadamda evristik axborot modeli tanlanadi, bu model universal cheklovlariga javob beradi. Evristik axborot modeli algoritmlar $\mathfrak{M}$ tanlanadi, bunda $\mathfrak{M} \subseteq \mathfrak{M}^u$. Barcha $\mathfrak{M}$

algoritmlar universal cheklovlariga javob beradi.

2. **Sifat funksiyasini aniqlash:**

Keyingi qadamda sifat funksiyasi aniqlanadi, bu funktsiya algoritmning qanchalik aniq javob berishini o'lchaydi. Ixtiyoriy q qanoatlantiruvchi sifat funksiyasi Q aniqlanadi:

$$Q: \mathfrak{M}^u \times \mathfrak{S}_i^q \times \mathfrak{S}_f^q \rightarrow \mathbb{R}$$

bu yerda, $Q(A, I_q, \tilde{I}_q)$ qiymati qanchalik kichik bo'lsa, A algoritmi $A(I_q) = \tilde{I}_q$ shartiga aniqroq javob beradi.

Algebraik yondashuv tanib olish masalasini hal qilish uchun quyidagi qadamlarni amalga oshirishni taklif qiladi.

1. Baholashlar fazosi: $\mathfrak{S}_i$ va $\mathfrak{S}_f$ to'plamlari bilan bir qatorda baholashlar fazosi $\mathfrak{S}_e$ joriy etiladi. U shunday tanlanadiki, unda qulay algebraik operatsiyalarni aniqlash va mos korreksiyalash operatsiyalarini qurish mumkin bo'lsin.

2. Algoritmik operatorlar modeli:

$$\mathfrak{M}^0 \subseteq \mathfrak{M}_*^0 = \{B: \mathfrak{S}_i \rightarrow \mathfrak{S}_e\}$$

va qaror qabul qilish qoidalari oilasi

$$\mathfrak{M}^1 \subseteq \bigcup_{p=0}^{\infty} \{C: \mathfrak{S}_e^p \rightarrow \mathfrak{S}_f\}$$

tanlanadi.

Algoritmik operatorlar va qaror qabul qilish qoidalarining barcha mumkin bo'lgan superpozitsiyalari evristik axborot modelini hosil qiladi $\mathfrak{M} = \mathfrak{M}^1 \circ \mathfrak{M}^0$ (2-rasm).

3. Korreksiyalash operatsiyalari oilasi:

$$\mathfrak{F} \subseteq \bigcup_{p=0}^{\infty} \{F: \mathfrak{S}_e^p \rightarrow \mathfrak{S}_e\}$$

tanlanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, superpozitsiya $B(x) \equiv F(B_1(x), \dots, B_p(x))$ $\mathfrak{S}_i$ dan $\mathfrak{S}_e$ ga ko'rsatishni amalga oshiradi va shuning uchun algoritmik operator hisoblanadi.

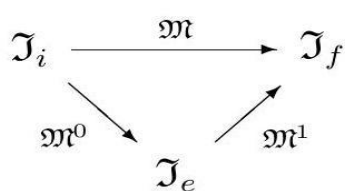
Buning uchun $F(B_1, \dots, B_p)$ belgilashini kiritamiz. Algoritmik operatorlar, korreksiyalash operatsiyalari va qaror qabul qilish qoidalarining barcha mumkin bo'lgan superpozitsiyalari $\mathfrak{F}$ kengaytirish modeli $\mathfrak{M}$ ni hosil qiladi, unda korrekt algoritmi qidirish amalga oshiriladi (1b-rasm). Uchta tasvirlash oilasi shunday qurilganki, $\mathfrak{F}(\mathfrak{M}) \subseteq \mathfrak{M}^u$ sharti bajariladi. Barcha algoritmlar universal cheklovlariga javob beradi. $\mathfrak{F}$ kengaytirishlarni qurishning umumiy yondashuvlari universal va lokal cheklovlar nazariyasida rivojlanadi.

4. Algoritmik operatorlarni tanlash: Algoritmik operatorlar, korreksiyalash operatsiyalari va qaror qabul qilish qoidalari tanlanadi va ular birgalikda korrekt algoritmni hosil qiladi. $B_1, \dots, B_p$ algoritmik operatorlari $\mathfrak{M}^0$ dan, korreksiyalash operatsiyasi $F \in \mathfrak{F}$ dan va qaror qabul qilish qoidasi $C \in \mathfrak{M}^1$ dan tanlanadi:

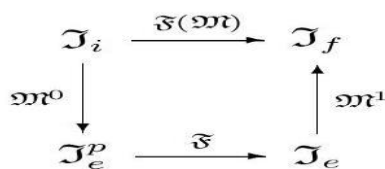
$$A = C \circ F(B_1, \dots, B_p)$$

korrektlik shartini bajaradi, qarang (2c-rasm).

