

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal
2023, № 11, dekabr

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruruy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.
Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvoynoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.
Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liq Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoir Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza Toymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, dotsent

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS

ANIQ VA TABIIY FANLAR *** EXACT AND NATURAL SCIENCES *** ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Abdurahmonov O.R., Abdullayev F.R., O'rinov B.J.	Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olishda aralash tirgich qurilmasini modellashtirish	3
Mukhtorova Sh.N., Bektosheva U.H.	One-dimensional inverse dynamic issues for systems of hyperbolic equations	9
Salimov S.S.	Diagnosing the quality of highways through an intelligent system	14
Xurramovov A.M.	Panjaradagi ixtiyoriy ikki zarrachali sistemaga mos shredinger operatorining spektral xossalari	22
Назаров М.Р., Назарова Н.М.	Рециркуляцияли ихчам гелиокуритгич	27
Усмонов Ж.	Динамическая система стохастического оператора с переменными коэффициентами	32
Ходжиев С., Жамолов У.Ж., Авезов А.Х.	Влияние на чального значения кинетической энергии турбулентности на характеристики трехмерного факела	37
Холиқов С.Х., Турдиев Х.Х., Баходирова Д.А.	Прямая задача для системы гиперболической уравнений первого порядка с памятью	43
Dilmurodov E.V., Husenova J.T.	Ikki noma'lumli parametrli chiziqli tenglamalar sistemasiga keltiriladigan amaliy masalalar	52
Eshankulov H.I., Xayitova D.I.	Klinikada kutish jarayonlarini intellektual tahlil usullari bilan optimallashtirish	59
Norqulov O.M.	Panjaradagi ikki zarrachali sistemaga mos model operatorning xos qiymatlari	69
Ибрагимов С.С., Мирзаев Ш.М.	Тўғридан-тўғри турдаги куёш куритгичида узумни куритиш жараёнининг кинетикаси ва натижаларининг қиёсий таҳлили	75
Рустамова Н.Б., Рустамов Х.Ш.	Вычисление некоторых задач на сайте астр	83
Razzokova M.B.	Parnik tipidagi suv chuchitkich qurilmasining ish rejimini matematik modellashtirish	90
Меражова Ш.Б., Меражов Н.И., Тураев Ж.Ф.	Обратная задача для одного смешанного интегро-дифференциального уравнения	96
Shamsiddinova M.U.	Diofant tenglamasi yechimining python dasturlash tilidagi talqini	101
Муминов Р.А., Саймбетов А.К., Тошмуродов Ё.К., Явкочлиев М.О.	Разработка и изготовление портативного дозиметра на основе кремниевых детекторов ядерного излучения	107
Азимов У.И., Эгамбердиев И.М.,	Экситонный механизм двухфононное резонансное комбинационное рассеяние света в квантовой яме	112

Жумаев Ф.Ҳ.	Ўзанинг <i>G.Tomentosum</i> билан <i>G.Hirsutum</i> турлари ўртасида олинган турлараро дурагайларда ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш белгиларига <i>let.dw</i> генининг таъсири	218
Бўриев С.Б., Шаропова Ш.Р.	Бухоро шаҳри ҳовузларида санитар-гигиеник текширувлар олиб бориш ва уларнинг натижалари	222
Савич В.И., Нафетдинов Ш.Ш., Равшанов Ж.Ф., Камбарова Ф.С.	Оценка засоления почв с использованием метода вертикального электрического зондирования	227
Yunusov R., Otabek U.R., Ravshanov J.F.	Olma daraxtlarida asosiy shoxlarning o'sish dinamikasiga kesish usuli va darajalarini ta'siri	231
Tag'ayeva M.B.	BG-11 ozuqa muhiti hamda bold bazal ozuqa muhitlarida <i>B.Braunii</i> -andi-115 va <i>Ch.Infusionum</i> -andi-76 shtammlarining o'sib-rivojlanishi	235

**YUVUVCHI, OQARTIRUVCHI MODDA OLIISHDA ARALASHTIRGICH QURILMASINI
MODELLASHTIRISH**

Abdurahmonov Olim Rustamovich,
Buxoro Muhandislik-Texnologiya Instituti. professor
azi100@mail.ru

Abdullayev Fayoz Rahmonqul o'g'li,
Toshkent kimyo texnologiya instituti Shahrisabz filiali. katta o'qituvchi
fayozabdullaev@mail.ru

O'rinov Bekjon Jovli o'g'li,
Toshkent kimyo texnologiya instituti Shahrisabz filiali katta o'qituvchi

Annotatsiya. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olish texnologiyasida aralashtirish jarayoni asosiy jarayon hisoblanadi. Aralashtirish jarayonini samarali olib borishda aralashtirgich qurilmasining konstruktiv tuzilishi asosiy o'rin tutadi. Shuning uchun aralashtirgich qurilmasining optimal tuzilishini tanlash orqali aralashtirish jarayonini samarali olib borish mumkin. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olishda aralashtirish jarayonida, quruq va suyuq modda aralashtirilib nam qorishma tayyorlanadi. Bu qorishma bir jinsli aralashma sifatida baholashda ideal aralashtirish modeli orqali aralashtirgich qurilmasining optimal modeli tanlandi. Aralashtirgichning ikki modeli chizmasi keltirilgan ularning konstruktiv tuzilishi yuvuvchi, oqartiruvchi modda olishga moslashtirilgan. Modellar aralashtirish jarayonini samarali olib borishini ta'minlashi kerak. Aralashtirgichning ikki modeli ideal aralashtirish model asosida tekshirildi va natijalar grafik ko'rinishida berilgan.

Kalit so'zlar: sochiluvchan dispers moddalar, aralashtirish jarayoni, aralashtirish darajasi, konsentratsiya o'zgarishi, energiya sarfi, ideal aralashtirish, modellashtirish, optimallashtirish, komponentlarning taqsimlanishi, tayyor mahsulot, konstruktiv tuzilish, yuvuvchi, oqartiruvchi, plastik parraklar, yachikali model, difuziyon aralashtirish

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ,
ОТБЕЛИВАНИЯ**

Аннотация. Процесс смешивания считался основным в технологии получения моющего и отбеливающего средства. Структурная структура смесительного устройства играет ключевую роль в эффективном процессе смешивания. Следовательно, выбрав оптимальную конструкцию смесительного устройства, процесс смешивания можно осуществлять эффективно. В процессе смешивания для получения моющего и отбеливающего агента готовили влажную смесь путем смешивания сухих и жидких веществ. Считая данную смесь однородной, оптимальная модель смесительного устройства была выбрана через модель идеального смешивания. Представлены чертежи двух моделей смесителей, их конструктивная конструкция адаптирована для приема моющего и отбеливающего средств. Необходимо убедиться, что модели эффективно осуществляют процесс смешивания. Две модели смесителя были исследованы на основе модели идеального смешивания и результаты были представлены в графической форме.

Ключевые слова: дисперсные вещества, процесс смешивания, уровень смешивания, изменение концентрации, энергозатраты, идеальное смешивание, моделирование, оптимизация, распределение компонентов, готовый продукт, конструктивная структура, моющее средство, отбеливатель, пластиковые листы, ячеистая модель, диффузионное смешивание

MODELING OF THE MIXING DEVICE FOR DETERGENT, BLEACHING

Abstract. The mixing process was considered fundamental to the technology of producing detergent and bleach. The structural design of the mixing device plays a key role in the efficient mixing process. Therefore, by selecting the optimal design of the mixing device, the mixing process can be carried out efficiently. In the mixing process to produce a detergent and bleaching agent, a wet mixture was prepared by mixing dry and liquid substances. Considering this mixture to be homogeneous, the optimal model of the mixing device was selected through the ideal mixing model. Drawings of two models of mixers are presented,

their structural design is adapted to accept detergents and bleaches. It is necessary to ensure that the models effectively carry out the mixing process. Two mixer models were investigated based on the ideal mixing model and the results were presented in graphical form.

Key words: *dispersed substances, mixing process, mixing level, concentration change, energy consumption, ideal mixing, modeling, optimization, component distribution, finished product, structural structure, detergent, bleach, plastic sheets, cellular model, diffusion mixing*

Kirish. Aralashtrish jarayoni va aralashtrish qurilmasini modellashtirish, bu aralashtrish qurilmasida aralashtrish jarayonini optimal tashkil etish usulari ko'rib chiqiladi. Aralashtrish jarayonida yoki qurilmasida hosil bo'lgan xatoliklarni optimallashtirish jarayoni orqali javob berish mumkin. Aralashtrish qurilmasining modelini qurish orqali aralashtrish jarayonida optimallashtirish mumkin bo'lgan parametrlar mavjud bularga; aralashtrish vaqti, yuqori aralashtrish darajasi (bir xillik darjasi), kerakli harorat hosil qilish, yuqori unumdorli, energiya sarfini kamaytirish kabi jarayonlarni optimallashtirish mumkin. Shuningdek boshqa turdagi aralashtrigichlar uchun ham o'ziga moslashgan optimallashtirish parametrlari mavjud bo'ladi. Turli fazadagi mahsulotlar uchun aralashtrish jarayoni va qurilmalarni ko'rib chiqamiz. Sochiluvchan dispers materiallarni aralashtrish jarayonlari turli sohalarida keng tarqalgan. Ular bir xil aralashmalar va yarim tayyor mahsulotlarni olish uchun mustaqil jarayonlar, shuningdek, dispers muhitni qayta ishlashda, masalan, ta'sir yuzalar oshirish jarayonlari sifatida amalga oshiriladi. Har qanday aralashtrish jarayoni kamida ikkita jarayonning kombinatsiyasidan iborat: aralashmaning butun hajmi bo'ylab komponentlarning taqsimlanishini tenglashtirishga olib keladigan sof diffuziya aralashtrish va aralashmaning tabaqalanishiga olib keladigan tarqalishdir. Jarayonning ikkala komponentini hisobga olgan holda aralashtrish modellari ma'lum bo'lishiga qaramay, ularning aralashmaning sifatini shakllantirishga individual ta'siri amalda o'rganilmagan, bu esa aralashmaga oqilona mexanik ta'sirni tanlashni qiyinlashtiradi. Uning maksimal mumkin bo'lgan bir xilligi shubhasiz, bunday tadqiqotlar hozirda alohida e'tibor talab qiladi [1].

Bir jinsli dispers materiallarning yuqori sifatli aralashmalarini olish dolzarb texnologik va ilmiy muammo bo'lib qolmoqda. Modellashtirish orqali yechish mumkin bo'lgan muhim masalalar parametrlarni optimallashtirishdir. Ilmiy ishda aralashtrish jarayonlari nazariyasi asoslari yaratildi. Biroq, ularda qabul qilingan soddalashtirilgan taxminlarning ko'pligi aralashtrish jarayonida sodir bo'ladigan jarayonlarning faqat fizikasini tushunishga imkon berdi, lekin ularning ko'proq yoki kamroq adekvat tavsifini olishga imkon bermadi. Bugungi kunga kelib, aralashtrish jarayonida zarrachalarning o'zaro ta'sirining chuqurroq o'ziga xos xususiyatlarini hisobga oladigan aralashtrishning matematik modellarini qurishning bir nechta yondashuvlari ma'lum. Dispers komponentlarni aralashtrish jarayonini amalga oshirish uchun zarrachalarning nisbiy harakatchanligini va aralashmaning g'ovakliligini ta'minlaydigan, zarrachalarning butun hajmi bo'ylab ko'chib o'tishini ta'minlaydigan sharoitlarni yaratish kerak. Shu maqsadda aralashmaga turli xil mexanik ta'sirlar qo'llaniladi, masalan, tebranish suyuqligi. Biroq, harakatchanlikni ta'minlashda ikkita qarama-qarshi jarayon boshlanadi. Birinchidan, bu asosiy komponentning konsentratsiya gradientiga mutanosib harakatlantiruvchi kuchdan kelib chiqqan sof diffuziyali aralashtrishdir. [2]

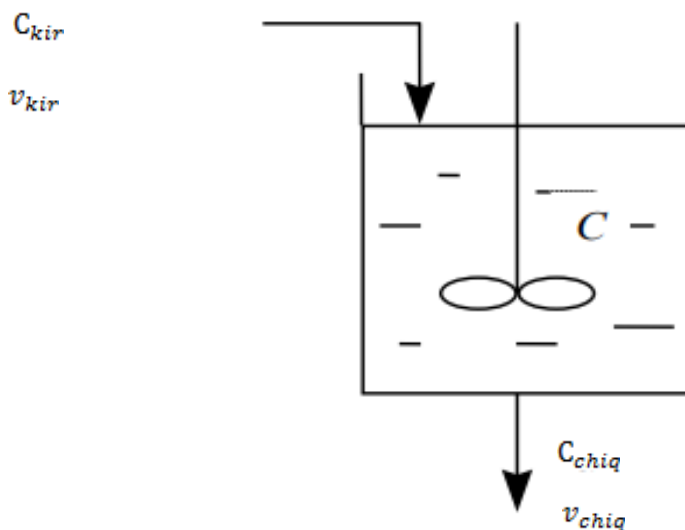
Sochiluvchan dispers moddalarni aralashtrishda yachikali model ham foydali hisoblanadi. Sochiluvchan dispersion materiallarni aralashtrishning taklif etilayotgan modeli va u bilan olib borilgan sonli tajribalar natijalari shuni ko'rsatdiki, aralashmaning talab qilinadigan minimal gommogenligiga diffuziya va tarqalish aralashtrish intensivligining turli kombinatsiyalari orqali erishish mumkin. Diffuziya komponentining ustunligi ko'proq bir xil aralashmalarni olish imkonini beradi, lekin bu uzoq vaqt aralashtrishni talab qiladi. Dastlabki bosqichda ajratish komponenti hukmronlik qilganda, aralashtrish vaqti qisqaradi, lekin maksimal erishish mumkin [3]. Aralashmaning minimal gommogenligiga, bu aralashuvning intensivligini oshishi bilan ortadi va har doim ham aralashmaning sifatiga qo'yiladigan texnologik talablarni qondira olmaydi. Taklif etilayotgan model sizga ratsional aralashtrish usulini va aralashtrish turini tanlash imkonini beradi, bu birinchi taxminiy sifatida aralashmaning kerakli sifatini ta'minlashga imkon beradi [4].

Aralashtrish jarayoni bo'yicha modellashtirish bir necha usullar mavjud ularning barchasi aralashtrish jarayonini samarali olib borishini ta'minlaydi. Aralashtrish jarayonida optimal mahsuldorlikni ta'minlash uchun turli modellarga murojat qilinadi. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olishda aralashtrish jarayonini modellashtirish qurilma tuzilishi asosida amalga oshirilgan.

Tadqiqot usuli. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olish texnologiyasida aralashtrish qurilmasining optimal modelini yaratish orqali aralashtrish jarayoni samaradorligi asosiy vazifa hisoblanadi. Unda aralashtrilayotgan quruq sochiluvchan dispers va suyuq moddalar aralashtrilganda aralashtrish darajasi

yuqori va aralastirilgandan keyin aralastirilgan moddalar konsentratsiyalari aralashmaning turli nuqtalarida bir xil taqsimlanishi kerak.

Aralastirish jarayonini modelashtirishda ideal aralastirish modelidan foydalanamiz, Ushbu modelga ko'ra, oqim qurilmaga kiradigan va oqim zarralarini to'liq (ideal) aralastirish tufayli qurilmaning butun hajmi bo'ylab bir zumda taqsimlanadigan uzluksiz muhit sifatida ifodalanadi, shu bilan birga konsentratsiya va harorat doimiy bo'lib qoladi[5].



1 rasm

$C_{kir} = C_0, v_{kir} = v_0$ o'zgarmas hajimda $V = \text{const}$

Kirish va chiqishdagi oqimlarning moddiy balansi tenglamasi qurilma:

$$I_{kir} = vC_{kir}, I_{chiq} = vC_{chiq}$$

bu erda I -moddaning oqimi [mol/s], v -hajmli oqim tezligi, m^3/s , C_{kir} , C_{chiq} , C -mos ravishda qurilmaga kirishda, undan chiqishda va qurilma hajmining istalgan nuqtasida oqimdagi moddaning konsentratsiyasi, mol/m^3 V – hajm, m^3 Barqaror holatda, kirish chiqishi $I_{kir} = I_{chiq}$

Agar qurilmaga kirishda konsentratsiyaning o'zgarishi (tartibsizlik) sodir bo'lsa, u holda $I_{kir} \neq I_{chiq}$ kiritiladi va qurilmada moddaning to'planishi sodir bo'ladi.

Aytmaylik, qurilmadagi ko'rib chiqilayotgan o'zgarish juda qisqa vaqt ichida sodir bo'ldi.

$\Delta t \rightarrow dt$, bunda qurilmada massa to'planishi sodir bo'ladi: $\Delta M \rightarrow dM$.

Tenglamani ikkala tomonini qurilma hajmiga (V) bo'linib, quydagini olamiz

$$\frac{d\left(\frac{M}{V}\right)}{dt} = \frac{v}{V} \cdot (C_0 - C), \frac{M}{V} = C;$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{v}{V} \cdot (C_0 - C).$$

Tenglama qurilmadagi konsentratsiyaning o'zgarishini tavsiflaydi mukammal aralastirish

Aloqa vaqti teng ekanligini hisobga olsak

$$\tau = \frac{V}{v}$$

Biz quyidagi shaklda ideal aralastirish modelini olamiz:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{1}{\tau} \cdot (C_0 - C).$$

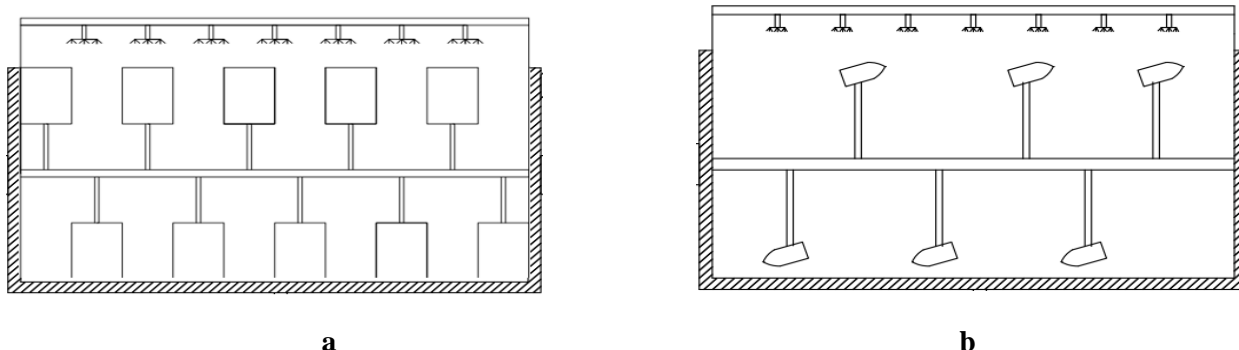
Dastlabki shartlar: $t = 0, C(0) = C_0$. da.

Ideal aralastirishning gidrodinamik modeli birlashtirilgan parametrlarga ega modeldir, chunki C o'zgaruvchisi faqat vaqt o'tishi bilan o'zgaradi [6].

Ideal aralastirish modeli odatda suyuq moddalarni intensiv aralastirishni ta'minlaydigan qurilmalarni tavsiflash uchun ishlatiladi. Bular balandligi va diametri taqqoslanadigan kichik o'lchamdagi qurilmalar. Amalda, bu qavariq tipidagi aralastirish qurilmalar yoki juda yuqori oqim aylanish tezligiga ega qurilmalar [7].

Yuvuvchi, oqartiruvchi modda tayyorlashda quruq va suyuq aralashtiriladigan moddalar bir xil konsentratsiyali modda hosil qilishda aralashtirgich qurilmasining konstruktiv tuzilishi asosiy o'rin tutadi. Quruq moddani aralashtirishda yaratilgan aralashtirgich modeli bir oz kamchiliklarga yuzaga kelganligi sabab boshqa bir oz o'zgartirilgan model yaratildi. Bu modellar tajriba asosida tekshirildi. Modellar tuzilishi 2-rasmda ko'rsatilgan

Aralashtirgich konstruksiyalari.



2-rasm

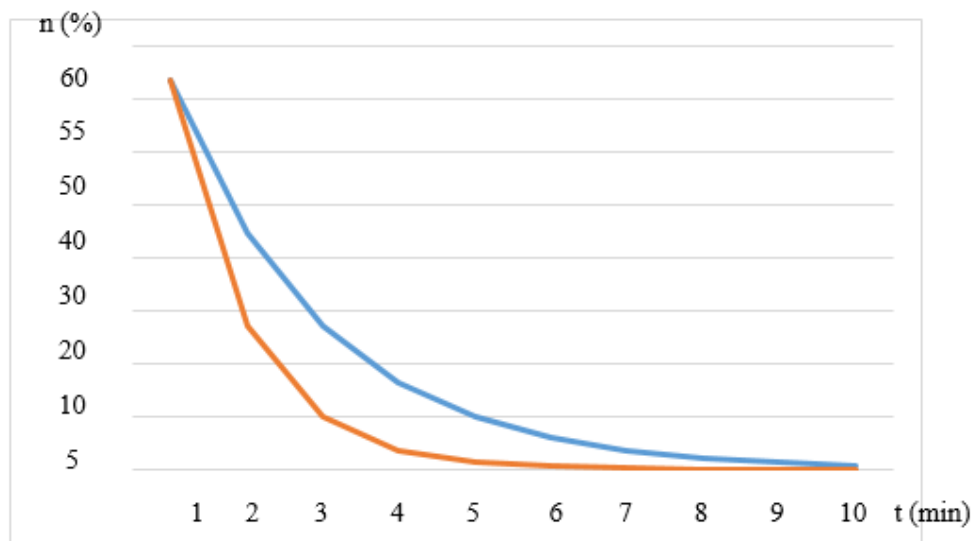
Yuqoridagi rasmlardagi modellarda aralashtirish ideal aralashtirish modeli orqali tekshirilganda. Quruq sochiluvchan dispers moddalarni aralashtirishda 2- rasmda ko'rsatilgan modellar bilan yuqori aralashtirish darjasiga erishish mumkin. Quruq sochiluvchan dispers moddalarga suyuqlik ta'sir etmasa ya'ni suyuq qorishma hosil bo'lmasa qurilma korpusiga yopishmaydi va aralashtirish jarayoni oson kechadi. Aralashtirilayotgan mahsulotlar ikki yoki ko'p komponentli bo'lsa ham yuqori bir xillik va yuqori aralashtirish darajasini berdi. Agar oqartiruvchi, yuvuvchi mahsulot olishda 2-rasmdagi konstruksiyalardan foydalanilganda ikki xil natijaga erishish mumkin. Quruq sochiluvchan mahsulotlarni suyuqlik bilan aralashtirilganda qorishma hosil bo'ladi bu qorishmaning realogik holati o'zgarib qovishqoqlik ortadi bunday holatda aralashtirish jarayoni murakkablashadi. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda olishda dastlab quruq mahsulot aralashib turadi keyin suyuqlik butun qurilma korpusi bo'ylab sepilib turadi. Suyuqlik sachratib sepilib quruq mahsulot bilan aralashib qurilma korpusiga yopishib qolish ehtimoli yuzaga keladi. Qurilma korpusiga yopishib qolgan mahsulot aralashma sifatiga zarar yetadi. Undan tashqari yuvuvchi, oqartiruvchi mahsulot olishda quruq va suyuq mahsulotlarni aralashtirishda issiqlik ajralib chiqadi. Bu issiqlikni me'yordan oshmasligi uchun quruq mahsulotga sepilgan suyuqlik tezda aralashtirilishi kerak agarda tez aralashtirilmasa issiqlik ajralib harorat ortib mahsulot sifatiga zarar yetishi mumkin. Shuning uchun aralashtirgich qurilmalari intensivlari almashtirilishi kerak. Yuvuvchi, oqartiruvchi mahsulot olishda yaratilgan aralashtirgich modellaridan aralashtirish jarayoni ideal modeli bo'yicha hisob-kitob qilinganda ikki xil natija olish mumkin.

Natijalar va muhokamalar. Aralashtirish jarayonini intensivlashda asosan aralashtirgich qurilmasining aralashtiruvchi parraklar tuzilishiga e'tibor qaratish kerak. 2-rasmda aralashtirgich ikki xil modeli keltirilgan **A** rasmdagi modelda aralashtiruvchi parraklari to'rtburchak shaklda bo'lib, plastik egiluvchan materialdan yasalgan aralashtirgich korpusiga tegib harakat qiladi. Plastik parraklarning aralashtirgich korpusiga tegib harakat qilishi natijasida suyuq qorishma mahsulotlarning qurilma korpusiga yopishib qolishini oldini oladi. Aralashtiriladigan moddalarning qurilma korpusiga yopishib qolishi mahsulot sifatiga jiddiy zarar yetkazadi. Shuni oldini olish maqsadida aralashtiruvchi parraklarni plastik materialdan yasash maqsadga muvofiq bo'ladi. **B** rasmdagi aralashtiruvchi parraklar yuqori aralashtirish darajasiga ega emas va suyuq qovishqoqligi yuqori mahsulotlarni aralashtirishda konsentratsiyasini qurilma korpusining barcha qismida bir xilda taqsimlay olmaydi. Aralashtirish jarayonidan keyin talabga mos mahsulot hosil bo'lmaydi. A shakldagi modelda aralashtirish darajasi yuqori bo'ladi va aralashtiriladigan mahsulotlar konsentratsiyasining barcha qisimlarida bir xil bo'lishini taminlaydi. Lekin B shakldagi modelga nisbatan bir oz ko'p energiya talab etadi.

Modellar bo'yicha ideal aralashtirish modeli formulalari asosida aralashgan mahsulotlarning konsentratsiyasi o'zgarishi asosida ikki xil modeldan natijalar olindi. Ideal aralashtirish modelida aralashtiriladigan mahsulotlarning konsentratsiyasi kamayish asosida ifodalanadi. Bunda aralashtiriladigan mahsulot konsentratsiyasi ma'lum vaqt oralig'ida tekshirib boriladi. Kam vaqt oralig'ida konsentratsiya qancha tez kamaysa shu aralashtirish jarayoni intensiv olib borilgan bo'ladi. Yuvuvchi, oqartiruvchi modda

olish tajribasida aralashtiriladigan moddalar kalsnatsiyalangan soda va 60% li vodorod peroksid bilan aralashtirilganda vodorod peroksidning kamayish % asosida tajribada tekshirildi.

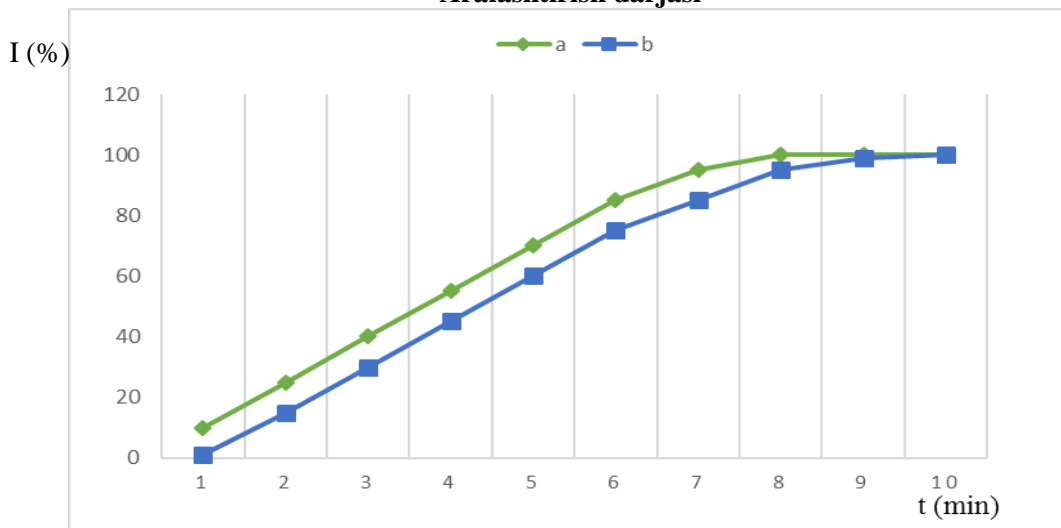
Ikki xil model asosida konsentratsiya o'zgarishi



3-rasm

3- rasmdagi grafik asosida ikki xil model asosida mahsulot konsentratsiyasi o'zgarishi ifodalangan. Unda A modelda aralashtirish jarayoni samarali olib boriladi. 60% li modda vaqt o'tishi bilan konsentratsiyasi kamayib boradi. 2 minutda 25 % 10 minutda 5 % ga tushadi bu normal aralashma konsentratsiyasi hisoblanadi. B model A modelga qaraganda aralashtirish jarayonini bir oz samarasiz olib boriladi. 2 minutda 45 % 10 minutda 7 % ga tushadi bu aralashma uchun maqbul konsentratsiya hisoblanmaydi. Shuning uchun quruq sochiluvchan mahsulotlarni namlab aralashtirishda A modeldan foydalanish qulay hisoblanadi.

Aralashtirish darjasi



4-rasm

Rasmda 2 ta modellarning aralashtirish darjasi keltirilgan. Aralashtirish darjasi aralashtirish jarayonida bir jinslik darjasi (bir xillik) bo'lib % larda hisoblanadi. A modeldagi parrak bilan 4 minutda aralashtirilganda 60% aralashtirish darajasiga ega bo'ladi. B modelda 4 minutda 40 % aralashtirish darajasiga ega bo'ladi. A modelda 8 minutda 100% aralashtirish darajasiga ega bo'lsak B modelda 10 minutda ega bo'lamiz.

Xulosalar. Aralashtirish jarayonida aralashtirish darjasi asosiy parametr hisoblanadi. Chunki barcha turdagi aralashtirgich qurilmalarida aralashtirish darjasi orqali unimdorligi belgilanadi. Aralashtirgich qurilmalarning intensivligi va energiya tejamkorligi ham aralashtirish darajasiga bog'liq. Aralashtirish uchun qancha kam vaqt sarflansa shuncha unimdorlik yuqori bo'ladi. Yuvuvchi oqartiruvchi modda olish

texnologiyasida ishlab chiqariladigan mahsulotning sifatini va iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun optimal modellarni tanlash muhim hisoblanadi. Aralash tirgichlarning A rasmdagi modeli olingan natijalar asosida biz uchun foydaliligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR:

1. “Теоретическое исследование влияния параметров смешивания на время смешивания и качество смеси разнородных дисперсных материалов” // В.Е. Мизонов, А.В. Митрофанов, И.А. Балагуров, Н. Verthiaux, В.А. Зайцев// ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» «Вестник ИГЭУ» Вып. 5 2018 г
2. “Қуруқ Усулда Пероксид Бирикмалар Ишлаб Чикариши Жараёни ва Қурилмаларни Такимилаштириши” // Абдурахмонов О. Р, Абдуллаев Ф. Р, Содиков М.К. O‘zbekiston Milliy Universiteti xabarлари, 2022, [3/2] issn 2181-7324 <https://science.niu.uz/uzmi.php>
3. “Имитационная Модель Смешивания Руды При Выпуске Из Технологических Блоков”// Ф. Кходаяри, Я. Поуррахимян, В. В. Луц// Технология добычи полезных ископаемых фтпрти, № 5, 2019,
4. “Математическое моделирование процесса смешивания сыпучих материалов в барабанно-лопастном смесителе” // С.Н. Черницкий, Л.В. Королев, М.Ю. Таршиц // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2022. Т. 65. Вып. 9
5. “Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish asoslar” N.R. Yusupbekov, D.P. Muxitdinov. “Sano-standart” nashriyoti 2019 477 –bet,
6. “Основы Математического Моделирования” // С. В. Звонарев // Екатеринбург Издательство Уральского университета 2019
7. “Моделирование Процесса Кавитационного Эффекта При Смешивании Сож” // П. П.Черников, Д.И.Сахипгараев, Л.Р.Кильметова, С.Х.Хадиуллин// 2023. Т. 27, № 2 (100). С. 60–67 <http://journal.ugatu.su>.

ONE-DIMENSIONAL INVERSE DYNAMIC ISSUES FOR SYSTEMS OF HYPERBOLIC EQUATIONS**Mukhtorova Shohida Negmat qizi,***Tashkent Institute of Chemistry and Technology**Teacher of Shahrisabz branch, Uzbekistan**muxtorovashohida1998@gmail.com***Bektosheva Umida Hamza qizi,***Karshi branch of the Tashkent University of**Information Technologies, Uzbekistan**umidabektosheva@gmail.com*

Abstract. Joint one-dimensional together dynamic issues in the porous-elastic medium are considered: for the two-dimensional porous-elastic equation representing the propagation process of the NE wave in the porous half-space, the momentum acting only on the depth and at the boundary of the half-space the issue of determining one of the four parameters of the medium structure independent of the unknown shape of the point source is considered. It has been proved that under certain assumptions about the structure of the source and environment, both one-dimensional unknown functions are single-valued given the displacement of the boundary points. The stagnation estimates of the solution of the issue are given.

Key words: pore-elasticity, correct issue, inverse issue, wave equation, dynamic issue, SH wave, continuity, correctness, Darbu issue, Volterra integral equation, canonical representation, uniqueness of solution, stagnation.

СОВМЕСТНЫЕ ОДНОМЕРНЫЕ ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрены совместные одномерные обратные задачи динамики в пористо-упругой среде: для двумерного пористо-упругого уравнения, описывающего процесс распространения НЭ-волны в пористом полупространстве, импульс действует только на глубину и на границе полупространства рассматривается задача определения одного из четырех параметров структуры среды независимо от неизвестной формы точечного источника. Доказано, что при определенных предположениях о структуре источника и среды обе одномерные неизвестные функции определяются с одним значением с учетом смещения граничных точек. Приведены оценки застойчивости для решения задачи.

Ключевые слова: пористый эластичный, правильная задача, обратная задача, волновое уравнение, динамическая задача, НЭ-волна, непрерывность, корректность, проблемы Дарбу, интегральное уравнение Вольтерра, каноническое представление, единственность решения, стагнация.

GIPERBOLIK TENGLAMALAR SISTEMASI UCHUN BIRGALIKDAGI BIR O'LCHAMLI TESKARI DINAMIK MASALALAR

Annotatsiya. G'ovak-elastik muhitda birgalikdagi bir o'lchamli teskari dinamik masalalar qaralgan: g'ovak yarim fazoda SH to'lqinni tarqalish jarayonini ifodalaydigan ikki o'lchamli g'ovak-elastik tenglama uchun faqat chuqurligiga va yarim fazoning chegarasida ta'sir etuvchi impuls nuqtali manbaning noma'lum shakliga bog'liq bo'lmagan muhit strukturasi tuzilishi haqidagi masala qaralgan. Isbotlanganki, manba va muhit strukturasi tuzilishi haqidagi ma'lum bir farazlarda ikkala bir o'lchovli noma'lum funksiyaning ikkalasi ham chegara nuqtalarining siljish berilishi bilan bir qiymatli aniqlanadi. Masala yechimining turg'unlik baholari keltirilgan.

Kalit so'zlar: g'ovak-elastiklik, to'g'ri masala, teskari masala, to'lqin tenglamasi, dinamik masala, SH to'lqin, uzluksizlik, korrektilik, Darbu masalasi, Volterra integral tenglamasi, kanonik ko'rinish, yechim yagonaligi, turg'unlik.

STATEMENT OF THE ISSUE

$G = R_+^2 \times R$, $R_+^2 = \{(x, y) \in R^2 \mid y > 0\}$ in the half-space $u(x, y, t), v(x, y, t)$ with respect to the functions.

Let us look at the system of differential equations:

$$\rho_s u_{tt} = (\mu u_x)_x + (\mu u_y)_y - b \rho_l (u_t - v_t), \quad (x, y, t) \in G, \quad (1)$$

$$\rho_l v_t = b \rho_l (u - v), \quad (x, y, t) \in G \quad (2)$$

positive function coefficients $\mu = \mu(y), \rho_s = \rho_s(y)$ in class $C^2(R_+)$, and positive functions $b = \chi \rho_l, \chi = \chi(y), \rho_l = \rho_l(y)$ in the class $C^1(R_+)$. $R_+ = \{x \in R \mid x > 0\}$.

Let's say, functions $u(x, y, t), v(x, y, t)$ (1),(2) satisfy the following initial boundary conditions in addition to the equation:

$$u|_{t>0} \equiv 0, \quad v|_{t=0} \equiv 0. \quad (3)$$

$$\mu u_y|_{y=0} = f(t) \delta(x), \quad f(t) \equiv 0, \quad t < 0, \quad (4)$$

According to the given functions, the issue (1)-(4) is correct and determines the functions $u(x, y, t), v(x, y, t)$ which have a compact carrier in arbitrary finite t . [1]

For example, in geophysics, on the displacement change of environmental points at the boundary of the field

$$u|_{y=0} = F(x, t), \quad (x, t) \in R_+^2 \quad (5)$$

the issue of determining the structure (in this case $b(y), \mu(y), \rho_s(y)$ functions) of the environment is important.

This issue is an inverse dynamical issue for a system of SH wave equations in fluid-saturated porous media. In most cases, Dirac's delta function $\delta(t)$ or a regular function $t = 0$ with a finite discontinuity is chosen as the $f(t)$ function.

The following inverse issues are posed for the system of SH wave equations:

Issue 1. Restoring functions $\mu(y)$ and $f(t)$ from issues (1)-(4) according to information (5) (remaining functions $\rho_s(y), b(y)$ are assumed to be known).

Issue 2. Restoring functions $\chi(y)$ and $f(t)$ from issues (1)-(4) according to information (5) (remaining functions $\rho_s(y), \mu(y), \rho_l(y)$ are assumed to be known).

Issue 3. Restoring functions $\rho_s(y)$ and $f(t)$ from issues (1)-(4) according to information (5) (remaining functions $\mu(y), b(y)$ are considered to be known).

Issue 4. Restoring functions $\rho_l(y)$ and $f(t)$ from issues (1)-(4) according to information (5) (remaining functions are assumed to be known).

In the inverse issues under consideration, the majority of knowns (given information consists of a two-variable function while two one-variable unknowns) means that this issue can be solved. [2] Of course, here too, the issue cannot be solved without some a priori assumptions about the structure of the function $f(t)$. Indeed, if it is $f(t) \equiv 0$ then it is $F(x, t) \equiv 0$ and the coefficients involved in the pore-elastic dynamic equation cannot be found.

Function $f(t)$ is as follows

$$f(t) = a \delta(t) + \hat{f}(t) \theta(t), \quad a \neq 0, \quad (6)$$

has the appearance, where $\theta(t)$ -Xevisyayda is a function, at $\theta(t) = 1$, v , at $t < 0$, $\theta(t) = 0$ $\hat{f}(t) \in C^1[0, T], T > 0$.

We also assume that the functions $b(y), \mu(y), \rho_s(y)$ are known $y_0 > 0$ in a sufficiently small thin layer $y_0 > 0$, near the boundary of the half-space R_+^2 .

According to the above assumptions, it allows to find the solution of issues (1)-(4) in a finite interval $[y_0, y_1]$ according to the given of the function $F(x, t)$ in the set of points $(x, t) \in \square \times [0, T], T > 0$. Also, estimates of the stagnation of the solution of these issues were obtained.[3]

(1)-(4) is given to the y coordinate instead of the z coordinate

$$z = \int_0^y \frac{d\xi}{c_s(\xi)}$$

in this case $c_y = \sqrt{\mu(y)/\rho_s(y)}$ -speed of propagation of a transverse seismic wave in a porous medium, we change its appearance through the relationships.[2]

In this way, after moving to the z coordinate, the speed of seismic wave propagation in the porous medium remains exactly equal to one Issue (1)-(2) is applied to the resulting system using the Fu're replacement of the variable

$$u_{tt} = u_{zz} + \frac{\sigma'}{\sigma} u_z - \frac{b(z)\rho_l(z)}{\rho_s(z)} u_t + \left[\frac{b^2(z)\rho_l(z)}{\rho_s(z)} - \xi^2 c_s^2(z) \right] u + f(\xi, z, t) \quad (7)$$

$$u|_{t=0} = 0, \quad u_z|_{z=0} = f(t) \quad (8)$$

$$u|_{z=0} = F(\xi, t), \quad (\xi, t) \in R_+^2 \quad (9)$$

here, $\sigma = \sqrt{\mu\rho_s}$, $f(t) = f(t)/\sigma(0)$,

$$f(\xi, z, t) = -\frac{b^3(z)\rho_l(z)}{\rho_s(z)} \int_0^t u(\xi, z, \tau) e^{-b(z)(t-\tau)} d\tau \text{ appears.}$$

After solving the initial-boundary issue (6)-(7), the function $v(x, y, t)$ is in the piece of the field

$$v(\xi, z, t) = b(z) \int_0^t u(\xi, z, \tau) e^{-b(z)(t-\tau)} d\tau$$

is found by the formula.

we obtain the stagnation estimates of the solution of the right dynamic issue (1)-(4) for the system of hyperbolic equations in the half-space $G = R_+^2 \times R$, $R_+^2 = \{(x, y) \in R^2 \mid y > 0\}$. [3]

The following theorem holds:

Theorem. Let's say $f(t)$ (6) is of the form and at $T > 0$ $f(t) \in C^1[0, T]$ and then $\sigma(z) \in C^1[0, T]$, at each assigned value of the parameter ξ , the solution of the issue $t < z$ (7), (8) is exactly zero $(x, y) \in D(T)$, $D(T) = \{(x, t) \mid 0 \leq z \leq t \leq T - z\}$, belongs to the $C^2(D(T))$ functional class for the points, and for the solution

$$\|u\|_{C^2(D(T))} \leq C \left(|a| + \|f\|_{C^2[0, T]} \right)$$

is reasonable, where C is a constant, depends on $T, \xi, \|\sigma\|_{C^2[0, T]}, \|\rho_s\|_{C^2[0, T/2]}, \|\rho_l\|_{C^2[0, T/2]}$ and $\|z\|_{C^1[0, T/2]}$. At the same time

$$w(\xi_1, \xi_2, z, t) = \frac{\partial^2}{\partial t^2} (u(\xi_1, z, t) - u(\xi_2, z, t))$$

A function is optionally assigned ξ_1, ξ_2 a class function $C^2(D(T))$. [4]

Proof (7), (8) for $(z, t) \in D(t)$ relations (z, t) .

$$u_{tt} - u_{zz} = \left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial z} \right) (u_t + u_z) = \left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \right) (u_t - u_z)$$

if appropriate, by integrating over the appropriate characteristics of the first-order differential operators

$$\begin{aligned}
 (\tilde{u}_t + \tilde{u}_z)(\xi, z, t) &= \int_z^{(z+t)/2} g(\xi, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma, \\
 (\tilde{u}_t - \tilde{u}_z)(\xi, z, t) &= -2\hat{f}(t - z) + \int_0^{(t-z)/2} g(\xi, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma + \\
 &\quad + \int_0^z g(\xi, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma,
 \end{aligned}$$

we get the equalities. In this

$$\begin{aligned}
 g(\xi, z, t) &= \left(\frac{\sigma'}{\sigma} u \right)_z - \frac{\chi \rho_t^2}{\rho_s} u_t + q(\xi, z)u + f(\xi, z, t), \\
 q(\xi, z) &= \tilde{q}(\xi, z) - \left(\frac{\sigma'}{\sigma} \right)', \quad \tilde{q}(\xi, z) = \frac{b^2 \rho_t}{\rho_s} - \xi^2 c_s^2(z).
 \end{aligned}$$

from this

$$\begin{aligned}
 \tilde{u}(\xi, z, t) &= -\hat{f}(t - z) + \frac{1}{2} \int_0^{(t-z)/2} g(\xi, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma + \\
 &+ \frac{1}{2} \int_0^z g(\xi, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_0^{(t+z)/2} g(\xi, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma, \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tilde{u}_z(\xi, z, t) &= \hat{f}(t - z) - \frac{1}{2} \int_0^{(t-z)/2} g(\xi, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma - \\
 &- \frac{1}{2} \int_0^z g(\xi, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_0^{(t+z)/2} g(\xi, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma, \quad (11)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tilde{u}(\xi, z, t) &= -\frac{a}{2} - \int_0^{t-z} \hat{f}(\tau) d\tau + \frac{1}{2} \int_z^t \int_0^{(\tau-z)/2} g(\xi, \varsigma, \tau - z - \varsigma) d\varsigma d\tau + \\
 &+ \frac{1}{2} \int_z^t \int_0^z g(\xi, \varsigma, \tau - z + \varsigma) d\varsigma d\tau + \frac{1}{2} \int_z^t \int_z^{(\tau+z)/2} g(\xi, \varsigma, \tau + z - \varsigma) d\varsigma d\tau. \quad (12)
 \end{aligned}$$

we calculate the derivatives of the functions \tilde{u}_t, \tilde{u}_z with respect to the variable t.

From formulas (10), (11).

$$\begin{aligned}
 \tilde{u}_{tz}(\xi, z, t) &= \hat{f}'(t - z) - \frac{1}{4} \left(g(\xi, (t - z)/2, (t - z)/2) - g(\xi, (t + z)/2, (t + z)/2) \right) - \\
 &- \int_0^{(t-z)/2} g_t(\xi, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_0^z g_t(\xi, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_z^{(t+z)/2} g_t(\xi, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma, \quad (13)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tilde{u}_{tt}(\xi, z, t) &= -\hat{f}''(t - z) + \frac{1}{4} \left(g(\xi, (t - z)/2, (t - z)/2) + g(\xi, (t + z)/2, (t + z)/2) \right) + \\
 &+ \int_0^{(t-z)/2} g_{tt}(\xi, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_0^z g_{tt}(\xi, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma + \\
 &+ \frac{1}{2} \int_z^{(t+z)/2} g_{tt}(\xi, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma. \quad (14)
 \end{aligned}$$

originates.

The system (10)-(14) is a Volterra-type integral equation in the field and has a unique solution that is twice continuously differentiable.

$$\begin{aligned}
 w(\xi_1, \xi_2, z, t) &= \frac{1}{4} \left(g(\xi_1, (t - z)/2, (t - z)/2) + g(\xi_1, (t + z)/2, (t + z)/2) \right) + \\
 &+ \int_0^{(t-z)/2} g_t(\xi_1, \varsigma, t - z - \varsigma) d\varsigma + \frac{1}{2} \int_0^z g_t(\xi_1, \varsigma, t - z + \varsigma) d\varsigma + \\
 &+ \frac{1}{2} \int_z^{(t+z)/2} g_t(\xi_1, \varsigma, t + z - \varsigma) d\varsigma - \\
 &- \frac{1}{4} \left(g(\xi_2, (t - z)/2, (t - z)/2) - g(\xi_2, (t + z)/2, (t + z)/2) \right) -
 \end{aligned}$$

$$-\int_0^{(t-z)/2} g_t(\xi_2, \zeta, t-z-\zeta) d\zeta - \frac{1}{2} \int_0^z g_t(\xi_2, \zeta, t-z+\zeta) d\zeta - \\ - \frac{1}{2} \int_z^{(t+z)/2} g_t(\xi_2, \zeta, t+z-\zeta) d\zeta.$$

let's look at the function.

It can be seen $w \in C^1(D(T))$ from this. Except for this function

$$\|w\|_{C^1(D(T))} \leq C \left(|a| + \|\hat{f}\|_{C^1[0,T]} \right),$$

the value is reasonable. Similar to the evaluation of the condition of this theorem, the theorem is proved that the invariant C depends only on $T, \xi_1, \xi_2, \|\mu\|_{C^2[0,T/2]}, \|\rho_s\|_{C^2[0,T/2]}, \|\chi\|_{C^1[0,T/2]}$ and $\|\rho_t\|_{C^1[0,T/2]}$.

Summary. In this article, the stagnation estimates of the solution of the two-dimensional inverse dynamic issue in the porous-elastic medium are obtained and the uniqueness theorem is proved. Theorems about the uniqueness of the solution of the one-dimensional porous-elastic inverse dynamic issue for a transverse wave of an unknown momentum point source, existence and stagnation estimates are proved.

REFERENCES:

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. *Элементы теории функций и функционального анализа*. М.: Наука, 1968. 496 с.
2. Денисов. *Введение в теорию обратных задач*. Москва. Наука. 1999 г.
3. Имомназаров Х.Х Янгибоев З.Ш *Регуляризация в обратной динамической задаче для уравнения SH волн в пористой среде* *Узбекский Математический журнал* 2011. №3. 73-87 сс
4. Янгибоев З.Ш. *Одномерные обратные динамические задачи для уравнения SH волн в пористых средах с неизвестным источником*. Дис-я. 2019 г. 113 с.
5. Янгибоев З.Ш. *Об устойчивости одной обратной динамической задачи для уравнения SH волн в пористом полупространстве*. //УзМУ хабарлари» 2012 г. №4. сс. 11-16.
6. Muxtorova Sh.N. Abulov M.O *Yer yuzida tabiiy ro'y beradigan zarbli to'lqinlar*. Ilmiy-uslubiy jurnal. Toshkent. 2022/6.
7. Бектошева У., Янгибоев З. Ш., Мастонов Ж.М., *О первой задаче Дарбу для нелинейного гиперболического уравнения*. Международная научно-практическая конференция. *Современные научные решения актуальных проблем*. 10-13-бетлар. 2023
8. Muxtorova Sh.N. *Yer yuzida tabiiy ro'y beradigan zarbli to'lqinlar nochiziqli tenglamalar*. Ilmiy anjuman. Namangan, O'zbekiston 13-14-may, 2022-yil.
9. Янгибоев З.Ш. Абдимуродова Ш.А. Бектошева У., *Об устойчивости одной обратной задачи для уравнения SH волн в пористом среде*. Qarshi Davlat Universiteti. "Analizning zamonaviy muammolari" ilmiy konferensiya 2-3-iyun 2023-yil.
10. <http://www.lab-m.ru/sbeilin/disser/disser.pdf>.
11. <http://www.lib.mexmat.ru/books/8036>.
12. <http://www.samdiff.ru/files/samdiff-abstracts-2011-s.pdf>

DIAGNOSING THE QUALITY OF HIGHWAYS THROUGH AN INTELLIGENT SYSTEM

Salimov Suhrobjon Sobirovich,
Department of Information Systems
and Digital Technologies Bukhara State University
s.s.salimov@buxdu.uz

Abstract. With the ever-increasing demand for efficient and reliable transportation networks, ensuring the quality and safety of highways has become a crucial task for transportation authorities. Traditional methods of diagnosing highway conditions rely on manual inspections, which are time-consuming, subjective, and prone to human errors. In recent years, advancements in intelligent systems and data analytics have opened up new possibilities for automating the process of diagnosing the quality of highways.

This article proposes an intelligent system for diagnosing the quality of highways using a comprehensive approach. The system leverages state-of-the-art technologies such as machine learning, computer vision, and data fusion to analyze various data sources, including visual imagery, sensor data, and historical records. By integrating these different data types, the system can provide a more accurate and holistic assessment of the highway conditions.

Keywords: highway, machine learning, artificial intelligence, technologies, computer visions.

**AVTOMOBIL YO'LLAR SIFATINI INTELEKTUAL QAROR QABUL QILUVCHI TIZIM
ORQALI DIAGNOSTIKA QILISH**

Anotatsiya. Samarali va ishonchli transport tarmoqlariga talab tobora ortib borayotgan bir sharoitda avtomobil yo'llarining sifati va xavfsizligini ta'minlash transport organlarining hal qiluvchi vazifasiga aylandi. Magistral yo'llarning holatini diagnostika qilishning an'anaviy usullari qo'lda tekshirishga tayanadi, bu ko'p vaqt talab qiladigan injinerlarning subyektiv, obyektiv qarashlariga bog'liqlik holatlari bo'lishi mumkin. So'nggi yillarda intellektual tizimlar va ma'lumotlar tahlili sohasidagi yutuqlar avtomobil yo'llarining sifati diagnostika qilish jarayonini avtomatlashtirish uchun yangi imkoniyatlar ochdi.

Ushbu maqolada kompleks yondashuvdan foydalangan holda avtomobil yo'llarining sifati diagnostika qilishning intellektual tizimi taklif etiladi. Tizim turli ma'lumotlar manbalarini, jumladan, vizual tasvirlar, sensor ma'lumotlari va tarixiy yozuvlarni tahlil qilish uchun mashinani o'rganish, kompyuter ko'rish va ma'lumotlarni birlashtirish kabi eng zamonaviy texnologiyalardan foydalanadi. Ushbu turli xil ma'lumotlar turlarini birlashtirgan holda, tizim avtomobil yo'llarining holatini yanada aniq va yaxlit baholashni ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: Avtomobil yo'llari, mashinali o'qitish, sun'iy intellekt, texnologiyalar, kompyuterli ko'rish.

**ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЧЕРЕЗ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ СИСТЕМУ**

Аннотация. В условиях постоянно растущего спроса на эффективные и надежные транспортные сети обеспечение качества и безопасности автомобильных дорог стало важнейшей задачей транспортных органов. Традиционные методы диагностики состояния дорог основаны на ручных проверках, которые отнимают много времени, субъективны и подвержены человеческим ошибкам. В последние годы достижения в области интеллектуальных систем и анализа данных открыли новые возможности для автоматизации процесса диагностики качества автодорог.

В данной статье предлагается интеллектуальная система диагностики качества автомобильных дорог с использованием комплексного подхода. Система использует самые современные технологии, такие как машинное обучение, компьютерное зрение и объединение данных, для анализа различных источников данных, включая визуальные изображения, данные датчиков и исторические записи. Интегрируя эти различные типы данных, система может обеспечить более точную и целостную оценку состояния дорог.

Ключевые слова: шоссе, машинное обучение, искусственный интеллект, технологии, компьютерное зрение.

Introduction. Highways serve as the lifelines of transportation networks, enabling efficient movement of goods and people across vast distances. However, over time, these critical infrastructure components can deteriorate, posing safety risks and leading to increased maintenance costs. Traditional methods of diagnosing highway conditions are often time-consuming, costly, and subjective. Fortunately, with the advent of machine learning, we are witnessing a groundbreaking shift in how highways are diagnosed and maintained. At present, YOLO series deep learning algorithm is one of the most frequently used methods in object detection, which has strong generalization ability. Among them, YOLOv5 has achieved smaller model size and lower computing resource consumption by using modern deep learning technology and structural optimization. It shows high speed and precision in real-time target detection tasks, and is very friendly to practical engineering applications. Therefore, based on YOLOv5, this paper proposes a model combining Swin Transformer and BiFPN model, which shows excellent algorithm robustness and generalization in experiments.

Proposed methodology.

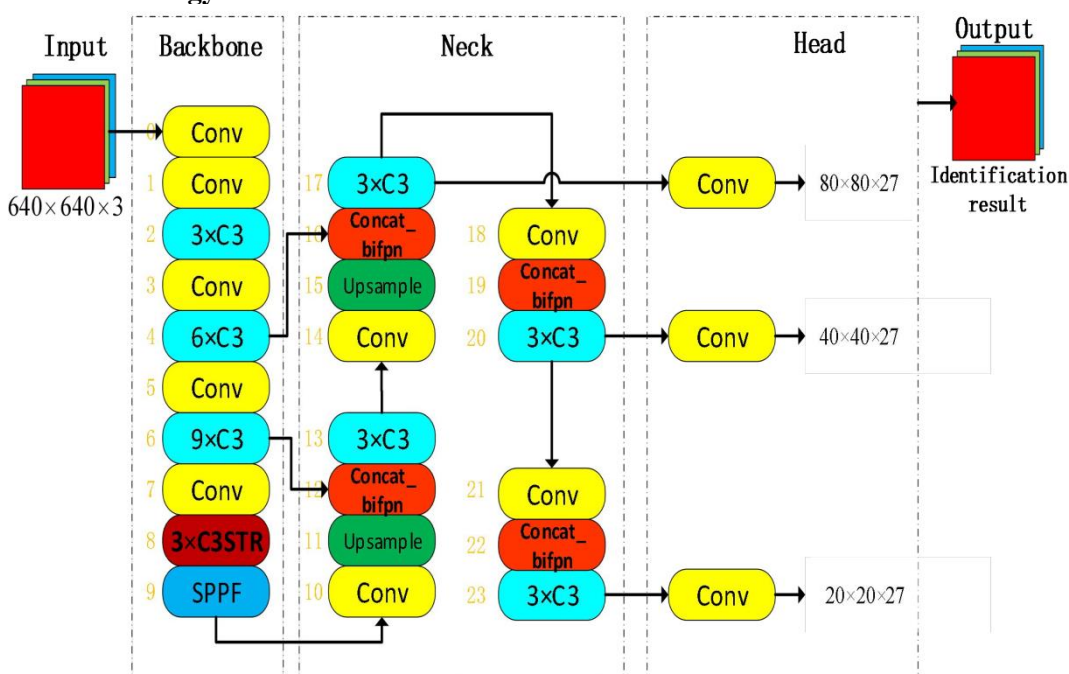


Fig. 1. The architecture of BiTrans-YOLOv5

YOLOv5 is composed of input, backbone, neck, head and output. The backbone of the latest version of YOLOv5 is mainly composed of Conv module, C3 module and SPPF module, which is used to extract image features. Neck uses PANet for multi-scale fusion; head has three groups of output for detection. In addition, YOLOv5 uses mosaic data augmentation, adaptive anchor box computing and image scaling at the input, nms non-maximum suppression at the output and CIOU_Loss as the loss function of Bounding box.

YOLOv5 is divided into four types: Yolo V5s, Yolo V5 m, YoloV5l and Yolo V5x, and the model size and complexity increase one by one. The depth of each CSP structure in the four network architectures and the number of convolution cores in different stages is different. YOLOv5s performs best on devices with limited computing resources and has the fastest detection speed, so it is suitable for mobile devices or edge devices. Considering that road crack detection needs to be integrated into mobile unmanned aerial vehicles before it can be used in engineering, we choose YOLOv5s as the Baseline model.

Based on YOLOv5 network architecture, we use a SwinTransformer in backbone, and use BiFPN instead of PANet to strengthen higher-level feature fusion. The pictures at the input end are uniformly filled or scaled to 640*640. There are three output layers, which correspond to the feature layers of different scales, and their output size is related to the number of classifications (nc). They are $80 \times 80 \times (3 \times (nc + 5))$, $40 \times 40 \times (3 \times (nc + 5))$ and $20 \times 20 \times (3 \times (nc + 5))$ respectively, and $nc = 4$ in this data set. The architecture of BiTrans-YOLOv5 is shown in Fig. 1.

1) Swin-Transformer

Recently, Transformer has received a lot of attention in the field of computer vision, and achieved outstanding results in a variety of visual tasks. According to the paper, integrating the Transformer Prediction Heads into YOLOv5 can effectively improve the performance of the model, which proves the feasibility of combining transformer and YOLOv5.

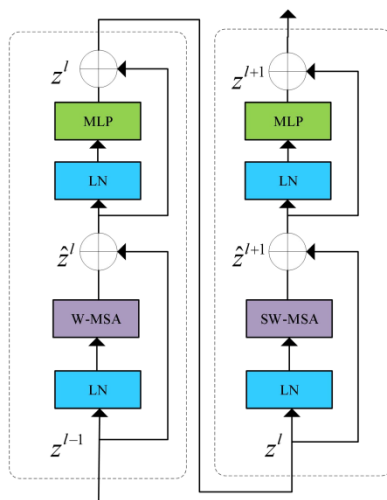


Fig. 2. The architecture of Swin Transformer Layers

Swin Transformer aims to solve the problem of high calculation and memory cost of traditional transformer when processing large-scale images. It introduces a strategy called Shifted Window, which divides the image into uniform local windows and obtains the global context information through the cross attention between windows. Swin Transformer down samples and up samples image features with multiple resolutions through hierarchical structure, so that the model can handle global and local information at the same time. The core component of this hierarchical structure is patch merging and patch partitioning strategy based on Shifted Window. The architecture diagram of two consecutive Swin Transformer Layers is shown in Fig. 2. Each Swin Transformer layer consists of Multi-Head Self-Attention (MSA) and Multi-Layer Perceptron (MLP). Layer Normalization (LN) is used to normalize the input of each layer in the neural network.

We only use Swin Transformer in backbone, and integrate it into C3 module to form C3STR module.

2) Bidirectional Feature Pyramid Network (BiFPN)

Inspired by the paper, we use BiFPN instead of PANet in neck. BiFPN is a feature pyramid network for target detection, which aims to solve the problems of feature fusion and information transmission in multi-scale target detection. BiFPN makes the feature pyramid network more expressive by introducing bidirectional paths, which is suitable for detecting road cracks of tiny pixels. Its architecture diagram is shown in Fig. 3.

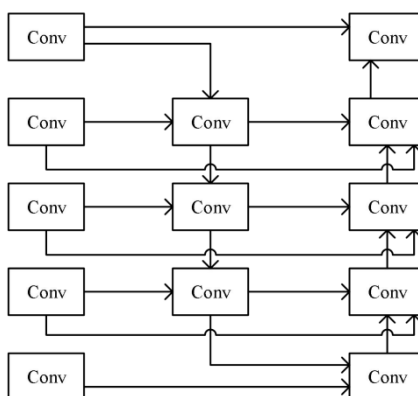


Fig. 3. The architecture of BiFPN

Experiments and results analysis. The first step towards diagnosing highways using machine learning involves collecting vast amounts of data related to road conditions. This data can be acquired through various sources, such as sensors installed on vehicles, GPS systems, satellite imagery, and even crowd-sourced information. These datasets encompass a wide range of parameters, including road surface quality, cracks, potholes, traffic patterns, weather conditions, and more. Machine learning algorithms excel at

processing and analyzing large volumes of data, extracting patterns, and uncovering valuable insights. By employing techniques like data preprocessing, feature selection, and normalization, the collected data can be prepared for training models.

We implement BiTrans-YOLOv5 on Pytorch 1.8.1, Python 3.8. The computer configuration used for model training and testing includes: CPU is Xeon-4210, running memory is 32GB, GPU is 2*RTX3090, and the system is Ubuntu 18.04, 64-bit operating system. Accuracy is the most commonly used index in classification problems, and it is the ratio of correctly classified predictions to total predictions. However, for unbalanced multi-classification scenarios, Accuracy is deceptive and highly sensitive to data changes, so it is difficult to judge the performance of the model. Therefore, we choose Precision, Recall, F1-Score, AP and mAP@0.5 as evaluation metrics.

Through the confusion matrix, we can know the true positive (TP), true negative (TN), false positive (FP) and false negative (FN), and then we can calculate the precision, recall and F1-score as defined in (1)–(3).

On the smoothed PR curve, take the value of Precision of 10 bisectors (including 11 breakpoints) on the horizontal axis 0-1, and calculate its average value as the final AP, which is defined in (4). When IOU=0.5, the mean Average Precision (mAP) of all crack types is defined in (5).

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

$$AP = \frac{1}{11} \sum_{0,0.1 \dots 1.0} P_{\text{smooth}}(i) \quad (4)$$

$$mAP = \frac{\sum_{i=1}^4 AP_i}{4} \quad (5)$$

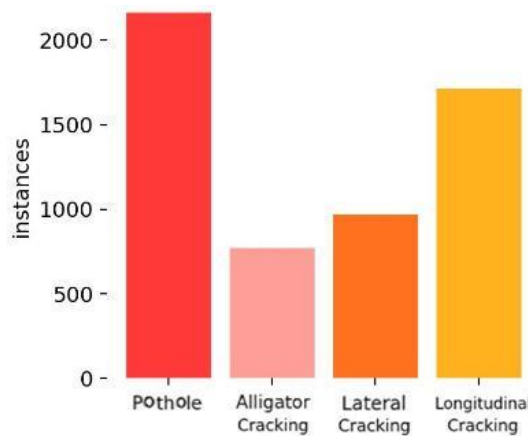


Fig. 4. Label statistics for each category

For BiTrans-YOLOv5 model, three kinds of loss curves and three kinds of metrics curves of the training set are drawn as shown in Fig. 5. Cls_loss calculates whether the anchor frame and the corresponding calibration classification are correct. Box_loss is the error between the prediction frame and the calibration frame. Obj_loss calculates the confidence of the network. The smaller the loss, the better the model performance. As shown in Fig. 5, each loss tends to be stable and finally converges to a very small

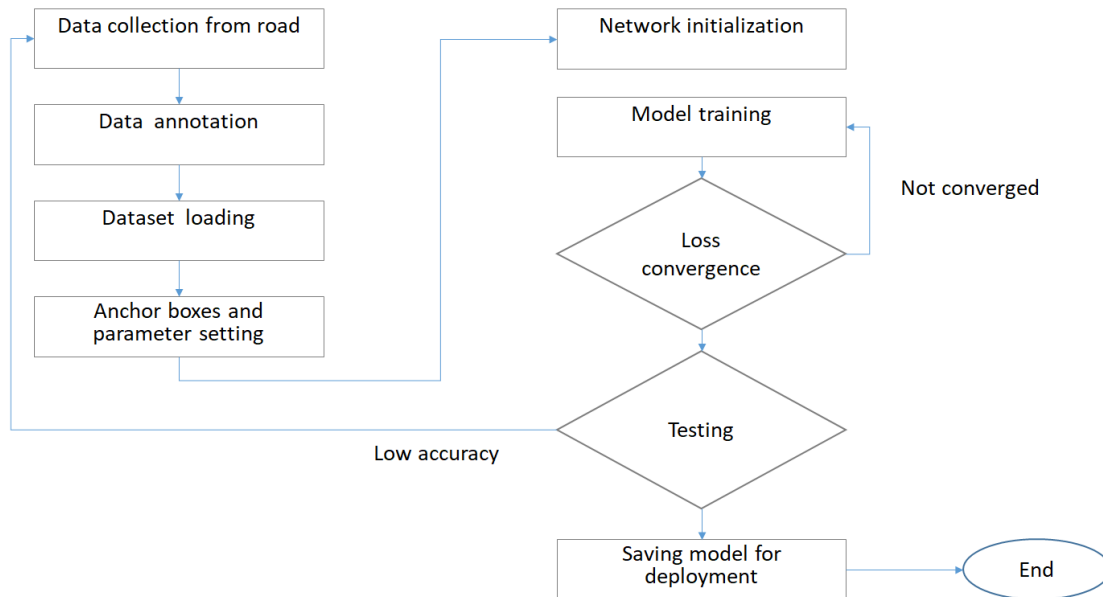
value, and the metrics curve finally tends to be stable, which proves that the hyperparameters set by the model is reasonable.

Methods	Precision (%)	Recall (%)	F1 (%)	mAP@0.5 (%)
YOLOv5	73.6	61.5	61.0	60.0
BiTransYOLOv5	76.3 (↑2.7)	62.8 (↑1.3)	67.0 (↑6.0)	65.4 (↑5.4)

table 1. Ablation study on test-set of road damage

Methods	Pothole (%)	Alligator Cracking (%)	Lateral Cracking (%)	Longitudinal Cracking (%)
YOLOv5	71.7	70.3	35.5	62.6
BiTransYOLOv5	75.5 (↑ 3.8)	73.4 (↑ 3.1)	53.2 (↑ 17.7)	59.7 (↓ 2.9)

table 2. Comparison Of Ap For Each Category



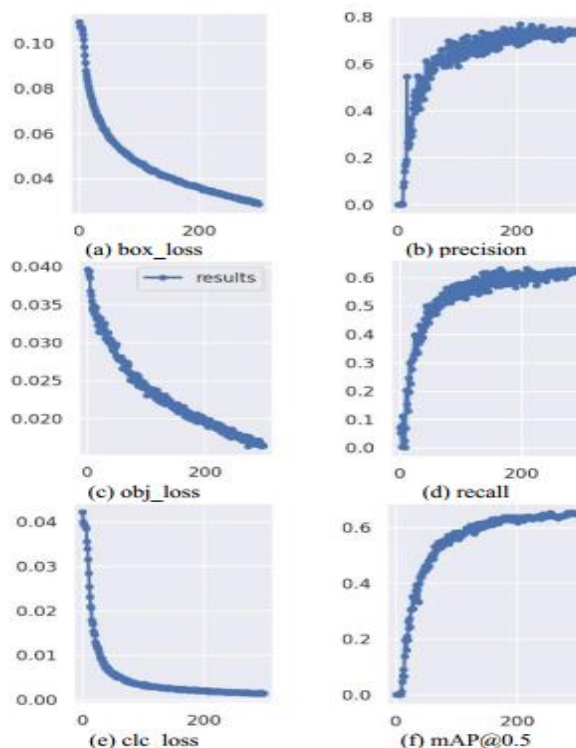


Fig. 5. Loss and metrics

We set the epoch to 300. YOLOv5 and BiTransYOLOv5 were trained respectively. We use the test set independent of the training set and the verification set to evaluate the model performance with IoU=0.5. The obtained model test results are shown in TABLE I. Because we are discussing the multi-classification problem, we also list the AP value of a specific type of crack, as shown in table II.

According to TABLE I, BiTrans-YOLOv5 has improved 2.7% in Precision, 1.3% in Recall, 6.0% in F1 score and 5.4% in mAP@0.5 compared with YOLOv5. This proves that our model improvement is effective.

According to TABLE II, we find that the AP of Lateral Cracking is particularly small. On the one hand, because the samples are not balanced, and on the other hand, because the pixels of Lateral Cracking are too small compared with other kinds, even if we make image weighting reassignment, Lateral Cracking is still more difficult to detect. This also explains that although Alligator Cracking is the least in the statistics of labels in Fig. 4, the AP is very high. Because both the number of samples and the size of the target have an impact on the AP, the size of Alligator Cracking is larger, and it contributes more to the whole picture. It means that even if the number of samples is small, the detection result of large targets may still be good. Anyway, by adding Swin Transformer and BiFPN models, we successfully improved the AP of Lateral Cracking by 17.7%. We choose some pictures of BiTrans-YOLOv5 detected in the test set as the actual results. As shown in Fig. 6, all four types of cracks can be effectively detected.

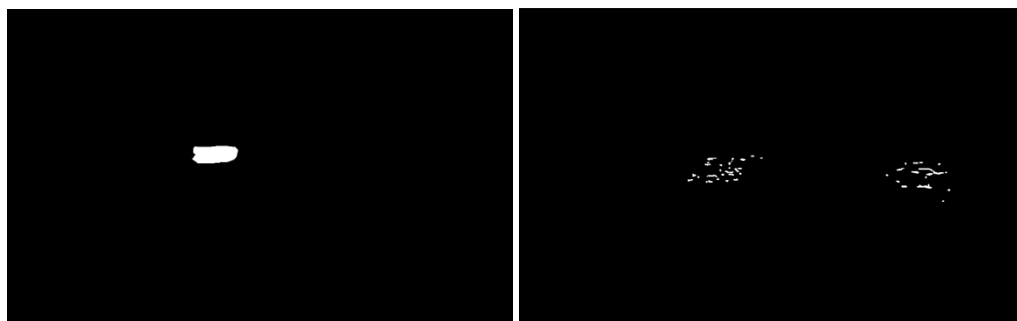




Fig. 6. Visualization result from BiTrans-YOLOv5 on test-set

Literature review. Several studies were carried on for detecting pavement singularities, like road bumps and potholes, based on the analysis of high energy event in vertical acceleration impulse [1–2]. Other researchers have focused on the use of smartphone sensors for evaluating the roughness of the pavement surface and by using the vertical acceleration recorded by a mobile device in a car [2,3]. The International Roughness Index (IRI) was the more investigated parameter and the road surface condition classified by IRI-proxy factors. In identifying the conditions of the pavement, the effect of speed in the study of vertical acceleration must be considered. In this regard, Alessandrini et al. [4] showed how the average value of vertical acceleration is closely related to vehicle speed. The authors developed the “SmartRoadSense” system which aims to monitor road surfaces via smartphones, using a model to calculate an index for the roughness of the pavement. In the same way, Zeng et al. [5] developed a normalized acceleration-based metric for different functional classes of highway by incorporating vehicle speed. An extensive review of 130 papers [6] pointed out an increasing trend of applying artificial intelligence (AI) method, especially Machine Learning techniques, for detection of road anomalies, mainly applied to image analysis. Neural Network (NN)/Artificial Neural Network (ANN) and Support Vector Machine (SVM) are the most common methods applied to data collected by onboard sensors (e.g. speed, vertical displacement and acceleration). Most of studies used ML to detect potholes/humps and estimate roughness (e.g. IRI) [6–8].

Conclusion. Machine learning is revolutionizing the way highways are diagnosed, providing more accurate, efficient, and cost-effective solutions. By harnessing the power of data and advanced algorithms, authorities can monitor road conditions in real-time, predict maintenance needs, and allocate resources effectively. The adoption of machine learning-based diagnostics holds immense potential to enhance highway safety, reduce costs, and improve the overall quality of transportation networks, thereby benefiting society as a whole. In this paper, we propose an improved model BiTransYOLOv5 for Road Damage dataset. First of all, we choose YOLOv5s architecture suitable for embedded development as the baseline, and choose the data set Road Damage for analysis. BiTrans-YOLOv5 is mainly improved in feature extraction layer and neck layer, and the performance of the model can be effectively improved by using Swin Transformer in backbone and BiFPN module in neck. All evaluation metrics selected in this paper have all been improved. In addition, we tested the test set and found that BiTrans-YOLOv5 can still detect four kinds of road cracks well in the noisy background.

REFERENCES:

1. Eriksson J., Girod L., Hull B., Newton R., Madden S., Balakrishnan H., *The Pothole Patrol: Using a Mobile Sensor Network for Road Surface Monitoring*, *Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 2008)*, Breckenridge, CO, USA, June 17–20, 2008, pp. 29–39, 2008, doi: 10.1145/1378600.1378605.
2. Janani L., Sunitha V., SamsonMathew, *Effect of combining algorithms in smartphone based pothole detection*, *Int. J. Pavement Res. Technol.* 14 (2021) 63–72, <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0033-0>
3. Yeganeh S.F., Mahmoudzadeh A., Golroo A., *Validation of smartphone-based pavement roughness measures*, *AJCE* 1 (2) (2019) 135–144, <https://doi.org/10.22060/ajce.2017.13105.5328>
4. Alessandrini G., et al., *Smartroadsense: collaborative road surface condition monitoring*, *Second IEEE SPS Italy Chapter Summer Sch. Signal Process.* (2014) 210–215, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29144.90881>.

5. Zeng H., Park H., Fontaine M.D., Smith B.L., McGhee K.K., *Identifying deficient pavement sections using an improved acceleration-based metric*, *Transp. Res. Rec.: J. Transp. Res. Board* 2523 (1) (2015) 133–142, <https://doi.org/10.3141/2523-15>.
6. Nguyen T., Lechner B., Wong Y.D., *Response-based methods to measure road surface irregularity: a state-of-the-art review*, *Eur. Transp. Res. Rev.* 11 (2019) 43, <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0380-6>.
7. Agebure M.A., Oyetunji E.O., Baagyere E.Y., *A three-tier road condition classification system using a spiking neural network model*, *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, in press.
8. Basavaraju A., Du J., Zhou F., Ji J., *A machine learning approach to road surface anomaly assessment using smartphone sensors*, *IEEE Sens. J.* 20 (5) (2020) 2635–2647, <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2952857>.

PANJARADAGI IXTIYORIY IKKI ZARRACHALI SISTEMAGA MOS SHREDINGER OPERATORINING SPEKTRAL XOSSALARI

Xurramovov Abdimajid Molikovich,

*Fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Samarqand davlat universiteti, Samarqand, O'zbekiston.*

xurramov@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada bir o'lchamli panjaradagi ikkiita ixtiyoriy zarrachali sistema gamiltonianiga mos Shredinger operatorining muhim spektridan tashqarida yotuvchi xos qiymatlarning mavjudligining shartlari topilgan. Shuningdek, xos qiymatlar soni va o'rni qaralayotgan operatorning parametrlariga bog'liq holda aniqlangan.

Kalit so'zlar: bir o'lchamli panjara, muhim spektr, xos qiymat, karrali xos qiymat

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОПЕРАТОРА ШРЕДИНГЕРА ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДВУХЧАСТИЧНОЙ СИСТЕМЫ НА РЕШЕТКЕ

Аннотация. Найдены условия существования собственных значений, лежащих вне существенного спектра оператора Шредингера, соответствующего гамильтониану системы двух произвольных частиц на одномерной решетке. А также найдено количество и их расположение собственных значений в зависимости от параметров рассматриваемого оператора.

Ключевые слова: одномерная решетка, существенный спектр, собственное значение, кратное собственное значение

SPECTRAL PROPERTIES OF THE SCHROEDINGER OPERATOR FOR AN ARBITRARY TWO-PARTICLE SYSTEM ON A LATTICE

Abstract. Conditions for the existence of eigenvalues lying outside the essential spectrum of the Schrödinger operator corresponding to the Hamiltonian of a system of two arbitrary particles on a one-dimensional lattice are found. And also the number and their location of eigenvalues were found depending on the parameters of the operator under consideration.

Keywords: one-dimensional lattice, essential spectrum, eigenvalue, multiple eigenvalue

$T = (-\pi, \pi]$, $L_2(T) - T$ da aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalarning Hilbert fazosi bo'lsin. $L_2(T)$ fazoda quyidagi formula orqali aniqlangan:

$$h(k) = h_0(k) - v \quad (1)$$

operatorni qaraymiz, bu yerda $h_0(k)$ ushbu

$$\varepsilon_k(p) = \frac{1}{m_1} \varepsilon(p) + \frac{1}{m_2} \varepsilon(k - p), \quad \varepsilon(p) = 1 - \cos 2p$$

funksiyaga ko'paytirish operatori va v esa

$$v(p - s) = \mu \cos l(p - s) + \lambda \cos n(p - s)$$

yadroli integral operator. m_1 va m_2 lar mos holda 1- va 2- zarrachalarning massalari, l va n - natural sonlar bo'lib, yig'indisi toq.

1-lemma. (1) formula orqali aniqlangan $h(k)$ operator o'z-o'ziga qo'shma va chegaralangandir.

Ma'lumki, Veyl teoremasiga asosan $h(k)$ operatorning muhim spektri $h_0(k)$ operatorning spektri bilan ustma-ust tushadi, ya'ni $h(k)$ operatorning qo'zg'atuvchi qismi kompakt ekanligidan uning muhim spektri o'zgarasdan qoladi. Shuning uchun $\sigma_{ess}(h(k))$ to'plam $\varepsilon_k(p)$ funksiyaning qiymatlar sohasidan iborat bo'ladi, ya'ni

$$\sigma_{ess}(h(k)) = \sigma(h_0(k)) = [m(k); M(k)]$$

$$\text{bu yerda } m(k) = \min_p \varepsilon_k(p), \quad M(k) = \max_p \varepsilon_k(p).$$

$v \geq 0$ ekanligini hisobga olsak, u holda quyidagi tengsizlikka ega bo'lamiz:

$$\sup(h(k)f, f) \leq \sup(h_0(k)f, f) = M(k)(f, f), \quad f \in L_2(T).$$

Shuning uchun $h(k)$ operator muhim spektrdan o'ng tomonda xos qiymatga ega emas, ya'ni

$$\sigma(h(k)) \cap (M(k), +\infty) = \emptyset.$$

1-faraz. Faraz qilaylik, $m = m_1 = m_2$ va $k = \pm \frac{\pi}{2}$ bo'lsin.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$\mu^0(k) = \frac{1}{s_l(k; m(k))}, \quad \lambda^0(k) = \frac{1}{s_n(k; m(k))}, \quad (2)$$

$$c_r(k; z) = \int_T \frac{\cos^2 r s ds}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z}, \quad s_r(k; z) = \int_T \frac{\sin^2 r s ds}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z}, \quad r = l, n \quad (3)$$

$$\tilde{\varepsilon}_k(p) = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2}} \cos 2p.$$

1-teorema. 1-faraz bajarilsin. U holda ixtiyoriy $\mu, \lambda \in R_+$ sonlar uchun $h(k)$ operatorning muhim spektrdan chapda karraligi bilan hisoblanganda 4 ta xos qiymatga ega va ular

$$z_1 = z_2 = \frac{2}{m} - \mu\pi \quad \text{va} \quad z_3 = z_4 = \frac{2}{m} - \lambda\pi$$

bo'ladi.

2-teorema. 1-faraz bajarilmasin. U holda ixtiyoriy $\mu, \lambda \in R_+$ sonlar uchun $h(k)$ operatorning muhim spektrdan chapda karraligi bilan hisoblanganda

$$2 + \alpha(\mu, \lambda)$$

ta xos qiymatga ega, bu yerda

$$\alpha(\mu, \lambda) = \begin{cases} 0, & \text{agar} & \mu \leq \mu^0(k), \quad \lambda \leq \lambda^0(k) \\ 1, & \text{agar} & \mu > \mu^0(k), \lambda \leq \lambda^0(k) \text{ yoki } \mu \leq \mu^0(k), \lambda > \lambda^0(k) \\ 2, & \text{agar} & \mu > \mu^0(k), \quad \lambda > \lambda^0(k). \end{cases}$$

$h(k)$ operatorning xos qiymatlari. $L_2(T)$ fazoda $\tilde{h}(k)$ operatorni quyidagi

$$\tilde{h}(k) = \tilde{h}_0(k) - v$$

formula orqali aniqlaymiz, bu yerda $\tilde{h}_0(k)$ quyidagi

$$\tilde{\varepsilon}_k(p) = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2}} \cos 2p$$

funksiyaga ko'paytirish operatori.

Ushbu unitar $U: L_2(T) \rightarrow L_2(T)$ operator quyidagi formula orqali aniqlangan bo'lsin:

$$(Uf)(p) = f\left(p - \frac{1}{2}\theta(k)\right),$$

bu yerda

$$\theta(k) = \arccos \frac{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \cos 2k}{\sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2}}}.$$

U holda ushbu

$$(U^{-1}f)(p) = f\left(p + \frac{1}{2}\theta(k)\right), \quad f \in L_2(T)$$

tenglik o'rinli.

2-lemma. $h(k)$ operator $\tilde{h}(k)$ operator bilan unitar ekvivalent, ya'ni

$$\tilde{h}(k) = U^{-1}h(k)U$$

tenglik o'rinli.

Isbot.

$$\varepsilon_k(p) = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2}} \cos(2p - \theta(k))$$

ekanligidan

$$(h_0(k)Uf)(p) =$$

$$= \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2} \cos(2p - \theta(k))} \right) f \left(p - \frac{1}{2} \theta(k) \right).$$

Bundan osongina quyidagi

$$(U^{-1}h_0(k)Uf)(p) = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \sqrt{\frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1 m_2} \cos 2k + \frac{1}{m_2^2} \cos 2p} \right) f(p),$$

ya'ni

$$U^{-1}h_0(k)U = \tilde{h}_0(k)$$

tenglikni hosil qilamiz. Ma'lumki,

$$(U^{-1}vUf)(p) = U^{-1} \left(\int_T v(s-p) f \left(s - \frac{1}{2} \theta(k) \right) ds \right) = \int_T v \left(s - \left(p + \frac{1}{2} \theta(k) \right) \right) f \left(s - \frac{1}{2} \theta(k) \right) ds.$$

Oxirgi integralda quyidagicha $s - \frac{1}{2} \theta(k) = t$ almashtirish olib, natijada

$$(U^{-1}vUf)(p) = \int_T v(t-p) f(t) dt$$

ni hosil qilamiz, ya'ni

$$U^{-1}vU = v$$

tenglik bajariladi. 2-lemma isbotlandi.

3-lemma. $z, z < m(k)$ soni $\tilde{h}(k)$ operatorning xos qiymati bo'lishi uchun

$$\Delta(k; z) = 0$$

bo'lishi zarur va yetarli, bu yerda

$$\Delta(k; z) = (1 - \mu c_l(k; z))(1 - \mu s_l(k; z))(1 - \lambda c_n(k; z))(1 - \lambda s_n(k; z)).$$

Bu holda $\Delta(k; \cdot)$ funksiyaning noli $h(k)$ operatorning xos qiymatlari bilan ustma-ust tushadi.

Isbot. $z < m(k)$ soni $\tilde{h}(k)$ operatorning xos qiymati bo'lsin va f — unga mos xos vektor bo'lsin, ya'ni

$$\tilde{h}(k)f = zf$$

tenglamaning noldan farqli yechimi bo'lsin. Bundan

$$f = r_0(z)v f \tag{4}$$

bu yerda $r_0(z)$ — quyidagi $\frac{1}{\tilde{\xi}_k(p)-z}$ funksiyaga ko'paytirish operatori.

Quyidagi belgilashni kiritamiz

$$\varphi_r = \int_T \cos r s f(s) ds, \quad r = l, n \tag{5}$$

$$\psi_r = \int_T \sin r s f(s) ds, \quad r = l, n \tag{6}$$

U holda (4) quyidagi kurinishga keladi

$$f(p) = \mu \frac{\varphi_2 \cos lp + \psi_2 \sin lp}{\tilde{\xi}_k(p)-z} + \lambda \frac{\varphi_n \cos np + \psi_n \sin np}{\tilde{\xi}_k(p)-z} \tag{7}$$

(7) ifodani (5) va (6) larga qo'yib hamda $\tilde{\xi}_k(p)$ funksiyaning juft ekanligini hisobga olib, quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\varphi_l = \mu \int_T \frac{\cos l s \cos r s}{\tilde{\xi}_k(s)-z} ds \varphi_r, \quad \varphi_n = \lambda \int_T \frac{\cos n s \cos r s}{\tilde{\xi}_k(s)-z} ds \varphi_r, \quad r = l, n, \tag{8}$$

$$\psi_l = \mu \int_T \frac{\sin l s \sin r s}{\tilde{\xi}_k(s)-z} ds \psi_r, \quad \psi_n = \lambda \int_T \frac{\sin n s \sin r s}{\tilde{\xi}_k(s)-z} ds \psi_r, \quad r = l, n, \tag{9}$$

Quyidagi

$$I_l(z) = \int_T \frac{\cos l s \cos r s}{\tilde{\xi}_k(s)-z} ds = 0, \quad \text{agar } l \neq r, \tag{10}$$

(10) tenglikni isbotlaymiz. $s = t + \pi$ almashtirish olib

$$I_l(z) = -I_l(z)$$

tenglikka ega bo'lib (10) ni hosil qilamiz.

(10) munosabatdan (8) va (9) tengliklar quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\varphi_l = \mu \int_T \frac{\cos^2 ls}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds \varphi_l, \quad \varphi_n = \lambda \int_T \frac{\cos^2 ns}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds \varphi_n,$$

$$\Psi_l = \mu \int_T \frac{\sin^2 ls}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds \Psi_l, \quad \Psi_n = \lambda \int_T \frac{\sin^2 ns}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds \Psi_n.$$

Shularga asosan, agarda $z < m(k)$ - soni $\tilde{h}(k)$ operatorning xos qiymati bo'lsa, u holda $\Delta(k; z) = (1 - \mu c_l(k; z))(1 - \mu s_l(k; z))(1 - \lambda c_n(k; z))(1 - \lambda s_n(k; z)) = 0$ tenglik o'rinli bo'ladi.

Teskarisi,

$$1 - \mu \int_T \frac{\cos^2 ls}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds = 0, \quad 1 - \lambda \int_T \frac{\cos^2 ns}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds = 0,$$

$$\left(1 - \mu \int_T \frac{\sin^2 ls}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds = 0, \quad 1 - \lambda \int_T \frac{\sin^2 ns}{\tilde{\varepsilon}_k(s) - z} ds = 0 \right)$$

bo'lsin. U holda unga mos $z < m(k)$ larga $\frac{\cos lp}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z}, \frac{\cos np}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z}, \left(\frac{\sin lp}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z}, \frac{\sin np}{\tilde{\varepsilon}_k(p) - z} \right) \tilde{h}(k)$ operatorning xos vektorlari mos keladi. Shunga ko'ra, $\Delta(k; \cdot)$ funksiyaning nolining karraligi $\tilde{h}(k)$ operatorning xos qiymatining karraligi bilan ustma-ust tushadi. 3-lemma isbotlandi.

Asosiy natijalarning isboti

1-teoremaning isboti. 1-faraz bajarilsin. U holda $\tilde{\varepsilon}_k(s) \equiv \frac{2}{m}$ hamda

$$\Delta(k; z) = \left(1 - \frac{\mu\pi}{\frac{2}{m} - z} \right)^2 \left(1 - \frac{\lambda\pi}{\frac{2}{m} - z} \right)^2$$

tengliklar o'rinli. Bundan $\Delta(k; \cdot)$ funksiyaning nolini osongina topish mumkin:

$z_l = \frac{2}{m} - \mu\pi$ - ikki karrali noli, $l \in \{1, 2\}$ hamda $z_l = \frac{2}{m} - \lambda\pi$ - ikki karrali noli $l \in \{3, 4\}$. 2-3-

lemmalarga asosan bu sonlar $h(k)$ operatorning xos qiymatlari bo'ladi. Osongina ko'rsatish mumkinki, bu xos qiymatlarga mos xos vektorlar mos ravishda ushbu

$$\varphi_r(p) = \frac{\cos rp}{\mu_r \pi}, \quad \psi_r(p) = \frac{\sin rp}{\mu_r \pi}, \quad r = l, n$$

funksiyalardan iborat. 1-teorema isbotlandi.

2-teoremaning isboti. 1-faraz bajarilmasin, u holda ixtiyoriy $k \in T$ uchun (2) formula orqali aniqlangan $\mu^0(k)$ va $\lambda^0(k)$ sonlar chekli bo'ladi.

Quyidagi munosabatlar o'rinli:

$$1 - \mu c_l(k; z) = \begin{cases} 1 & \text{agarda} & z \rightarrow -\infty \\ -\infty & \text{agarda} & z \rightarrow m(k) \\ \text{monoton kamayuvchi ixtiyoriy } z \in (-\infty, m(k)) \end{cases}$$

$$1 - \mu s_l(k; z) = \begin{cases} 1 & \text{agarda} & z \rightarrow -\infty \\ \geq 0 & \text{agarda } \mu \in (0, \mu_0(k)) \text{ ixtiyoriy } z \in (-\infty, m(k)) \\ < 0 & \text{agarda } \mu > \mu_0(k), & z = m(k). \end{cases}$$

$$1 - \lambda c_n(k; z) = \begin{cases} 1 & \text{agarda} & z \rightarrow -\infty \\ -\infty & \text{agarda} & z \rightarrow m(k) \\ \text{monoton kamayuvchi ixtiyoriy } z \in (-\infty, m(k)) \end{cases}$$

$$1 - \lambda s_n(k; z) = \begin{cases} 1 & \text{agarda} & z \rightarrow -\infty \\ \geq 0 & \text{agarda } \lambda \in (0, \lambda^0(k)) \text{ ixtiyoriy } z \in (-\infty, m(k)) \\ < 0 & \text{agarda } \lambda > \lambda^0(k), & z = m(k). \end{cases}$$

Ta'kidlash joizki, (3) formula orqali aniqlangan $c_l(k; \cdot), s_l(k; \cdot), c_n(k; \cdot), s_n(k; \cdot)$ funksiyalar $(-\infty, m(k))$ oraliqda musbat va monoton o'suvchi bo'ladi. Shuning uchun oxirgi munosabatni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$1 - \mu c_l(k; z) \text{ funksiyaning istalgan } \mu > 0 \text{ da yagona noli mavjud,}$$

$$1 - \lambda c_n(k; z) \text{ funksiyaning istalgan } \lambda > 0 \text{ da yagona noli mavjud,}$$

$$1 - \mu s_l(k; z) = \begin{cases} \text{agar } \mu \in (0, \mu_0(k)] \text{ bo'lsa,} & \text{noli mavjud emas} \\ \text{agar } \mu \in (\mu_0(k), +\infty) \text{ bo'lsa,} & \text{yagona noli mavjud,} \end{cases}$$

$$1 - \lambda s_n(k; z) = \begin{cases} \text{agar } \lambda \in (0, \lambda^0(k)] \text{ bo'lsa,} & \text{noli mavjud emas} \\ \text{agar } \lambda \in (\lambda^0(k), +\infty) \text{ bo'lsa,} & \text{yagona noli mavjud.} \end{cases}$$

Shularga asosan hamda 2- va 3-lemmalarga ko'ra, 2-teoremaning isboti kelib chiqadi.

ADABIYOTLAR:

1. Рид М., Саймон Б., *Методы современной математической физики*. М.: Мир.1982, **4**, Анализ операторов.
2. Муминов М.Э., Хуррамов А.М., *Спектральные свойства двухчастичного гамильтониана на одномерной решетке*. Россия. Уфимский математический журнал. Том 6. № 2 (2014). С.102-110.

РЕЦИРКУЛЯЦИЯЛИ ИХЧАМ ГЕЛИОКУРИТГИЧ

Назаров Мустақим Рашидович, доцент,

Бухоро давлат педагогика институти

mustaqim.nazarov@mail.ru

Назарова Наргиза Мустақимовна, доцент,

Бухоро давлат университети

nazarova_nargiza85@mail.ru

Аннотация. Ушбу мақолада муаллиф томонидан ишлаб чиқилган рециркуляцияли ихчам гелиокуритгич қурилмасининг тузилиши ва унинг ишлаш тамойили акс эттирилган. Ишда гелиокуритгич камерасининг ҳарорат-намлик режими ҳамда мева ва сабзавотларнинг қуриш кинетикасига доир маълумотлар келтирилган.

Калит сўзлар: қуритиш, радиацион-конвектив гелиокуритгич, ихчам, автоматик бошқариш, қуёш панели, рециркуляция.

РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ КОМПАКТНАЯ ГЕЛИОСУШИЛКА

Аннотация. В данной статье описано устройство рециркуляционной компактной гелиосушилки, разработанной автором, и принцип ее работы. Также в работе представлены сведения о температурно-влажностном режиме внутри камеры гелиосушилки и кинетики сушки плодов и овощей.

Ключевые слова: сушка радиационно-конвективная гелиосушилка, компактный, автоматическая управления, солнечная панель, рециркуляция.

RECIRCULATING COMPACT SOLAR DRYER

Abstract. This article describes the design of a recirculating compact solar dryer developed by the author and the principle of its operation. The work also presents information about the temperature and humidity conditions inside the solar dryer chamber and the kinetics of drying fruits and vegetables.

Key words: drying radiation-convective solar dryer, compact, automatic control, solar panel, recirculation.

Кириш. Ҳозирги вақтда жаҳон иқтисодиётида энергия истеъмолнинг ортиб бориши билан бирга, ёқилғи ресурслари захиралари ҳам йилдан йилга камайиб бормоқда. Бундан ташқари, ёқилғи-энергетика комплексидаги инқироз ва барча турдаги энергия ресурслари нархларининг ошиши, энергия тежовчи технологияларни излаш, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш ва уларни ишлаб чиқаришга жорий этишни тақозо этмоқда. Шу муносабат билан муқобил энергия манбаларидан фойдаланиб ишлайдиган иссиқлик қурилмалари, жумладан, мева ва сабзавот маҳсулотларини қайта ишлаш ва қуритиш қурилмаларини ишлаб чиқиш ва уларнинг самарадорлигини ошириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади [1,2,3,8,9,10].

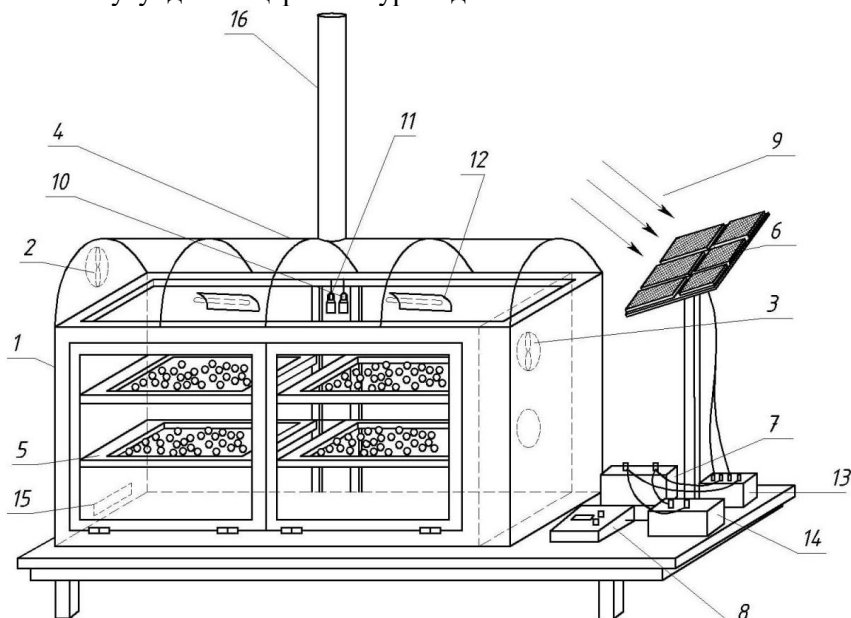
Статистик маълумотлар кўрсатадики, ёз ойларида айни пишиб етилган меваларнинг 15-20% и исроф бўлмоқда. Бунинг олдини олиш йўлларида бири уларни қуритиш ҳамда қайта ишлашдан иборат. Бундай муаммоларни ҳал этиш учун мамлакатимизда қуёш энергиясидан фойдаланиб ишлайдиган турли хилдаги қуёш қуритгич қурилмалари ихтиро қилинган бўлиб, бундай ускуналар ҳозирда республикамизнинг кўпгина боғдорчилик хўжалиқларига жорий этилмоқда.

Ҳозирги вақтга қадар тадқиқотчилар томонидан яратилган энг содда қуёш қуритгичларидан тортиб, жуда мураккаб конструкцияли, автоматлаштирилган қуритгичларни ишлаб чиқарилишига қарамадан республикамиз хўжалиқларида самарали қўлланилаётган гелиокуритгичлар деярли йўқ.

Бундай муаммонинг ҳал этиш учун илмий тадқиқотлар ва фан ютуқларини амалиётга тадбиқ этиш, яъни фан билан ишлаб чиқариш интеграциясини йўлга қўйиш лозим. Тадқиқотчи олимларимиз илмий тадқиқот тажрибалари ва ишланмаларини иложи борица ишлаб чиқариш майдончаларида ўтказиб, ижобий натижаларга эга бўлсалар, уларнинг ишланма ва инновацион лойиҳаларини хўжалиқларга қўллаш анча осон бўлади.

БухДПИ доценти М. Р. Назаров ва БухДУ илмий тадқиқотчиси Н,М.Назаровалар томонидан сунъий ва табиий қуритиш услублари ва ҳозиргача мавжуд гелиоқуритгич қурилмаларининг устунлик томонларини бирлаштириб, қуёш энергиясини қўллаш асосида ишлайдиган самарали ихчам гелиомевакуритгичини ишлаб чиқдилар [6, 7].

Мазкур қуритгич мева ва сабзавотларни қуритишга мўлжалланган бўлиб, у замонавий қуёш-батареяси билан жиҳозланган қуритиш қурилмасига эга. Шуниндек, қуёш қуритгичида меваларни қуритиш жараёни автоматик усулда бошқарилиб турилади.



1-расм. Рециркуляцияли ихчам қуёш мева қуритгичининг схемаси

1 – қуритиш камераси ; 2 – вентилятор 1 (нам ҳавони чиқариш учун); 3 – вентилятор 2 (фаол вентиляция учун); 4 – шаффоф юза изоляцияси; 5 – мевалар учун полкалар; 6 – Қ Б (қуёш батареяси); 7 – аккумулятор; 8 – БП (бошқариш пулти); 9 – қуёш нурлари; 10 – температура датчиги; 11 – намлик датчиги; 12 – ИК лампа; 13 – контроллер; 14 – инвертор. 15- форточка, 16 -тортим трубаси.

Қуёш қуритиш қурилмасининг схемаси 1-расмда келтирилган. Қуёш қуритгич қурилмаси қуритиш камераси, вентиляторлар тизими, қуёш батареяси ва автоматик бошқариш тизими билан таъминланган. Қуёш қуритгичи ўлчами $2,0 \times 0,8 \times 1,3$ м бўлган тўғри тўртбурчак шаклидаги камерадан иборат. Уларининг ишчи (умумий) юзаси $1,8 \text{ м}^2$ га тенг. Қуритгичнинг ён томони ва устки қисми қалинлиги 6 смли шаффоф уяли поликорбанат (лексан) билан қопланган. Қуритгичга маҳсулотларни жойлаштириш учун унинг олд томонига зич қилиб ёпиладиган эшик қилинган.

Қурилмада ишлатиладиган вентиляторлар ва ИК-лампалар қуёш батареясидан энергия олиб ишлайди. Қуёш батареяси таркибига қуёш панели 6, аккумулятора 7, контроллер 13, инвертор 14 кабилар киради. Қуёш панели қуритгич ёнига горизонтга нисбатан 45° қилиб махсус мосламага ўрнатилган.

Қуёш қуритгичи камерасида температура-намлик режимини автоматик бошқариш учун 10,11 ҳарорат-намлик датчикларидан фойдаланилади.

Қуритиш қурилмаси икки қисмдан иборат: биринчиси радиацион –конвектив қуритиш камераси ва иккинчиси автоном электр манбаи. Автоном электр манбаи таркибига қуйидаги элементлар киради: қуёш панели 6, аккумулятор 7, контроллер 13, инвертор 14. Шунингдек, қуритгич таркибига бошқариш пулти 8, ва автоматик бошқариш қурилмалари ҳам киради.

Қуритиш камерасида иссиқ ҳаво 3 шамоллатувчи вентилятор воситасида ҳаракатга келтирилади. Ушбу вентилятор ёрдамида иссиқ ҳаво рециркуляцияси амалга оширилади ва ундан такроран фойдаланилади. Иссиқ ҳаво оқими маҳсулотни қуритиши билан бир қаторда, қуритиш жараёнида маҳсулотлардан ажралиб чиқаётган намликни ҳам олиб чиқиб кетади. Таъкидлаш жоизки, ушбу қуритиш қурилмасида ҳавонинг ҳарорати ташқи муҳитдагига нисбатан икки баробар ортиши мумкин.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқилган рециркуляцияли ихчам қуёш қуритгичининг такомиллаштириш ва самарадорлигини ошириш ҳамда меваларни қуриш жараёнларини интенсифлаштириш бўйича ҳам тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муқобил энергия манбаларидан фойдаланиб мева ва сабзавотларни қуриштириш, қайта ишлаш ва сақлаш масалалари билан шуғулланадиган тадқиқотчилар олдида турган асосий муаммолардан бири энергия тежамкор қуёш қуритгичларини ишлаб чиқиш, уларда меваларни қуриштириш технологияларини такомиллаштиришдан иборат. Шунингдек, мазкур қуритгичларни ишлаб чиқариш амалиётига жорий этиш, яъни фермер ва деҳқон хўжаликларига қўллаш ҳозирги вақтга қадар долзарблигича қолмоқда.

Қуёш қуритгичида қуриш тезлигини ошириш ва қуриштирилган мевалар сифат кўрсаткичларини яхшилаш учун меваларни қуриштиришдан олдин дастлабки ишлов бериш лозим. Шу мақсадда гелиоқуритгич таркибида қуввати 0,5 кВт ли иккита инфрақизил(ИК) - лампа мавжуд бўлиб, у меваларни қуриштиришдан олдин уларга ишлов бериш ва қўшимча иссиқлик манбаи сифатида ишлатилади. ИК-лампалар қуритгич камераси юқори қисмига ўрнатилган. ИК-лампа ёрдамида узум, ўрик, олхўри, тут меваси ва шунга ўхшаш мевалар импульсли режимларда 1 – 3 мин давомида нурлантириб қуритгичга қўйилади ва қуриштирилади.

Қуриштириш мавсумида, яъни июнь ва июль ойларида (қуриштириш камерасига маҳсулот юкланмаганда) қуритгич ичидаги максимал ҳарорат 75-78⁰С га етганлиги қайд этилди. Агар қуритгичга маҳсулот жойлаштирилса (унга 20-25 кг гача маҳсулот юклаш мумкин) унда камерадаги ҳарорат 15-18⁰С га пасаяди.



2-расм. Рециркуляцияли ихчам гелиоқуритгичнинг ташқи кўриниши

Шунингдек, камера ичидаги ҳаво намлиги қуришни биринчи даврида ортиб боради. Бу эса меваларни қуришига салбий таъсир этади. Агар нам ҳаво 2 вентилятор ва тортиқ труба 16 билан олиб ташланса, қуритгич камерасидан фойдали иссиқлик ҳам чиқиб кетади. Шу сабабли қуриштириш агентидан такроран фойдаланиш учун рециркуляция режими қўлланилади. Бундай усулларни қўллашда автоматик бошқариш тизимидан ҳам фойдаланилади.

Экспериментал тадқиқот натижалари

Рециркуляцияли гелиоқуритгичда дастлаб помидор қуриштирилди. Пишиб етилган помидорларни қуриштиришда аввал улар сувда ювилади ва ўртача катталиқдаги помидорлар пичоқ билан 4 бўлакка, катталари эса 6 бўлакка бўлинади. Кесилган помидорларни металл симдан қилинган тўрли патнисларга тахминан 6-8 кг/м² қилиб жойлаштирилади ва қуриштиришдан олдин уларга кам миқдорда туз сеполади. Бошқа сабзавотлар масалан, булғор қалампери, бақлажон, сабзи кабилар ушбу қуритгичда ҳеч қандай ишлов берилмасдан қуриштирилади.

Куритиш мавсуми даврида ўтказилган тажрибаларда гелиокуритгич камерасига 20 кг миқдорда кесилган помидор бўлаклари куритиш учун қўйилди ва унинг куриш жараёни кинетикаси ҳамда гелиокуритгичнинг температура намлик режими ўрганилди. Одатда куритиладиган маҳсулотлар куритгич камерасига эрталаб 8⁰⁰ қўйилади. Кун исиши билан гелиокуритгич ичидаги ҳарорат ортиб боради ва ундаги мева ва сабзавотлар қурий бошлайди.

Тажриба маълумотлари асосида помидорнинг нисбий куритиш тезлиги $N=N_0S$, шунингдек, маҳсулотдаги намликнинг ўзгариши аниқланди. Тажрибада олинган маълумотларни қайта ишлаш ва унинг куриш тезлиги қуйидаги формулаларга асосан ҳисобланди:

$$N_1 = \frac{\Delta m}{\Delta t}; \quad N_1 = \frac{\Delta m}{\Delta t \cdot S}, \quad N_1 = \frac{\Delta m_{\text{нам}}}{\Delta m_{\text{куп}}}$$

Доимий шароитда куритиш давомийлигини қуйидаги тенглама билан аниқлаш мумкин (доимий тезлиги даври учун):

$$\tau = \frac{1}{k} (W_0 - W_k) \text{ бу ерда } k - \text{ куритиш коэффициенти.}$$

Куритишнинг ўзгармас тезлик даврида помидорнинг куриш тезлиги ҳисоблаш усули билан аниқланди ва $N=0,3 - 0,5 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соатни}$ ташкил этди. Шунингдек, помидорнинг критик намлиги ва мувозанатли намлиги ҳам аниқланди: $W_k=420\%$, $W_p=12\%$. Қуритилган маҳсулотларнинг сифати органолептик усул билан аниқланди.

Ўтказилган тажрибалардан маълум бўлдики, помидор 2-2,5 суткада, олма ва тут 1,5-2 суткада, ўрик 4-5 суткада, куриши аниқланди. Куритиладиган мева ва сабзавотларнинг намлиги 10-20% га етгунга қадар куриш жараёни давом этади. Қуритилган меваларнинг сифати кўрсаткичлари анча юқори бўлиб, куриш вақти эса қуёш-ҳаво усулига қараганда 2-3 марта қисқариши аниқланди.

Ўзбекистоннинг серқуёш ўлка эканлиги, шунингдек, табиий, сифатли ва экологик соф маҳсулотларга талабнинг ортиб бораётганлиги ҳисобга олинса, ушбу ихчам гелиокуритгичдан фойдаланиб мева ва сабзавотларни куритиш анча самарали бўлиб, ундан боғдорчилик хўжаликлари, фермер ва шахсий томорқа хўжаликларида барча кишлоқ хўжалик маҳсулотларини сифатли куритишда фойдаланиш мумкин.

Хулоса. Амалга оширилган конструктив лойиҳалар ва ўтказилган илмий тадқиқот ишлари асосида қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

1. Муаллифлар томонидан самарали ихчам гелиоमेвакуритгичнинг янги конструкцияси, ишлаб чиқилди ва синовдан ўтказилди.

2. Мева ва сабзавотларни куритиш жараёнида гелиокуритгичнинг ҳарорат ва намлик режимлари ўрганилди. Тажрибалар кўрсатдики, маҳсулот юкланмаганда июль ойининг ўрталарида гелиокуритгич ичидаги энг юқори ҳарорат (13:00-14:00 соатларда) тахминан 70°-75° С бўлганлиги кайд этилди.

3. Гелиокуритгич қурилмасида помидор, олма ва бошқа меваларининг куриш жараёни тадқиқ этилди. Ўтказилган тажрибалардан маълум бўлдики, помидор 2-2,5 суткада, олма ва тут 1,5-2 суткада, ўрик 4-5 суткада, куриши аниқланди. Қуритилган маҳсулотларнинг сифат кўрсаткичлари органолептик усулда аниқланди.

4. Мазкур гелиокуритгич фақат қуёш энергияси ҳисобига ишлайди, ундан куритиш мавсумида барча турдаги мева ва сабзавотларни сифатли куритиш мумкин.

АДАБИЁТЛАР:

1. Искандаров З.С.. Вертикальная солнечно-топливная установка с регенеративным теплообменным устройством // Гелиотехника. 2004. №2. С. 24-26.

2. Каххаров С.К., Назаров М.Р., Жураев Х.О. Каххаров О.С. “Комбинированная гелиосушилка” Патент на изобретение №UZIAP 05746.

3. Назаров М.Р.. Разработка и исследование эффективности опытно-производственной радиационно-конвективной солнечной сушильной установки для плодов и ягод. Автореферат дисс. канд.тех.наук. Ташкент, 1997. с 19.

4. Назаров М.Р., Даминов М. И., Назарова Н.М. Ж.Ж Кучкаров. “Энергосберегающая гелиосушилка” Патент на полезную модель № FAP 02102

5. Каххаров С.К., Назаров М.Р., Жураев Х.О. Каххаров О.С. “Комбинированная гелиосушилка” Узбекистан, Ташкент, Патент на изобретение № UZIAP 05746. 2018.
6. Назаров М.Р. и др. Компактная солнечная сушилка с активным вентилированием. Международная научно-практическая конференция “Солнечная энергетика” НПО” Физика Солнца” физ-тех, институт. Тошкент 2019й 20-22 декабря.
7. Назаров М.Р., Назарова Н.М. Компактная солнечная сушилка с активным вентилированием Муаллифлик хукуки. № 3659 17.09.2020
8. Назаров М.Р., Назарова Н.М. Расчет и проектирование солнечно-тепловой сушильной установки для плодов и ягод. БухДУ илмий ахбороти, №1, 2017й.
9. Назарова Н.М., Жураев Т.Д, Назаров М.Р.. Энергосберегающая рециркуляционная солнечная сушилка с рекуперативным теплообменником. Международной научной конференции «Новые материалы и гелиотехнологии» 20-21 мая 2021 г. г. Паркент. Узбекистан.
10. Назаров М.Р. Моделирование процессов тепломассообмена в солнечных радиационно-конвективных сушилках. «Гелиотехника». 2006, №1.(С.43-48)
11. Назаров М.Р., Назарова Н.М. Расчет и проектирование солнечно-тепловой сушильной установки для плодов и ягод. Международного научного журнала «Гелиотехника» 2021, №5.
12. Назаров М.Р. и др. Влияние инфракрасных источников на процесс сушки фруктов в подсолнечнике. ТИҚХММИ Бухоро филиали Сув ва ер ресурслари –Бухоро, 2019, № 2.20-24 б
13. Назарова Н.М., Назаров М.Р., Даминов М.И.. Рециркуляционная солнечная сушилка с рекуперативным теплообменником утилизатором теплоты. LIV Международной научно-практической конференции “Технические науки: проблемы и решение” Москва. 19 .11.2021г.

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СТОХАСТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА С
ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Усмонов Жавохир Баходир угли,

доктор философии (PhD) по физико-математическим наукам,

Национальный университет Узбекистана

имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан.

javohir0107@mail.ru

Аннотация. В данной работе мы изучаем динамику стохастического оператора с переменными коэффициентами на одномерном симплексе. Сначала находится множество неподвижных точек и определяются их типы. Затем докажем, что траектория сходится к одной из вершин симплекса для любой начальной точки.

Ключевые слова: стохастический оператор, неподвижная точка, траектория.

O'ZGARUVCHI KOEFFITSIYENTLI STOXAСТИK OPERATORNING
DINAMİK SISTEMASI

Annotatsiya. Ushbu maqolada bir o'lchamli simpleksda o'zgaruvchan koeffitsientli stoxastik operatorning dinamikasini o'rganilgan. Bunda dastlab, qo'zg'almas nuqtalar to'plami topiladi va ularning xarakterlari aniqlanadi. So'ngra ixtiyoriy boshlang'ich nuqta uchun trayektoriyaning simpleks qirralaridan biriga yaqinlashishi isbotlanilgan.

Kalit so'zlar: stoxastik operator, qo'zg'almas nuqta, trayektoriya.

DYNAMICAL SYSTEM OF A STOCHASTIC OPERATOR WITH VARIABLE
COEFFICIENTS

Abstract. In this paper we study the dynamics of a stochastic operator with variable coefficients on a one-dimensional simplex. First, a set of fixed points is found and their types are determined. Then we prove that the trajectory converges to one of the vertices of the simplex for any initial point.

Keywords: stochastic operator, fixed point, trajectory.

Введение и постановка задачи. Понятие квадратичных стохастических операторов введено в работах Бернштейна. В последующие 100 лет эта теория была развита, и в этой области было опубликовано множество статей. Предварительные исследования динамических систем, связанных с квадратичным стохастическим оператором (КСО) бесполой популяций и сцепленных с полом систем, были связаны с работами Кестена [6]. Кроме того, рассматриваются некоторые результаты для различных правил спаривания, и разрабатывается стохастическая теория для менделевской генетической модели. Работы Кестена представляют собой ценный вклад в математику демографических процессов. Дальнейшее развитие теории квадратичных стохастических операторов ведется многими авторами (см., например, [2]-[5], [7]-[10]). Однако, несмотря на многочисленные работы, остается открытой проблема полного описания множества предельных точек для динамических систем, порожденных квадратичными стохастическими операторами. Во многих работах, посвященных изучению динамики КСО, рассматривались непрерывные операторы.

В данной работе мы изучаем двумерный стохастический оператор на одномерном симплексе. Сначала найдем все неподвижные точки и определим их характер. Затем мы доказываем, что траектория сходится к одному из ребер симплекса для любой начальной точки.

Дадим некоторые необходимые определения. Чтобы определить динамическую систему с дискретным временем, рассмотрим функцию $f : X \rightarrow X$.

Для $x \in X$ обозначим $f^n(x)$ n -кратную композицию f с самим собой (т.е. итерацию f до x по времени n):

$$f^n(x) = \underbrace{f(f(f \cdots (f(x))))}_{n \text{ дағ}}.$$

Определение 1. Для произвольных данных $x_0 \in X$ и $f : X \rightarrow X$ динамическая система с дискретным временем (также называемая прямой орбитой или траекторией x_0) представляет собой последовательность точек

$$x_0, x_1 = f(x_0), x_2 = f^2(x_0), x_3 = f^3(x_0), \dots \quad (1)$$

Определение 2. Точка $x \in X$ называется неподвижной точкой для $f : X \rightarrow X$, если $f(x) = x$. Точка x является периодической точкой периода p , если $f^p(x) = x$. Наименьший положительный p , для которого $f^p(x) = x$, называется простым периодом x .

Обозначим множество всех неподвижных точек через $\text{Fix}(f)$ и множество всех периодических точек (не обязательно простого) периода p через $\text{Per}_p(f)$.

Существует три вида периодических точек: притягивающие, отталкивающие и безразличные. Пусть x^* — p -периодическая точка. Если $|(f^p(x^*))| < 1$, x^* — притягивающие; $|(f^p(x^*))| > 1$, x^* — отталкивающие; $|(f^p(x^*))| = 1$, x^* — нейтральное.

Рассмотрим биологическую популяцию, т. е. сообщество организмов, замкнутое в отношении размножения. Пусть S^{m-1} обозначает симплекс

$$S^{m-1} = \left\{ x = (x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{R}^m : x_i \geq 0, \sum_{i=1}^m x_i = 1 \right\}.$$

$x^0 \in S^{m-1} \rightarrow x' \in S^{m-1}$ определяет отображение V , называемое стохастическим оператором.

Таким образом, состояния популяции описываются следующей динамической системой с дискретным временем:

$$x^{(0)}, x^{(1)} = V(x^{(0)}), x^{(2)} = V^2(x^{(0)}), \dots, x^{(n)} = V^n(x^{(0)}), \dots, \quad (2)$$

где

$$V^n(x) = \underbrace{V(V(V(x) \dots))}_n.$$

Основной проблемой для данной динамической системы является описание предельных точек последовательности $\{x^{(n)}\}_{n=0}^{\infty}$ для произвольной начальной точки $x^{(0)}$.

В данной работе изучается динамическая система с квадратичным стохастическим оператором V с переменными коэффициентами, т.е. отображение S^1 в себя.

Стохастический оператор с переменными коэффициентами. Рассмотрим популяцию из двух видов, т. е. $m = 2$.

Для переменного коэффициента $p(x)$ определим оператор эволюции

$$V_{a,b} : S^1 \rightarrow S^1$$

следующего вида

$$V_{a,b} : \begin{cases} x' = x^2 + 2p(x)xy, \\ y' = 2(1-p(x))xy + y^2, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$p(x) = \begin{cases} ax, & x \leq \frac{1}{2} \\ bx, & x > \frac{1}{2}, \end{cases} \quad a, b \in [0, 1].$$

Нас будет интересовать динамическая система, порожденная этим оператором эволюции $V_{a,b}$. В [1] изучалась динамика квадратичных операторов с переменными коэффициентами.

Поскольку $x + y = 1$, то оператор (3) можно свести к отображению $f_{a,b} : [0,1] \rightarrow [0,1]$, определяемому формулой

$$f_{a,b}(x) = \begin{cases} -2ax^3 + (1+2a)x^2, & x \leq \frac{1}{2} \\ -2bx^3 + (1+2b)x^2, & x > \frac{1}{2} \end{cases} \quad (4)$$

где $a, b \in [0,1]$.

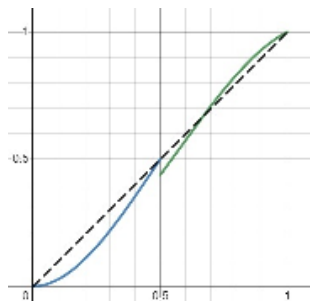


Рисунок 1: График функции $f_{a,b}(x)$, $a = 1$, $b = \frac{3}{4}$.

Ниже приводятся результаты о множестве неподвижных точек функции $f_{a,b}$.

Предложение 1. Для неподвижной точки функции $f_{a,b}$ справедливо следующее:

- Если $a \neq 1$, $b = 1$ или $a \neq 1$, $0 \leq b < \frac{1}{2}$, тогда $\text{Fix}(f_{a,b}) = \{0,1\}$;
- Если $a = 1$, $\frac{1}{2} < b \leq 1$, тогда $\text{Fix}(f_{a,b}) = \{0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2b}, 1\}$;
- Если $a = 1$, $0 \leq b < \frac{1}{2}$, тогда $\text{Fix}(f_{a,b}) = \{0, \frac{1}{2}, 1\}$;
- Если $a \neq 1$, $\frac{1}{2} \leq b < 1$, тогда $\text{Fix}(f_{a,b}) = \{0, \frac{1}{2b}, 1\}$.

Доказательство предложения основано на решениях задачи $f_{a,b}(x) = x$.

По найденным выше неподвижным точкам выявляем их характер.

- неподвижная точка 0 – притягивающие;
- неподвижная точка 1 :
 - если $0 \leq b < \frac{1}{2}$, тогда – отталкивающие;
 - если $b = \frac{1}{2}$, тогда – нейтральное;
 - если $\frac{1}{2} < b \leq 1$, тогда – притягивающие;
- неподвижная точка $\frac{1}{2b}$:
 - если $b = \frac{1}{2}$, тогда – нейтральное;
 - если $\frac{1}{2} < b \leq 1$, тогда – отталкивающие.

Следующая теорема описывает характер траекторий для любой начальной точки.

Теорема 1. Для динамической системы, порожденной функцией $f_{a,b}$, справедливы следующие результаты:

• Если $a \in [0,1]$, $b \in [0, \frac{1}{2}]$, тогда для любой $x^0 \in [0,1)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f^n(x^0) = 0;$$

• Если $a \in [0,1]$, $b \in (0, \frac{1}{2}]$, тогда

- для любой $x^0 \in [0, \frac{1}{2}]$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f^n(x^0) = 0;$$

- для любой $x^0 \in (\frac{1}{2}, 1]$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f^n(x^0) = 1.$$

Доказательство. 1) Предположим, $a \in [0,1]$, $b \in [0, \frac{1}{2}]$. Поскольку неравенство $f(x) < x$ справедливо для всех $x \in (0,1)$, то неравенство $f^{n+1}(x) < f^n(x)$ выполняется для всех $n \in \mathbb{N}$. То есть последовательность $f^n(x)$ монотонно убывает и ограничена снизу. Согласно теореме о существовании предела монотонной и ограниченной последовательности, последовательность $f^n(x)$ стремится к конечному числу c . $f^n(x)$ является сходящейся последовательностью, и если принять во внимание существование единственной неподвижной точки функции в $[0; \frac{1}{2}]$, тогда $c = 0$.

2) Благодаря Предложению 1, если $\frac{1}{2} < b \leq 1$, то 0 и 1 притягивающие неподвижные точки.

Если $x^0 \in [0, \frac{1}{2}]$, то выполняется неравенство $f^n(x^0) > f^{n+1}(x^0)$. Аналогично, что для $x^0 \in (\frac{1}{2}, 1]$ выполнено неравенство $f^n(x^0) < f^{n+1}(x^0)$. Тогда доказательство этой части аналогично части 1.

Замечание 1. Заметим, что для любой начальной точки траектория всегда сходится к одному из ребер симплекса.

Биологическая интерпретация этого результата: один из видов исчезнет (вымрет) в популяции. Следующий выживет.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Abdurakhimova S. B., Rozikov U. A., *Dynamical System of a Quadratic Stochastic Operator with Two Discontinuity Points*, *Matematicheskie Zametki*, 111(5), 2022, 663–675.
2. Ganikhodzhaev R. N., Abdirakhmanova R. E., *Fixed and periodic points of quadratic automorphisms of non-Volterra type* *Uzbek Math. J.*, 2, 2002, 6–13.
3. Ganikhodzhaev R. N., Eshmatova D. B., *Quadratic automorphisms of simplex and asymptotical behavior of their trajectories*, *Vladikavkaz Math.*, 8, 2006, 12–28.
4. Ganikhodzhaev R. N., Mukhamedov F. M., Rozikov U. A., *Quadratic stochastic operators and processes: results and open problems*. *Inf. Dim. Anal. Quant. Prob. Rel. Fields*, 14(2), 2011, 279–335.
5. Ganikhodzhaev N. N., Ganikhodzhaev R. N., Jamilov U. U., *Quadratic stochastic operators and zero-sum game dynamics*, *Ergodic Theory Dyn. Syst.*, 35(5), 2015, 1443–1473.

6. Kesten H., *Quadratic transformations: a model for population growth, I, II.*, *Advances in Applied Probability*, 2(2), 1970, 179–228.
7. Rozikov U. A., *Population Dynamics: Algebraic and Probabilistic Approach*, Hackensack, NJ World Sci. Publ., 2020
8. Rozikov U. A., Usmonov J. B., *Dynamics of a population with two equal dominated species* *Qual. Theory Dyn. Syst.* 19 2 2020
9. Usmonov J. B., *On dynamics of a discontinuous Volterra operator* *Uzbek Mathematical Journal*, 65(2) 2021, 164–173.
10. Usmonov J. B., Kodirova M. A., *A quadratic stochastic operator with variable coefficients*, *Bull. Inst. Math.*, 3, 2020, 98–107.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕХМЕРНОГО ФАКЕЛА

Ходжиев Сафар,

Бухарский государственный университет,
Доцент кафедры «Математического анализа».
safar1951@mail.ru

Жамолов Уткир Жамолович,

Бухарский государственный университет,
Магистрант кафедры «Математического анализа».
jamolovutkir2001@gmail.com

Авезов Алижон Хайруллоевич,

Бухарский государственный университет,
Старший преподаватель кафедры
«Математического анализа».
a.x.avezov@buxdu.uz

Аннотация. В данной работе приводятся численные результаты исследования влияния исходных значений кинетической энергии турбулентности на параметры трехмерного диффузионного факела.

Численные расчеты проведены на основе параболизированных трехмерных уравнений Навье-Стокса для многокомпонентного реагирующего газа.

В качестве реагирующего газа истекающего из прямоугольного сопла, рассматривается смесь пропана-бутана, а окислителя – воздух.

Получены численные результаты, относящиеся к распространению нарастания границы в плоскостях XY и XZ в начальных участках струи различны.

Выявлено, что увеличение начального значения турбулентности горючей струи приводит к заметному затуханию скорости вдоль оси струи и сокращению длины в начальном участке. Разрушение потенциального ядра струи и температуры, сопровождается резкой интенсификацией процесса перемешивания струи с окружающей средой.

Ключевые слова: струя, турбулентность, трехмерность, факел, реагирующий газ, Навье-Стокс.

TURBULENTLIK KINETIK ENERGIYASI BOSHLANG'ICH QIYMATINING UCH
O'LCHOVLI ALANGA XARAKTERISTIKALARIGA TA'SIRI

Annotatsiya. Ushbu maqolada diffuzion yonishda turbulentlik kinetik energiyasi boshlang'ich qiymatlarining uch o'lchovli alanga parametrlariga ta'sirini sonli o'rganish natijalari keltirilgan.

Sonli hisobashlar ko'p komponentli reaksiyaga kirishuvchi gazlar uchun parabolalashgan uch o'lchovli Navie-Stoks tenglamalari asosida amalga oshirildi.

To'g'ri to'rtburchak sohadan chiquvchi reaksiyaga kirishuvchi yoqilg'i gaz sifatida propan-butan aralashmasi, oksidlovchi gaz sifatida havo qaralgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, oqim(struya) tarqalishi boshlang'ich sohada OX va OY o'qlari bo'yicha tarqalishi turlicha, ya'ni deformatsiyaga ega.

Sonli natijalardan ma'lum bo'ladiki, yonuvchi gaz turbulentliging boshlang'ich qiymatining oshishi oqim o'qi bo'ylab tezlikning sezilarli darajada pasayishiga va oqim boshlang'ich qismi uzunligining qisqarishiga olib kelishi aniqlanildi.

Kalit so'zlar: oqim, turbulentlik, uch o'lchovli, alanga, diffuzion yonish, reaksiyaga kirishuvchi gaz, Navie-Stoks.

THE EFFECT OF THE INITIAL VALUE OF THE KINETIC ENERGY OF TURBULENCE
ON THE CHARACTERISTICS OF A THREE-DIMENSIONAL TORCH

Abstract. This paper presents numerical results of a study of the influence of the initial values of the kinetic energy of turbulence on the parameters of a three-dimensional diffusion plume.

Numerical calculations were carried out on the basis of parabolized three-dimensional Navier-Stokes equations for a multicomponent reacting gas.

A mixture of propane-butane is considered as the reacting gas flowing from the rectangular nozzle, and air is considered as the oxidizer.

The obtained numerical results related to the propagation of boundary growth in the XY and XZ planes in the initial sections of the jet are different.

It has been revealed that an increase in the initial value of the turbulence of a flammable jet leads to a noticeable attenuation of the velocity along the jet axis and a reduction in length in the initial section. The destruction of the potential core of the jet and temperature is accompanied by a sharp intensification of the process of mixing the jet with the environment.

Keywords: jet, turbulence, three-dimensionality, torch, reacting gas, Navier-Stokes

Введение. Закономерности струйного турбулентного течения лежат в основе организации рабочих процессов большого числа технических устройств, круг которых непрерывно расширяется. Стремление управлять интенсивностью протекания процессов требует знания не только общих закономерностей указанного типа течения, но и учета конкретных начальных условий истечения и предыстории потока.

Исследования, выполненные различными авторами [1-9], свидетельствуют о существенном характере влияния начального уровня турбулентности на параметры струй и форму факела. Эти работы подчеркивают, что увеличение начальных значений кинетической энергии турбулентности в пределах $3\% \leq k_0 \leq 7\%$ приводит к перестройке микроструктуры потока в начальном и переходном участках струи, которая сказывается на характеристиках осредненного течения. Дальнейший рост начальных значений кинетической энергии турбулентности струи газа приводит к более быстрому затуханию ее осевой скорости с одновременным уменьшением ядра струи с практическим его исчезновением при k равной 20% –исходного значения скорости основного потока. Обзор существующих литературных источников показал, что исследования в двумерных плоских осесимметричных течениях, проведенные различными авторами, носят, в основном, экспериментальный характер. Очень мало работ посвящено трехмерным изотермическим турбулентным струям и практически отсутствуют исследования трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, т.е. трехмерных факелов на основе двухпараметрической модели турбулентности[19]. В некоторых работах [3, 7-9] дается объяснение относительно влияния исходных значений кинетической энергии турбулентности на параметры струи, а относительно диссипации энергии турбулентности ничего не сказано, что сильно затрудняет формулирование краевых условий относительно диссипации энергии турбулентности при численном исследовании трехмерных турбулентных струй реагирующих газовых смесей. При постановке граничных условий требуется определить начальные данные k и ε на срезе сопла. Из-за трудоемкости получение распределения характеристик турбулентности на срезе сопла работ по определению кинетической энергии турбулентности очень мало, а скорость диссипации кинетической энергии турбулентности не имеет прямых экспериментальных аналогов. Поэтому для определения распределений характеристик турбулентности на срезе сопла пользуются различными соотношениями.

Так, в работе [10], при постановке граничных условий для случая истечения из круглой трубы, предложен способ нахождения скорости диссипации на срезе трубы при условии, что на срезе трубы известны распределения скорости пульсационной энергии.

В [11] для исходных значений энергии турбулентности использовано соотношение

$$k_2 = \alpha_k u_2^2, \quad (1)$$

где α_k –некоторая постоянная, которую можно интерпретировать как начальный уровень турбулентности. Однако в этой работе не приведен способ определения распределения скорости диссипации кинетической энергии турбулентности на срезе сопла.

В [12] распределение k и ε на срезе сопла определено выражениями

$$k_2 = \alpha u_2^2, \quad \varepsilon_2 = \frac{\beta k_2^{3/2}}{L} \quad (2)$$

где α, β, L –эмпирические постоянные.

Согласно приведенному анализу, на практике хорошо зарекомендовали соотношения (2).

В проведенных расчетах мы пользовались соотношениями (2), содержащими некоторую эмпирическую информацию.

В данной работе приводятся некоторые результаты численного исследования трехмерного турбулентного диффузионного горения пропана-бутановой смеси, истекающей из сопла прямоугольной формы и распространяющейся в покоящейся среде воздуха на основе двухпараметрической модели "k - ε" турбулентности, в частности, изучение влияния исходного значения кинетической энергии турбулентности на параметры факела.

Постановка задачи и метод решения. Данный процесс описывается с помощью трехмерных параболизированных уравнений Навье-Стокса для многокомпонентных смесей химически реагирующих газов. Численные исследования проведены на основе метода и алгоритма расчета приведенные в работе [19]. Исследования проведены при следующих исходных данных[19,21]:

I Данные окислителя;

$$u_1 = 0;$$

$$T_1 = 300K;$$

$$(c_1)_1 = 0.232; (c_2)_1 = 0;$$

$$(c_3)_1 = 0; (c_4)_1 = 0.768;$$

$$\bar{k}_1 = \beta_1;$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = \gamma_1;$$

$$Pr_T = 0.7; Sc_T = 0.7;$$

II. Данные смеси горючего;

$$u_2 = 61 \text{ м/с};$$

$$T_2 = 1200K;$$

$$(c_1)_2 = 0; (c_2)_2 = 0.12;$$

$$(c_3)_2 = 0; (c_4)_2 = 0.88;$$

$$\bar{k}_2 = \beta_2 \bar{u}_2^2; \varepsilon_2 = \gamma_2 \bar{k}_2^{3/2};$$

$$P_1 = P_2 = 1 \text{ атм} = \text{const},$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \beta_1$ и β_2 некоторые безразмерные константы, а индекс 2 относится к параметру горючего, 1 – окислителя.

Здесь можно отметить, что при формулировании краевых условий относительно кинетической энергии турбулентности использованы экспериментальные материалы существующих источников [3, б. 8], а относительно диссипации кинетической энергии турбулентности граничные значения брались интуитивно в ходе проведения численного эксперимента, т.е. варьированием значения константы $\gamma_1, \gamma_2, \beta_1$ и β_2 . В обычных условиях, когда струя истекает из сопла со сравнительно равномерным начальным профилем скоростей или же из длинного трубопровода с соответствующим неравномерным профилем скоростей, интенсивность турбулентности в ее начальном сечении не превышает $1 \div 2\%$ [6]. Приводимые в большинстве работ результаты экспериментального исследования плоских и осесимметричных струй относятся именно к таким значениям начальной турбулентности потока струи.

Эти начальные значения турбулентности невелики по сравнению с той наибольшей турбулентностью, которая генерируется в струе.

Таким образом, в расчетах β_2 варьировалось так, что безразмерное начальное значение кинетической энергии турбулентности не превышало **10%** от безразмерной исходной скорости струи горючего.

Основные результаты расчетов приведены в виде графиков на рисунках 1-5. На рис.1 показано развитие профилей продольной скорости в разных сечениях вдоль струи по осям y и z в различных исходных значениях турбулентности струи. Как следует из графика, при увеличении исходного значения \bar{k}_2 , т.е. при $\bar{k}_2 = 0.05$ (сравнением $\bar{k}_2 = 0.01$) ядро струи уменьшается и при удалении от устья сопла значение продольной скорости быстрее падает и область смещения становится шире. Из профилей продольной скорости, приведенных в $\bar{x} = 10$, видно, что изменения ее по оси y и z становятся подобными, т.е. форма струи приобрела круглую форму. В обоих исходных значениях \bar{k}_2 , распределение скорости в поперечных сечениях диффузионного факела имеет типичный для струйных течений вид. Численные результаты, относящиеся к распространению нарастающей границы пограничного слоя в плоскостях XY и XZ в начальных участках струи различны, что подтверждают экспериментальные данные [3, 13-16].

На рис.2 приведено осевое изменение продольно скорости, температуры и концентрации при, начальных значения $\bar{k} = 0.01$ и $\bar{k}_2 = 0.05$ (пунктирная линия). Из этих графиков можно сделать заключение о том, что полученные закономерности имеют место также в других работах [1, 15, 17,18]. Как видно из графика, увеличение начального значения турбулентности основной струи приводит к заметному затуханию скорости вдоль оси струи и сокращению длины на начальном участке. Разрушение потенциального ядра струи и температуры, сопровождается резкой интенсификацией процесса перемешивания струи с окружающей средой. Интенсивность

перемешивания приводит к интенсивному нарастанию (тепловыделению) температуры и быстрой потере горючего вещества.

На рис.3 приведено поперечное распределение температуры в разных сечениях вдоль струи при исходных значениях кинетической энергии турбулентности $\bar{k}_2 = 0.01$ и $\bar{k}_2 = 0.05$. Здесь также можно отметить, что увеличение исходного значения уровня пульсации турбулентности приводит к наипологовому профилю температуры.

На рисунках 4 и 5 приведено поперечное распределение кинетической энергии турбулентности и диссипации кинетической энергии турбулентности в разных сечениях вдоль струи при значениях $\bar{k}_2 = 0.01$, $\bar{k}_2 = 0.05$ и при фиксированных значениях остальных параметров. Как следует из рисунков, максимальному значению температуры соответствует максимальное значение кинетической энергии турбулентности и ее диссипации, что подтверждает физику явления, а также максимальное значение кинематического коэффициента турбулентной вязкости, что уместно для газов. Кроме того, при удалении от входного сечения вдоль струи максимальные значения кинетической энергии турбулентности и диссипации энергии турбулентности перемещаются к оси струи.

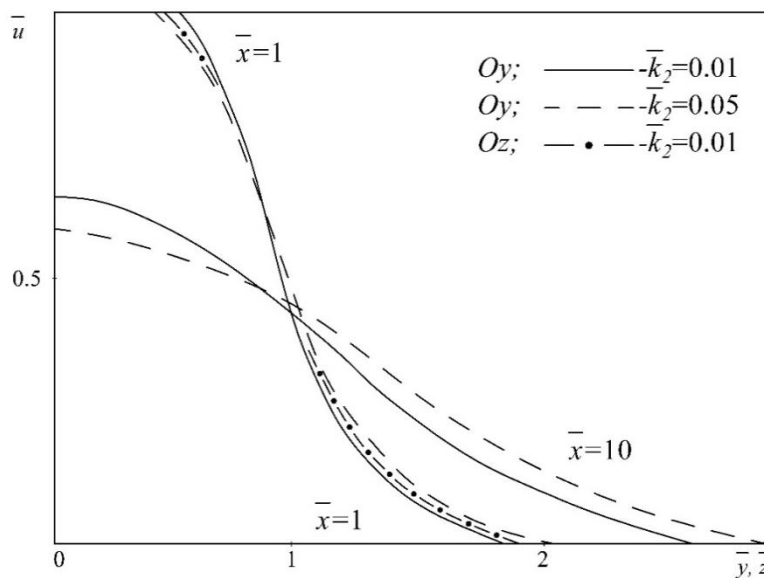


Рис.1. Развитие профилей продольной скорости при разных исходных значениях турбулентности струи

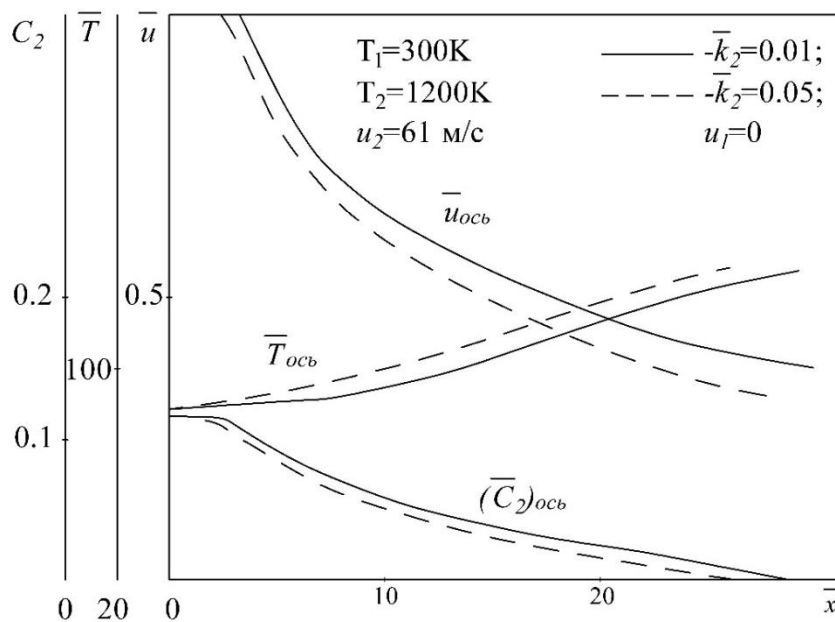


Рис.2. Осевое изменение продольной скорости, концентрации и температуры

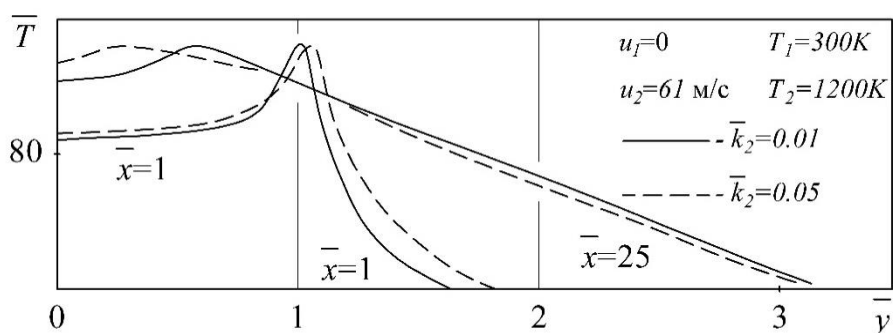


Рис.3. Поперечное распределение температуры при различных исходных значениях кинетической энергии турбулентности струи

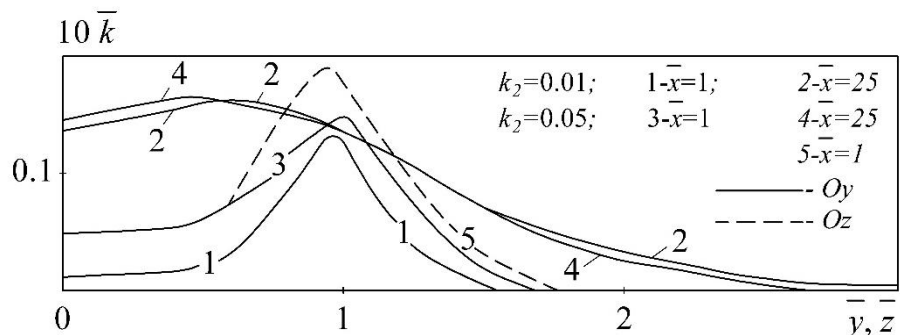


Рис.4. Поперечное распределение кинетической энергии турбулентности

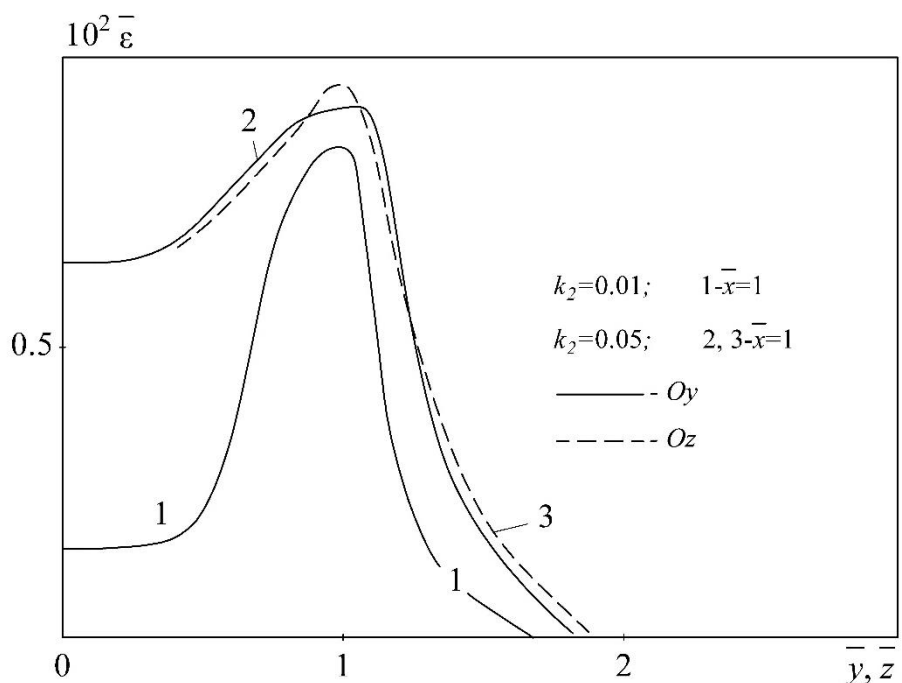


Рис.5. Поперечное распределение диссипации кинетической энергии турбулентности

Заключение. Выявлено, что увеличение начального значения турбулентности основной струи приводит к заметному затуханию скорости вдоль оси струи и сокращению длины начального участка.

Интенсивность перемешивания приводит к интенсивному нарастанию (тепловыделению) температуры и быстрой потере горючего вещества.

Численно получено, что максимальному значению температуры соответствует максимальное значение кинетической энергии турбулентности и ее диссипации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй, -м.: Наука, ,1984, -715с.
2. Абрамович Г.Н., Крашенников С. Ю., Секундов А. Н., Смирнова И.Н. Турбулентное смешение газовых струй.-М.: Наука. 1974. -272с.
3. Агулыков А., Джаугаитин К.Е., Ярин Л.П. Исследование структуры трехмерных турбулентных струй //Изв. АН СССР МЖГ.- 1975, -№6, с. 13-21.
4. Вулис Л.А., Ярин Л.П. Аэродинамика факела. -Л.: Энергия. Щ 1978., -216С
5. Вулис Л.А., К расчету свободных турбулентных течений с помощью эквивалентной задачи теории теплопроводности. /Из.АН КазССР, серия энергетика, 1960,вып.2(18)
6. Гиневский А.С., Почкина К.А. Влияния начальной турбулентности потока на характеристики осесимметричной затопленной струи. Инж.-физ.ж. ,1967,Т.ХII, N 1,с.32-41.
7. Голованов Ю.В. Влияния начальной турбулентности на динамические характеристики круглой затопленной струи. -В кн.: Тр.ХХII науч. конф.Моск.физ.техн. Долгопрудный, 1976, с.34-36.
8. Двоишников В.А., Ларюшкин Н.А.,Князьков В.П. Влияния начальных условий на развитие турбулентности струи.//Энергетика и транспорт.-М. :1981 ,N 4,с.167-170
9. Ларюшкин М.А. Некоторые закономерности влияния начального уровня турбулентности на развитие прямоугольной струи. -Тр. Московского энерг.института, 1981, № 524, с.26-30.
10. Кондратьев Л.В., Медведев С.В. Применение 2-х параметрической модели турбулентности для расчета струйных течений// Физико-химические процессы в энергетических установках. Минск, 1983, с. 16-19.
11. Артюк Л.Ю., Кашкаров В.П., Тышканбаев М.В. Об эффекте ламинаризации диффузионного турбулентного факела.// Численные методы решения задач математической физики. Алма-Ата, 1983, С. 28-35
12. Кашкаров В.П., Локтинов И.В. Распространение турбулентного диффузионного факела вдоль цилиндрической поверхности//Горение гет. и газ. систем. Черногловка., Т. VII, с.48-51.
13. Кузов К. Аэродинамика струй, истекающих из прямоугольных сопел.// Промышленная теплотехника. Том 12, N4,1990, с.38-44.
14. Палатник И.Б., Темирбаев Д.Ж. О распространении свободных турбулентных струй, вытекающих из насадки прямоугольной формы. //Проблемы теплоэнергетики и теплофизики. Изд.Каз ССР. Алма-Ата, 1964, вып.1, с.18-28.
15. Сфорца Р.М., Стейгер, Трентакосте Н. Исследование трехмерных вязких струй.//Ракетная техн. и космон. 1966, N5, с. 42-50.
16. Туркус В.А. Структура воздушного приточного факела, выходящего из прямоугольного отверстия.-Отопление и вентиляция. 1933, N5.
17. Алиев Ф., Жумаев З.Ш. Струйные течения реагирующих газов.-Ташкент. Фан. 1987. -132с.
18. Мак-Гирк Дж.Дж., Роди В. Расчет трехмерных турбулентных свободных струй.//В сб. Турбулентные сдвиговые течения, т.1. ' М.: Машиностроение, 1982, с.72-88.
19. Ходжиев С. Метод и алгоритм расчета изобарических и неизобарических трехмерных турбулентных струй реагирующих газов казан. Известия вузов. Математика. 2023, № 11, с. 1-18.
20. Вулис Л.А.,Еришин Ш.А.,Ярин Л.П. Основы теории газового факела. -Л.: Энергия. 1968. - 203с
21. Хужаев И. К., Хамдамов М.М. Численные алгоритмы расчета турбулентных струйных течений реагирующих газов.-Бухара: «Sadridin Salim Vuxoriy». Durdona. 2022. -124с.

ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ СИСТЕМЫ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПАМЯТЬЮ

Холиқов Суянжон Хамроқул ўғли

Навоийский государственный педагогический институт

Доцент кафедры математики

Турдиев Халим Хамроевич,

Бухарский государственный университет, кафедра Дифференциальные уравнения,

h.h.turdiev@buxdu.uz

Баходирова Дильноза Акбар кизи,

Бухарский государственный университет

Магистрант 2 курса кафедры дифференциальных уравнений

Аннотация. Для гиперболической системы из 4 интегро–дифференциальных уравнений первого порядка с интегральным членом типа свёртки изучена прямая задача определения векторного функции. Прямой задачей является начально–краевая задача для этой системы на конечном отрезке $[0, H]$. При выполнении некоторых условий согласования данных прямая задача сводится к решению системы интегральных уравнений вольтерровского типа относительно неизвестных. Доказано, что существует решение интегрального уравнения Вольтерра второго рода методом последовательных приближений.

Ключевые слова: Гиперболическая система, сверточное ядро, Интегральные уравнения типа Вольтерра, начальное-краевая задача, методом последовательных приближений.

XOTIRAGA EGA BIRINCHI TARTIBLI GIPERBOLIK TENGLAMALAR SISTEMASI UCHUN TO'G'RI MASALASI

Annotatsiya. O'rama tipidagi integral hadli 4 ta birinchi tartibli integrodifferensial tenglamalardan iborat giperbolik sistema uchun vektor funksiyani aniqlashning to'g'ri masalasi o'rganilgan. To'g'ri masala bu sistema uchun $[0, H]$ chekli oraliqda boshlang'ich-chegaraviy masaladir. Agar ma'lumotlarga mos keladigan ma'lum shartlar bajarilsa, to'g'ri masala noma'lum vektor funksiyalar uchun Volterra tipidagi integral tenglamalar sistemasini yechishga keltirilgan. Volterra ikkinchi tur integral tenglamasining yechimi mavjudligi ketma-ket yaqinlashish usuli bilan isbotlangan.

Tayanch so'zlar: giperbolik sistema, o'rama yadro, Volterra tipidagi integral tenglamalar, boshlang'ich-chegaraviy masala, ketma-ket yaqinlashish usuli.

DIRECT PROBLEM FOR A SYSTEM OF FIRST ORDER HYPERBOLIC EQUATIONS WITH MEMORY

Abstract. For a hyperbolic system of 4 first-order integro-differential equations with an integral term of convolution type, the direct problem of determining the vector function is studied. The direct problem is the initial-boundary value problem for this system on the finite interval $[0, H]$. If certain data matching conditions are met, the direct problem is reduced to solving a system of Volterra-type integral equations for unknowns. It is proved that there is a solution to the Volterra integral equation of the second kind by the method of successive approximations.

Key words: Hyperbolic system, convolutional kernel, integral equations of Volterra type, initial-boundary value problem, method of successive approximations.

ВВЕДЕНИЕ. Рассмотрим в области $D = \{(x, t): 0 < x < H, t > 0\}$ систему из 4 уравнений с 4 неизвестными

$$E \frac{\partial u}{\partial t} + A \frac{\partial u}{\partial x} + B(x)u(x, t) = \int_0^t K(\tau)u(x, t - \tau)d\tau + f(x, t) \quad (1)$$

относительно вектор функции $u(x, t)$ с компонентами $u_1(x, t), u_2(x, t), u_3(x, t), u_4(x, t)$. Здесь A, B и K – квадратные матрицы размерности 4×4 , причем

$$A = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \end{pmatrix}, \quad K(t) = \begin{pmatrix} K_1(t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_2(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & K_3(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_4(t) \end{pmatrix},$$

$$B(x) = \begin{pmatrix} b_{11}(x) & b_{12}(x) & b_{13}(x) & b_{14}(x) \\ b_{21}(x) & b_{22}(x) & b_{23}(x) & b_{24}(x) \\ b_{31}(x) & b_{32}(x) & b_{33}(x) & b_{34}(x) \\ b_{41}(x) & b_{42}(x) & b_{43}(x) & b_{44}(x) \end{pmatrix},$$

λ_i – вещественные, различные постоянные и

$\lambda_i > 0, i = 1, 2; \lambda_i < 0, i = 3, 4,$

$f(x, t) = (f_1(x, t), f_2(x, t), \dots, f_n(x, t))$ – заданная вектор-функция.

Наряду с уравнением (1) рассмотрим следующие начальные и граничные условия

$$u_i(x, 0) = \varphi_i(x), \quad 0 \leq x \leq H, \quad i = 1, 2, 3, 4, \tag{2}$$

$$u_i(0, t) = g_i(t), \quad i = 1, 2, \quad u_i(H, t) = g_i(t), \quad i = 3, 4. \tag{3}$$

Здесь, и далее запись вектор функций в произведении с матрицами понимается в виде строки, если он умножается слева и в виде столбца, если умножение производится справа.

Прямая задача. Задача определения вектор-функции $u(x, t)$ из уравнений (1)-(3) при заданных матриц $A, K(t), B(x)$ и вектор-функции $f(x, t)$ называется прямой задачей.

Требуется найти матрицу $K(t), t > 0$ если относительно решения прямой задачи (1) – (3) известна следующая информация:

$$u_i(0, t) = h_i(t), \quad i = 3, 4, \quad u_i(H, t) = h_i(t), \quad i = 1, 2, \tag{4}$$

где $h_i(t), i = \overline{1, 4}$ – заданные функции.

Замечание 1. Система (1) гиперболическая согласно И.Г. Петровского. Существуют специфические замены, которые приводят к системе вида (1) [4].

В последнее время наблюдается повышенный интерес к гиперболическим системам интегро-дифференциальных уравнений, содержащих интегралы типа свёртки. Такие уравнения описывают процессы с памятью (с последствием) или, как их ещё называют, эридитарные процессы [1, с. 180–189]. Подобные процессы характеризуются тем, что изменение их состояния в каждый момент времени зависит от предыстории процесса. Примерами таких процессов могут служить деформация вязкоупругой среды [2, с. 449–453], процессы распространения электромагнитных волн в средах с дисперсией [3, с. 357–392] и динамика сосуществования и развития популяций животных и растений различных видов [1, с. 193–195].

К настоящему времени достаточно широко изучены задачи определения ядер из одного интегро-дифференциального уравнения второго порядка [4]-[9]. В работах [10]-[13] исследовались одномерные задачи нахождения свёрточного ядра: из общего волнового уравнения и из уравнений вязкоупругости.

Как правило, уравнения второго порядка выводятся из систем уравнений в частных производных первого порядка при некоторых дополнительных предположениях.

Обратная задача определения ядер интегральных членов из системы интегродифференциальных уравнений первого порядка общего вида с двумя независимыми переменными изучена в работе [14]-[16]. Получена теорема локального существования и глобальной единственности.

Поставленная задача (1) – (3) является корректной [5]- [7].

Рассмотрим произвольную точку $(x, t) \in D$ на плоскости переменных ξ, τ и проведем через нее характеристику i -го уравнения системы (1) до пересечения в области $\tau \leq t$ с границей D .

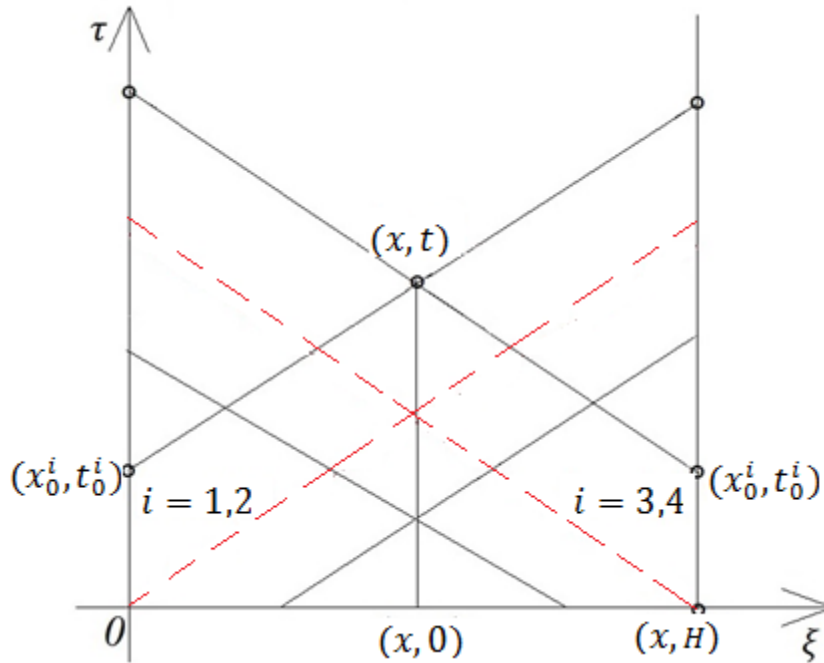


Рис. 3.1.1. Характеристические линии

Уравнение ее имеет вид

$$\xi = x + \lambda_i(\tau - t). \tag{5}$$

Точку пересечения обозначим через (x_0^i, t_0^i) . При $\lambda_i > 0$ (т.е. $i = 1, 2$) это точка лежит либо на отрезке $[0, H]$ оси $t = 0$, либо на прямой $x = 0$, а при $\lambda_i < 0$, (т.е. $i = 3, 4$) либо на отрезке $[0, H]$ либо на прямой $x = H$.

Интегрируя i -ю компоненту равенства (1) по характеристике (5) от точки (x_0^i, t_0^i) до точки (x, t) , находим

$$u_i(x, t) = u_i(x_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t f_i(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) u_i(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-\eta)} d\eta d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4. \tag{6}$$

Определим сначала в (6) t_0^i . Оно зависит от координат точки (x, t) и от того каким является i . Не трудно заметить, что $t_0^i(x, t)$ имеет вид

$$t_0^i(x, t) = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} t - \frac{x}{\lambda_i}, \quad t \geq \frac{x}{\lambda_i}, \\ 0, \quad 0 < t < \frac{x}{\lambda_i}, \end{array} \right. & i = 1, 2; \\ \left\{ \begin{array}{l} t + \frac{H-x}{\lambda_i}, \quad t \geq \frac{x-H}{\lambda_i}, \\ 0, \quad 0 < t < \frac{x-H}{\lambda_i}, \end{array} \right. & i = 3, 4. \end{cases}$$

Тогда, из условия того, что пара (x_0^i, t_0^i) удовлетворяет уравнению (5) следует

$$x_0^i(x, t) = \begin{cases} \begin{cases} 0, & t \geq \frac{x}{\lambda_i}, \\ x - \lambda_i t, & 0 < t < \frac{x}{\lambda_i}, \end{cases} & i = 1, 2; \\ \begin{cases} H, & t \geq \frac{x-H}{\lambda_i}, \\ x - \lambda_i t, & 0 < t < \frac{x-H}{\lambda_i}, \end{cases} & i = 3, 4. \end{cases}$$

Свободные члены интегральных уравнений (6) определяется через начальные и граничные условия (2) и (3) следующим образом:

$$u_i(x_0^i, t_0^i) = \begin{cases} \begin{cases} g_i\left(t - \frac{x}{\lambda_i}\right), & t \geq \frac{x}{\lambda_i}, \\ \varphi_i(x - \lambda_i t), & 0 \leq t < \frac{x}{\lambda_i}, \end{cases} & i = 1, 2; \\ \begin{cases} g_i\left(t + \frac{H-x}{\lambda_i}\right), & t \geq \frac{x-H}{\lambda_i}, \\ \varphi_i(x - \lambda_i t), & 0 \leq t < \frac{x-H}{\lambda_i}, \end{cases} & i = 3, 4. \end{cases}$$

Требуем чтобы функции $u_i(x_0^i, t_0^i)$, $i = 1, 2, 3, 4$ были непрерывными в области D . Заметим, что для выполнения этих условий заданные функции φ_i и g_i должны удовлетворять условиям согласования в угловых точках области D :

$$\varphi_i(0) = g_i(0), \quad i = 1, 2; \quad \varphi_i(H) = g_i(0), \quad i = 3, 4. \quad (7)$$

Здесь и далее значения функций g_i при $t = 0$ и функций φ_i при $x = 0$ и $x = H$ понимаются как предел в этих точках при стремлении аргумента с той стороны точки, где эти функции определены.

Предположим, что $K_i(t)$ и $f_i(x, t)$ являются непрерывными функциями своих аргументов при $t \geq 0$, $u(x, t) \in D$, соответственно. Тогда система уравнений (6) являются замкнутой системой интегральных уравнений Вольтерровского типа второго рода с непрерывными ядрами и свободными членами. Как обычно, такая система имеет единственное решение в ограниченной подобласти $D_T = \{(x, t): 0 \leq x \leq H, 0 \leq t \leq T\}$, области D , $T > 0$ – некоторое фиксированное число.

Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $\varphi(x) \in C[0, H]$, $g(t) \in C[0, +\infty)$, $B(x) \in C[0, H]$, $K(t) \in C[0, +\infty)$, $f(x, t) \in C(D)$ и выполнены условия (7). Тогда в области D_T существует единственное непрерывное решение задачи (1) - (3).

Доказательство. Остановимся прежде всего на свойствах функций $u_i(x, t)$ $i = 1, 2, 3, 4$, определяемых уравнениями (6). Покажем, что в этом случае уравнения (6) имеют единственное решение в классе непрерывных функций, которое может быть получено методом последовательных приближений.

Пусть

$$\varphi_0 := \max_{1 \leq i \leq 4} \{\|\varphi_i\|_{C[0, H]}\}, \quad g_0 := \max_{1 \leq i \leq 4} \{\|g_i\|_{C[0, T]}\},$$

$$f_0 := \max_{1 \leq i \leq 4} \{\|f_i\|_{C(D_T)}\}, \quad b_0 := \max_{1 \leq i, j \leq 4} \{\|b_{ij}\|_{C[0, H]}\}, \quad k_0 := \max_{1 \leq j \leq 4} \{\|k_j\|_{C[0, T]}\},$$

$$Y_0 = \max\{\varphi_0, g_0\}, \quad p_0 = \max\{nb_0, k_0\},$$

где классы $C[0, H]$, $C[0, T]$, $C(D_T)$ непрерывно – дифференцируемых и непрерывных в области D_T функций соответственно.

Построим для уравнению (6) метод последовательных приближений по следующей схеме:

$$\begin{aligned}
 u_i^0(x, t) &= u_i(x_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t f_i(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4, \\
 u_i^1(x, t) &= u_i^0(x, t) - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^0(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \\
 &+ \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) u_i^0(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4, \\
 &\dots\dots\dots \\
 u_i^l(x, t) &= u_i^0(x, t) - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^{l-1}(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \\
 &+ \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) u_j^{l-1}(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Очевидно, что при выполнении условий теорема 1 каждая из функций $u_i^l(x, t)$, $l, i = 1, 2, 3, 4$ в области D_T непрерывна. В этой области имеют место оценки

$$\begin{aligned}
 |u_i^0(x, t)| &= \left| u_i(z_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t f_i(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau \right| \leq Y_0 + f_0 t, \\
 |u_i^1(x, t)| &= \left| u_i^0(x, t) - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^0(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \right. \\
 &+ \left. \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) u_i^0(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau \right| \leq \\
 &\leq Y_0 + f_0 t + p_0 \left[Y_0 t + f_0 \frac{t^2}{2!} \right] + p_0 \left[Y_0 \frac{t^2}{2!} + f_0 \frac{t^3}{3!} \right], \\
 |u_i^2(x, t)| &= \left| u_i^0(x, t) - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^1(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \right. \\
 &+ \left. \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) u_i^1(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau \right| \leq \\
 &\leq Y_0 + f_0 t + p_0 \left[Y_0 t + f_0 \frac{t^2}{2!} \right] + p_0 \left[Y_0 \frac{t^2}{2!} + f_0 \frac{t^3}{3!} \right] + \\
 &+ p_0^2 \left[Y_0 \frac{t^2}{2!} + f_0 \frac{t^3}{3!} \right] + p_0^2 \left[Y_0 \frac{t^3}{3!} + f_0 \frac{t^3}{3!} \right] + p_0^2 \left[Y_0 \frac{t^4}{4!} + f_0 \frac{t^5}{5!} \right], \\
 &\dots\dots\dots \\
 |u_i^l(x, t)| &\leq \sum_{m=0}^l \sum_{j=0}^{m+1} p_0^m \left[Y_0 \frac{t^{m+j-1}}{(m+j-1)!} + f_0 \frac{t^{m+j}}{(m+j)!} \right], l = 1, 2, 3, 4 \tag{9}
 \end{aligned}$$

Покажем, что ряд Неймана ($l = 1, 2, 3, 4$)

$$u_i^0(x, t) + \sum_{l=1}^{\infty} (u_i^l(x, t) - u_i^{l-1}(x, t))$$

сходится равномерно в области D_T .

Его частичная сумма совпадает с функцией $u_i^l(x, t)$, $l, i = 1, 2, 3, 4$ и следовательно, этот ряд мажорируется рядом

$$\sum_{l=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{l+1} p_0^l \left[Y_0 \frac{t^{l+j-1}}{(l+j-1)!} + f_0 \frac{t^{l+j}}{(l+j)!} \right],$$

который, в свою очередь, для всех $(x, t) \in D_T$ мажорируется сходящимся числовым рядом

$$\sum_{l=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{l+1} p_0^l \left[Y_0 \frac{T^{l+j-1}}{(l+j-1)!} + f_0 \frac{T^{l+j}}{(l+j)!} \right].$$

Итак, ряд Неймана

$$u_i^0(x, t) + \sum_{l=1}^{\infty} (u_i^l(x, t) - u_i^{l-1}(x, t))$$

сходится абсолютно и равномерно и следовательно, его сумма является непрерывной функцией в области D_T . Как обычно, не трудно доказать, что сумма ряда является решением интегрального уравнения (6).

Теперь покажем, единственность этого решения. Предположим, что имеются два различных решения уравнения (6) $u_i^1(x, t)$ и $u_i^2(x, t)$:

$$\begin{aligned} u_i^1(x, t) &= u_i(x_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t f_i(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau - \\ &- \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^1(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \\ &+ \int_{t_0^i}^t \int_0^{\tau} K_i(\eta) u_i^1(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau, \quad i = \overline{1, n}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_i^2(x, t) &= u_i(x_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t f_i(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau - \\ &- \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) u_j^2(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \\ &+ \int_{t_0^i}^t \int_0^{\tau} K_i(\eta) u_i^2(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned}$$

Тогда их разность

$$Z_i(x, t) = u_i^1(x, t) - u_i^2(x, t), \quad i = \overline{1, n}$$

удовлетворяет интегральному уравнению

$$\begin{aligned} Z_i(x, t) &= - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) Z_j(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \\ &+ \int_{t_0^i}^t \int_0^{\tau} K_i(\eta) Z_i(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \tag{10}$$

Через $\tilde{p}_i(t)$ обозначим максимум по модулю функции $p_i(x, t)$ при каждом фиксированном $t \in [0, T]$ и $x \in [0, H]$

$$\tilde{Z}_i(t) = \max_{x \in [0, H]} |Z_i(x, t)|, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Покажем, что интегральные уравнения (10) имеют только тривиальные решения. Доказательство этого факта можно провести с помощью следующего приёма:

Оценивая (10) по x в $[0, H]$ при фиксированном t , получим

$$\begin{aligned} \tilde{Z}_i(t) = & \left| - \int_{t_0^i}^t \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) Z_j(\xi, \tau)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau + \right. \\ & \left. + \int_{t_0^i}^t \int_0^\tau K_i(\eta) Z_i(\xi, \tau - \eta)_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\eta d\tau \right| \leq \\ & \leq p_0(1 + T) \int_{t_0^i}^t \tilde{Z}_i(\tau) d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4. \end{aligned} \quad (11)$$

Отсюда согласно интегрального неравенства Гронуолла — Беллмана, имеем

$$\tilde{Z}_i(\tau) \equiv 0, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

т.е.

$$u_i^1(x, t) \equiv u_i^2(x, t), \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Таким образом, показано, что прямая задачи (1)-(3) имеет единственное решение. Теорема 1 доказана.

Введем в рассмотрение вектор функцию $v(x, t) = \frac{\partial}{\partial t} u(x, t)$. Из (1)-(3) с помощью дифференцирования по t , получим начальную – краевую задачу для v :

$$\begin{aligned} \left(E \frac{\partial}{\partial t} + A \frac{\partial}{\partial x} + B(x) \right) v = \\ = K(t)\varphi(x) + \int_0^t K(\tau)v(x, t - \tau) d\tau + \frac{\partial}{\partial t} f(x, t), \end{aligned} \quad (12)$$

$$v(x, 0) = f(x, 0) - A \frac{d}{dx} \varphi(x) - B(x)\varphi(x) =: \Phi(x), \quad 0 \leq x \leq H, \quad (13)$$

$$v_i(0, t) = \frac{d}{dt} g_i(t), \quad i = 1, 2; \quad v_i(H, t) = \frac{d}{dt} g_i(t), \quad i = 3, 4. \quad (14)$$

Дополнительные условия (4), написанные относительно v имеют вид

$$v_i(0, t) = \frac{d}{dt} h_i(t), \quad i = 3, 4; \quad v_i(H, t) = \frac{d}{dt} h_i(t), \quad i = 1, 2. \quad (15)$$

Интегрируя равенства (12) по характеристике (5) от точки (x_0^i, t_0^i) до точки (x, t) , находим

$$\begin{aligned} v_i(x, t) = v_i(x_0^i, t_0^i) + \int_{t_0^i}^t \left\{ K_i(\tau) \varphi_i(\xi) + \int_0^\tau K_i(\eta) v_i(\xi, \tau - \eta) d\eta - \right. \\ \left. - \sum_{j=1}^n b_{ij}(\xi) v_j(\xi, \tau) + \frac{\partial}{\partial \tau} f_i(\xi, \tau) \right\}_{\xi=x+\lambda_i(\tau-t)} d\tau, \quad i = 1, 2, 3, 4. \end{aligned} \quad (16)$$

В уравнениях (16) $v_i(x_0^i, t_0^i)$ определяются следующим образом:

$$v_i(x_0^i, t_0^i) = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{d}{dt} g_i \left(t - \frac{x}{\lambda_i} \right), \quad t \geq \frac{x}{\lambda_i}, \\ \Phi((x - \lambda_i t), \quad 0 \leq t < \frac{x}{\lambda_i}, \end{array} \right. & i = 1, 2; \\ \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{d}{dt} g_i \left(t + \frac{H-x}{\lambda_i} \right), \quad t \geq \frac{x-H}{\lambda_i} \\ \Phi((x - \lambda_i t), \quad 0 \leq t < \frac{x-H}{\lambda_i}, \end{array} \right. & i = 3, 4. \end{cases}$$

Требуем чтобы функции $v_i(x_0^i, t_0^i)$ были непрерывными в области D . Заметим, что для выполнения этих условий заданные функции φ_i и g_i должны удовлетворять условиям согласования в угловых точках области D :

$$f_i(0,0) - \lambda_i \frac{d}{dx} \varphi_i(x)|_{x=0} - \sum_{j=1}^n b_{ij}(0) \varphi_j(0) = \frac{d}{dt} g_i(t)|_{t=0}, \quad i = 1, 2; \quad (17)$$

$$f_i(H,0) - \lambda_i \frac{d}{dx} \varphi_i(x)|_{x=H} - \sum_{j=1}^n b_{ij}(H) \varphi_j(H) = \frac{d}{dt} g_i(t)|_{t=0}, \quad i = \overline{s+1, n}. \quad (18)$$

Имеет места следующая теорема.