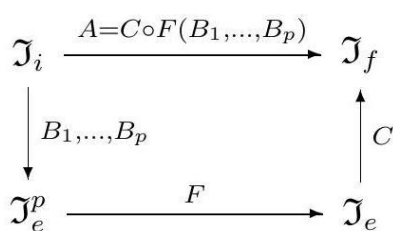
Oldinlari algebraik yondashuv bo'yicha ishlarda korrekt algoritm A ni keng sinfdagi masalalar uchun qurish mumkinligi ko'rsatilgan bo'lib, ular quyidagi masalalar deb ataladi, agar $\mathfrak{M}^0$ va $\mathfrak{F}$ to'liqlik xususiyatiga ega bo'lsa. Ushbu ishlardagi mavjudlik teoremasi isboti to'g'ri algoritmni konstruktiv qurishga asoslangan bo'lib, optimallashtirish usullarini qo'llashni talab qilmagan. Ayrim hollarda – ayrim $\mathfrak{M}^0$ va $\mathfrak{F}$ uchun - kerakli algoritmni aniq formulalar ko'rinishida yozish mumkin bo'lgan. Bunda ko'p (ba'zida asossiz ko'p) algoritmik operatorlar ishlatilgan bo'lib, ular alohida olingan holda yetarlicha past sifatga ega bo'lgan. Bunday konstruksiyalar nazariy ko'rib chiqish uchun qulay bo'lgan, ammo amaliy qo'llash uchun mo'ljallanmagan. Aniq formulalar ko'rinishida amalga oshirilgan algoritmlar juda murakkab bo'lgan va ishonchli natijalar bermagan. Asosiy sabab shundaki, operatorlar to'plami $B_1, \dots, B_p$ bitta va ayni vaqtda berilgan muayyan vazifaning o'ziga xosligini hisobga olmagan.



(a model $\mathfrak{M}$)



(b model $\mathfrak{F}(\mathfrak{M})$)



(c algoritm tuzilishi)

2-rasm. Tanib olish masalasini hal qilishda algoritmik operatorlar, korreksiyalash operatsiyalari va qaror qabul qilish qoidalari superpozitsiyalarini qurish.

Algebraik yondashuv tanib olish masalalarini hal qilishda samarali vosita bo'lib, har bir yangi muammo uchun yangi algoritm yaratish o'rniga umumiy tuzilmadan foydalanish imkonini beradi. Ushbu yondashuv amaliy vazifalarni hal qilishda keng qo'llaniladi va zamonaviy tuzilmalar bilan samarali kombinatsiya qilinadi. Algebraik yondashuvning asosiy kamchiligi shundaki, hozirgi vaqtda algebraik tutashuvlar yaxshi tavsiflanmagan va bu ularni amaliyotda samarali qo'llashni qiyinlashtiradi. Faqat ularni to'liq va aniq tavsiflagan holda algoritmlarni tahlil qilish va samarali qo'llash mumkin bo'ladi.

Ish O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish agentligi ko'magidagi Umuman olganda, to'g'ri algoritm mavjudligi uchun operatorlar to'plami $B_1, \dots, B_p$ yetarlicha xilma-xil bo'lishi, $\mathfrak{F}$ oilasi esa yetarlicha "boy" bo'lishi kerak. Ushbu talablarni aniq o'rganish uchun global va lokal bazislar tushunchalarini kiritamiz.

Ta'rif 1. Operatorlar to'plami $B_1, \dots, B_p$ berilgan $\mathfrak{F}$ va $\mathfrak{M}^1$ uchun global bazis deyiladi, agar har qanday yakuniy axborot $\tilde{I}_q' \in \mathfrak{F}_f^q$ uchun korreksiyalash operatsiyasi $F \in \mathfrak{F}$ va qaror qabul qilish qoidasi $C \in \mathfrak{M}^1$ topilsa, ular quyidagilarni qanoatlantirsa: $A(I_q) = \tilde{I}_q'$.