Теорема 2. Пусть $\varphi(x) \in C^1[0, H]$, $g(t) \in C^1[0, +\infty)$, $B(x) \in C^1[0, H]$, $K(t) \in C[0, +\infty)$, $f(x, t) \in C^{0,1}(D)$ и выполнены условия (7), (17) и (18). Тогда в области D_T существует единственное непрерывное решение задачи (12)-(14).

Доказательство. Доказательство этой теоремы проводится по схеме, вполне аналогично доказательству теорема 1.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вольterra В. Теория функционалов, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений, Наука, Гл. ред. физ.-мат. литер, М., 1982.
2. Mura. Toshio, *Micromechanics of defects in solids, Second, Revised Edition, IL, USA, Northwestern University, Evanston, 1987.*
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Электродинамика сплошных сред.* – М.: Наука, 1959.
4. Гантмахер Ф.Р. *Теория матриц.* – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988.
5. Романов В.Г. *Оценки устойчивости решения в задаче об определении ядра уравнения вязкоупругости, Сиб. журн. индустр. матем.* 2012. Т. 15. № 1. С. 86-98.
6. Романов В.Г., Кабанихин С.И., Пухначева Т.П. *Обратные задачи электродинамики.* Выч. центр СО АН СССР. Новосибирск 1984.
7. Romanov V.G. *Inverse problems for equation with a memory, Eurasian Jour. of Math. and Computer Applications.* 2014. V. 2. N 4. P. 51-80.
8. Romanov V.G. *Problem of determining the permittivity in the stationary system of Maxwell equations, Dokl. Math.* 2017. V. 95. N 3. P. 230-234. Zbl 1375.35532.
9. Lorenzi A. *An identification problem related to a nonlinear hyperbolic integro-differential equation, Nonlinear Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications.* 1994. V. 22. N 1. P. 21-44. Zbl 0818.93014.
10. Дурдиев Д.К., Томиева Ж.Д. *Задача об определении одномерного ядра уравнения вязкоупругости, Сиб. журн. индустр. матем.* 2013. Т. 16. № 2. С. 72-82.
11. Яхно В.Г. *Обратные задачи для дифференциальных уравнений упругости.* Новосибирск, Наука, 1989.

12. Janno J., Von Wolfersdorf L. *Inverse problems for identification of memory kernels in viscoelasticity*, *Math. Methods Appl. Sci.* 1997. V. 20. N 4. P. 291-314.
13. Дурдиев У.Д. *Обратная задача для системы уравнений вязкоупругости в однородных анизотропных средах*, *Сиб. журн. индустр. матем.* 2019, том 22, № 4 (80), стр. 26-32.
14. Дурдиев Д.К., Турдиев Х. Х. *Обратная задача для гиперболической системы первого порядка с памятью*, *Дифференциальные уравнения.* 2020. Т. 56. № 12. С. 1666-1675.
15. Дурдиев Д.К., Турдиев Х.Х. *Задача определения ядер в системе интегро- дифференциальных уравнений Максвелла*, *Сиб.журн. индустр. матем.*, 2021, том 24, номер 2, 38–61.
16. Дурдиев Д.К., Турдиев Х.Х. *Задача определения ядер в системе интегро-дифференциальных уравнений акустики*, *Дальневосточный математический журнал*, 2023, Т. 23, № 2. С. 190–211.

**IKKI NOMA'LUMLI PARAMETRLI CHIZIQLI TENGLAMALAR SISTEMASIGA
KELTIRILADIGAN AMALIY MASALALAR**

Dilmurodov Elyor Baxtiyorovich,

Buxoro davlat universiteti,

Husenova Jasmina To'lginovna,

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqola ikkita asosiy qismdan tashkil topgan. Uning birinchi qismida parametrlilik chiziqli tenglamaning yechimga ega bo'lish shartlari hamda bir o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modelining spektrini o'rganish masalasi bayon qilingan. Maqolaning ikkinchi qismi uning asosiy qismi bo'lib, ikki noma'lumli parametrlilik tenglamalar sistemasi yechimlarning mavjudlik shartlari tavsiflangan. Ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modelining spektri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: parameter, tenglamalar sistemasi, Fridrixs modeli, qo'zg'alish operatori, spektr, Kramer qoidasi, rezolventa operatori.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ, ПРИВОДИМЫЕ К СИСТЕМАМ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ДВУМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ**

Аннотация. Эта статья состоит из двух основных частей. В первой ее части описаны условия существования решения параметрического линейного уравнения и вопросы исследования спектра модели Фридрикса с одномерным возмущением. Вторая часть статьи является ее основной частью, описываются условия существования решений системы уравнений с двумя неизвестными параметрами. Проанализирован спектр модели Фридрикса с двумерным возмущением.

Ключевые слова: параметр, система уравнений, модель Фридрикса, оператор возмущения, спектр, правила Крамера, резольвентное оператор.

**PRACTICAL PROBLEMS INVOLVING TO A SYSTEM OF PARAMETERIC LINEAR
EQUATIONS WITH TWO UNKNOWN**

Abstract. This article consists of two main parts. In its first part, the conditions for the existence of a solution to a parametric linear equation and questions of studying the spectrum of the Friedrichs model with one-dimensional perturbation are described. The second part of the article is its main part; the conditions for the existence of solutions to a parametric system of equations with two unknown are described. The spectrum of the Friedrichs model with two-dimensional perturbation is analyzed.

Key words: parameter, system of equations, Friedrichs model, perturbation operator, spectrum, Cramer's rule, resolvent operator.

I. Kirish. Funktsional tenglamalar, xususan, integral tenglamalar nazariyasida [1] chiziqli tenglamalar sistemalarini yechish usullari, yechim mavjudligining zaruriy va yetarli shartlari [2] muhim ahamiyat kasb etadi. Qattiq jismlar fizikasi [3], statistik fizika [4], shuningdek, panjaraviy maydon nazariyasida [5] soni saqlanadigan va soni saqlanmaydigan zarrachalar sistemasi bilan bog'liq masalalar paydo bo'ladi. Soni saqlanadigan zarrachalar sistemasiga mos energiya operatorlari bu standart yoki diskret Shryodinger operatorlari [6,7] hamda ular tipidagi model operatorlaridir [8,9]. Soni saqlanmaydigan chekli sondagi zarrachalar sistemasiga mos energiya operatori esa bu chekli tartibli blok operatori matrisa ko'rinishidagi operatorlardir [10,11]. Bunday turdagi operatorlar xos funksiyalari uchun Faddeyev va Vaynberg tenglamalarini hamda ularning simmetrik variantlarni qurishda [12] ko'p hollarda chiziqli parametrlilik tenglamalar sistemasini tahlil qilishga to'g'ri keladi. Shu nuqtayi nazardan maqolada qaralayotgan masala dolzarb hisoblanadi.

Ushbu maqolada ikki turdagi masala qaralgan. Birinchi masala: parametrlilik chiziqli tenglamaga keltiriladigan masala sifatida bir o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modelining xos qiymatlarini tadqiq qilish. Ikkinchi masala: ikki noma'lumli parametrlilik tenglamalar sistemasini yechish usullaridan foydalanib ikki o'lchamli qo'zg'alishli ega Fridrixs modelining rezolventa operatorini qurish. Ta'kidlash joizki, har

ikkala holda ham tadqiq qilingan Fridriks modelini panjaradagi ikki zarrachali sistemaga mos model operatori sifatida qarash mumkin.

II. Parametrli chiziqli tenglamalar. $ax = b$ ko‘rinishdagi tenglamaga parametrli chiziqli tenglama deyiladi. Bunda a va b parametrlar haqiqiy sonlar, x esa noma’lum (izlanayotgan o‘zgaruvchi).

1) Agar $a = b = 0$ shart bajarilsa, u holda $ax = b$ tenglama cheksiz ko‘p yechimga ega.

2) Agar $a \neq 0$ bo‘lsa, u holda $ax = b$ tenglama yagona yechimga ega bo‘lib, bu yechim $x = \frac{b}{a}$ ko‘rinishda bo‘ladi.

3) Agar $a = 0, b \neq 0$ bo‘lsa, u holda $ax = b$ tenglama yechimga ega bo‘lmaydi.

Endi $ax = b$ tenglamaga keltiriladigan amaliy masalalardan birini qaraymiz.

$L_2[-\pi; \pi]$ orqali $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatlarni qabul qiluvchi) funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz.

$L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida

$$H_\mu = H_0 - \mu V \tag{1}$$

ko‘rinishdagi operatorni qaraymiz. Bu yerda H_0 operator $u(\cdot)$ funksiyaga ko‘paytirish operatori:

$$(H_0 f)(x) = u(x)f(x), \quad f \in L_2[-\pi; \pi],$$

V esa qo‘zg‘alish operatori (potensial operatori) bo‘lib,

$$(Vf)(x) = v(x) \int_{-\pi}^{\pi} v(t)f(t)dt, \quad f \in L_2[-\pi; \pi]$$

ko‘rinishda aniqlangan, bu yerda $u(\cdot)$ va $v(\cdot)$ funksiyalar $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar, $\mu \geq 0$ esa ta’sirlashish parametri.

Tegishli ta’riflardan foydalanib, (1) tenglik yordamida aniqlangan $H_\mu, \mu \geq 0$ operatorning chiziqli, chegaralangan va o‘z-o‘ziga qo‘shma operator ekanligini tekshirish mumkin.

(1) ko‘rinishdagi operatorga odatda bir o‘lchamli qo‘zg‘alishga ega Fridriks modeli deyiladi hamda panjaradagi ikkita zarrachali sistemaga mos model operator sifatida qaralishi mumkin.

Maqola matnida Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o‘z-o‘ziga qo‘shma operatorning spektri $\sigma(\cdot)$ kabi, muhim spektri $\sigma_{\text{ess}}(\cdot)$ kabi, diskret spektri esa $\sigma_{\text{disc}}(\cdot)$ kabi belgilangan. Bunda operatorning barcha chekli karrali yakalangan xos qiymatlari to‘plamiga uning diskret spektri deyiladi. Diskret spektrning spektrgacha bo‘lgan to‘ldiruvchisiga uning muhim spektri deyiladi.

Aniqlanishiga ko‘ra, V qo‘zg‘alish operatori bir o‘lchamlidir. Shu sababli chekli o‘lchamli qo‘zg‘alishlarda muhim spektrning o‘zgarishligi haqidagi Veyl teoremasiga ko‘ra H_μ operatorning muhim spektri H_0 operatorning muhim spektri bilan ustma-ust tushadi. H_0 operator $u(\cdot)$ uzluksiz funksiyaga ko‘paytirish operatori bo‘lganligi bois, faqat sof muhim spektrga ega. Aniqroq qilib aytganda,

$$\sigma(H_0) = \sigma_{\text{ess}}(H_0) = [m; M]$$

tengliklar o‘rinlidir. Bu yerda m va M sonlari

$$m := \min_{x \in [-\pi; \pi]} u(x), \quad M := \max_{x \in [-\pi; \pi]} u(x)$$

tengliklar yordamida aniqlanadi. Keltirilgan mulohazalarga ko‘ra, H_μ operatorning muhim spektri μ ta’sirlashish parametrdan bog‘liq bo‘lmasdan,

$$\sigma_{\text{ess}}(H_\mu) = \sigma(H_0) = [m; M]$$

munosabatlar o‘rinlidir.

H_μ operatorning diskret spektrini o‘rganish maqsadida $\mathbb{C} \setminus [m; M]$ sohada regulyar bo‘lgan

$$\Delta_\mu(z) := 1 - \mu \int_{-\pi}^{\pi} \frac{v^2(t)dt}{u(t) - z}$$

hamda H_μ operatorga mos Fredgolm determinant deb ataluvchi funksiyani qaraymiz.

Quyidagi lemma H_μ operatorning xos qiymatlari va $\Delta_\mu(\cdot)$ funksiyaning nollari orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.

1-lemma. $z \in \mathbb{C} \setminus [m; M]$ soni H_μ operatorning xos qiymati bo‘lishi uchun $\Delta_\mu(z) = 0$ tenglikning bajarilishi zarur va yetarlidir.

Isbot. Zaruriyligi. Faraz qilaylik, $z \in \mathbb{C} \setminus [m; M]$ soni H_μ operatorning xos qiymati, $f \in L_2[-\pi; \pi]$ esa unga mos xos funksiya bo'lsin. U holda f funksiya $H_\mu f = zf$ tenglamani qanoatlantiradi, ya'ni

$$u(x)f(x) - \mu v(x) \int_{-\pi}^{\pi} v(t)f(t)dt = zf(x). \quad (2)$$

$z \notin [m; M]$ ekanligidan barcha $x \in [-\pi; \pi]$ nuqtalarda $u(x) - z \neq 0$ bo'lishi kelib chiqadi. Shu sababli (2) tenglamadan $f(x)$ funksiya uchun quyidagi ifodani topamiz:

$$f(x) = \frac{\mu k v(x)}{u(x) - z}; \quad (3)$$

bu yerda

$$k = \int_{-\pi}^{\pi} v(t)f(t)dt. \quad (4)$$

$f(x)$ uchun topilgan (3) ifodani (4) belgilashga qo'yamiz:

$$k = \int_{-\pi}^{\pi} v(t) \frac{\mu k v(t)}{u(t) - z} dt;$$

$$k = \mu k \int_{-\pi}^{\pi} \frac{v^2(t)}{u(t) - z} dt;$$

$$\left(1 - \mu \int_{-\pi}^{\pi} \frac{v^2(t)}{u(t) - z} dt \right) k = 0.$$

$$k \Delta_\mu(z) = 0.$$

Agar oxirgi tenglikda $k = 0$ bo'lsa, u holda (3) tenglikka ko'ra $f(x) = 0$ bo'ladi. Bu esa $f(x)$ funksiyaning xos funksiya ekanligiga ziddir. Demak, $k \neq 0$ ekan. Shu sababdan $\Delta_\mu(z) = 0$ bo'ladi.

Yetarliliigi. Faraz qilaylik, biror $z_0 \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ soni uchun $\Delta_\mu(z_0) = 0$ bo'lsin. U holda

$$f(x) = \frac{\mu c v(x)}{u(x) - z_0}, \quad (c = \text{const} \neq 0) \quad (5)$$

funksiya $H_\mu f = z_0 f$ tenglamani qanoatlantiradi.

Haqiqatan ham,

$$\begin{aligned} (H_\mu f)(x) - z_0 f(x) &= (u(x) - z_0)f(x) - \mu v(x) \int_{-\pi}^{\pi} v(t)f(t)dt = \\ &= (u(x) - z_0) \frac{\mu v(x)c}{u(x) - z_0} - \mu v(x) \int_{-\pi}^{\pi} v(t) \frac{\mu v(t)c}{u(t) - z_0} dt = \\ &= \mu v(x)c \left(1 - \mu \int_{-\pi}^{\pi} \frac{v^2(t)}{u(t) - z_0} dt \right) = \mu v(x)c \Delta_\mu(z_0) = \mu v(x)c \cdot 0 = 0. \end{aligned}$$

(5) tenglikka ko'ra $z_0 \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ ekanligidan

$$\int_{-\pi}^{\pi} |f(t)|^2 dt = \mu^2 c^2 \int_{-\pi}^{\pi} \frac{v^2(t)dt}{(u(t) - z_0)^2} < \infty$$

bo'lishi kelib chiqadi. Shunday qilib, z_0 soni H_μ operator uchun xos qiymati, f esa unga mos xos funksiya ekan. Lemma to'liq isbotlandi.

1-lemmadan H_μ operatorning diskret spektri uchun quyidagi tasdiq kelib chiqadi.

1-tasdiq. H_μ operatorning $\sigma_{\text{disc}}(H_\mu)$ diskret spektri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(H_\mu) = \{z \in \mathbb{C} \setminus [m; M]: \Delta_\mu(z) = 0\}$$

tenglik o'rinlidir.

III. Ikki noma'lumli parametrlil tenglamalar sistemasi. Ushbu

$$\begin{cases} a_{11}x + a_{12}y = b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y = b_2 \end{cases} \quad (6)$$

ko'rinishdagi sistemaga ikki noma'lumli parametrlil tenglamalar sistemasi deyiladi. Bu yerda $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, b_1, b_2$ sonlari haqiqiy (kompleks) sonlar, x va y izlanayotgan noma'lumlar.

Endi (6) tenglamalar sistemasi yechimga ega bo'lish shartlarini keltiramiz:

1) Agar $\frac{a_{11}}{a_{21}} = \frac{a_{12}}{a_{22}} \neq \frac{b_1}{b_2}$ shart bajarilsa, u holda (6) tenglamalar sistemasi yechimga ega emas.

2) Agar $\frac{a_{11}}{a_{21}} = \frac{a_{12}}{a_{22}} = \frac{b_1}{b_2}$ shart bajarilsa, u holda (6) tenglamalar sistemasi cheksiz ko'p yechimga ega.

3) Agar $\frac{a_{11}}{a_{21}} \neq \frac{a_{12}}{a_{22}}$ shart bajarilsa, u holda (6) tenglamalar sistemasi yagona yechimga ega.

O'quvchiga qulaylik uchun (6) tenglamalar sistemasini yechish usullarini bayon qilamiz.

“Kramer” usuli. (6) sistemasini o'rganishda bu sistemaning koeffitsiyentlaridan tuzilgan

$$\Delta := \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \quad (7)$$

determinant (unga (6) tenglamalar sistemaning *bosh determinanti* deyiladi) hamda bu determinantning birinchi va ikkinchi ustunlarini mos ravishda ozod hadlar ustuni bilan almashtirishdan hosil bo'lgan ushbu

$$\Delta_x := \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix} = b_1a_{22} - b_2a_{12};$$

$$\Delta_y := \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix} = b_2a_{11} - b_1a_{21}$$

determinantlar muhim ahamiyatga ega.

(6) tenglamalar sistemasini yechish uchun, avvalo, bu sistemaning birinchi tenglamasini a_{22} ga, ikkinchi tenglamasini esa $-a_{12}$ ga ko'paytirib, keyin hadlab qo'shib

$$\begin{cases} a_{11}a_{22}x + a_{22}b_{12}y = a_{22}b_1 \\ -a_{21}a_{12}x - a_{12}b_{22}y = -a_{12}b_2 \end{cases} \Rightarrow (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})x = a_{22}b_1 - a_{12}b_2$$

bo'lishini topamiz. So'ngra (6) tenglamalar sistemasining birinchi tenglamasini $-a_{21}$ ga, ikkinchi tenglamasini esa a_{11} ga ko'paytirib keyin hadlab qo'shib

$$\begin{cases} -a_{11}a_{21}x - a_{21}b_{12}y = -a_{21}b_1 \\ a_{21}a_{11}x + a_{11}b_{22}y = a_{11}b_2 \end{cases} \Rightarrow (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})y = a_{11}b_1 - a_{21}b_2$$

bo'lishini topamiz. Natijada (6) sistemaga teng kuchli bo'lgan ushbu

$$(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})x = a_{22}b_1 - a_{12}b_2$$

$$(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})y = a_{11}b_1 - a_{21}b_2$$

sistemaga kelimiz. Bu sistema tegishli belgilashlarni hisobga olgach quyidagicha yoziladi:

$$\begin{cases} \Delta \cdot x = \Delta_x; \\ \Delta \cdot y = \Delta_y. \end{cases} \quad (8)$$

Ko'rinib turibdiki, (8) sistemaning yechimi $\Delta, \Delta_x, \Delta_y$ larga bog'liq.

Faraz qilaylik, $\Delta \neq 0$ bo'lsin. Bu holda (8) tenglamalar sistemasidan

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta} \quad (9)$$

bo'lishini topamiz. Bu topilgan x va y lar (8) tenglamalar sistemasining yechimi bo'ladi. (6) tenglamalar sistemasining yechimini topishning bu usuli *Kramer qoidasi* deyiladi. (9) formula esa *Kramer formulasi* deyiladi [2].

Keltirilgan ma'lumotlar tadbirig'ini ko'rish maqsadida $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida

$$H = H_0 - V_1 - V_2 \quad (10)$$

ko'rinishdagi operatorni qaraymiz. Bu yerda H_0 operator $u(\cdot)$ funksiyaga ko'paytirish operatori:

$$(H_0 f)(x) = u(x)f(x), \quad f \in L_2[-\pi; \pi],$$

V_1 va V_2 lar esa qo'zg'alish operatorlari (integral operatorlar) bo'lib,

$$(V_1 f)(x) = v_1(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t)f(t)dt, \quad f \in L_2[-\pi; \pi];$$

$$(V_2 f)(x) = v_2(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t) f(t) dt, \quad f \in L_2[-\pi; \pi]$$

ko‘rinishda aniqlangan. Bu yerda $u(\cdot)$, $v_1(\cdot)$ va $v_2(\cdot)$ funksiyalar $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar.

Parametr funksiyalarga qo‘yilgan bunday shartlarda (10) tenglik bilan aniqlangan H operator $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o‘z-o‘ziga qo‘shma operator bo‘ladi.

H operatorning spekri va rezolventasini aniqlash maqsadida $\mathbb{C} \setminus [m, M]$ sohada regulyar bo‘lgan

$$I_{\alpha\beta}(z) = \int_{\mathbb{T}^d} \frac{v_\alpha(t) v_\beta(t)}{u(t) - z} dt, \quad \alpha, \beta = 1, 2$$

hamda

$$K_\alpha(g; z) = \int_{\mathbb{T}^d} \frac{v_\alpha(t) g(t)}{u(t) - z} dt, \quad \alpha = 1, 2$$

funksiyalarni kiritamiz.

H operatorning muhim spekri ham H_μ operatorning muhim spekri singari topiladi, ya‘ni $\sigma_{\text{ess}}(H) = \sigma(H_0) = [m; M]$.

H operator uchun xos qiymatga nisbatan tenglamani, ya‘ni $(Hf)(x) = zf(x)$ tenglamani qaraymiz. Oxirgi tenglamani

$$u(x)f(x) - v_1(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t)f(t)dt - v_2(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t)f(t)dt = zf(x) \quad (11)$$

ko‘rinishda yozib olamiz.

$z \notin [m; M]$ ekanligidan barcha $x \in [-\pi; \pi]$ nuqtalarda $u(x) - z \neq 0$ bo‘lishi kelib chiqadi. Shu sababli (11) tenglamadan $f(\cdot)$ funksiya uchun quyidagi

$$f(x) = \frac{k_1 v_1(x) + k_2 v_2(x)}{u(x) - z} \quad (12)$$

ifodani topamiz, bu yerda

$$k_1 = \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t)f(t)dt; \quad k_2 = \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t)f(t)dt. \quad (13)$$

$f(\cdot)$ uchun topilgan (12) ifodani (13) belgilashlarga qo‘yamiz hamda quyidagilarga ega bo‘lamiz:

$$k_1 = \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t) \frac{k_1 v_1(t) + k_2 v_2(t)}{u(t) - z} dt = k_1 I_{11}(z) + k_2 I_{12}(z);$$

$$k_2 = \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t) \frac{k_1 v_1(t) + k_2 v_2(t)}{u(t) - z} dt = k_1 I_{12}(z) + k_2 I_{22}(z);$$

yoki

$$\begin{cases} k_1(1 - I_{11}(z)) - k_2 I_{12}(z) = 0; \\ -k_1 I_{12}(z) + k_2(1 - I_{22}(z)) = 0. \end{cases} \quad (14)$$

Shunday qilib, $z \in \mathbb{C} \setminus [m; M]$ soni H operatorning xos qiymati bo‘lishi (14) tenglamalar sistemasi nolmas yechimga ega bo‘lishi zarur va yetarlidir.

O‘z navbatida (14) tenglamalar sistemasi nolmas yechimga ega bo‘lishi uchun

$$\Delta(z) = \begin{vmatrix} 1 - I_{11}(z) & -I_{12}(z) \\ -I_{12}(z) & 1 - I_{22}(z) \end{vmatrix} = 0$$

bo‘lishi zarur va yetarlidir.

Shu sababli H operatorning diskret spekri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(H) = \{z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]: \Delta(z) = 0\}$$

tenglikni hosil qilamiz.

Demak, H operatorning spektri

$$\sigma(H) = [m; M] \cup \{z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]: \Delta(z) = 0\}$$

kabi aniqlanadi.

Endi H operatorning rezolventa operatorini aniqlash masalasini qaraymiz. Buning uchun fiksirlangan $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma(H)$ soni uchun $f, g \in L_2[-\pi; \pi]$ funksiyalarga nisbatan

$$u(x)f(x) - v_1(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t)f(t)dt - v_2(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t)f(t)dt - zf(x) = g(x) \quad (15)$$

tenglamani qaraymiz.

$z \notin [m; M]$ ekanligidan barcha $x \in [-\pi; \pi]$ nuqtalarda $u(x) - z \neq 0$ bo'lishi ma'lum. Shu sababli (15) tenglamadan $f(\cdot)$ funksiya uchun quyidagi ifodani topamiz:

$$f(x) = \frac{k_1 v_1(x) + k_2 v_2(x) + g(x)}{u(x) - z}. \quad (16)$$

Bu yerda k_1 va k_2 sonlari (13) tengliklar yordamida aniqlangan.

$f(\cdot)$ uchun topilgan (16) ifodani (13) belgilashlarga qo'yamiz hamda

$$k_1 = \int_{-\pi}^{\pi} v_1(t) \frac{k_1 v_1(t) + k_2 v_2(t) + g(t)}{u(t) - z} dt = k_1 I_{11}(z) + k_2 I_{12}(z) + K_1(g; z);$$

$$k_2 = \int_{-\pi}^{\pi} v_2(t) \frac{k_1 v_1(t) + k_2 v_2(t) + g(t)}{u(t) - z} dt = k_1 I_{12}(z) + k_2 I_{22}(z) + K_2(g; z)$$

yoki

$$\begin{cases} (1 - I_{11}(z))k_1 - I_{12}(z)k_2 = K_1(g; z) \\ (1 - I_{22}(z))k_2 - I_{12}(z)k_1 = K_2(g; z) \end{cases} \quad (17)$$

tenglamalar sistemasini hosil qilamiz. (17) tenglamalar sistemasidan foydalanib, quyidagi determinantlarni tuzamiz:

$$\Delta := \begin{vmatrix} 1 - I_{11}(z) & -I_{12}(z) \\ -I_{12}(z) & 1 - I_{22}(z) \end{vmatrix} = (1 - I_{11}(z))(1 - I_{22}(z)) - (I_{12}(z))^2;$$

$$\Delta_{k_1} := \begin{vmatrix} K_1(g; z) & -I_{12}(z) \\ K_2(g; z) & 1 - I_{22}(z) \end{vmatrix} = (1 - I_{22}(z))K_1(g; z) - I_{12}(z)K_2(g; z);$$

$$\Delta_{k_2} := \begin{vmatrix} 1 - I_{11}(z) & K_1(g; z) \\ -I_{12}(z) & K_2(g; z) \end{vmatrix} = (1 - I_{11}(z))K_2(g; z) - I_{12}(z)K_1(g; z).$$

Yuqoridagi belgilashlardan foydalanib quyidagi

$$\begin{cases} \Delta \cdot k_1 = \Delta_{k_1} \\ \Delta \cdot k_2 = \Delta_{k_2} \end{cases}$$

tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz. Bu tenglamalar sistemasidan k_1 va k_2 yechimlar uchun quyidagi munosabatlar o'rinli bo'ladi:

$$k_1 = \frac{(1 - I_{22}(z))K_1(g; z) - I_{12}(z)K_2(g; z)}{(1 - I_{11}(z))(1 - I_{22}(z)) - (I_{12}(z))^2}; \quad (18)$$

$$k_2 = \frac{(1 - I_{11}(z))K_2(g; z) - I_{12}(z)K_1(g; z)}{(1 - I_{11}(z))(1 - I_{22}(z)) - (I_{12}(z))^2} \quad (19)$$

ifodalarni hosil qilamiz. k_1 uchun topilgan (18) ifodani va k_2 uchun topilgan (19) ifodani $f(x)$ uchun topilgan (16) ifodaga qo'yamiz:

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{k_1 v_1(x) + k_2 v_2(x) + g(x)}{u(x) - z} = \frac{k_1 v_1(x)}{u(x) - z} + \frac{k_2 v_2(x)}{u(x) - z} + \frac{g(x)}{u(x) - z} = \\ &= \frac{v_1(x)}{u(x) - z} \cdot \frac{(1 - I_{22}(z))K_1(g; z) - I_{12}(z)K_2(g; z)}{(1 - I_{11}(z))(1 - I_{22}(z)) - (I_{12}(z))^2} + \\ &+ \frac{v_2(x)}{u(x) - z} \cdot \frac{(1 - I_{11}(z))K_2(g; z) - I_{12}(z)K_1(g; z)}{(1 - I_{11}(z))(1 - I_{22}(z)) - (I_{12}(z))^2} + \frac{g(x)}{u(x) - z}. \end{aligned}$$

Hosil bo'lgan tenglikning o'ng tomonida joylashgan ifoda H operatorga mos $R_z(H)$ rezolventa operatorining ta'sir formulasini bildiradi. Shu sababli $R_z(H)$ rezolventa operatori $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida

$$(R_z(H)g)(x) = \frac{K_1(g; z)[v_1(x) - v_1(x)I_{22}(z) - I_{12}(z)v_2(x)]}{u(x) - z} + \frac{K_2(g; z)[v_2(x) - v_1(x)I_{12}(z) - I_{11}(z)v_2(x)] + g(x)}{u(x) - z}$$

formula bilan aniqlanishini hosil qilamiz.

Aytish joizki, maqolaning ikkinchi qismida qo'llanilgan usullar yordamida panjaradagi soni saqlanmaydigan va ikkitadan oshmaydigan zarrachalar sistemasiga mos umumlashgan Fridrixs modeli deb ataluvchi ikkinchi tartibli operatorli matrisaning muhim va diskret spektrlarini topishda hamda rezolventa operatorini qurishda foydalanish mumkin.

Xulosa. Ushbu maqola ikki qismdan iborat bo'lib, dastlab bir noma'lumli parametrlil chiziqli tenglama va uning yechimga ega bo'lish shartlari bayon qilingan. Bir o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modelining xos qiymatlarini o'rganishda parametrlil chiziqli tenglama yechimga ega bo'lish shartlaridan foydalanilgan. Maqolaning ikkinchi qismida esa ikki noma'lumli parametrlil chiziqli tenglamalar sistemasining yechimga ega bo'lish shartlari keltirilgan. Uni yechishning Kramer usuli yordamida ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modelining rezolventa operatori uchun ta'sir formulasi keltirib chiqarilgan. Har ikkala holda ham funksional tenglamalar nazaryasi usullaridan foydalanilgan.

ADABIYOTLAR:

1. Abdullayev J.I., G'anixo'jayev R.N., Shermatov M.H., Egamberdiyev O.I.. *Funksional analiz va integral tenglamalar. Darslik, Toshkent, ELPRESS, 2013.*
2. Куропу А.Г.. *Олиў алгебра курси. Тошкент, Ўқитувчи, 1976.*
3. Malishev V.A., Minlos R.A.. *Linear infinite-particle operators. Translation of Mathematical Monographs. 143. AMS, Providence, RI, 1995.*
4. Mogilner A.I.. *Hamiltonians of solid-state physics at few-particle discrete Schroedinger operators: problems and results. Advances in Sov. Math., 5 (1991), pp. 139-194.*
5. Feriedrichs K.O.. *Perturbation of spectra in Hilbert space. AMS, 1965, Providence, Rhole Island.*
6. Sobolev A.V.. *The Efimov effect. Discrete spectrum asymptotics. Commun. Math. Phys., 156 (1993), pp. 127-168.*
7. Albeverio S., Lakaev S.N., Muminov Z.I.. *Schroedinger operators on lattices. The Efimov effect and discrete spectrum asymptotics. Ann. Henri Poincare. 5 (2004), pp. 743-772.*
8. Расулов Т.Х.. *Асимптотика дискретного спектра одного модельного оператора, ассоциированного с системой трех частиц на решетке. Теоретическая и математическая физика. 163:1 (2010), С. 34-44.*
9. Бахронов Б.И., Расулов Т.Х., Рехман М.. *Условия существования собственных значений трехчастичного решетчатого модельного гамильтониана. Известия вузов. Математика. 7 (2023), С. 3-12.*
10. Albeverio S., Lakaev S.N., Rasulov T.H.. *On the Spectrum of an Hamiltonian in Fock Space. Discrete Spectrum Asymptotics. Journal of Statistical Physics. 127:2 (2007), pp. 191-220.*
11. Rasulov T.H., Dilmurodov E.. *The first Schur complement for a lattice spin-boson model with at most two photons. Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics. 14:3 (2023), pp. 304-311.*
12. Расулов Т.Х.. *О дискретном спектре одного модельного оператора в пространстве Фока. Теоретическая и математическая физика. 152:3 (2007), С. 518-528.*

KLINIKADA KUTISH JARAYONLARINI INTELLEKTUAL TAHLIL USULLARI BILAN OPTIMALLASHTIRISH**Eshankulov Hamza Ilhomovich,**

Buxoro davlat universiteti

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

x.i.eshonkulov@buxdu.uz

Xayitova Dilovar Ismat qizi,

Buxoro davlat universiteti magistranti

d.i.xayitova@buxdu.uz

Annotatsiya. Sog'liqni saqlash muassasalarida boshqa tashkilotlarda o'rnatilganiday qabul qilish tizimidan foydalaniladi, biroq undan farqli ravishda odatda bemorlar kutilmaganda tibbiy xizmatlarga murojaat qilishadi. Sog'liq muammolariga to'satdan duch kelish, navbatda uzoq kutishga sabab bo'ladi. Chunki oldindan ro'yxatdan o'tmaganligi bois ularning ustivorlik darajasi past. Ushbu tatqiqotda biz har xil turdagi bemorlar uchun navbatlar va resurslarni ajratish orqali klinikada ro'yxatga olish tizimini yaxshilash mumkinmi yoki yo'qligini tekshirdik. Olib borilgan ishlardan shuni aniqladikki, ma'lum bir sozlashlar kirishlarni, kutish vaqtini samarali ravishda qisqartirmaydi va xizmatni yaxshilamaydi. Tadqiqot bemorlarning kutish vaqtlariga ta'sir qiluvchi omillar haqida qimmatli boshqaruv tushunchalarini beradi. Kutilmaganda qabulga yozilish soni nisbatan yuqori bo'lganligi, xizmat ko'rsatish vaqtlari uzoqroq va qabulda kimlar borligini aniq ko'rsatilmalik darajasi past bo'lganligi sababli, ajratish bemorlarning kutish vaqtini qisqartirishi mumkin.

Kalit so'zlar: Sog'liqni saqlash, bemorlarni kutish, turli ustovorliklarga ega navbatlar, birlashtirish, klinikani ro'yxatga olish, qabulga yozilish, kutilmaganda tashrif buyuradigan bemorlar.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЖИДАНИЯ В КЛИНИКЕ МЕТОДАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Учреждения здравоохранения обычно используют систему предварительной записи. Однако пациенты часто нуждаются в медицинской помощи неожиданно. Если они посетят клинику без записи, им, возможно, придется долго ждать, так как их приоритет низкий. В этом исследовании мы исследовали, можно ли улучшить систему регистрации в клинике за счет разделения очередей и ресурсов для разных типов пациентов. По результатам нашего моделирования мы обнаружили, что при определенной настройке политика разделения не позволяет эффективно сократить время ожидания посетителей и не улучшить обслуживание. Исследование дает ценную управленческую информацию о факторах, влияющих на время ожидания пациентов. Поскольку число случайных посетителей относительно выше, время обслуживания дольше, а процент неявок на приемы ниже, разделение может сократить время ожидания пациентов, пришедших самостоятельно.

Ключевые слова: Здравоохранение, ожидание пациентов, очереди с разным приоритетом, пулирование, запись в клинику, запись на прием, прямая запись.

OPTIMIZATION OF WAITING PROCESSES IN THE CLINIC WITH INTELLECTUAL ANALYSIS METHODS

Abstract. Healthcare institutions generally use an appointment system. However, patients often need to receive medical services unexpectedly. If they visit a clinic without an appointment, they may have to wait for a long time, as their priority is low. In this study, we investigated whether the clinic registration system can be improved by separating the queues and resources for different types of patients. From our simulation results, we found that under a certain setup, the separation policy does not effectively reduce the walk-ins' waiting time, nor improve the service. The study gives valuable managerial insights into the factors affecting patients' waiting times. As the number of random walk-ins is relatively higher, the service times are longer, and the no-show rate of appointments is lower, separation may reduce the waiting time of walk-in patients.

Keywords: *Healthcare, waiting of patients, queues with different priorities, pooling, clinic registration, appointments, walk-in.*

Kirish. Dunyo aholisining texnika rivojlanishi bilan birgalikda iqlim o'zgarishi sababli turli hastalıklarga uchrashi va yaqinda COVID-19ning avj olishi tibbiy xizmatlarga talabning avvalgidan farqli ravishda keskin o'sishiga olib keldi. Kasalxonalar bemorlarning so'rovlariga samarali va qoniqarli tarzda javob berishlari kerak. Bemorlarning qoniqishiga ta'sir qiluvchi ko'plab omillardan eng asosiysi tibbiy xizmatlarni qabul qilishdan oldin kutish vaqtidir. Uzoq kutish vaqtlari bemorlarning asosiy shikoyati sifatida tan olingan va ko'plab mavjud tatqiqotlarning yechimi sifatida kutish vaqtini qisqartirishni taklif qilgan.

Tegishli asosiy tadqiqot oqimi shifoxonalar uchun tayinlanishni rejalashtirish bilan bog'liq. Qabul qilish tizimlari sog'liqni saqlash muassasalarida kelish o'zgaruvchanligini kamaytirish orqali o'z vaqtida tibbiy xizmat ko'rsatish uchun keng qo'llanilgan [1]. Kasalxonalarda kutish vaqtlarini qisqartirish bo'yicha oldingi tadqiqotlar qabulga yozilishni tayinlash tizimini takomillashtirishga qaratilgan edi. So'nggi paytlarda tibbiy xizmatlarning o'ziga xos murakkab xususiyatlarini o'z ichiga olgan bir nechta kengaytmalar o'rganildi. Bularga quyidagilar kiradi:

- Favqulodda vaziyatlar kabi xizmatlar ko'rsatishda uzilishlar mavjudligi;
- Xizmat ko'rsatish vaqtining o'zgaruvchanligi va shifokorlar vaqtining bemorlar vaqtiga qarab xizmat narxini hisobga olish;
- Vaqtida kasalxonaga tashrif buyurolmay qolgan bemorlar;
- Dinamik ravishda sozlanadigan adaptiv ro'yxatga olish tizimi;
- Ba'zi bemorlar o'sha kuni qayta tashrif buyurishganda bir kunlik bemorlarni rejalashtirish;
- Tibbiy xizmatni ikki bosqichda taklif qilish, masalan, hamshiralardan shifokorlargacha;
- Turli vaqt oralig'i davomiyligini ajratish.

Yuqorida aytib o'tilganlardan farqli o'laroq, bizning tatqiqotimiz, asosan, shifoxonalarda ro'yxatga olish tizimini yaxshiroq rejalashtirishga, ko'proq bemorlarning tasodifiy qabulga yozilish holatlariga qaratilgan. Sog'liqni saqlash sohasida kutilmagan talab juda tez-tez paydo bo'lishi mumkin, chunki bemorlarnig to'satdan kasalliklarga chalinishini oldindan aytib bo'lmaydi. Oldingi tatqiqotlardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, Vang va uning jamoasi ro'yxatga olish jadvali bilan oldindan qabulga yozilish jadvali farq qilishi kerakligini ko'rsatdi, Robinson va Chen bitta shifokor va uning xizmat vaqti deterministik bo'lsa, uchrashuvlarni rejalashtirish uchun an'anaviy va ochiq kirish tizimini solishtirdi [2].

Ushbu tadqiqot kutilmaganda qabulga yoziladigan bemorlarni joylashtirish zarurati bilan bog'liq, ko'pgina sog'liqni saqlash muassasalari bemorlarga qulaylik yaratish uchun qabul tizimlaridan foydalanadilar, ammo muntazam tekshiruvlar bilan bir qatorda bemorlar kutilmaganda kasal bo'lib qolganda kasalxonalar yoki klinikalarga tashrif buyurishlari mumkin. Ushbu bemorlar kasallikka kutilmaganda chalinganliklari sababli majbur klinikalarga kelishganida juda uzoq vaqt kutishlariga to'g'ri keladi, sababi boshqa bemorlar oldindan ro'yxatdan o'tgani, qabulga yozilgani ularning ustovorlik jihati mavjudligini anglatadi. Boshqa tomondan qaraganda esa tez tibbiy yordamga muhtoj bemor, navbat vaqtida tashrif buyurmagan bemor, qabuli borligini unutgan bemor hamda boshqa mumkin bo'lgan to'qnashuvlarga (sabablar, holatlar) ham duch kelishi mumkin.

Ushbu tadqiqotda kutilmaganda qabulga yozilgan bemor bilan oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorni ajratsak, ushbu ajralish tashrif buyurishlarni kutish va qabul qilinmaslik bilan bog'liq muammolarni hal qilishga yordam beradimi? Qanday sharoitda u ko'proq foydali bo'ladi?

Navbatlarni birlashtirish yoki birlashtirmaslik keng o'rganilgan tadqiqot masalasi bo'lib, adabiyotlarda mavjud bo'lgan ko'plab tadqiqotlarda navbat tizimlarida birlashtirish yoki ajratish strategiyalari masalalari ko'rib chiqilgan. Ushbu tadqiqotlar, asosan, navbatlarni birlashtirish har doim ham foydali bo'lmagan holatlarga quyidagilarni keltiradi: moslashuvchan serverlarga ega navbat tarmog'i, favqulodda yordam yoki tez yordamdagi turli xil qo'ng'iroqlar mavjud bo'lganida inobatga olinadi. Ushbu tadqiqotning asosiy farqi shundaki, u ambulatoriya poliklinikasi uchun ham kutilmaganda qabulga yozilish imkoni, shu bilan bir qatorda, oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlarga ko'proq ustunlik beradi.

Oldingi tadqiqotlarning eng keng tarqalgan ko'rsatkichlari bemorlarning kutish vaqti va shifokorlarning bo'sh va ortiqcha ish vaqti edi. Ushbu tadqiqot bemorlarning kutish vaqtini teng ravishda ko'rib chiqadi, xususan, biz turli ustovorliklarga ega bo'lgan bemor turiga qarab kutish vaqtini alohida kuzatib borish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Ko'rib chiqiladigan yana bir chora – bu shifokorlar tomonidan xizmat ko'rsatadigan bemorlarning umumiy soni, chunki bu xizmat yoki daromad darajasini belgilaydi. Arena dasturidan foydalangan holda simulyatsiya tadqiqotini o'tkazish orqali biz birlashtirilgan tizimdagi chora-tadbirlarni (uchrashuvlarga ustovorlik berilgan bitta navbatga ega) va ajratilgan tizimdagi chora-tadbirlarni

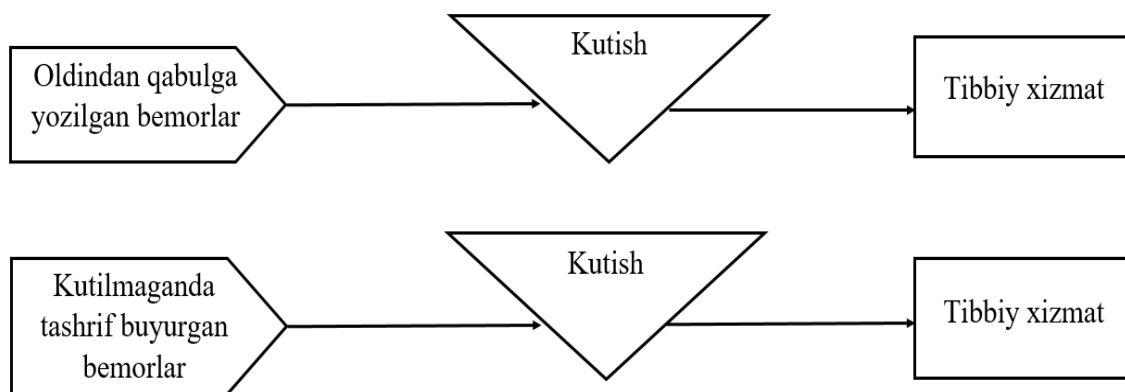
solishtiramiz. Kutilmaganda qabulga tashrif buyuradigan bemorlar uchun alohida navbat va shifokorlar mavjud holda simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatadiki, ma'lum bir sozlash ostida qabul bo'lish uchun navbatlarni ajratish ularning kutish vaqtini samarali qisqartirmaydi va hatto, bemorlarning uchrashuvlar bilan kutish vaqtini oshiradi. Bemorlar nisbatan ko'proq bo'lsa, tibbiy xizmat ko'rsatish muddati uzoqroq yoki qabul qilinmaslik ehtimoli past bo'lsa ajratish foydali bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Asosiy qism. Klinikada kutish jarayonlarini intellektual tahlil usullari bilan optimallashtirish, tibbiy tahlil va sinovlarni intellektual texnologiyalar, aqliy tahlil, ma'lumotlar analitikasi va avtomatlashtirilgan algoritmlardan foydalanib rivojlantirishni anglatadi. Bu usullar, tahlil jarayonlarini avtomatlashtirish, natijalarni taqdim etish va tashxisning aniqligi va davolashning yuqori darajada bo'lishi uchun yordam beradi.

Bemorlarning qabulga yozilish jarayoni va tez fursatda tibbiy xizmatga ega bo'lishlari uchun olib borilgan tadqiqotlardan biri bu sifatni yaxshilash jarayonlarida Lean Six Sigma (LSS) metodologiyasi keng ishlatilganligidir. Ushbu metodologiya dastlab ishlab chiqarish va ta'minot zanjiri jarayonlarida foydalanilgan, ammo amalda u barcha sohalarda qo'llanilishi mumkin. Sog'liqni saqlashda LSS metodologiyasidan 2019 -yildan boshlab qiymat oqimi va vaqtdan unumli foydalanish kontsepsiyasi Six Sigma bilan birlashtirilib, ortiqcha kutish vaqtini kamaytirish va mijozlar ehtiyojini qondirish bilan bir qatorda xarajatlarni eng past ko'rsatkich olishga yo'naltirilgan.

LSS metodologiyasi asosida ambulatoriya kutish vaqtini qisqartirishda foydali bo'lganligi va uni takomillashtirish tashkilot darajasida sezilarli ta'sir ko'rsatishi uchun asosiy sabablarni tahlil qilishga asoslanganligini ko'rishimiz mumkin. Ko'pgina tadqiqotlarda topilgan asosiy sabablar noto'g'ri rejalashtirish, inson resurslari muammolari, ish joyidagi omillar, bemorlar bilan muloqot qilish muammolari va bemorning xususiyatlaridan tashqari samarasiz klinik jarayonlar ekanligi sanab keltiriladi. LSS metodologiyasi orqali jarayonni qayta loyihalash ambulatoriyani kutish vaqtini qisqartirish va shifoxonaning yalpi daromadini oshirish uchun foydali natijalar berishi mumkinligi aytib o'tiladi [3].

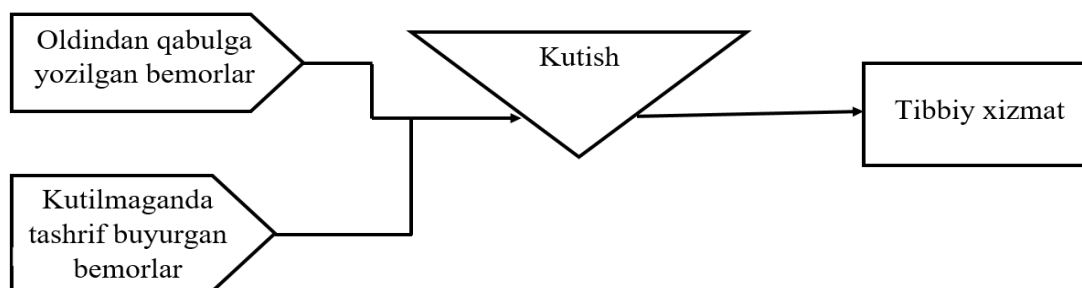
Tadqiqotda qo'llanilgan modellar va usullarni tahlil qilgan holda biz ikki turdagi bemorlarga xizmat ko'rsatadigan sog'liqni saqlash tizimini tavsiflovchi simulyatsiya modelini ishlab chiqdik, ya'ni oldindan tayinlangan bemorlar va klinikalarga tayinlanmasdan tashrif buyuradigan bemorlar. 1-rasmda Model_A (A-ajratilgan ma'nosida) ko'rsatilgan bu yerda har bir bemorning turi uchun alohida navbatlar va tibbiy xizmatning alohida resurslari, yani shifokorlar mavjud.



1-rasm. Model_A

2-rasmda klinikani ro'yxatdan o'tkazish tizimi ko'rsatilgan, bunda ilg'or tayinlanishga ega bemorlar tibbiy xizmatni qabul qilishdan ko'ra ko'proq ustuvor ahamiyatiga ega. Kutilmaganda ro'yxatdan o'tgan bemorlar faqat navbatdagi bemor bo'lmagan taqdirdagina ularga xizmat ko'rsatish mumkin. Biz ushbu modelni Model_B (B-birlashgan ma'nosida) deb belgilaymiz, chunki navbat ikkala turdagi bemorlar uchun birlashtirilgan.

Model_B va Model_A ikkalasi ham ambulatoriya klinikasi uchun simulyatsiya modellaridir. Biz ikkala model uchun kelish vaqti taqsimoti tayinlangan, ya'ni oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar uchun normal taqsimotga va kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar uchun eksponent taqsimotga rioya qilgan deb taxmin qildik. Ushrashuv vaqt oralig'i odatda belgillangan intervallarga ega ekanligini hisobga olsak, normal taqsimotni taxmin qilish oqilona yechim hisoblanadi. Tasodifiy kelishlar odatda kelish vaqtlarining eksponensial taqsimoti bilan modellanadi.



2-rasm. Model_B

Ushbu tadqiqot klinikani ro'yxatga olish tizimlari bo'yicha boshqaruv tushunchalarini olish uchun ikkita model natijalarini – xizmat ko'rsatgan bemorlarning umumiy soni va har bir bemor turini kutish vaqtini taqqoslaydi. Navbatdagi muammolarni tahlil qilish uchun qulay bo'lgan Arena dasturi yordamida simulyatsiya qildik. Uchrashuvlar bilan bemorlarning kelishi aniqlangandan so'ng, biz turli sabablarga ko'ra shifokor qabuliga kelolmaslik ehtimolini ham inobatga oldik. Qabul qilish davomiyligi 240 daqiqa deb belgilandi, bu odatda klinikada ish boshlanishi bilan, ya'ni ertalab (9:00 - 13:00) hamda tushdan so'ng (14:00 - 18:00) bo'lgan vaqt oralig'ini qamrab oladi.

Bemorni kutishga qaysi omillar ta'sir qilishini tahlil qilish uchun biz ba'zi faktorlarni tahlil qildik va taqqosladik (1-jadval). Kelish oralig'i – bemorlarning kelishi va xizmat ko'rsatish vaqti – shifokor tomonidan har bir bemorga tibbiy xizmat ko'rsatish muddati. Tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli. Tahlil jarayonida soatiga 12 ta bemorga bitta shifokorni tayinladik.

Misol uchun agar kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlarning kelish oralig'i taqsimoti o'rtacha 5 daqiqa bilan eksponentsial bo'lsa va qabulga yozilgan bemorlarniki 5 ± 2 daqiqa bilan normal holat deb hisoblansa, Model_B da ikkita navbatdagi bemor uchun bitta shifokor, Model_A da esa buning aksi har bir bemorning turi uchun alohida shifokor belgilangan. Parametrlarni tanlash ikkala tizimni taqqoslashda boshqaruv tushunchalariga ta'sir qilmaydi, chunki biz e'tiborga olgan omillar va kutish bilan bog'liq chora-tadbirlar o'rtasidagi munosabatlarni tahlil qildik, garchi simulyatsiya sozlamalari bemorni kutishini osonlashtirish uchun resurslardan yuqori darajada foydalanishga mo'ljallangan bo'lsa-da, sog'liqni saqlash navbat tizimlari bo'yicha oldingi ba'zi tadqiqotlar bemorlarning kelishi haqida ma'lumot beradi, ammo ular keng diapazonda o'zgarib turadi. Ilmiy adabiyotlarda soatiga 12 ta bemorning kelish darajasi o'rtacha ko'rinadi [4].

Etiborga olingan omil	Parametrlarni o'zgartirish	Boshqa sozlamalar
Qabulga yozilgan bemor sonining kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlarga nisbati	Kelish vaqtini taqsimlash (kutilmaganda kelgan bemorlar va qabulga yozilganlar) (Expo(5),Norm(2.5,2)) (Expo(5),Norm(5,2)) (Expo(2.5),Norm(5,2))	Tibbiy xizmat vaqtining taqsimlanish normasi (8,2) Tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli {0.1,0.2,0.3,0.4,0.5} #shifokorlar 3 (Model_A ¹ uchun 1 va 2) #shifokorlar 2 (Model_A uchun 1 va 1) #shifokorlar 3 (Model_A uchun 2 va 1)
Xizmat vaqtini taqsimlash	Norm(6,2) Norm(8,2) Norm(10,2)	Kutilmaganda ro'yxatdan o'tadigan bemorlar kelish vaqtining taqsimoti Expo(5) Oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar: Norm(5,2) Tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli {0.1,0.2,0.3,0.4,0.5} # shifokorlar 2 (Model_A uchun 1 va 1)

¹ Model_A uchun shifokorlarni ajratish holati (1 – kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar uchun, 2 –oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar uchun)

EXACT AND NATURAL SCIENCES

Oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar kelish vaqtining o'zgaruvchanligi	Norm(5,1) Norm(5,2) Norm(5,3)	Kutilmaganda ro'yxatdan o'tadigan bemorlar kelish vaqtining taqsimoti Expo(5) Tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli {0.1,0.2,0.3,0.4,0.5} Tibbiy xizmat vaqtini taqsimlash normasi (8,2) # shifokorlar 2 (Model_A uchun 1 va 1)
Tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5	Kutilmaganda ro'yxatdan o'tadigan bemorlar kelish vaqtining taqsimoti Expo(5) Oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar: Norm(5,2) Tibbiy xizmat vaqtini taqsimlash normasi (8,2) # shifokorlar 2 (Model_A uchun 1 va 1)

1-jadval. Tahlildagi tadqiqot natijalari

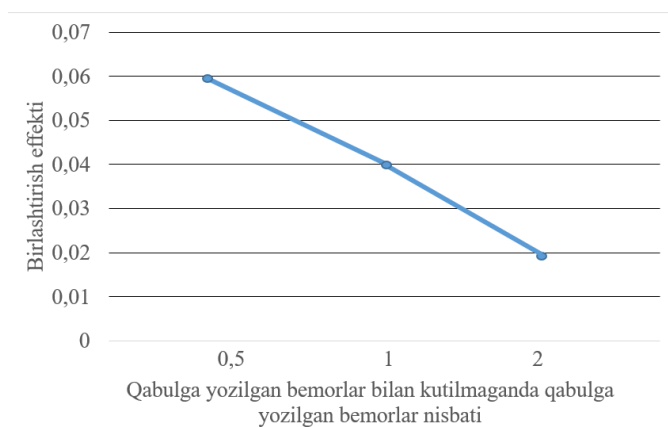
Birlashtirish effekti asosida Arena dasturiy ta'minoti yordamida olingan natijalardan, shifokorlar tomonidan davolangan umumiy bemorlarning sonini ko'rsatadigan "Umumiy xizmat ko'rsatilgan bemorlar soni" haqidagi ma'lumotga ega bo'ldik. Bu ishlar natijasi, albatta, daromad bilan bog'liq bo'lganini eslatib o'tgan holda shuni takidlash joizki, kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar bilan oldindan qabulga yozilgan bemorlar bir –biri bilan bog'liq, hamda navbatda uzoq kutish natijasida ba'zi bemorlarga xizmat ko'rsatilmagan, ular klinikani tark etishi daromadning pasayishiga olib keladi. Bir nechta mavjud tadqiqotlar natijasi kutish vaqti uchun maqbul chegara 30 daqiqani tashkil etishini eslatib o'tadi. Bizning tadqiqot qabul qilinadigan chegarani aniqlamaydi, biroq uzoq kutish natijasida bemorlarning klinikani tark etishini inobatga olgan holda "Umumiy xizmat ko'rsatilgan bemorlar soni" dan aniq xulosaga ega bo'lish mumkin. Agar bemorlar ketmasdan kutishda davom etgan holatda ham shifokorlar o'sha bemorlarga xizmat ko'rsatish uchun qo'shimcha vaqt ishlashiga, bu esa ko'proq xarajatlarga olib keladi.

Simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatadiki, ko'p hollarda (kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar soni oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlardan ikki barobar ko'p bo'lgan va ba'zi bir sabablarga ko'ra qabulga yozilgan va kelolmay qolish holatlar uchun mos ravishda nisbatlar 0,1 va 0,2 bundan mustasno), Model_B Model_Aga qaraganda ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatadi. Garchi kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar tibbiy xizmat olishlari uchun juda uzoq vaqt kutishlari kerak bo'lsa-da, qabullar ustuvor bo'lgan bitta navbatga ega bo'lish turli shifokorlarga alohida -alohida navbatga ega bo'lishdan ko'ra ko'proq bemorlarga xizmat qiladi. Bu natijani bir resurs ishlamay qolganda boshqa resurs band bo'lish vaziyatni oldini oladigan birlashma tushunchasi bilan izohlash mumkin.

Ushbu tadqiqotda "Birlashtirish effekti" olingan xizmat ko'rsatkichi sifatida belgilanadi, bu ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatish orqali navbatlarni ajratishdan ko'ra, ikki turdagi bemorlar uchun navbatni birlashtirish qanchalik foydali ekanligini ko'rsatadi. Birlashtirish effekti (1) tenglama bo'yicha hisoblangan, bunda N_B - Model_B da xizmat ko'rsatilgan bemorlarning umumiy soni va N_A - Model_A da xizmat ko'rsatilgan bemorlarning umumiy soni.

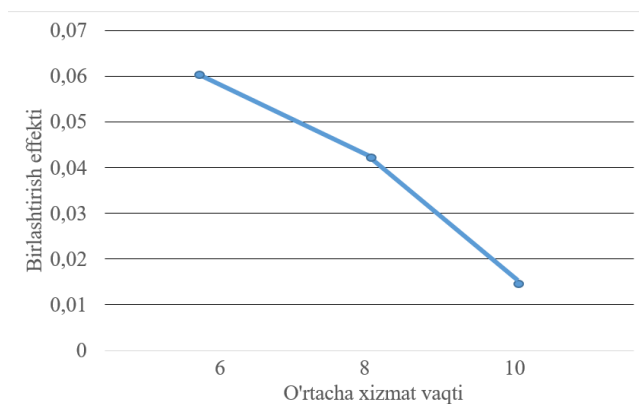
$$\text{Birlashtirish effekti} = \frac{N_B - N_A}{N_A} \quad (1)$$

Simulyatsiya ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, birlashtirish effekti -0,0038-0,1691 va 0,0370 oraliqda o'zgarганиni ko'rsatadi. Omillarning ta'sirini tahlil qilish uchun 1-jadvalda tasniflangan ko'rsatkichlar bo'yicha tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli uchun birlashtirish effektining o'rtacha qiymatlarini hisoblab chiqdik.



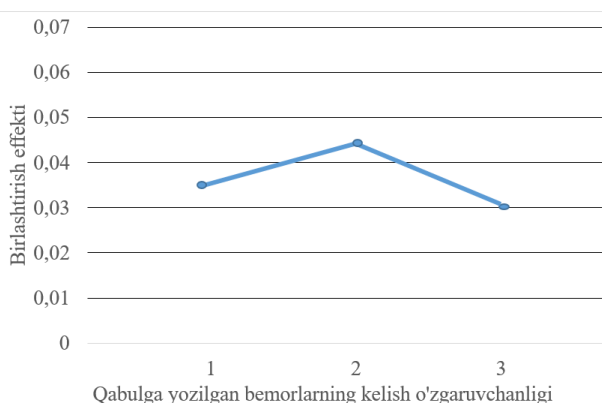
3-rasm

3-rasmda birlashtiruvchi effektning o'rtacha qiymati kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar sonining oldindan qabulga yozilgan bemorlar soniga nisbati o'rtasidagi munosabatni tavsiflaydi. Nisbat oshgani sari, birlashtirish effekti pasayish tendensiyasiga ega bo'ldi. Bu natija shuni ko'rsatadiki, agar kirishlar nisbatan ko'proq bo'lsa, alohida navbatlarga ega bo'lish xizmat darajasi unchalik zarar keltirmaydi.



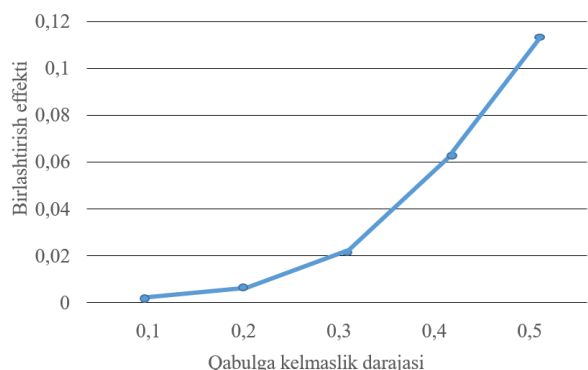
4-rasm. O'rtacha xizmat vaqtiga nisbatan o'rtacha birlashtirish effekti

4-rasmda shifokorlarning tibbiy xizmat ko'rsatishdagi o'rtacha davomiyligi yanada ko'proq vaqt talab qilganida o'rtacha birlashtirish effekti past, tibbiy xizmat ko'rsatish vaqti nisbatan qisqa bo'lsa, yagona navbat tizimi yanada ko'proq bemorga xizmat ko'rsatishini namoyon qiladi.



5-rasm

5-rasmda qabulga yozilgan bemorlarning kelishi o'zgaruvchanligining birlashma effektiga ta'sirini ko'rsatadi. Bu munosabatlarda sezilarli tendensiya yo'q, kelishning o'zgaruvchanligi navbatlarning birlashtirib birlashtirilmaganligiga ta'sir qilmaydi.



6-rasm

6-rasmda qabulga yozilgan bemorlarning kelmaslik nisbati oshgani sari birlashma effektining o'rtacha qiymat darajasi ortadi. Oldindan qabulga yozilganiga qaramay kelmagan bemorlar soni ortib borayotganligi sababli ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatish uchun bitta navbatda turish afzalroq bo'ladi. Birlashtiruvchi effektning kattaligi ma'lum sabablarga ko'ra qabulga kelmagan bemorlarning soniga mos ravishda ortadi.

Kutilmaganda ro'yxatdan o'tadigan bemorlar uchun alohida ro'yxatga olish, kutish vaqtini qisqartirishga yordam berishi mumkin. Aksincha, bir xil miqdordagi shifokorlar bilan qabulga yozilgan bemorlarni kutish vaqti, faqat bitta navbat bo'lganda ularga xizmat ko'rsatish ustuvorligi yuqori bo'lgan vaqtga nisbatan ortadi. Ushbu tadqiqotda biz kutilmaganda tashrif buyuruvchi bemorlarning vaqtini tejash va qabulga yozilgan bemorlarning vaqtini zoye ketkizadigan sababni tushuntiruvchi ikkita natijani aniqlaymiz.

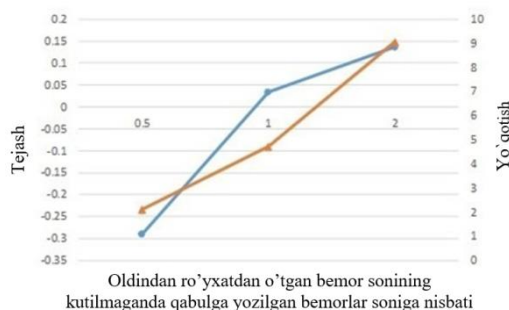
“Tejash” (2) tenglamada ifodalangan. WTA bu yerda Model_A da bemorlarning ichkariga kirgandagi kutish vaqti va WTB esa Model_B ning ichkariga tibbiy xizmat olishga kirgan bemorlarning kutish vaqti hisoblanadi. “Tejash ” (2) tenglamaga e'tiborimizni qaratamiz. Bu o'lchov yordamida klinikada ro'yxatdan o'tkazish uchun faqat bitta navbatga ega bo'lishdan ko'ra, navbatlarni ajratish, qabulga yozilmagan kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar uchun qancha vaqtni tejash mumkinligini ko'rsatadi. Tejalgan vaqt o'rtacha hisobda -0,0011-1,4183 va 0,4191 orasida o'zgarib turadi. Shuni ham aytib o'tish joizki, ba'zida natijalar salbiy ko'rinishda bo'lish ehtimoligi mavjud, chunki alohida kutilmaganda bemorlar uchun qabulga yozilish tizimi yaratilganda kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlarning navbati ortib ketishi ham mumkin. Xususan, qabulga yozilganlarning kelmaslik nisbati yuqori bo'lsa, navbatlarni birlashtirish samaraliroq bo'ladi, aks holda navbatlar soni ortib ketadi.

$$\text{Tejash} = \frac{WTB - WTA}{WTB} \quad (2)$$

Yo'qotish (3) tenglamada ifodalangan bo'lib, bu yerda ATB-Model_B da qabulga yozilgan bemorlarni kutish vaqti va ATA-Model_A da qabulga yozilgan bemorlarning kutish vaqti. Tizim ajralish tufayli qabulga yozilgan bemorlar qancha vaqtni yo'qotishini tasvirlaydi. 0,2247-15,7730 dan 4,9511 orasida o'zgarib turadi. Bemorlarning ajralishdan tejaydigan vaqtlari bilan taqqoslaganda, bu oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlarning vaqti bilan kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlarning vaqtini yo'qotish darajasi ancha katta.

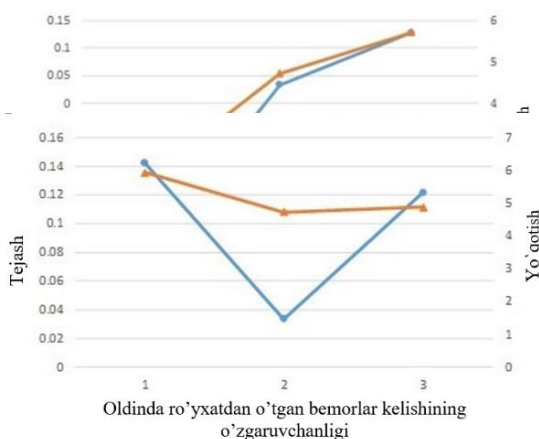
$$\text{Yo'qotish} = \frac{ATA - ATE}{ATB} \quad (3)$$

1-jadvalda tavsiflangan e'tiborga olingan omillarining ta'sirini tahlil qilish uchun 7-10-rasmdagi kabi har bir omilga ko'ra har xil holatlar uchun bemorlarning belgilangan vaqtda qabulga kelmaslik ehtimoli uchun Tejash va Yo'qotishning o'rtacha qiymatlarini hisoblab chiqdik. Doira shaklidagi nuqtalar (ko'k chiziq) grafikda Tejash chap o'qda, uchburchak shaklidagi nuqtali grafik (qizil chiziq) o'ng o'qda yo'qotishni ko'rsatadi.



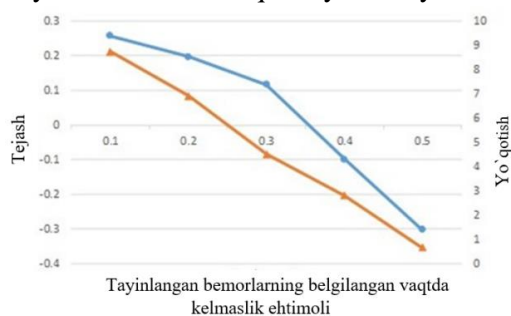
7-rasm

7-rasmda kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar soni, oldindan ro'yxatdan o'tgan bemor soniga nisbatiga ko'ra Tejash va Yo'qotish ko'rsatilgan. Nisbat ortib borishi bilan, oldindan ro'yxatdan o'tgan bemor Tejashdan kelib chiqqan vaqt yo'qotishi ortishi bilan ro'yxatdan o'tgan bemor vaqti ham ortadi. Kutilmaganda qabulga yozilganlar kam sonli tibbiy xizmat olishga kirgan taqdirida ham, kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar ro'yxatga olish tizimida navbatlarni ayirish orqali vaqtni tejashni amalga oshirolmaydi.



8-rasm.O'rtacha xizmat vaqtiga nisbatan Tejash va Yo'qotishning o'sish tendensiyasi

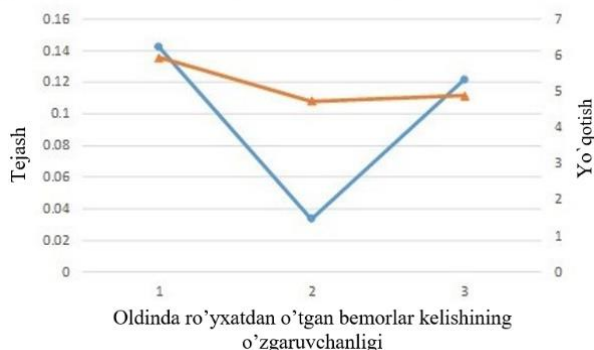
8-rasmda tibbiy xizmat vaqti cho'zilishi bilan kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar Yo'qotish yo'li bilan ko'proq vaqt tejashga erishadi, faqat oldindan ro'yxatdan o'tgan bemor esa aksi ko'proq vaqt yo'qotadi. Tibbiy xizmat ko'rsatish vaqti qisqarilishi bilan kutilmaganda ro'yxatdan o'tgan bemorlar navbatlarni ikki turga ayirish usuli yordamida ham vaqtdan yutolmaydi.



9-rasm

9-rasmda oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlarning kelish vaqti o'zgaruvchanligi muhim bir Tejash yoki Yo'qotishning sezilarli tendensiyasini anglatmaydi.

10-rasmda oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlarning qabulga kelmaslik ehtimoli oshishi bilan Tejash va Yo'qotishning o'rtacha qiymatlari kamayganini ko'rsatmoqda. Ajratish, tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli nisbatan pastroq bo'lsa, kutilmaganda tashrif buyuruvchi bemorlar uchun foyda keltiradi. Aks holda tayinlangan bemorlarning belgilangan vaqtda kelmaslik ehtimoli nisbatan yuqori bo'lsa, ajratish, hatto, kutilmaganda ro'yxatdan o'tgan bemorlar uchun ham foydasi yo'q.



10-rasm

Tibbiy xizmatlarga kutilmagan, shoshilinch ehtiyojlar yuzaga kelganda, sog'liqni saqlash klinikalari bemorlarni tayinlashsiz qabul qilishga ruxsat berishi mumkin. Muammo shundaki, ularning ustuvorligi tayinlangan bemorlarnikiga qaraganda pastroq bo'lganligi sababli, kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar xizmatni olishdan oldin juda uzoq vaqt kutishlari mumkin. Ushbu tadqiqot quyidagi tadqiqot savolidan kelib chiqdi. Agar tizimda har bir bemor turi uchun alohida navbatlar bo'lsa –chi? Ajratish kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlarni kutish vaqtini qisqartirishi kutilmoqda.

Ushbu simulyatsiya tadqiqotining natijalari shuni ko'rsatadiki, har bir turdagi bemorlar uchun navbatlar va resurslarni ajratish klinikani ro'yxatga olish tizimini yaxshilamaydi. Navbatni baham ko'radigan ikkala bemor turi, ajratish usuli bilan solishtirganda birlashtiruvchi effekt ta'sirida ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatishga olib keladi. Navbatlarni ajratish kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlarning kutish vaqtini qisqartirishi kutilmoqda, faqat oldindan qabulga yozilgan bemorlarning vaqtini sezilarli darajada yo'qotish bilan solishtirganda minimaldir.

Oldingi ko'plab tadqiqotlar navbatlarni ma'lum bir sharoitda birlashtirish yoki buni qilmaslik haqidagi tadqiqot savolini ko'targan va birlashtirish har doim ham foydali emasligini ta'kidlagan. Biroq ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, birlashtirish turli xil ustuvorliklarga ega bo'lgan ikki turdagi mijozlar mavjud bo'lganda foydaliroq bo'lishi mumkin va sog'liqni saqlash kontekstida tayinlangan bemorlarga yuqori ustuvorlik beriladi.

Shunga qaramay biz qimmatli amaliy natijalarga erishdik, qabul qiluvchilar ko'proq, xizmat muddati uzoqroq va tayinlangan bemorlarning kemaslik darajasi past bo'lsa, alohida navbat foydali bo'lishi mumkin. Ushbu shartlar klinikani ro'yxatga olish tizimini loyihalash turi bo'yicha qaror qabul qilishga yordam beradi.

Garchi ularning natijalari biz simulyatsiya tadqiqotida aniqlagan ko'rsatkichlarga mos kelmasa ham bemorni kutish vaqtini tahlil qilishda shoshilinch tibbiy xizmatlarga bo'lgan ehtiyoj avvalgi tadqiqotlarda ham ko'rib chiqilgan. Robinson va Chen tadqiqotida ochiq kirish usuli ko'p hollarda an'anaviy jadvaldan sezilarli darajada oshib ketadi, chunki ertalab ayni kun ro'yxatga yozilgan bemorlar o'sha kuni qabulga kelmay qolgan bemorlarning o'rniga ko'rikka kirish imkonini berganligi sababli, ular oldindan tayinlangan mavjud bemorlar bilan bir xil navbatga ega. Agar klinikalar o'sha kuni kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlarga tibbiy xizmat olishga ruxsat bersa, bu ularning tizimda kutish vaqtini qisqartirishi mumkin, ammo ular tibbiy xizmatni olish vaqtida ancha kutishlariga to'g'ri keladi. Ikki yoki undan ortiq turli xil xizmat turlari ishtirok etganda Radioterapiya ambulatoriya bo'limida o'tkazilgan tadqiqotda navbatlarni ajratish birlashtirishdan ko'ra yaxshiroq ishlashi namoyon bo'ldi. Boisi ulardagi bemor turlari, turlar orasida ustuvor navbat yo'qligi sababli ushbu tadqiqotdagilardan farq qilardi. Kasalxonalarda kutish holati klinikaning xususiyatlariga qarab o'zgarishi mumkin, shu bilan ro'yxatdan o'tish uchun maqbul usullar o'zgaradi.

Ushbu tadqiqot natijalari turli ustuvorliklarga ega bo'lgan har qanday xizmat ko'rsatish tizimiga taaluqlidir, bu yerda oldindan tayinlangan mijozlar yuqoriroq ustuvorlikka ega. Navbatlar va resurslarni birlashtirish, umuman, foydalidir, ammo muayyan sharoitlarda ajratish bemorni kutish vaqtini qisqartirishga yordam beradi.

Xulosa. Sog'liqni saqlash xizmatlariga talab ortib borayotganligi sababli, bemorlarning so'rovlariga qisqa muddatda sifatli tibbiy xizmat ko'rsatish kerak. Kutish vaqti bilan bog'liq muammolarni bartaraf etish eng muhim omillardan biri bo'lganligi sababli, sog'liqni saqlash tizimlarida ro'yxatga olish tizimini bemorni kutish vaqtini qisqartiradigan tarzda loyihalash amaliyotda ham, akademik miqyosida ham qimmatli mavzudir. Ushbu mavzu bo'yicha juda ko'p adabiyotlar mavjud, ammo ko'pchilik tadqiqotlar uchrashuvlarni rejalashtirishga qaratilganini inobatga olsak-da, ushbu tadqiqot sog'liq bilan bog'liq muammolar ko'p

hollarda to'satdan paydo bo'lishini, shuning uchun talab, oldindan ro'yxatdan o'tishlarsiz vaziyatni yuzaga keltiradi. Ushbu tadqiqotda biz ikkita modelni birlashtirilgan va ajratilgan tizim uchun talqin qildik, Arena dastur yordamida farqlarni solishtirdik. Birlashtirilgan tizim ajratilgan tizimga qaraganda ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatishini birlashtiruvchi effekt deb ataluvchi ta'sir tufayli aniqladik, bu esa ba'zi resurslar ishlamay qolganda, boshqa resurslar band bo'lgan holatlarning oldini oladi. Natija shuni ko'rsatadiki, kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlarning vaqtini yo'qotishi ahamiyatli darajada ekanini bildiradi.

Biz bir nechta samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqladik:

- birlashma effekti ajralishdan ko'ra qancha ko'proq bemorlarga xizmat ko'rsatishini aniqlaydigan - birlashtirish effekti formulasi.

- kutilmaganda tashrif buyurgan bemorlar uchun qancha kutish vaqti tejallishini ko'rsatadigan – tejash formulasi.

- yo'qotish formulasi orqali esa qabulga yozilgan bemorlar qancha vaqt yo'qotganligini ko'rsatadigan formula.

Kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar sonining oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar nisbati kamayishi, o'rtacha xizmat ko'rsatish vaqtining kamayishi, qabulga yozilganlarning kelmay qolish ehtimolligi ortishi bilan birlashtirish effekti ortadi. Kutilmaganda qabulga yozilgan bemorlar sonining oldindan ro'yxatdan o'tgan bemorlar nisbati ortishi, o'rtacha xizmat ko'rsatish vaqtining ortishi, qabulga yozilganlarning kelmay qolish ehtimolligi kamayishi bilan vaqtni tejash va yo'qotish ko'rsatkichlari ham ortadi. birlashtirish effekti ortadi. Kutilmaganda tashrif buyuruvchi bemorlarning o'zgaruvchanligi hech qanday natijaga ta'sir qilmaydi.

Haqiqiy parametr qiymatlari har bir klinikaning holatiga qarab har xil bo'ladi, ammo turli xil ustuvorliklarga ega bemorlarning kutish vaqtlariga omillarning ta'sirini yaxshiroq tushunishimiz mumkin. Modellarni soddalashtirish aniq tushunchalar berishga yordam bergan bo'lsa-da, batafsil sharoitlar bilan bog'liq cheklovlar mavjud. Misol uchun biz faqat shifokorlardan yuqori foydalanish bilan bog'liq holatlarni ko'rib chiqdik, chunki biz bemorlarning kutishlari sodir bo'lganda va klinikaning daromadiga ta'sir qiladigan natijalarni kuzatishni maqsad qilgandik. Tibbiy xizmatning murakkab tabiatini modellarga kiritish orqali biz ko'proq amaliy natijalarga erishishimiz mumkin. Ushbu tadqiqot kelajadagi tadqiqotlar uchun boshlang'ich nuqta bo'lishi mumkin. Shuni ta'kidlash joizki, elektron sog'liqni saqlash tizimini boshqarish va rivojlantirish, dunyoning ko'plab mamlakatlarida sinovdan o'tgan va zamonaviy axborot texnologiyalari asosidagi sog'liqni saqlash tizimining yangi usullarini joriy qilingan [5].

Tibbiy xizmat navbat bilan ko'rsatilgan ikki bosqichli tizimda, masalan, birinchi navbatda, hamshira maslahatini olish, keyin esa shifokor ko'rigidan o'tish uchun ushbu tadqiqot natijalari boshqacha bo'lishi mumkin. Bundan tashqari bemor turlarini toifalashda bemorning ikkitadan ortiq ustuvorliklari mavjudligini inobatga olishimiz mumkin, masalan, shoshilinch bemorlar tayinlangan bemorlarga qaraganda yuqoriroq ustunlikka ega bo'lishlari kerak. Bu bemorlarning barchasi uchun kutish vaqti o'zgaradi. Bu berilganlar ushbu tadqiqot asosida o'rganilishi mumkin va klinikani ro'yxatga olishda birlashtirish yoki birlashtirmaslik to'g'risidagi yakuniy qaror ma'lum bir muhit uchun qabul qilinishi mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Sayidova Nazokat Sayfullayevna and Xayitova Dilovar Ismat qizi, "Klinika-axborot tizimlarining tahlili," *Int. J. Adv. Res. Educ. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 4, Apr. 2023.
2. Wang S., Liu N., and Wan G., "Managing Appointment-Based Services in the Presence of Walk-In Customers," *SSRN Electronic Journal*. 2018. doi: 10.2139/ssrn.3104045.
3. Waiman E., Achadi A., and Agustina R., "Reducing hospital outpatient waiting time using lean six sigma: a systematic review," *J. Adm. Kesehat. Indones.*, vol. 11, no. 1, pp. 154–166, Jun. 2023, doi: 10.20473/jaki.v11i1.2023.154-166.
4. Luo L., Zhou Y., Han B. T., and Li J., "An optimization model to determine appointment scheduling window for an outpatient clinic with patient no-shows," *Health Care Management Science*, vol. 22, no. 1, pp. 68–84, 2019. doi: 10.1007/s10729-017-9421-7.
5. Eshankulov Hamza Ilxomovich and Xayitova Dilovar Ismat qizi, "Sog'liqni saqlash tizimida axborot texnologiyalaridan foydalangan holda raqamlashtirishni joriy etish," *Buxoro davlat univ. ilmiy axboroti*, vol. 5, pp. 77–82, 2003.

PANJARADAGI IKKI ZARRACHALI SISTEMAGA MOS MODEL OPERATORNING XOS QIYMATLARI

*Norqulov Orom Mustafoyevich,
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti
Samarqand, O'zbekiston*

Annotatsiya. Ushbu maqolada d o'lchamli panjarada ikki zarrachali sistemaga mos model operator (Fridriks modeli tipidagi operator) sifatida qaralgan. Bu operatorga mos Fredgolm determinanti qurilgan va uning nollari hamda xos qiymatlar orasida bog'lanish o'rnatilgan. Qaralayotgan operatorning muhim va diskret spektrlari tavsiflangan. Xos qiymatlar soni va joylashuv o'rni ta'sirlashish parametriga nisbatan o'rganilgan.

Kalit so'zlar: panjara, zarracha, model operator, ta'sirlashish parametri, Fridriks modeli, Fredgolm determinanti, muhim spektr, diskret spektr.

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МОДЕЛЬНОГО ОПЕРАТОРА, СООТВЕТСТВУЮЩЕГО СИСТЕМЕ ДВУХ ЧАСТИЦ НА РЕШЕТКЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается модельный оператор, соответствующий системе двух частиц на d мерной решетке (оператор типа модели Фридрикса). Построен определитель Фредгольма и установлено связь между нулями и собственными значениями. Для рассматриваемого оператора описаны существенный и дискретный спектры. Число и местоположение собственных значений изучены относительно параметры взаимодействия.

Ключевые слова: решетка, частица, модельный оператор, параметр взаимодействия, модель Фридрикса, определитель Фредгольма, существенный спектр, дискретный спектр.

EIGENVALUES OF A MODEL OPERATOR CORRESPONDING TO A TWO-PARTICLE SYSTEM ON A LATTICE

Abstract. In this paper we consider a model operator corresponding two-particle system on a d dimensional lattice (Fridriks model type operator). The Fredholm determinant corresponding to this operator is constructed and the relation between zeros and eigenvalues is established. The essential and discrete spectra of the considered operator are described. The number and location of the eigenvalues are studied with respect to the interaction parameter.

Key words: lattice, particle, model operator, interaction parameter, Fridriks model, Fredholm determinant, essential spectrum, discrete spectrum.

1. Kirish. So'nggi yillarda ikki va uch zarrachali sistema Hamiltonianlari (standart va diskret Shryodinger operatorlari) hamda ularga mos turli modellarning muhim va diskret spektrlarini o'rganish bilan bog'liq ko'plab masalalarga qiziqish toboro ortib bormoqda [1-9]. Shryodinger operatorlari spektral nazariyasining keng o'rganilayotgan muhim masalalaridan biri – bunday operatorlarning muhim spektrini tavsiflash, muhim spektrdan tashqarida yoki muhim spektr ichida joylashgan xos qiymatlar sonini aniqlash, ularning mavjudlik shartlarini aniqlash masalasidir. [1-3] ishlarda standart Shryodinger operatorlarining [4-5] ishlarda diskret Shryodinger operatorlarining va [6-9] ishlarda panjaradagi uchta zarrachali sistemaga mos model operatorlarning muhim spektrlari o'rganilgan. Shu bilan bir qatorda [6-8] maqolalarda xos qiymatlari sonining chekli yoki cheksiz bo'lish shartlari hamda xos qiymatlar soni cheksiz bo'lgan holda ularning soni uchun asimptotik formula topilgan. Ta'kidlash joizki, [6-9] maqolalarda olib borilgan tadqiqotlarda ikki zarrachali sistemaga mos Fridriks modeli tipidagi model operatorlarning spektral xossalari, ya'ni muhim spektri, xos qiymatlari soni, bu xos qiymatlarning joylashuv o'rni, muhim spektr chap chegarasining bo'sag'aviy xos qiymat yoki virtual sath bo'lish shartlarini topish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur maqolada d o'lchamli panjaradagi ikki zarrachali sistemaga mos chekli o'lchamli qo'zg'alishga ega H_{μ} , $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}^n$ model operator qaralgan. Bu operatorni chekli o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridriks tipidagi operator sifatida qarash mumkin. Dastlab chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarimasligi haqidagi mashhur Veyl teoremasidan foydalanib H_{μ} operatorning muhim spektri topilgan hamda uning μ vektor-parameterdan bog'liq emasligi ko'rsatilgan.

Berilgan operatorga mos Fredholm determinanti qurilgan hamda uning ba'zi xossalari o'rganilgan. Xususan, uning nollari soni topilgan va bu nollar H_μ operator uchun xos qiymat bo'lishi isbotlangan. Ta'sirlashish parametrlari musbat bo'lganda barcha xos qiymatlar muhim spektrdan chapda yotishi, manfiy bo'lganda muhim spektrdan o'ngda yotishi isbotlangan. Bundan tashqari, ta'sirlashish parametrlari turli xil ishoraga ega bo'ladigan hol alohida tahlil qilingan. Ta'sirlashish parametri turli ishoraga ega bo'lgan hol ko'pi bilan ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega bo'lgan model operator uchun [10-11] ishlarda o'rganilgan. Mazkur maqolada [10-11] ishlarda keltirilgan natijalar umumlashtirilgan. Olingan natijalar panjaradagi uchta zarrachali sistemaga mos model operator muhim spektrining joylashuv o'rini, uni tashkil qiluvchi kesmalar sonini aniqlashda tayanch natija hisoblanadi. Agar bu operator panjaradagi ikkita zarrachali sistemaga mos model operatorlar tenzor yig'indisi ko'rinishida tasvirlansa [10-11], u holda mazkur maqola natijalaridan uning xos qiymatlari mavjudligini ko'rsatishda foydalanish imkoniyati paydo bo'ladi.

2. Ikki zarrachali sistemaga mos model operator va uning muhim spektri. Dastlab maqolada ishlatiladigan ayrim belgilashlarni kiritamiz. \mathbb{C} , \mathbb{R} , \mathbb{Z} va \mathbb{N} to'plamlar orqali mos ravishda barcha kompleks, haqiqiy, butun va natural sonlar to'plamini belgilaymiz.

Faraz qilaylik, $\mathbb{T}^1 = (-\pi, \pi]$ bo'lsin. \mathbb{T}^1 to'plamda qo'shish va songa ko'paytirish amallarini haqiqiy sonlarni 2π modul bo'yicha qo'shish va songa ko'paytirish sifatida kiritamiz, masalan,

$$\frac{\pi}{2} + \pi = \frac{3\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} \pmod{2\pi};$$

$$6 \cdot \frac{\pi}{5} = 2\pi - \frac{4\pi}{5} = -\frac{4\pi}{5} \pmod{2\pi}.$$

Ushbu to'plamga *bir o'lchamli tor* deyiladi. $d \in \mathbb{N}$ soni uchun \mathbb{T}^d orqali d o'lchamli tori, ya'ni $\mathbb{T}^d := \mathbb{T}^1 \times \mathbb{T}^1 \times \dots \times \mathbb{T}^1$ ni belgilaymiz. $L_2(\mathbb{T}^d)$ orqali esa \mathbb{T}^d torida aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatli) funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz.

$L_2(\mathbb{T}^d)$ Hilbert fazosida

$$H_\mu := H_0 - \sum_{\alpha=1}^n \mu_\alpha V_\alpha \tag{1}$$

tenglik yordamida ta'sir qiluvchi operatorni qaraymiz. Bunda $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}^n$ bo'lib, μ_α haqiqiy sonlar ta'sirlashish parametrlari. H_0 operator ko'paytirish operatori bo'lib, $L_2(\mathbb{T}^d)$ Hilbert fazosida $(H_0 f)(x) = u(x)f(x)$

kabi aniqlangan. V_α , $\alpha = 1, \dots, n$ potensial operatorlari (bir o'lchamli integral operatorlari) bo'lib,

$L_2(\mathbb{T}^d)$ Hilbert fazosida

$$(V_\alpha f)(x) = v_\alpha(x) \int_{\mathbb{T}^d} v_\alpha(t) f(t) dt, \quad \alpha = 1, \dots, n$$

kabi aniqlangan. Bu yerda $u(\cdot)$ va $v_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, \dots, n$ funksiyalar \mathbb{T}^d torida aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar bo'lib, $v_1(\cdot), \dots, v_n(\cdot)$ lar o'zaro chiziqli bog'lanmagan funksiyalar bo'lsin.

(1) tenglik yordamida aniqlangan H_μ operator $L_2(\mathbb{T}^d)$ Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi. Haqiqatan ham, bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagi amallar ketma-ket bajariladi:

1) Ixtiyoriy $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$ sonlari va $f, g \in L_2(\mathbb{T}^d)$ elementlar uchun

$$H_\mu(\alpha f + \beta g) = \alpha H_\mu f + \beta H_\mu g$$

tenglik tekshiriladi.

2) Shunday $M_\mu > 0$ soni topilib, ixtiyoriy $f \in L_2(\mathbb{T}^d)$ element uchun

$$\|H_\mu f\| \leq M_\mu \|f\|$$

tengsizlik bajarilishi tekshiriladi.

3) Ixtiyoriy $f, g \in L_2(\mathbb{T}^d)$ elementlar uchun

$$(H_\mu f, g) = (f, H_\mu g)$$

tenglik tekshiriladi.

Maqola matnida $\sigma(\cdot)$, $\sigma_{\text{ess}}(\cdot)$ va $\sigma_{\text{disc}}(\cdot)$ to'plamlar orqali mos ravishda chegaralangan o'z-o'ziga qo'shma operatorning spektri, muhim spektri va diskret spektri belgilangan.

Aniqlanishiga ko'ra H_0 operatorning

$$\sum_{\alpha=1}^n \mu_\alpha V_\alpha$$

qo'zg'alish operatori n o'lchamli chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi. Shu sababli chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarishligi haqidagi Veyl teoremasiga ko'ra

H_μ operatorning muhim spektri H_0 operatorning muhim spektri bilan ustma-ust tushadi, ya'ni

$$\sigma_{\text{ess}}(H_\mu) = \sigma_{\text{ess}}(H_0).$$

Ma'lumki, H_0 operator $u(\cdot)$ funksiyaga ko'paytirish operatori bo'lganligi bois bu operator sof muhim spektrga ega bo'lib

$$\sigma(H_0) = \sigma_{\text{ess}}(H_0) = [m, M]$$

tenglik o'rinalidir, bu yerda m va M sonlari

$$m := \min_{x \in \mathbb{T}^d} u(x), \quad M := \max_{x \in \mathbb{T}^d} u(x)$$

kabi aniqlanadi.

Yuqoridagi ma'lumotlarga ko'ra, H_μ operatorning muhim spektri μ vektor-parametrdan bog'liq bo'lmagan holda

$$\sigma_{\text{ess}}(H_\mu) = [m, M]$$

tenglik yordamida aniqlanadi.

3. Ikki zarrachali sistemaga mos model operatorning diskret spektri. H_μ operatorning diskret spektrini aniqlash maqsadida $\mathbb{C} \setminus [m, M]$ sohada regulyar bo'lgan

$$I_{\alpha\beta}(z) = \int_{\mathbb{T}^d} \frac{v_\alpha(t) v_\beta(t)}{u(t) - z} dt, \quad \alpha, \beta = 1, \dots, n$$

funksiyalarni kiritamiz, bu yerda

$$\delta_{\alpha\beta} := \begin{cases} 1, & \text{agar } \alpha = \beta \text{ bo'lsa;} \\ 0, & \text{agar } \alpha \neq \beta \text{ bo'lsa.} \end{cases}$$

Ko'rinib turibdiki, barcha $\alpha, \beta = 1, \dots, n$ indekslar va $z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ uchun $I_{\alpha\beta}(z) = I_{\beta\alpha}(z)$ tenglik bajariladi. Odatda $\Delta_\mu(\cdot)$ funksiyaga H_μ funksiyaga mos Fredholm determinanti deyiladi.

Quyidagi teorema H_μ operatorning xos qiymatlari va $\Delta_\mu(\cdot)$ funksiyaning nollari orasidagi munosabatni tavsiflaydi.

1-teorema. $z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ soni H_μ operatorning xos qiymati bo'lishi uchun $\Delta_\mu(z) = 0$ bo'lishi zarur va yetarlidir.

Isbot. Faraz qilaylik, $z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ soni H_μ operatorning xos qiymati, $f \in L_2(\mathbb{T}^d)$ esa unga mos xos funksiya bo'lsin. U holda f funksiya

$$u(x)f(x) - \sum_{\alpha=1}^n \mu_\alpha v_\alpha(x) \int_{\mathbb{T}^d} v_\alpha(t)f(t) dt = zf(x) \quad (2)$$

tenglamani qanoatlantiradi.

Ta'kidlash joizki, ixtiyoriy $z \in \mathbb{C} \setminus [m, M]$ uchun $u(x) - z \neq 0$ munosabat o'rinalidir. U holda (2) tenglamadan f uchun

$$f(x) = \frac{1}{u(x) - z} \sum_{\alpha=1}^n C_{\alpha} \mu_{\alpha} v_{\alpha}(x) \quad (3)$$

ifodani hosil qilamiz, bu yerda

$$C_{\alpha} := \int_{\mathbb{T}^d} v_{\alpha}(t) f(t) dt, \quad \alpha = 1, \dots, n \quad (4)$$

f uchun topilgan (3) ifodani (4) belgilashga qo'yib, (2) tenglama nolmas yechimga ega bo'lishi uchun quyidagi

$$\begin{cases} \sum_{\beta=1}^n (\delta_{1\beta} - \mu_{\beta} I_{1\beta}(z)) C_{\beta} = 0 \\ \sum_{\beta=1}^n (\delta_{2\beta} - \mu_{\beta} I_{2\beta}(z)) C_{\beta} = 0 \\ \dots \\ \sum_{\beta=1}^n (\delta_{n\beta} - \mu_{\beta} I_{n\beta}(z)) C_{\beta} = 0 \end{cases}$$

n ta noma'lumli n ta chiziqli tenglamalar sistemasi yoki

$$\left(\delta_{\alpha\beta} - I_{\alpha\beta}(z) \right)_{\alpha,\beta=1}^n \begin{pmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_n \end{pmatrix} = 0$$

matritsaviy tenglama nolmas $(C_1, \dots, C_n) \in \mathbb{C}^n$ yechimga ega bo'lishi, ya'ni $\Delta_{\mu}(z) = 0$ bo'lishi zarur

va yetarlidir, bu yerda \mathbb{C}^n orqali \mathbb{C} to'plamning n -darajasi belgilangan. 1-teorema to'liq isbotlandi.

Isbotlangan 1-teoremadan H_{μ} operatorning diskret spektri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(H_{\mu}) = \{ z \in \mathbb{C} \setminus [m, M] : \Delta_{\mu}(z) = 0 \}$$

tenglikni hosil qilamiz.

Shunday qilib, H_{μ} operatorning xos qiymatlarini topish masalasi $\Delta_{\mu}(\cdot)$ funksiyaning nollarini topish masalasiga keltirildi.

\mathcal{H} Hilbert fazosi, $A: \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{H}$ chiziqli chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'lsin. Agar istalgan $f \in \mathcal{H}$ element uchun $(Af, f) \geq 0$ tengsizlik bajarilsa, A operatorga musbat operator deyiladi va $A \geq 0$ yoki $0 \leq A$ kabi belgilanadi.

Istalgan $\lambda \in \mathbb{R}$ soni va \mathcal{H} Hilbert fazosida chegaralangan o'z-o'ziga qo'shma A operator uchun $\mathcal{H}_{\lambda}(A)$ orqali istalgan $f \in \mathcal{H}_{\lambda}(A)$ uchun $(Af, f) < \lambda \|f\|^2$ tengsizlik bajariladigan qism fazoni belgilaymiz hamda

$$N(\lambda, A) := \sup_{\mathcal{H}_{\lambda}(A)} \dim(\mathcal{H}_{\lambda}(A))$$

kabi belgilash olamiz.

Agar $\lambda > \min \sigma_{\text{ess}}(A)$ bo'lsa, u holda $N(\lambda, A)$ soni cheksizga teng bo'ladi. Agar $N(\lambda, A)$ chekli son bo'lsa, u holda bu son A operatorning λ dan kichik xos qiymatlari soniga (karraligi bilan hisoblaganda) teng bo'ladi.

Quyidagi teoremlar H_{μ} operator xos qiymatlarining soni va joylashuv o'rnini tavsiflaydi.

2-teorema. Faraz qilaylik, barcha $\alpha = 1, \dots, n$ indekslar uchun $\mu_{\alpha} > 0$ bo'lsin. U holda H_{μ} operator m dan chapda yotuvchi ko'pi bilan n ta xos qiymatlarga (karraligi bilan hisoblaganda) ega bo'ladi, hamda M dan katta xos qiymatlarga ega bo'lmaydi.

Isbot. Faraz qilaylik, barcha $\alpha = 1, \dots, n$ indekslar uchun $\mu_{\alpha} > 0$ bo'lsin. $\mu_1 V_1 + \dots + \mu_n V_n$ operator n o'lchamli operator bo'lganligi bois [12] kitobdagi 9.3.3 teorema ko'ra,

$$N(m, H_0) - n \leq N(m, H_{\mu}) \leq N(m, H_0) + n,$$

$$N(-M, -H_0) - n \leq N(-M, -H_{\mu}) \leq N(-M, -H_0) + n.$$

Ushbu $\sigma(H_0) = [m, M]$ tenglikdan

$$N(m, H_0) = N(-M, -H_0) = 0$$

ekanligi kelib chiqadi. Shu sababli $N(m, H_\mu) \leq n$.

Agar barcha $\alpha = 1, \dots, n$ indekslar uchun $\mu_\alpha > 0$ bo'lsa, u holda $\mu_1 V_1 + \dots + \mu_n V_n \geq 0$ va $\max(\sigma_{\text{ess}}(H_\mu)) = \max(\sigma_{\text{ess}}(H_0)) = M$ bo'lib, istalgan $z > M$ soni va $f \in L_2(\mathbb{T}^d)$ element uchun

$$((H_\mu - z)f, f) = ((H_0 - z)f, f) - ((\mu_1 V_1 + \dots + \mu_n V_n)f, f) < 0$$

tengsizlik bajariladi, ya'ni H_μ operator M dan katta xos qiymatlarga ega bo'lmaydi. Shu sababli,

$\max(\sigma(H_\mu)) = M$ va $N(-M, -H_\mu) = 0$ tengliklar bajariladi. 2-teorema isbotlandi.

Quyidagi teorema H_μ operator m dan chapda va M dan o'ngda joylashgan xos qiymatlar mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan hollarni tavsiflaydi.

3-teorema. Faraz qilaylik, barcha $\alpha = 1, \dots, n$ indekslar uchun $\mu_\alpha < 0$ bo'lsin. U holda H_μ operator m dan o'ngda yotuvchi ko'pi bilan n ta xos qiymatlarga (karraligi bilan hisoblaganda) ega bo'ladi, hamda m dan kichik xos qiymatlarga ega bo'lmaydi.

3-teorema isboti 2-teoremaning isboti kabi isbotlanadi.

4-teorema. Faraz qilaylik, biror k ($1 \leq k < n$) soni uchun shunday $i_1, i_2, \dots, i_k \in \{1, 2, \dots, n\}$ sonlari topilib, $\mu_{i_1}, \mu_{i_2}, \dots, \mu_{i_k} > 0$ va ixtiyoriy $\alpha \in \{1, 2, \dots, n\} \setminus \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ indeks uchun $\mu_\alpha < 0$ bo'lsin. U holda H_μ operator muhim spektrdan chapda yotuvchi ko'pi bilan k ta xos qiymatga (karraligi bilan qo'shib hisoblaganda) muhim spektrdan o'ngda esa ko'pi bilan $n - k$ ta xos qiymatga (karraligi bilan qo'shib hisoblaganda) ega.

Isbot. $L_2(\mathbb{T}^d)$ Hilbert fazosida ta'sir qiluvchi

$$H_\mu^{(1)} := H_0 - \mu_{i_1} V_{i_1} - \dots - \mu_{i_k} V_{i_k}$$

yordamchi operatorni qaraymiz. 2-teorema isbotidagi mulohazalardan foydalanib, $H_\mu^{(1)}$ operator muhim spektrdan chapda yotuvchi ko'pi bilan k ta xos qiymatga ega bo'ladi, ya'ni $N(\lambda, H_\mu^{(1)}) \leq k, \lambda \leq m$.

Ixtiyoriy $\alpha \in \{1, 2, \dots, n\}$ indeks uchun V_α musbat operator bo'lganligi va $\mu_\alpha < 0$, $\alpha \in \Lambda_k := \{1, 2, \dots, n\} \setminus \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ shartga ko'ra ixtiyoriy $f \in L_2(\mathbb{T}^d)$ uchun

$$(H_\mu f, f) = (H_\mu^{(1)} f, f) + \sum_{\alpha \in \Lambda_k} (-\mu_\alpha) (V_\alpha f, f) \geq (H_\mu^{(1)} f, f)$$

ya'ni $H_\mu \geq H_\mu^{(1)}$ munosabat bajariladi. Bu esa o'z navbatida

$$N(\lambda, H_\mu) \leq N(\lambda, H_\mu^{(1)}), \lambda \leq m$$

ekanligini bildiradi. $\lambda \leq m$ uchun $N(\lambda, H_\mu^{(1)}) \leq k$ tasdiqdan $N(\lambda, H_\mu) \leq k$ bo'lishi kelib chiqadi.

Shunday qilib, H_μ operator m dan chapda ko'pi bilan k ta xos qiymatga ega bo'ladi. Xuddi shunga o'xshash M dan o'ngda ko'pi bilan $n - k$ ta xos qiymatga ega bo'lishini isbotlash mumkin.

Izoh: Faraz qilaylik, $n = 5$ bo'lib, $\mu_1, \mu_4 > 0$ va $\mu_2, \mu_3, \mu_5 < 0$ bo'lsin. U holda 3-teoremaga ko'ra H_μ model operator ko'pi bilan beshta xos qiymatga ega bo'lib, ulardan ikkitasi muhim spektrdan chapda, qolgan uchta esa muhim spektrdan o'ngda joylashgan bo'ladi.

Xulosa. Mazkur maqolada d o'lchamli panjarada ikki zarrachali sistemaga mos Fridrixs modeli tipidagi model operatorning spektral xossalari o'rganilgan. Dastlab xos qiymatga nisbatan tenglama yordamida berilgan model operatorga mos Fredgolm determinanti qurilgan. Uning nollari soni va joylashuv o'rnini tavsiflovchi natija isbotlangan. Qaralayotgan model operatorning muhim va diskret spektrlari aniqlangan. Ta'sirlashish parametrlarining ishorasidan bog'liq ravishda xos qiymatlarning joylashuv o'rnini o'zgarishi tahlil qilingan. Maqolada olingan natijalar panjaradagi uchta zarrachali sistemaga mos Hamiltonian (model operator) muhim va diskret spektrlarini o'rganishda alohida ahamiyat kasb etadi. Xususan, muhim spektr ikki zarrachali tarmoqlarining uch zarrachali tarmoqqa nisbatan joylashuv o'rnini aniqlashda, xos qiymatlar sonining chekli yoki cheksiz bo'lish shartlarini topishda foydalanish mumkin.

Maqolada olingan natijalar panjaradagi uchta zarrachali sistemaga mos gamiltonian (model operator) muhim va diskret spektrlarini o'rganishda alohida ahamiyat kasb etadi. Xususan, muhim spektr ikki zarrachali tarmoqlarining uch zarrachali tarmoqqa nisbatan joylashuv o'rnini aniqlashda, xos qiymatlar sonining chekli yoki cheksiz bo'lish shartlarini topishda foydalanish mumkin.

1. Рид М., Саймон Б., *Методы современной математической физики. Т. 4. Анализ операторов*, Москва: Мир, 1982.
2. Жислин Г. М., *Исследование спектра оператора Шредингера для системы многих частиц*, Труды Московского математического общества, 9 (1960), 81–120.
3. Hunziker W., *On the spectra of Schrödinger multi-particle Hamiltonians*, Helvetica Physica Acta, 39 (1966), 451–462.
4. Лакаев С. Н., Муминов М. Э., *Существенный и дискретный спектр трехчастичного оператора Шредингера на решетке*, Теоретическая и математическая физика, 135:3, (2003), 478–503.
5. Albeverio S., Lakaev S. N., Muminov Z. I., *On the structure of the essential spectrum for the three-particle Schrödinger operators on lattices*, Mathematische Nachrichten, 280:7 (2007), 699–716.
6. Albeverio S., Lakaev S. N., Muminov Z. I., *On the number of eigenvalues of a model operator associated to a system of three-particles on lattices*, Russian Journal of Mathematical Physics, 14:4 (2007), 377–387.
7. Albeverio S., Lakaev S. N., Djumanova R. Kh., *The essential and discrete spectrum of a model operator associated to a system of three identical quantum particles*, Reports on Mathematical Physics, 63:3 (2009), 359–380.
8. Расулов Т.Х., *Асимптотика дискретного спектра одного модельного оператора, ассоциированного с системой трех частиц на решетке*, Теоретическая и математическая физика, 163:1 (2010),
9. Т. Х. Расулов, *Существенный спектр одного модельного оператора, ассоциированного с системой трех частиц на решетке*, Теоретическая и математическая физика, 166:1 (2011), 95–109.
10. Rasulov T.H., Bahronov B.I. *Existence of the eigenvalues of a tensor sum of the Friedrichs models with rank 2 perturbation*. Nanosystems: Phys. Chem. Math., 14:2 (2023), pp. 151–157.
11. Бахронов Б.И., Расулов Т.Х., Рехман М. *Условия существования собственных значений трехчастичного решетчатого модельного гамильтониана*. Известия вузов. Математика. №7 (2023), С. 3–12.
12. Бирман М. Ш., Саломьяк М. З., *Спектральная теория самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве*, Издательство ЛГУ, Ленинград, 1980.

**ТЎҒРИДАН-ТЎҒРИ ТУРДАГИ ҚУЁШ ҚУРИТГИЧИДА УЗУМНИ ҚУРИТИШ
ЖАРАЁНИНИНГ КИНЕТИКАСИ ВА НАТИЖАЛАРИНИНГ ҚИЁСИЙ ТАҲЛИЛИ****Ибрагимов Салим Сафарович,**

Бухоро давлат университети Физика-математика факультети
Гелиофизика, қайта тикланувчи энергия
манбалари ва электроника кафедраси ўқитувчиси.
salim.ibragimov.89@mail.ru

Мирзаев Шавкат Мустақимович,

Бухоро давлат университети Физика-математика факультети
Гелиофизика, қайта тикланувчи энергия
манбалари ва электроника кафедраси профессори

Аннотация. Табиий ҳаво конвекцияли бевосита турдаги қуёш қуритгичининг қуритиш жараёнида қуритиш agenti ҳарорати қуритиладиган узум сирт юзасидаги ҳароратга нисбатан ортиши кузатилди. Натижада сув бугининг катта консентрацияси уларнинг ҳарорати ва қисман босимининг ортишига, шунингдек, сув бугининг ички энергиясининг ортишига олиб келади. Қуёш қуритгичларида узумни қуритишнинг кинетик хусусиятлари ўрганилди бунда майиз (изюм) сифатини дастлабки ҳолатига нибатан максимал даражада сақлаш учун узумни тўғридан-тўғри қуёш қуритгичларида 50% намлик таркибига қуритиш, сўнгра унинг намлигини мувозанат ҳолатига етказиш учун узумни билвосита қуёш қуритгичларида қуритишни давом этиши зарурлиги ўрнатилди.

Калит сўзлар: Конвекция, бевосита, қуритгич, қурилма, ички энергия, узум, майиз, қишлоқ хўжалик маҳсулотлари, ҳаво, давр, босқич, кинетика.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕТИКИ И РЕЗУЛЬТАТОВ СУШКИ ВИНОГРАДА В
СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКЕ ПРЯМОГО ТИПА**

Аннотация. В процессе сушки солнечной сушилкой прямого типа с естественной конвекцией воздуха было замечено, что температура сушильного агента увеличивается по сравнению с температурой поверхности высушиваемого винограда. В результате большая концентрация водяных паров приводит к увеличению их температуры и парциального давления, а также увеличению внутренней энергии водяных паров. Изучены кинетические характеристики сушки винограда в солнечных сушилках, в ходе которых установлено, что для максимально возможного сохранения качества изюма (изюма) необходимо сушить виноград непосредственно в солнечных сушилках до влажности 50%, а затем продолжить сушку винограда в непрямых солнечных сушилках для доведения его влажности до равновесного состояния.

Ключевые слова: Конвекция, прямая, сушилка, устройство, внутренняя энергия, виноград, изюм, сельскохозяйственная продукция, воздух, период, фаза, кинетика.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE KINETICS AND RESULTS OF DRY DRYING OF
VINEYARDS AND DIRECT DRYING WITH SALT**

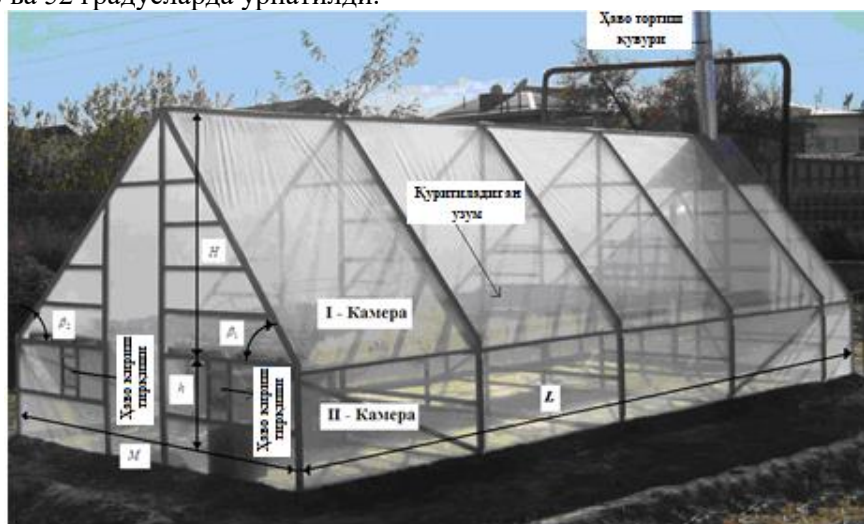
Abstract. During the drying process using a direct-type solar dryer with natural air convection, it was noticed that the temperature of the drying agent increases compared to the surface temperature of the grapes being dried. As a result, a high concentration of water vapor leads to an increase in its temperature and partial pressure, as well as an increase in the internal energy of water vapor. The kinetic characteristics of drying grapes in solar dryers were studied, during which it was established that in order to preserve the quality of raisins (raisins) to the maximum possible extent, it is necessary to dry the grapes directly in solar dryers to a humidity of 50%, and then continue drying the grapes in indirect solar dryers to bring their humidity to equilibrium state.

Key words: Convection, direct, dryer, device, internal energy, grapes, raisins, agricultural products, air, period, phase, kinetics.

Кириш: Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг катта миқдори ҳар йили ҳаётий бозорни ва озиқ-овқат маҳсулотларини сақлаш учун тегишли технологияларнинг етишмаслиги туфайли йўқолади. Мамлакатларда транспорт инфратузилмасининг етишмаслиги туфайли янги қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини кўпинча бозорга етказиб бериш жуда мураккаб иш ва фермерлар бунинг натижасида катта йўқотишларга дуч келмоқдалар. Ўрим-йиғимдан кейинги йўқотишлар муаммосини бартараф этишнинг самарали усулларида бири бу қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қуритиш технологияси ва уларнинг йўқотишларини (исроф этишларини) сақлашнинг самарали технологияси бўлиб келмоқда [1].

Тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичини тайёрлаш учун қуйидаги қурилиш материаллари талаб қилинди: кесим ўлчамлари $2 \times 2 \text{ см}^2$ бўлган тўрт қиррали ёғоч тўсин; полиэтилен материал; қуритиладиган маҳсулот (“Қора кишмиш” навли узум) қуритиладиган маҳсулотни қуритиш камерасига жойлаштириш учун сим тўрли ёғоч патнислар.

Тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичини ўрнатиш режалаштирилган ҳудудларнинг географик кенглигини ҳисобга олган ҳолда, уларнинг шаклини танлаш усули аниқланди. Қуритиладиган маҳсулотлар сиртларига қуёш радиациясининг нурлари кирадиган ишчи ён ёқлари уфққа нисбатан 38 ва 52 градусларда ўрнатилди.



1-расм. Табиий ҳаво айланишли тўғридан-тўғри қуёш қуритгичининг асл нусхаси

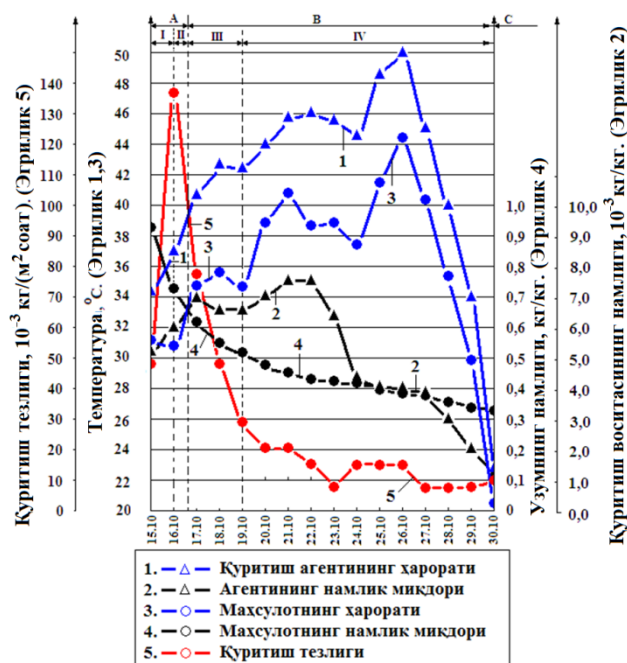
Қуёш қуритгичи қурилмаси конструкцион модели элементларининг дастлабки ўлчамлари: $\alpha_{\text{дно}} = 0,38$, $H = 1,48 \text{ м}$, $L = 6,46 \text{ м}$, $M = 3,05 \text{ м}$, $h = 0,74 \text{ м}$. $F = 19,703 \text{ м}^2$

Агар қуёш қуритгичи тубини тупроққа иссиқлик йўқотишидан ҳимоя қилсак ($\alpha_{\text{мак}} = 0,417$), унда қуритгичнинг тубидан қуритиш жараёнида максимал фойдаланиш мумкин бўлади.

Бутун қуритиш жараёнида қуритиш ва қуритилган маҳсулотларнинг ҳароратларини, намлигини ўлчаш куннинг ҳар бир соати давомида амалга оширилди ва уларнинг ўртача кунлик қийматлари рўйхатга олинди.

Муаллифларнинг [1] фикрларига кўра, экспериментал тадқиқот натижаларини вақтга боғлиқлигини график усулда ва бирлашган кўринишда эгриликларини тасвирлаш мақсадга мувофиқ, жумладан, қуритиш агенти ҳарорати, $T_a(\tau)$ (1 эгрилик); қуритиш агенти нам таркиби $d_a(\tau)$ (2 эгрилик); қуритиладиган узум маҳсулотининг ҳарорати, $T_{\text{вин.}}(\tau)$ (3 эгрилик); қуритиладиган узум маҳсулотнинг нам таркиби, $u_{\text{вин.}}(\tau)$ (4 эгрилик), шунингдек, маҳсулотни қуритиш тезлиги, $U(\tau)$ (5 эгрилик). “Қора кишмиш” навли узумни қуёш қуритгичида қуритиш жараёнига тегишли натижалар эгри чизиқли графиклар кўринишда 2-расмда тасвирланган.

Қуритиладиган маҳсулот ва қуритиш агенти (буғ- ҳаво аралашмаси) нам таркибларининг вақтга нисбатан боғланиш эгриликларининг хусусиятини маҳсулотларни қуритиш жараёнига тегишли [4] муаллифларнинг таклиф этган усулларида асосан қуритиш босқичи ва даврларга ажратган олда таҳлил қилиш мумкин бўлади: намланган (A), гигроскопик (B) ва мувозанат (C) (2-расм).



2-расм. Узумни қуритиш жараёнининг босқичлари ва даврлари: А, В ва С-навбати билан узумнинг намлик, гигроскопик ва мувозанат ҳолатининг босқичлари; I, II, III ва IV-қуритиш тезлигини кескин ошириш, кескин камайтириш, камайтириш ва секин камайтириш даврлари; 1 ва 2-қуритиш агентининг ҳарорати ва намлик миқдори; 3 ва 4 - узумнинг ҳарорати ва намлиги; 5-қуритиш тезлиги

Намланган ҳолат босқичида (А) қуритиш жараёни асосан узумнинг периферик зонаси сирти юзасининг дастлабки қатламларидан ва ўрта зонанинг қисман қатламларидан намликнинг буғлаши орқали давом этади [2]. Ушбу зоналар, асосан, периферик биологик томир тўпламларидан иборат бўлиб, унда намликнинг катта қисми, $\approx 35\%$ тўпланган, 2-расм, 4 эгрилик. Ушбу босқичда қуритиш жараёни 2.5 кун давом этади.

Гигроскопик ҳолат (В) босқичида узумнинг периферик зонасининг ички қатламларида намликнинг буғланиши бошланади, яъни ўрта зоналарда 35 – 70%. Шу билан бирга, тескари жараёни ҳам кузатиш мумкин бўлади, яъни қуритиладиган узум массасининг атроф-муҳитдан намликни сўриши ҳам мумкин. Ушбу босқичда қуритиш жараёни 13,5 кун давом этади.

Мувозанат ҳолати босқичи (С) бу қуритилган узумдаги намлик миқдорининг 1% дан ошмаган ҳолати билан тавсифланади, қуритиш агентда намликнинг ўзгариши узум намлиги ўзгаришидан ҳам камроқ бўлади. Ушбу босқичнинг бошланиши қуритиш жараёнининг тугабини англатади.

Маҳсулотларни қуритиш тезлигига кўра, намлик босқични (А) икки даврга бўлиш мумкин бўлди: кескин ўсиб борадиган давр (I), кескин камайадиган давр (II). Кескин ўсиб борадиган давр (I) қуритиш агенти ҳароратининг ошиши ва қуритилган узумдаги ҳароратининг $3,5^{\circ}\text{C}$ га пасайиши билан ҳамда қуритиладиган маҳсулот ҳароратининг пасайиши билан тавсифланади.

Шунингдек, I давр қуритиш агент намлигининг 10% га ортиши ва узум намлигининг $\approx 23\%$ га пасайиши билан тавсифланади. Ушбу даврда намликнинг буғланиши, асосан, узум меваларининг периферик зонадан периферик тармоқ қатламигача содир бўлади.

Муаллифларнинг [2] фикрига кўра, периферик зонада намликнинг катта қисми тўпланган, периферик зона биологик томир тўпламларидан иборат эканлиги маълум. Бу даврда узум сиртининг юзаси исинмайди, кўш нурланишидан олинган иссиқлик тўғридан-тўғри намликнинг буғланишига ўтади, бунинг натижасида қуритиш тезлиги кескин ошади.

Иккинчи қуритиш даврининг (II) бошида қуритиш тезлиги эгри чизиғининг кескин пасайиши кузатилади ва узум меваси тузилишидаги фазаларнинг ўзгаришига олиб келади, яъни узумнинг ўрта зонадан намлик чиқарадиган суяқ периферик биологик томирлар тўплами қаттиқ биологик

томирлар ҳолатига айланади. Қуритиш тезлигининг кескин пасайиши қуритиш агентининг ҳарорати $\approx 2^{\circ}C$ ва узум мевалар сирт юзасида ҳарорат $\approx 2^{\circ}C$ кескин ўсиши билан изоҳланади.

Иккинчи босқичнинг (B) қуритиш тезлигига кўра, шартли равишда уч даврга бўлиш мумкин: пасайиш даври (III – давр), ўртача пасайиш даври (IV – давр) ва қуритиш тезлигининг секин пасайиш даври (V – давр).

Учинчи даврда (III) қуритиш агентининг ҳарорати $\approx 2^{\circ}C$ га, узум сирт юзасида $\approx 1^{\circ}C$ га кўтарилиши кузатилса, кейин шунчалик камайиши юз беради. Қуритиш агентининг намлиги 5% га камаяди, қуритиладиган узумнинг намлиги 15% га камайиши кузатилади.

Қуритувчи буғ-ҳаво аралашмасининг (агент) ва қуритилган узумнинг таркибидаги намлик миқдорларининг камайиши агентнинг $3^{\circ}C$ га ва узум сиртидаги ҳароратларининг $1^{\circ}C$ га кўтарилиши, сўнгра улардаги ҳароратларнинг бир хил даражада секин пасайиши билан изоҳланади.

Бундай ҳолатдаг ўзгаришларга қуритиш тезлигининг камайиши таъсир қилади. Бунинг сабаби, узум сирт юзасидаги намлик узумнинг марказий зонаси ўрта қатламларидан тор капиллярлар орқали ундан ташқарига чиқади.

Шундай қилиб, узумни қуритиш жараёнининг учинчи даври атиги 5 кун давом этади ва бундай вақт ичида узумнинг намлиги 50% га етади, очиқ қуёшда шундай вақт ичида узумнинг намлиги 38,5% га тенглашиши аниқланди.

Тўртинчи даврда (IV) қуритиш агентининг ҳарорати $4^{\circ}C$ га ортади ва кейин $\approx 1,5^{\circ}C$ га камаяди, узум сирти юзасида ҳарорат $\approx 6^{\circ}C$ га кўтарилади ва $\approx 3^{\circ}C$ га камайиши кузатилади. Қуритиш агенти ҳароратининг ортиши (1 эгрилик) қуритиш агенти намлиги ортиши билан бирга содир бўлади (2 эгрилик). Бу даврда узумнинг намлиги $\approx 10\%$ га камаяди. Шунинг таъкидлаш керакки, тўртинчи даврда (IV) қуритиш агенти ҳароратининг ортиши (гарчи қуритиладиган узум таркибидаги намликнинг оз миқдори бўлса ҳам) ва узум сирти юзасида ҳароратнинг ортиши узум сиртининг қизишига олиб келади.

Қуёш қуритиш жараёнида узум сифатини сақлаб қолиш учун қуритилган узумнинг намлиги 50% га етганда (III – даврнинг охири ва IV – даврнинг боши) узумни тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичидан олиб қўйиб жараённи тўхтатиш зарур бўлиб қолади, акс ҳолатда узум сиртининг сифати бузилади.

Шундай қилиб, тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичида қуритиш жараёнида қуритиш агенти ҳарорати қуритиладиган узум сирт юзасидаги ҳароратга нисбатан ортади. Сув буғининг катта концентрацияси уларнинг ҳарорати ва қисман босимининг ортишига, шунингдек, сув буғининг ички энергиясининг ортишига олиб келади. Қуёш қуритгичларида узумни қуритишнинг кинетик хусусиятларига кўра, қуйидагича башорат қилиш мумкин: майиз (изюм) сифатини дастлабки ҳолатига нибатан максимал даражада сақлаш учун узумни тўғридан-тўғри қуёш қуритгичларида 50% намлик таркибига қуритиш, сўнгра унинг намлигини мувозанат ҳолатига етказиш учун узумни билвосита қуёш қуритгичларида қуритишни давом этиш зарурлиги ўрнатилди.

Тўғридан-тўғри қуёш қуритгичининг асосий иссиқлик хусусиятлари.

Қуёш қуритиш қурилмасида ўтказилган экспериментал тадқиқотлар жараёнида қайт қилинган иссиқлик параметрлар асосида ва нам ҳаво учун $i-d$ диаграммадан фойдаланган ҳолда қурилма камерасига кирувчи ҳамда ундан чиқувчи ҳаво ва буғ-ҳаво аралашмасининг зичликлари, намлик таркиблари, парциал босимларининг ўртача кунлик ўзгаришларининг кийматлари 1-жадвалда келтирилган. Ушбу илмий соҳа бўйича изланишлар олиб бораётган дунё олимларимизнинг [7-10] берган таклифларига асосан биз таклиф этаётган қуёш қуритгичимизнинг маҳсулдорлиги (самарадорлиги), қуритиладиган маҳсулот таркибидан буғланган намлик миқдори, маҳсулотни қуритишга сарфланган ҳаво миқдори, қуритиш тезлиги, қуритишга сарфланган иссиқлик қуввати ва таклиф этилаётган қуёш қуритгичимизнинг иссиқлик самарадорликлари аниқланди.

Тўпланган барча экспериментал тадқиқот маълумотларидан фойдаланиб, ҳар куннинг бошида ($M_{нач.}$) ва охиридаги ($M_{кон.}$) қуритиладиган маҳсулотларнинг (τ – **вақт оралигида**) масса ўзгаришлари асосида қуёш қуритгичининг маҳсулдорлиги (самарадорлиги) қуйидаги мунособатли ифода орқали аниқланди (2-жадвал) [7,10]:

$$G = \frac{M_{нач.} - M_{кон.}}{\tau}, \text{ кг/сут.}$$

Маълумотларга кўра, куннинг бошида ($u_{нач.}$) ва охирида ($u_{кон.}$) куритиладиган узум намлигининг умумий массасига нисбатан куритиладиган узумдан буғланган намлик миқдори куйидаги мунособатли ифода орқали аниқланди [3,4]:

$$W = G \frac{u_{нач.} - u_{кон.}}{1 - u_{кон.}}, \text{ кг/сут.}$$

Маълумотларга кўра, қуёш қурилмаси камерасига кирувчи ва чикувчи тешикларда куритиш агентининг зичлиги ($\rho_{в}$) ва нам таркиблари ($d_{вых.}$ ва $d_{вх.}$) миқдорларининг фаръига қараб қуёш куритгичида куритилган узумдан намликни буғлантириб юбориш учун ўртача кунлик ҳаво сарфи куйидаги мунособатли ифода орқали аниқлади [3,4]:

$$\Delta L = \frac{W}{\rho_{в} \cdot 0,001 \cdot (d_{вых.} - d_{вх.})}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Куритишга йўналтирилган буғланган намлик миқдорининг куритиладиган узумнинг сирт юзаси (F) ва куритиш вақтига (τ) нисбатан ўзгаришига қараб куритиш тезлиги куйидаги мунособатли ифода орқали ҳисобланди (2-расм, 5 эгри чизик) [5]:

$$U = \frac{W}{F \cdot \tau}, \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{ч)}$$

1-жадвал.

Куритиш агентининг асосий иссиқлик хусусиятлари

Ўлчаш кунлари, сут.	$\rho_{в}, \text{ кг/м}^3$	$d_{вх.}, \text{ \%}$	$d_{вых.}, \text{ \%}$ ($\Delta d = d_{вых.} - d_{вх.}$)	$P_{вх.}, 10^3 \text{ Па}$	$P_{вых.}, 10^3 \text{ Па},$ ($\Delta P = P_{вых.} - P_{вх.}$)
15.10.2018	1,2	4,9	5,0 (0,1)	2,75	2,8 (0,05)
16.10.2018	1,2	4,8	6,0 (1,2)	2,75	3,0 (0,25)
17. 10.2018	1,5	5,5	6,9 (1,4)	2,9	3,15 (0,25)
18.10.2018	1,5	5,3	6,5 (1,2)	3,1	3,25 (0,15)
19.10.2018	1,5	5,4	7,1 (2,7)	3,1	3,3 (0,2)
20.10.2018	1,5	6,1	7,0 (0,9)	3,2	3,3 (0,1)
21.10.2018	1,5	6,3	7,6 (1,3)	3,25	3,4 (0,15)
22.10.2018	1,5	6,2	7,6 (1,4)	3,25	3,4 (0,15)
23.10.2018	1,5	4,9	6,0 (1,1)	3,25	3,4 (0,15)
24.10.2018	1,5	3,3	5,5 (2,2)	3,2	3,4 (0,2)
25.10.2018	1,5	3,5	5,2 (1,9)	3,35	3,5 (0,15)
26.10.2018	1,5	3,5	4,0 (0,5)	3,4	3,5 (0,1)
27.10.2018	1,5	3,1	3,5 (0,4)	3,2	3,3 (0,1)
28.10.2018	1,5	2,5	2,9 (0,4)	2,9	3,15 (0,25)
29.10.2018	1,2	2,0	2,1 (0,1)	2,75	2,8 (0,05)
30.10.2018	1,2	1,3	1,5 (0,1)	2,2	2,3 (0,1)

Маълумотлардан фойдаланиб: қуёш куритгичида куритиладиган узумдан намликни буғлатиш учун исроф қилинган ҳавонинг энергия истеъмоли, қурилма камерасига кирувчи ва ундан чикувчи тешикларда ҳаво ва куритиш агентининг парциал босимлар ўзгариши ($P_{вых.} - P_{вх.}$) асосида, куритиш агенти иссиқлик қувватининг йўқотишини ҳисобга олмаган ҳолда мунособатли ифода орқали аниқланди (2-жадвал):

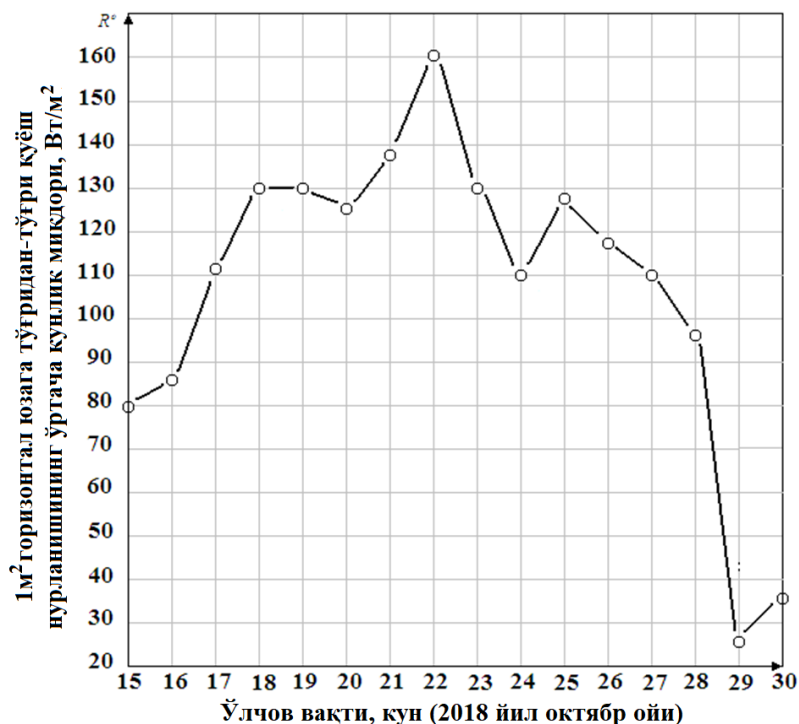
$$Q = \Delta L \cdot (P_{вых.} - P_{вх.}), \frac{\text{м}^3 \cdot \text{кПа}}{\text{сут}} = \frac{\text{кДж}}{\text{сут.}}$$

Ўлчаб олинган ва ҳисоблаб топилган маълумотларга кўра: узумдан намликни буғлатиш учун исроф қилинган ҳаво энергияси истеъмолининг қурилмада иссиқлик йўқотишларини ҳисобга олмаган ҳолда маҳсулот жойлаштирилган сирт юзасига (F) тушадиган қуёш радиацияси (R) нурланишига нисбати кўриниши сифатида қурилманинг ФИК аниқланди:

$$\eta = \frac{Q}{R} = \frac{Q}{F \cdot R_0}$$

Ўртача булут шароитида 1 м^2 уфқ текислигида эксперимен жараёнида қайт қилинган қуёш радиацияси нурланишининг ўртача кунлик миқдорининг (R) вақт бўйича ўзгариши 3-расмда келтирилган.

1-жадвалда куриштиш жараёнининг бошида қуёш қуритгичининг ҳисобланган самарадорлигининг ўзгариш қийматлари 2,4% дан 0,02% (қуритгичнинг туби қисми сирт юзасига тушадиган қуёш нурланишига нисбатан) гача аниқланган (мувозанат ҳолатига яқин).



3-расм. Қуёш нурланишининг ўртача кунлик миқдорининг ўзгариши 15 октябрдан 30 октябргача 2018 йилгача.

2-жадвал.

Тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичининг баъзи бир параметрлари.

Ўлчаш кунлари, сут.	G , кҒ/сут	W , кҒ/сут	ΔL , $\text{м}^3/\text{сут}$	Q , Вт.	R , Вт.	η , %.
15.10.2018	7,651	7,651	63800	36,9	1547	2,4
16.10.2018	21,862	16,178	11178	32,4	1697	1,9
17.10.2018	12,024	3,487	1660	4,9	2236	0,2
18.10.2018	7,651	1,224	680	1,2	2546	0,1
19.10.2018	4,372	0,359	89,0	0,21	2546	0,01
20.10.2018	3,280	0,190	141,0	0,16	2446	0,01
21.10.2018	3,280	0,180	92,0	0,16	2695	0,01
22.10.2018	2,186	0,077	39,0	0,10	3144	0,003
23.10.2018	1,093	0,019	12,0	0,02	2546	0,001
24.10.2018	2,190	0,077	23,0	0,06	2146	0,003
25.10.2018	2,186	0,070	24,5	0,05	2495	0,002
26.10.2018	2,186	0,068	91,0	0,10	2295	0,004
27.10.2018	1,093	0,016	26,6	0,035	2146	0,002
28.10.2018	1,093	0,016	26,6	0,08	1897	0,004
29.10.2018	1,0	0,015	125,0	0,07	500	0,014
30.10.2018	1,093	0,016	133,0	0,15	700	0,021

Белгилар рўйхати

$m_{нач.}$ - ва $m_{кон.}$ - намликни аниқлаш учун ишлатиладиган, куннинг бошида ва охиридаги қуритиладиган узумнинг массаси.

$M_{нач.}$ - ва $M_{кон.}$ - қуритгичнинг маҳсулдорлигини ҳисоблаш учун ишлатиладиган куннинг бошида ва охирида қуритилган узумнинг массаси

$u_{нач.}$ - ва $u_{кон.}$ - куннинг бошида ва охирида қуритилган узумнинг намлиги (умумий массага қараб),

$T_a, T_{вин.}, T_{вход.}, T_{выход.}$ - қуритиладиган узум сиртидаги, кириш ва чиқиш тешиқларидаги қуритиш агентининг ҳарорати, °С.

G - асл ҳўл узум учун қуритгичнинг унумдорлиги.

W - қуритиладиган узумдан буғланган намлик миқдори, $\frac{кг}{сут}$.

d_0, d_2 - қуёш қуритгичининг кириш ва чиқиш тешиқларидаги намлик.

d_a - қуритиш агентининг намлиги, $\frac{г}{кг}$.

ρ_v - дастлабки қуритиш агентининг ҳароратдаги ҳаво зичлиги, $\frac{кг}{м^3}$.

$\varphi_a, \varphi_{вход.}, \varphi_{выход.}$ - - кирувчи ва чиқувчи ҳавода қуритиш воситасининг намлиги, %.

u - қуритиш тезлиги,

F - қуритиладиган узумнинг сирт юзаси, $м^2$.

τ - қуритиш вақти, сут.

ΔL - қуритиладиган узумдан намликни буғлатиш учун қуритгичнинг ҳаво сарфи, $\frac{м^3}{сут}$.

$P_{вход.}, P_{выход.}$ - кириш ва чиқиш қопқоқларидаги (тешиқлардан) ҳаво ва қуритиш агентининг парциал босими, $кПа$.

Q - қуритиш агентининг талаб қилинадиган қуввати, $\frac{МДД}{соат}$.

R^0, R - $1 м^2$ горизонтал сирт майдони ва қуритиладиган мевалар жойлаштирилган сирт майдонида тўғридан-тўғри қуёш нурланишининг кунлик миқдори, $\frac{МДж}{м^2}$.

η - тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичининг самарадорлиги.

Хулоса. Тўғридан-тўғри турдаги қуёш қуритгичида қуритиш жараёнида қуритиш агенти ҳарорати қуритиладиган узум сирт юзасидаги ҳароратга нисбатан ортади. Сув буғининг катта концентрацияси уларнинг ҳарорати ва қисман босимининг ортишига, шунингдек, сув буғининг ички энергиясининг ортишига олиб келади. Қуёш қуритгичларида узумни қуритишнинг кинетик хусусиятларига кўра, қуйидагича башорат қилиш мумкин: майиз (изюм) сифатини дастлабки ҳолатига нибатан максимал даражада сақлаш учун узумни тўғридан-тўғри қуёш қуритгичларида 50% намлик таркибига қуритиш, сўнгра унинг намлигини мувозанат ҳолатига етказиш учун узумни билвосита қуёш қуритгичларида қуритишни давом этиш зарурлиги ўрнатилди.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чеботарев В.П. Теоретическое исследование процесса сушки неподвижного слоя зерна // Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка. -М.: 2017. (С.3) поступила в редакцию 04.10.2017.

2. Березовская Т.П., Дмитрук С.Е., Гришина Е.И., Белоусов М.В. Основы фармацевтической ботаники. Сиб. гос. мед. ун-т. -Томск: 2004. - 294 с.: ил. ISBN 5-94476-044-3.

3. Талипов И.П., Арсланов И.М. Расчет сушильных установок / мето-дическое пособие. Набережночелининский институт К(П) ФУ. 2019. -69 с.

4. Веселова Н.М., Нехорошев Д.Д., Меликова А.В.. Энергетическая установка для сушки зерна за счет средств солнечной энергии // Международный научно-исследовательский журнал. Технические науки. - Екатеринбург. 2017. В. №8(62). -С39-42.

5. <https://www.proccushka.ru/148-raschyot-prodol.zhitolnosti-sushki.tml> / Prosushka/ru «Блог» Теория сушки» Расчет продолжительности сушки.

6. Маити С., Патель П., Вьяс К., Эсваран К., Гош П.К. Оценка производительности маломасштабной солнечной сушилки непрямого действия со статистикой в не летнее время, месяцев в регионе Саураштра в западной Индии. // *Solar energy*. –США. 2011. т.85 сеть 11, С.2686-2696.

ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ НА САЙТЕ АСМР

Рустамова Нигина Бобир кизи,
студентка Бухарского государственного университета
Рустамов Хаким Шарипович,
доцент Бухарского государственного университета

Аннотация. В целях развития алгоритмической грамотности учащихся в данной статье предпринята попытка решить некоторые сложные задачи известного Российского сайта *acmp.ru*, используя возможности одного из современных языков программирования Python, несколькими способами и научно сравнить их для определения оптимальный метод.

Основная цель данной статьи — заинтересовать учащихся и сделать акцент на развитии грамотности программирования. Решение таких задач требует в первую очередь математических знаний, а уж во вторую — знаний в области программирования. Такие логические задачи повышают логическое мышление ученика.

В этой статье мы рассмотрим примеры сложных типов. Мы решаем примеры простыми методами, эти простые методы не требуют больше памяти и работают быстрее, этот способ называется лучшее алгоритмические решение.

Ключевые слова: программа, алгоритм, ввод данных, вывод данных, математическое мышление, создание программы, постановка задачи, математическая модель, результат.

ACMP WEB-SAYTDAGI BIR QANCHA MASALALARNI HISOBLASH USULLARI

Annotatsiya. Ushbu maqolada talabalarning algoritmik savodxonligini rivojlantirish maqsadida zamonaviy dasturlash tillaridan biri bo'lgan Python dasturlash tilining imkoniyatlaridan foydalangan holda Rossiyaning mashhur *acmp.ru* web saytidagi murakkab masalalarning ba'zilarini bir nechta usullarda yechib ularni ilmiy jihatdan qiyoslab optimal usulni aniqlab ko'rsatishga harakat qilinadi.

Bu maqolaning asosiy maqsadi talabalarni qiziqtirish va dasturlash savodxonligini rivojlantirishga e'tibor qaratish. Bunday masalalarni yechish uchun, birinchidan, matematik bilim, ikkinchidan, dasturlash bo'yicha bilim talab etiladi. Bunday mantiqiy topshiriqlar o'quvchining mantiqiy tafakkurini oshiradi.

Ushbu maqolada biz murakkab turdagi masalalarni ko'rib chiqamiz. Biz birlamchi oddiy usullar yordamida masalalarni yechamiz, bu oddiy usullar ko'p xotira talab qilmaydi va tezroq ishlaydi, bu esa eng yaxshi algoritmik yechim deb ataladi.

Kalit so'zlar: dastur, algoritim, ma'lumotlarni kiritish, ma'lumotlarni chiqarish, matematik tafakkur, dasturni tuzish, masalani qo'yilishi, matematik modeli, natijasi.

COMPUTATION OF SOME PROBLEMS ON THE ACMP WEBSITE

Abstract. This article looks at computing some of the problems on the *acmp* website using the Python programming language. The article discusses the time-consuming process of problem solving and it helps to increase the developer's experience.

The main goal of this article is to interest students and focus on developing programming literacy. Solving such problems requires, first of all, mathematical knowledge, and secondly, knowledge in programming. Such logical tasks increase the student's logical thinking.

In this article we will look at examples of complex types. We solve examples using simple methods, these simple methods do not require more memory and work faster, this method is called the best algorithmic solution.

Key words: program, algorithm, data input, data output, mathematical thinking, program creation, problem statement, mathematical model, result.

Введение. Асмп — сайт для программистов, по другому его называют школой программистов. На этом сайте есть различные задания, которые повысят логическое мышление студента при решении подобных задач.

Знание алгоритмов помогает писать более эффективный код, правильно выстраивать архитектуру проекта и отдельных модулей, а также отсеивать операции, ненужные для решения

задачи. Понимание алгоритмов и структур данных поможет писать более эффективный код, правильно выстраивать архитектуру проекта и отдельных модулей.[1]

Я буду решать некоторые задачи на этом сайте. Для начала я выбрала три задания со сложностью 28-30 процентов.

Первая задача имеет номер 938 и дается следующим образом: "Знаете ли вы, что такое простое число? Простое число – это натуральное число, имеющее ровно два различных натуральных делителя: единицу и самого себя. Все остальные числа, кроме единицы, называются составными. Например, числа 2, 3, 5, 7, 11 являются простыми. А числа 4, 6, 10 – составными.

Требуется из заданного набора чисел выбрать одно, имеющее максимальное количество простых делителей. Например, 30 имеет три простых делителя (2, 3 и 5), а 40 – только два (2 и 5).

Входные данные

Первая строка входного файла INPUT.TXT содержит число N – количество чисел в наборе. Во второй строке теста содержится N чисел, разделенных пробелом. Все числа во входных данных целые, принимающие значения от 2 до 1024.

Выходные данные

В выходной файл OUTPUT.TXT выведите число с максимальным количеством простых делителей. Если таких чисел несколько, выведите наименьшее из них."[2]

Для решения этой задачи используем циклы `for` или `while`, без которых, конечно, никак. Я использовала три цикла: первый `for` входные данные, второй для поиска делителя и последний для проверки, делителя на простое число.

Переступим к решению этой задачи с помощью кода.

```
a=int(input())
l=list(map(int, input().split()))
l.sort()
r=[]
k=0
s=0
for i in l:
    for g in range(1,(i//2)+1):
        if i%g==0 and g%2!=0:
            for j in range(2,int(g**0.5)+1):
                if g%j==0:
                    k+=1
            if k==0:
                s+=1
            else:
                k=0
    r.append(s)
    s=0
mx=max(r)#определяем максимальной элемент из список r
ind=r.index(mx)# определяем индекс максимального элемента
print(l[ind])
```

Входные данные

10

3 5 7 9 11 13 17 19 21 15

Выходные данные

15

Мы сортируем список с начала, потому что по соглашению условия, если количество простых делителей двух чисел равно, он покажет наименьшее из них, и поэтому я отсортировала список таким образом, что в нашем случае выводит 15 а не 21.

Математическое программирование - математическая дисциплина, посвященная теории и методам решения задач о нахождении экстремумов функций на множествах в конечномерных векторных пространствах, определяемых линейными и нелинейными ограничениями (равенствами и неравенствами). Математическое программирование — раздел науки об исследовании операций, охватывающий широкий класс задач управления, математическими моделями которых являются

конечномерные экстремальные задачи. Наименование «математическое программирование» связано с тем, что целью решения задач является выбор программы действий.[3]

Второе задание под номером 395 на сайте Астр и условия следующие: "Найдите количество чисел из отрезка $[L, R]$, которые делятся на произведение своих цифр.

Входные данные

Входной файл INPUT.TXT содержит два целых числа L и R . ($1 \leq L \leq R \leq 109$, $|R-L| \leq 105$)

Выходные данные

В выходной файл OUTPUT.TXT выведите ответ на задачу."[2]

Код задачи:

```
a,b=map(int, input().split())
```

```
c=1
```

```
s=0
```

```
for i in range(a,b+1):
```

```
    x=i
```

```
    while x!=0:
```

```
        c*=x%10
```

```
        x=x//10
```

```
    if c!=0 and i%c==0:
```

```
        s+=1
```

```
    c=1
```

```
print(s)
```

Входные данные

```
1 12
```

Выходные данные

```
11
```

Таким образом, 11 чисел делятся на произведение своих цифр на промежутке 1 и 12. Эти числа 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12. Они делятся без остатка на произведение своих цифр. А число 10 не делится на 0 ($1 \cdot 0 = 0$) потому что на ноль делить нельзя.

В этом коде я использовала два цикла. Первая выведет числа от 1 до 12, а вторая отображает цифры числа и одновременно умножает их.

Наш оператор `if` проверяет, делится ли число на произведение своих цифр.

Динамическое программирование (dynamic program) – это способ решения сложных задач путем разбиения их на более простые подзадачи, где на каждый шаг решения задачи выделяется фиксированное время. Задача, к которой применяется метод динамического программирования, должна содержать оптимальную подструктуру выглядящей, как набор перекрывающихся подзадач, сложность которой меньше исходной.[4]

Третий пример стоит под номером 664, и условия следующие: "На сковородке одновременно можно положить k котлет. Каждую котлету нужно с каждой стороны обжаривать m минут непрерывно. За какое наименьшее время удастся поджарить с обеих сторон n котлет?"

Входные данные

В единственной строке входного файла INPUT.TXT записано три натуральных числа: k , m , n , не превышающих 30000.

Выходные данные

В единственную строку выходного файла OUTPUT.TXT нужно вывести единственное число – минимальное время, за которое можно поджарить все котлеты."[2]

Код выглядит следующим образом:

```
k,m,n=map(int, input().split())
```

```
a=n
```

```
if n<=k:
```

```
    print(2*m)
```

```
else:
```

```
    a=2*n
```

```
    if a%k==0:
```

```
        print((a/k)*m)
```

```
    else:
```

```
        print((a/k)*m+m)
```

Входные данные

2 2 1

Выходные данные

4

Наш код состоит из условных операторов, первая из которых заключается в том, что если наши котлеты получаются меньше ожидаемого, мы просто умножаем время на 2, потому что жарим с обеих сторон.

В операторе `else` мы удвоили количество котлет на 2, потому что котлеты имеют две стороны и их нужно обжаривать с обеих сторон, поэтому мы сделали это, чтобы сократить потери времени.

Внутри оператора `else` находится еще один условный оператор, первый: если мы делим количество котлетки (a) на ожидаемое количество котлетки (k) и у нас нет остатка, то мы умножаем (a/k) и время (m). Если есть остаток, а целочисленное делим на k и умножаем на время (m), в итоге ответ суммируется с время (m).

Теперь решим задачи на нахождение наибольшего общего делителя и наименьшего общего кратного.

Вычисление НОД (наибольшего общего делителя), о котором мы узнали начальной школе, помогает сократить дроби. Наибольшим общим делителем двух чисел a и b называется наибольшее число, на которое a и b делятся без остатка. Для записи может использоваться аббревиатура НОД. Для двух чисел можно записать вот так: НОД (a , b). Например, для 4 и 16 НОД будет 4.

А вычисление НОК (наименьшее общее кратное), помогает найти общий знаменатель для данных дробей. Наименьшее общее кратное (НОК) чисел – это наименьшее число, которое можно поделить на каждое из этих чисел без остатка.

Правило нахождения НОК нескольких чисел:

1. Разложить данные числа на простые множители.
2. Выписать все простые числа, которые входят хотя бы в одно из полученных разложений.
3. Каждое из выписанных простых чисел взять с наибольшим из показателей степени, с которыми оно входит в разложения данных чисел.
4. Записать произведение полученных степеней.

Первый способ

Евклид в III веке до нашей эры описал алгоритм для нахождения наибольшего общего делителя. Его способ заключается следующим образом: если большее из двух чисел делится на меньшее — наименьшее число и будет их наибольшим общим делителем. Если не делится то сохраняем остаток и минимальное число которое заданно, делим на этот остаток.

Теперь перейдем к коду для автоматизации всего алгоритма.

```
import time
a,b=map(int,input().split()) #номера которые вы указали
begin=time.time()
a1=a #сохраняем цифры, чтобы они не потерялись во время ввода кода
b1=b
while a!=0 and b!=0:
    if a>b:
        a=a%b
    else:
        b=b%a
result=a+b
print('НОД двух чисел равно '+str(result))
finish=time.time()
print(finish-begin)
```

Входные данные:

36 96

Выходные данные:

НОД двух чисел равно 12

0.015588998794555664

Время, которое потребовалось для запуска первой программы

0.015588998794555664

Второй способ

Второй способ похожа на первый но тут мы вычисляем разность. Если число a больше чем b , то $b-a$, иначе $a-b$, цикл продолжается до тех пор, пока число a не равняется с числом b .

```
import time
a,b=map(int,input().split())
begin=time.time()
a1=a #сохраняем цифры, чтобы они не потерялись во время ввода кода
b1=b
while a!=b:
    if a>b:
        a=a-b
    else:
        b=b-a
result=b
print( 'НОД двух чисел '+str(a1)+' и '+str(b1)+' равно '+str(result))
finish=time.time()
print(finish-begin)
Входные данные:
36 96
Выходные данные:
НОД двух чисел 36 и 96 равно 12
0.0030181407928466797
Время, которое потребовалось для запуска второй программы
0.0030181407928466797
```

Теперь перейдем к поиску НОК по коду. Здесь мы можем использовать алгоритм Евклида.

Пример: Наименьшим общим кратным чисел 3, 4 и 9 является число 36, никакое другое число меньше 36 не делится одновременно на 3, 4 и 9 без остатка.

Функция НОК используется для сложения и вычитания дробей с разными знаменателями. Как наибольший общий делитель может быть связан с наименьшим общим кратным?

Эта связь между НОД и НОК определяется следующей теоремой.

Теорема. Наименьшее общее кратное двух положительных целых чисел a и b равно произведению чисел a и b , деленному на наибольший общий делитель чисел a и b , то есть,

$$\text{НОК}(a, b) = a \cdot b : \text{НОД}(a, b).$$

Чтобы найти НОК, мы используем в коде следующую теорему, таким образом мы упрощаем дело, то есть добавляем эту формулу в код которой вычисляющий НОД. Наш код будет похож на код, вычисляющий НОД, но с небольшим отличием.

Первый способ

```
import time
a,b=map(int,input().split())
begin=time.time()
a1=a #сохраняем цифры, чтобы они не потерялись во время ввода кода
b1=b
c=a*b
while a!=b:
    if a>b:
        a=a-b
    else:
        b=b-a
result=b
print( 'НОК двух чисел '+str(a1)+' и '+str(b1)+' равно '+str(c//result))
finish=time.time()
print(finish-begin)
Входные данные:
12345 56778
Выходные данные:
НОК двух чисел 12345 и 56778 равно 233641470
0.005243778228759766
```

Время, которое потребовалось для запуска второй программы

0.005243778228759766

Второй способ

```
import time
```

```
a,b=map(int,input().split())
```

```
begin=time.time()
```

```
a1=a #сохраняем цифры, чтобы они не потерялись во время ввода кода
```

```
b1=b
```

```
c=a*b
```

```
while a!=0 and b!=0:
```

```
    if a>b:
```

```
        a=a%b
```

```
    else:
```

```
        b=b%a
```

```
result=b+a
```

```
print('НОК двух чисел '+str(a1)+' и '+str(b1)+' равно '+str(c//result))
```

```
finish=time.time()
```

```
print(finish-begin)
```

Входные данные:

12345 56778

Выходные данные:

НОК двух чисел 12345 и 56778 равно 233641470

0.0066950321197509766

Третий способ

Конечно, вы можете создать алгоритм, который вычисляет только НОК. Но это может занять больше времени, чем предыдущие коды. Давайте попробуем это сделать.

```
import time
```

```
a,b=map(int,input().split())
```

```
begin=time.time()
```

```
c=a*b
```

```
mx=max(a,b)
```

```
for i in range(mx,c+1):
```

```
    if i%a==0 and i%b==0:
```

```
        print(i)
```

```
        break
```

```
finish=time.time()
```

```
print(finish-begin)
```

Входные данные:

12345 56778

Выходные данные:

233641470

88.16556096076965[5]

Выводы. В этой статье рассмотрели решение задач с разными сложностями. Для решения эти задачи использовали различные методы. В первом примере мы нашли простые числа по кратчайшему пути, во втором примере нашли количество чисел, которые делятся на произведение своих цифр без остатка, а в третьем примере нашли минимальное время, пожарить все котлетки. Такие задачи стоит решать чаще, потому что они помогают начинающему программисту выпускать различные программы. Оптимальное решение задачи – это аспект исследования операций, в который включается анализ и решение математических задач выбора в заданном множестве допустимых решений X элемента, удовлетворяющего определенным критериям оптимальности. Такие задачи, ищущие оптимальное решение, называются оптимизационными. Прикладной аспект исследования операций состоит в составлении и реализации оптимизационных задач.[3]

ЛИТЕРАТУРЫ:

1.htmlacademy.ru

2.acmp.ru

3. Кузнецов А.В. Математическое программирование [Текст]: Учеб. пособие для эконом. спец. вузов / А.В. Кузнецов, Н.И. Холод. – Мн.: Выш. шк. - 1984. – 221 с.
4. Кормен, Т., Алгоритмы: построение и анализ [Текст]: учебник /67
5. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч. И., Ривест Р.Л., Штайн К.. - М.: МЦНМО - 2000. – 960 с.
6. Рустамова Н.Б. Сравнительный анализ производительности наибольшего общего делителя и наименьшего общего кратного в python. Статья. 2023 г. “Интернаука”. 23-стр.

**PARNIK TIPIDAGI SUV CHUCHITKICH QURILMASINING ISH REJIMINI
MATEMATIK MODELLASHTIRISH**

*Razzokova Moxinur Baxodir qizi,
Buxoro davlat universiteti "amaliy matematika va
dasturlash texnologiyalari" kafedrasida stajyor tadqiqotchisi*

***Annotatsiya.** Ishda parnik tipidagi suv chuchitkich qurilmasining ish rejimini matematik modellashtirish modeli taqdim etilgan. Qurilmaning issiqlik sxemasi chizilib, qurilma uchun ishlatilgan moddalarida hamda qurilmaning ichki va tashqi qisimlarida vaqt o'tishi bilan temperaturaning o'zgarishi qanday bo'lishi va bu o'zgarishlar chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasi yordamida tuzib chiqilgan. Olingan matematik modeldan parnik tipidagi suv chuchitkich qurilmasi qisimlarida va uning atrofida issiqlik tarqalishini o'rganish uchun foydalanildi. Model to'g'ri tuzilganligini tekshirish uchun raqamli natijalar tajriba yo'li bilan olingan ma'lumotlar bilan taqqoslangan. Olingan natijalar termodinamik xususiyatlarini katta aniqlik bilan tavsiflashni ko'rsatdi.*

***Kalit so'zlar:** issiqlik almashinish koeffitsiyenti, quyosh radiatsiyasi va uning tushish burchagi, hajmiy nazorat usuli, matematik model.*

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ВОДЯНОГО
УСТРОЙСТВА ТЕПЛИЧНОГО ТИПА**

***Аннотация.** В работе математическое моделирование режима работы водоочистного устройства парникового типа представлена модель. Была нарисована тепловая Схема устройства и показано, как изменяется температура с течением времени в веществах, используемых для устройства, а также внутри и снаружи устройства, и эти изменения были построены с использованием системы нелинейных дифференциальных уравнений. Полученная математическая модель была использована для изучения рассеивания тепла в узлах устройства для очистки воды парникового типа и вокруг него. Чтобы проверить правильность построения модели, численные результаты сравнивались с данными, полученными экспериментально. Полученные результаты показали характеристику термодинамических свойств с большой точностью.*

***Ключевые слова:** коэффициент теплообмена, солнечная радиация и угол ее падения, метод объемного контроля, математическая модель.*

**MATHEMATICAL MODELING OF THE WORKING MODE OF A GREENHOUSE-TYPE
WATER SPRING DEVICE**

***Abstract.** The mathematical modeling model of the operating mode of the greenhouse-type water sprinkler device is presented in the work. The thermal scheme of the device is drawn, and how the temperature changes over time in the materials used for the device and in the internal and external parts of the device, and these changes are compiled using a system of non-linear differential equations. The obtained mathematical model was used to study the heat distribution in and around the parts of the greenhouse-type water sprinkler device. Numerical results were compared with experimental data to verify that the model was built correctly. The obtained results showed the description of thermodynamic properties with great accuracy.*

***Keywords:** heat exchange coefficient, solar radiation and its angle of incidence, method of volumetric control, mathematical model.*

Muammoning dolzarbligi. Oxirgi yillar MDH davlatlaridagi ishlab chiqarish korxonalarini va madaniylashgan shaharlardan uzoq masofalarda joylashgan, elektr energiyasi borib yetmagan hududlardagi aholini ichimlik suvi bilan ta'minlash fan va texnikaning dolzarb masalasi bo'lib kelmoqda.

MDH davlatlari maydonlarida ochiq va yopiq suv manbaalari mavjud, u yerdagi suv zahiralari miqdori xalq xo'jaligini ta'minlashga yetarli. Lekin ochiq suv manbalari u yerdagi maydonlarda tekis taqsimlanmagan.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish O'zbekiston Respublikasi uchun energetik xavfsizlik hamda aholi ijtimoiy sharoitlarini yanada yaxshilash uchun juda zarurdir.

Respublikamizda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining asosiy qismini Quyosh energiyasi tashkil etadi.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida toza ichimlik suviga talab nihoyatda yuqori bo'lganligi tufayli olimlar tomonidan sho'r suvlarni chuchiltirishda turli texnologiyalarni qo'llashlari bo'yicha bir qator ilmiy va amaliy ishlar tadqiqot qilinmoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlari hududlarida, ayniqsa, O'zbekiston va Turkmaniston Respublikalarida tushayotgan quyosh radiastiyasi miqdorining yuqori darajada ekanligi minerallashgan suvlarni chuchiltirishda undan maksimal foydalanish imkoniyatlarini bermoqda.

Shuni aytish joizki, quyosh suv chuchitgichlarining kondentsat (distsillangan suv) ishlab chiqarish qurilmalarining samaradorligini oshirish olimlarimiz oldida turgan bosh masala bo'lib qolmoqda.

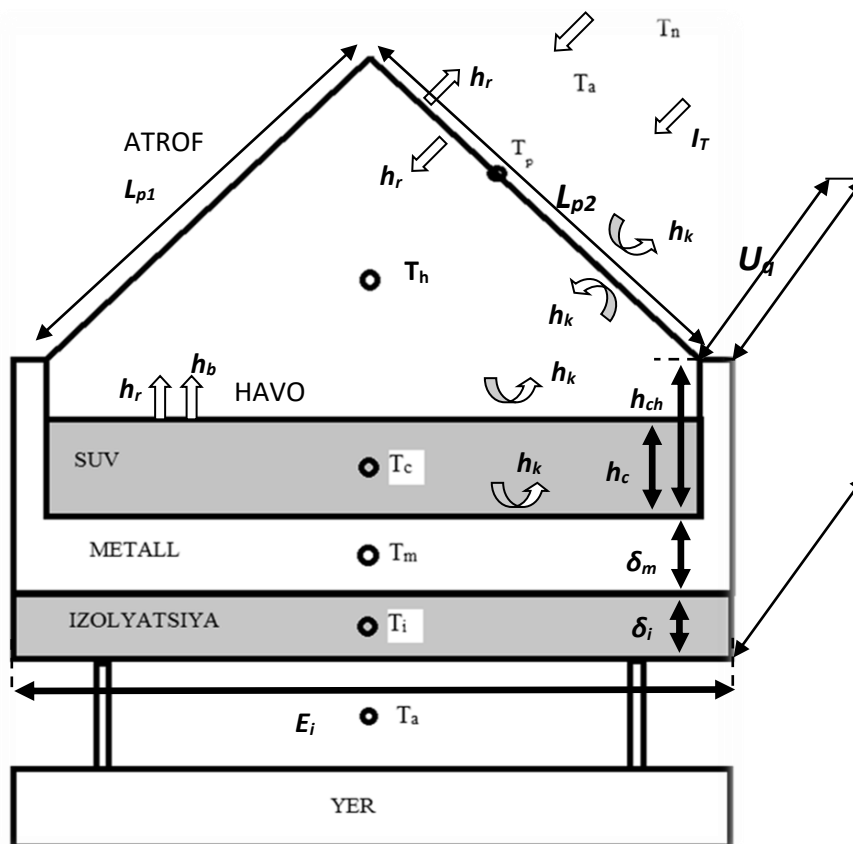
Tadqiqotning maqsad: Quyosh suv chuchitgichlaridan foydalanish uchun hech qanday iqtisodiy sarf xarajat qilmasdan turib qurilmaning ish rejimini matematik modellashtirib nazariy natijalarni olish va kichik o'lchamli quyosh quritgichlarini O'zbekiston iqlim sharoitida foydalanish imkoniyatlarini oshirish.

Ilmiy yangiligi. Chet el va respublikamizda yaratilgan va tadqiq qilingan eng sodda va tan narxi arzon bo'lgan, ishlab chiqarish ko'rsatkichi dunyo standartiga javob beradigan quyosh suv chuchitgichi qurilmalarini o'rganish va matematik model tuzish hamda ular asosida samarali quyosh suv chuchitgichini tanlab olish.

Quyosh suv chuchitgichining nostatsionar issiqlik rejimi uchun matematik model, hisoblash algoritmi va dasturiy ta'minotini tuzish.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati: O'zbekiston iqlimiga moslashtirilgan quyosh suv chuchitgichlaridan qisqa vaqt davomida ko'proq miqdorda distirlangan suv olish uchun matematik model yaratish.

Quyosh qurilmalarining issiqlik rejimini matematik modellashtirishda jarayonini tavsiflovchi chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasi [1,2]



1- rasm. Quyosh suv chuchitgichi qurilmasining issiqlik sxemasi

Quyosh suv chuchitgichi ish rejimini matematik modellashtirishda uning har bir elementi uchun issiqlik balans tenglamasini yozamiz:

- qurilmaning ustki qismidagi politilen pilyonka uchun:

$$h_{ka} F_p (T_a - T_p) + h_{ra} F_p (T_n - T_p) + h_{kc1} F_p (T_n - T_p) + h_{rc} F (T_c - T_p) = 0 \quad (1)$$

- qurilma ichidagi havo uchun:

$$c_h m_h \frac{\partial T_h}{\partial t} = h_{kc2} F_c (T_c - T_h) + h_{kc1} F_p (T_p - T_h) + \tau_p \alpha_h I_T F_c \quad (2)$$

- qurilma ichiga qo'yilgan sho'r suv uchun:

$$c_c m_c \frac{\partial T_c}{\partial t} = h_{kc2} F_c (T_h - T_c) + h_{km} F_m (T_m - T_c) + \tau_p \tau_h \alpha_c I_T F_c \quad (3)$$

- suv solingan metal idish uchun:

$$c_m m_m \frac{\partial T_m}{\partial t} = h_{km} F_m (T_c - T_m) + \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} F_m (T_i - T_m) + \tau_p \tau_h \tau_c \alpha_m I_T F_m \quad (4)$$

- metal idish va atrof orasida issiqlik almashinuvini sekinlashtirish maqsadida qo'yilgan izolyatsiya uchun:

$$c_i m_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} F_m (T_m - T_i) + k F_i (T_a - T_i) \quad (5)$$

Keltirilgan tenglamalarni oshkormas ko'rinishda differensiallaymiz.

$$h_{ka} F_p (T_a^{\tau+\Delta\tau} - T_p^{\tau+\Delta\tau}) + h_{ra} F_p (T_n^{\tau+\Delta\tau} - T_p^{\tau+\Delta\tau}) + h_{kc1} F_p (T_n^{\tau+\Delta\tau} - T_p^{\tau+\Delta\tau}) + h_{rc} F (T_c^{\tau+\Delta\tau} - T_p^{\tau+\Delta\tau}) = 0 \quad (6)$$

$$c_h \rho_h V_h \frac{T_h^{\tau+\Delta\tau} - T_h^\tau}{\Delta t} = h_{kc2} F_c (T_c^{\tau+\Delta\tau} - T_h^{\tau+\Delta\tau}) + h_{kc1} F_p (T_p^{\tau+\Delta\tau} - T_h^{\tau+\Delta\tau}) + \tau_p \alpha_h I_T F_c \quad (7)$$

$$c_c \rho_c V_c \frac{T_c^{\tau+\Delta\tau} - T_c^\tau}{\Delta t} = h_{kc2} F_c (T_h^{\tau+\Delta\tau} - T_c^{\tau+\Delta\tau}) + h_{km} F_m (T_m^{\tau+\Delta\tau} - T_c^{\tau+\Delta\tau}) + \tau_p \tau_h \alpha_c I_T F_c \quad (8)$$

$$c_m \rho_m V_m \frac{T_m^{\tau+\Delta\tau} - T_m^\tau}{\Delta t} = h_{km} F_m (T_c^{\tau+\Delta\tau} - T_m^{\tau+\Delta\tau}) + \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} F_m (T_i^{\tau+\Delta\tau} - T_m^{\tau+\Delta\tau}) + \tau_p \tau_h \tau_c \alpha_m I_T F_m \quad (9)$$

$$c_i \rho_i V_i \frac{T_i^{\tau+\Delta\tau} - T_i^\tau}{\Delta t} = \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} F_m (T_m^{\tau+\Delta\tau} - T_i^{\tau+\Delta\tau}) + k F_i (T_a - T_i^{\tau+\Delta\tau}) \quad (10)$$

Berilgan tenglamalardan $T^{\tau+\Delta\tau}$ ni topib olsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$T_p^{\tau+\Delta\tau} = \frac{h_{ka} F_p T_a^{\tau+\Delta\tau} + h_{ra} F_p T_n^{\tau+\Delta\tau} + h_{kc1} F_p T_n^{\tau+\Delta\tau} + h_{rc} F T_c^{\tau+\Delta\tau}}{h_{ka} F_p + h_{ra} F_p + h_{kc1} F_p + h_{rc} F} \quad (11)$$

$$T_h^{\tau+\Delta\tau} = \frac{T_h^\tau + \frac{h_{kc2} F_c \Delta t}{c_h \rho_h V_h} T_c^{\tau+\Delta\tau} + \frac{h_{kc1} F_p \Delta t}{c_h \rho_h V_h} T_p^{\tau+\Delta\tau} + \frac{\tau_p \alpha_h I_T F_c \Delta t}{c_h \rho_h V_h}}{1 + \frac{h_{kc2} F_c \Delta t}{c_h \rho_h V_h} + \frac{h_{kc1} F_p \Delta t}{c_h \rho_h V_h}} \quad (12)$$

$$T_c^{\tau+\Delta\tau} = \frac{T_c^\tau + \frac{h_{kc2} F_c \Delta t}{c_c \rho_c V_c} T_h^{\tau+\Delta\tau} + \frac{h_{km} F_m \Delta t}{c_c \rho_c V_c} T_m^{\tau+\Delta\tau} + \frac{\tau_p \tau_h \alpha_c I_T F_c \Delta t}{c_c \rho_c V_c}}{1 + \frac{h_{kc2} F_c \Delta t}{c_c \rho_c V_c} + \frac{h_{km} F_m \Delta t}{c_c \rho_c V_c}} \quad (13)$$

$$T_m^{\tau+\Delta\tau} = \frac{T_m^\tau + \frac{h_{km} F_m \Delta t}{c_m \rho_m V_m} T_c^{\tau+\Delta\tau} + \frac{F_m \Delta t}{c_m \rho_m V_m} \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} T_i^{\tau+\Delta\tau} + \frac{\tau_p \tau_h \tau_c \alpha_m I_T F_m \Delta t}{c_m \rho_m V_m}}{1 + \frac{h_{km} F_m \Delta t}{c_m \rho_m V_m} + \frac{F_m \Delta t}{c_m \rho_m V_m} \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1}} \quad (14)$$

$$T_i^{\tau+\Delta\tau} = \frac{T_i^\tau + \frac{F_m \Delta t}{c_i \rho_i V_i} \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} T_m^{\tau+\Delta\tau} + \frac{k F_i \Delta t}{c_i \rho_i V_i} T_a}{1 + \frac{F_m \Delta t}{c_i \rho_i V_i} \left(\frac{\delta_m}{2\lambda_m} + \frac{\delta_i}{2\lambda_i} \right)^{-1} + \frac{k F_i \Delta t}{c_i \rho_i V_i}} \quad (15)$$

(6) - (10) ifodalarda kun davomidagi temperatura o'zgarishini aniqlanadi. Bu ifodalardan ko'rinib turibdiki, qurilmaning har bir nuqtasidagi temperatura atrof temperaturasiga, tushayotgan quyosh nurlanishi issiqligiga va boshqa bir qator parametrlarga bog'liq.