Ta'rif 2. Operatorlar to'plami $B_1, \dots, B_p$ berilgan $\mathfrak{F}$ va $\mathfrak{M}^1$ uchun lokal bazis deyiladi, agar har qanday axborot $\tilde{I}_q' \in \mathfrak{F}_f^q$ uchun korreksiyalash operatsiyasi $F \in \mathfrak{F}$ va qaror qabul qilish qoidasi $C \in \mathfrak{M}^1$ topilsa, ular quyidagilarni qanoatlantirsa: $A(I_q) = \tilde{I}_q'$.

Global bazis ham lokal bazis hisoblanadi, ammo aksincha bo'lishi har doim ham to'g'ri emas. Bu tushunchalar algebraik yondashuvdagi operatorlar va korreksiyalash operatsiyalarining to'liqligini va ularning to'g'ri algoritm qurish uchun zarurligini aniqlashga yordam beradi IL-4821091604 va FZ-202010191-sonli loyihalar doirasida amalga oshirildi.

Adabiyotlar

- [1] Журавлёв Ю.И., Никуфоров В.В. Алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок // Кибернетика. — 1971. — №3. — С. 1-11.
- [2] Журавлёв Ю.И., Камилов М.М., Туляганов Ш.Е. Алгоритмы вычисления оценок и их применение. — «ФАН», — Ташкент, 1974.

- [3] Дмитриев А.Н., Журавлёв Ю.И., Кренделев Ф.П. О математических принципах классификации предметов и явлений // Дискретный анализ. — Новосибирск: Наука, 1966. - Вып.7. - С.3-15.
- [4] Яблонский С.В., Демидова Н.Г., Константинов Р.М., Королева З.Е., Кудрявцев В.Б., Сиротинская С.В. Тестовый подход к количественной оценке геолого-структурных факторов и масштабов оруднения (на примере ртутных месторождений) // Геология рудных месторождений. — Т.13. - №2. - 1971. - С.30-42.
- [5] Бонгард М.М. Проблема узнавания. - М.: Наука, 1967.
- [6] Ванцвайг М.Н. Алгоритм обучению распознаванию образов «Кора» // Алгоритмы обучению распознаванию образов. — М.: Сов. радио, 1973. — С.82-91.
- [7] Журавлёв Ю.И. Корректные алгоритмы над множествами некорректных (эвристических) алгоритмов. I // Кибернетика. — 1977. — №4. - С.5-17.
- [8] Журавлёв Ю.И. Корректные алгоритмы над множествами некорректных (эвристических) алгоритмов. II // Кибернетика. — 1977. — №6. — С.21—2.
- [9] Журавлёв Ю.И. Корректные алгоритмы над множествами некорректных (эвристических) алгоритмов. III // Кибернетика. — 1978. - №2. - С.35-43.
- [10] Мазуров В.Д. Комитеты системы неравенств и задача распознавания // Кибернетика. - 1971. - № 3. - С. 140-146.
- [11] Мазуров В.Д. Метод комитетов в задачах оптимизации и классификации. - М. : Наука, 1990.
- [12] Schapire R.E. The strength of weak learnability // Machine Learning. — 1990. - V. 5. - P p. 197-227.
- [13] Freund Y., Schapire R.E. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting // European* Conference on Computational Learning Theory. - 1995. — Pp.23-37.
- [14] Jacobs R.A., Jordan M.I., Nowlan S.J., Hinton G.E. Adaptive mixtures of local experts // Neural Computation. - 1991. - №3. - Pp:79-87.
- [15] Haykin S.S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. - Prentice-Hall, second edition, 1998. (перевод: Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. — М. Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.)
- [16] Растрини Л.А., Эренштейн Р.Х. Коллективные правила распознавания. - М.: Энергия, 1981.-244 с.
- [17] Воронцов К.В. О «проблемно-ориентированной оптимизации базисов задач распознавания» // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 19981 - Т.38. - №5. - С.870-880.
- [18] Воронцов К.В. Оптимизационные методы линейной и монотонной коррекции в алгебраическом подходе к проблеме распознавания // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. — 20001 — Т.40. — №1. — С. 166-1.
- [19] Рудаков К.В., Воронцов К.В. О методах оптимизации и монотонной коррекции в алгебраическом подходе к проблеме распознавания // Докл. РАН. - 1999. -Т.367. - № 3. -С.314-317.
- [20] Журавлёв Ю.И., Рудаков К.В. Об алгебраической коррекции процедур обработки (преобразования)- информации // Проблемы прикладной математики - 1987. - С. 187-198.
- [21] Журавлёв Ю.И. Об алгебраических методах в задачах распознавания и классификации // Распознавание, классификация, прогноз. - 1988. — Т.1. -С.9-16.
- [22] Журавлёв Ю.И. Избранные научные труды. — М.: «Магистр», 1998. — 420 с.
- [23] Рудаков К.В., Чехович Ю.В. Алгебраический подход к проблеме синтеза обучаемых алгоритмов выделения трендов // Докл. РАН. - 2003. - Т.388. -№1.-С.33-36.
- [24] Рудаков К.В. Алгебраическая теория универсальных и локальных ограничений для алгоритмов распознавания: Дис. ... докт. физ.-матем. наук. / ВЦ РАН. - М., 1992. - 144 с.
- [25] Рудаков К.В. О симметрических и функциональных ограничениях для алгоритмов классификации // Докл. АН СССР. - 1987. - Т.297. - №1. — С.43-16.
- [26] Рудаков К.В. Универсальные и локальные ограничения в проблеме коррекции эвристических алгоритмов // Кибернетика. - 1987. - №2. — С.30-35.
- [27] Рудаков К.В. Полнота и универсальные ограничения в проблеме коррекции эвристических алгоритмов классификации // Кибернетика. — 1987. - №3. — С106-109.
- [28] Симметрические и функциональные ограничения в проблеме коррекции эвристических алгоритмов классификации // Кибернетика. - 1987. - №3. - С.73-77.
- [29] Рудаков К.В. О применении универсальных ограничений при исследовании алгоритмов классификации // Кибернетика. -1988. — №1. - С. 1-5.