Yuqorida keltirilgan tenglama va qurilmaning issiqlik sxemasida keltirilgan parametrlar va kattaliklar:

h_{ka} - polietilen bilan atrof havosi orasidagi konvektiv yo'l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; h_{kc1} - polietilen bilan qurilma ichidagi havo orasidagi konvektiv yo'l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; h_{kc2} - suv bilan qurilma ichidagi havo orasidagi konvektiv yo'l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; h_{km} - metal va suv orasidagi konvektiv yo'l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti;

V_c -suvning hajmi; V_h -qurilma ichidagi havoning hajmi; V_m -metallning hajmi; V_i -izolyatsiyaning hajmi; E_q -qurilmaning eni; U_q - qurilmaning uzunligi; \square_m -metallning qalinligi; \square_i -izolyatsiyaning qalinligi; L_{p1} , L_{p2} - polietilen uzunliklari; h_c -suvning balandligi; h_{ch} -chuchutkichning balandligi; F_c – suv qatlamining yuzasi; F_p – polietilen sirti; F_m – metall sirti; F_i – izolyatsiya sirti; ρ – zichlik; c – solishtirma issiqlik sig'imi;

Quyosh quritgichining ish rejimi MathCAD 2001 Professional muhitida dasturiy ta'minot yaratildi.

2 - chizmada keltirilgan algoritm asosida MathCAD 2001 Professional muhitida dasturiy ta'minot yaratildi. Dasturiy ta'minotga quyidagi o'lchamlar kiritilgan.

$$h_{kc1} := 7.5 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$h_{kc2} := 7.5 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$h_{ra} := 2 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$h_{rc} := 6 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$h_{km} := 3 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$k_l := 8 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot degC}$$

$$\rho_m := 7800 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_i := 800 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$\phi l := 42 \cdot \text{deg}$$

$$C_i := 2700 \cdot \frac{J}{\text{kg} \cdot \text{degC}}$$

$$C_m := 460 \cdot \frac{J}{\text{kg} \cdot \text{degC}}$$

$$\tau_p := 0.9$$

$$\tau_h := 0.9$$

$$\tau_c := 0.9$$

$$\alpha_p := 0.1$$

$$\alpha_h := 0.1$$

$$\alpha_c := 0.3$$

$$\alpha_m := 0.5$$

$$hc := 4 \cdot \text{cm}$$

$$hch := 1 \cdot \text{cm}$$

$$\delta m := 0.75 \cdot \text{mm}$$

$$\delta i := 5 \cdot \text{mm}$$

$$Uq := 2.5 \cdot m$$

$$Lp := 0.8 \cdot m$$

$$Eq := 0.9 \cdot m$$

$$\lambda m := 2 \cdot \frac{W}{m \cdot \text{degC}}$$

$$\lambda i := 0.1 \cdot \frac{W}{m \cdot \text{degC}}$$

Berilgan qiymatlarga ko'ra quyidagi kattaliklarning o'lchamlari topildi:

$$V_c := hc \cdot Uq \cdot Eq$$

$$Fp := 2 \cdot Lp \cdot Uq$$

$$Fc := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot Uq$$

$$P1 := 2 \cdot Lp + Eq - 2 \cdot \delta m$$

$$Su := \sqrt{P1 \cdot (P1 - Lp)^2} \cdot [P1 - (Eq - 2 \cdot \delta m)] \quad St := (hch - hc) \cdot (Eq - 2 \cdot \delta m)$$

$$V_h := Uq \cdot (Su + St)$$

$$V_c := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot hc \cdot Uq$$

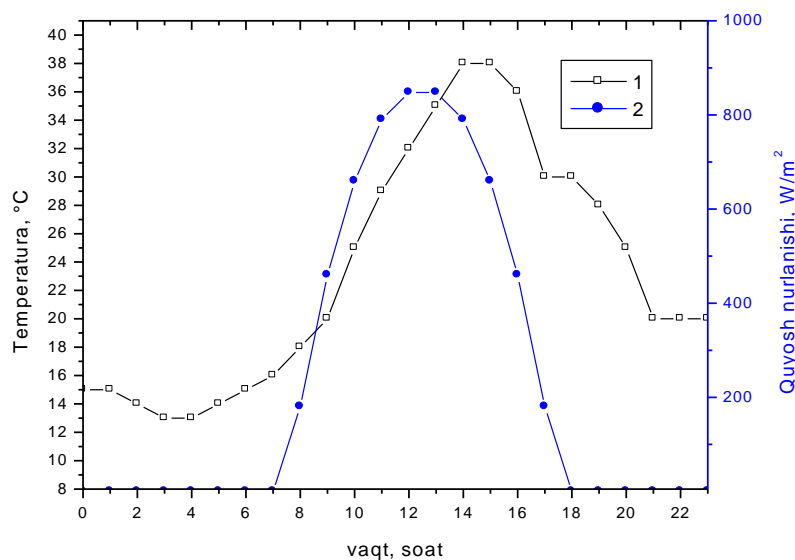
$$Fm := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot Uq$$

$$V_m := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot \delta m \cdot Uq$$

$$V_i := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot \delta i \cdot Uq$$

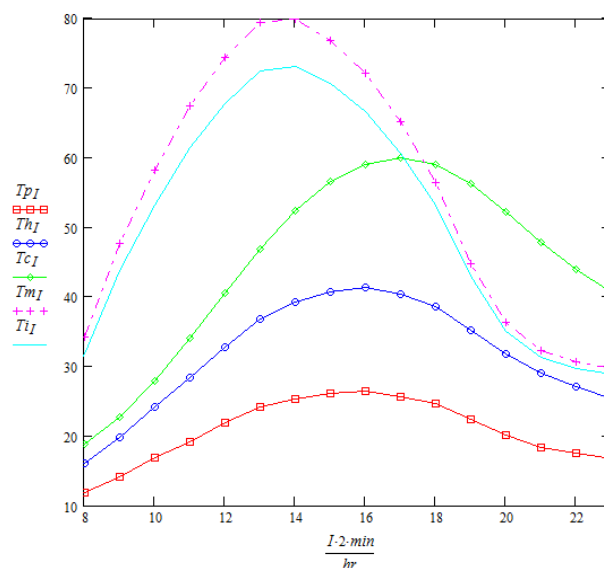
$$Fi := (Eq - 2 \cdot \delta m) \cdot Uq$$

Hisoblashlarda chegaraviy shart sifatida atrof temperaturasi va tushayotgan yig'indi quyosh radiatsiyasining qiymatlari 2-rasmdagidek qabul qilingan.

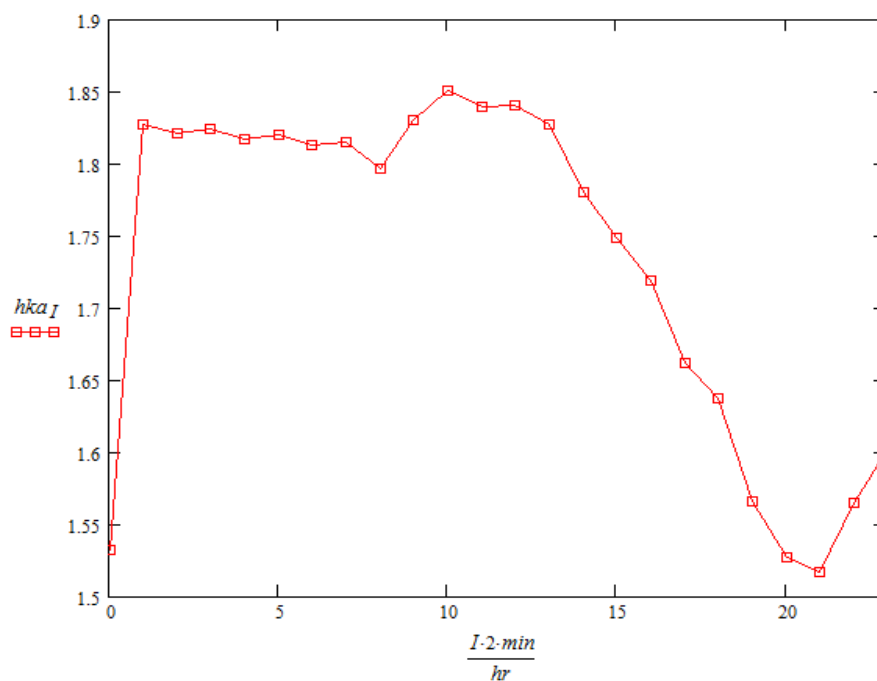


2-rasm. Chegaraviy shartlar uchun atrof temperaturasi (1) va tushayotgan yig'indi quyosh issiqlik nurlanishi(2)

Nazariy hisoblashlar Mathcad dasturida [3] amalga oshirilgan bo'lib, uning natijalari 3,4-rasmlarda keltirilgan.



3-rasm. Olingan quyosh suv chuchitgichining bir sutkalik temperatura o'zgarishi



4-rasm. Qurilmaning issiqlik uzatish koefitsiyenti

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, quyosh suv chuchitgichining nostatsionar issiqlik rejimi matematik modellashirildi, o'tkazilgan tadqiqotlar orqali, taklif etilayotgan turdagi quyosh suv chuchitgichining issiqlik-texnikaviy parametrlari aniqlandi.

ADABIYOTLAR:

1. Duffie J., Beckman W. *Solar engineering of thermal processes*. New York. Wiley, 1991. - 919p.
2. Versteeg H.K., Malalasekera W. *An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method*. England. Longman Group Ltd, 1995. - 257p.
3. Solodov A., Ochkov V. *Differential Models. An Introduction with Mathcad: Germany*. Springer Berlin Heidelberg, 2005. - 230p.
4. Liu D., Wu C., Linden K., Ducoste J. *Numerical simulation of UV disinfection reactors: evaluation of alternative turbulence models*. *Appl. Math. Modell.*, 31 (2007), pp. 1753 – 1769.

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО СМЕШАННОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Меражова Шахло Бердиевна,
доцент кафедры «Дифференциальные уравнения»

Бухарский государственный университет
s.b.merajova@buxdu.uz , shsharipova@mail.ru

Меражов Нурсайд Икром Угли,
Магистр Бухарского государственного университета
talabanursaidjon@gmail.com

Тураев Жахонгир Ферузишохович,
Магистр Бухарского государственного университета
jaxaraev99@gmail.com

Аннотация. Теория обратных и некорректных задач широко используется практически во всех областях науки, в частности, при решении таких практических задач, как:

- физика (квантовая механика, акустика, электродинамика и др.);
- геофизика (сейсморазведка, электроразведка, гравитация, магниторазведка и др.);
- медицина (рентгеновская томография, МРТ томография, УЗИ и т.д.);
- экология (диагностика состояния воздуха, воды, космический мониторинг и т.д.);
- экономика (теория оптимального управления, финансовая математика и др.)

В настоящее время актуально изучаются обратные задачи.

В данной статье рассмотрены в начале рассмотрены прямые задачи для одномерной модели интегро-дифференциального уравнения теплопроводности и колебания струны и приведен метод их решения, далее даётся постановка обратной задачи для смешанному интегро-дифференциальному уравнению.

Ключевые слова: интегро-дифференциальное уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение колебаний струны, смешанное интегро-дифференциальное уравнение, метод Фурье, прямая задача, обратная задача, корректная задача, некорректная задача, ряд Фурье.

ARALASH INTEGRO-DIFFERENSIAL BIR TENGLAMA UCHUN TESKARI MASALA

Annotatsiya. Teskari va nokorrekt masalalar nazariyasi fanning deyarli barcha sohalarida, xususan, quyidagi kabi amaliy masalalarni hal qilishda keng qo'llaniladi:

- fizika (kvant mexanikasi, akustika, elektrodinamika va boshqalar);
- geofizika (seysmik razvedka, elektr qidiruvi, tortishish kuchi, magnit razvedka va boshqalar);
- tibbiyot (rentgen-tomografiya, NMR-tomografiya, ultratovush va boshqalar);
- ekologiya (havo, suv holatini diagnostikasi, kosmik monitoring va boshqalar);
- iqtisodiyot (optimal boshqaruv nazariyasi, moliyaviy matematika va boshqalar)

Hozirgi kunda teskari masalarni o'rganish dolzarb hisoblanadi. Ushbu maqolada bir o'lchovli model integro-differensial issiqlik o'tkazuvchanlik va tor tebranish tenglamalari uchun dastlab to'g'ri masalalar qaralib, yechish usuli berilgan, so'ng aralash integro-differensial tenglama uchun teskari masala qo'yilgan.

Kalit so'zlar: integro-differensial tenglama, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi, tor tebranish tenglamasi, aralash integro-differensial tenglama, Furye usuli, to'g'ri masala, teskari masala, korrekt masala, nokorrekt masala, Furye qatori.

INVERSE PROBLEM FOR ONE MIXED INTEGRAL-DIFFERENTIAL EQUATION

Abstract. The theory of inverse and ill-posed problems is widely used in almost all areas of science, in particular, in solving such practical problems as:

- physics (quantum mechanics, acoustics, electrodynamics, etc.);
- geophysics (seismic prospecting, electrical prospecting, gravity, magnetic prospecting, etc.);
- medicine (X-ray tomography, MRI tomography, ultrasound, etc.);

- ecology (diagnostics of the state of air, water, space monitoring, etc.);
 - economics (optimal control theory, financial mathematics, etc.)
- Currently, inverse problems are being studied.

This article examines inverse problems for a one-dimensional model of the integro-differential equation of heat conduction and wave equations, and provides a method for solving them, then the formulation of the inverse problem for the mixed integro-differential equation is given.

Key words: integro-differential equation, the heat equation, the wave equation, mixed integro-differential equation, Fourier method, direct problem, inverse problem, well-posed problem, ill-posed problem, Fourier series.

Введение. Теория обратных и некорректных задач широко используется практически во всех областях науки, в частности, при решении таких практических задач, как:

- физика (квантовая механика, акустика, электродинамика и др.);
- геофизика (сейсморазведка, электроразведка, гравитация, магниторазведка и др.);
- медицина (рентгеновская томография, ЯМР томография, УЗИ и т.д.);
- экология (диагностика состояния воздуха, воды, космический мониторинг и т.д.);
- экономика (теория оптимального управления, финансовая математика и др.)

Представляет большой интерес как в практическом, так и в теоретическом отношении исследование обратных задач для параболических интегро-дифференциальных уравнений с интегральным членом типа свертки. К таким уравнениям в случае параболического уравнения приводят задачи распространения тепла в средах, где состояние среды в данный момент времени зависит от ее состояния во все предыдущие моменты времени. Обратным задачам определения правой части либо одного из коэффициентов параболического или гиперболического уравнения с дополнительной информацией разных видов посвящен ряд работ [2,4-6].

В настоящее время актуально исследование обратных задач [1,2,4-10]. В статье рассмотрена обратная задача определения источников тепла и колебания струны для одномерного модельного интегро-дифференциальных уравнений теплопередачи и колебания струны, приведен метод решения. Далее даётся постановка обратной задачи для смешанному интегро-дифференциальному уравнению.

Методика исследования.

В статье рассмотрена в начале обратная задача определения источников тепла для одномерного модельного интегро-дифференциального уравнения теплопередачи и приведен метод решения.

Рассмотрим следующую задачу:

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = \int_0^t K(\tau)u(x, t - \tau)d\tau + f(x), & t \in (0, T], \quad x \in (0, l), & (1) \\ u|_{t=0} = \varphi(x), & x \in (0, l) & (2) \\ u|_{x=0} = u|_{x=l} = 0, & t \in (0, T] & (3) \end{cases}$$

Определение 1. Решением задачи (1)-(3) назовем функцию $u(x, t)$ из класса $C([0, T] \times [0, l]) \cap C^1((0, T) \times (0, l)) \cap C_{x,t}^{2,1}((0, T) \times (0, l))$ и удовлетворяющую соотношениям (1)-(3).

Для решения задачи воспользуемся методом Фурье [3], для этого разложим функции $u(x, t)$, $\varphi(x)$, $f(x)$ в ряд по собственным функциям:

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(t) \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad (4)$$

$$\varphi(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad (5)$$

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n \sin \frac{\pi n}{l} x. \quad (6)$$

Подставив (4), (6) в (1), получим следующее обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$u'_n(t) + \left(\frac{\pi n}{l}\right)^2 u_n(t) = \int_0^t K(\tau)u_n(t - \tau)d\tau + f_n.$$

Введем следующие обозначения:

$$F(t) = \int_0^t K(\tau)u_n(t - \tau)d\tau + f_n. \quad (7)$$

В результате формируется задача Коши, которая применяется к уравнению теплопередачи:

$$\begin{cases} u'_n(t) + (\lambda_n^2)u_n(t) = F(t) & (8) \\ u_n(0) = \varphi_n & (9) \end{cases}$$

получим решение задачи (8), (9) в следующем виде:

$$u_n(t) = \int_0^t F(\tau) \cdot e^{-\lambda_n^2(t-\tau)} d\tau + \varphi_n e^{-\lambda_n^2 t}. \quad (10)$$

Поставим (7) в (10), где $\lambda_n = \frac{\pi n}{l}$, получим следующее интегральное уравнение:

$$u_n(t) = \int_0^t \left(\int_0^\tau K(\eta) u_n(t-\eta) d\eta + f_n \right) \cdot e^{-\lambda_n^2(t-\tau)} d\tau + \varphi_n e^{-\lambda_n^2 t}.$$

Решение полученного интегрального уравнения поставляем в (4), если полученный ряд равномерно сходится, тогда этот ряд является решением исходной задачи.

Теперь рассмотрим следующую задачу;

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = \int_0^t K(\tau) u(x, (t-\tau)) d\tau + f(x) & t \in (0, T], x \in (0, l), & (11) \\ u|_{t=0} = \varphi(x), \quad u_t|_{t=0} = \psi(x), & x \in (0, l), & (12) \\ u|_{x=0} = u|_{x=l} = 0, & t \in (0, T]. & (13) \end{cases}$$

Определение 2. Решением задачи (11)-(13) назовем функцию $u(x, t)$ из класса $C([0, T] \times [0, l]) \cap C^1((0, T) \times (0, l)) \cap C_{x,t}^{2,2}((0, T) \times (0, l))$ и удовлетворяющую соотношениям (11)-(13).

Для решение задачи (11)-(13) используем метод Фурье, т.е. неизвестную функцию и заданные функции $u(x, t)$, $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x)$ в ряд по собственным функциям:

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(t) \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad (14)$$

$$\varphi(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad (15)$$

$$\psi(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \psi_n \sin \frac{\pi n}{l} x, \quad (16)$$

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n \sin \frac{\pi n}{l} x. \quad (17)$$

(14)-(17) поставим в (11) и (12), получим следующую задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнению второго порядка;

$$u''_n(t) + (\lambda_n^2)u_n(t) = F(t), \quad (18)$$

$$u_n(0) = \varphi_n, \quad u'_n(0) = \psi_n, \quad (19)$$

где $\lambda_n = \frac{\pi n}{l}$, а $F(t)$ определяется как в (7).

Решение задачи (18)-(19) получим в следующем виде:

$$u_n(t) = \frac{l}{\pi n} \int_0^t F(\tau) \cdot \sin(\lambda_n(t-\tau)) d\tau + \varphi_n \cos(\lambda_n t) + \frac{l}{\pi n} \psi_n \sin(\lambda_n t). \quad (20)$$

Решение полученного интегрального уравнения поставляем в (14), если полученный ряд равномерно сходится, тогда этот ряд является решением исходной задачи.

Прямые задачи вида (1)-(3) или (11)-(13) и обратные задачи поставленные уравнениям вида (1) или (11) для более общего случая рассматривались в работах Д.К, Дурдиева, Ж.Д.Тотиевой, А.А. Рахмонова, У.Д. Дурдиева, З.Р. Бозорова, Ж.Ж. Жумаева и других (см. на пример [7-10]).

Приведём постановку обратной задачи для интегро-дифференциального уравнения смешанного типа.

Рассмотрим в области $G = \{(x, t): 0 < x < 1, -\alpha < t < \beta\}$, интегро-дифференциальное уравнение смешанного типа

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = \int_0^t K(\tau)u(x, t - \tau) d\tau + f(x), & t > 0, \\ u_{tt} - u_{xx} = \int_0^t K(\tau)u(x, t - \tau) d\tau + f(x), & t < 0. \end{cases} \quad (21)$$

где α, β - заданные положительные числа.

Поставим следующую задачу: найти в области G функции $u(x, t)$ и $f(x)$ удовлетворяющие уравнению (21) и следующим условиям:

краевые условия:

$$u|_{x=0} = 0 = u|_{x=1}, \quad -\alpha \leq t \leq \beta, \quad (22)$$

и считаем, что имеет место локальное условие:

$$u(x, -\alpha) = \varphi(x), \quad x \in [0, 1], \quad (23)$$

а также условия склейки при $t = 0$:

$$\lim_{t \rightarrow -0} u(x, t) = \lim_{t \rightarrow +0} u(x, t), \quad \lim_{t \rightarrow -0} \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = \lim_{t \rightarrow +0} \frac{\partial u(x, t)}{\partial t}, \quad x \in [0, 1], \quad (24)$$

здесь $\varphi(\cdot)$ - заданная достаточно гладкая функция.

Обозначим $G_+ = G \cap \{t > 0\}$, $G_- = G \cap \{t < 0\}$.

Соотношения (21)-(24) являются прямой задачей, т.е., если известны функции φ, f , то решение $u(x, t)$ может быть найдено из соотношений (21)-(24).

Определение 3. Решением задачи (21)-(24) назовем функцию $u(x, t)$ из класса $C(\bar{G}) \cap C^1(G) \cap C_{x,t}^{2,1}(G_+ \cup \{t = \beta\}) \cap C^2(G_- \cup \{t = -\alpha\})$ и удовлетворяющую соотношениям (21)-(24).

Теперь поставим обратную задачу в заданной области:

Обратная задача: Необходимо определить функцию $f(x)$, если о решении прямой задачи (21)-(24) известна следующая дополнительная информация:

$$u(x, \beta) = \psi(x), \quad x \in [0, 1]. \quad (25)$$

здесь $\psi(\cdot)$ - заданная достаточно гладкая функция.

Определение 4. Решением задачи (21)-(25) назовем функции $u(x, t)$ и $f(x)$ из класса $C(\bar{G}) \cap C^1(G) \cap C_{x,t}^{2,1}(G_+ \cup \{t = \beta\}) \cap C^2(G_- \cup \{t = -\alpha\})$ и $C[0, 1]$ соответственно, удовлетворяющая соотношениям (21)-(25).

Выводы. Теория обратных и некорректных задач широко используется практически во всех областях науки, в частности при решении практических задач. Поэтому в данной статье в начале исследованы прямые задачи, поставленные для интегро-дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типа и дается метод их решения.

В настоящее время актуально изучение обратных задач, поэтому приведена постановка обратной задачи, для смешанного интегро-дифференциального уравнения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. М.: Наука, 1984, 264с.
2. Дурдиев Д.К., Меражова Ш.Б. О решении обратных задач для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа: одномерный случай. // Бухоро давлат университети илмий ахборотномаси, 2015 йил, 2-сон, 2-6 бб.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Гостехиздат, 1953.
4. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибирское научное изд-во, 2009.
5. Меражова Ш.Б. О численном решении обратной задачи для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа по определению правой части уравнения. // Математические заметки СВФУ (Mathematical notes of NEFU), – 2022. Том 29(3), –С. 108–127. (3. SCOPUS. IF= 0.225)
6. Merajova Sh.B. Inverse source problem of determining the right side for equation of mixed parabolic-hyperbolic type: one-dimensional case. // Uzbek Mathematical Journal. – 2022. Volume 66(4). – P.93-104.

7. Дурдиев Д.К., Рахмонов А.А. Задача об определении двумерного ядра в системе интегро-дифференциальных уравнений вязкоупругой пористой среды // Сиб. журн. индустр. математики. 2020. Т. 23, № 2. С. 63–80.
8. Дурдиев Д.К., Тотиева Ж.Д. О глобальной разрешимости одной многомерной обратной задачи для уравнения с памятью // Сиб. мат. журн. 2021. Т. 62, № 2. С. 269–285.
9. Durdiev U.D. A problem of identification of a special 2D memory kernel in an integro-differential hyperbolic equation. //Eurasian journal of mathematical and computer applications, 7:2 (2019), pp. 4–19.
10. Durdiev U.D. An Inverse Problem for the System of Viscoelasticity Equation in the Homogeneous Anisotropic Media. //Journal of Applied and Industrial Mathematics – Springer, 13:4 (2019), pp. 1-8.

DIOFANT TENGLAMASI YECHIMINING PYTHON DASTURLASH TILIDAGI TALQINI

Shamsiddinova Maftunabonu Ulug'bek qizi

*Buxoro davlat universiteti "Amaliy matematika" yo'nalishi talabasi
shamsidinovamaftuna4@gmail.com*

Jumayev Jura Buxoro davlat universiteti dotsenti taqrizi asosida

Annotatsiya. Maqolada pedagogika oliy o'quv yurtlari talabalarining asosiy ta'lim va kasbiy qadriyatlarini shakllantirishga qaratilgan matematik tayyorgarligining mazmunli jihatlaridan biri bo'lgan Diofant tenglamalari va ularning dasturiy ta'minoti ko'rib chiqiladi. Muammo "Algebra va sonlar nazariyasi" faniga bog'liq holda yoritilgan bo'lib, uning asosiy maqsadi tegishli nazariy bilimlarni va amaliy usullarni o'zlashtirishdan iborat. Zamonaviy ta'lim sharoitida universal ta'lim harakatlarini shakllantirish, talabalarining kognitiv motivatsiyasini rivojlantirish masalalarining dolzarbligini hisobga olgan holda, ishda Diofant tenglamalarini (bir nechta o'zgaruvchini o'z ichiga olgan va butun sonlarda yechilgan algebraik tenglamalar) tuzish va ularni tezkor yechimini olishning dasturiy ta'minoti taklif etiladi. Diofant tenglamalarini yechish uchun dasturiy ta'minot sifatida hozirgi vaqtda pedagogika ta'lim yo'nalishlarida o'qitilayotgan Python dasturlash tili tanlangan.

Kalit so'zlar: asosiy ta'lim vositalari, tadqiqot faoliyati, ijodiy faoliyat, kognitiv motivatsiya, o'z-o'zini tarbiyalash, sonlar nazariyasi, kompyuter texnologiyalari, dasturlash tillari, Python dasturlash tili.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДИОФАНТА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Аннотация. В статье рассматриваются уравнения Диофанта и их программное обеспечение, который является одним из содержательных аспектов математической подготовки студентов педагогических вузов, направленной на формирование основных образовательных и профессиональных ценностей. Проблема объясняется в связи с наукой «Алгебра и теория чисел», основной целью которой является овладение соответствующими теоретическими знаниями и практическими методами. Учитывая актуальность вопросов формирования универсальных учебных действий, развития познавательной мотивации учащихся в современных условиях обучения, предлагается программное обеспечение для создания диофантовых уравнений (алгебраических уравнений, содержащих несколько переменных и решаемых в целых числах) и получения их быстрого решения. В качестве программного обеспечения для решения уравнений Диофанта был выбран язык программирования Python, который в настоящее время преподается в педагогическом образовании.

Ключевые слова: базовые средства обучения, исследовательская деятельность, творческая деятельность, познавательная мотивация, самообразование, теория чисел, компьютерные технологии, языки программирования, язык программирования Python.

INTERPRETATION OF THE SOLUTION OF DIOPHANT'S EQUATION IN THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Annotation. The article discusses Diophantus' equations and their software, which is one of the substantive aspects of mathematical training of students of pedagogical universities, aimed at the formation of basic educational and professional values. The problem is explained in connection with the science of "Algebra and Number Theory", the main goal of which is to master the relevant theoretical knowledge and practical methods. Considering the relevance of the issues of the formation of universal educational actions, the development of cognitive motivation of students in modern learning conditions, software is proposed for creating Diophantine equations (algebraic equations containing several variables and solved in integers) and obtaining their quick solution. The Python programming language, which is currently taught in teacher education, was chosen as the software for solving Diophantine equations.

Key words: basic teaching aids, research activities, creative activities, cognitive motivation, self-education, number theory, computer technologies, programming languages, Python programming language.

Kirish. Bilamizki, matematika fanini o'zining murakkabligi bilan ajralib turadi. Hozirgi kunda dolzarb bo'lgan murakkab tenglamalarni yechishni o'rganish bilan bog'liq muammolar, yechim topish yo'llari haqida ko'plab fikr yuritilgan. Biz oddiy tenglamalarni qanday yechish kerakligini allaqachon bilamiz va bugun biz bir nechta arifmetik amallarni bajarishingiz kerak bo'lgan murakkab tenglamalarni ham bajara olamiz. Lekin murakkab tenglamalarni yechish bizdan chuqurroq fikrlashni talab etadi.

Matematika kursini o'tishni ham ikki darajaga bo'lish mumkin: barcha o'quvchilar uchun asosiy, bilishi kerak bo'lgan va kuchaytirilgan, asosan, to'garaklarga va olimpiadalarga mo'ljallangan materiallar. Shunday tenglamalardan biri bu Diofant tenglamasi hisoblanadi [1].

Diofant tenglamasiga keladigan muammolar molekulyat fizika va organik ximiyada optimal strukturalarni izlashda va boshqa masalalarda uchraydi [2, 3]. Shuningdek, bunday tenglamalar bir qancha kompyuter algoritmlarida ham uchraydi. Masalan, RSA algoritmlarida raqamli imzolash va shifrlash kabi masalalarda [4, 5]. Shuningdek, Diofant tenglamalariga keladigan masalalar video mahsulotlarini qayta ishlashda, murakkab mashinalarni boshqarish tizimlarida ham uchraydi.

Bunday ko'rinishdagi tenglamalar iqtisod va ehtimollar nazariyasida ham uchraydi. Masalan, kimdadir 1000 so'm bor va u bu pulga 40 so'mlik qalamlar va 35 so'mlik ruchkalar sotib olmoqchi. Buni qaysi yo'llar bilan amalga oshirish mumkin?

Sharizoda shohga 1001 ta ertak aytib berishi kerak. Agar x kunda u 3 tadan, y kunda 5 tadan ertak aytsa, shu 1001 ertakni aytib berishi uchun necha kun kerak bo'ladi?

Yuqorida keltirilgan misollar kabi Diofant tenglamalariga keladigan masalalarni dasturlash tillaridan foydalanib tezgina yechish mumkin. Adabiyotlarda shunga o'xshash masalalarni yechish usullari ketirilgan bo'lsa-da [6,7,8], Diofant tenglamalarini Python dasturlash tilidan foydalanib yechishga bag'ishlangan nashrlar kam. Shuni e'tiborga olib, ushbu maqolada Diofant tenglamalari va ularning yechimlarini Pythonda olish dasturlari keltiriladi.

Diofant tenglamalarning to'liq tasnifini kimdir tuzib chiqa olishi haqiqatdan juda-juda yiroq bo'lgan jihatdir. Zero, bugungi kun matematikasi tadqiqotining barcha jabhalarini bitta inson ongining o'zi bilan qamrab olishning imkoni ham yo'q.

Metodika. Diofant tenglamalari, shunday tenglamalarki, ularda butun koeffitsiyentli bitta yoki bir nechta noma'lumlar qatnashadi va tenglamaning yechimi ham butun son bo'ladi. Shuning uchun ham Diofant tenglamalari fan olimpiadalarining turli bosqichlarida, xalqaro olimpiada topshiriqlarida alohida ahamiyatga ega.

Diofant tenglamalarining umumiy ko'rinishi:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

shaklda bo'ladi. Bu yerda f ifoda x_1, x_2, \dots, x_n o'zgaruvchilari butun sonlar bo'lganida butun qiymatlar qabul qiladi.

Tenglama III asrda yashagan yunon matematigi Diofant sharafiga shunday nomlangan. Diofant o'zining mashhur "Arifmetika" kitobida algebraik tenglamalarni yechish usullarini hamda sonlar nazariyasining asosiy usullarini bayon qilib G'arbda "algebraning otasi" degan nomga sazovor bo'lgan. Mazkur kitobda algebraik tenglamalarning butun yechimlarini topishga oid ko'pgina masalalar jamlangan.

Diofant tenglamalari 2 xil: chiziqli va yuqori darajali ko'rinishda beriladi. Tenglama shartiga ko'ra, natural yoki butun yechimlar topiladi.

Chiziqli diofant tenglamalarining ta'rifi quyidagicha:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$$

ko'rinishdagi tenglamalar chiziqli diofant tenglamalari deyiladi. Bu yerda $a_1, a_2, \dots, a_n, b \in \mathbb{Z}$. $n \geq 1$ va $a_1, a_2, \dots, a_n \neq 0$ deb faraz qilamiz.

Yuqori darajali Diofant aniqmas tenglamalarini butun sonlarda yechishning aniq usullari bo'lmasa-da, biz ba'zi usullar: qoldiqlar nazariyasidan, qisqa ko'paytirish formulalaridan hamda mantiqiy fikrlardan foydalanamiz.

Tadqiqot va natijalar. Diofant tenglamalarining ba'zi misollarini ko'rib o'tadigan bo'lsak, ko'pincha diofant tenglamalarini yechishda tenglikning birinchi qismi bir songa karrali qilib qolganlarini ikkinchi qismiga o'tkazib olinadi va ikkinchi qismi ham shu songa karrali bo'lganda to'g'ri deb tenglamaning yechimlari topiladi.

1-misol: Tenglamaning barcha natural x, y yechimlarini toping?

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{7}$$

Yechish: Bu tenglamaning yechimini xususiy holda $y=k*x$ ko'rinishida izlaymiz. Bunda k natural son hisoblanadi.

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{k * x} = \frac{1}{7}$$

$\frac{1}{x}$ ni qavsdan tashqariga olib chiqsak quyidagi ko`rinishga keladi:

$$\frac{1}{x} * \left(1 + \frac{1}{k}\right) = \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{x} * \left(\frac{k+1}{k}\right) = \frac{1}{7}$$

x o`zgaruvchini topib olamiz:

$$x = \frac{7 * (k+1)}{k}$$

Endi esa k ozod hadga xususiy qiymat berish orqali tenglamaning yechimini topamiz:

• k=1 qiymatni olganda, x o`zgaruvchimiz $7*(1+1)=14$ bo`ladi, y o`zgaruvchimiz esa $1*14=14$ qiymatga erishadi. Bundan kelib chiqadiki, tenglamamizning birinchi yechimi (14: 14) ekan.

• k=7 qiymatni olganda esa, x o`zgaruvchimiz $\frac{7*(7+1)}{7} = 8$ bo`ladi, y o`zgaruvchimiz esa $7*8=56$ qiymatga erishadi. Bundan kelib chiqadiki, tenglamamizning ikkinchi yechimini ham aniqladik (8: 56) ekan.

• $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{7}$ tenglamamiz x va y o`zgaruvchilarga nisbatan simmetrik bo`lgani uchun yechimlar o`rnini almashtirsak ham tenglamaning yechimini qanoatlantiradi. Demak, x=56 va y=8 ham ushbu tenglamaning yechimi bo`la oladi. Bundan kelib chiqadiki tenglamamizning uchinchi yechimini ham aniqladik (56: 8) ekan.

Javob: Tenglamning yechimlari 3 ta.Ular: (14;14) , (56;8) , (8;56) ga teng.

Yuqoridagi tenglamaning umumiy holini ko`radigan bo`lsak, ya`ni

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{b}$$

Ushbu umumiy ko`rinishdagi tenglamani yechimiz uchun avvallo, b ning tub yoki murakkab hollarini ko`rishimiz kerak bo`ladi. Bu yerda b ozod had va natural son. Va bu tenglama yechimi insonni fikrlashga jalb qiladi. Tenglama yechimini faqatgina xususiy holda topa olishimiz mumkin.

Tenglamalarni yechishning algoritmi - fikrlash qobiliyatini ishga solmasdan ham, tenglamani mexanik usul bilan yechish uchun tadbiiq qilsa bo`ladigan ketma-ketliklar usulidir. Boshqacha aytganda bu usulni masalan, kompyuterda amalga oshirsa bo`ladi. Masalan, yuqoridagi Diofant tenglamalari uchun yechim topishning algoritmlari mavjud. Endi esa Diofant tenglamalarning yechimini Python dasturlash tili orqali topamiz.

Dastur kodi:

```
for i in range(1,1000):
for j in range(1,1000):
if (1/i)+(1/j)==1/7:
print(i,j)
```

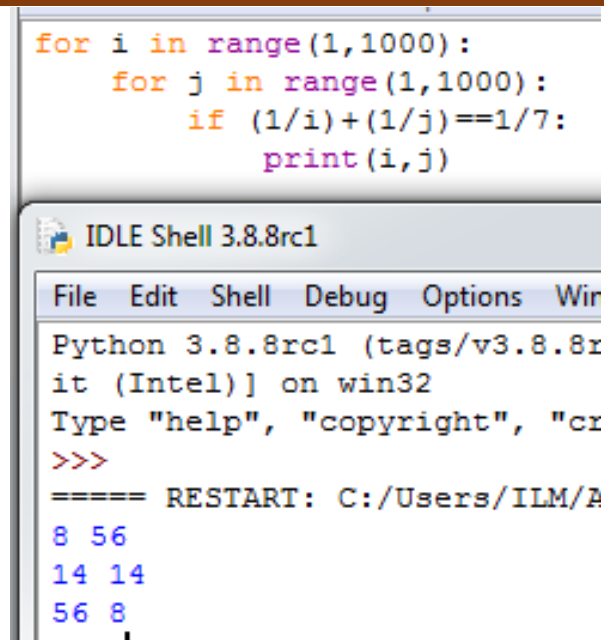
x va y o`zgaruvchilarni i va j lar orqali almashtirib oldik, for va if takrorlanuvchi operatorlardan foydalanib tenglamani yechdik.

Dastur natijasi:

```

for i in range(1,1000):
    for j in range(1,1000):
        if (1/i)+(1/j)==1/7:
            print(i,j)

```



```

IDLE Shell 3.8.8rc1
File Edit Shell Debug Options Win
Python 3.8.8rc1 (tags/v3.8.8rc1
it (Intel)] on win32
Type "help", "copyright", "cr
>>>
===== RESTART: C:/Users/ILM/A
8 56
14 14
56 8
...

```

1-rasm.

Javob: Dasturimiz yuqoridgidek tenglamning yechimlari 3 taligini va ular: (14;14) , (56;8) , (8;56) ga tenglari ko'rsatib berdi.

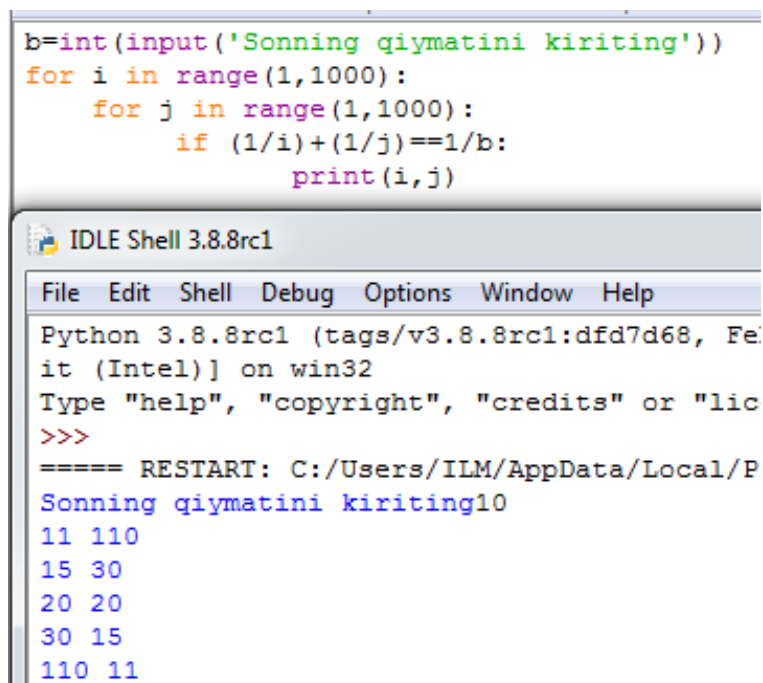
Umumiy holda olib dastur kodini tuzadigan bo'lsak, bunda b ning tub yoki murakkab bo'lishidan qat'iy nazar dastur kodi quyidagicha bo'ladi:

```

b=int(input("Iltimos sonning qiymatini kiriting"))
for i in range(1,1000):
    for j in range(1,1000):
        if (1/i)+(1/j)==1/b:
            print(i,j)

```

Dastur natijasi:



```

b=int(input('Sonning qiymatini kiriting'))
for i in range(1,1000):
    for j in range(1,1000):
        if (1/i)+(1/j)==1/b:
            print(i,j)

```

```

IDLE Shell 3.8.8rc1
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.8.8rc1 (tags/v3.8.8rc1:dfd7d68, Fe
it (Intel)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "lic
>>>
===== RESTART: C:/Users/ILM/AppData/Local/P
Sonning qiymatini kiriting10
11 110
15 30
20 20
30 15
110 11

```

2-rasm.

Javob: Tenglamning yechimlari 5 ta. Ular: (110;110) , (15;30) , (20;20), (30; 15), (110; 11) ga teng.

2-misol: Diofant tenglamasining butun yechimlari sonini toping?

$$(x^2 + 1)(y^2 + 1) + 2(x - y)(1 - xy) = 4(1 + xy)$$

Yechish: Tenglamani quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$x^2y^2 - 2xy + 1 + x^2 + y^2 - 2xy + 2(x-y)(1-xy) = 4$$

yoki $(xy-1)^2 + (x-y)^2 - 2(xy-1)(x-y) = 4$. Natijada quyidagi tenglamalarni hosil qilamiz:

$((xy-1)-(x-y))^2 = 4$ yoki $(x+1)(y-1) = \pm 2$

1-hol: $(x+1)(y-1) = 2$ bo'lganda quyidagi sistemalarni hosil qilamiz.

$$\begin{cases} x+1=2 \\ y-1=1 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=-2 \\ y-1=-1 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=1 \\ y-1=2 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=-1 \\ y-1=-2 \end{cases}$$

Bu sistemalarga mos ravishda quyidagi yechimlarga ega bo'lamiz:

$(1,2), (-3,0), (0,3), (-2,-1)$.

2-hol: $(x+1)(y-1) = -2$ bo'lganda quyidagi sistemalarni hosil qilamiz:

$$\begin{cases} x+1=2 \\ y-1=-1 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=-2 \\ y-1=1 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=1 \\ y-1=-2 \end{cases}; \quad \begin{cases} x+1=-1 \\ y-1=2 \end{cases}$$

Bu sistemalarning yechimlari mos ravishda $(1,0), (-3,2), (0,-1), (-2,3)$ bo'ladi. Bu ikki hol javoblarini birlashtirsak, yuqorida berilgan tenglamaning yechimlari: $(1,2), (-3,0), (0,3), (-2,-1), (1,0), (-3,2), (0,-1), (-2,3)$.

Endi esa, yuqoridagi tenglamamizning Python dasturlash tilidagi yechimini ko'ramiz, dastur kodi:

for i in range(-100,100):

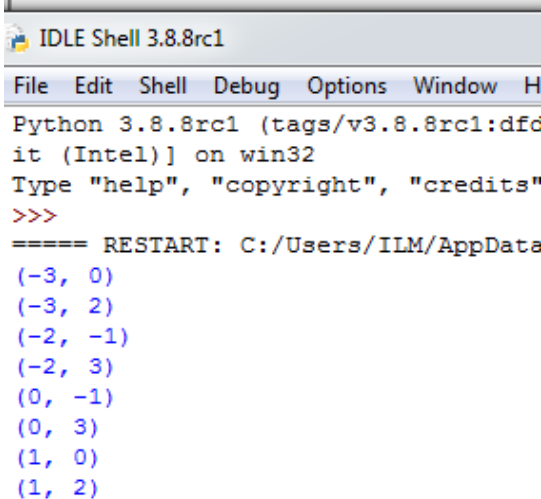
for j in range(-100,100):

if ((i*j-1)-(i-j))*2==4:

print((i,j))

Dastur natijasi:

```
for i in range(-100,100):
    for j in range(-100,100):
        if ((i*j-1)-(i-j))*2==4:
            print((i,j))
```



3-rasm.

Xulosa. Diofant tenglamalar ko'rinishdagi misollarni yechishda analitik ko'rinishini va bir necha xil usullarda ko'rib chiqdik. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, kompyuter mexanizmi bu murakkab tenglamaning ko'p holli yechimlarini umumiy 4 qator kod orqali chiqarib bera oldi.

Darslarni bunday vazifalar bilan to'ldirish, shubhasiz, ijodiy xarakterdagi muammolarni hal qilishda ularni amaliyotda qo'llash orqali darslarda olingan bilimlarning ahamiyatini oshirishga yordam beradi. Ushbu shartlarni bajarishga imkon beradigan maqolada keltirilgan kerakli tarkibni tanlash muayyan matematik muammo doirasida faol mustaqil tadqiqot faoliyatini amalga oshirish, olingan faktlarni tahlil qilish va o'z harakatlarining natijalarini bashorat qilish imkonini beradi va nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash imkoniyatini amalga oshiradi.

Bundan tashqari, bunday muammolarni hal qilish qobiliyati talabalarning kelajakdagi kasbiy faoliyatida qo'l keladi. Berilgan topshiriqlar misollari son-nazariy materialni o'rganish misolidan foydalanib, talabalarni yangi bilim, ko'nikma va ularni maqsadli qo'llashga qaratilgan mustaqil faoliyatga qanday jalb qilish mumkinligini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR:

1. Хамов Г.Г., Тимофеева Л.Н. Диофантовы уравнения как средство формирования практико-ориентированной деятельности будущего учителя математики//Ярославский педагогический вестник. 2018 – № 3, с.94-100. DOI 10.24411/1813-145X-2018-10071.
2. Хамов, Г. Г., Тимофеева, Л. Н. Использование диофантовых уравнений как средств совершенствования учебной деятельности студентов в обучении математике [Текст] / Г. Г. Хамов, Л. Н. Тимофеева // Вестник Поморского университета. Научный журнал. – Архангельск : Изд-во ПГУ им. М. В. Ломоносова. – 2011. – № 6. – С. 151–156
3. Хамов, Г. Г., Тимофеева, Л. Н. Исследовательские задания как средство активизации самостоятельной познавательной деятельности будущих учителей математики [Текст] / Г. Г. Хамов, Л. Н. Тимофеева // Перспективные научные исследования – 2015 : материалы XI Международной научно-практической конференции (17–25 февраля 2015). – София : Изд-во Бял ГРАД–БГ, Республика Болгария. – 2015. – Том 6. – С. 89–93.
4. Хамов, Г. Г., Тимофеева, Л. Н. Методика конструирования арифметических задач при изучении теоретико-числовых тем [Текст] / Г. Г. Хамов, Л. Н. Тимофеева // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 3. – С. 84–87.
5. Хамов, Г. Г., Тимофеева, Л. Н. О совершенствовании профессиональной подготовки будущего учителя математики [Текст] / Г. Г. Хамов, Л. Н. Тимофеева // Международный научноисследовательский журнал. – 2016. – № 1 (43). – Ч. 4. – С. 57–60.
6. Жумаев Ж., Опокина Н.А. Решение математических задач в пакетах математических программ Maxima и MathCAD. Учебное пособие. Казань: КФУ, 2021. – 228 с. <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/163784>
7. Жумаев Ж. Математические системы. Учебное пособие. . Бухара. «Дурдона», 2021. 272 с. https://uniwork.buxdu.uz/resurs/13227_2_2FA64A06631D55B30DC339F1369E0FDD01AB4279.pdf
8. Jumayev J. Transport masalasini MathCAD tizimida yechish// BuxDU ilmiy axboroti, 2022, № 6, 27-31 betlar https://journal.buxdu.uz/index.php/journals_buxdu/article/view/8701
9. Jumayev J., Shamsiyeva N.R.Chiziqli dasturlash masalasini simpleks usulda yechishning kompyuterli modeli// Pedagogik mahorat, maxsus son, 2022 yil, dekabr, 86-90 betlar. https://conf.buxdu.uz/files/PM_maxsus_son_2022_dekabr.pdf#page=87

УДК 621.1.074

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОРТАТИВНОГО ДОЗИМЕТРА НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ЯДЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Муминов Рамизулла Абдуллаевич,
академик, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник
Физико-технического института НПО
“Физика-Солнце” АН РУз,

Саймбетов Ахмет Куванчбекович,
к.ф.-м.н. Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Казахстан.

Тошмуродов Ёркин Кахрамонович,
д.т.н., доцент Каршинский государственный университет
Явкочлиев Махмуджон Отамуродович,
ассистент, Каршинский государственный университет

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические особенности изготовления больших размеров полупроводниковых Si(Li) детекторов больших размеров для регистрации ядерных излучений (резка, шлифовка, химическая обработка, полировка, подготовка кристаллов к диффузии лития, диффузия и дрейф ионов лития, получение омического контакта) и описывается разработка дозиметрического прибора с использованием детекторов, предназначенных для регистрации ядерного излучения. Также разработана маршрутная карта для изготовления полупроводниковых Si(Li) детекторов больших размеров. Показана сложность технологических процессов изготовления полупроводниковых детекторов на основе Si(Li) p-i-n - структуры.

Ключевые слова: дозиметр, полупроводниковый детектор, монокристаллический кремний, диффузия, дрейф, выравнивающий дрейф, резка, шлифовка, химическая обработка, полировка, высокоомный кремний, мертвый слой, i-область, p-i-n структура, диффузионно-дрейфовая компенсация.

KREMNIY YADRO RADIATSIYA DETEKTORLARI ASOSIDA KO‘CHILISH DOZIMETRNI ISHLAB CHIQRISH

Annotatsiya. Ushbu maqolada katta o'lchamli yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi yarimo'tkazgich Si(Li) detektorlarini tayyorlashning texnologik xususiyatlarni (kesish, silliqdash, kimyoviy ishlov berish, polishing, litiy diffuziyasi uchun kristallarni tayyorlash, litiy ionlarining diffuziya va dreyfi, omik kontakt olish) ko'rib chiqilgan va yadro nurlanishini qayd etish uchun mo'ljallangan detektorlardan foydalangan holda dozimetrik qurilmani ishlab chiqilgani tasvirlangan. Shuningdek, katta o'lchamli yarimo'tkazgich Si(Li) detektorlarining tayyolanish marshrut kartasi ishlab chiqilgan. Yarimo'tkazgich Si(Li) p-i-n- tuzilmali asosidagi detektorlarini tayyorlashdagi texnologik jarayonlarning qiyinchiliklari ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: dozimetr, yarimo'tkazgich detektor, monokristalli kremniy, diffuziya, drift, tekislash drift, kesish, silliqdash, kimyoviy ishlov berish, sayqallash, yuqori omli kremniy, o'lik qatlam, i-qarlam, p-i-n tuzilmalar, diffuziya-drift kompensatsiyasi.

DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF A PORTABLE DOSIMETER BASED ON SILICON NUCLEAR RADIATION DETECTORS

Abstract. This article discusses the technological features of the manufacture of large-sized semiconductor Si(Li) detectors of large sizes for the registration of nuclear radiation (cutting, grinding, chemical processing, polishing, preparation of crystals for lithium diffusion, diffusion and drift of lithium ions, obtaining ohmic contact) and describes the development of a dosimeter device using detectors designed for the registration of nuclear radiation. A route map has also been developed for the manufacture of semiconductor Si(Li) detectors of large sizes. The complexity of technological processes for manufacturing semiconductor detectors based on Si(Li) p-i-n structure is shown.

Key words: dosimeter, semiconductor detector, monocrystalline silicon, diffusion, drift, leveling drift, cutting, grinding, chemical processing, polishing, high-resistance silicon, dead layer, i-region, p-i-n structures, diffusion-drift compensation.

Введение. Под радиационной безопасностью понимается состояние защищенности настоящего и будущего поколения людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения [1-2]. Радиационной безопасностью- является охрана здоровья населения, включая лиц, работающих с техногенными источниками излучений, от вредного действия ионизирующего излучения путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, в науке и медицине [3].

Для оценки и прогнозирования радиационной обстановки и принятия на их основе решений по защите от воздействия излучения необходимо, как можно более полную информацию о радиационных параметрах, характеризующих радиационную обстановку [4]. Одним из основных путей получения такой информации является организация эффективной системы радиационного контроля. Дозиметр может использоваться в автономном режиме.

Полупроводниковый материал для идеального детектора должен характеризоваться малой собственной концентрацией свободных носителей тока при комнатной температуре, то есть иметь широкую запрещенную зону. Это необходимо для того, чтобы обеспечить без охлаждения малые обратные токи, шумы и создать протяженную чувствительную область большого объема [5]. Кроме того, в материале свободные носители тока должны иметь высокие времена жизни и подвижности, в области объемного заряда малой концентрации центров захвата, рекомбинации и выдерживать высокие электрические поля, чтобы получить энергетическое разрешение не более 200-300 эВ [6].

Материалы и методы. Регистрация высоких уровней радиации, радиационный мониторинг окружающей среды, обеспечение экологической безопасности стран мира являются важнейшей проблемой для всего человечества. Однако, при разработке и изготовлении детекторов необходимо решить ряд технологических проблем, в том числе, связанных с требованиями малых токов утечки при использовании высокоомного кремния, обеспечением бездефектной структуры на больших площадях [7].

Для оценки и прогнозирования радиационной обстановки и принятия на их основе решений по защите от воздействия излучения необходимо, как можно более полную информацию о радиационных параметрах, характеризующих радиационную обстановку. Одним из основных путей получения такой информации является организация эффективной системы радиационного контроля (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид установки дозиметра

Для разработки дозиметров выбрали из промышленного кремния р-типа с удельным сопротивлением ($\rho = 0,5 \div 8$ кОм·см), концентрацией кислорода ($N_{O_2} \sim 10^{16}$ см³), временем жизни носителей ($\tau = 600 \div 1500$ мкс) и др. [8].

Проблемы технологического характера для детекторов ядерного излучения вообще достаточно сложные, а для детекторов больших размеров тем более. По сравнению с другими полупроводниковыми приборами- диодами, транзисторами, тиристорами и т.д. к детекторным структурам предъявляются очень жесткие требования относительно их токовых, зарядовых, емкостных, шумовых, спектрометрических, временных характеристик, а также одинаковости идентификации ионизирующего излучения независимо от его попадания в любую точку большой площади чувствительной области ППД. В этой связи необходимы глубокие всесторонние исследования технологических процессов, обусловленных эффектами больших размеров

полупроводникового кристалла для формирования требуемых детекторных структур типа р-п или р-і-п переходами. Известно, что для детекторных структур тыльный р-п переход должен быть резким и находится близко к поверхностному слою, для обеспечения тонкого входного окна, то есть тонкого “мертвого слоя”. Базовая і-область должна обладать очень высоким удельным сопротивлением для обеспечения полного ее обеднения, при напряжениях обратного смещения, приложенного на р-і-п структуру. При формировании р-і-п структур на монокристаллах кремния большого диаметра возникают особенности физических процессов диффузии, дрейфа, а также контактных явлений, которых необходимо изучить и разработать технологические пути управления ими. Особую сложность представляет защита (пассивация) поверхности кристалла, установление в корпус и герметизация. Еще одним важным технологическим процессом является напыление золотого токосъемного контакта по всей поверхности детектора такой толщины, чтобы потери за счет поглощения ионизирующего излучения на нем были минимальными и пропускание тока максимальной. Толщина этого золотого покрытия по всей большой площади детектора должна быть равномерной [9].

Практические исследования. Исходя из вышеизложенного нами разработан технологический маршрут рис.2. для получения ППД больших размеров на разработке портативного дозиметра, в частности:



Рис. 2. Технологическая маршрутная карта изготовления Si (Li) детекторов для разработки портативного дозиметра

1. Разработаны динамические вращательные методы травления кремниевых пластин диаметров до 110 мм обеспечивающие их плоскопараллельность с точностью $\pm 1 \div 2\%$.

2. Разработаны методы диффузии лития на монокристаллические кремниевые пластины больших размеров, обеспечивающие резкое падение распределения его концентрации после определенной задаваемой глубины проникновения.

3. Разработан многоступенчатый режим процесса дрейфа ионов лития на кремниевые пластины диаметром до 110 мм для обеспечения высокооднородной компенсации чувствительной области детектора.

4. Развита научно-обоснованные методы акустостимулированных процессов по оптимизации эксплуатационных характеристик кремний-литиевых детекторов ядерного излучения с большой площадью их чувствительной области.

5. Изготовлены высокоэффективные кремний литиевые детекторы площадью каждая с не менее 60 см², со следующими электрофизические и радиометрические параметрами: $U_{обр} \approx 50-200V$, темновой ток $I_{тем} \approx 1 \div 4$ мкА, емкость $C = 200 \div 1000$ пФ, эффективность регистрации 30÷35%, эквивалент шума $E_{ш} \approx 30 \div 50$ кэВ, энергетическое разрешение по ЭВК ^{207}Bi , $R_p = 40 \div 90$ кэВ. На рис. 3 а, б, в. показано ВАХ, ВФХ, ВШХ и спектрометрические характеристики (рис. 3).

На основе вышеизложенной технологии разработаны и изготовлены Si(Li) p-i-n детекторы больших площадей, ряд приборы на их основе [10].

Радон – радиоактивный газ естественного происхождения, выделяемый из земли. Его концентрация повышена в сейсмически активных регионах. Измерения концентрации радона необходимы в целях сохранения здоровья, чистоты окружающей среды, экологии и прогноза землетрясений

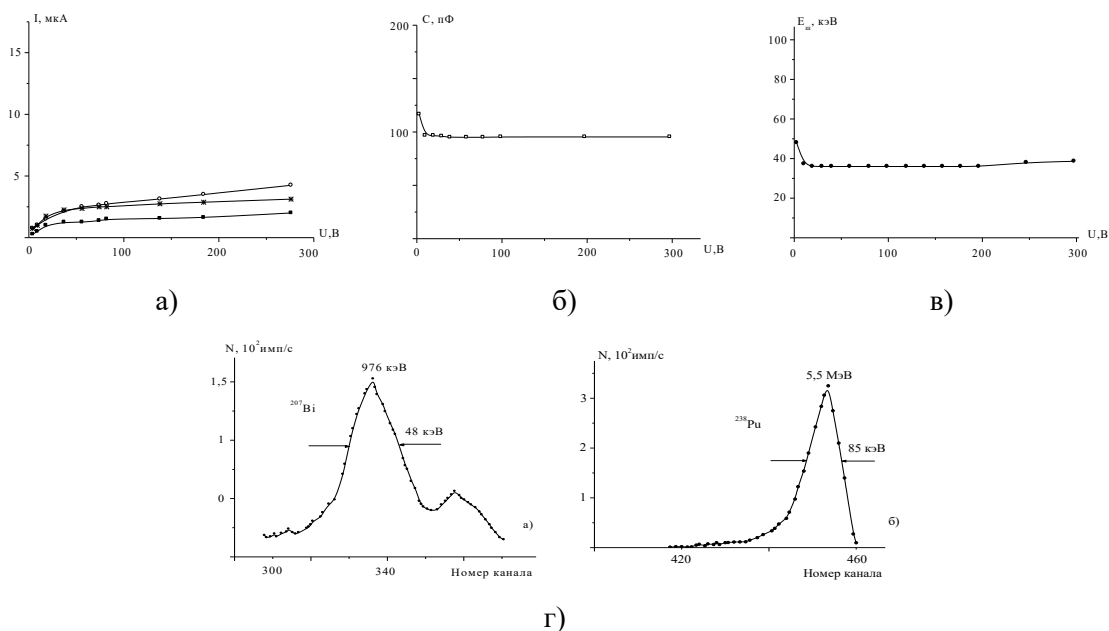


Рис. 3. а)- ВАХ, б)- ВФХ, в) ВШХ и г) - амплитудные спектры Si(Li) p-i-n детекторов ($\Phi_i = 110$ мм, $W = 4$ мм)

Дозиметр радона предназначен для проведения измерений объемной активности (ОА) радона-222 и количества распадов ^{216}Po (ThA) в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе в пределах эксплуатационных параметров дозиметра.

Установка может быть использована для измерения интенсивности активных препаратов в геологических, археологических, биологических исследованиях, при контроле окружающей среды, а также для определения собственного фона различных технологических и конструкционных материалов [11].

С учетом проведенных исследований электрических и спектрометрических характеристик разработаны технологические режимы диффузионно-дрейфовой компенсации (литием) низкоомных ($\rho \approx 10$ Ом×см) монокристаллов кремния, выращенных по методу Чохральского, и изготовлена партия спектрометрических и счетных детекторов с площадью чувствительной области ≥ 30 см². Энергетическое разрешение детекторов составило 30÷50 кэВ по линии $E_\beta = 976$ кэВ ЭВК ^{207}Bi . Эффективность регистрации 30÷35%.

Выводы. Таким образом, в результате исследования и проведения технологических работ для получения ППД больших размеров нами разработан способ изготовления дозиметров на основе Si(Li) p-i-n структур.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В. П. Михеев, А. В. Просандеев Датчики и детекторы Ученое пособие Москва-2007 г. С. 141-151.

2. P.A. Muminov, S.A. Radzhanov, E.K. Toshmurodov, B.C. Radzhanov Особенности технологии формирования Si(Li) p-i-n –детекторов ядерного излучения больших размеров *Computationalnanotechnology – 2016. № 1. Стр. 62-66.*
3. Ю.К. Акимов Кремниевые детекторы излучения ПТЭ. –Москва, 2007. - №1. - С. 5-34.
4. V. N. Murashev, S. A. Legotin, O. M. Orlov, A. S. Korol'chenko, and P. A. Ivshin A Silicon Position Sensitive Detector of Charged Particles and Radiations on the Basis of Functionally Integrated Structures with Nano Micron Active Regions *Instruments and Experimental Techniques, 2010, Vol. 53, No. 5, pp. 657–662.*
5. Yu.B. Gurov, S.L. Katulina, S.V. Rozov, V.G. Sandukovsky and J. Yurkowski Planer Si(Li) detectors with a large active volume *Instruments And Experimental Techniques - 2010 Vol. 53, No. 1, pp. 36–38.*
6. D.L. Volkov, D.E. Karmanov, V.N. Murashev et al. A new position-sensitive silicon pixel detector based on bipolar transistors *Instruments and Experimental Techniques - 2009 Vol. 52, No. 5, pp. 655–664.*
7. S.A. Radzhanov A Versatile Spectrometer Based on a Large-Volume Si(Li) p-i-n Structure *Instruments and Experimental Techniques. - New York, 2007, Vol. 50, No. 4, pp. 452-454.*
8. Yo.K. Toshmurodov Position-sensitive detectors of nuclear radiation and a study of their current–voltage characteristic *Instruments and Experimental Techniques - New York 2017 Vol. 60, No. 4, P. 605–607.*
9. A.K. Saymbetov, R.A. Muminov, N.M. Japashov, Yo.K. Toshmurodov Physical processes during the formation of silicon-lithium p-i-n structures using double-sided diffusion and drift methods. *Journal materials 2021. Vol. 14. Iss. 18. PP. 5174 (15).*
10. P.A. Muminov, A.K. Саймбетов, E.K. Тошмуродов, M.O. Явкочлиев Процесс выравнивающий дрейф для разработки полупроводникового координатно-чувствительного детектора. *Журнал Физика полупроводников и микроэлектроника 2020, том 2, выпуск 2. Стр. 31-37.*
11. A.K. Саймбетов Особенности влияния границы раздела и протяженности области объемного заряда на электрофизические характеристики детекторных структур Автореф. Дис. кан. к.ф.-м.н. - Ташкент: 2010. С. 4-18.

ЭКСИТОННЫЙ МЕХАНИЗМ ДВУХФОНОННОЕ РЕЗОНАНСНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЙЯНИЕ СВЕТА В КВАНТОВОЙ ЯМЕ

Азимов Уктам Ибодуллаевич ,

Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий, Узбекистан. г. Самарканд,

azimovuktam14031983@gmail.com

Эгамбердиев Ислом Малик ўгли,

Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека. Узбекистанаг. Самарканд, улица Лолазор

47egamberdiyevislom0360@gmail.com

Парманов Жамишид Тогаймуродович,

Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека. Узбекистанаг. Самарканд, улица Лолазор

Каршибойев Шавкат Эсирганович,

Узбекско-Финляндский педагогический институт Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

shavkat.qarshiboyev.89@bk.ru

Аннотация. Развита теория экситонного механизма двухфононного резонансного комбинационного рассеяния света (2ФРКРС) в квантовой яме. Показано, что экситонный канал 2ФРКРС приводит к резкому усилению ($\alpha_0^{-3}/\ln^2\alpha_0$ раз, где α_0 - безразмерная константа экситон-ЛО-фононного взаимодействия) сечения 2ФРКРС по сравнению с аналогичным процессом в объемном полупроводнике. Это усиление обусловлено возможностью реального испускания ЛО-фонона в экситонном канале.

Ключевые слова: Экситон, фонон, резонанс, комбинационное рассеяние света, квантовая яма.

EXCITONIC CHANNEL OF TWO-PHONON RESONANT RAMAN SCATTERING IN A QUANTUM WELL

Abstract. The theory of the exciton mechanism of two-phonon resonance combination scattering (2FRKS) of light was developed in the quantum medium. The exciton mechanism of 2FRKS shows that the 2FRKS scattering cross section strongly exceeds (times, where is the dimensionless magnitude of the exciton-LO-phonon coupling) compared to the same process in a bulk semiconductor. This increase is connected with the possibility of real release of LO-phonon, which occurs in the exciton mechanism.

Key words: Exciton, phonon, resonant, Raman scattering, quantum well.

KVANT O'RASIDA YORUG'LIKNING IKKI FONONLI REZONANS KOMBINASIYON SOCHILISHINING EXSITON MEKANIZMI

Annotasiya. Kvant o'rasida yorug'likning ikki fononli rezonans kombinasiyoni sochilishining (2FRKS) eksiton mexanizmi nazariyasi ishlab chiqilgan. 2FRKS-ning eksiton mexanizmi 2FRKS sochilish kesimining hajmiy yarimo'tkazgichdagi xuddi shunday jarayonga nisbatan kuchli ($\alpha_0^{-3}/\ln^2\alpha_0$ marta, bu erda α_0 - eksiton - LO - fonon bog'lanishining o'lchamsiz kattaligi) oshib ketishi ko'rsatilgan. Bu kuchayish eksiton mexanizmida yuz beradigan LO - fononning real chiqarilish imkoniyati bilan bog'langan.

Kalit so'zlar: Eksiton, fonon, rezonans, yorug'likning kombinatsion sochilishi, kvant o'ra.

Введение

Теоретические исследования процессомногофононное резонансное комбинационное рассеяние света (МФРКРС) в объемном полупроводнике показали, что в сечение рассеяния дают вклад процессы двух типов: рассеяние через промежуточные состояния свободных электронно-дырочных пар (ЭДП) и через экситонные состояния [1].

Процессы с участием горячих экситонов Ванье -Мотта изучались в случае объемного полупроводника в ряде работ (см.[2] и ссылки в ней). Качественно этот канал рассеяния можно

описать следующим образом. При поглощении кванта возбуждающего света непрямым образом с одновременным испусканием LO- фонона рождается горячий экситон. Затем экситон совершает каскад из $N-2$ переходов через реальное промежуточное состояние с испусканием $N-2$ LO- фононов и, наконец, непрямым образом аннигилирует, испуская квант вторичного излучения $\hbar\omega_s$ и последний фонон. При взаимодействии с LO- фононами вероятность испускания электроном $N-1$ фононов не зависит от безразмерной фреilihовской константы связи - α_0 . Отсюда следует, что вклад в сечении МФКРС процессов с участием горячих экситонов Ванье - Мотта оказывается пропорциональным α_0 .

Методология исследования

Рассмотрим второе фононное повторение, когда частоты возбуждающего света ω_l и частота рассеянного света ω_s связаны условием $\omega_s = \omega_l - 2\omega_{LO}$ (где ω_{LO} - частота объемных продольных оптических фононов (LO – фононов)). В этом случае для тензора рассеяния получим

$$S_{\beta\gamma\beta'\gamma'} = S_{\beta\gamma\beta'\gamma'}^{(0)}(S_1 + S_2), \tag{1}$$

где

$$S_{\beta\gamma\beta'\gamma'}^{(0)} = (\pi\hbar^6\omega_s^2\omega_l^2)^{-1}(\hbar\omega_{LO})^4(2d/\pi a_0)^4 J_{\beta} J_{\gamma} J_{\beta'}^* J_{\gamma'}^* \delta(\omega_l - \omega_s - 2\omega_{LO}) \tag{2}$$

$J_{\gamma} = (e/m_0)P_{cv,\gamma}m_0$ - масса свободного электрона; $P_{cv,\gamma}$ - проекция межзонного матричного

элемента импульса, вычисленного на блоховских модулирующих множителях

$a_0 = \epsilon\hbar^2/\mu e^2$ - есть борковский радиус экситона, ϵ - диэлектрическая проницаемость материала

квантовой ямы, e - заряд электрона, μ - приведенная эффективная масса, d - толщина ямы. Скалярные функции S_1 и S_2 представляют собой одно- и двукратные суммы по квантовым числам размерного квантования

$$S_1 = \alpha_0^2 \sum_n \int_0^\infty K d K I^2(K, n) [(1 + \alpha_v)^{-3/2} - (1 + \alpha_c)^{-3/2}]^4 \times |G(n, n, K, \omega_l - \omega_{LO})|^2 |G(n, n, 0, \omega_l)|^2 |G(n, n, 0, \omega_s)|^2, \alpha_{v(c)} = (\alpha_0 m_{v(c)} / 4 m_e) K, \tag{3}$$

$$S_2 = \alpha_0^2 \sum_{\substack{n, n' \\ n > n'}} \int_0^\infty K d K I^2(K, n, n') \{ |G(n, n', K, \omega_l - \omega_{LO})|^2 \chi(n, n', \omega_l) \times \\ \times \chi(n, n', \omega_s) + |G(n', n, K, \omega_l - \omega_{LO})|^2 \chi(n', n, \omega_l) \chi(n, n', \omega_s) \}, \tag{4}$$

Функции $\chi(n, n', \omega)$, $I(K, n)$, $I(K, n, n')$ имеют вид

$$\chi(n, n', \omega) = (1 + \alpha_v)^{-3} |G(n, n, 0, \omega)|^2 + (1 + \alpha_c)^{-3} |G(n', n', 0, \omega)|^2 \tag{5}$$

$$I(K, n) = \left(\frac{2}{x} + \frac{1}{b_n^2 + x^2} \right) \left\{ 1 - \frac{2b_n^4 [1 - \exp(-x)]}{x(b_n^2 + x^2)(2b_n^2 + 3x^2)} \right\}, b_n = 2\pi n; \tag{6}$$

$$I(K, n, n') = [\pi^2(n - n')^2 + x^2]^{-1} + [\pi^2(n + n')^2 + x^2]^{-1} x = K d. \tag{7}$$

В S_1 и S_2 функция Грина $G(n, n, 0, \omega_l)$ соответствует прямому рождению экситона, а $G(n, n, 0, \omega_s)$ - прямой его аннигиляции. Эти процессы могут иметь место, только если $K = 0$.

$$|G(n, n, 0, \omega)|^2 = \left[(\omega - \omega'_g - n^2 \omega_\mu)^2 + \gamma^2 \right]^{-1}, \omega_\mu = \omega_c + \omega_v - \omega'_g = \omega_g - \Delta\omega. \tag{8}$$

Функция Грина $G(n, n', K, \omega_l - \omega_{LO})$ соответствует испусканию фонона на экситоне как для случая рассеяния в одной и той же зоне ($n = n'$), так и для случая перехода в другую зону ($n \neq n'$). Если квадрат модуля равен

$$|G(n, n', K, \omega_l - \omega_{LO})|^2 = \left[\left(\omega_l - \omega_{LO} - \omega'_g - \omega_c n^2 - \omega_v n'^2 - \frac{\hbar K^2}{2m_g} \right)^2 + \gamma^2 \right]^{-1}. \tag{9}$$

$$|G(n, n, K, \omega_l - \omega_{LO})|^2 = \frac{2\pi}{\gamma} \delta \left(\omega_l - \omega_{LO} - \omega'_g - n^2 \omega_\mu - \frac{\hbar K^2}{2m_g} \right). \tag{10}$$

Тогда в области частот $\omega_l^{(2)}$

$$S_1 = \frac{2\pi\alpha_0^2 m_g}{\gamma \hbar} \sum_n I^2(K_0, n) [(1 + \alpha_v)^{-3/2} - (1 + \alpha_c)^{-3/2}]^4 |G(n, n, K, \omega_l)|^2 |G(n, n, 0, \omega_s)|^2$$

$$K_0 = \sqrt{2m_g/\hbar} \sqrt{\omega_l - \omega_{LO} - \omega'_g - n^2 \omega_\mu}$$

т.е. $S_1 \sim \alpha_0$. Если $\omega_l = \omega_l^{(3)} = \omega'_g + n^2\omega_{LO} + 2\omega_{LO}$ (частота соответствующая прямой аннигиляции), то $|G(n, n, 0, \omega_l^{(3)})|^2 \sim \gamma^{-2}$ и $S_1 \sim \alpha_0^{-1}$. Таким образом, на частотной зависимости $S_1(\omega_l)$ имеются два пика: более слабый $S_1(\omega_l^{(1)}) \sim \alpha_0^0$, соответствующий реальному прямому рождению экситона, и сильный пик $S_1(\omega_l^{(3)}) \sim \alpha_0^{-1}$, соответствующий реальной прямой аннигиляции.

Частотная зависимость S_2 отличается от частотной зависимости S_1 тем, что на частоте $\omega_l^{(1)} S_2 \sim \alpha_0^{-1}$, в то время как $S_1 \sim \alpha_0^0$. Дело в том, что функция $|G(n, n', K, \omega_l - \omega_{LO})|^2$ может быть аппроксимирована δ -функцией на частотах $\omega_l^{(4)} \geq \omega'_g + \omega_c n^2 + \omega_v n^2 \omega_{LO}$.

Рассмотренный выше экситонный механизм двухфононного РКРС приводит к резкому возрастанию сечения рассеяния (тензор рассеяния $S_{\beta\gamma\beta'\gamma'} \sim \alpha_0^{-1}$ на резонансных частотах возбуждающего света) по сравнению с ЭДПами в качестве промежуточных состояний ($S_{\beta\gamma\beta'\gamma'} \sim \alpha_0^2 \ln^2 \alpha_0$). Таким образом, имеет место увлечение рассеяния в $\alpha_0^{-3} / \ln^2 \alpha_0$ раз. Отсюда можно сделать вывод, что в квазидвумерной электронной системе экситонный механизм двухфононного РКРС является преобладающим. Этот вывод представляется оправданным именно для двухфононного рассеяния, когда экситон фигурирует только в акте непрямого рождения (или не прямой аннигиляции) и однократного испускания LO – фонона.

Приводится формула для сечение рассеяния света. Рассматриваются фейн-мановские и зонные диаграммы, дающие вклад в КРС связанные с переходами между размерно-квантованными уровнями. Вычислены дифференциальные сечения КРС для квантовых проволок прямоугольной и цилиндрической форм. Показано, что дифференциальное сечение КРС в обоих случаях анизотропно. Сечение КРС квантовой проволоки прямоугольной формы имеет квадратичный резонанс на частотах $\omega_s = \pi^2 (E_0 / \hbar) \left(\frac{m_0}{m_h} \right) (n_s^2 - n_h^2)$ (где, $E_0 = (\hbar^2 / 2m_0 d^2)$, m_0 - масса свободного электрона, $m_{e(h)}$ - эффективная масса электрона (дырки), d – ширина проволоки вдоль оси x , $n_{e(h)}$ – номер размерно-квантованного уровня в зоне проводимости (валентной зоне)).

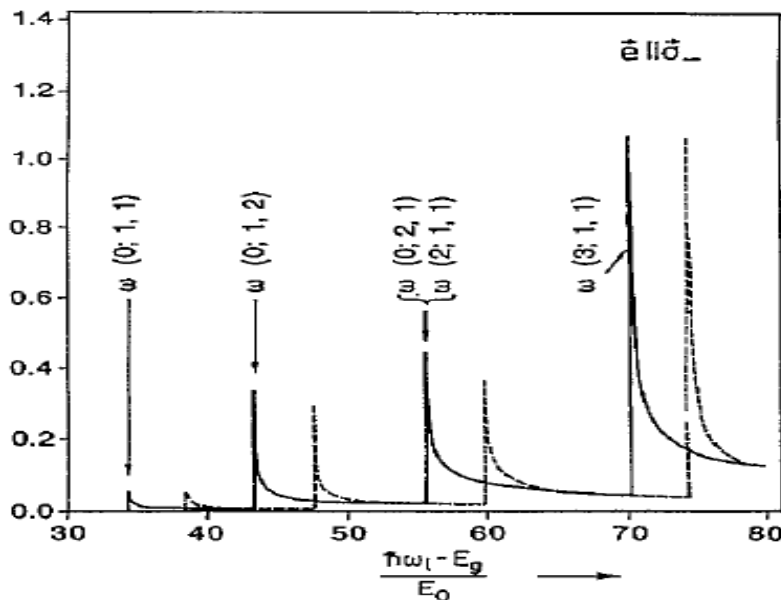


Рис.1. Коэффициент рассеяния для квантовой проволоки GaAs как функция $(\hbar\omega_l - E_g)/E_0$ (спектр рассеяния) для конфигурации рассеяния $\vec{Z}(e_i, \sigma_-)Z$. Численные расчеты проведены для значений параметров, использованные на рис.1. Резонансные междузонные переходы электрон-дырка, указаны как $\omega(n_s; m_e, m_h)$

Анализ и результаты

«Магнитополяроны в квантовой яме в сильном магнитном поле». В качестве 2D - системы ниже рассматривается одиночная квантовая яма. В магнитном поле, направленном нормально к границе раздела, уровни энергии в яме становятся дискретными (с бесконечно кратным вырождением), а их классификация зависит от соотношения энергии в яме и циклотронной энергии. Предполагается, что энергия квантования в яме велика по сравнению с циклотронной.

Рассматривается только низший уровень размерного квантования связанными с ним уровнями Ландау. Взаимодействие с длинноволновыми оптическими (LO) фононами, которое определяет в рассматриваемом случае расщепление пиков, будем считать слабым. Во многих полупроводниках выполняется условие $(m_e/m_h) \ll 1$. Рассмотрен межзонный оптический переход, в результате которого рождается электрон в квантовой яме зоны проводимости и дырка в валентной зоны на уровне Ландау (возможностью образования экситонных состояний пренебрегаем). Если температуры низкие, то дырочные состояния будут стационарными в рамках выбранного механизма взаимодействия, в этом случае дырка не может реально испустить LO фонон, ее энергия для этого недостаточно. Поглотить же фонон дырка не может ввиду их отсутствия. Электрон в зоне проводимости в этих условиях может реально испустить LO фонон и перейти из уровня с квантовым числом $n+1$ на уровень с квантовым числом n .

Определены уровни энергии и волновые функции частиц в сильном однородном магнитном поле в квантовой яме. На основе этих волновых функций получен выражение для гамильтониана взаимодействия электронов с объемными длинноволновыми оптическими фононами.

Доля поглощенной энергии в квантовой яме определена как

$$W = W_0 \omega_{eH} \sum_{\alpha} \text{Re} i G_r(\alpha, \omega - \omega_{hH\alpha})$$

где $G_r(\alpha, \varepsilon) = [\varepsilon - \omega_{eH\alpha} - \Sigma(\alpha, \varepsilon) + i\delta]^{-1}; \delta \rightarrow +0$.

$$W_0 = \frac{8\sqrt{\varepsilon_p}}{(\sqrt{\varepsilon_p} + \sqrt{\varepsilon_l})^2} \left(\frac{e^2}{c\hbar} \right) \frac{|P_{cv}^y|^2}{m_0 E_g} \left(\frac{m_e}{m_0} \right), \quad \omega_{eH\alpha} = \omega_{eH} \left(n_{\alpha} + \frac{1}{2} \right) + \omega_{0e},$$

$$\omega_{hH\alpha} = E_g/\hbar + \omega_{hH} \left(n_{\alpha} + \frac{1}{2} \right) + \omega_{0h}, \quad \omega_{0e(\hbar)} = (\hbar\pi^2/2d^2 m_e(\hbar)),$$

$G_r(\alpha, \varepsilon)$ - одночастичная запаздывающая функция Грина электрона, $\Sigma(\alpha, \varepsilon)$ - массовый оператор, ω - частота возбуждающего внешнего ИК - излучения.

Здесь, P_{cv}^y - межзонный матричный элемент импульса, вычисленный на бло-ховских модулирующих множителях, $\varepsilon_p(l)$ - статистическая диэлектрическая проницаемость полупроводника (диэлектрика), $\hbar\omega_{0e(\hbar)}$ - энергия размерно - квантованного уровня в квантовой яме при $l=1$.

Полярный эффект в рассматриваемой модели есть фактически эффект расщепления уровней электрон-фононной системы. Рассмотрим переход электрона под действием света из уровня Ландау $n=2$ валентной зоны на уровень Ландау с $n=2$ в зоны проводимости. Тройному магнетополярону В (рис.1) соответствует три терма электрон-фононной системы (электрон на уровне $n=2$, электрон на уровне $n=1$ и один LO - фонон и электрон на уровне $n=0$ и два LO - фонона), рассматриваемые как функции ω_{eH} , пересекаются в точке $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ (рис.4). Электрон-фононное взаимодействие приводит к снятию вырождения в точке $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ и соответственно к появлению трех непересекающихся ветвей спектра (рис.2).

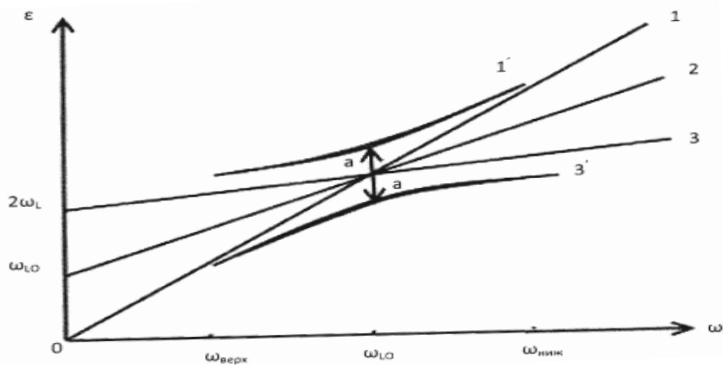


Рис.2. Схематический спектр электрона с учетом взаимодействия с оптическими LO - фононами

Проведен анализ ряда теории возмущений для массового оператора в случае тройного магнетополярона. При этом в линейном по электрон-фононному взаимодействию приближении для массового оператора получено выражение

$$\Sigma_1^B(2, \varepsilon) = \omega_{LO} \frac{7}{4} \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{\eta}{\gamma^B + \lambda^B}, \eta = \frac{\alpha_0}{2} \left(\frac{\omega_{eH}}{\omega_{LO}} \right)^{1/2}, \gamma^B = (\varepsilon - \omega_{eH2})/\omega_{LO}, \lambda^B = (\omega_{eH} - \omega_{LO})/\omega_{LO}, \alpha_0$$

- безразмерная константа электрон-фононного взаимодействия.

Получены также выражения массового оператора для тройных магнито-поляронов G и H :

$$\Sigma_1^G(2, \varepsilon) = \omega_{LO} \frac{15}{2} \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{\eta}{(\gamma^G + \lambda^G)}, \Sigma_1^H(2, \varepsilon) = \omega_{LO} \cdot 277 \sqrt{\pi} \frac{\eta}{(\gamma^H + \lambda^G)}, \lambda^G = \lambda^B.$$

Определяя полюса причинной функции Грина для трёх ветвям электрон-фононного спектра соответственно получим

$$\gamma_1 = -\lambda + \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\lambda^2 + (11\sqrt{\pi}/8)\eta \cos \frac{\alpha}{3}}, \cos \alpha = \frac{(9\sqrt{3}\pi/16)\eta\lambda}{\sqrt{[\lambda^2 + (11\sqrt{\pi}/8)\eta]^3}}$$

$$\gamma_{2,3} = -\lambda + \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\lambda^2 + (11\sqrt{\pi}/8)\eta \cos(\frac{\alpha}{3} \pm \frac{\pi}{3})}, \lambda = \lambda^B.$$

Рассмотрены предельные случаи при различных значениях λ ($\lambda = 0, \lambda > 0, \lambda < 0$).

Пик магнитооптического поглощения, соответствующая забросу электрона светом в уровень Ландау с квантовым числом ($n = 2$ для магнито-полярона $B, n = 4$ для магнитополярона $G, n = 5$ для магнитополярона H и т.д.), также расщепится ($\sim \sqrt{\eta}$) при $\omega_{LO} = \omega_{eH}$ на три δ -образные пики, причем поглощения будет определяться тремя ветвями электрон-фононного спектра в зоне проводимости, так как при выполнении условия $(m_e/m_h) \ll 1$ дырки не дают вклада в нестационарность уровней.

В случае четверного магнитополярона рассмотрим переход электрона под действием света на уровень Ландау с $n = 3$ в зоне проводимости. В этом случае четыре терма электрон-фононной системы (электрон на уровне $n = 3$, электрон на уровне $n = 2$ и один LO фонон, электрон на уровне $n = 1$ и два LO фонона и электрон на уровне $n = 0$ и три LO фонона), рассматриваемые как функции ω_{eH} , пересекаются в точке $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ (рис.4). Электрон-фононное взаимодействие приводит к снятию вырождения в точке $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ и соответственно к появлению четырех непересекающихся ветвей спектра (рис.3).

Определяя полюса причинной функции Грина получим следующую уравнению для вычисления спектра четверного магнитополярона:

$$\gamma - \frac{(51\sqrt{\pi}/128)\eta}{\gamma + \lambda - \frac{(7\sqrt{\pi}/16)\eta}{\gamma + 2\lambda - \frac{(\sqrt{\pi}/2)\eta}{\gamma + 3\lambda}}} = 0, \quad \gamma = (\varepsilon - \omega_{eH3})/\omega_{LO}.$$

которого можно записать в виде

$$x^4 + 6yx^3 + (11y^2 - 171\sqrt{\pi}/128)x^2 + (6y^2 - 487\sqrt{\pi}/128)yx - (306\sqrt{\pi}/128)y^2 + 51\pi/256 = 0, \quad x = \gamma/\sqrt{\eta}, \quad y = \lambda/\sqrt{\eta}.$$

При $\lambda = 0$ (резонансный случай $\omega_{eH} = \omega_{LO}$), то корни будут:

$$\gamma_1 = 1.44\sqrt{\eta}, \quad \gamma_2 = 0.55\sqrt{\eta}, \quad \gamma_3 = -0.55\sqrt{\eta}, \quad \gamma_4 = -1.44\sqrt{\eta}.$$

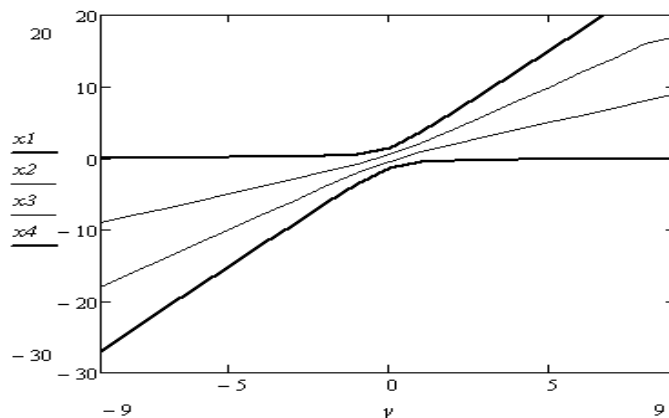


Рис.3.Спектр четверного магнитополярона с учетом взаимодействия с оптическими фононами в зависимости от внешнего магнитного поля

Пик магнитооптического поглощения, соответствующая забросу электрона светом в уровень Ландау с квантовым числом $n=3$, также расщепляется ($\sim\sqrt{\eta}$) при $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ на четыре δ -образные пики, причем поглощения $\omega_{eH} = \omega_{LO}$ будут определяться четырьмя ветвями электрон-фононного спектра в зоне проводимости.

В частотном интервале

$$\omega_g + \omega_{oe} + (9/2)\omega_{eH} \leq \omega_l < \omega_g + \omega_{oe} + (11/2)\omega_{eH} \quad (1)$$

электрон и дырка в результате прямого рождения электрон-дырочной пары (ЭДП) оказываются на уровнях $n=4$. В этих условиях возможен как двух-фононный, трех-фононный, так и четырех-фононный процесс. Уровень Ландау $n=4$ связан электрон-фононным взаимодействием с уровнями $n=3, 2, 1$ и 0 и в области резонанса, имеются пять уровня электрон-фононной системы. Второе фононное повторение (ФП) в этом интервале состоит из восьми пиков, четыре из них связаны с прямым рождением ЭДП и четыре – с прямой аннигиляцией (рис.4).

Для второго ФП тензор рассеяния S_2 принимает вид

$$S_2 = S_2^0 \delta(\omega_l - \omega_s - 2\omega_{LO}) \omega_{LO}^{-6} [C_2(4,3)w_2(4,3) + C_2(2,3)w_2(2,3)],$$

В случае прямого рождения ЭДП имеем

$$w_2(4,3) = \frac{1}{16} \frac{[\vartheta^2 - F(1,0) - F(2,1)]^2}{\{\vartheta^4 - u\vartheta^2 + F(4,3)[F(1,0) + F(2,1)]\}^2},$$

$$\vartheta = \Gamma/\sqrt{\eta}, \quad u = F(1,0) + F(2,1) + F(3,2) + F(4,3),$$

$$\Gamma = (\omega_l - \omega_g - \omega_{oe} - (11/2)\omega_{eH})/\omega_{LO},$$

$$w_2(2,3) = \frac{1}{14} \frac{[\vartheta^2 - F(1,0)]^2}{\{\vartheta^4 - [F(1,0) + F(2,1) + F(3,2)]\vartheta^2 + F(1,0)F(3,2)\}^2}.$$

В следующем частотном интервале

$$\omega_g + \omega_{oe} + (11/2)\omega_{eH} \leq \omega_l < \omega_g + \omega_{oe} + (13/2)\omega_{eH}$$

электрон и дырка в результате прямого рождения ЭДП оказываются на уровнях $n=5$. В этих условиях возможен как двух-фононный, трех-фононный, четырех-фононный, так и пяти-фононный процесс. В этом случае второе ФП состоит из десяти пиков, шести из них связаны с прямым рождением ЭДП и четыре – с прямой аннигиляцией (рис.8).

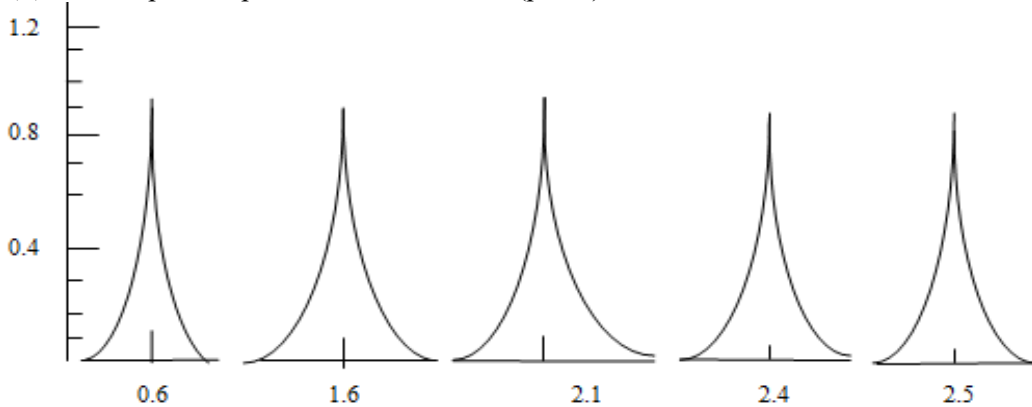


Рис.4. Зависимость функции $P = C_2(5,4)\omega_2(5,4) + C_2(3,4)\omega_2(3,4)$, соответствующей второму ФП в интервале, от безразмерной частоты ϑ в условиях точного резонанса

$$C_2(5,4) = 0,2012, \quad C_2(3,4) = 0,2077, \quad F(1,0) = 0,886, \quad F(2,1) = 0,775, \quad F(3,2) = 0,705, \quad F(4,3) = 0,657, \quad F(5,4) = 0,615$$

В сильном магнитном поле, если выполнено условие $R \ll l_0$, блуждание происходит в одном измерении вдоль поля, так как в поперечном направлении электрон не может уйти на расстояние, больше R . Поэтому область блуждания становится одномерной, ее длина $\sim\alpha_0^{-1}$, и, следовательно, $\sigma_N \sim \alpha_0$. В квантовой яме, которая будет рассматриваться в качестве примера квазидвумерной системы, в сильном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости ямы, движение электрона полностью квантовано, иными словами область блуждания становится нульмерной и

сечение рассеяния $\sigma_N \sim \alpha_0^0$. Отсюда и следует вывод о независимости сечения рассеяния от константы связи.

Рассмотрена картина расщепления пика ФП как функция магнитного поля, т.е, когда $\omega_{eH} \neq \omega_{LO}$.

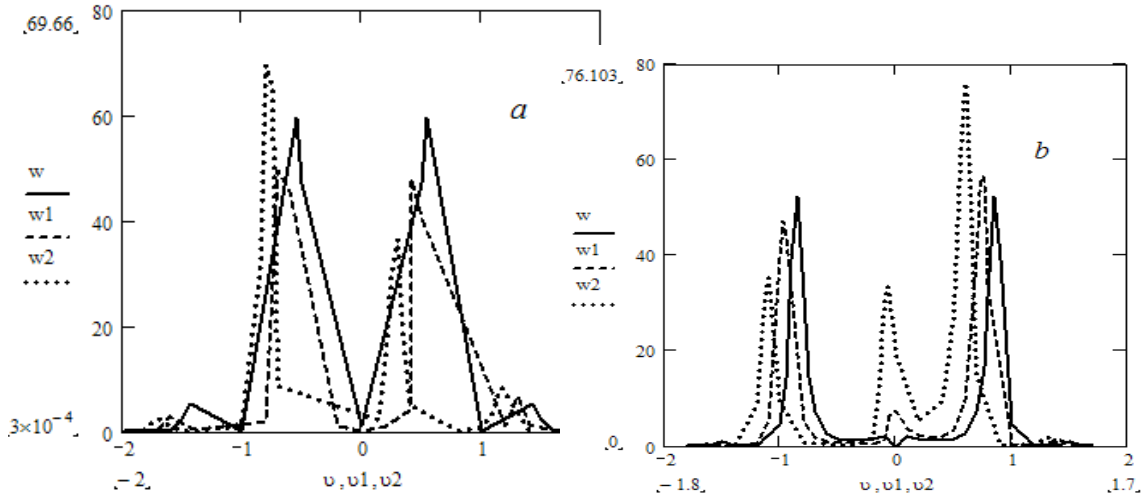


Рис.5. Функции $w_2(4,3)$ и $w_2(2,3)$ определяющий тензор рассеяния в интервале частот (1) в канале прямого рождения, при некоторых значениях параметра μ . а – канал прямого рождения, б – канал прямой аннигиляции

$$F(1,0) = 0,886, F(2,1) = 0,775, F(3,2) = 0,705, F(4,3) = 0,657; \mu = 0 - \text{сплошная линия};$$

$$\mu = 0,05 - \text{пунктирная линия}; \mu = 0,01 - \text{точечная линия}.$$

Зависимость функций $w_2(4,3)$ и $w_2(2,3)$ от безразмерной частоты ϑ для различных значений магнитного поля приведена соответственно на рис.9а., рис.9б. Как видно из рис.9, рис.10, теория предсказывает сложную зависимость положения и интенсивности пиков фоновых повторений от магнитного поля. Для второго ФП в точном резонансе ($\mu = 0$) тензор рассеяния состоит из восьми симметричных относительно точки $\vartheta = 0$ пиков.

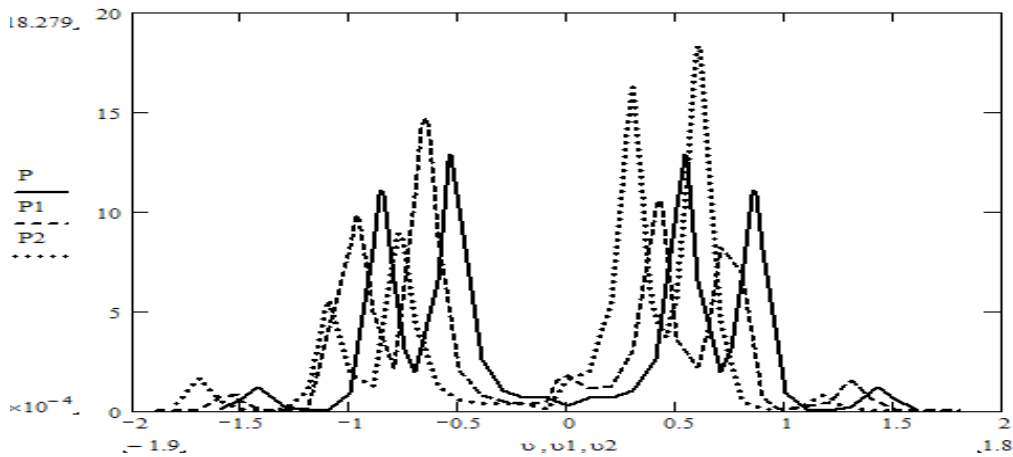


Рис. 6. Зависимость функции $P = C_2(4,3)w_2(4,3) + C_2(2,3)w_2(2,3)$, соответствующей второму ФП в интервале (1), от безразмерной частоты ϑ в условиях точного резонанса

$C_2(2,3) = 0,210, C_2(4,3) = 0,208, F(1,0) = 0,886, F(2,1) = 0,775, F(3,2) = 0,705, F(4,3) = 0,657. \mu = 0$ – сплошная линия; $\mu = 0,05$ - пунктирная линия; $\mu = 0,01$ - точечная линия.

Выводы

Наиболее отчетливо двухфононные процессы проявляются, когда частота продольного оптического фонона ω_{LO} и циклотронная частота ω_{eH} электрона удовлетворяют условию (n – номер уровня Ландау) $n\omega_{eH} = 2\omega_{LO}n = 1, 3, 5, 7$ и т.д. В этих условиях верхний электронный уровень (на который забрасывается электрон в результате магнитооптического поглощения) оказывается сильно нестационарным, так как вероятность его распада с испусканием двух фононов становится большой.

Легко видеть, что при выполнении условия $n\omega_{\text{сн}} = 2\omega_{\text{ЛО}}n$ -й уровень совпадает (вырождается) с уровнем $n=0$ плюс два оптических фонона. Учет взаимодействия между этими уровнями через электрон-фононное взаимодействие приводит к снятию вырождения и соответственно к расщеплению пиков магнитооптического поглощения. Если условие $3\omega_{\text{сн}} = 2\omega_{\text{ЛО}}$ выполнен, то этому соответствует следующий физический процесс: Электрон светом перебрасывается из валентной зоны с уровня Ландау $n=3$ (ниже предполагается, что энергия квантования в яме велика по сравнению с циклотронной, и учитывается только низший уровень $l=1$ с примыкающими к нему уровнями Ландау), в зону проводимости на уровень $n=3$. После чего, испуская, двух оптических фононов переходит на уровень $n=0$. В этом случае для массового оператора получим

$$\Sigma_1(3, \varepsilon) = \omega_{\text{ЛО}} \frac{(15\sqrt{\pi}/8)\eta'}{(\gamma' + \lambda')}, \eta' = \frac{\mathcal{A}^2 (\omega_{\text{сн}})^{1/2}}{2(\omega_{\text{ЛО}})}, \gamma' = (\varepsilon - \omega_{\text{сн}})/\omega_{\text{ЛО}},$$

$\lambda' = (3\omega_{\text{сн}} - 2\omega_{\text{ЛО}})/\omega_{\text{ЛО}}$. Здесь \mathcal{A} - константа электрон-двухфононного взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Коровин Л.И., Палов С.Т., Эштулатов Б.Э. *ЖЭТФ*, 1991, **99**, вып.5, с.1619-1631.
2. Траллеро Гинер К., Ланг И.Г., Павлов С.Т. *ФТТ*, 1981, **23**, № 5, с.1265-1275.
3. Elliott R.J., London K.. *Phys J.. Chem. Sol.* **8**, 382 (1959); **15**, 196 (1960).
4. Захарченя Б. П., Сейсян Р. П.. *Диаманитные экситоны в полупроводниках*, УФН, 194-210 (1969).
5. Сейсян Р. П.. *Диаманитные экситоны в полупроводниках (Обзор)*, *ФТТ*, **58**, вып. 5, 833-880 (2016).
6. Сейсян Р. П.. *Спектрокопия диаманитных экситонов. (Под. Ред. Б. П. Захарченя)*, М. «Наука», (1984), 272 с.
7. Кохановский С.И., Макушенко Ю. М., Сейсян Р. П., Эфрос Ал. Л., Язева Т. В., Абдуллаев М. А.. *ФТТ*, **33**, 1719 (1991).
8. Petrou A., McComb B. D.. In: *Landau Level Spectroscopy* (ed. By G. Landwehr, E. I. Rashna), 22.2, 679. Amsterdam (1991).
9. Vina L., W G. E.. Bauer, M. Potemski, J. C. Maan, E. E. Mandez, W. I. Wang. *Phys. Rev. B* **41**, 10767 (1990).
10. Ильинская Н. Д., Кохановский С. И., Сейсян Р. П.. *ФТП*, **26**, 182 (1993).
11. Akimoto O., Hasegawa H.. *Phys J.. Soc. Japan*, **22**, 181 (1967).
12. Лернер И.В., Лозовик Ю.Е., Экситон Мотта в квазидвумерных полу-проводниках в сильном магнитном поле, *ЖЭТФ*, **78**, 1167-1175 (1980).
13. Каршибоев Ш. Э., Ходжаева У. Р., Ходжаёрова Г. Р. *Осмотическое обезвоживание растительных тканей под воздействием импульсного электрического поля //Вопросы науки и образования. – 2018. – №. 5 (17). – С. 24-26.*
14. Eric Yang S. R. , Sham L. J.. *Theory of Magnetoexcitons in Quantum Wells. Phys. Rev. Lett.*, **58**, 2598-2601 (1987).
15. Esirgopovich Karshiboev Shavkat. "Improving the methodology of using software in organizing virtual laboratory courses in physics." *International Journal of Pedagogics* **3.11** (2023): 17-26

ВАРИАЦИИ БАРОМЕТРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕЙТРОННОЙ КОМПОНЕНТЫ В 22-23 ЦИКЛАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Хамраев Юлдаш Бурханович,

Узбекско-Финляндский Педагогический Институт
Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

yu-hamrayev@mail.ru

Каршибойев Шавкат Эсирганович,

Узбекско-Финляндский Педагогический Институт
Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

shavkat.qarshiboyev.89@bk.ru

Норкулова Матлуба Маматмурод кизи,

Узбекско-Финляндский Педагогический Институт
Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

Аннотация. По данным ряда станций за два последних цикла солнечной активности вычислен барометрический коэффициент нейтронной компоненты космических лучей. Барометрический эффект в целом изучен достаточно хорошо, однако на многих станциях далеко не всегда учитывается изменение барометрических коэффициентов со временем. При анализе данных для определения барометрического коэффициента предварительно исключались первичные вариации, что позволило привлечь непрерывный ряд данных за весь исследуемый период.

Ключевые слова: Барометрический эффект, космического излучения, мюонных телескопов, вариации, станции Newark, станции Москва, станции Киль, Форбуш.

VARIATIONS OF BAROMETRIC COEFFICIENTS OF THE NEUTRON COMPONENT IN THE 22-23 CYCLES OF SOLAR ACTIVITY

Abstract. Based on data from a number of stations for the last two cycles of solar activity, the barometric coefficient of the neutron component of cosmic rays was calculated. The barometric effect in general has been studied quite well, but at many stations the change in barometric coefficients over time is not always taken into account. When analyzing data to determine the barometric coefficient, primary variations were previously excluded, which made it possible to use a continuous series of data for the entire study period.

Key words: Barometric effect, cosmic radiation, muon telescopes, variations, Newark station, Moscow station, Kiel, Forbush stations.

QUYOSH FAOLLIGINING 22-23 SIKLLARIDA NEYTRON KOMPONENTINING BAROMETRIK KOEFFITSIENTLARINING O'ZGARISHI

Annotatsiya. Bir qator stansiyalar ma'lumotlariga ko'ra, quyosh faolligining so'nggi ikki siklida kosmik nurlarning neytron komponentining barometrik koeffitsiyenti hisoblab chiqilgan. Barometrik ta'sir umuman yaxshi o'rganilgan, ammo ko'plab stansiyalarda barometrik koeffitsientlarning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi har doim ham hisobga olinmaydi. Barometrik koeffitsientni aniqlash uchun ma'lumotlarni tahlil qilishda dastlabki o'zgarishlar oldindan chiqarib tashlandi, bu esa o'rganilayotgan butun davr uchun uzluksiz ma'lumotlar seriyasini jalb qilishga imkon berdi.

Kalit so'zlar: barometrik effekt, kosmik nurlanish, muon teleskoplari, variatsiyalar, Newark stansiyalari, Moskva stansiyalari, Kiel stansiyalari, Forbush.

Введение

Барометрический эффект различных компонент вторичного космического излучения в целом изучен хорошо [1]. Найдена его высотная и широтная зависимости, в первую очередь для нейтронной компоненты [2]. Вычислены барометрические коэффициенты для всех действующих мюонных телескопов [3]. Для некоторых станций выполнены исследования зависимости барометрического эффекта со временем [4]. Однако на большинстве станций приведение наблюдаемой скорости счета к

стандартному уровню наблюдения все еще выполняется недостаточно точно. В первую очередь это относится к временной зависимости барометрического коэффициента. Нужно помнить, что ошибка в 0.02%/mb в его определении может приводить к 1% ошибки в исправляемых вариациях.

Основная задача настоящей работы – это развитие методики оценки барометрического эффекта и его зависимости от времени для станций Мировой сети, как имеющие продолжительные ряды наблюдений, так и начавших свою работу недавно.

Методы определения барометрического коэффициента.

Скорость счета детектора N с учетом первичных вариаций δ можно представить как

$$N = N_0 / (1 + \nu) \exp(-\beta(h - h_0)), \tag{1}$$

где h барометрическое давление в данный момент, N_0 и h_0 значения скорости счета и давления средние за интервал определения барометрического коэффициента. Относительно этого же интервала определяется и вариация скорости счета ν . Логарифмированием, мы переходим к линейному относительно β выражению

$$\ln N - \ln N_0 + \ln(1 + \nu) = -\beta(h - h_0) \tag{2}$$

Можно рассматривать несколько

методов.

а) Случай, когда в течение рассматриваемого периода вообще можно пренебречь вариациями ($\nu \approx 0$).

$$\ln N - \ln N_0 = -\beta(h - h_0). \tag{3}$$

б) Вариации можно исключить по данным опорной станции S с близкими параметрами. Пусть для опорной станции приемный коэффициент нулевой гармоники равен C_0^S (рис. 1) и определены вариации опорной станции, зависящие от времени, ν^S . Тогда можно записать

$$\ln N - \ln N_0 + \ln\left(1 + \frac{C_0}{C_0^S} \nu^S\right) = -\beta(h - h_0) \tag{4}$$

Выражение для оценки β мы свели к предыдущему варианту однопараметрическому представлению. Такой подход справедлив, если можно пренебречь вариациями первой и более высоких гармоник или рассматривать среднесуточные данные.

с) Если вариации незначительные ($\nu \leq 0.2$), то после разложения в выражении (2) $\ln(1 + \nu)$ можно записать

$$\ln N - \ln N_0 \approx -\beta(h - h_0) - \alpha \nu^S \tag{5}$$

Мы свели к варианту двухпараметрического представления для оценки параметров α и β . Параметр α по существу есть $\alpha = C_0 / C_0^S$, но в этом случае он определяется экспериментально.

Очевидно, что при выборе местоположения опорной станции необходимо исходить из следующих условий. С одной стороны исследуемая и опорная станции должны находиться как можно ближе друг к другу и иметь близкие жесткости геомагнитного обрезания, находиться примерно на одной высоте над уровнем моря. С другой стороны эти станции не должны находиться слишком близко друг к другу, чтобы избежать тесной корреляции барометрических давлений. Не должны находиться далеко друг от друга, чтобы

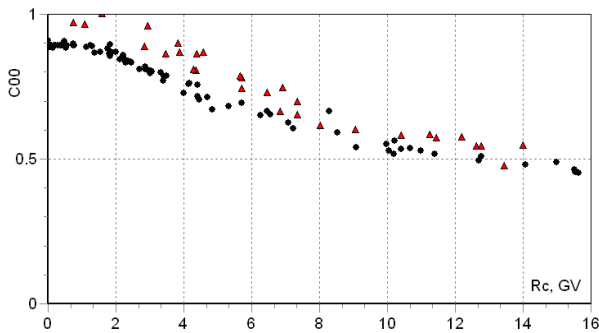


Рис. 1 Приемные коэффициенты нулевой гармоники. Треугольниками показаны приемные коэффициенты горных станций

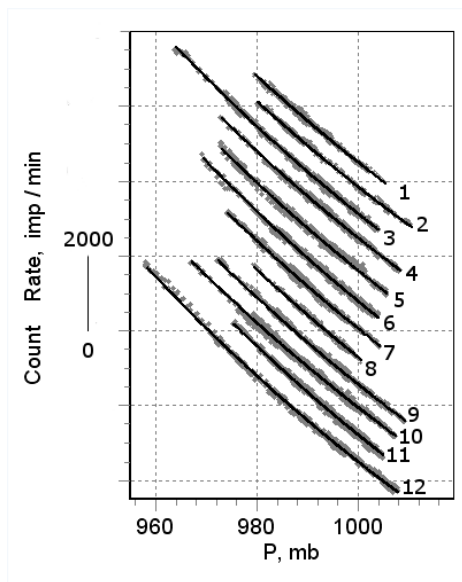


Рис. 2. Зависимость скорости счета детектора от атмосферного давления для спокойного периода 2009 года на станции Москва

минимизировать вклад анизотропных вариаций космических лучей.

Исходные данные. Нами использовались среднечасовые значения скорости счета и атмосферного давления. Однако, чтобы контролировать и уменьшить влияние анизотропии космических лучей нами параллельно проводились вычисления на базе среднесуточных значений. Недостатками этого варианта является более узкий диапазон изменений давления и, главное, неполное соответствие скорости счета и давления, если в течение суток происходили большие изменения скорости счета или атмосферного давления. Барометрический коэффициент рассчитывался отдельно за каждый месяц. Это достаточный период для оценки барометрического коэффициента.

Обсуждение результатов.

Для визуального и контроля качества данных для каждой станции и исследуемого периода строились зависимости скорости счета детектора от атмосферного давления. В качестве примера такие зависимости в спокойный и возмущенный период и результат аппроксимации приведены на рис. 2.2 и 2.3. В случае спокойного периода 2009 года вследствие больших изменений атмосферного давления отчетливо просматривается

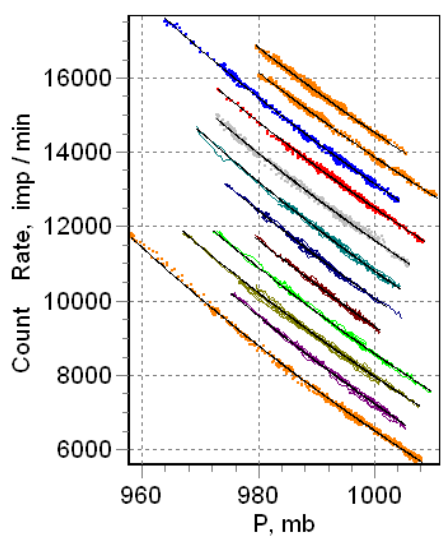


Рис 3. Зависимость скорости счета детектора от атмосферного давления для 2009 года для спокойного периода

нелинейная зависимость скорости счета от атмосферного давления. Данные неисправленные и исправленные на первичные вариации практически не различимы, что нельзя сказать в случае возмущенного

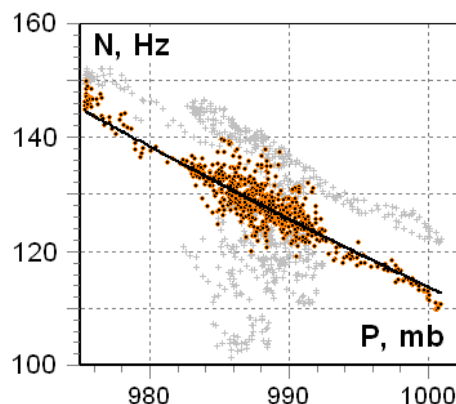


Рис 4. Пример зависимости неисправленной и исправленной на вариации скорости счета детектора от атмосферного давления для сильно возмущенного периода июня 1991 года.

периода, пример которого приведен на рис. 2.3. В июле 1991 года наблюдалось очень большое Форбуш понижение (~ -00 %).

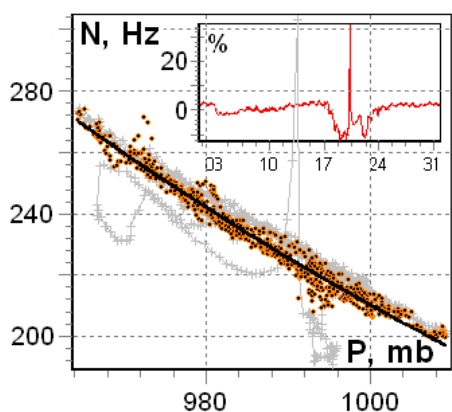


Рис 5. Пример зависимости неисправленной и исправленной на вариации скорости счета детектора от атмосферного давления для периода солнечной вспышки в январе 2005.

На рис. 2.4 показан другой пример вариаций при изменении потока солнечных частиц – вспышка в январе 2005 года (~ 20%). Эти яркие примеры показывают, что исправление на вариации с учетом только нулевой гармоники позволяет с вполне удовлетворительной точностью определять данные даже за эти периоды. Для более корректной оценки барометрического эффекта в такие возмущенные периоды их следует или исключить из рассмотрения, или привлекать модель вариаций, учитывающую более высокие гармоники.

В соответствии с описанной методикой нами проведена оценка барометрического коэффициента станции Москва, данные которой исправлялись на вариации по данным станции Newark. И обратно, был вычислен барометрический коэффициент станции Newark, но в качестве опорной станции использовалась уже станция Москва.

На рис. 2.5 показаны среднемесячные и среднегодовые (горизонтальные кривые) значения

барометрического коэффициента (левая шкала) за период 1977-2010 годы станции Москва. На нижней панели рис. 2.5 приведен также коэффициент корреляции (правая шкала) для станции. Линия, ограничивающая заштрихованную область в верхней панели, представляет собой плотность галактических космических лучей, полученную методом глобальной съемки. В качестве опорной станции использовалась станция Newark. На рис. 6 показан уже результат для станции Newark, однако в качестве опорной станцией в этом случае используется станция Москва.

На рис. 2.7 и 2.8 представлены результаты расчета барометрических коэффициентов для станции Kiel за период 1965-2010 годы с опорной станцией Москва, и станции Москва с опорной станцией Kiel соответственно.

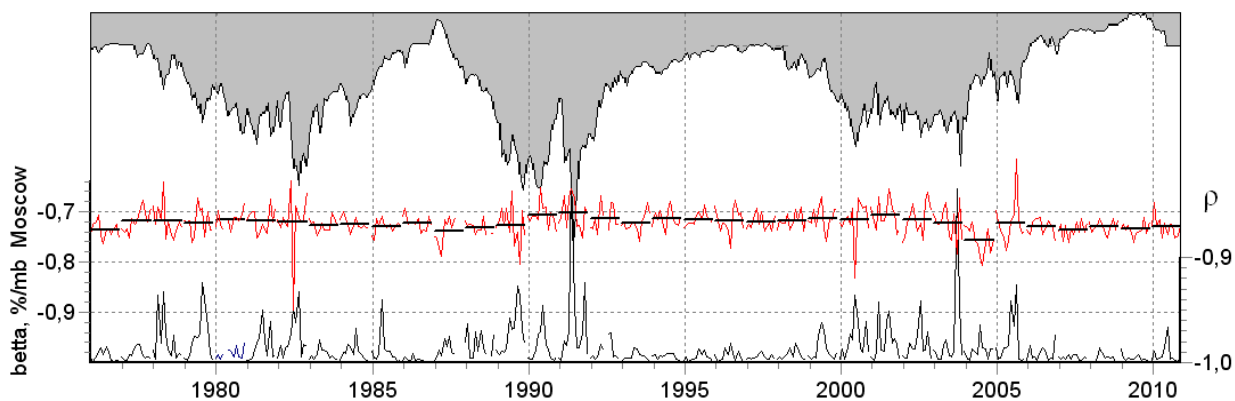


Рис. 6. Результат анализа барометрического эффекта станции Москва, исправленная на вариации по данным станции Newark

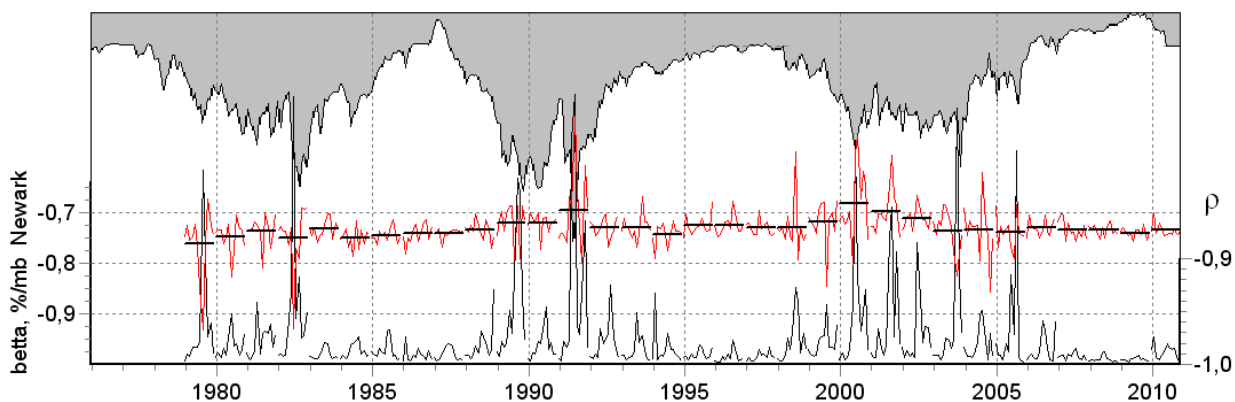


Рис. 7. Результат анализа барометрического эффекта станции Newark, исправленная на вариации по данным станции Москва

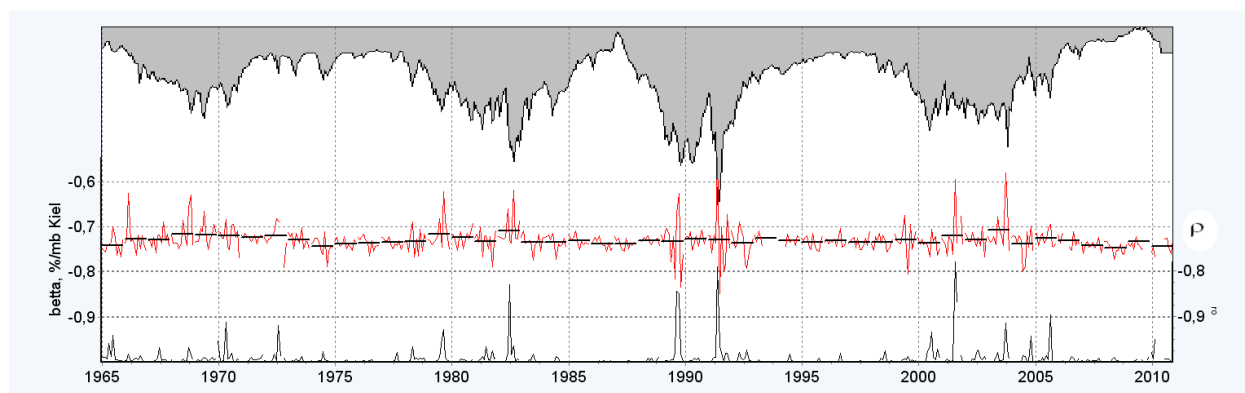


Рис. 8. Результат анализа барометрического эффекта станции Киль, исправленная на вариации по данным станции Москва

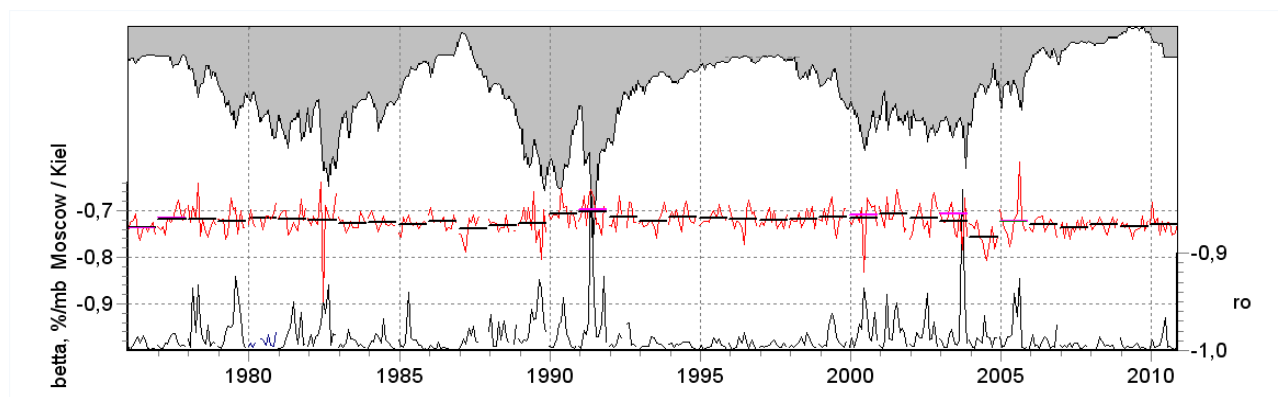


Рис.9. Результат анализа барометрического эффекта станции Москва, исправленная на вариации по данным станции Киль. α

Исследуем подробнее зависимость барометрического коэффициента от первичных вариаций космических лучей. В работе [4,5] показано, что модуляция барометрических коэффициентов нейтронных мониторов достаточно хорошо описывается двух параметрическим выражением $\beta = \beta_0 + \alpha \frac{v_s}{1 + v_s}$, где v_s экспериментально определяемая вариация скорости счета нейтронного монитора на опорной станции, а α определяет чувствительность барометрического коэффициента к изменениям спектра вариаций. За базовый период в [4] и в данной работе взят год 1976 и в этот период $\beta = \beta_0$. Однако, в качестве индикатора вариаций удобнее брать, например, амплитуду нулевой гармоники космических лучей a_{10} [6], которая определяется в результате анализа данных мировой сети станций и поэтому является статистически более обеспеченной. Амплитуда нулевой гармоники описывает вариации за пределами магнитосферы. Наблюдаемые вариации в приближении нулевой гармоники, определяются амплитудой и приемными коэффициентами нулевой гармоники c_0 . С учетом этого зависимость барометрического коэффициента от первичных вариаций космических лучей можно записать как

$$\beta = \beta_0 - \alpha \frac{C_0 a_{10}}{1 + C_0 a_{10}}. \quad (6)$$

На рис. 8 и 9 приведены зависимости среднемесячных значений барометрического коэффициента нейтронного монитора станции Москва и станции Киль за весь период наблюдений, вычисленные по формуле (6). Показаны также экспериментально найденные в [7,8] барометрические коэффициенты для этих станций для 22 цикла СА.

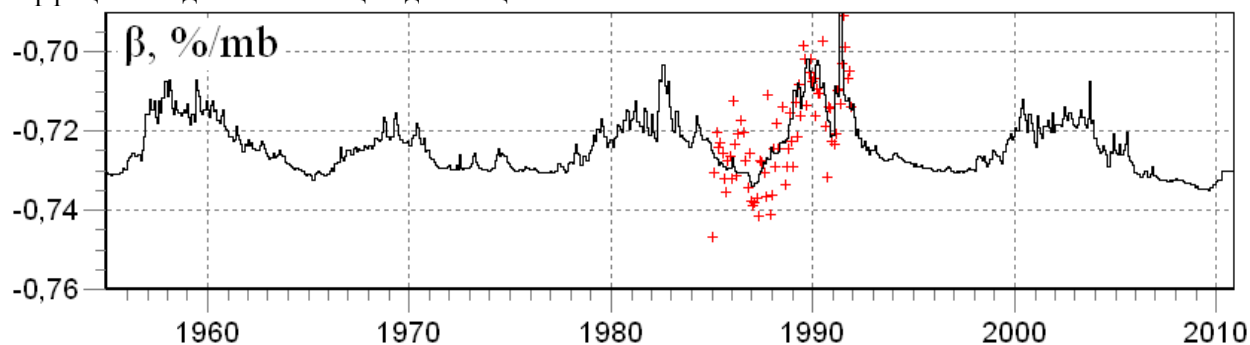
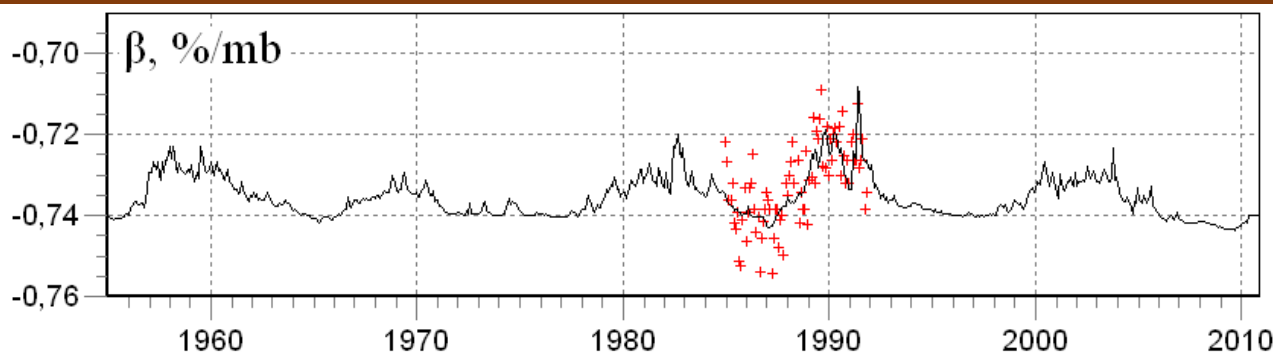


Рис.10. Среднемесячные значения барометрического коэффициента для pm64 Москва за весь период наблюдений



Выводы

Использованная методика позволяет удовлетворительно оценить долгосрочные изменения барометрического коэффициента для нейтронных детекторов Мировой сети станций космических лучей. Однако, было бы крайне полезно увеличить точность определения барометрического коэффициента до нескольких тысячных %/mb особенно в периоды высокой солнечной активности. Это можно достичь, привлекая для исключения вариаций более полную модель вариаций, учитывающую более высокие гармоники.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дорман Л.И. Метеорологические эффекты космических лучей. М.: Наука, 1972. 211с.
2. Carmichael H., Bercovitch M., Shea M.A., Magidin M., Peterson R., Attenuation of neutron monitor radiation in the atmosphere. *Canad. J. Phys.*, 1968, **46**, no. 10, part 4, p.1006
3. Grittits W.K., Harman C.V., Hatton C.G., Ryder P., *Proc. 9th ICRC, London*, 1, 475, 1965
4. Белов А.В., Далгатова Х.И., Ерошенко Е.А. "Долговременная модуляция барометрических коэффициентов нейтронной компоненты", *Геомагнетизм и Аэрономия*, том 32, N 6, 19-24, 1992.
5. Belov A.V., Gushchina R.T., Sirotina I., *Proc 23th ICRC, Calgary*, V3, 605, 1993.
6. 7. Белов А.В., Далгатова Х.И., Ерошенко Е.А., Перс К. "Модуляция барометрических коэффициентов нейтронных мониторов станций Киль и Москва в 22-м цикле солнечной активности", *Геомагнетизм и Аэрономия*, том 33, N 4, 37-44, 1993.
7. Zoirov S. et al. Modeling of physical processes in the labview program // *Science and Innovation*. – 2022. – Т. 1. – №. 8. – С. 775-780
8. Каршибоев Ш. Э., Ходжаева У. Р., Ходжаёрова Г. Р. Осмотическое обезвоживание растительных тканей под воздействием импульсного электрического поля // *Вопросы науки и образования*. – 2018. – №. 5 (17). – С. 24-26.
9. Belov A.V., Dalgatova Kh.I., Eroshenko, E.A., Roers, K., "Long Time Modulation of Neutron Monitors Barometric Coefficients", *Proc 23th ICRC, Calgary*, V3, 613-616, 1993.
10. Барометрические коэффициенты детекторов космических лучей
11. [ftp://cr0.izmiran.ru/COSRAY/FTP_METEO/\(MeteoConstants\)/NM](ftp://cr0.izmiran.ru/COSRAY/FTP_METEO/(MeteoConstants)/NM)

**YANGI DASTURLASH TILIGA MOSLASHISHDA QIYOSIY TAHLIL HAMDA
DIFFERENSIAL YONDASHUVDAN FOYDALANISH**

Kamalova Nilufar Ilxomovna,

*Buxoro davlat universiteti "Amaliy matematika va
dasturlash texnologiyalari" kafedrası o'qituvchisi,
falsafa fanlari doktori (PhD)*

Annotatsiya. Maqolada bir dasturlash tilini egallagan talabaga ikkinchi dasturlash tilini qiyosiy tahlil hamda differensial ta'lim yondashuvlari asosida o'qitish, ushbu yondashuvlarning samaradorligi va darsni tashkil qilish uslubiyoti haqida ma'lumotlar keltirilgan. Soha rivojiga salmoqli hissa qo'shgan olimlarning tadqiqoti va ushbu metodikaning samaradorligi yoritilgan.

Kalit so'zlar: Dasturlash asoslari, dasturlash tillari, Python, C++, qiyosiy tahlil metodi, differensial yondashuv, dasturlash metodologiyasi.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
ПОДХОДА ПРИ АДАПТАЦИИ К НОВОМУ ЯЗЫКУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Аннотация. В статье представлена информация об обучении студентов, владеющих одним языком программирования, на основе сравнительного анализа второго языка программирования и дифференциальных подходов к обучению, эффективности этих подходов и методологии организации урока. Освещаются исследования ученых, внесших значительный вклад в развитие отрасли, и эффективность этой методики.

Ключевые слова: основы программирования, языки программирования, Python, C++, метод сравнительного анализа, дифференциальный подход, методология программирования.

**USING A COMPARATIVE ANALYSIS AND DIFFERENTIAL APPROACH IN
ADAPTATION TO A NEW PROGRAMMING LANGUAGE**

Abstract. The article provides information on teaching a second programming language to a student who has mastered one programming language based on comparative analysis and differential education approaches, the effectiveness of these approaches, and the methodology of lesson organization. The research of scientists who made a significant contribution to the development of the field and the effectiveness of this methodology are highlighted.

Key words: Fundamentals of programming, programming languages, Python, C++, comparative analysis method, differential approach, programming methodology.

Kirish. Yangi dasturlash tillariga moslashish zamonaviy dunyoda dasturchilar uchun muhim mahoratdir. Texnologiyaning rivojlanishi va yangi dasturlash tillarining paydo bo'lishi bilan dasturchilar o'z sohalarida raqobatbardosh va muvaffaqiyatli bo'lishlari uchun yangi vositalar va texnologiyalarni tezda o'zlashtirishga tayyor bo'lishlari kerak. Yangi dasturlash tillariga tez moslashishning afzalliklaridan biri bu yangi tilda mavjud bo'lgan eng ilg'or vositalar va funksiyalardan foydalanish qobiliyatidir. Har bir dasturlash tilining o'ziga xos xususiyatlari va imkoniyatlari mavjud bo'lib, ular dasturiy ta'minotni ishlab chiqish jarayonini sezilarli darajada yaxshilaydi. Yangi tillar, soddalashtirilgan sintaksis, boy kutubxonalar va boshqalarni taklif qilishi mumkin, bu dasturchilarga yanada samarali va kuchli yechimlarni ishlab chiqishda yordam beradi.

Metodlar. Yangi dasturlash tillariga tezkor moslashish kasbiy mahoratni rivojlantirishning asosiy omilidir. Mehnat bozorida turli xil dasturlash tillari bilan ishlashni o'z ichiga olgan keng bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan dasturchilar qadrlanadi. Kompaniyalar va ish beruvchilarga yangi texnologiyalarni tezda o'zlashtira oladigan va yangi talablarga, o'zgarishlarga oson moslasha oladigan mutaxassislariga ehtiyoji yuqori. Bunda talabalarga sifatli ta'lim berish muhim ahamiyatga ega.

Dasturlash tillarini turli yondashuvlar asosida o'qitishni ko'plab olimlar tadqiq qilgan. Jumladan, Bobkov Vladimir Valeryevich o'zining "O'quv jarayoni subyektlarining o'zaro axborot ta'sirini optimallashtirish asosida talabalarni dasturlashni o'qitishda differensial yondashuvga asoslanish" nomli

dissertatsiyasida o'quv jarayoni subyektlarining axborot almashinuvi modellari sharoitida axborotning o'zaro ta'sirini optimallashtirish asosida dasturlashni o'qitishda tabaqalashtirilgan yondashuvni yaratish usulini yoritib bergan [1]. I.A. Gazeykina "Bo'lajak informatika o'qituvchisiga dasturlashni o'qitish" bo'yicha tadqiqot olib borgan. U talabalarining yakuniy nazorat ishlari hamda olimpiadadagi ishtirokini tahlil qilgan holda bo'lajak informatika o'qituvchilarini obyektga yo'naltirilgan ta'lim asosida o'qish hamda bir necha dasturlash tillarini qo'llashga o'rgatish, ularning kasbiy tayyorgaligini rivojlantirishi, hamda mantiqiy va algoritmik fikrlashni yaxshilashlari, metodik kompetentligini oshirishini ta'kidlab o'tgan [2].

V.V.Kalitina "Dasturlashni o'qitishda axborot texnologiyalari yo'nalishi bakalavrlarining dasturiy va algoritmik kompetentsiyasini shakllantirish" dissertatsiyasida bakalavrlarni dasturlash bo'yicha o'qitish modelini ishlab chiqqan. Uning protsessual bosqichlaridan quyidagilarni aniqlagan: aqliy algoritmik sxemalarni shakllantirish bosqichi; algoritmik sxemalarni shakllantirish bosqichi model tasvirlari; algoritmik kontseptual tasvirlarni shakllantirish bosqichi [3].

Oliy ta'limda dasturlash tillarini o'qitishni takomillashtirish bo'yicha ham salmoqli ishlar amalga oshirilgan. Ushbu tizimni rivojlantirish bo'yicha quyidagi olimlar tadqiqot olib borgan: Y. V. Kasyanova Oliy ta'limda dasturlash tillarini o'qitishning usul va vositalari [4], Pushkaryova tomonidan dasturlash tilini o'qitishning vizuallashtirish metodologiyasi [5], A.A.Golubnichiy tomonidan dasturlashni o'qitishning zamonaviy usullari va vositalari [6] tadqiq qilingan.

Yangi dasturlash tillariga moslashish dasturchilarga umuman algoritmik fikrlash va dasturlash tamoyillarini yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Har bir dasturlash tilining o'ziga xos turlari tizimi, xotira bilan ishlash usullari, kodni tuzish yondashuvlari va boshqalar mavjud. Turli tillarni o'rganish va o'zlashtirish dasturchilarga dunyoqarashini kengaytirish va ko'nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi.

Talabalar ma'lum bir dasturlash tilini o'rganganda ularda algoritmik fikrlash shakllangan bo'ladi. Ikkinchi dasturlash tilini o'rganishda avval egallangan bilim, ko'nikmalarga tayanish muhim hisoblanadi. Masalan, "Axborot tizimlari va texnologiyalari" ta'lim yo'nalishi talabalariga C++ dasturlash tilidan so'ng Python o'rgatiladi. Ikkinchi tilni o'rgatishda avval ushbu tillar sintaksisidagi umumiy o'xshashlik va farqini ko'rsatib berish lozim. Bunda Pythonda o'zgaruvchilar va ularning tipi oldindan e'lon qilinmasligi va Pythonda kod joylashuvi tabulyatsiyalarni inobatga olinishi aytib o'tiladi.

Shundan so'ng pythondagi va C++ dagi o'xshash buyruqlar taqdim qilinadi (1-jadvalga qarang).

1-jadval.

Tillardagi o'xshash buyruqlar

Buyruqlar	O'xshashliklar	
	C++	Python
Qoldiqli bolish	%	%
Qo'shish	+	+
Ayirish	-	-
Ko'paytirish	*	*
Bo'lish	/	/
Taqqoslash operatorlari	>, <, >=, <=, ==, !=	>, <, >=, <=, ==, !=
Bitli (ikkilik) operatorlari	&, , ^, ~, >>, <<	&, , ^, ~, >>, <<
Tayinlash operatorlari	=, +=, *=, -=, /=,	=, +=, *=, -=, /=,

Talabalar Python va C++ dasturlash tillari sintaksisidagi farqni tushunib olishlari uchun o'xshash buyruqlar ishtirokidagi oddiy dasturlarni C++ dasturlash tilida taqdim qilib, uni Pythonga yozish vazifasi berish maqsadga muvofiq (2-jadvalga qarang). Chunki bu - talabaga ikkala tilning sintaksis xususiyatlarini yaxshiroq tushunishga va ularni taqqoslashga yordam beradi. Shuningdek, C++ dan keyin Pythonda dasturini yozish talabalarining fikrlash jarayonini optimallashtirish va unga Pythonda ishlashning o'ziga xos xususiyatlarini o'rganishga yordam berishi mumkin hamda dasturlash tillari muammolarni hal qilishda turli xil yondashuvlarga ega bo'lishi uchun muhim hisoblanadi.

2-jadval.

Bir dasturning ikki tildagi ifodasi

Python dasturlash tilida	C++ dasturlash tilida
a,b=map(int, input().split()) print(a+b)	int a,b; cin>>a>>b;

EXACT AND NATURAL SCIENCES

<pre>n=int(input()) print(n*2)</pre>	<pre>cout<<a+b; int n; cin>>n; cout<<n*2;</pre>
--------------------------------------	---

O'xshashliklar haqida tasavvur hosil bo'lgandan so'ng ikki tilda yoziladigan buyruqlarning farqlari taqdim qilinadi(3-jadvalga qarang).

Buyruqlar	Farqlar	
	C++	Python
Butun bo'lish	/ (faqat int tipi uchun) 5/3 natija:2	// (barcha sonli tiplar uchun) 5.0/3 natija:2
Bitta qiymat ortirish	x++	x=x+1
Bitta qiymat kamaytirish	x--	x=x-1
Darajaga ko'tarish	pow(asos, daraja) (ya'ni pow(a,b))	asos**daraja (ya'ni a**b)
Mantiqiy va operatori	&& (a && b)	And (a and b)
Mantiqiy yoki operatori	(a b)	or (a or b)
Mantiqiy emas operatori	! (!a)	not (not a)
Ternar operator	?: (a?b:c a ifoda rost bo'lsa b ifoda ishlaydi aks holda ifoda ishlaydi)	if else (if a: b else: c)

Ushbu operatorlar ishtirokida ham dasturlar tuziladi. Asosiy farqlar muhokama qilingandan so'ng, differensial yondashuv asosida Pythonning yanada murakkab jihatlariga yo'naltirish orqali vazifalarning murakkabligi va yangi materiallar hajmi asta-sekin oshiriladi. Asosiy funksiyalar va ma'lumotlar tuzilmalaridan boshlab, so'ngra obyektga yo'naltirilgan dasturlash, shablonlar va boshqa murakkab tushunchalar o'rgatiladi.

Differensial yondashuvning mohiyati talabalarga oddiy va asosiy tushunchalardan boshlab ma'lumot yoki vazifani taqdim etish, so'ngra yanada murakkab va ixtisoslashganlarga o'tishdir. Ushbu yondashuvning afzalligi shundaki, u talabalarga yanada murakkab materiallarga o'tishdan oldin asosiy bilim va ko'nikmalarni bosqichma-bosqich o'zlashtirish va o'rnatish imkonini beradi. Differensial yondashuv talabani bilim darajasi va qiziqishiga ko'ra guruhlarga ajratish va bilim darajasi past bo'lgan talabaga o'z bilimlarini yetarli darajaga ko'tarish hamda aksincha, bilimi yuqori talabaga qiziqishini saqlagan holda ta'limni davom ettirish imkonini beradi. Bu talabalarga asosiy tushunchalarni anglashni kuchaytirishga va undan murakkabroq bilimlarni shakllantirishga yordam beradi, shuningdek, o'rganishning keyingi bosqichlarida materialni tushunish va o'zlashtirish bilan bog'liq muammolarning oldini oladi. Shuningdek, murakkablikning o'zgaruvchan darajasi talabalarni rag'batlantirishga va o'quv jarayoniga qiziqishini saqlab qolishga yordam beradi.

Natijalar. C++ tilini o'rgangan talaba uchun Python dasturlash tilini o'rganish o'ziga xos sususiyatga ega. Python sintaksisi C++ dan farq qiladi, u sodda va intuitiv. Python ixcham sintaksisga ega, kod bloklarini aniqlash uchun maxsus qavslar o'rniga bo'sh joylardan foydalanadi va o'zgaruvchilar turlarini aniq e'lon qilishni talab qilmaydi. Bu kod yozishni osonlashtirishi va tushunarli bo'lishini ta'minlaydi.

C++ dan farqli o'laroq, Python xotirani avtomatik ravishda boshqaradi, ya'ni talaba endi xotirani dinamik ajratish va bo'shatish haqida tashvishlanmasligi mumkin. Bu dasturlashni soddalashtirishi va xotira hajmini hamda xatolar ehtimolini kamaytiradi.

Python ko'plab foydali modullar va funksiyalarni ta'minlaydigan keng standart kutubxonaga ega. Talaba ushbu kutubxonadan fayllar bilan ishlash, satrlarni qayta ishlash, tarmoq bilan ishlash va boshqalar kabi turli xil vazifalarni bajarish uchun foydalanishi mumkin.

Python "kodni o'qish" falsafasiga amal qiladi. Uning sintaksisi va tuzilishi kodning tushunarligi va ravshanligiga hissa qo'shadi, bu esa uni yangi boshlanuvchilar uchun qulayroq qiladi va jamoada ishlashda hamkorlikni yaxshilaydi. Bu, ayniqsa, dasturlash bo'yicha tajribaga ega bo'lgan va yaxshi o'qiladigan kod yozish ko'nikmalarini rivojlantirmoqchi bo'lgan talabalar uchun foydali bo'lishi mumkin.

Python protsessual dasturlash, obyektga yo‘naltirilgan dasturlash va funksional dasturlash kabi turli xil dasturlash paradigmalarini qo‘llab-quvvatlaydi. C++ da obyektga yo‘naltirilgan yondashuv bilan allaqachon tanish bo‘lgan talaba Python-da funksional dasturlash yoki boshqa paradigmalarni o‘rganishi mumkin, shu bilan uning intellektual dunyoqarashi rivojlantiriladi.

Python o‘zining moslashuvchanligi va rivojlanish tezligi bilan mashhur. Bu, ayniqsa, C++ da qanday ishlab chiqishni biladigan va o‘z g‘oyalarni tezroq prototiplashni yoki ishchi kodga joylashtirishni xohlaydigan talaba uchun foydali bo‘lishi mumkin.

C++ tilini o‘zlashtirgan talaba uchun Python-ni o‘rganish yangi dasturlash imkoniyatlari va yondashuvlarini taqdim etishi, ishlab chiqish jarayonini soddalashtirishi va dasturlash ko‘nikmalarini va turli paradigmalar haqidagi tushunchalarini kengaytirishi mumkin. Bu talabaga ikkala tilda ham moslashuvchan va malakali dasturchi bo‘lishga imkon beradi.

Munozara. Python dasturlash tilini o‘qitishda qiyosiy tahlil va differensial yondashuvni integratsiyalab qo‘llash orqali ma‘lumotlar tuzilmalari, sikllar, shartli operatorlar, funksiyalar, sinflar va modullar kabi Python dasturlashning asosiy tushunchalari va tamoyillarini chuqur tushunishga erishish mumkin. C++ va Python dasturlash tillari o‘rtasidagi farqlarni taqqoslash va tahlil qilish, ularning har birining afzalliklari va kamchiliklarini tushunishga yordam beradi. C++ tilidan Pythonga dasturlash bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarni o‘tkazish ko‘nikmalari, ikki til o‘rtasida almashishni osonlashtiradi va kod yozish samaradorligini oshiradi. Bu ikki yondashuv analitik va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish, dasturlashda muammolarni hal qilishning turli yondashuvlarini tahlil qilish va taqqoslash qobiliyatini shakllantiradi.

Qiyosiy tahlil va differensial o‘qitish yondashuvining kombinatsiyasi talabaga Python dasturlash tilini chuqur tushunishga va uni turli loyihalarda muvaffaqiyatli ishlatish uchun zarur bo‘lgan ko‘nikmalarni shakllantirishga yordam beradi.

Ushbu metodologiya samaradorligini aniqlash maqsadida “Axborot tizimlari va texnologiyalari” guruhi talabalari bilan tajriba-sinov ishlari amalga oshirildi. Unda 51 nafar talaba ishtirok etdi. Talabalar nazorat va tajriba guruhlariga bo‘lindi. Tajriba guruhida qiyosiy tahlil hamda differensial yondashuv asosida Python dasturlash tili o‘rgatildi. Fan doirasida bajarilgan topshiriqlar baholandi (1-jadvalga qarang).

Tajriba guruhi					Nazorat guruhi				
N	25				26				
x_i	5	4	3	2	5	4	3	2	
m_j	8	10	6	1	4	10	9	3	
$x_i m_j$	40	40	18	2	20	40	27	6	
$\sum x_i m_j$	100				93				
$\sum \frac{x_i m_j}{N}$	4				3,576923				
Samaradorlik					1.12				

Tajriba natijalarini qayta ishlashda matematik statistika (Student mezon) usulidan foydalanildi.

$$P_i = \frac{n_i}{n} \quad q_j = \frac{m_j}{m} \quad \text{da} \quad \bar{X} = \sum_{i=1}^4 P_i x_i = 4 \quad \text{va} \quad \bar{Y} = \sum_{j=1}^4 q_j y_j \approx 3.58 \quad \text{ga teng.}$$

$$\text{Foizda } \bar{X} \% = \frac{4}{4} \cdot 100\% = 100\% \quad \text{va} \quad \bar{Y} \% = \frac{3,54}{4} \cdot 100\% \approx 89\%$$

Bunda tajriba guruhining o‘rtacha o‘zlashtirishi $(100 - 89)\% \approx 11\%$ ga yuqori ekanligi aniqlandi.

Tajriba-sinov samaradorligini aniqlashda yo‘l qo‘yilishi mumki bo‘lgan xatolikni aniqlash uchun o‘rtacha kvadratik xatoliklar aniqlandi

$$S_x^2 = \sum_{i=1}^n P_i x_i^2 - (\bar{X})^2 = 0.72 \quad \text{va} \quad S_y^2 = \sum_{j=1}^4 q_j y_j^2 - (\bar{Y})^2 = 0.78$$

$$\text{Standart xatolik } S_x = \sqrt{S_x^2} = 0.85 \quad \text{va} \quad S_y = \sqrt{S_y^2} = 0.88 \quad \text{ga teng.}$$

Olib borilgan matematik statistik tahlildan xulosa qilib aytilish mumkinki, tajriba guruhida qiyosiy tahlil hamda differensial yondashuv asosida o'tilgan dars nazorat guruhiga nisbatan 11% yuqori samaradorlikka ega.

Shunday qilib, yangi dasturlash tillariga moslashish zamonaviy dasturlashda muvaffaqiyat qozonishning asosiy omilidir. Ushbu ko'nikma dasturchilarga ilg'or vositalar va funksiyalardan foydalanishga va dasturlash qobiliyatlari hamda bilimlarini oshirishga yordam beradi. Yangi dasturlash tillarini o'qitishda qiyosiy tahlil hamda differensial yondashuvdan foydalanish, talablarning fanga qiziqishini oshirib, dasturlashning umumiy konsepsialarini tushunishga yordam beradi.

ADABIYOTLAR:

1. Бобков В. В. Дифференцированный подход в обучении студентов программированию на основе оптимизации информационного взаимодействия субъектов образовательного процесса : дис. – Красноярск : Бобков Владимир Валерьевич, 2005.

2. Газейкина Анна Ивановна Обучение программированию будущего учителя информатики // Педагогическое образование в России. 2012. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-programirovaniyu-buduschego-uchitelya-informatiki> (дата обращения: 09.12.2023).

3. Калитина В. В. Формирование программно-алгоритмической компетентности бакалавров информационных направлений при обучении программированию : дис. – Сибирский федеральный университет, 2015.

4. Касьянова Е. В. Методы и средства обучения программированию в вузе // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – №. 2 (14). – С. 23-30.

5. Пушкарева Т. П., Калитина В. В. Визуализированная методика обучения программированию // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 5. – С. 31-31.

INITIAL AND NONLOCAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE FRACTIONAL WAVE EQUATION WITH THE GENERALIZED RIEMANN-LIOUVILLE TIME DERIVATIVE

Turdiyev Halim Hamroyevich,

Bukhara State University,

Department of Differential Equations,

h.h.turdiyev@buxdu.uz

Saidova Nilufar Muxammadovna,

Bukhara State University

Department of Differential Equations

n.m.saidova@buxdu.uz

Abstract. *In this work, we investigate the solvability of a nonlinear direct problem for a time fractional wave equation with initial-nonlocal boundary conditions was studied. Firstly we study the initial- nonlocal boundary condition problem. The problem is replaced by an equivalent of the integral equation. Existence and uniqueness of direct problem solutions is proven.*

Key words: *generalized Riemann-Liouville fractional derivative, initial condition, nonlocal boundary condition, direct problem, integral equation, Fourier's method, Fourier series.*

НАЧАЛЬНАЯ И НЕЛОКАЛЬНАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДРОБНОГО ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ С ОБОБЩЕННОЙ ПРОИЗВОДНОЙ РИМАНА-ЛИУВИЛЛЯ ПО ВРЕМЕНИ

Аннотация. *В данной работе исследована разрешимость нелинейной прямой задачи для дробно-волнового уравнения с начально-нелокальными граничными условиями. Сначала изучим начально-нелокальную краевую задачу. Задача заменяется эквивалентом интегрального уравнения. Доказано существование и единственность прямых решений задачи.*

Ключевые слова: *обобщенная дробная производная Римана-Лиувилля, начальное условие, нелокальное граничное условие, прямая задача, интегральное уравнение, метод Фурье, ряд Фурье.*

UMUMLASHGAN RIEMANN-LIOUVILLE VAQT HOSILASI BILAN KASR TARTIBLI TO'LQIN TARQALISH TENGLAMASI UCHUN BOSHLANG'ICH VA NOLOKAL CHEGARAVIY MASALA

Annotatsiya. *Ushbu ishda biz boshlang'ich-nolokal chegara shartlariga ega bo'lgan vaqtli kasr tartibli to'lqin tebrannish tenglamasi uchun chiziqli bo'lmagan to'g'ri masalaning yechilishini o'rganamiz. Avvalo, biz boshlang'ich nolokal chegaraviy shart masalani o'rganamiz. Masala unga ekvivalenti bo'lgan integral tenglamaga almastiriladi. To'g'ri masalaning yechimi mavjudligi va yagonaligi isbotlanadi.*

Kalit so'zlar: *umumlashgan Riman-Liuvil kasr hosila, boshlang'ich shart, nolokal chegaraviy shart, to'g'ri masala, integral tenglama, Furiye metodi, Furiye qatori.*

Introduction. Fractional Calculus is a new growing field of applied mathematics. Fractional derivative is the generalization of the classical derivative of whole order of applied mathematics. Many problems of visco-elasticity, dynamical processes in self-similar structures, biosciences, signal processing, system control theory, electrochemistry, diffusion processes and etc. are more accurately modeled with differential equations of fractional order [1]-[8].

The identification of the right hand side and the order of time fractional derivative equation in applied fractional modeling plays an important role. In the papers [9]-[11], an inverse problem for determining these unknowns of time fractional derivative in a subdiffusion equation with an arbitrary second order elliptic differential operator is considered. It is proved that the additional information about the solution at a fixed time instant at a monitoring location, as the observation data, identified uniquely the order of the fractional derivative.

Inverse problems of determining the convolution kernel in integro-differential equations, the main part of which coincides with a hyperbolic operator, were studied in [12-15]. In these studies, the authors

discussed the unique solvability and stability estimates of the solution, as well as a numerical approach for solving such problems.

Inverse problems for fractional differential wave and diffusion equations have not yet been deeply investigated. In the literature, an order of the time-fractional derivative problems [16-20], source determination linear problems and coefficient nonlinear inverse problems in the initial boundary value problem for fractional diffusion- wave equations with various types of overdetermination conditions are encountered most often (see also the references in all listed works). The papers [21] and [22] study inverse problems of finding space dependent and time-dependent source terms, respectively, in time-fractional diffusion equation by using eigenfunction expansion of the non-self adjoint spectral problem along the generalized Fourier method. The main results of these studies comprise the existence and uniqueness theorems, as well as a stability estimate for the solution of the problem of determining the coefficient in a time-fractional diffusion and wave equation.

In the domain $\Omega_T := \{(x, t) : x \in (0, 1), t \in (0, T)\}$ we consider the problem of determining a function $u(x, t)$ satisfying the equation

$$\left(D_{0+}^{\alpha, \beta} u\right)(x, t) - u_{xx} + q(t)u(x, t) = f(x, t), \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad (1)$$

$$u(x, 0) + \delta_1 u_t(x, 0) = \gamma_1(x), \quad (2)$$

$$u(x, T) + \delta_2 u_{t(x, T)} = \gamma_2(x), \quad x \in [0, 1] \quad (3)$$

$$u(0, t) = u(1, t), \quad u_x(1, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (4)$$

where $\delta_1, \delta_2 \geq 0$, $1 < \alpha \leq 2$ and type $0 \leq \beta \leq 1$.

Here the generalized Riemann-Liouville (Hilfer) fractional differential operator $D_{0+}^{\alpha, \beta}$ of the order $1 < \alpha \leq 2$ and type $0 \leq \beta \leq 1$ is defined as follows [1, pp. 112-118], [2, pp. 62-65].

In [1, pp. 112-118], [5, pp. 28-37], by R. Hilfer was introduced a generalized form of the Riemann-Liouville fractional derivative of order α and a type $0 \leq \beta \leq 1$, which coincides with the Riemann-Liouville fractional derivative at $\beta = 0$ and with Gerasimov-Caputo fractional derivative at $\beta = 1$, and the case $\beta \in (0, 1)$ interpolates these both fractional derivatives.

Problems (1)-(4) are correct problems for finding $u(x, t)$.

Preliminaries.

Definition 1. For $n - 1 < \alpha < n$, the fractional Caputo derivative of order α is defined as [5]

$$\partial_{0t}^{\alpha} u(x, t) = I_{0t}^{n-\alpha} D_{0t}^n u(x, t) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{n-1-\alpha} \frac{d^n}{d\tau^n} u(x, \tau) d\tau, \quad (5)$$

where I_{0t}^{α} and D_{0t}^{α} are the Riemann-Liouville fractional integral and derivative of order α , respectively, that are

$$\left(I_{0t}^{n-\alpha} u\right)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{n-1-\alpha} u(x, \tau) d\tau \quad (6)$$

and

$$\begin{aligned} D_{0t}^{\alpha} u(x, t) &= I_{0t}^{n-\alpha} D_{0t}^n u(x, t) = \\ &= \left(\frac{d}{dt}\right)^n \left(I_{0t}^{n-\alpha} u\right)(x, t), \quad \alpha \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \quad n < [\operatorname{Re}(\alpha)] + 1. \end{aligned} \quad (7)$$

Definition 2. (Hilfer derivative) The right-sided fractional derivative $D_{0+}^{\alpha, \beta}$ and the left-sided fractional derivative $D_{0-}^{\alpha, \beta}$ of order α ($n - 1 < \alpha < n \in \mathbb{N}$) and type β ($0 \leq \beta \leq 1$) are defined by [3, 4]

$$\left(D_{0+}^{\alpha, \beta} u\right)(x, t) = \left(I_{0t}^{n-\alpha} \frac{d^n}{dt^n} I_{0t}^{(1-\beta)(n-\alpha)} u\right)(x, t). \quad (8)$$

Lemma 1 [5]. Let $1 < \alpha < 2$, $0 \leq \beta \leq 1$ then the relation

$$\left(D_{0+}^{\alpha, \beta} u\right)(x, t) = \partial_{0t}^{\alpha} u(x, t) + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u(x, 0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_t(x, 0). \quad (9)$$

is valid between the Hilfer and Caputo fractional derivatives and shows that it is independent of parameter β .

Proof. By using the relation (8) and applying the following relation

$$I_{0t}^{\alpha} I_{0t}^{\beta} = I_{0t}^{\alpha+\beta} = I_{0t}^{\beta} I_{0t}^{\alpha}$$

we obtain

$$\begin{aligned} (D_{0+}^{\alpha,\beta} u)(x, t) &= \left(I_{0t}^{\beta(2-\alpha)} \frac{d^2}{dt^2} I_{0t}^{(1-\beta)(2-\alpha)} u \right)(x, t) = \\ &= I_{0t}^{\beta(2-\alpha)} \frac{[(1-\beta)(2-\alpha)-1]t^{(1-\beta)(2-\alpha)-2} u(x, 0)}{\Gamma[(1-\beta)(2-\alpha)]} + \\ &+ I_{0t}^{\beta(2-\alpha)} \frac{t^{(1-\beta)(2-\alpha)-1} u_t(x, 0)}{\Gamma[(1-\beta)(2-\alpha)]} + \left(I_{0t}^{\beta(2-\alpha)} I_{0t}^{(1-\beta)(2-\alpha)} u_{tt} \right)(x, t) = \\ &= I_{0t}^{2-\alpha} u_{tt}(x, t) + \frac{t^{-\alpha} u(x, 0)}{\Gamma(1-\alpha)} + \frac{t^{1-\alpha} u_t(x, 0)}{\Gamma(2-\alpha)} = \\ &= \partial_{0t}^{\alpha} u(x, t) + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u(x, 0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_t(x, 0). \end{aligned}$$

Proved.

(9) basically, we write equation (1) as follows

$$\partial_{0t}^{\alpha} u(x, t) - u_{xx} + q(t)u(x, t) + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u(x, 0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_t(x, 0) = f(x, t). \quad (10)$$

Let us define the following space:

$$C^{2,\alpha}(D) = \{u(x, t): u(\cdot, t) \in C^2(0,1); t \in [0, T] \text{ and } \partial_{0t}^{\alpha} u(x, \cdot) \in C(0, T]; x \in [0,1]\}$$

The functions $q(t)$, $\gamma_1(x)$, $\gamma_2(x)$, $f(x, t)$ and $g(t)$ satisfy the following assumptions

I1) $q(t) \in C[0, T]$;

$$I2) f(x, \cdot) \in C[0, T] \text{ and for } x \in [0,1] \text{ and } \int_0^1 f(x, t) dx \neq 0;$$

I3) $\gamma(x) \in C^4[0,1]$; $\gamma(1) = \gamma(0)$, $\gamma'(1) = 0$, $\gamma''(1)(0) = \gamma''(1)$, $\gamma'''(1) = 0$.

To obtain a solution to problem (10), (2)-(4), we formally apply [5] the Fourier method. We will look

for a nontrivial particular solution of this problem in the form $u(x, t) = X(x)u_0(t)$. Substituting this solution formula into the equation and boundary conditions, we obtain a problem for finding the

eigenfunction $X(x)$:

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0, \quad 0 < x < 1, \quad (11)$$

$$X(0) = X(1), \quad (12)$$

$$X'(1) = 0. \quad (13)$$

Existence and uniqueness result

First, note that for the non-selfadjoint operator (11) with (12)

$$\begin{aligned} X_0(x) &= 2, \quad X_{2k}(x) = 4\cos(2\pi k x), \\ X_{2k-1}(x) &= 4(1-x)\sin(2\pi k x), \quad k = 0,1,2, \dots \end{aligned} \quad (14)$$

and

$$Y_0(x) = x, \quad Y_{2k}(x) = x\cos(2\pi kx), \quad Y_{2k-1}(x) = \sin(2\pi kx)$$

$$\lambda_k = 2\pi k, \quad k = 1,2,3, \dots \quad (15)$$

which are Riesz bases in $L_2[0; 1]$. For more details, the reader can consult Aleroev et al. (2013); Ilin (1997); Ionkin (1977).

Existence and uniqueness results for direct problem solution.

By applying the Fourier method, the solution $u(x; t)$ of the problem (1)-(4) can be expanded in a uniformly convergent series in term of eigenfunctions of (14) in $L_2[0; 1]$ of the form

$$u(x, t) = X_0(x)u_0(t) + \sum_{n=1}^{\infty} X_{2n}(x)u_{2n}(t) + \sum_{n=1}^{\infty} X_{2n-1}(x)u_{2n-1}(t). \quad (16)$$

The coefficients $u_0(t)$, $u_{2n}(t)$, $u_{2n-1}(t)$ for $n \geq 1$ are to be found by making use of the orthogonality of the eigenfunctions. Namely, we multiply (1) by the eigenfunctions of (17) and integrate over $(0,1)$. Recall that the scalar product in $L_2[0,1]$ is defined by $(f, g) = \int_0^1 f(x)g(x)dx$. Let us note the expansion coefficients of $f(x, t)$ and $\gamma(x)$ in the eigenfunctions of (15) for $n \geq 1$ respectively by

$$\begin{cases} (f(x, t), Y_0(x)) = f_0(t), \\ (f(x, t), Y_{2n-1}(x)) = f_{2n-1}(t), \\ (f(x, t), Y_{2n}(x)) = f_{2n}(t) \end{cases} \quad (17)$$

and

$$\begin{cases} (\gamma_i(x), Y_0(x)) = \gamma_{0,i}, \\ (\gamma(x), Y_{2n-1}(x)) = \gamma_{2n-1,i}, \\ (\gamma(x), Y_{2n}(x)) = \gamma_{2n,i}, \end{cases} \quad i = 1, 2. \quad (18)$$

We obtain in view of (1) and with $(u(x, t), Y_0(x)) = u_0(t)$, and first component of (16), we may write

$$\begin{cases} \partial_{0t}^{\alpha} u_0(t) + q(t)u_0(t) + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u_0(0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_0'(0) = f_0(t), \\ u_0(0) + \delta_1 u_{0t}(0) = \gamma_{01}, \\ u_0(T) + \delta_2 u_{0t}(T) = \gamma_{02}. \end{cases} \quad (19)$$

For $u_{2n-1}(t) = (u(x, t), Y_{2n-1}(x)); n \geq 1$, in view of (16) we have

$$\begin{cases} \partial_{0t}^{\alpha} u_{2n-1}(t) + \lambda^2 u_{2n-1}(t) + q(t)u_{2n-1}(t) + \\ + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u_{2n-1}(0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_{2n-1}'(0) - \lambda^2 u_{2n-1}(t) = f_{2n-1}(t), \\ u_{2n-1}(0) + \delta_1 u_{2n-1t}(0) = \gamma_{2n-1,1}, \quad u_{2n-1}(T) + \delta_2 u_{2n-1t}(T) = \gamma_{2n-1,2}. \end{cases} \quad (20)$$

Also, the linear fractional differential equations satisfied by $u_{2n}(t) = (u(x, t), Y_{2n}(x)), n \geq 1$ and third component of (16), we m obtain

$$\begin{cases} \partial_{0t}^{\alpha} u_{2n}(t) + \lambda^2 u_{2n}(t) + q(t)u_{2n}(t) + \\ + \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} u_{2n}(0) + \frac{t^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} u_{2n}'(0) - 2\lambda u_{2n-1}(t) - \lambda^2 u_{2n}(t) = f_{2n}(t), \\ u_{2n}(0) + \delta_1 u_{2nt}(0) = \gamma_{2n,1}, \quad u_{2n}(T) + \delta_2 u_{2nt}(T) = \gamma_{2n,2}. \end{cases} \quad (21)$$

To study problem (1)-(4), we consider the following fractional differential equation

$$\begin{cases} \partial_{0t}^{\alpha} v(t) + a^2 v(t) = g(t), \\ v(0) + \delta_1 v(0) = \gamma_1, \\ v(T) + \delta_2 v_t(T) = \gamma_2. \end{cases} \quad (22)$$

The solution to problem (22) is obviously the sum of solutions to the boundary value problem

$$\begin{cases} \partial_{0t}^{\alpha} v(t) + a^2 v(t) = 0, \\ v(0) + \delta_1 v(0) = \gamma_1, \\ v(T) + \delta_2 v_t(T) = \gamma_2. \end{cases} \quad (23)$$

and

$$\begin{cases} \partial_{0t}^\alpha v(t) + a^2 v(t) = g(t), \\ v(0) + \delta_1 v'(0) = 0, \\ v(T) + \delta_2 v'(T) = 0. \end{cases} \quad (24)$$

where $\delta_1, \delta_2 \geq 0$ are fixed numbers, $a(t) \in C[0; T]$ is given function, and $y = y(t)$ is desired function. It is known (see [1], p. 96) that.

Lemma 2. *If $y(t) \in C[0, T] \cup L_1(0, T)$, then*
 $(I_{0+}^\alpha \partial_{0t}^\alpha y(t))(t) = y(t)$.

Also, if $y(t)$ and its fractional derivative of order $\alpha > 0$ belong to $C[0, T] \cup L_1(0, T)$, then for $c_j \in R$ we have

$$(I_{0+}^\alpha \partial_{0t}^\alpha y(t))(t) = y(t) - c_0 - c_1 t - c_2 t^2 - \dots - c_n t^{n-1}, \quad n-1 < \alpha \leq n.$$

In this section, we give a new construction method of the Green's function for the boundary value problem (24).

Lemma 3. *Assume $\delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0$. Then, the solution to the boundary-value problem (23) with $1 < \alpha < 2$ and $\lambda \in R$ has the form*

$$y_1(t) = \frac{(\delta_2 E_\alpha(-a^2 T^\alpha) + T E_{\alpha,2}(-a^2 T^\alpha)) \gamma_1 - \delta_1 \gamma_2}{\Delta(T)} E_\alpha(-a^2 t^\alpha) + \frac{-(E_\alpha(-a^2 T^\alpha) - a^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 T^\alpha)) \gamma_1 + \gamma_2}{\Delta(T)} t E_{\alpha,2}(-a^2 t^\alpha),$$

where $\Delta(T) = (\delta_2 - \delta_1) E_\alpha(-a^2 T^\alpha) + a^2 \delta_1 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 T^\alpha) + T E_{\alpha,2}(-a^2 T^\alpha)$.

Proof. The Laplace transform formula for the Caputo fractional derivative is given in ([1], p. 98)

$$L(\partial_{0t}^\alpha y_1)(t) = t^\alpha (L y_1)(t) - \sum_{k=0}^{\infty} t^{\alpha-k-1} y_1^{(k)}(0), \quad n-1 < \alpha \leq n. \quad (25)$$

By the use of the Laplace transform on equation (23), one has $t^\alpha (L y_1)(t) - t^{\alpha-1} y_1(0) - t^{\alpha-2} y_1'(0) + a^2 (L y_1)(t) = 0$.