- [30] *Ванник В.Н., Червоненкис А.Я.* Теория распознавания образов. — М.: Наука, 1974.
- [31] *Вартк V.* Statistical Learning Theory. - Wiley, New York, 1998.
- [32] *Воронцов К.В.* Локальные базисы в алгебраическом подходе к проблеме распознавания: Дис. ... канд. физ.-матем. наук / ВЦ РАН. - М., 1999. - 107 с.
- [33] *Воронцов КВ.* Оптимизационные методы линейной и монотонной коррекции в алгебраическом подходе к проблеме распознавания // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. — 20001 — Т.40. — №1. — С. 166-1.
- [34] *Рязанов В.В.* Оптимизация алгоритмов вычисления оценок по параметрам, характеризующим представительство эталонных строк // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1976. - Т. 16. — №6. - С. 1559-1570.
- [35] *Рязанов В.В.* О построении оптимальных алгоритмов распознавания и таксономии (классификации) при решении прикладных задач // Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. - М.: Наука, 1988. - Вып. 1. - С.229-279.
- [36] *Журавлёв Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В.* «РАСПОЗНАВАНИЕ». Математические методы. Программная система. Практические применения. - М.: Фазис, 2006. - 176 с. (ISBN 5-7036-0108-8).
- [37] *Матросов В.Л.* Корректные алгебры алгоритмов1 распознавания ограниченной ёмкости: Дис. ... докт. физ.-матем. наук. / Гос. пед. инст-т им. В.И.Ленина. - М., 1985. - 220 с.
- [38] *Матросов В.Л.* Синтез оптимальных алгоритмов в алгебраических замыканиях моделей алгоритмов распознавания // Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. — М.: Наука, 1989. -Вып. 1. - С. 149-176.
- [39] *Плохонина Т.В.* О некорректности алгебраического замыкания второй степени семейства алгоритмов вычисления оценок // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1985. - Т.25. - №7. - С.1073-1086.

Mualliflar haqida ma'lumot

Kamilov Mirzayan Mirzaaxmedovich, texnika fanlari doktori, professor, O'zFA akademigi. Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy tadqiqot instituti "Timsollarni tanib olish" laboratoriyasi mudiri. 100125, Toshkent shahar, Bo'z-2 mavzesi 17A-uy.
kamilov_m@mail.ru

Xudayberdiyev

Mirzaakbar

Xakkulmirzayevich, texnika fanlari doktori, katta ilmiy hodim, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, "Axborot texnologiyalarining dasturiy ta'minoti" kafedrasi professori. 100084, Toshkent shahar, Amir Temur shox ko'chasi 108-uy.
mirzaakbarhh@gmail.com

Alimqulov Nurmuhammad Muqumjon

o'g'li, Andijon davlat universiteti tayanch doktoranti. 170100, Andijon viloyati, Jalaquduq tumani, O'zbekiston ko'chasi 2-uy.
patternrecognitionlab@gmail.com