So,

$$(L y_1)(t) = \frac{t^{\alpha-1}}{t^\alpha + a^2} y_1(0) + \frac{t^{\alpha-2}}{t^\alpha + a^2} y_1'(0).$$

For constants $\Re(a) > 0, \beta \in \mathbb{C}$, the Laplace transform of the Mittag-Leffler function in two parameters is give as (see formula (1.10.9), [1])

$$L[t^{\beta-1} E_{\alpha,\beta}(-at^\alpha)](t) = \frac{t^{\alpha-\beta}}{t^\alpha + a}, \quad (\Re(a) > 0; \lambda \in \mathbb{C}; |at^{-\alpha}| < 1).$$

By the use of the above properties and the inverse Laplace transform, one has

$$y_1(t) = L^{-1} \left[\frac{t^{\alpha-1}}{t^\alpha + a^2} y_1(0) + \frac{t^{\alpha-2}}{t^\alpha + a^2} y_1'(0) \right] = y_1(0) E_\alpha(-a^2 t^\alpha) + y_1'(0) t E_{\alpha,2}(-a^2 t^\alpha). \quad (26)$$

Taking into account properties

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} E_\alpha(-a^2 t^\alpha) &= -a^2 t^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 t^\alpha), \\ \frac{d}{dt} (t^{\beta-1} E_{\alpha,\beta}(-a^2 t^\alpha)) &= t^{\beta-2} E_{\alpha,\beta-1}(-a^2 t^\alpha) \end{aligned} \quad (27)$$

for $\alpha > 0, \beta > 0, t > 0$. From (26) and the property (27), one has

$$y_1'(t) = -a^2 t^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 t^\alpha) y_1(0) + y_1'(0) E_\alpha(-a^2 t^\alpha). \quad (28)$$

Let $t = T$ in (26) and (28), there hold

$$y_1(T) = y_1(0) E_\alpha(-a^2 T^\alpha) + T y_1'(0) E_{\alpha,2}(-a^2 T^\alpha). \quad (29)$$

$$y_1'(T) = -a^2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 T^\alpha) y_1(0) + y_1'(0) E_\alpha(-a^2 T^\alpha). \quad (30)$$

Substituting (29), (30) into the boundary conditions (23), one has

$$\begin{cases} (E_\alpha(-a^2T^\alpha) - a^2\delta_2T^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2T^\alpha))y_1(0) + \\ + (TE_{\alpha,2}(-a^2T^\alpha) + \delta_2E_\alpha(-a^2T^\alpha))y_1'(0) = \gamma_2, \\ y_1(0) + \delta_1y_1'(0) = \gamma_1. \end{cases} \quad (31)$$

A simple calculation yields from the system of (31)

$$y_1(0) = \frac{(\delta_2E_\alpha(-a^2T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 - \delta_1\gamma_2}{\Delta(T)},$$

$$y_1'(0) = \frac{-(E_\alpha(-a^2T^\alpha) - a^2\delta_2T^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 + \gamma_2}{\Delta(T)},$$

where

$$\Delta(T) = (\delta_2 - \delta_1)E_\alpha(-a^2T^\alpha) + a^2\delta_1\delta_2T^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-a^2T^\alpha).$$

Substituting the constants $y_1(0), y_1'(0)$ into (26), we arrive the solution of (23):

$$y_1(t) = \frac{(\delta_2E_\alpha(-a^2T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 - \delta_1\gamma_2}{\Delta(T)}E_\alpha(-a^2t^\alpha) +$$

$$+ \frac{-(E_\alpha(-a^2T^\alpha) - a^2\delta_2T^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 + \gamma_2}{\Delta(T)}tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha).$$

Lemma 4. Assume $\delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0$. Then, the solution to the boundary-value problem (24) with $1 < \alpha < 2$ and $\lambda \in R$ has the form

$$y_2(t) = \int_0^T G(t, \tau)g(\tau)d\tau, \quad (32)$$

where

$$G(t, \tau) = \begin{cases} \frac{1}{\Delta(T)} \{[\delta_1(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_1\delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)]E_\alpha(-a^2t^\alpha) + \\ + [-(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)]tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha) + \\ + \Delta(T)(t - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(t - \tau)^\alpha)\}, & 0 \leq \tau \leq t, \\ \frac{1}{\Delta(T)} \{[\delta_1(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_1\delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)]E_\alpha(-a^2t^\alpha) + \\ + [-(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \delta_2(T - \tau)^{\alpha-2} \times \\ \times E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)]tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha)\}, & t \leq \tau \leq T. \end{cases}$$

Proof. Solution of the equation (24)

$$y_2(t) = \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(t - \tau)^\alpha)f(\tau)d\tau +$$

$$+ E_\alpha(-a^2t^\alpha)c_1 + tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha)c_2. \quad (33)$$

From (33) and the property (27), one has

$$y_2'(t) = \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(t - \tau)^\alpha)f(\tau)d\tau -$$

$$- a^2t^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2t^\alpha)c_1 + c_2E_\alpha(-a^2t^\alpha). \quad (34)$$

Let $t = T$ in (33) and (34), there hold

$$y_2(T) = \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau + E_\alpha(-a^2 T^\alpha) c_1 + T E_{\alpha,2}(-a^2 T^\alpha) c_2. \quad (36)$$

$$y_2'(T) = \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau - a^2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 T^\alpha) c_1 + c_2 E_\alpha(-a^2 T^\alpha). \quad (37)$$

Substituting (35), (36) into the boundary conditions (24), one has

$$\begin{cases} c_1 + \delta_1 c_2 = 0, \\ \left(E_\alpha(-a^2 T^\alpha) - a^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2 T^\alpha) \right) c_1 + \left(T E_{\alpha,2}(-a^2 T^\alpha) + \delta_2 E_\alpha(-a^2 T^\alpha) \right) c_2 = - \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau - \delta_2 \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau. \end{cases}$$

A simple calculation yields from the system of (37)

$$c_1 = \frac{\delta_1}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau + \frac{\delta_1 \delta_2}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau,$$

$$c_2 = - \frac{1}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau - \frac{\delta_2}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) f(\tau) d\tau.$$

Substituting the constants c_1, c_2 into (33), we arrive the solution of (24):

$$y_2(t) = \int_0^t (t - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(t - \tau)^\alpha) g(\tau) d\tau + \frac{\delta_1}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) g(\tau) d\tau \cdot E_\alpha(-a^2 t^\alpha) + \frac{\delta_1 \delta_2}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) g(\tau) d\tau \cdot E_\alpha(-a^2 t^\alpha) - \frac{1}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) g(\tau) d\tau \cdot t E_{\alpha,2}(-a^2 t^\alpha) + \frac{\delta_2}{\Delta(T)} \int_0^T (T - \tau)^{\alpha-2} E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha) g(\tau) d\tau \times$$

$$\times tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha) = \int_0^T G(t, \tau)g(\tau)d\tau,$$

where

$$G(t, \tau) = \begin{cases} \frac{1}{\Delta(T)} \{[\delta_1(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_1\delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)] \cdot E_\alpha(-a^2t^\alpha) + \\ + [-(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)] \cdot tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha) + \\ + \Delta(T)(t - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(t - \tau)^\alpha)\}, & 0 \leq \tau \leq t, \\ \frac{1}{\Delta(T)} \{[\delta_1(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \\ + \delta_1\delta_2(T - \tau)^{\alpha-2}E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)] \cdot E_\alpha(-a^2t^\alpha) + \\ + [-(T - \tau)^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2(T - \tau)^\alpha) + \delta_2(T - \tau)^{\alpha-2} \times \\ \times E_{\alpha,\alpha-1}(-a^2(T - \tau)^\alpha)] \cdot tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha)\}, & t \leq \tau \leq T. \end{cases}$$

The lemma 4 is proved.

The solution to problem 24 consists of the sum of solutions to problems (23) and (24).

$$y(t) = \frac{(\delta_2 E_\alpha(-a^2T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 - \delta_1\gamma_2}{\Delta(T)} E_\alpha(-a^2t^\alpha) + \\ + \frac{(E_\alpha(-a^2T^\alpha) - a^2\delta_2T^{\alpha-1}E_{\alpha,\alpha}(-a^2T^\alpha))\gamma_1 + \gamma_2}{\Delta(T)} \times \\ \times tE_{\alpha,2}(-a^2t^\alpha) + \int_0^T G(t, \tau)g(\tau)d\tau. \quad (38)$$

Applying Laplas transform to (21)-(23), we get the following Volterra integral equation satisfied by the solution

$$u_0(t) = \frac{(\delta_2 + T - t)\gamma_{0,1} + (t - \delta_1)\gamma_{0,2}}{\delta_2 - \delta_1 + T} + \int_0^T G_0(t, \tau)(f_0(\tau) - q(\tau)u_0(\tau) - \\ - \frac{(\delta_2 + T)\gamma_{0,1} - \delta_1\gamma_{0,2}}{\delta_2 + T - \delta_1} \frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(1 - \alpha)} - \frac{\gamma_{0,2} - \gamma_{0,1}}{\delta_2 + T - \delta_1} \frac{\tau^{1-\alpha}}{\Gamma(2 - \alpha)})d\tau. \quad (39)$$

$$u_{2n-1}(t) = \frac{(\delta_2 E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 T^\alpha))\gamma_{2n-1,1} - \delta_1\gamma_{2n-1,2}}{\Delta(T)} E_\alpha(-\lambda_n^2 t^\alpha) + \\ + \frac{(E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) - \lambda_n^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda_n^2 T^\alpha))\gamma_{2n-1,1} + \gamma_{2n-1,2}}{\Delta(T)} tE_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 t^\alpha) + \\ + \int_0^T G(t, \tau) \left(f_{2n-1}(\tau) - q(\tau)u_{2n-1}(\tau) - \right. \\ \left. - \frac{(\delta_2 E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) + TE_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 T^\alpha))\gamma_{2n-1,1} - \delta_1\gamma_{2n-1,2}}{\Delta(T)} \frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(1 - \alpha)} - \right. \\ \left. - \frac{\gamma_{2n-1,2} - (E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) - \lambda_n^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda_n^2 T^\alpha))\gamma_{2n-1,2}}{\Delta(T)} \right) \times$$

$$\times \frac{\tau^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} + \lambda_n^2 u_{2n-1} \Big) d\tau. \quad (40)$$

$$\begin{aligned} u_{2n}(t) = & \frac{(\delta_2 E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) + T E_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 T^\alpha)) \gamma_{2n,1} - \delta_1 \gamma_{2n,2}}{\Delta(T)} E_\alpha(-\lambda_n^2 t^\alpha) + \\ & + \frac{-(E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) - \alpha^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda_n^2 T^\alpha)) \gamma_{2n,1} + \gamma_{2n,2}}{\Delta(T)} t E_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 t^\alpha) + \\ & + \int_0^T G(t, \tau) \left(f_{2n}(\tau) - q(\tau) u_{2n}(\tau) - \frac{(\delta_2 E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) + T E_{\alpha,2}(-\lambda_n^2 T^\alpha)) \gamma_{2n,1} - \delta_1 \gamma_{2n,2}}{\Delta(T)} \times \right. \\ & \times \frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)} - \frac{\gamma_{2n,2} - [E_\alpha(-\lambda_n^2 T^\alpha) - \lambda_n^2 \delta_2 T^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda_n^2 T^\alpha)] \gamma_{2n,1}}{\Delta(T)} \times \\ & \left. \times \frac{\tau^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} + \lambda_n u_{2n-1} + \lambda_n^2 u_{2n}(\tau) \right) d\tau. \quad (41) \end{aligned}$$

Conclusion. In this work, the solvability of a nonlinear direct problem for a time fractional wave equation with initial-nonlocal boundary conditions was studied. Firstly we investigated solvability the initial-nonlocal boundary conditional problem (1)-(3). The problem replaced by an equivalent of integral equation. Existence and uniqueness of direct problem solution were proven.

REFERENCES:

1. Hilfer R, *Applications of Fractional Calculus in Physics*, World Scientific: Singapore, 2000.
2. Podlubny I., *Fractional Differential Equations, of Mathematics in Science and Engineering*, vol. 198, Academic Press, New York, NY, USA, 1999.
3. Hilfer R., Luchko Y., Tomovski Z., *Operational method for the solution of fractional differential equations with generalized Riemann-Liouville fractional derivatives*, *Fract. Calc. Appl. Anal.*, 2009, Vol. 12 No.3, pp. 299-318.
4. Kilbas A. A., Srivastava H. M., Trujillo J. J., *Theory and application of fractional differential equations*, North-Holland Mathematical Studies, Amsterdam: Elsevier, 2006.
5. Samko S. G., Kilbas A. A., Marichev O. I., *Fractional integrals and derivatives. Theory and applications*, Gordon and Breach Science Publishers, Yveron, 1993.
6. Sorrentinos G, *Fractional derivative linear models for describing the viscoelastic dynamic behavior of polymeric beams*, in *Proceedings of IMAS, Saint Louis, Mo, USA, 2006*.
7. Sorrentinos G, *Analytic modeling and experimental identification of viscoelastic mechanical systems*, in *Advances in Fractional Calculus*, J. Sabatier, O. P. Agrawal, and J. A Tenreiro Machado, Eds., pp. 403-416, Springer, 2007.
8. Vinagre B. M., Podlubny I., Hernandez A., and Feliu V., *Some approximations of fractional order operators used in control theory and applications*, *Fractional Calculus and Applied Analysis*, vol. 3, no. 3, pp.231-248, 2000.
9. Ashurov R., Cabada A., Turmetov B., *Operator method for construction of solutions of linear fractional differential equations with constant coefficients*, *Fract. Calc. Appl. Anal.* 2016, Vol. 19, No 1, pp. 229-252.
10. Ashurov R., Umarov S., *Determination of the order of fractional derivative for sub diffusion equations*, *Fract. Calc. Appl. Anal.*, 2020, Vol. 23, Springer Nature 2021 LATEX template *Inverse Coefficient Problem for Diffusion-Wave Equation* 21 No 6, pp. 1647-1662.
11. Alimov Sh., Ashurov R., *Inverse problem of determining an order of the Caputo time-fractional derivative for a subdiffusion equation*, *Journal of Inverse and Ill-posed Problems*, Vol. 28, No 5 (2020), pp. 651-658.

12. Durdiev D. K., Totieva Z. D., *The problem of determining the one-dimensional matrix kernel of the system of visco-elasticity equation*, *Math Met Appl Scie.*, 41(17), 8019_8032, (2018).
13. Durdiev D.K., Turdiev K.K.. *Inverse Problem for a First-Order Hyperbolic System with Memory*, *Differential Equations* 56 (12), 1634-1643, 2020.
14. Durdiev D.K., Turdiev K.K.. *The problem of finding the kernels in the system of integro-differential Maxwell's equations*, *Journal of Applied and Industrial Mathematics* 15, 190-211, 2021.
15. Durdiev D.K., Turdiev K.K.. *The problem of finding the kernels in the system of integro-differential acoustics equations*, *Far Eastern Mathematical Journal*, 23 (2), 190-210, 2023.
16. Sakamoto K., Yamamoto M., *Inverse source problem with a final overdetermination for a fractional diffusion equation*, *Math. Control Relat. Fields*, 1, pp. 509_518, (2011).
17. Gong X., Wei T., *Reconstruction of a time-dependent source term in a time-fractional diffusion-wave equation*, *Inverse Probl. Sci. Eng.*, 27(11), 1577-1594, (2019).
18. Turdiev H.H., *Inverse coefficient problems for a time-fractional wave equation with the generalized Riemann–Liouville time derivative*. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Matematika*, (10):46-59. (In Russ.), 2023.
19. Durdiev D., Turdiev H., *Inverse Coefficient Problem for Fractional Wave Equation with the Generalized Riemann–Liouville Time Derivative*, *Indian Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1-17, 2023.
20. Durdiev D. K., Turdiev H. H., *Inverse coefficient problem for a time-fractional wave equation with initial-boundary and integral type overdetermination conditions*, <https://doi.org/10.1002/mma.9867>, 2023.
21. Kirane M., Malik S. A., *Determination of an unknown source term and the temperature distribution for the linear heat equation involving fractional derivative in time*, *Appl. Math. Comput.*, 218, pp. 63_170, (2011).
22. Aleroev T. S., Kirane M., Malik S. A., *Determination of a source term for a time fractional diffusion equation with an integral type-over determining condition*, *Electron. J. Differential Equations*, 270, pp. 1_16, (2013).

**IJTIMOY SO'ROVLARNI O'TKAZISH UCHUN AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMNING
PROTOTIPINI ISHLAB CHIQUISH**

*Shafiyev Tursun Rustamovich,
Buxoro davlat universiteti dotsenti
tursun@buxdu.uz*

*Halimova Mehrangiz Abdumajid qizi,
Buxoro davlat universiteti magistranti
mehrangizabdumajidovna1627@gmail.com*

*Niyozova Zaynabbegim Komiljon qizi,
Buxoro davlat universiteti talabasi
zaynabbegimniyozova087@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada ijtimoiy so'rovnomaga o'tkazish uchun ishlab chiqiladigan avtomatlashtirilgan tizimning loyiha hujjatlari va prototipini ishlab chiqish natijalari keltirilgan. So'rovnomada avtomatlashtirilgan tizim uchun ma'lumotlar omborining konseptual sxemasi, tizimdan foydalanishning umumiy va sinf diagrammasi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: ijtimoiy so'rovnomaga, texnik topshiriq, testlash, hujjatlashtirish

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ОПРОСОВ**

Аннотация. В данной статье представлены результаты разработки проектной документации и прототипа разрабатываемой автоматизированной системы для проведения социального опроса. Для автоматизированной системы опроса разработана концептуальная схема хранения данных, общая схема использования системы и схема классов.

Ключевые слова: социальный опрос, техническое задание, тестирование, документирование

**DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CONDUCTING
SOCIAL SURVEYS**

Abstract. This article presents the results of the development of project documentation and a prototype of an automated system being developed for conducting a social survey. A conceptual data warehouse scheme, a general system usage scheme and a class scheme have been developed for the automated survey system.

Keywords: social survey, terms of reference, testing, documentation.

Kirish. Hozirda aholining turli xil turdagi ijtimoiy qatlamlarida sotsiologik tadqiqotlarni olib borishning zamonaviy usullari sifatida axborot texnologiyalari vositalari yordamida, jumladan, dasturiy tizimlarga yo'naltirgan holda amalga oshirilib borilmoqda. Ushbu sohada o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari shuni ko'rsatmoqdaki [1–5], so'rovnomaga mobilligi, qulayligi jihatdan onlayn so'rovnomaga o'tkazish yordamida erishish mumkin. Shu sababli zamonaviy texnologiyalardan foydalanish turli ijtimoiy toifadagi respondentlardan ma'lumot to'plash jarayoni ko'p vaqtni talab etmaydi. Albatta, bunday holatda natijalarning samaradorligi respondentlar joylashgan hududda internet texnologiyalarning rivojlanish darajasiga hamda ularning axborot texnologiyalardan foydalanish ko'nikmasiga bogliq bo'ladi. Shunday qilib, zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish orqali respondentlardan sotsiologik-statistik so'rovnomaga avtomatlashtirilgan axborot tizimini ishlab chiqish bu kungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Bir guruh mualliflar tomonidan "Sotsiologik so'rov" axborot tizimi-bu sotsiologik so'rovning statistik ko'rsatkichlarini hisoblash jarayonini avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan axborot tizimi ishlab chiqilgan bo'lib [6], usbu tizimdan foydalanish sotsiologik so'rovlar bo'yicha hisobotlarni tuzish vaqtini qisqartirishga imkon bergan. Taklif etilgan dastur yordamida so'rov ma'lumotlarini kiritish, savollar ro'yxati va javob variantlarini kiritish, respondentlarning javoblarini kiritish, so'rovnomalarning bosma va elektron shakllarini chiqarish, so'rov statistikasini chiqarish vazifalar bajariladi. Hisobotlarni chiqarish uchun Microsoft Office

to'plamidan foydalanilgan. Tizim sotsiologik so'rovlar va marketing tadqiqotlari bilan shug'ullanadigan tashkilotlarda qo'llanilishi haqida tavsiya etilgan.

Ayrim hollarda ijtimoiy so'rovnomalarni o'tkazishda tayyor axborot tizimlarini so'rovlarga moslab tuzish ham mumkin. Jumladan [7], maqolada sotsiologik so'rovnomalarni o'tkazish va natijalarni qayta ishlash metodologiyasiga asoslangan holda universitet talabalarining ta'lim sifatidan qoniqishini ilmiy tadqiqotlar natijalarini o'tkazish va qayta ishlash vositasi sifatida axborot tizimini yaratish tasvirlangan. So'rovlarni amalga oshirish vositasi sifatida IC:Enterprise platformasi ishlatilgan. Ishlab chiqilgan dastur yordamida so'rovnomalalar sezilarli darajada soddalashtirigan, hamda tadqiqotlarni qayta ishlash, natijalarining aniqligi oshgan, shuningdek, qaror qabul qilish sifati yaxshilangan.

Sotsiologik tadqiqotlarning natijalarida yashirin naqshlarni izlash uchun ma'lumotlarni saqlash va ularni qayta ishlash usullarini amalga oshiradigan axborot tizimini loyihalashga yangicha yondashuv taklif etilgan [8]. Ushbu yondashuv tabaqalashtirilgan axborot makonini tavsiflovchi tabaqalashtirilgan fraktal modeldan foydalanish va yashirin qatlamlarni xaritalashga asoslangan.

Mualliflarning maqolasida [9] so'rovnomalarni o'tkazish jarayoni uchun 4 ta maxsus ketma-ketlik metodikasi taklif qilingan. Ushbu ketma-ketlik qadamlari bir-biri bilan oz'aro bog'liq bo'lib, har bir qadamda iteratsion tartibda amallar bajarilgan. Birinchi qadamda mualliflar so'rovnoma maqsadini, rejasini, xavflar ro'yxatini, so'rovnoma o'tkazish muddatlarini hamda olingan natijalarni qayta ishlash yo'llarini aniqlash, ikkinchi qadamda boshlang'ich ma'lumotlarni yig'ish, uchinchi qadamni 1-2 qadamlarda olingan barcha hujjatlarni rasmiylashtirish, ishlab chiqaladigan dasturiy tizimni so'rovnomaga moslab kodlash, hisobotlarni tayyorlash, to'rtinchi qadamni esa olingan natijalarning tahlillash, natijalarni hisobotlar va grafiklar shaklida chop etish, so'rovnoma asosida olingan natijalarda qarama-qarshilarni kuzatish bilan izohlashgan.

Yuqorida keltirilgan ushbu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida qurilgan axborot tizimlari zamonaviy texnologiyalar tufayli turli sotsiologik guruhlardagi respondentlardan ma'lumot to'plash jarayonini o'tkazishda ko'p vaqtni talab qilmaydi. Shu sababli zamonaviy dasturlash texnologiyalari rivojlanib borish jarayonida axborot tizimlarini talab darajasida ishlab chiqish hozirgi vaqtda dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Ijtimoiy so'rovlarni o'tkazish uchun avtomatlashtirilgan tizimni yaratish uchun quyidagi bosqichlarni bajarish kerak:

- 1) Ijtimoiy so'rovlarni o'tkazishda foydalaniladigan biznes jarayonlarini tahlil qilish;
- 2) Texnik shartlarni ishlab chiqish;
- 3) Axborot tizimining loyahasini tuzish;
- 4) Sinov uchun test dasturi va uni o'tkazish uchun metodikani ishlab chiqish.

Ushbu ishlab chiqilgan bosqichlar mavzu sohasi bo'yicha axborot tizimining hujjatlashtirishida ishlatilishi mumkin.

1. Mavzu sohasidagi biznes jarayonlarining tavsifi.

Odatda, ixtiyoriy turdagi so'rovnoma ushbu soha mutaxassislari -sotsiologlar tomonidan ishlab chiqiladi. Sotsiologlar tomonidan so'rovnoma anketasini yaratish jarayoni uzoq vaqt talab etadi. Sotsiolog so'rovni yaratish uchun qandaydir maqsadlarga ega bo'lgach, ular so'rov o'tkazish kerak bo'lgan sohani o'rganadilar. Bunday holatlar mutaxassslar so'rovnoma o'tkazilayotgan hududning shart-sharoitlarni, ijtimoiy-iqtisodiy, ma'naviy-ma'rifiy holatlari kabi bir necha parametrlarni inobatga olinganlaridan so'ng to'g'ri savollarni ajratishlari va bu savollarni kimga berishni tanlashlari kerak. Bundan tashqari, so'rovnomada test turlari ham xilma-xil bo'lishi mumkin, ya'ni bitta savol bir vaqtning o'zida bir nechta javoblarni anglatishi mumkin. Bundan tashqari, savollar tuzilishi va bir-biridan kelib chiqishi kerak. Shunday qilib, bitta savolga javob bergandan so'ng, boshqasiga javob muhim bo'lmasligi ham mumkin.

So'rovnoma o'tkazish jarayonining biznes jarayonini 1-rasmda keltirilgan. 1-rasmda keltirilgan modelga asoslangan holda, ishlab chiqiladigan tizim sotsiologning ishini avtomatlashtirishdan iborat.

2. Avtomatlashtirilgan axborot tizimining ishlab chiqish mezonlari

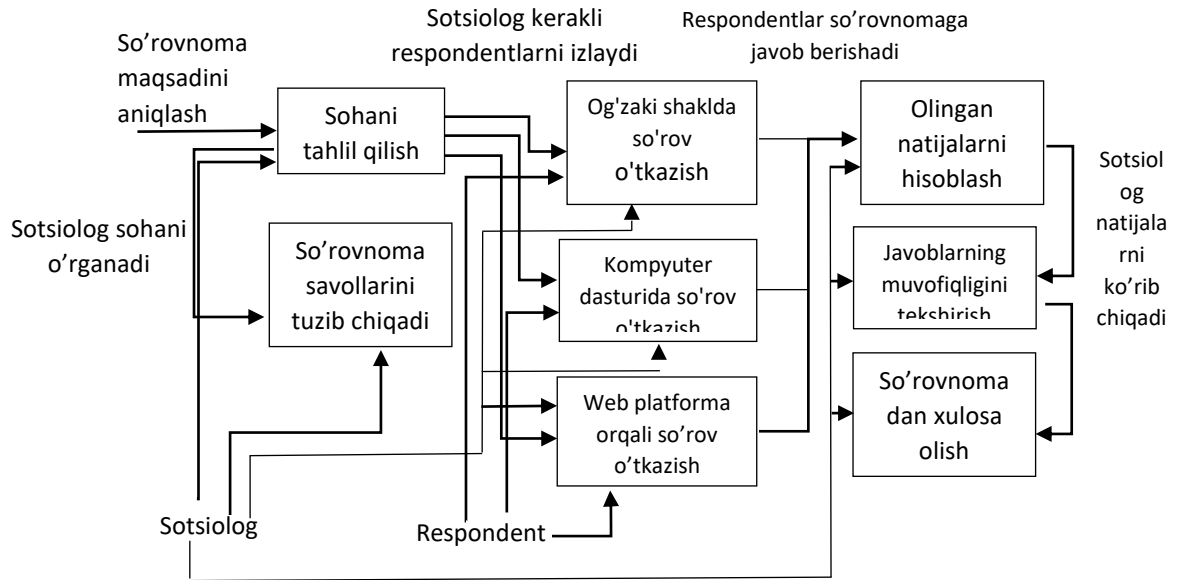
Ishlab chiqiladigan avtomatlashtirilgan so'rovnoma o'tkazish tizimi sotsiologlar tomonidan so'rovnomalalar tayyorlash, o'tkazish hamda olingan natijalarni umumlashtirish uchun ishlatiladi. Avtomatlashtirilgan tizim so'rovnoma natijalari bo'yicha xulosalar olish jarayonini optimallashtirish, belgilangan so'rovnomalarni o'tkazish uchun foydalanuvchilarga qulay grafik foydalanuvchi interfeysiga ega bo'lgan bo'lishi zarur.

Tizimda quyidagi tizim osti funksional tizimlardan tashkil topishi zarur:

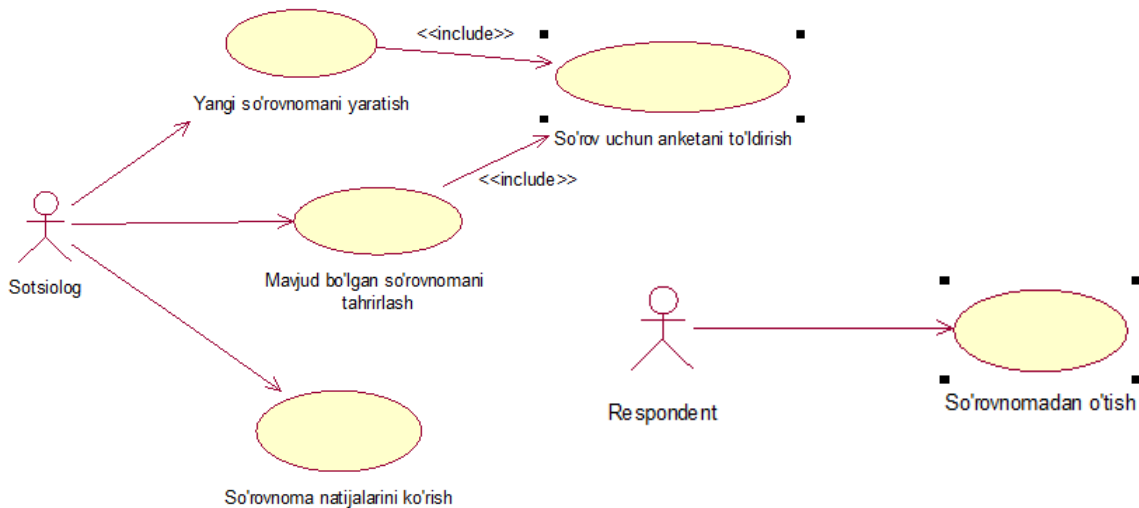
- Mutaxassis-sotsiolog savollarni tayyorlashi va ushbu savollarni kelajakdagi so'rovnomada ishlatishi uchun zarur bo'lgan *so'rovnomaning yaratishning* quyi tizimi;

• Respondent va sotsiolog ishlaydigan so'rovning quyi tizimi. Ushbu quyi tizimda respondent savollarga javob beradi, sotsiolog so'rov natijalarini ko'rib chiqadi;

Tizim foydalanuvchilarga sotsiolog yoki respondent sifatida tizimga kirish imkonini berishi kerak. Tizimda mavjud barcha foydalanuvchilarning login va parollari assimetrik shifrlash bilan buzilishdan himoyalangan bo'lishi kerak. Tizim ierarxik so'rovnomalarni yaratishni ta'minlashi kerak, bu yerda savollar, majburiy va ixtiyoriy savollar tartibida ham bo'lishi mumkin.



1-rasm. Yaratiladigan so'rovnoma avtomatlashtiriladigan umumiy modeli



2-rasm. Tizimdan foydalanishning umumiy diagrammasi

TCP/IP protokoli transport tarmog'i qatlamidagi tizim komponentlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir protokoli sifatida ishlatilishi kerak. Ammo tizimning barcha komponentlari birta mashina (server) da joylashgan bo'lishi zarur. Foydalanuvchilarning tizimni boshqarish paneliga kirishini tashkil qilish uchun http protokoli va uning HTTPS kengaytmasidan foydalanish kerak.

Tizimning yuqori ishonchligini ta'minlash uchun uning holatini aniqlash bo'yicha talablar bajarilishi kerak. Tizimni diagnostika qilish MySQL ma'lumotlar omborini boshqarish tizimi dasturiy ta'minotiga kiritilgan standart vositalar yordamida amalga oshirilishi kerak.

Axborot tizimida barcha hodisalar va tizim loglari qayd qilib borilishi kerak. Tizim komponentlari doimiy ravishda yangilanib borishi uchun zaruriy texnik va dasturiy vositalar serverda ishlab turishi kerak.

Tizimning ma'lumotlar ombori quyida keltirilgan 4-rasmdagi konseptual sxemaga mos kelishi kerak.

3. Tizimning datlabki loyihasi.

Tizimning sifatini belgilaydigan quyi tizimlarning belgilangan iste'mol xususiyatlarini ta'minlash to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagilardan iborat:

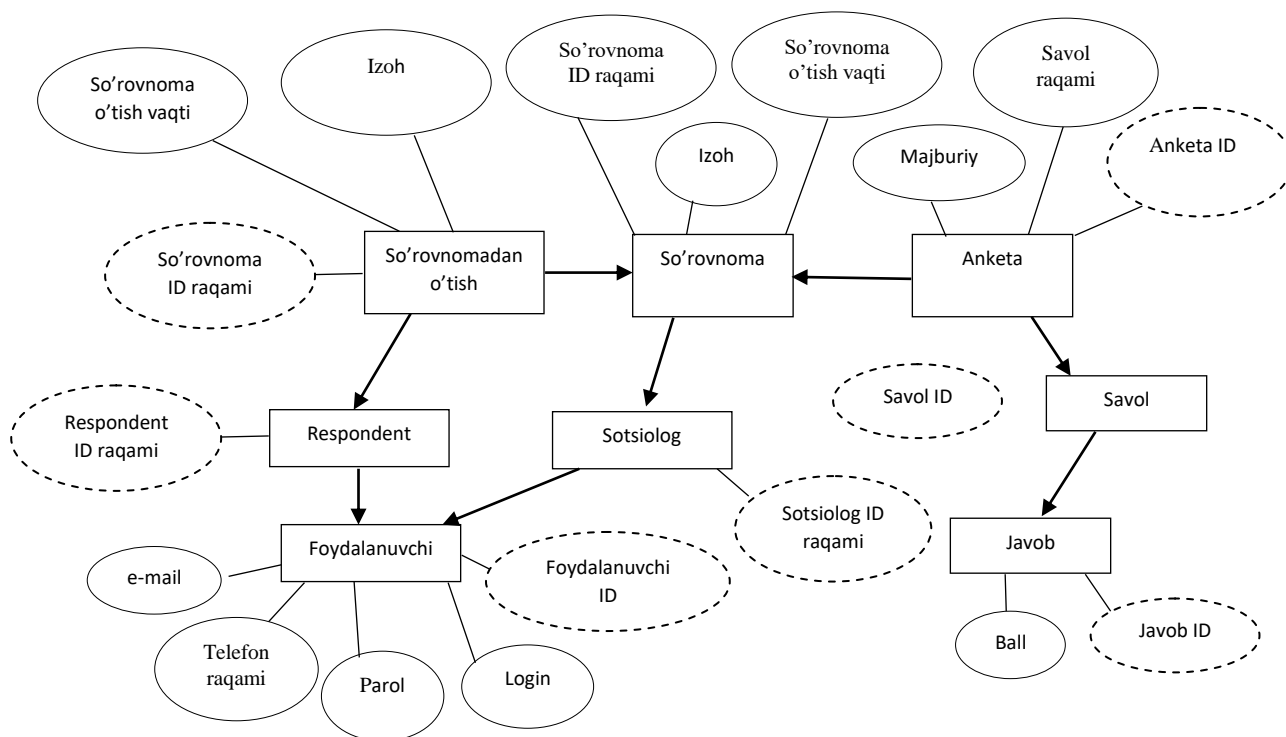
-Ma'lumotlar bazasidan so'rovlarga javob qaytarish vaqti katta miqdordagi ma'lumotni chiqarishda 5 soniyadan oshmasligi kerak;

-Oddiy o'zgarishlarga ketadigan javob vaqti 3 soniyadan oshmasligi lozim;

-Tizimda ruxsatsiz kirishdan himoya qilish parolni autentifikatsiya qilish orqali ta'minlanadi. Har bir foydalanuvchida alohida akkaunt yaratilishi lozim.

-Nosozliklardan keyin tizimning ishlashini tiklash uchun ma'lumotlar bazasini MBBT yordamida zaxira nusxalari doimiy ravishda ta'minlab boriladi.

Tizimning sinf diagrammasi 4-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm. Ma'lumotlar omborining konseptual sxemasi

Tizim tomonidan saqlangan barcha ma'lumotlar serverda saqlanadi. Ma'lumotlarning bir qismi ma'lumotlar bazasi yordamida yaratiladi. Ma'lumotlar bazasini boshqarish va kirish MySQL MBBT yordamida amalga oshiriladi. Server va mijoz o'rtasida ma'lumotlarni uzatish uchun *json* ma'lumotlar formati ishlatiladi. Ushbu formatdan foydalangan holda foydalanuvchi ma'lumotlari shifrlangan shaklda uzatiladi.

Ma'lumotlar bazalari SQL Server uchun dbForge Studio yordamida ishlab chiqiladi. Ushbu tizim sizga fizik sxemalar asosida ma'lumotlar bazalarini yaratish imkonini beradi, shuningdek, grafik so'rovlar konfiguratoriga ega.

Dasturiy ta'minotning server va mijoz qismlarini ishlab chiqish PHP skript tilida amalga oshiriladi. Saytni belgilash html belgilash tilidan foydalangan holda tuziladi, saytning ko'rinishi CSS tilida tasvirlanadi. Sql tilidan foydalangan holda ma'lumotlar bazalari va ularga so'rovlar ishlab chiqiladi.

Ishlab chiqiladigan tizimni testlash metodikasi va uni testlash quyidagi tartibda amalga oshiradi:

- Foydalanuvchini ro'yxatdan o'tkazish;
- Foydalanuvchi avtorizatsiyasi;
- So'rovnoma yaratish;
- So'rovda qatnashish;
- So'rovnomaning natijalarini qayta ishlash, tahrirlash.

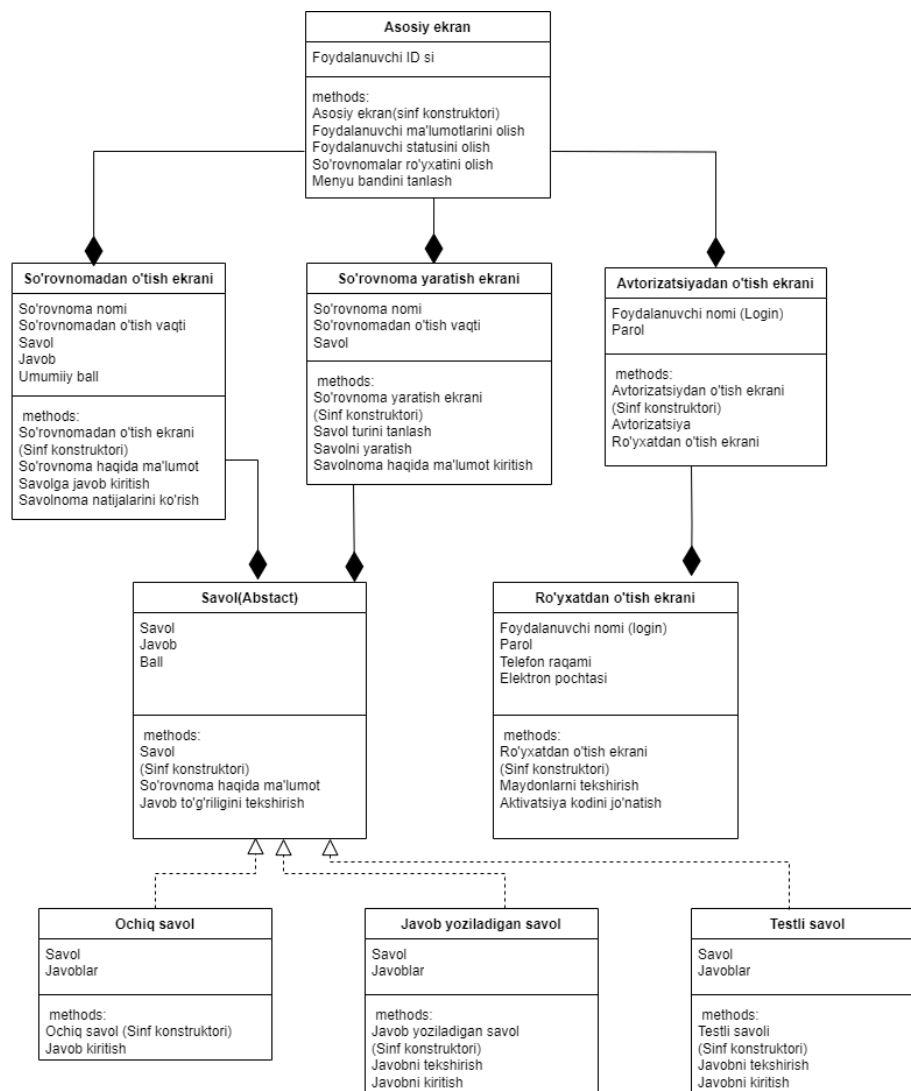
Testlash jarayoni lohiyani bajararish jarayoni bilan birga parallel ravishda amalga oshiriladi, shu sababli, ushbu tizimni ishlab chiqish jarayoni ma'lum ma'noda tezlashishiga sabab bo'ladi.

Tizim olti bosqichda testdan o'tkaziladi, bular:

1. Modulli testlarini bajarish;

2. Funksional testlarni bajarish;
3. Tizimning kross-platforma funkcionalligini tekshirish;
4. Ortiqcha yuklamali sinov;
5. Mahsulotdan foydalanish qulaylik imkoniyatini tekshirish;
6. Mahalliyashtirish testi.

Yuqoridagi testlar iteratsiya shaklida, navbatma-navbat amalga oshiriladi. Barcha nosozliklar bartaraf etilguncha testlash takrorlanaveradi.



4-rasm. Ishlab chiqiladigan va avtomatlashtiriladigan tizimning sinf diagrammasi

Xulosa. O'rganish natijalari bo'yicha o'rganilayotgan predmet sohasining biznes jarayonlari, shuningdek, uning tuzilmasi tahlil qilindi, avtomatlashtirilgan tizimga qo'yiladigan talablar aniqlandi, dastlabki loyiha, ishlab chiqish metodologiyasi, testlash dasturi hamda dasturiy ta'minotni joriy etish bo'yicha taklif ishlab chiqildi. Avtomatlashtiriladigan jaryon ichun ma'lumotlar bazasining konseptual sxemasi tuzildi.

Biznes jarayonlarini o'rganishda avtomatlashtirilishi kerak bo'lgan jarayonlar aniqlandi. Texnik spetsifikatsiyalarni shakllantirish jarayonida yakuniy mahsulotning tasviri aniqlandi. Dastlabki loyihani ishlab chiqish jarayonida dasturning arxitekturasi ishlab chiqildi. Shuningdek, loyihani ishlab chiqish jarayonida quyidagilar amalga oshirildi:

O'rganilayotgan sohasining predmet sohasi tahlil qilindi;

Axborot tizimiga qo'yilgan talablarni yig'ish metodologiyasi, shuningdek, ularning xususiyatlarini anilash mexanizmlari ishlab chiqildi;

Axborot tizimlarini ishlab chiqishda O'z DSt 2590:2012 davlat standartiga muvofiq texnik shartlarga qo'yiladigan talablarning ro'yxati shakllantirildi.

Olingan natijalar asosida kelajakda to'liq axborot tizimini ishlab chiqish, shuningdek, uni qo'llab-quvvatlash uchun foydalanish mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Liu J. et al. *A survey on heterogeneous information network based recommender systems: Concepts, methods, applications and resources* // *AI Open. Elsevier*, 2022. Vol. 3. P. 40–57.
2. Nguyen T.V. et al. *Information fusion on delivery: A survey on the roles of mobile edge caching systems* // *Inf. Fusion. Elsevier*, 2023. Vol. 89. P. 486–509.
3. Wang X. et al. *Predicting the security threats on the spreading of rumor, false information of Facebook content based on the principle of sociology* // *Comput. Commun. Elsevier*, 2020. Vol. 150. P. 455–462.
4. Abdiraiymova G., Duisenova S., Shayakhmetov S. *Quality Assessment of Higher Education in Kazakhstan (Based on Sociological Survey Results)* // *Procedia - Soc. Behav. Sci. Elsevier*, 2014. Vol. 116. P. 4315–4321.
5. Macanovic A. *Text mining for social science – The state and the future of computational text analysis in sociology* // *Soc. Sci. Res. Academic Press*, 2022. Vol. 108. P. 102784.
6. Информационная система «Социологический опрос» [Электронный ресурс]. URL: <https://asu.edu.ru/projects/16.html> (Дата обращения: 06.12.2023).
7. Заботина Н. et al. *Разработка информационной системы проведения и обработки результатов социологических исследований (на примере исследования удовлетворенности студентов качеством обучения в вузе)* // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2016. № 4. P. 149–155.
8. Массель Л.В., Васильев И.В. *Разработка информационной системы для социологических исследований с использованием стратифицированной фрактальной модели* // *Вестник ИрГТУ*. 2004. Vol. 4, № 18. P. 98–103.
9. Отбоева С.Д. *Современные информационные технологии в проведении социологических исследованиях* [Электронный ресурс] // *Современные научные исследования и инновации*. 2018. №9. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2018/09/87614> . (Дата обращения: 06.12.2023).

POLINOMIAL STRUKTURALI RIMAN KO'PXILLIKLARIDA EGRILIKLARNING BA'ZI XOSSALARI

Aslonov Jasurbek Orziyevich,

*O'zbekiston Milliy Universiteti, Geometriya va topologiya kafedrasi dotsenti, f-m.f.n.,
jasurbek05@gmail.com*

Ergashev Muxammadali Abduqahhor o'g'li,

O'zbekiston Milliy Universiteti magistranti, turonsitiyim@gmail.com

Nabiyeva Chinora Faxriddin qizi,

O'zbekiston Milliy Universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada polinomial struktura kiritilgan Riman ko'pxilliklarida egrilik almashtirishi va egrilik tenzori xossalari o'rganilgan bo'lib, bunda egrilik almashtirishi va egrilik tenzori uchun yarim ko'paytma strukturadan foydalanilgan. Maqolada polinomial strukturalardan keng qo'llanishga ega bo'lgan metal struktura haqida ma'lumotlar berilgan. Yarim ko'paytma struktura kiritilgan Riman ko'pxilliklarida egrilik almashtirishi va egrilik tenzori xossalari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Tensor maydon, Riman ko'pxilligi, bog'lanish, egrilik almashtirishi, egrilik tenzori, polinomial struktura, metal struktura, yarim ko'paytma strukturasi.

SOME PROPERTIES OF CURVATURES ON RIEMANNIAN MANIFOLDS WITH POLYNOMIAL STRUCTURE

Abstract. In this paper, it is studied the properties of curvature transformation and curvature tensor of Riemannian manifolds with polynomial structure. In this case, an almost product structure is used for curvature operator and curvature tensor. Firstly, information about metallic structure is given. Finally, the properties curvature operator and curvature tensor of Riemannian manifolds with almost product structure have been considered.

Keywords: Tensor field, Riemannian manifold, connection, curvature operator, curvature tensor, polynomial structure, metallic structure, almost product structure.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА КРИВИЗН РИМАНОВЫХ МНОГООБРАЗИЙ С ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Аннотация. В работе изучаются свойства преобразования кривизны и тензора кривизны римановых многообразий с полиномиальной структурой. В этом случае для преобразования кривизны и тензора кривизны используется структура почти произведения. Во-первых, дается информация о металлической структуре. Также рассмотрены свойства преобразования кривизны и тензора кривизны римановых многообразий со структурой почти произведения.

Ключевые слова: Тензорное поле, риманово многообразие, связность, оператор кривизны, тензор кривизны, полиномиальная структура, металлическая структура, структура почти произведения.

Kirish. Riman geometriyasi differensial geometriyaning asosiy bo'limlaridan bo'lib, u nemis matematigi Bernhard Riman sharafiga nomlangan. Ma'lumki, riman geometriyasida ko'pxilliklar riman metrikasi bilan birgalikda o'rganiladi. Unda, asosan, urinma vektorlar va ular orasidagi burchak qaraladi. Riman metrikasi bu har bir urinma fazoda skalyar ko'paytmani hisoblaydigan tenzor maydon sifatida qaralishi mumkin. Bu tabiiy ravishda vektorlarning yoki egri chiziqning uzunligi kabi bir qator tushunchalarni kiritishni talab etadi. Bunda esa, o'z navbatida, bog'lanish, egrilik almashtirishi, egrilik tenzori tushunchalari kiritiladi. Shuningdek, Riman ko'pxilliklarida polinomial struktura ham kiritilishi mumkin. Polinomial struktura algebraik ko'phad tuzilishi kabi aniqlanadi, ya'ni u

$$Q(x) = x^n + a_n x^{n-1} + \dots + a_2 x + a_1 I = 0$$

kabi ko'rinishda ega. Bu yerda x o'rnida J tenzor maydon qatnashadi. Polinomial strukturaning o'zida ham ko'rinishiga qarab turli strukturalarni kiritish mumkin (yarim kompleks yoki yarim ko'paytma

struktura). Maqolada polinomial struktura kiritilgan Riman ko'pxilliklarining egrilik almashtirishi va egrilik tenzori xossalari tadqiq etilgan.

Riman ko'pxilliklaridagi polinomial strukturalar bo'yicha ko'plab matematik olimlar izlanish olib borgan. Jumladan, B.Y. Chen [2], K. Yano, S. Goldberg [8], M. Kon ba boshqalarni misol sifatida keltirish mumkin. Bu nazariyaga V.A. Zalgaller[1], L. Godinho [6] va M. Li [5] ham salmoqli hissa qo'shgan. Shuningdek, M. Okumura, T. Adati va T. Miyazava, G. Pitish, X. Senlin va N. Yilong, A.G. Valker, M. Atcheken, S. Keles, B. Sahin va M. Gök [7] lar esa yarim ko'paytma strukturali Riman ko'pxilliklarida izlanish olib borgan.

Bizga M silliq ko'pxillik va g kovariant tenzor maydon berilgan bo'lsin. Hamda $T_p M - M$ ko'pxillikning p nuqtasidagi urinma fazosi va $T_p^* M$ ushbu urinma fazoning qo'shma fazosi bo'lsin.

Agar g tenzor ixtiyoriy $p \in M$ nuqtada simmetrik (musbat aniqlangan) bo'lsa, u holda kovariant tenzor maydon simmetrik (musbat aniqlangan) deb ataladi.

Ta'rif 1[6]. Agar g kovariant tenzor maydon simmetrik va musbat aniqlangan bo'lsa, u holda bu tenzor maydon M silliq ko'pxillikdagi Riman metrikasi deyiladi. M silliq ko'pxillik esa Riman metrikasi bilan birgalikda (ya'ni (M, g) juftlik) Riman ko'pxilligi deb ataladi.

Keyingi o'rinlarda Riman metrikasi uchun $g_p(v, w) = \langle v, w \rangle_p$ kabi belgilash kiritib olamiz.

Bizga $X, Y, Z \in TM$ silliq vektor maydonlar berilgan bo'lsin.

Ta'rif 2[6]. $\nabla : TM \times TM \rightarrow TM$ akslantirish berilgan bo'lsin. Bu akslantirish

$$1. \quad \nabla_{fX+gY} Z = f \nabla_X Z + g \nabla_Y Z ; \quad (1)$$

$$2. \quad \nabla_X (aY + bZ) = a \nabla_X Y + b \nabla_X Z ; \quad (2)$$

$$3. \quad \nabla_X (fY) = (X \cdot f)Y + f \nabla_X Y ; \quad (3)$$

shartlarni qanoatlantirsa M silliq ko'pxillikda aniqlangan chiziqli bog'lanish deb ataladi. Bu yerda $X, Y, Z \in TM$, $a, b \in \mathbb{R}$ va $f, g \in C^\infty(M, \mathbb{R})$. $\nabla_X Y$ vektor maydon Y ning X yo'nalish bo'yicha kovariant hosilasi deb ham ataladi.

Ta'rif 3[1]. M silliq ko'pxillikning urinma fazosidagi ∇ bog'lanish uchun

$$\nabla_X Y - \nabla_Y X = [X, Y]$$

bo'lsa, u simmetrik deb ataladi. Bu yerda $[,]$ qavs Li qavsi.

Ta'rif 4[6]. Riman ko'pxilligida aniqlangan ∇ bog'lanish uchun

$$X \langle Y, Z \rangle = \langle \nabla_X Y, Z \rangle + \langle Y, \nabla_X Z \rangle \quad (4)$$

tenglik o'rinli bo'lsa, u Riman bog'lanishi deb ataladi.

Har qanday Riman ko'pxilligida yagona, simmetrik Riman bog'lanishi mavjud va bu bog'lanish M dagi Riman metrikasining Levi-Chivita bog'lanishi deb ataladi.

Ta'rif 5[5]. $R(X, Y) : TM \rightarrow TM$ akslantirish berilgan bo'lsin. Berilgan $R(X, Y)$ akslantirish uchun

$$R(X, Y)Z = \nabla_X \nabla_Y Z - \nabla_Y \nabla_X Z - \nabla_{[X, Y]} Z$$

o'rinli bo'lsa, u holda bu akslantirish Riman ko'pxilligida aniqlangan ∇ bog'lanishning R egrilik almashtirishi deb ataladi.

Lemma 1[1]. M silliq ko'pxillik urinma fazoning ixtiyoriy $p \in M$ nuqtasidagi har qanday $u, v \in T_p M$ vektorlar uchun ∇ bog'lanishning $R(u, v)$ egrilik almashtirishi $R(u, v) : T_p M \rightarrow T_p M$ akslantirish hisoblanadi va ushbu

$$R(u, v)w = \nabla_X \nabla_Y Z - \nabla_Y \nabla_X Z - \nabla_{[X, Y]} Z \quad (5)$$

tenglik o'rinli bo'ladi. Bunda $X_p = u, Y_p = v, Z_p = w$.

Bizga berilgan ∇ bog'lanish Levi-Chivita bog'lanishi bo'lsin. U holda biz yangi kovariant tenzor maydonni aniqlashimiz mumkin. Va u egrilik tenzori deyiladi. Ya'ni

$$R(X, Y, Z, W) := g(R(X, Y)Z, W)$$

Teorema 1. ∇ bog'lanish Levi-Chivita bog'lanishi bo'lsa, u holda har qanday $T_p M$ dagi $X_p = u, Y_p = v, W_p = w, Z_p = z$ shartni qanoatlantiruvchi u, v, w, z silliq vektorlar uchun

1. $R(u, v)w = -R(v, u)w$;
2. $R(u, v)w + R(v, w)u + R(w, u)v = 0$;
3. $\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle R(u, v)z, w \rangle$;

tengliklar o'rinli bo'ladi.

Isbot. 1. Bunda biz egrilik almashtirishini (5) ga ko'ra,

$$R(u, v)w = -\nabla_Y \nabla_X W + \nabla_X \nabla_Y W - \nabla_{[Y, X]} W$$

kabi yozishimiz mumkin. So'ng (2) ga ko'ra,

$$R(u, v)w = -\nabla_Y \nabla_X W + \nabla_X \nabla_Y W + \nabla_{[Y, X]} W$$

tenglikni hosil qilamiz. Bundan esa

$$R(u, v)w = -(\nabla_Y \nabla_X W - \nabla_X \nabla_Y W - \nabla_{[Y, X]} W) = -R(v, u)w$$

ekanligi kelib chiqadi.

2. Tenglikning chap tarafı quyidagicha bo'ladi

$$R(u, v)w + R(v, w)u + R(w, u)v = \nabla_X \nabla_Y W - \nabla_Y \nabla_X W - \nabla_{[X, Y]} W + \\ + \nabla_Y \nabla_W X - \nabla_W \nabla_Y X - \nabla_{[Y, W]} X + \nabla_W \nabla_X Y - \nabla_X \nabla_W Y - \nabla_{[W, X]} Y.$$

Bundan,

$$\nabla_X (\nabla_Y W - \nabla_W Y) + \nabla_Y (\nabla_W X - \nabla_X W) + \nabla_W (\nabla_X Y - \nabla_Y X) - \nabla_{[X, Y]} W - \\ - \nabla_{[Y, W]} X - \nabla_{[W, X]} Y = \nabla_X [Y, W] + \nabla_Y [W, X] + \nabla_W [X, Y] - \nabla_{[X, Y]} W - \nabla_{[Y, W]} X - \nabla_{[W, X]} Y = \\ = [X, [Y, W]] + [Y, [W, X]] + [W, [X, Y]] = 0 \text{ bo'ladi.}$$

3. $w + z = t$ deb belgilash kiritib olamiz va u $T_p = t$ shartni qanoatlantirsin. So'ng, ushbu $\langle R(u, v)t, t \rangle$ skalyar ko'paytmani qaraylik. Bu skalyar ko'paytma

$$\langle R(u, v)t, t \rangle = \langle \nabla_X \nabla_Y T, T \rangle - \langle \nabla_Y \nabla_X T, T \rangle - \langle \nabla_{[X, Y]} T, T \rangle$$

ga teng. (4) ga ko'ra esa

$$X \cdot \langle \nabla_Y T, T \rangle - \langle \nabla_Y T, \nabla_X T \rangle - Y \cdot \langle \nabla_X T, T \rangle + \langle \nabla_X T, \nabla_Y T \rangle - \langle \nabla_{[X, Y]} T, T \rangle = \\ = X \cdot \left(\frac{1}{2} Y \cdot \langle T, T \rangle \right) - Y \cdot \left(\frac{1}{2} X \cdot \langle T, T \rangle \right) - \langle \nabla_{[X, Y]} T, T \rangle = \frac{1}{2} X \cdot Y \cdot \langle T, T \rangle - \frac{1}{2} Y \cdot X \cdot \langle T, T \rangle - \\ - \langle \nabla_{[X, Y]} T, T \rangle = \frac{1}{2} [X, Y] \cdot \langle T, T \rangle - \frac{1}{2} [X, Y] \cdot \langle T, T \rangle = 0.$$

Bundan kelib chiqadiki,

$$\langle R(u, v)t, t \rangle = 0.$$

$w + z = t$ belgilashni o'rniga qo'ysak,

$$\langle R(u, v)w + z, w + z \rangle = 0 \\ \langle R(u, v)w + z, w + z \rangle = \langle R(u, v)w, z \rangle + \langle R(u, v)z, w \rangle = 0.$$

Demak,

$$\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle R(u, v)z, w \rangle.$$

Teorema 2. Riman ko'pxilligida aniqlangan egrilik tenzori uchun

1. $\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle R(u, v)z, w \rangle$;
2. $\langle R(u, v)w, z \rangle + \langle R(v, w)u, z \rangle + \langle R(w, u)v, z \rangle = 0$

tengliklar o'rinli.

Isbot. 1. Tenglikning chap tarafı

$$\langle R(u, v)w, z \rangle = \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle - \langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle - \langle \nabla_{[x,y]} W, Z \rangle$$

ga teng. Uni esa

$$\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle + \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle - \langle \nabla_{-[y,x]} W, Z \rangle$$

kabi yozish mumkin. (2) ga ko'ra

$$\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle + \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle + \langle \nabla_{[y,x]} W, Z \rangle = -(\langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle - \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle - \langle \nabla_{[y,x]} W, Z \rangle)$$

bo'ladi. Bundan esa,

$$\langle R(u, v)w, z \rangle = -\langle R(v, u)w, z \rangle$$

tenglik kelib chiqadi.

2. Yig'indini yoyib chiqsak,

$$\begin{aligned} \langle R(u, v)w, z \rangle + \langle R(v, w)u, z \rangle + \langle R(w, u)v, z \rangle &= \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle - \langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle - \\ &- \langle \nabla_{[x,y]} W, Z \rangle + \langle \nabla_y \nabla_w X, Z \rangle - \langle \nabla_w \nabla_y X, Z \rangle - \langle \nabla_{[y,w]} X, Z \rangle + \langle \nabla_w \nabla_x Y, Z \rangle - \\ &- \langle \nabla_x \nabla_w Y, Z \rangle - \langle \nabla_{[w,x]} Y, Z \rangle \end{aligned}$$

tenglikka ega bo'lamiz. Shuning uchun,

$$\begin{aligned} \langle \nabla_x \nabla_y W, Z \rangle - \langle \nabla_y \nabla_x W, Z \rangle - \langle \nabla_{[x,y]} W, Z \rangle + \langle \nabla_y \nabla_w X, Z \rangle - \langle \nabla_w \nabla_y X, Z \rangle - \langle \nabla_{[y,w]} X, Z \rangle + \\ + \langle \nabla_w \nabla_x Y, Z \rangle - \langle \nabla_x \nabla_w Y, Z \rangle - \langle \nabla_{[w,x]} Y, Z \rangle &= \langle \nabla_x (\nabla_y W - \nabla_w Y) + \nabla_y (\nabla_w X - \nabla_x W) + \\ + \nabla_w (\nabla_x Y - \nabla_y X) - \nabla_{[x,y]} W - \nabla_{[y,w]} X - \nabla_{[w,x]} Y, Z \rangle &= \langle \nabla_x [Y, W] + \nabla_y [W, X] + \nabla_w [X, Y] - \\ - \nabla_{[x,y]} W - \nabla_{[y,w]} X - \nabla_{[w,x]} Y, Z \rangle &= \langle (\nabla_x [Y, W] - \nabla_{[y,w]} X) + (\nabla_y [W, X] - \nabla_{[w,x]} Y) + \\ + (\nabla_w [X, Y] - \nabla_{[x,y]} W), Z \rangle &= \langle [X, [Y, W]] + [Y, [W, X]] + [W, [X, Y]], Z \rangle \end{aligned}$$

hosil bo'ladi. Demak,

$$\langle R(u, v)w, z \rangle + \langle R(v, w)u, z \rangle + \langle R(w, u)v, z \rangle = 0$$

munosabat kelib chiqdi.

Qaralayotgan M ko'pxillikda (1,1) tipdagi J silliq tenzor maydon berilgan bo'lsin.

Ta'rif 6[8]. Agar bog'liqsiz I, J, \dots, J^d lar uchun d eng kichik butun son va J silliq tenzor maydon M da o'zgarmas rangga ega bo'lsa, J silliq tenzor maydon M da aniqlangan d darajali polinomial struktura deyiladi. Polinomial struktura

$$Q(x) = x^n + a_n x^{n-1} + \dots + a_2 x + a_1 I = 0$$

algebraik ko'phad kabi ko'rinishida bo'ladi. Faqat bu yerda $x = J, J^{n-1}(p), J^{n-2}(p), \dots, J(p), I$ shartlar bajariladi.

Ta'rif 7[7]. Agar trivial bo'lmagan J silliq tenzor maydon uchun

$$J^2 = pJ + qI \quad p, q \in N \quad (6)$$

tenglik o'rinli bo'lsa, bu polinomial struktura metal struktura deb ataladi. (M, J) juftlik esa metal ko'pxillik deb ataladi.

Ma'lumot o'rnida aytib o'tish kerakki, $x^2 = px + q$ ko'phadning ildizlaridan metallar oilasini tuzish

mumkin. Bunda $\sigma_{p,q} = \frac{p + \sqrt{p^2 + 4q}}{2}$ ni qaraymiz. Agar

$$1. \quad p = 1 \text{ va } q = 1 \text{ bo'lsa, oltin nisbat } \sigma_{1,1} = \phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2},$$

$$2. \quad p = 2 \text{ va } q = 1 \text{ bo'lsa, kumush nisbat } \sigma_{2,1} = \sigma_{Ag} = 1 + \sqrt{2},$$

3. $p = 3$ va $q = 1$ bo'lsa, bronza nisbat $\sigma_{1,1} = \sigma_{Br} = \frac{3 + \sqrt{13}}{2}$,

va hokazo tarzda davom etadi.

Bizga $Q(x) = x^2 + I$ va $Q(x) = x^2 - I$ ko'phadlar berilgan bo'lsin. Agar $x = J$ bo'lsa, bu ko'phad mos ravishda yarim kompleks struktura hamda yarim ko'paytma struktura deyiladi. Shuning uchun, bu strukturalar $J^2 = -I$ va $J^2 = I$ ko'rinishida bo'ladi.

Agar $\dim M = 2n$ bo'lsa, M dagi yarim kompleks struktura 2-darajali polinomial struktura deb ataladi. $\dim M = 2n - 1$ bo'lsa, 3-darajali polinomial struktura deb ataladi.

Ta'rif 9[7]. Bizga berilgan J polinomial struktura metal struktura bo'lsin. Riman metrikasi g

1. $g(JX, Y) = g(X, JY); \quad (7)$

2. $g(JX, JY) = g(X, Y); \quad (8)$

shartlarni qanoatlantirsin. U holda, (M, g, J) uchlik metal Riman ko'pxilligi deb ataladi.

Teorema 3. Agar J polinomial struktura Riman ko'pxilligidagi yarim ko'paytma struktura bo'lsa, u holda

$$R(u, v)Jw = R(u, v)(Jw) + J(R(u, v)w) \quad (9)$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Isbot. Biz (2) tenglikdan

$$R(u, v)Jw = \nabla_x \nabla_y JW - \nabla_y \nabla_x JW - \nabla_{[x,y]} JW$$

tenglikni hosil qila olamiz. [2] da ushbu

$$\nabla_x (JY) = (\nabla_x J)(Y) + J(\nabla_x Y)$$

xossa o'rinli ekanligi keltirilgan. Shunga ko'ra,

$$\begin{aligned} R(u, v)Jw &= \nabla_x ((\nabla_y J)(W) + J(\nabla_y W)) - \nabla_y ((\nabla_x J)(W) + J(\nabla_x W)) - (\nabla_{[x,y]} J)(W) - \\ &\quad - J(\nabla_{[x,y]} W) = (\nabla_x \nabla_y J)(W) + (\nabla_y J)(\nabla_x W) + (\nabla_x J)(\nabla_y W) + J(\nabla_x \nabla_y W) - \\ &\quad - (\nabla_y \nabla_x J)(W) - (\nabla_x J)(\nabla_y W) - (\nabla_y J)(\nabla_x W) - J(\nabla_y \nabla_x W) - (\nabla_{[x,y]} J)(W) - \\ &\quad - J(\nabla_{[x,y]} W). \end{aligned}$$

Bundan ushbu

$$\begin{aligned} (\nabla_x \nabla_y J)(W) - (\nabla_y \nabla_x J)(W) - (\nabla_{[x,y]} J)(W) + J(\nabla_x \nabla_y W) - J(\nabla_y \nabla_x W) - J(\nabla_{[x,y]} W) = \\ = R(u, v)(Jw) + J(R(u, v)w) \end{aligned}$$

tenglik hosil bo'ladi.

Teorema 4. Agar J polinomial struktura Riman ko'pxilligidagi yarim ko'paytma struktura bo'lsa, u holda egirik tenzori uchun ushbu

$$\langle R(u, v)Jw, z \rangle = \langle R(u, v)(Jw), z \rangle + \langle J(R(u, v)w), z \rangle$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Isbot. 3-teoremaning isbotida ko'rganimizdek bu yerda ham

$$\begin{aligned} \langle R(u, v)Jw, z \rangle &= \langle (\nabla_x \nabla_y J)(W), Z \rangle - \langle (\nabla_y \nabla_x J)(W), Z \rangle - \langle (\nabla_{[x,y]} J)(W), Z \rangle + \\ &\quad + \langle J(\nabla_x \nabla_y W), Z \rangle - \langle J(\nabla_y \nabla_x W), Z \rangle - \langle J(\nabla_{[x,y]} W), Z \rangle \end{aligned}$$

tenglikni yoza olamiz. Faqatgina bu yerda skalyar ko'paytma qatnashmoqda. Bundan esa,

$$\langle R(u, v)Jw, z \rangle = \langle R(u, v)(Jw), z \rangle + \langle J(R(u, v)w), z \rangle$$

bo'lishi kelib chiqadi.

Xulosa. Ushbu maqolada polinomial struktura kiritilgan Riman ko'pxilliklarida egirik almashtirishi hamda egirik tenzori xossalari ko'rib chiqilgan. Bunda dastlab, Riman ko'pxilliklarida egirik almashtirishi va tenzori xossalari, so'ng Riman ko'pxilliklarida polinomial struktura kiritilgan holda egirik almashtirishi va egirik tenzori xossalari o'rganilgan.

1. Бураго Ю.Д., Залгаллер В.А. Введение в риманову геометрию. СПб.: Наука, 1994. 318с.
2. Chen B.Y., *Geometry of Submanifolds*, Marcel Dekker Inc, New York (1973).
3. Hreţcanu C.E.. *Induced structures on submanifolds in almost product Riemannian manifolds*. "Ştefan cel Mare" University, Suceava, Romania (2006).
4. Hreţcanu C.E., Crâşmăreanu M.C.. *Applications of the golden ratio on Riemannian manifolds*. *Turk Journal Math* 33, 179 – 191 (2009). <https://doi:10.3906/mat-0711-29>.
5. Lee J.M.. *Introduction to Riemannian Manifolds*. Department of Mathematics, University of Washington, Seattle, WA, USA, 2018.
6. Godinho L., Natario J.. *An Introduction to Riemannian Manifolds*. Departamento de Matematica, Instituto Superior Tecnico, Lisbon, Portugal, 2014.
7. Gök M.. *A study of submanifolds of metallic Riemannian manifolds*. *Nature Switzerland*, September 21 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00022-021-00596-1>.
8. Goldberg S.I., Yano K.. *Polynomial structures on manifolds*. *Kōdai Math. J.* 22, 199-218 (1970).
9. T. Adati, T. Miyazawa. *Hypersurfaces immersed in an almost product Riemannian manifold II*. *TRU mathematics* 14-2 (1978).
10. Adati T.. *Submanifolds of an almost product Riemannian manifold*. *KÖDAI MATH. J.* 4, 327-343 (1981).
11. Miquel V.. *Some examples of Riemannian almost-product manifolds*. *Pacific journal of mathem*, Vol 111, No 1, 1984.

POINT SPECTRUM OF THE OPERATOR MATRICES WITH THE FREDHOLM INTEGRAL OPERATORS

Abdullaeva Mukhayyokhon,
Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan;
abdullayevamuhayyo9598@gmail.com, m.a.abdullayeva@buxdu.uz

Abstract. In the present paper we consider 2×2 and 3×3 operator matrices, where the matrix elements are Fredholm integral operators. It is shown that these matrices has only the purely point spectrum.

Key words: block operator matrix, Fredholm integral operator, point spectrum, linear operator, eigenvalue.

ТОЧЕЧНЫЙ СПЕКТР ОПЕРАТОРНЫХ МАТРИЦ С ИНТЕГРАЛЬНЫМИ ОПЕРАТОРАМИ ФРЕДГОЛЬМА

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются и операторные матрицы, матричными элементами которых являются интегральные операторы Фредгольма. Показано, что эти матрицы имеют только чисто точечный спектр.

Ключевые слова: блочно-операторная матрица, интегральный оператор Фредгольма, точечный спектр, линейный оператор, собственное значение.

FREDHOLM INTEGRAL OPERATORLARI BILAN OPERATOR MATRITASINING NOKTA SPEKTRIMI

Annotatsiya. Ushbu maqolada biz operator matritalsarini ko'rib chiqdilk. Bu matritsa elementlari Fredgolm integral operatorlari hisoblanadi. Ushbu matritalsar faqat nuqta spektriga ega ekanligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: blok operator matritalsasi, Fredgolm integral operatori, nuqta spektri, chiziqli operator, xos qiymat.

Introduction. Block operator matrices are matrices the entries which are linear operators between Banach or Hilbert spaces [1]. They arise in various areas of mathematics and its applications. One of the important class of the block operator matrices are the energy operators of a system of n non conserved number of particles. Such systems occur widely in mathematical physics, e.g. statistical physics [2 – 8], solid-state physics [6] and the theory of quantum fields [6,7].

In the theory of solid-state physics [6], quantum field theory [7] and statistical physics [2 – 8] some important problems arise where the number of quasi-particles is not fixed. The study of systems with a non conserved, but bounded, number of particles is reduced to the study of the spectral properties of self-adjoint operators acting in "the cut" subspace $\mathcal{H}^{(n)}$, consisting of on particle, two particle and n - particle subspaces of the Fock space [2,7,8]

In mathematics, Fredholm operators are certain operators that arise in the Fredholm theory of integral equations. They are named in honour of Erik Ivar Fredholm.

A linear operator \mathcal{A} from a Banach space X to a Banach space Y is called a Fredholm operator if

1. \mathcal{A} is closed;
2. the domain $D(\mathcal{A})$ of \mathcal{A} is dense in X ;
3. $\alpha(\mathcal{A})$, the dimension of the null space $N(\mathcal{A})$ of \mathcal{A} , is finite;
4. $R(\mathcal{A})$, the range of \mathcal{A} , is closed in Y ;
5. $\beta(\mathcal{A})$, the codimension of $R(\mathcal{A})$ in Y , is finite.

In particular, on the spaces $C[a; b]$ or $L_2[a; b]$ an operator of the form

$$(\mathcal{A}\phi)(x) = \int_a^b K(x, t)\phi(t)dt, \quad (1)$$

where the kernel $K(\cdot, \cdot)$ is continuous and hence square-integrable function on $[a; b] \times [a; b]$, is Fredholm. The operator of the form (1) is also called a linear Fredholm integral operator with the kernel $K(\cdot, \cdot)$. In the present paper we considered the case where the kernel $K(\cdot, \cdot)$ is degenerate.

In the present paper for $n = 2, 3$ we consider $n \times n$ block operator matrix \mathcal{A}_n with the Fredholm integral operator.

We obtain the following results:

-determined the point spectrum of the operator matrices $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ with the Fredholm integral operators;

- $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ important spectrum for operator matrices are studied;

- Determinants corresponding to matrices with operator $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ are constructed

- The numerical range of matrices with operator $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ is defined

$n \times n (n = 2, 3)$ operator matrices with the Fredholm integral operators

Let \mathbb{T}^d be the d -dimensional torus and $L_2(\mathbb{T}^d)$ be the Hilbert space of square integrable symmetric (complex) functions defined on \mathbb{T}^d .

In the Hilbert space $L_2(\mathbb{T}^d)$ we consider the Fredholm integral operators of the form

$$(A_{ij}f_j)(x) = a_{ji}(x) \int_{\mathbb{T}^d} a_{ij}(t)f_j(t)dt, \quad f_i \in L_2(\mathbb{T}^d), \quad i \leq j, \quad i, j = 1, 2, 3,$$

where $a_{ij}(\cdot), i, j = 1, 2, 3$ are the real-valued continuous functions on \mathbb{T}^d . Then it is easy to see that

$$A_{ij}^* = A_{ji} \text{ for all } i, j = 1, 2, 3.$$

First we investigate the spectrum of $\mathcal{A}_1 := A_{11}$. Direct calculations show that the operator \mathcal{A}_1 has a purely point spectrum and the equality $\sigma_{pp}(\mathcal{A}_1) = \{0, \|a_{11}\|^2\}$ holds, where the number $\lambda = 0$ is an eigenvalue of \mathcal{A}_1 with infinite multiplicity, the number $\lambda = \|a_{11}\|^2$ is a simple eigenvalue of \mathcal{A}_1 .

For the further discussions we denote

$$L_2^{(2)}(\mathbb{T}^d) := \{f = (f_1, f_2) : f_\alpha \in L_2(\mathbb{T}^d), \alpha = 1, 2\}$$

$$L_2^{(3)}(\mathbb{T}^d) := \{f = (f_1, f_2, f_3) : f_\alpha \in L_2(\mathbb{T}^d), \alpha = 1, 2, 3\}.$$

Notice that the norm and scalar product in $L_2^{(3)}(\mathbb{T}^d)$ are defined as

$$\|f\| = \left(\int_{\mathbb{T}^d} |f_1(t)|^2 dt + \int_{\mathbb{T}^d} |f_2(t)|^2 dt + \int_{\mathbb{T}^d} |f_3(t)|^2 dt \right)^{1/2};$$

$$(f, g) = \int_{\mathbb{T}^d} f_1(t)\overline{g_1(t)} dt + \int_{\mathbb{T}^d} f_2(t)\overline{g_2(t)} dt + \int_{\mathbb{T}^d} f_3(t)\overline{g_3(t)} dt$$

for $f = (f_1, f_2, f_3), g = (g_1, g_2, g_3) \in L_2^{(3)}(\mathbb{T}^d)$

For $n = 2, 3$ in the Hilbert space $L_2^{(n)}(\mathbb{T}^d)$ we consider the following $n \times n$ operator matrix

$$\mathcal{A}_2 := \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix}, \quad \mathcal{A}_3 := \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix}.$$

Under these assumptions the operator matrix \mathcal{A}_α is bounded and self-adjoint in $L_2^{(\alpha)}(\mathbb{T}^d)$ for $\alpha = 2, 3$.

Operators of this type are arise in the process of constructing the Faddeev equations for the eigenfunctions of the model operators corresponding to the Hamiltonians of a three-particle system on a lattice [9,10].

Note that all matrix elements A_{ij} of \mathcal{A}_3 are one-dimensional operators, and hence depending on the functions $a_{ij}(\cdot), i, j = 1, 2, 3$ the operator matrix \mathcal{A}_3 is an at most 9-dimensional operator. Analogously, the operator matrix \mathcal{A}_2 is an at most 4-dimensional operator. Since $L_2(\mathbb{T}^d), L_2^{(2)}(\mathbb{T}^d)$ and $L_2^{(3)}(\mathbb{T}^d)$ are the infinite-dimensional Hilbert spaces, that is,

$$\dim L_2(\mathbb{T}^d) = \dim L_2^{(2)}(\mathbb{T}^d) = \dim L_2^{(3)}(\mathbb{T}^d) = \infty,$$

the equalities hold:

$$\sigma_{ess}(\mathcal{A}_1) = \sigma_{ess}(\mathcal{A}_2) = \sigma_{ess}(\mathcal{A}_3) = \{0\}$$

To study the non zero eigenvalues of the operator matrices \mathcal{A}_α , $\alpha = 2,3$ we introduce the following functions:

$$\Delta_2(\lambda) := \begin{vmatrix} \Delta_{11}(\lambda) & \Delta_{12} & 0 & 0 \\ 0 & \Delta_{22}(\lambda) & \Delta_{24} & \Delta_{25} \\ \Delta_{12} & \Delta_{42} & \Delta_{33}(\lambda) & 0 \\ 0 & 0 & \Delta_{25} & \Delta_{55}(\lambda) \end{vmatrix},$$

$$\Delta_3(\lambda) := \begin{vmatrix} \Delta_{11}(\lambda) & \Delta_{12} & \dots & \Delta_{19} \\ \Delta_{21} & \Delta_{22}(\lambda) & \dots & \Delta_{29} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{91} & \Delta_{92} & \dots & \Delta_{99}(\lambda) \end{vmatrix},$$

where the matrix elements are defined by

$$\begin{aligned} \Delta_{11}(\lambda) &:= \|a_{11}\|^2 - \lambda, & \Delta_{12} &:= (a_{11}, a_{21}), & \Delta_{13} &:= (a_{11}, a_{31}); \\ \Delta_{22}(\lambda) &:= -\lambda, & \Delta_{24} &:= \|a_{12}\|^2, & \Delta_{25} &:= (a_{12}, a_{22}), & \Delta_{26} &:= (a_{12}, a_{32}); \\ \Delta_{33}(\lambda) &:= -\lambda, & \Delta_{37} &:= \|a_{13}\|^2, & \Delta_{38} &:= (a_{13}, a_{23}), & \Delta_{39} &:= (a_{13}, a_{33}); \\ \Delta_{41} &:= (a_{21}, a_{11}), & \Delta_{42} &:= \|a_{21}\|^2, & \Delta_{43} &:= (a_{21}, a_{31}), & \Delta_{44}(\lambda) &:= -\lambda; \\ & & \Delta_{54} &:= (a_{22}, a_{12}), & \Delta_{55} &:= \|a_{22}\|^2 - \lambda, & \Delta_{56} &:= (a_{22}, a_{32}); \\ \Delta_{66}(\lambda) &:= -\lambda, & \Delta_{67} &:= (a_{23}, a_{13}), & \Delta_{68} &:= \|a_{23}\|^2, & \Delta_{69} &:= (a_{23}, a_{33}); \\ \Delta_{71} &:= (a_{31}, a_{11}), & \Delta_{72} &:= (a_{31}, a_{21}), & \Delta_{73} &:= \|a_{31}\|^2, & \Delta_{77}(\lambda) &:= -\lambda; \\ \Delta_{84} &:= (a_{32}, a_{12}), & \Delta_{85} &:= (a_{32}, a_{22}), & \Delta_{86} &:= \|a_{32}\|^2, & \Delta_{88}(\lambda) &:= -\lambda; \\ \Delta_{97} &:= (a_{33}, a_{13}), & \Delta_{98} &:= (a_{33}, a_{23}), & \Delta_{86} &:= \|a_{32}\|^2, & \Delta_{99}(\lambda) &:= \|a_{33}\|^2 - \lambda \\ & & & & \Delta_{ij} &= 0, & \text{otherwise.} \end{aligned}$$

First we discuss the case $\alpha = 2$. In order to study the non-zero eigenvalues of \mathcal{A}_2 we consider the eigenvalue equation $\mathcal{A}_2 f = \lambda f$, $f = (f_1, f_2)$ or

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda f_1 \\ \lambda f_2 \end{pmatrix}.$$

We write this equation in the form of the following system of equations:

$$\begin{cases} A_{11}f_1 + A_{12}f_2 = \lambda f_1; \\ A_{21}f_1 + A_{22}f_2 = \lambda f_2. \end{cases} \quad (2)$$

Using the definition of operators A_{ij} , we transform system (2) into an equivalent system:

$$\begin{cases} a_{11}(x) \int_{T^d} a_{11}(t) f_1(t) dt + a_{21}(x) \int_{T^d} a_{12}(t) f_2(t) dt = \lambda f_1(x); \\ a_{12}(x) \int_{T^d} a_{21}(t) f_1(t) dt + a_{22}(x) \int_{T^d} a_{22}(t) f_2(t) dt = \lambda f_2(x). \end{cases} \quad (3)$$

We introduce the following definition:

$$c_{ij} = \int_{T^d} a_{ij}(t) f_j(t) dt, \quad i, j = 1, 2 \quad (4)$$

then system (3) becomes

$$\begin{cases} a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12} = \lambda f_1(x); \\ a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22} = \lambda f_2(x). \end{cases} \quad (5)$$

(5) dividing both equations of the system by the number $\lambda \neq 0$, we find the following expressions for

$f_1(x)$ and $f_2(x)$:

$$\begin{cases} f_1(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12}]; \\ f_2(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22}]. \end{cases} \quad (6)$$

we put equalities (6) in (4):

$$\begin{aligned} c_{11} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{11}^2(t)c_{11} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{12}]dt; \\ c_{12} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{12}^2(t)c_{21} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{22}]dt; \\ c_{21} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{21}^2(t)c_{12} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{11}]dt; \\ c_{22} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{22}^2(t)c_{22} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{21}]dt. \end{aligned}$$

The resulting system of equations is reduced to the following system of homogeneous equations:

$$\begin{cases} (\|a_{11}\|^2 - \lambda)c_{11} + (a_{11}, a_{21})c_{12} = 0 \\ -\lambda c_{12} + \|a_{12}\|^2 c_{21} + (a_{12}, a_{22})c_{22} = 0 \\ (a_{11}, a_{21})c_{11} + \|a_{21}\|^2 c_{12} - \lambda c_{21} = 0 \\ (a_{12}, a_{22})c_{21} + (\|a_{22}\|^2 - \lambda)c_{22} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Similarly, $n = 3$ cases are analyzed. In order to study the non-zero eigenvalues of the operator matrix

\mathcal{A}_3 , we consider the eigenvalue equation $\mathcal{A}_3 f = \lambda f$, $f = (f_1, f_2, f_3)$, or:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda f_1 \\ \lambda f_2 \\ \lambda f_3 \end{pmatrix}.$$

From this, we write down the following system of equations:

$$\begin{cases} A_{11}f_1 + A_{12}f_2 + A_{13}f_3 = \lambda f_1 \\ A_{21}f_1 + A_{22}f_2 + A_{23}f_3 = \lambda f_2 \\ A_{31}f_1 + A_{32}f_2 + A_{33}f_3 = \lambda f_3 \end{cases}$$

From the definition of operators A_{ij} system

$$\begin{cases} a_{11}(x) \int_{T^d} a_{11}(t)f_1(t)dt + a_{21}(x) \int_{T^d} a_{12}(t)f_2(t)dt + a_{31}(x) \int_{T^d} a_{13}(t)f_3(t)dt = \lambda f_1(x); \\ a_{12}(x) \int_{T^d} a_{21}(t)f_1(t)dt + a_{22}(x) \int_{T^d} a_{22}(t)f_2(t)dt + a_{32}(x) \int_{T^d} a_{23}(t)f_3(t)dt = \lambda f_2(x) \\ a_{13}(x) \int_{T^d} a_{31}(t)f_1(t)dt + a_{23}(x) \int_{T^d} a_{32}(t)f_2(t)dt + a_{33}(x) \int_{T^d} a_{33}(t)f_3(t)dt = \lambda f_3(x) \end{cases}$$

appears. By assigning $c_{ij}, (i, j = 1, 2, 3)$ to this system of equations, we write the following equivalent system:

$$\begin{cases} a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12} + a_{31}(x)c_{13} = \lambda f_1(x); \\ a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22} + a_{32}(x)c_{23} = \lambda f_2(x); \\ a_{13}(x)c_{31} + a_{23}(x)c_{32} + a_{33}(x)c_{33} = \lambda f_3(x). \end{cases}$$

We divide by the number $\lambda \neq 0$:

$$\begin{cases} f_1(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12} + a_{31}(x)c_{13}]; \\ f_2(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22} + a_{32}(x)c_{23}]; \\ f_3(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{13}(x)c_{31} + a_{23}(x)c_{32} + a_{33}(x)c_{33}]. \end{cases} \quad (8)$$

Let's set $f_1(x), f_2(x), f_3(x)$ found in expression (8) to c_{ij} :

$$\begin{aligned}
 c_{11} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{11}^2(t)c_{11} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{12} + a_{11}(t) \cdot a_{31}(t)c_{13}]dt; \\
 c_{12} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{12}^2(t)c_{21} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{22} + a_{12}(t) \cdot a_{32}(t)c_{23}]dt; \\
 c_{13} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{13}^2(t)c_{31} + a_{13}(t) \cdot a_{23}(t)c_{32} + a_{13}(t) \cdot a_{33}(t)c_{33}]dt; \\
 c_{21} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{21}^2(t)c_{12} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{11} + a_{21}(t) \cdot a_{31}(t)c_{13}]dt; \\
 c_{22} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{22}^2(t)c_{22} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{21} + a_{22}(t) \cdot a_{32}(t)c_{23}]dt; \\
 c_{23} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{23}^2(t)c_{32} + a_{23}(t) \cdot a_{13}(t)c_{31} + a_{23}(t) \cdot a_{33}(t)c_{33}]dt; \\
 c_{31} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{31}^2(t)c_{13} + a_{31}(t) \cdot a_{11}(t)c_{11} + a_{31}(t) \cdot a_{21}(t)c_{12}]dt; \\
 c_{32} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{32}^2(t)c_{23} + a_{12}(t) \cdot a_{32}(t)c_{21} + a_{22}(t) \cdot a_{32}(t)c_{22}]dt; \\
 c_{33} &= \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{T^d} [a_{33}^2(t)c_{33} + a_{13}(t) \cdot a_{33}(t)c_{31} + a_{23}(t) \cdot a_{33}(t)c_{32}]dt.
 \end{aligned}$$

The following system of homogeneous equations is written from the resulting system of equations:

$$\begin{cases}
 (\|a_{11}\|^2 - \lambda)c_{11} + (a_{11}, a_{21})c_{12} + (a_{11}, a_{31})c_{13} = 0; \\
 -\lambda c_{12} + (a_{12}, a_{22})c_{22} + (a_{12}, a_{32})c_{23} = 0; \\
 -\lambda c_{13} + \|a_{13}\|^2 c_{31} + (a_{13}, a_{23})c_{32} + (a_{13}, a_{32})c_{33} = 0; \\
 (a_{11}, a_{21})c_{11} + \|a_{21}\|^2 c_{12} + (a_{21}, a_{31})c_{13} - \lambda c_{21} = 0; \\
 (a_{12}, a_{22})c_{21} + (\|a_{22}\|^2 - \lambda)c_{22} + (a_{22}, a_{32})c_{23} = 0; \\
 -\lambda c_{23} + (a_{23}, a_{13})c_{31} + \|a_{23}\|^2 c_{32} + (a_{23}, a_{33})c_{33} = 0; \\
 (a_{11}, a_{31})c_{11} + (a_{31}, a_{21})c_{12} + \|a_{31}\|^2 c_{13} - \lambda c_{31} = 0; \\
 (a_{12}, a_{32})c_{21} + (a_{32}, a_{22})c_{22} + \|a_{32}\|^2 c_{23} - \lambda c_{32} = 0; \\
 (a_{13}, a_{33})c_{31} + (a_{33}, a_{23})c_{32} + (\|a_{33}\|^2 - \lambda)c_{33} = 0.
 \end{cases}$$

In the following theorem we describe the point spectrum of \mathcal{A}_α , $\alpha = 2,3$.

Theorem 1. For $\alpha = 2,3$ the operator matrix \mathcal{A}_α has a purely point spectrum and $\sigma_{PP}(\mathcal{A}_\alpha) = \{0\} \cup \{\lambda \in \mathbb{R}; \Delta_\alpha(\lambda) = 0\}$.

Moreover, the number $\lambda = 0$ is an eigenvalue of \mathcal{A}_α with infinite multiplicity.

It can be seen that the function $\Delta_2(\cdot)$ is a polynomial of order 4 with respect to λ . Therefore, it has at most 4 real zeros (taking into account the multiplicity). Therefore, by virtue of Theorem 1, an operator matrix \mathcal{A}_2 can have at most 4 (taking into account the multiplicity) eigenvalues with finite multiplicity.

Analogously, an operator matrix \mathcal{A}_3 can have at most 9 (taking into account the multiplicity) eigenvalues with finite multiplicity.

Using Theorem 1 and the fact about $\sigma_{PP}(\mathcal{A}_1)$ it is possible to find an exact representation of the numerical range of the operator \mathcal{A}_α , $\alpha = 1,2,3$. It should be noted that since the operator \mathcal{A}_α , $\alpha = 1,2,3$ has a purely point spectrum, its numerical range $W(\mathcal{A}_\alpha)$ always a bounded (closed) segment and for $\alpha = 1,2,3$ the equality

$$W(\mathcal{A}_\alpha) = [\min \sigma_{PP}(\mathcal{A}_\alpha); \max \sigma_{PP}(\mathcal{A}_\alpha)]$$

is valid. In particular, we have $W(\mathcal{A}_1) = [0; \|a_{11}\|^2]$. The study of quadratic numerical range of \mathcal{A}_2 and cubic numerical range of \mathcal{A}_3 needs an additional investigations.

\mathcal{A}_1 operator resolvent. In order to determine the resolvent operator of the operator \mathcal{A}_1 , we consider the equation

$$(\mathcal{A}_1 - \lambda)f = g$$

with respect to the functions $f, g \in L_2(\mathbb{T}^d)$ for the number λ .

\mathcal{A}_1 is the last equality according to the definition of the operator

$$a_{11}(x) \cdot c_{11} - \lambda f(x) = g(x)$$

appears. Here, the value of c_{11} is determined using equation (4). From the above equation, we find the following expression for the function $f(x)$:

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{11}(x) \cdot c_{11} - g(x)] \tag{9}$$

We put the expression (9) found for $f(x)$ in (4), and

$$c_{11} = \frac{1}{\lambda} \int_{\mathbb{T}^d} a_{11}(t) [a_{11}(t) \cdot c_{11} - g(t)] dt$$

we will have equality. From this we find c_{11} and put it in the expression found for $f(x)$ and

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{a_{11}(x)}{\|a_{11}\|^2 - \lambda} (a_{11}, g) - g(x) \right)$$

we form the equation. The expression on the right side of this equality indicates the action formula of the resolvent operator $R_{\mathcal{A}_1}(\lambda)$ corresponding to the operator \mathcal{A}_1 . Which

$$R_{\mathcal{A}_1}(\lambda)g = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{a_{11}(x)}{\|a_{11}\|^2 - \lambda} \int_{\mathbb{T}^d} a_{11}(t) \cdot g_1(t) dt - g_1(x) \right)$$

\mathcal{A}_2 operator resolvent. We define the resolvent operator of the matrix with operator \mathcal{A}_2 . For this, we consider the following equation with respect to $f = (f_1, f_2)$, $g = (g_1, g_2) \in L_2(\mathbb{T}^d)$ vector functions:

$$(\mathcal{A}_2 - \lambda)f = g$$

According to the definition of the matrix with operator \mathcal{A}_2 , we write the following equation:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix}.$$

We form the following system of equations from this equation:

$$\{A_{11}f_1 + A_{12}f_2 - \lambda f_1 = g_1;$$

$$\{A_{21}f_1 + A_{22}f_2 - \lambda f_2 = g_2.$$

According to the definition of operators A_{ij} , this system of equations takes the following form:

$$\{a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12} - \lambda f_1(x) = g_1(x);$$

$$\{a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22} - \lambda f_2(x) = g_2(x).$$

We can find $f_1(x)$ from the first equation of the last system of equations, and $f_2(x)$ from the second equation. Which

$$\begin{cases} f_1(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{11}(x)c_{11} + a_{21}(x)c_{12} - g_1(x)]; \\ f_2(x) = \frac{1}{\lambda} [a_{12}(x)c_{21} + a_{22}(x)c_{22} - g_2(x)]. \end{cases}$$

Let's define the last expressions found in (4):

$$c_{11} = \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{\mathbb{T}^d} [a_{11}^2(t)c_{11} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{12} - a_{11}(t) \cdot g_1(t)] dt;$$

$$c_{12} = \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{\mathbb{T}^d} [a_{12}^2(t)c_{21} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{22} - a_{12}(t) \cdot g_2(t)] dt;$$

$$c_{21} = \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{\mathbb{T}^d} [a_{21}^2(t)c_{12} + a_{11}(t) \cdot a_{21}(t)c_{11} - a_{21}(t) \cdot g_1(t)] dt;$$

$$c_{22} = \frac{1}{\lambda} \cdot \int_{\mathbb{T}^d} [a_{22}^2(t)c_{22} + a_{12}(t) \cdot a_{22}(t)c_{21} - a_{22}(t) \cdot g_2(t)] dt$$

or,

$$\begin{cases} (\|a_{11}\|^2 - \lambda)c_{11} + (a_{11}, a_{21})c_{12} - (a_{11}, g_1) = 0; \\ -\lambda c_{12} + \|a_{12}\|^2 c_{21} + (a_{12}, a_{22})c_{22} - (a_{12}, g_2) = 0; \\ (a_{11}, a_{21})c_{11} + \|a_{21}\|^2 c_{12} - \lambda c_{21} - (a_{21}, g_1) = 0; \\ (a_{12}, a_{22})c_{21} + (\|a_{22}\|^2 - \lambda)c_{22} - (a_{22}, g_2) = 0. \end{cases} \quad (10)$$

we form a system of equations. We are looking for the solution of the system of equations (10). For this, we introduce the following definitions:

$$\Delta_2(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & 0 & 0 \\ 0 & -\lambda & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{11}, a_{21}) & \|a_{21}\|^2 & -\lambda & 0 \\ 0 & 0 & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix}; \quad G = \begin{pmatrix} (a_{11}, g_1) \\ (a_{12}, g_2) \\ (a_{21}, g_1) \\ (a_{22}, g_2) \end{pmatrix};$$

$$\Delta_2^{(1)}(\lambda) = \begin{vmatrix} (a_{11}, g_1) & (a_{11}, a_{21}) & 0 & 0 \\ (a_{12}, g_2) & -\lambda & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{21}, g_1) & \|a_{21}\|^2 & -\lambda & 0 \\ (a_{22}, g_2) & 0 & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix} =$$

$$= (a_{11}, g_1) \cdot B_1(\lambda) - (a_{11}, a_{21}) \cdot G_1(\lambda);$$

$$\Delta_2^{(2)}(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, g_1) & 0 & 0 \\ 0 & (a_{12}, g_2) & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{11}, a_{21}) & (a_{21}, g_1) & -\lambda & 0 \\ 0 & (a_{22}, g_2) & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix} =$$

$$= (\|a_{11}\|^2 - \lambda) \cdot G_1(\lambda) - (a_{11}, g_1) \cdot B_2(\lambda);$$

$$\Delta_2^{(3)}(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & (a_{11}, g_1) & 0 \\ 0 & -\lambda & (a_{12}, g_2) & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{11}, a_{21}) & \|a_{21}\|^2 & (a_{21}, g_1) & 0 \\ 0 & 0 & (a_{22}, g_2) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix} =$$

$$= (\|a_{22}\|^2 - \lambda) \cdot G_2(\lambda) - (a_{22}, g_2) \cdot B_3(\lambda);$$

$$\Delta_2^{(4)}(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & 0 & (a_{11}, g_1) \\ 0 & -\lambda & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, g_2) \\ (a_{21}, a_{11}) & \|a_{21}\|^2 & -\lambda & (a_{21}, g_1) \\ 0 & 0 & (a_{12}, a_{22}) & (a_{22}, g_2) \end{vmatrix} =$$

$$= (a_{22}, g_2) \cdot B_4(\lambda) - (a_{12}, a_{22}) \cdot G_2(\lambda).$$

Here

$$B_1(\lambda) = \begin{vmatrix} -\lambda & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ \|a_{21}\|^2 & -\lambda & 0 \\ 0 & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix}; \quad B_2(\lambda) = \begin{vmatrix} 0 & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{11}, a_{21}) & -\lambda & 0 \\ 0 & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix};$$

$$B_3(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & 0 \\ 0 & -\lambda & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{11}, a_{21}) & \|a_{21}\|^2 & 0 \end{vmatrix}; \quad B_4(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & 0 \\ 0 & -\lambda & \|a_{12}\|^2 \\ (a_{11}, a_{21}) & \|a_{21}\|^2 & -\lambda \end{vmatrix};$$

$$G_1(\lambda) = \begin{vmatrix} (a_{12}, g_2) & \|a_{12}\|^2 & (a_{12}, a_{22}) \\ (a_{21}, g_1) & -\lambda & 0 \\ (a_{22}, g_2) & (a_{12}, a_{22}) & \|a_{22}\|^2 - \lambda \end{vmatrix}; \quad G_2(\lambda) = \begin{vmatrix} \|a_{11}\|^2 - \lambda & (a_{11}, a_{21}) & (a_{11}, g_1) \\ 0 & -\lambda & (a_{12}, g_2) \\ (a_{11}, a_{21}) & \|a_{21}\|^2 & (a_{21}, g_1) \end{vmatrix}.$$

The solutions of the system of equations (10) are as follows:

$$c_{11} = \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{11}, g_1) \cdot B_1(\lambda) - (a_{11}, a_{21}) \cdot G_1(\lambda)];$$

$$c_{12} = \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [(\| a_{11} \|^2 - \lambda) \cdot G_1(\lambda) - (a_{11}, g_1) \cdot B_2(\lambda)];$$

$$c_{21} = \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [(\| a_{22} \|^2 - \lambda) \cdot G_2(\lambda) - (a_{22}, g_2) \cdot B_3(\lambda)];$$

$$c_{22} = \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{22}, g_2) \cdot B_4(\lambda) - (a_{12}, a_{22}) \cdot G_2(\lambda)].$$

We put the expressions found for c_{ij} into the expressions found for $f_1(x)$ and $f_2(x)$ and form the following equations:

$$\begin{aligned} f_1(x) &= \frac{1}{\lambda \cdot \Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{11}(x) \cdot B_1(\lambda) - a_{21}(x) \cdot B_2(\lambda)) \cdot (a_{11}, g_1) + [a_{21}(x) \times \\ &\times (\| a_{11} \|^2 - \lambda) - a_{11}(x) \cdot (a_{11}, a_{21})] \cdot [(a_{12}, a_{22})^2 - \| a_{12} \|^2 \cdot (\| a_{22} \|^2 - \lambda)] \cdot (a_{21}, g_1)] + \\ &+ \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [a_{21}(x) \cdot (\| a_{11} \|^2 - \lambda) - a_{11}(x) \cdot (a_{11}, a_{21})] \times \\ &\times [(a_{12}, a_{22}) \cdot (a_{22}, g_2) - (\| a_{22} \|^2 - \lambda) \cdot (a_{12}, g_2)] - \frac{1}{\lambda} g_1(x); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2(x) &= \frac{1}{\lambda \cdot \Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{22}(x) \cdot B_4(\lambda) - a_{12}(x) \cdot B_3(\lambda)) \cdot (a_{22}, g_2) + [a_{12}(x) \times \\ &\times (\| a_{22} \|^2 - \lambda) - a_{22}(x) \cdot (a_{12}, a_{22})] \cdot [(a_{11}, a_{21})^2 - \| a_{21} \|^2 \cdot (\| a_{11} \|^2 - \lambda)] \cdot (a_{12}, g_2)] + \\ &+ \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [a_{12}(x) \cdot (\| a_{22} \|^2 - \lambda) - a_{22}(x) \cdot (a_{12}, a_{22})] \times \\ &\times [(a_{11}, a_{21}) \cdot (a_{11}, g_1) - (\| a_{11} \|^2 - \lambda) \cdot (a_{21}, g_1)] - \frac{1}{\lambda} g_2(x) \end{aligned}$$

The expressions on the right side of the resulting equations indicate the action formula of the resolvent operator $R_{\mathcal{A}_2}(\lambda)$ corresponding to the operator matrix \mathcal{A}_2 . Which,

$$R_{\mathcal{A}_2}(\lambda) = \begin{pmatrix} R_{11}(\lambda) & R_{12}(\lambda) \\ R_{21}(\lambda) & R_{22}(\lambda) \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} R_{11}(\lambda)g_1 &= \frac{1}{\lambda \cdot \Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{11}(x) \cdot B_1(\lambda) - a_{21}(x) \cdot B_2(\lambda)) \cdot \int_{T^d} a_{11}(t) \cdot g_1(t) dt + \\ &+ (a_{21}(x) \cdot (\| a_{11} \|^2 - \lambda) - a_{11}(x) \cdot (a_{11}, a_{21})) \times \\ &\times \left((a_{12}, a_{22})^2 - \| a_{12} \|^2 \cdot (\| a_{22} \|^2 - \lambda) \cdot \int_{T^d} a_{21}(t) \cdot g_1(t) dt \right)] - \frac{1}{\lambda} g_1(x); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{12}(\lambda)g_2 &= \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [a_{21}(x) \cdot (\| a_{11} \|^2 - \lambda) - a_{11}(x) \cdot (a_{11}, a_{21})] \times \\ &\times \left[(a_{12}, a_{22}) \cdot \int_{T^d} a_{22}(t) \cdot g_2(t) dt - (\| a_{22} \|^2 - \lambda) \cdot \int_{T^d} a_{12}(t) \cdot g_2(t) dt \right]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{21}(\lambda)g_1 &= \frac{1}{\Delta_2(\lambda)} \cdot [a_{12}(x) \cdot (\| a_{22} \|^2 - \lambda) - a_{22}(x) \cdot (a_{12}, a_{22})] \times \\ &\times \left[(a_{11}, a_{21}) \cdot \int_{T^d} a_{11}(t) \cdot g_1(t) dt - (\| a_{11} \|^2 - \lambda) \cdot \int_{T^d} a_{21}(t) \cdot g_1(t) dt \right]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{22}(\lambda)g_2 &= \frac{1}{\lambda \cdot \Delta_2(\lambda)} \cdot [(a_{22}(x) \cdot B_4(\lambda) - a_{12}(x) \cdot B_3(\lambda)) \cdot \int_{T^d} a_{22}(t) \cdot g_2(t) dt + \\ &+ (a_{12}(x) \cdot (\| a_{22} \|^2 - \lambda) - a_{22}(x) \cdot (a_{12}, a_{22})) \times \\ &\times \left((a_{11}, a_{21})^2 - \| a_{21} \|^2 \cdot (\| a_{11} \|^2 - \lambda) \cdot \int_{T^d} a_{12}(t) \cdot g_2(t) dt \right)] - \frac{1}{\lambda} g_2(x). \end{aligned}$$

Conclusion. In this article, determined the point spectrum of the operator matrices $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ with the Fredholm integral operators; $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ important spectrum for operator matrices are studied;

Determinants corresponding to matrices with operator $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ are constructed; The numerical range of matrices with operator $\mathcal{A}_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ is determined and the resolvent operators of $\alpha = 1, 2$ cases is found.

REFERENCES:

1. Tretter C. *Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications*. Imperial College Press, 2008.
2. Minlos R.A., Spohn H. *The three-body problem in radioactive decay: the case of one atom and at most two photons*. *Topics in Statistical and Theoretical Physics*. Amer. Math. Soc. Transl., Ser. 2, 177, AMS, Providence, RI, 1996, P. 159–193.
3. Muminov M., Neidhardt H., Rasulov T. *On the spectrum of the lattice spin-boson Hamiltonian for any coupling: 1D case*. *Journal of Mathematical Physics*, 2015, 56, P. 053507.
4. Ibrogimov O.I. *Spectral Analysis of the Spin-Boson Hamiltonian with Two Photons for Arbitrary Coupling*. *Ann. Henri Poincaré*, 2018, 19(11), P. 3561–3579.
5. Rasulov T.Kh. *Branches of the essential spectrum of the lattice spin-boson model with at most two photons*. *Theoretical and Mathematical Physics*, 2016, 186(2), P. 251–267.
6. Mogilner A.I. *Hamiltonians in solid state physics as multiparticle discrete Schrodinger operators: problems and results*. *Advances in Sov. Math.*, 1991, 5, P. 139–194.
7. Friedrichs K.O. *Perturbation of spectra in Hilbert space*. Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island, 1965.
8. Malishev V.A., Minlos R.A. *Linear infinite-particle operators*. *Translations of Mathematical Monographs*. 143, AMS, Providence, RI, 1995
9. T.H. Rasulov. *Essential spectrum of a model operator associated with a three-particle system on a lattice*, *Theoret. and Math. Phys.*, 166:1 (2011), pp. 81–93.
10. S. Albeverio, S.N. Lakaev, Z.I. Muminov. *On the number of eigenvalues of a model operator associated to a system of three-particles on lattices*, *Russ. J. Math. Phys.*, 14:4 (2007), 377–387.

**KEMA KORPUSINING XUSUSIY TEBRANISH CHASTOTALARINI HISOBLASHDAGI
SIMMETRIK YECHIM**

*Esanov Nuriddin Qurbonovich,
Alfraganus universiteti dotsenti,
esanov-7373@mail.ru*

***Annotatsiya.** Masalani qo'yilishi differensial tenglama, boshlang'ich va chegara shartlarini qanoatlantiruvchi $W(x, y, t)$, buralish funksiyasini topish uchun Fure usuliga ko'ra, biz talab qilayotgan daslabki buralish funksiyasi ikkita funksiyaning ko'paytmasi ko'rinishida ifodalaymiz, ulardan biri vaqtning funksiyasi, ikkinchisi esa o'rta yuzaning koordinatalari funksiyasidir. To'g'riburchakli siqilgan panelning erkin tebranishlari muammosi giperbolik-trigonometrik qatorlarning noma'lum koeffitsiyentlariga nisbatan cheksiz algebraik tenglamalar sistemasiga keltirildi.*

***Kalit so'zlar:** erkin tebranishlar, to'g'riburchakli siqilgan plastinka, giperbolik-trigonometrik qatorlar, sonli natijalar, rezonans, panel, dvigatel, elastik, differensial.*

**СИММЕТРИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПРИ РАСЧЕТЕ УДЕЛЬНЫХ ЧАСТОТ ВИБРАЦИИ
КОРПУСА СУДНА**

***Аннотация.** Постановка задачи представляет собой дифференциальное уравнение, удовлетворяющее начальным и граничным условиям $W(x, y, t)$, по методу Фурье для нахождения функции кручения выражаем искомую начальную функцию кручения в виде произведения двух функций, одной из которых является функцией времени, а вторая - функцией координат средней поверхности. Задача о свободных колебаниях прямоугольной сжатой панели свелас к системе бесконечных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов гиперболических рядов.*

***Ключевые слова:** свободные колебания, прямоугольная сжатая пластина, гиперболический ряд, численные результаты, резонанс, панель, двигатель, упругий, дифференциал.*

**SYMMETRICAL SOLUTION IN CALCULATION OF SPECIFIC VIBRATION
FREQUENCIES OF SHIP HULL**

***Abstract.** The formulation of the problem is a differential equation that satisfies the initial and boundary conditions $W(x, y, t)$, using the Fourier method to find the torsion function, we express the desired initial torsion function as a product of two functions, one of which is a function of time, and the second is a function of coordinates middle surface. The problem of free vibrations of a rectangular compressed panel has been reduced to a system of infinite algebraic equations for unknown coefficients of the hyperbolic-trigonometric series.*

***Key words:** free vibrations, rectangular compressed plate, hyperbolic-trigonometric series, numerical results, resonance, panel, engine, elastic, differential.*

Dvigatel ishlayotganda tebranishlar kema korpusiga va uning qoplamasiga uzatiladi, bu esa rezonans hodisalariga olib kelishi mumkin.

Ko'ndalang elastik tebranishlarni o'rganish har qanday vaqtda qoplamaning buralishlarini aniqlashdan iborat. Masalaning asosiy qismi erkin tebranishlar chastotalarini aniqlashdir. Dvigatelning aylanish soni ma'lum oraliqlarda o'zgarishi sababli, nafaqat birinchi (asosiy) tebranishlar tovushining chastotasini, balki rezonans hodisalarini keltirib chiqaradigan dvigatel kuchaytirish rejimida "o'tishi" mumkin bo'lgan bir nechta keyingi tovushlarni ham bilish muhimdir.

Asosiy kuchaytirilgan to'plam qoplamasi to'g'riburchakli panellarga (plastinkalarga) bo'linadi, ularni butun kontur bo'ylab siqilgan deb hisoblash mumkin. To'g'riburchakli plastinkaning erkin tebranishlari muammosining aniq yechimi faqat sharnirli plastinka uchun olingan ([1-3] ga qarang). Bu masala ancha

murakkab bo‘lib, yopiq shaklda aniq yechimga ega emas va ma’lum bo‘lgan taxminiy yechimlar [2, 4-6] natijalarning to‘g‘riligi haqidagi savolni ochiq qoldiradi.

Masalani qo‘yilishi

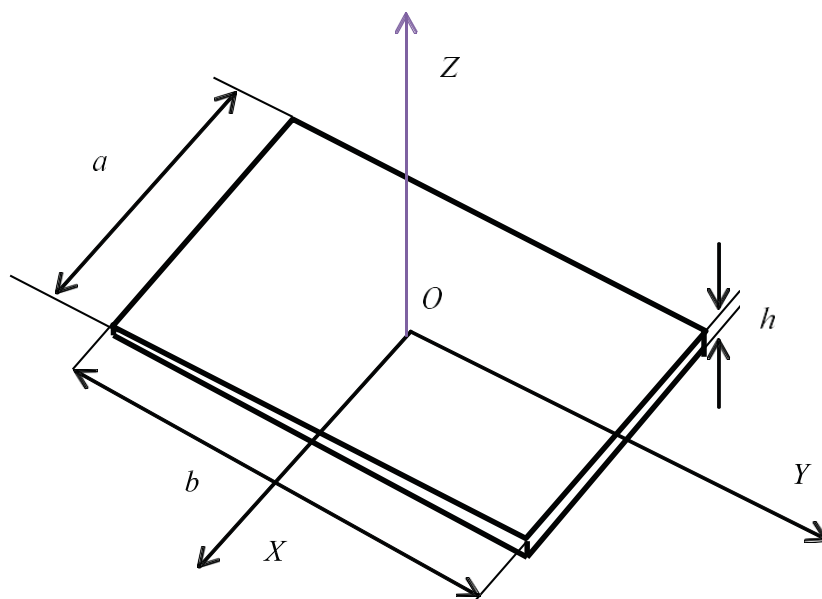
Doimiy qalinligi h (1-rasm) bo‘yicha o‘lchamlari $a \times b$ bo‘lgan siqilgan to‘g‘riburchakli plastinka har qanday tashqi yuk ta’sirida deformatsiyalanmagan sirtga perpendikulyar yo‘naltirilgan ba’zi buralishlar va tezliklarni qabul qilsin. Bu buralishlar va tezliklar masalaning boshlang‘ich shartlaridir. XOY koordinata sistemasining boshi plastinkaning markazida joylashgan.

Boshlang‘ich shartlarni umumiy shaklda quyidagicha yozish mumkin:

$$W|_{t=0} = W_0(X, Y), \quad \frac{\partial W}{\partial t}|_{t=0} = V_0(X, Y), \quad (1)$$

bu yerda, W_0 - plastinkaning o‘rta yuzasi nuqtalarining dastlabki egilishi, V_0 - perpendikulyar yo‘nalishdagi boshlang‘ich tezligi, t - vaqt.

Bir soniyada tashqi kuchdan ajratilgan plastinka ko‘ndalang tebranishlarni amalga oshirishni boshlaydi, ularda qarshilik va tebranish kuchlari bo‘lmasa, erkin so‘nadi.



1-Rasm. Kontur bo‘yilab siqilgan to‘g‘riburchakli plastinka

Quyida uning erkin tebranishlarining differensial tenglamasini yozamiz [1]:

$$D\nabla^2\nabla^2W + \frac{\gamma^* h}{g} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0. \quad (2)$$

Bu yerda W - plastinkaning o‘rta yuzasining egilishi, $D = Eh^3 / [12(1 - \nu^2)]$ - silindrsimon plastinkaning bikrligi, E - Yung moduli, ν - Puasson koeffitsiyenti, γ^* - plastinka materialining solishtirma og‘irligi va g - tortishish kuchi ta’siridagi tezlanish,

$$\nabla^2\nabla^2 = \frac{\partial^4}{\partial X^4} + 2\frac{\partial^4}{\partial X^2\partial Y^2} + \frac{\partial^4}{\partial Y^4}.$$

Bu yerda $\nabla^2\nabla^2$ - bigarmonik operator. O‘lchamsiz koordinatalarga o‘tish uchun $x = \frac{X}{b}$, $y = \frac{Y}{b}$ almashtirish olamiz. U holda (2) tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$\nabla^2\nabla^2W + \eta^2 \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0. \quad (3)$$

Bu yerda $\eta^2 = \gamma^* h b^4 / (gD)$ ga teng. Bigarmonik operatorida esa katta X, Y ni kichik x, y bilan almashtirish kerak. Plastinkaning nisbiy o'lchamlari quyidagicha bo'ladi:

$$-\gamma / 2 \leq x \leq \gamma / 2, -1 / 2 \leq y \leq 1 / 2, \text{ bu yerda } \gamma = a / b.$$

Siqilgan qirralarning chegara shartlarini quyidagicha tanlab olamiz:

$$x = \pm \gamma / 2: \quad W = 0, \quad \partial W / \partial x = 0, \quad (4)$$

$$y = \pm 1 / 2: \quad W = 0, \quad \partial W / \partial y = 0, \quad (5)$$

Masalani qo'yilishi, differensial tenglama (3) ni, boshlang'ich shart (1) ni va chegara shartlari (4), (5) larni qanoatlantiruvchi $W(x, y, t)$ vaqtga bog'liq buralish funksiyasini topishdan iborat. Buning uchun masalalarni yechishda ko'p qo'llaniladigan Furiye usuliga ko'ra, biz talab qilayotgan daslabki buralish funksiyasini ikkita funksiyaning ko'paytmasi ko'rinishida ifodalaymiz, ulardan biri vaqtning funksiyasi, ikkinchisi esa o'rta yuzaning koordinatalari funksiyasidir:

$$W(x, y, t) = w^*(t) w(x, y), \quad (6)$$

Koordinata funksiyasi uchun chegara shartlari (4), (5) ga o'xshash bo'ladi:

$$x = \pm \gamma / 2: \quad w = 0, \quad \partial w / \partial x = 0, \quad (7)$$

$$y = \pm 1 / 2: \quad w = 0, \quad \partial w / \partial y = 0 \quad (8)$$

Vaqt funksiyasi quyidagicha ifodalanadi [2]:

$$w^*(t) = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt. \quad (9)$$

Bu yerda p – aniqlanadigan plastinkaning tebranish chastotasi (aylana chastotasi); C_1, C_2 – ixtiyoriy o'zgarmlar bo'lib, ular (1) boshlang'ich shartlar yordamida aniqlanadi.

$$p = 2\pi / T - \text{aylanish chastotasi tebranish davri } T \text{ bilan bog'liqligi.}$$

Biz (9) ni (6) ga, so'ngra (6) ni (3) ga almashtiramiz va $\Omega = p\eta$ ni belgilab, natijada funksiya koordinatalarini qanoatlantiruvchi quyidagi differensial tenglamani olamiz:

$$\nabla^2 \nabla^2 w(x, y) - \Omega^2 w(x, y) = 0 \quad (10)$$

Simmetrik yechimni topish uchun $w(x, y)$ funksiyani ikkita qatorning yig'indisi ko'rinishida izlaymiz:

$$w(x, y) = \sum_{k=1,3,\dots}^{\bar{k}} (-1)^k A(k) \text{ch} \beta_k x \cos \lambda_k y + \sum_{s=1,3,\dots}^{\bar{s}} (-1)^s C(s) \text{ch} \xi_s y \cos \mu_s x, \quad (11)$$

(11) tenglikdagi koeffitsiyentlarni $A(k), \beta_k, C(s), \xi_s$ lar deb belgilab olamiz.

$$\lambda_k = k\pi, \mu_s = s\pi / \gamma, \bar{k} = (k + 1) / 2, \bar{s} = (s + 1) / 2.$$

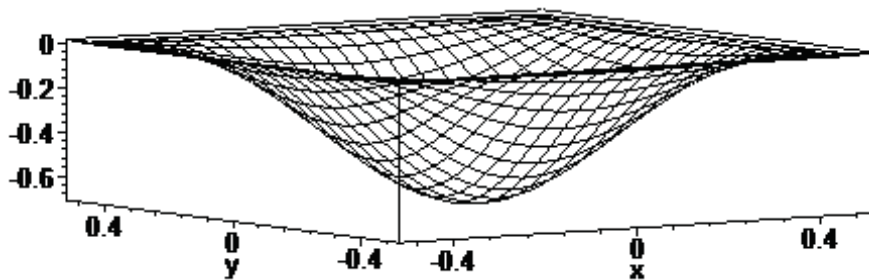
(11) qator faqat juft koordinatali funksiyalarni o'z ichiga oladi, chunki tebranishlarning birinchi (asosiy) shakli simmetrik bo'lishi kerak, sababi ko'ndalang yuk ta'sirida ostidagi egri sirt tekis shaklga mos keladi.

1-jadval.

Kvadrat plastinka uchun A_k^* koeffitsiyent qiymatlari. $\Omega_1 = 35,985$ (qatordagi hadlar soni $n = 49$; M - qatordagi takrorlashlar soni)

k	$M = 1$	$M = 19$	$M = 20$
1	0,88879	0,86670	0,86675
3	- 0,29825	-0,53815	- 0,53818

5	0,16607	-0,22768	- 0,22769
7	0,38770	-0,11292	- 0,11292
9	0,51598	-0,05981	- 0,05982
11	0,59780	-0,03240	- 0,03240
13	0,65318	-0,01719	- 0,01719
15	0,69197	-0,00831	- 0,00831
17	0,71960	-0,00296	- 0,00296
19	0,73925	0,00033	0,00033

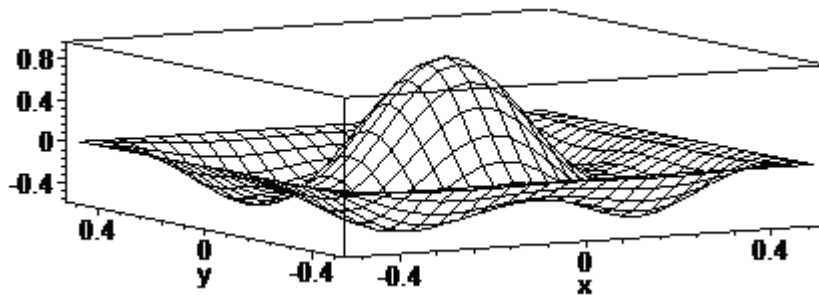


2-rasm. $\Omega_1 = 35,985$ da kvadrat plastinkaning birinchi tebranish shakli

Kompyuter orqali hisoblashlari yordamida $\Omega_2 = 132,208$. juft yechim uchun erkin tebranishlarning ikkinchi chastotasi ham topildi.

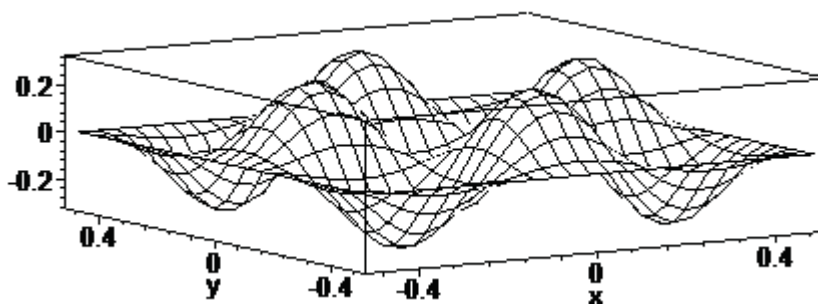
Eslatib o'tamiz, juft yechimning birinchi va ikkinchi chastotalari orasida toq va toq-juft yechimlarning chastotalari ham bor.

Grafik tarzda, tebranishning ikkinchi shakli 3-rasmda ko'rsatilgan.



3-Rasm. Kvadrat plastinkaning ikkinchi (simmetrik) tebranish shakli $\Omega_2 = 132,208$.

Xuddi shunday, erkin tebranishlarning uchinchi chastotasi $\Omega_3 = 220,032$. topildi.



4-Rasm. $\Omega_3 = 220,032$. da kvadrat plastinkaning uchinchi (simmetrik) tebranish shakli

Simmetrik yechim uchun erkin tebranishlarning keyingi chastotalarini hisoblash maqsadga muvofiq emas.

ADABIYOTLAR:

1. Timoshenko S. P. *Kolebaniya v injenernom dele* / S. P. Timoshenko, D. X. Yang, U. Uiver. — M.: Mashinostroyeniye, 1985. — 472 s.
2. Lexnitskiy S. G. *Anizotropniye plastinki* / S. G. Lexnitskiy. — M.; L.: OGIZ: GITTL, 1947. — 355 s.
3. Ogibalov P. M. *Izhib, ustoychivost i kolebaniya plastinok* / P. M. Ogibalov. — M.: Izd-vo MGU, 1958.
4. Gontkevich V. S. *Sobstvenniye kolebaniya plastin i obolochek* / V. S. Gontkevich. — Kiyev: Nauk. dumka, 1964. — 288 s.
5. Young D. *Vibration of rectangular plates by the Ritz Method* / D. Young // *J. of APM*. — 1950. — Vol. 17, № 4.
6. Vaynberg D. V. *Spravochnik po prochnosti, ustoychivosti i kolebaniyam plastin* / D. V. Vayn-berg. — Kiyev: Izd-vo «Budivelnik», 1973. — 488 s.
7. Esanov, Nuriddin Kurbanovich, Almuratov, Shavkat Narpulatovich, & Jurayev, Uktam Shavkatovich (2022). *Sayoz O‘rnatilgan uch qatlamli sferik qobiqlarning erkin tebranishi. Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali*, 2 (2), 51-56. doi: 10.5281/zenodo.6466337
8. Esanov, N. K., Safarov, I. I., & Almuratov, SH. N. (2021). *Ob issledovaniya spektrov sobstvennix kolebaniy tonkostenkiy plastin v magnitnix polyax. Central Asian Journal of Theoretical & Applied sciences*, 2(5), 124-132.
9. Safarov, I. I., Kulmuratov, N. R., Nuriddinov, B. Z., & Esanov, N. (2020). *On the action of mobile loads on an uninterrupted cylindrical tunnel. Theoretical & Applied Science*, (4), 328-335.
10. Safarov, I. I., Kulmuratov, N. R., Nuriddinov, B. Z., & Esanov, N. (2020). *Mathematical modeling of vibration processes in wave-lasted elastic cylindrical bodies. ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (84), 321-327.
11. Esanov, N.K. (2020). *Svobodniye kolebaniya truboprovodov kak tonkiye silindricheskiye obolochki ot vnutrennego davleniya. Nauchniye dokladi Buxarskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3 (1), 46-52.
12. Esanov, N. K. (2020). *Free oscillations of pipelines like thin cylindrical shells with regards to internal pressure. Scientific reports of Bukhara State University*, 3(1), 46-52.

ISO 9000 STANDARTI ASOSIDA KORXONALARDA MAHSULOT SIFATINI
YAXSHILASH

Tursunov Alisher Ravshan o'g'li,
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali o'qituvchisi
alishertursunov260@gmail.com
Hasanov Saidaxrorxon Abror o'g'li,
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali talabasi
saidaxrorxonxasanov2001@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ISO 9000 xalqaro standarti asosida korxonalar va tashkilotlarda mahsulot sifatini yaxshilash chora-tadbirlari va ularni yuritish usullari bayon qilingan. ISO xalqaro standarti asosida mahsulot sifatini har tomonlama yaxshilash, takomillashtirish va bu mahsulotlarni bozordagi o'rnini oshirish nazarda tutilgan. Bundan tashqari iste'molchilarga yuqori sifatli mahsulotlarni yetkazib berish va mahsulotlarning har tomonlama qulayligini ta'minlash nazarda tutilgan. Ishlab chiqarish korxonalarida ham xalqaro standart va talablarga javob bera oladigan mahsulot ishlab chiqarish va uni xalqaro bozorga chiqarish yo'llari haqida to'xtalib o'tilgan.

Kalit so'zlar: ISO, sifat, standart, korxonalar, tashkilot, menejment, bozor.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ
СТАНДАРТА ISO 9000

Аннотация. В данной статье описаны меры по повышению качества продукции на предприятиях и организациях на основе международного стандарта ISO 9000 и методы их управления. На основе международного стандарта ISO предусматривается комплексное улучшение и повышение качества продукции и повышение положения этой продукции на рынке. Кроме того, предусмотрено доставлять потребителям качественную продукцию и обеспечивать всестороннее удобство продукции. Производственные предприятия также обсудили пути выпуска продукции, соответствующей международным стандартам и требованиям, и выпуска ее на международный рынок.

Ключевые слова: ИСО, качество, стандарт, предприятие, организация, менеджмент, рынок.

IMPROVEMENT OF PRODUCT QUALITY IN ENTERPRISES ON THE BASIS OF ISO
9000 STANDARD

Abstract. This article describes measures to improve product quality in enterprises and organizations based on the ISO 9000 international standard and methods of their management. On the basis of the international ISO standard, it is envisaged to comprehensively improve the quality of products and increase the position of these products in the market. In addition, it is envisaged to deliver high-quality products to consumers and ensure all-round convenience of products. Production enterprises also discussed ways to produce products that meet international standards and requirements and release them to the international market.

Key words: ISO, quality, standard, enterprise, organization, management, market.

Kirish. Bozor iqtisodiyotiga o'tishda mahsulotlar va xizmatlarning sifati masalasi korxonaning nufuzini, rivojini va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarining raqobatbardoshligini belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Korxonalar va tashkilotlarda mahsulot sifatini boshqarish tizimli ravishda yo'lga qo'yilganligi va sifatni ta'minlash masalalari korxonaning doimiy siyosati darajasida ko'rilishi bozorda o'zining muqim o'rniga ega bo'lish, strategik hamkorlik va iste'molchilar bilan faoliyat olib borishning garovi sanaladi. ISO xalqaro standarti asosida mahsulot sifatini oshirish korxonalar va tashkilotlar o'rtasidagi raqobat va rivojlanishga yo'l ochib beradi. Bu standartlarni o'rnatishda, asosan, korxonalarda ISO 9000 standarti, ya'ni sifat menejmenti tizimi bo'yicha standartlarini o'rnatish afzalroqdir. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2009-yil 19-iyuldagi №173-sonli "Xalqaro standartlarga muvofiq sifatni boshqarish tizimlarini respublika korxonalariga joriy etishni kengaytirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarorlari shular jumlasidandir. ISO standartlari, shu jumladan, ISO 9001 maslahat xarakteriga ega, ammo ularga rioya qilinmasa, mahsulotlarning bozor raqobatbardoshligi ko'pincha pasayadi, chunki jahon tovar bozorlarida narxdan tashqari raqobat katta ahamiyatga ega. Uning paydo bo'lishining sababi shundaki, jahon iqtisodiyotida turli integratsion jarayonlar sodir bo'lmoqda va buning uchun sifatsiz mahsulotlarning

bozorlarga kirib kelishining oldini olish bilan bog'liq bo'lgan savdodagi ta'rifsiz to'siqlarni bartaraf etish zarur. Yana bir sabab - mahsulot sifatiga talab qo'yadigan iste'molchilarning ko'pligi. Shu sababli, sifat menejmenti tizimi bozorning har bir segmentida mahsulot sifatiga qo'yiladigan barcha talablarni, ularni qondirish uchun real imkoniyatlar bilan muvofiqlashtirishi kerak. Bundan tashqari, yetkazib beruvchilar va iste'molchilar o'rtasidagi munosabatlarda talab qilinadigan sifat darajasidagi mahsulotlarni kelishilgan narxda va o'z vaqtida ishonchli yetkazib berishni ta'minlashning ahamiyati ortadi. Bularning barchasi korxonalarda xalqaro ISO standartlarini joriy etish zaruriyatini keltirib chiqardi.

Xalqaro sifat menejmenti tizimlarining asosiy maqsadi yangi sifat tizimlarini ishlab chiqish va mavjudlarini takomillashtirish maqsadida xalqaro darajada barcha uchun yagona metodologik asos yaratishdir.

Xalqaro tajriba shuni ko'rsatadiki, sifat tizimini joriy etish korxonaga quyidagilarga imkon beradi:

- faoliyatingizni sezilarli darajada yaxshilash va optimallashtirish va samaradorlikni oshirish;
- o'z faoliyatining maqsadiga e'tiborni kuchaytirish va iste'molchilarning talablarini qondirish;
- iste'molchilarning talab va ehtiyojlarini qondirish uchun mahsulot va xizmatlarning yuqori sifatiga erishish va doimiy ravishda saqlab turish;
- iste'molchilarga tashkilot ular uchun nima qilishi mumkinligi haqida dalillarni taqdim etish;
- yangi imkoniyatlar ochish yoki allaqachon bosib olingan bozor segmentlarini saqlab qolish;
- sertifikatlashtirish jarayoni orqali mijozlar e'tirofiga ega bo'lish.

Shuni tushunish kerakki, sifat tizimi faqat yuqorida aytilgan umidlarni amalga oshirishga yordam beradi va tashkilot oldiga qo'yilgan maqsadlarga erishish yo'llaridan faqat biri hisoblanadi, ammo sifat tizimining o'zi ish jarayonlari yoki mahsulot sifatini yaxshilashga qodir emas. Sifat bu tashkilotning barcha muammolarini hal qila olmaydi.

Qo'llanilgan metodlar. ISO 9000 xalqaro standartlar seriyasi tashkilotlarning sakkiz tamoyilga asoslangan sifat menejmenti tizimlarini qurishini taklif qiladi:

Mijozlarga e'tibor qaratish. "Mijoz har doim haq" shiori shunchaki rasmiyatchilik bo'lib qolgan davrlar o'tib ketdi. Endi yangi narsa ishlab chiqarishdan oldin potensial iste'molchi oldiga borib, u aynan nimani sotib olishni xohlashini aniqlashimiz kerak, ya'ni hozir ishlab chiqarishning asosiy e'tibori marketing tadqiqotlari va ishlab chiqarishimizni yo'lga qo'yadigan bozor tahliliga qaratilgan.

Yetakchilik. Menejer-rahbar barqaror muvaffaqiyatning zaruriy shartidir, ammo har qanday muhim vazifalarni hal qilishda tashkilotning barcha darajalarida yetakchilik funksiyalari zarur. Rahbarsiz moslashuvchan, dinamik, samarali tashkiliy tuzilmani qurish yoki tashkilotning missiyasi va qarashlarini yaratish mumkin emas. Bunday holda, yetakchining tashkilot madaniyati bilan o'zaro munosabatiga alohida e'tibor qaratish lozim, uning rolini ortiqcha baholash qiyin. Tashkilot madaniyatiga o'z vaqtida tuzatishlar kiritish kerak va bu juda va juda qiyin.

Xodimlarni jalb qilish. Bu erda asosiy narsa ishonchga asoslangan vakolatlarni topshirishdir. Butun jamoaning ishtiroki parsipativlik prinsipidan, ya'ni boshqaruv qarorlarini qabul qilishda ishtirok etish imkoniyatidan foydalangan holda kuchaytiriladi. Aytishimiz mumkinki, kadrlar bilan bog'liq yangi vazifa yollanma ishchilarni xodimlarga aylantirishdir. Bu asosiy savollardan biri. Shuningdek, xodimlarni jazolash amaliyotini to'xtatish kerak. Moddiy tomoniga kelsak, xodim o'z mehnati bilan kun kechirishini tushunishi uchun imkon qadar belgilangan maoshlardan voz kechish kerak.

Boshqaruvga tizimli jarayon yondashuvi. Tashkilotni o'zaro ta'sir qiluvchi dinamik jarayonlarning yaxlit tizimi sifatida ko'rsatish kerak. Shunda deyarli barcha boshqaruv vazifalari qanday o'zgarishini tasavvur qilish oson bo'ladi. Bo'limlar o'rtasidagi to'siqlarni yo'q qilib, boshqaruvga jamoaviy yondashuv ta'minlanadi. Bundan tashqari, tizimli yondashuv tashkilotning barcha jihatlarini muvofiqlashtirishni talab qiladi. Jarayonli yondashuvning odatiy namunasi biznes jarayonlari qiziqarli, chunki ular natijalari uchun to'lashga tayyor bo'lgan aniq iste'molchi mavjud bo'lganda mavjud. Xuddi shu biznes jarayonlari iste'molchiga yo'naltirilgan, ya'ni an'anaviy tashkiliy tuzilma loyiha yondashuvi va jamoaviy ish shakli bilan almashtiriladi. Sifat tizimi uchun har qanday biznes-jarayonning har bir elementini o'z iste'molchilari va yetkazib beruvchilari, o'z kirish va natijalariga ega bo'lgan jarayon sifatida ko'rib chiqish juda muhimdir. Bundan tashqari, zanjirdagi har bir bo'g'in muhim emasligini va butun jarayonga qiymat qo'shishini tushunish juda muhimdir. Xarajatlarni optimallashtirish uchun bunday havolalarni izlash istiqbolli va qiziqarli savoldir.

Doimiy takomillashtirish. Doimiy takomillashtirish imkoniyatlarini tizimli izlash yapon tilida "kayzen" deb ataladi. Kayzen - bu tashkilot faoliyatining barcha jabhalarida doimiy takomillashtirishning mashaqqatli, shoshilinch jarayoni. Doimiy takomillashtirish insondan, uning shaxsiy fazilatlarini, bilim, ko'nikma va malakalarini oshirishdan boshlanadi. Navbatdagi vazifa tizimli mashg'ulotlar o'tkazish va iliq

muhit yaratish orqali jamoa ishini yaxshilashdan iborat. Keyingi o'rinda "yashash muhitini", ish joyini yaxshilash, keyin esa - ishni, ishlab chiqarish jarayonlarini yaxshilash, tashqi muhitga global maqsad bilan ta'sir o'tkazishga urinishlar.

Faktlarga asoslangan qarorlar qabul qilish. Cheklangan miqdordagi ko'rsatkichlarga (moliyaviy-iqtisodiy, mijozlar ehtiyojini qondirish ko'rsatkichlari, ichki biznes jarayonlarining xususiyatlari, kadrlar tayyorlash va o'sish imkoniyatlari ko'rsatkichlari) ega bo'lgan holda, ularning dastlabki talab qilinadigan sifatini ta'minlagan holda o'lchash jarayonlarini amalga oshirish mumkin. Keyinchalik, siz ma'lumotlarni to'plashingiz mumkin. O'lchov ma'lumotlarini qayta ishlash "sifatni statistik nazorat qilishning yettita oddiy vositasi" yordamida amalga oshiriladi, ammo yaqinda olti Sigma usuli tobora ko'proq qo'llanila boshlandi. Faktlarga asoslangan qarorlar qabul qilish - bu jarayonning o'zgaruvchanligiga asoslangan "statistik fikrlash" kontsepsiyasidan foydalangan holda ishonchli va ishonchli faktlarni noto'g'ri, shubhali faktlardan ajratishni anglatadi.

Yetkazib beruvchilar bilan o'zaro manfaatli munosabatlarni o'rnatish. Ushbu yangi dunyoda arzonroq sotib olish foydasiz bo'lib qoldi, chunki amalda u "qimmatroq" bo'lib chiqdi. Narxlarni pasaytirish uchun yetkazib beruvchilar o'rtasida raqobatni rivojlantirishning hojati yo'q, doimiy yetkazib beruvchiga ega bo'lish ancha foydali bo'ladi, keyin qiymat zanjirlarini boshqarish mumkin bo'ladi. Biz "birga buni qilamiz, birga g'alaba qozonamiz" munosabatlarini yaratishimiz kerak.

Ixtisoslashgan kompaniyalar korxonalarida sifat tizimini yaratishda sifat sohasidagi faoliyatning to'rt turini ajratib ko'rsatadilar: sifatni rejalashtirish, sifatni ta'minlash, sifatni boshqarish, sifatni yaxshilash.

Sifatni rejalashtirish quyidagilarni o'z ichiga oladi: mahsulot sifatiga qo'yiladigan aniq talablar, sifatni yaxshilash bo'yicha qoidalarni ishlab chiqish, kerakli sifat darajasiga erishish uchun xarajatlarni rejalashtirish, sifat tizimini tekshirish va boshqalar.

Sifatni boshqarish tartib-qoidalariga quyidagilar kiradi: sifat nazorati, shuningdek, tuzatish choralari amalga oshirish. Sifat menejmentining asosiy vazifasi tizimda belgilangan sifat talablaridan nomuvofiqliklarni yoki chetlanishlarni aniqlashdan iborat.

Sifatni ta'minlash mahsulot sifatiga qo'yiladigan talablarni yaratish va amalga oshirish faoliyatidan va iste'molchilarning sifat tizimlarining barcha elementlari nazorat qilinadigan sharoitlarda amalga oshirilishiga ishonchini ta'minlashga qaratilgan faoliyatdan iborat.

Xalqaro sifat menejmenti tizimlarining samaradorligi olingan ma'lumotlarga va uning yetarliligiga bog'liq. Shuning uchun sifat tizimi doimiy ravishda nazorat qilinadi va auditlar tashkil etiladi. Asosiy vazifa - tizimning barcha elementlarining og'ish sabablari va faktlarini aniqlash, tizimni bartaraf etish va yanada takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar va takliflarni ishlab chiqish. Tekshiruv oldindan ishlab chiqilgan rejalarga muvofiq amalga oshiriladi. Tekshirish tartibi barcha ishlarning tizim hujjatlarida belgilangan talablarga muvofiqlik darajasini belgilashdan iborat.

Shunday qilib, ISO 9000 seriyali standartlari ideal boshqaruv modelini joriy etish orqali kompaniyalarga sifat nazorati tizimini boshqarishga yordam berish maqsadida ishlab chiqilgan, degan xulosaga kelish mumkin. ISO 9000 dan foydalanish korxonada samarali sifat menejmenti tizimini yaratish jarayonini sezilarli darajada soddalashtiradi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Korxonada va tashkilotlarda ISO standartlarini joriy qilish respublikamizda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning dunyo bozoriga olib chiqishimizga yordam berardi, degan fikrdamiz. Chunki bu xalqaro va mintaqaviy standartlar ishlab chiqarish korxonalarimizda joriy qilinsa ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va iste'molchilarga sifatli, ekologik toza mahsulotlar yetkazib berish yaxshilanadi. O'ttgan yillar mobaynida xalqaro standartlarni joriy qilish respublikamiz sanoat va qishloq xo'jaligi sohasida joriy qilish tez sur'atlarda ortib bormoqda. Yurtimizda hozirgi vaqtgacha xalqaro hamkorlik sohasida ko'zga ko'rinarli ishlar olib borilmoqda.

Misol qilib oladigan bo'lsak, birgina 2020- yilda menejment tizimlarini joriy etish sohasida 244 ta korxonada 274 ta sifat menejmenti tizimlari bo'yicha muvofiqlik sertifikatlari rasmiylashtirilgan. Shundan ISO 9001 sifat menejment tizimi bo'yicha 185 ta korxonada, ISO 14001 ekologik menejmenti tizimi bo'yicha 13 ta korxonada, ISO 22000 oziq- ovqat xavfsizligi menejmenti tizimi bo'yicha 31 ta korxonada, ISO 50001 energetik menejmenti tizimi bo'yicha 26 ta korxonada menejment tizimlari bo'yicha sertifikatlashtirish ishlari olib borilgan.

Iqtisodiyot tarmoqlari sohasida sertifikatlashtirilgan korxonalarining asosiy qismi 41 ta oziq-ovqat korxonalarini, yengil sanoatda 26 ta korxonada, qurilish sanoatida 28 ta korxonada va 12 farmasevtika mahsulotlari ishlab chiqarish korxonalariga to'g'ri keladi. Global G.A.P. standarti bo'yicha 226 ta meva va sabzavot mahsulotlari yetishtiruvchi xo'jaliklari sertifikatlashtirilgan. Shu standart asosida 3419 ga yer

maydoniga 28 xil meva-sabzavot, poliz va dukkakli mahsulotlar yetishtiruvchi xo'jaliklar xorijiy davlatlarga eksportni amalga oshirishiga imkon yaratdi. Organik satandarti asosida respublikamiz hududida 3 ta ya'ni:

Buxoro viloyatida 12 ga yer maydonida paxta yetishtiruvchi korxonalar;

Namangan viloyatida 528 ga yer maydonida kovul yetishtiruvchi korxonalar;

Farg'ona viloyatida 222 ga yer maydonida dorivor o'simliklar yetishtiruvchi qishloq xo'jalik korxonalarini sertifikatlashtirildi.

ISO xalqaro standartini joriy etib sertifikatini olish uchun yurtimiz ishlab chiqarish korxonalarini o'zlarida quyidagi tayyorgarlik ishlarini olib borishlari kerak:

Korxonalar mijozlarning talabini va estetik didlarini hisobga olish va ular bilan hamkorlikni yo'lga qo'yish;

Korxonalar pirovard natija ko'rsatishi uchun xodimlarni faoliyatiga qarab rag'batlantirish;

Yetkazib beruvchilar bilan har doim o'zaro manfaatli munosabatlarni saqlab qolish kabi ishlarini olib borishlari kerak. Bu tayyorgarliklardan keyin ISO sertifikatini olish uchun harakat qilishlari kerak va ayrim kerakli bo'lgan hujjatlarni taqdim etishlari tavsiya qilinadi:

Belgilangan shaklga muvofiq tayyorlanishi kerak bo'lgan ariza;

Ariza beruvchi kompaniyaning ustav hujjatlari va zarur rekvizitlari;

Ishtirok etgan kompaniya bo'linmalarining sxematik ko'rinishi, ishlab chiqarish jarayoni, ularning funksional vazifalariga oid ma'lumotlar bilan to'ldirilgan;

Mahsulot sifati uchun mas'ul shaxsni ko'rsatgan holda xodimlarning malakasi bo'yicha kompaniyaning tarkibi;

Jamiyatning ayrim faoliyat turlarini amalga oshirish huquqini tasdiqlovchi litsenziyalar (nusxalar);

Xulosa. ISO xalqaro standartlarini joriy etish bilan korxonalar pirovard natijaga erishadi. Va bu standartlar asosida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifati yaxshilanadi. Korxonalarimiz o'zlarida ishlab chiqarilgan mahsulotlar bilan nafaqat bozorlarga, balkim jahon bozoriga ham chiqarishlari uchun keng yo'l ochib beradi, desak mubolag'a bo'lmaydi. Xalqaro standartlarni joriy etish biz uchun inson iste'moli uchun sifatli, arzon, qulay va estetik didlarga mos mahsulotlar ishlab chiqarishimiz mumkin bu esa iste'molchilarning huquqlarini himoya qilgan bo'lamiz. Shuningdek, korxonalarimizda ishlab chiqarish siklining davomli, samarali, ortiqcha xarajatlarsiz, yarimtayyor mahsulotlardan unumli foydalashga imkon beradi. Bu esa davlatimiz iqtisodiga va aholining ham ijtimoiy hayotini yaxshilashga imkon beradi. Xalqaro standartlarni joriy etishni har bir ishlab chiqarish korxonalar va xizmat ko'rsatish tashkilotlariga tavsiya etib qo'lamiz.

Bu maqoladan korxonalar va xizmat ko'rsatish tashkilotlari o'zlariga ISO xalqaro standartlarini joriy etish bo'yicha tavsiyalarga ega bo'lishadi.

ADABIYOTLAR:

1. Аристов О. В. Управление качеством: учебник / О. В. Аристов. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 238 с.: ил.

2. Ахмедов Б.М., Абасов А.А. Система менеджмента качества - основа конкурентоспособности. Изд. «Асп-Матбуот». 2004. 96с.

3. Ахмедов Б.М., Исмагуллаев П.Р., Туробжонов С.М., Юсупов Э.Д., Тураев Ш.А. Основы системы менеджмента качества. Изд-во ИПТД «Узбекистан», - Ташкент, 2009. -208 С.

4. Басовский, Л. Е. Управление качеством: учебник Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 211 с.

5. Елиферов, В. Г. Управление качеством: сказки, мифы и проза жизни: стандарты ИСО 9000 и система менеджмента / В. Елиферов. - СПб.; М.: Вершина, 2006. - 295 с.: ил.

6. Ю. Ismatullayev P.R., Maksudov A.N., Abdullayev A.X., Axmedov B.M., A'zamov A.A. Metrologiya standartlashtirish va sertifikatlashtirish. «O'zbekistan» Toshkent-2001y.

7. Круглов, М.Г. Менеджмент качества как он есть / М.Г.Круглов, Г.М. Шишков. - М.: Эксмо, 2007. - 544 с;

8. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, метрологии и сертификации. Учебник для студентов вузов. -М.: Издательство стандартов, -1998. - 497 с.

9. " Sifat menejmenti tizimi va uni sertifikatlashtirish" Ismatullayev P.R., Axmedov B.M., Matyakubova P.M., Xamroqulov G'X., Turayev Sh.A.

10. O'zbekiston Respublikasining "Metrologiya to'g'risida" gi qonun

DON XAVFSIZLIGI BO'YICHA UMUMIY TEXNIK REGLAMENTNI TAHLIL QILISH

Barakayev Nusratilla Rajabovich,
Renessans ta'lim universiteti professori
BarakayevNR@gmail.com

Uzoqov Yusuf Ahrol o'g'li; assistent
Toshkent kimyo texnologiya instituti shahrisabz filiali
yusufuzoqov121293@gmail.com

Nurulloyev Abdumalik Akbar o'g'li; talaba
Toshkent kimyo texnologiya instituti shahrisabz filiali
Abdumalik1620@gmail.com

Mashrabov Mirjalol Ixvoliddin o'g'li; talaba
Toshkent kimyo texnologiya instituti shahrisabz filiali
Mirjalol2023@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada mavzuning dolzarbligi, o'rganilganlik darajasi asosida, O'zbekiston Respublikasining "texnik jihatdan tartibga solish to'g'risida" gi Qonuniga muvofiq don xavfsizligiga yagona talablarni belgilash maqsadida tuzilgan Vazirlar Mahkamasining qarori keltirildi. Dunyodagi oziq-ovqat xavfsizligi muammolari o'rganildi.

Mamlakatimizdagi don xavfsizligi to'g'risidagi asosiy reglamentlar o'rganib chiqildi. Don mahsulotlaridagi toksinlar, nitritlar, pestitsidlar hamda toksik elementlarning ruxsat etilgan me'yorlari tadqiq qilindi.

Kalit so'zlar: bug'doy, *Triticum aestivum*, mishyak, kadmiy, aflatoksin B1, ochratoksin A, T-2 toksini, geksaklorbenzol.

АНАЛИЗ ОБЩЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕРНА

Аннотация. В данной статье, исходя из актуальности темы, степени изученности, было рассмотрено постановление Кабинета министров, созданного в целях установления единых требований к безопасности зерна в соответствии с Законом Республики Узбекистан "О техническом регулировании".

Изучены зерновые культуры, возделываемые в нашей республике. Были изучены основные положения о безопасности зерна в нашей стране. Были исследованы допустимые нормы токсинов, нитритов, нитратов, пестицидов и токсичных элементов в зерновых продуктах.

Ключевые слова: Пшеница, *Triticum Aestivum*, мышьяк, кадмий, aflatokсин B1, ochratokсин A, токсин T-2, гекасахлорбензол.

ANALYSIS OF THE GENERAL TECHNICAL REGULATIONS ON GRAIN SAFETY

Abstract. In this article, on the basis of the relevance of the topic, the level of study, the resolution of the Cabinet of Ministers was studied, which was established in order to establish unified requirements for grain safety in accordance with the law of the Republic of Uzbekistan "on the basis of technical regulation".

Food safety problems around the world have been studied.

The main regulations on the mountain of grain safety in our country have been studied. The permissible norms of toxins, nitrites, nitrates, pesticides and toxic elements in cereals were researched.

Key words: wheat, *Triticum aestivum*, arsenic, cadmium, aflatoxin B1, ochratoxin A, T-2 toxin, hexachlorobenzene.

Kirish. Dunyodagi yetakchi mamlakatlarda bug'doy donini monitoring qilish bo'yicha tadqiqotlar uning sifati va oziq-ovqat xavfsizligi darajasining pasayishining barqaror ko'rsatkichlaridan dalolat beradi. Qishloq xo'jaligi yerlariga yuqori texnogen yukning zamonaviy sharoitida deyarli barcha mintaqalarda hududning murakkab radiatsion-texnogen ifloslanishi kuzatilmoqda, bu tabiiy ravishda oziq-ovqat xom ashyosi va natijada uni qayta ishlash mahsulotlarining xavfsizligi darajasini pasaytiradi.

Donning toksikligining sababi, shuningdek, mog'or ishlab chiqaruvchilari – aflatoksinlar va

mikotoksinlar bo'lib, ular un va un mahsulotlariga tarqaladi va inson kasalligi uchun oziq-ovqat septik tomoq og'rig'iga sabab bo'ladi [2,34-35-betlar; 4, 40-41-betlar; 6, 16-19-betlar].

Oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash O'zbekiston mustaqilligini hamda mamlakatda ijtimoiy-iqtisodiy va siyosiy barqarorlikni ta'minlashning garovi hisoblanadi. Sir emas, bugun yer yuzida iqlim o'zgarishi bois yuz berayotgan tabiiy ofatlar, yerni sug'orish uchun suv tanqisligi, qurg'oqchilik kabi holatlar oziq-ovqat mahsulotlari yetishtirishni qiyinlashtiryapti. Oqibatda dunyo oziq-ovqat bozorlarida narx-navo ko'tarilishi kuzatilayotir. Albatta, bu holat bizga ham o'zining salbiy ta'siri ko'rsatmoqda.

Eng so'nggi tadqiqotlar sayyora aholisining 30 foizidan ziyodi to'yib ovqatlanmaslik oqibatida asosiy mikroelement va vitaminlar yetishmasligi muammosidan aziyat chekayotganligini, 52 mamlakatda ochlikning "jiddiy", "xavotirli" va "favqulodda jiddiy" darajalari qayd etilganligini ko'rsatmoqda.

Buning oqibatida dunyodagi 160 milliondan ortiq bolada bo'y o'sishi, jismoniy va intellektual rivojlanish bilan bog'liq jiddiy kamchiliklar kuzatilmoqda. Keyingi uch yilda bu ko'rsatkich salbiy tomonga o'zgarayotgani achinarlidir. Shu o'rinda ochlikdan aziyat chekayotgan aholining aksariyati, ya'ni 520 milliondan ortig'i osiyoliklar ekanini aytish joiz. Odamlar tez ko'payib borayotgani, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish imkoniyati cheklanayotgani sababli ko'plab mamlakatlarda aholini sifatli oziq-ovqat bilan ta'minlash asosiy muammoga aylanayotgani ham haqiqat.

O'zbekistonda so'nggi yillarda bu borada katta ishlar qilindi va qator yutuqlar qo'lga kiritildi, jumladan, qishloq xo'jaligi mahsulotlarining ishlab chiqarish hajmi ikki barobar ortdi. Muhimi, yurtimizda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash jamiyat ijtimoiy-iqtisodiy holatini barqaror rivojlantirish, fuqarolarning sog'lig'i va hayotini yaxshilash, mamlakat mustaqilligini barqaror saqlashning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylandi.

Bu yo'nalishda yurtimizda aholini sifatli oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash, qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtiruvchilarini har tomonlama qo'llab-quvvatlash bo'yicha strategik jihatdan maqsadli va izchil chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda.

Vazirlar Mahkamasining "Don xavfsizligi to'g'risida"gi umumiy texnik reglamentni tasdiqlash to'g'risida"gi qarori loyihasi e'lon qilindi.

Reglament loyihasi O'zbekiston hududida muomalaga chiqariladigan, oziq-ovqat va ozuqa-yem maqsadlari uchun foydalaniladigan donga taalluqli bo'lib, urug'lik maqsadlari uchun mo'ljallangan donga taalluqli emas.

Reglamentni ishlab chiqishdan maqsad - inson hayoti va sog'ligi, jismoniy va yuridik shaxslar mol-mulki, davlat mol-mulkini himoyalash, atrof-muhit, jonivorlar va o'simliklar hayoti yoki sog'ligini muhofaza qilish, shuningdek, don xavfsizligiga nisbatan chalg'ituvchi harakatlar oldini olish maqsadida, don va u bilan bog'liq jarayonlarga qo'yiladigan, qo'llash va bajarish uchun yagona, majburiy xavfsizlik talablarini o'rnatishdan iborat.

Qayd etilishicha, reglamentda don ishlab chiqarishga qo'yilgan talablarga nisbatan qo'llaniladigan o'g'itlar va pestitsidlarga taalluqli bo'lishi mumkin bo'lgan xavflar hisobga olingan. Reglament talablariga javob bermaydigan don uchun uni utilizatsiya qilish jarayoniga qo'yiladigan talablar o'rnatildi.

Umumiy texnik reglament loyihasi qabul qilinishidan kutilayotgan natijalar quyidagicha:

oziq-ovqat va ozuqa-yem maqsadlariga mo'ljallangan donni u bilan bog'liq ishlab chiqarish, saqlash, tashish, muomalaga chiqarish va utilizatsiya qilish jarayonlari xavflilik darajasining kamayishi;

don yaxshi saqlanishini ta'minlash va keyinchalik undan oqilona foydalanishga ma'lum darajada ijobiy ta'sir ko'rsatish;

donni saqlash va qayta ishlashda uning ishonchliligi va barqarorligini ta'minlash maqsadida, xavfsizlik darajasini oshirish uchun yangi zamonaviy texnologiyalar va don xavfsizligini baholash usullari joriy etilishini tezlashtirish;

donni qadoqlash va tamg'alashga muayyan talablarni o'rnatish hisobiga iste'molchilarni chalg'ituvchi harakatlar oldini olish;

50 dan ortiq standartlashtirish bo'yicha me'yoriy hujjatni qo'llashda ixtiyoriylikka o'tkazish hisobiga, texnik jihatdan tartibga solish sohasiga oid amaldagi me'yoriy hujjatlar sonini qisqartirish

Tadqiqot usullari: Xavfsizlik talablari belgilanadigan texnik tartibga solish obyektlari

1. Donli ekinlar:

Yumshoq bug'doy (*Triticum aestivum*);

Qattiq bug'doy (*Triticum durum*)

Javdar (*Secale cereale*)

Arpa (*Hordeum vulgare*)

Yulaf (*Avena sativa*)

Makkajo'xori (*Zea mays*)
 Tariq (*Panicum miliaceum*)
 Guruch (*Oryza sativa*)
 Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*)
 Jo'xori (*Sorghum bicolor*)
 Triticale (*Triticosecale*)
 2. *Dukkakli ekinlar:*
 No'xat (*Pisum sativum*)
 Yasmiq (*Lens culinaris*)
 Chin (*Lathyrus sativus*)
 Nohut (*Cicer arietinum*)
 Fasol (*Phaseolus vulgaris*)
 Mash (*Phaseolus radiatus*)
 Lupin (*Lupinus luteus*)
 Em-xashak loviya (*Vicia faba*)
 Vika (*Vicia sativa*)
 3. *Yog' ekinlari:*
 Kungaboqar (*Helianthus annuus*)
 Soya (*Glycine max*)
 Aspir (*Carthamus tinctorius*)
 Kolza (*Brassica napus*)
 G'o'za (*Gossypium spp.*)
 Zig'ir (*Linum usitatissimum*)
 Yong'oq (*Arachis hypogaea*)
 Susan (*Sesamum indicum*)
 Xantal (*Brassica juncea*)
Tadqiqot muhokamasi.

Oziq-ovqat maqsadlari uchun mo'ljallangan don tarkibidagi toksik elementlarning ruxsat etilgan maksimal darajasi

Mahsulot nomi	Ko'rsatkichlar	Ruxsat etilgan darajalar, mg / kg, ortiq emas
Donli ekinlar		
Bug'doy, javdar, tritikale, jo'xori, arpa, tariq, grechka, guruch, makkajo'xori, jo'xori	qo'rg'oshin	0,5
	mishyak	0,2
	kadmiy	0,1
	simob	0,03
Dukkakli ekinlar		
No'xat, loviya, nohut, yasmiq, loviya, mash, chin	qo'rg'oshin	0,5
	mishyak	0,3
	kadmiy	0,1
	simob	0,02
Moyli ekinlar		
Kungaboqar, soya, paxta, zig'ir, kolza, aspir, xantal, kunjut, yeryong'oq	qo'rg'oshin	1,0
	mishyak	0,3
	kadmiy	0,1
	simob	0,05

Oziq-ovqat maqsadlari uchun mo'ljallangan don tarkibidagi mikotoksinlar va Benz(a)Pirenning ruxsat etilgan maksimal darajasi

EXACT AND NATURAL SCIENCES

Mahsulot nomi	Ko'rsatkichlar	Ruxsat etilgan darajalar, mg / kg, ortiq emas	Eslatma
Donli ekinlar			
Bug'doy, javdar, tritikale, jo'xori, arpa, tariq, grechka, guruch, makkajo'xori, jo'xori	aflatoksin B1	0,005	
	deoksinivalenol	0,7	Bug'doy
		1,0	Arpa
	T-2 toksini	0,1	
	zearalenon	1,0	Bug'doy, arpa, makkajo'xori
	ochratoksin A	0,005	Bug'doy, arpa, javdar, jo'xori, guruch
	fumonizin	4,0	Makkajo'xori (xom)
	Benz (a) piren	0,001	
Dukkakli ekinlar			
No'xat, loviya, nohut, yasmiq, loviya, mash, chin	aflatoksin B1	0,005	
Moyli ekinlar			
Kungaboqar, soya, paxta, zig'ir, kolza, aspir, xantal, kunjut, yeryong'oq	aflatoksin B1	0,005	

Oziq-ovqat maqsadlari uchun mo'ljallangan don tarkibidagi pestitsidlarning qoldiq miqdorining ruxsat etilgan maksimal darajasi

Mahsulot nomi	Ko'rsatkichlar	Ruxsat etilgan darajalar, mg / kg, ortiq emas	Eslatma
Donli ekinlar			
Bug'doy, javdar, tritikale, jo'xori, arpa, tariq, grechka, guruch, makkajo'xori, jo'xori	Geksaxlorotsikloheksan	0,5	Makkajo'xori
	(α -, β -, γ — izomerlar)	0,2	
	DDT va uning metabolitlari	0,01	Bug'doy
	Geksaxlorbenzol	Ruxsat berilmaydi	
	Organokarbonli pestitsidlar	Ruxsat berilmaydi	
Dukkakli ekinlar			
No'xat, loviya, nohut, yasmiq, loviya, mash, chin	Geksaxlorotsikloheksan	0,5	
	(α -, β -, γ — izomerlar)	0,05	
	DDT va uning metabolitlari	Не допускаются	
	Organokarbonli pestitsidlar	Не допускаются	
Moyli ekinlar			
Kungaboqar, soya, paxta, zig'ir, kolza, aspir, xantal, kunjut, yeryong'oq	Geksaxlorotsikloheksan	0,2	Soya, paxta Zig'ir, xantal, kolza, aspir, kunjut Kungaboqar, yerfistigi
		0,4	
		0,5	
	(α -, β -, γ — izomerlar)	0,05	
		0,1	
	0,15		

Xulosa. Aholi sonining ortishi oziq-ovqat muammolarini ham keltirib chiqaradi bu muammolar esa o'z-o'zidan oziq-ovqat xavfsizligi muammolarining kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Oziq-ovqat xavfsizligi muammosi, eng avvalo, bu oziq-ovqatning yetishmovchiligi hamda aholiga uzluksiz tarzda oziq-ovqat

yetkazib bera olmaslikdir. Keyingi o'rinlarda esa sifatli oziq-ovqat nuqtayi nazardan xavfsiz bo'lgan mahsulot bila ta'minlash turadi. Bu o'rinda ko'rinib turibdiki, qat'iy tartibda belgilangan me'yoriy hujjatlar muhim ahamiyat kasb etadi. Ishlab chiqaruvchilar orasidagi oziq-ovqat xavfsizligi mezonlari belgilab berilgan.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining Don xavfsizligi bo'yicha umumiy texnik reglamentni tasdiqlash to'g'risidagi 2016-yil 3-mart 99-sonli Qarorida don mahsulotlari uchun xavfsizlik ko'rsatkichlari belgilab o'tilgan. Ushbu qarordan ko'rinib turibdiki, mamlakatimizda boshoqli, dukkakli va moyli don mahsulotlari uchun alohida xavfsizlik me'yor va ko'rsatkichlar o'rnatilgan bo'lib ushbu donli mahsulotlarni qabul qilish, qayta ishlash va yetkazib berish bilan shug'ullanuvchilar qat'iy tartibda belgilangan xavfsizlik ko'rsatkich me'yorlariga muvofiq faoliyat yuritishlri lozim.

ADABIYOTLAR:

1. *Акимова О. Агрофон – это важно/О.Акимова //Хлебопродукты.- 2004. - №11.-С. 39.*
2. *Дашевский В. Качество зерна, муки и хлеба – 2002/В. Дашевский//Хлебопродукты. – 2002.- №7.- С. 34-35*
3. *Un, yorma va omixta yem texnologiyasi. prof. P.M.Tursunxo'jaev Toshkent: 2013-yil.-172 bet*
4. *<https://www.uzdon.uz> «O'zdonmahsulot» davlat-aksiyadorlik korporatsiyasi faoliyati.*
5. *Suvankul R. et al. Improving bakery properties in the preparation of wheat flour from local wheat grains // Chemistry and Chemical Engineering. – 2019. – T. 2019. – №. 4. – С. 14.*

БУХОРО ВИЛОЯТИ ТУПРОҚЛАРИНИНГ МЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИ ВА УЛАРНИ ЯХШИЛАШ ЙЎЛЛАРИ

*Артикова Ҳафиза Тўймуродовна,
Бухоро давлат университети
биология фанлари доктори, профессор*

Аннотация. Бугунги кунда ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш, суғориш ишларини ривожлантириш, янги ерларни ўзлаштириш ва бошқа мелиоратив тадбирлар деҳқончиликнинг маданий савиясини белгилаб беради. Қишлоқ хўжалигининг иқтисодий ривожланишига асосий омил бўлади. Республикамизнинг 4304,32 минг гектар суғориладиган ерларнинг асосий қисми (50%га яқин) турли даражада шўрланган тупроқларни ташиқил этиб, бу ҳолат суғориладиган ҳудудларда қишлоқ хўжалиги экинларининг умумий ҳосилдорлигини пасайтиради. Тупроқнинг шўрланиш хусусиятига қараб, маҳаллий шароитни ҳисобга олиб, бажариладиган мелиоратив ишлар режаслаштирилади ва тақсимланади.

Калит сўзлар: мелиорация, тупроқ унумдорлиги, суғориш меъёрлари, шўрланиш, пролювиал, аллювиал, лёссимон қумоқлар, грунт сувлари, минерализация.

МЕЛИОРАЦИЯ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВ БУХАРСКОГО ОАЗИСА

Аннотация. Мелиорация, развитие орошения, освоение земель и другие земли определяет уровень сельского хозяйства и культурно-массовых мероприятий. Будет ключевым фактором в экономическом развитии сельского фермера. 4304.32 тысяч гектаров орошаемых земель республики, большинство (50%) различных уровней засоленных почв, что в данном случае снижает продуктивность сельскохозяйственных культур в орошаемых районах. В зависимости от засоленности почвы, с учетом местных условий, мелиоративные работы планируются и распределяются.

Ключевые слова: мелиорация, плодородие почвы, нормы орошения, засоленность, пролювиальные, аллювиальные, лессовидные суглинки, грунтовые воды, минерализация.

LAND RECLAMATION AND WAYS TO IMPROVE THE SOILS OF THE BUKHARA OASIS

Abstract. Improvement of land reclamation, development of irrigation, development of new lands and other reclamation measures determine the cultural level of farming. The main factor for the economic development of the rural economy. Most of the country's 4304,32 hectares of irrigated land (about 50%) constitutes saline soil of varying degrees that reduces overall crop yields in irrigated lands.

Depending on the salinity of the soil, reclamation activities will be planned and distributed, taking into account local conditions.

Keywords: land reclamation, soil fertility, irrigation norms, salinity, proluvial, alluvial, loess-like loams, groundwater, mineralization.

Кириш. Республикамизнинг умумий ер майдони 44900000 гектар атрофида экин экиладиган ер майдони 4054300 гектар шундан, суғорилиб экиладигани 3370000 гектар. Бу майдон Ўзбекистоннинг “олтин фонди” деб номланган, чунки бу майдон барча ишлаб чиқариладиган қишлоқ хўжалик маҳсулотларини 90-95 % ни беради (1). Шунинг учун суғориладиган ерлардан самарали фойдаланиш, уларнинг унумдорлигини ошириб бориш, ҳар бир гектар ердан қафолатланган юқори сифатли, арзон маҳсулот олиш талаб қилинади.

Шўрланган ёки шўрланишга мойил бўлган тупроқларда етиштириладиган экинларнинг ҳосилдорлиги ва сифати тупроқларнинг ўсимлик илдизи тарқалган қатламидаги тузларнинг миқдорига боғлиқ. Уларни мақбул даражада бошқариш учун мунтазам равишда мелиоратив тадбирлар амалга оширилиши, суғориладиган деҳқончилик тизимининг таркибий қисми ҳисобланади. Мазкур тадбирни амалга ошириш учун кўп миқдорда маблағ, меҳнат, материал-техник ва сув ресурслари сарфланади.

Шунга қарамадан, сўнгги 12-15 йил давомида тупроқларнинг шўрланиш даражаси ва майдони ортиб бормоқда, асосий экинларнинг ҳосилдорлиги камайиб кетмоқда.

Суғориладиган деҳқончилик минтақасида эколог-мелиоратив вазият ёмонлашишининг сабаби мавжуд сув-ер захираларидан экстенсив тартибда фойдаланишнинг оқибатидир. Янги ерларни

Ўзлаштиришга оид лойиҳаларнинг барчасида коллектор-зовур тармоқлари сувларини пастликлар ва дарё ўзанларига ташлаш режалаштирилган эди.

Назарий ва амалий асосланмаган лойиҳаларни кенг миқёсда амалга ошириш натижасида дарё сувлари сифати кескин ёмонлашади, ўзлаштирилган майдонлар атрофида сунъий кўллар, ботқоқликлар вужудга келади, табиий мувозанат бузилади, экологик ҳолат ёмонлашади.

Шўрланишнинг энг салбий томони у тупроқ структурасини бузади, сув-физикавий, физик-кимёвий хоссаларини ёмонлаштиради, тупроқларнинг микробиологик фаоллиги ва бошқа хоссаларига таъсир кўрсатиб, тупроқ деградациясини келтириб чиқаради.

Шўрланган ва иккиламчи шўрланишнинг олдини олиш ва мелиорация муаммоларини муваффақиятли ҳал этишда хайдалма ерларда “Шўрланган тупроқларни харитага тушириш” ишларини амалга ошириш зарур.

Бунинг учун худудларни текшириш, тупроқ қопламани ҳамда тупроқ грунтларини шўрланиш даражасини, шўрланиш типларини синчиклаб ўрганиш талаб қилинади.

Адабиётлар таҳлили. Бухоро воҳаси ва бошқа худуд тупроқларининг морфогенетик тузилиши, географик жиҳатдан тарқалиши ҳамда мелиоратив ҳолати ва агрокимёвий хоссалари бир қатор олимлар илмий тадқиқот ишларида Л.Турсунов, С.Абдуллаев, У.Тожиёв, Л.А.Гафурова, Р.Қурвонтоев [1-7] каби олимларнинг илмий ишларида муаммо моҳияти етарлича ёритилган, лекин ушбу тадқиқотларда Бухоро воҳаси суғориладиган тупроқларини шўрланганлик даражаси, хоссалари ва ҳозирги давр мелиоратив ҳолати етарлича ўрганилмаган, янги илмий-тадқиқот услублари яратилмаган ва улардан тупроқ унумдорлигини бошқаришда фойдаланилмайди.

Тадқиқот методологияси. Бухоро тумани Бухоро вилоятининг шимолий-ғарб ва жанубий қисмида жойлашган бўлиб, шимол томондан Вобкент тумани, Шарқ томондан Когон тумани, жануб ва ғарб томондан Жондор тумани билан чегарадош. Бухоро туманининг жами қишлоқ хўжалик ер турлари ер майдони жами **394561,0** гектарни, шундан тупроқлари текширилган суғориладиган қишлоқ хўжалик ерлари эса **22861** гектарни ташкил этади (5). Бу ерларда пахта, ғалла, боғдорчилик ва бошқа қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштириш учун барча имкониятлар етарли. Бухоро туманида бугунги кунда 16 та қишлоқ хўжалик массивлари бўлиб, бу массивларда фермер хўжаликлари ва бошқа ердан фойдаланувчилар фаолият кўрсатади.

Бухоро вилоятининг Бухоро тумани ерлари тупроқларининг литологик-геоморфологик, гидрогеологик ва тупроқ иқлим шароитларида қишлоқ хўжалигида фойдаланилаётган ерларнинг мелиоратив ҳолатини белгиловчи бир қатор омиллар билан тупроқ профилидаги сувда осон эрувчи тузларнинг ялпи миқдори ва уларнинг умумий захиралари аниқланди ва туз захираларининг миқдорий кўрсаткичлари бўйича баҳоланди ва шўрланиш картограммаси ишлаб чиқилди. Хариталаштириш материаллари асосида шўрланишнинг экин майдонлари маҳсулдорлиги ва унумдорлиги ҳамда қишлоқ хўжалик экинлари ҳосилдорлигига кўрсатадиган салбий таъсири аниқланиб, асосий экинларни жойлаштириш тадбирлари режалаштирилади, тупроқларнинг шўрини ювиш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқиш имконини беради. Харитограммада тупроқнинг устки 0-2 метрлик, айниқса, илдиэ тарқаладиган қатламидаги (0-1м) туз захираларини ҳисобга олиш, улардан қишлоқ хўжалигида фойдаланиш даражасини аниқлаш, мелиоратив вазифаларини (шўр ювиш) ҳал қилиш ҳамда муайян майдонларда тубдан мелиорациялаш масаласи ечимини топиш имконини беради.

Бухоро, Жондор туманларидан олинган тупроқ намуналарини лаборатория шароитида кимёвий анализ қилиниб, тузларнинг миқдори аниқланди ва улардаги сувли сўримнинг I ва II методи (Лебедев) бўйича шўрланиш типи ва даражаси аниқланди.

Дала изланиш ва лаборатория таҳлиллари натижасида тузларнинг миқдорий кўрсаткичлари, шўрланганлик даражаси ва шўрланиш типлари туманнинг турли майдонларида турлича эканлиги аниқланди.

Шўрланган тупроқларни қайд қилиш, ҳисобга олиш ва харитограмма тузишнинг биринчи манбалари бўлиб, сувли сўрим анализларига асосланган хариталаштириш материаллари ҳамда тупроқ шўрланиши даражасини аниқлашнинг бошқа замонавий тезкор усуллари (электро кондуктометрик усул) маълумотлари хизмат қилади.

Тупроқларда озика моддаларнинг етарли бўлиши тупроқ унумдорлигини белгилайди ва ўсимликлардан олинадиган ҳосилдорликни юқори бўлишини таъминлайди. Тупроқ унумдорлигини аниқлаш, сақлаш ва ошириш бўйича кўпгина олимлар илмий тадқиқот ишлари олиб олиб боришган ва ишлаб чиқаришга тавсиялар беришганлигига қарамасдан [1.1975.-34 с., 2. 2019.-62 б., 3. 2016.- С.109-110. 4. 2004.-120 б., 5.2019. С. 91-95. 6. 2019.-44 б. 7. 2016.- pp.268-269] тупроқ таркибидаги озика моддаларни ўрганиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

Таҳлил ва натижалар. Шўр ювишда тупроқларнинг шўрланиш даражаси, механик таркиби, сув ўтказувчанлиги (сув-физикавий хоссалари) ҳамда илдиз тарқаладиган қатламдаги (0-1м) тузлар миқдори ва захиралари ҳисобга олинishi зарур. Шўр ювиш учун сув меъёрлари механик таркибига қараб турлича сарфланади. Тупроқ грунтлари механик таркибига кўра энгил қатламли тупроқларда ўртача 3000-3500 м³/га, ўртача шўрланган ерларда 2-3 марта сув бостириш орқали 3500-5000 м³/га, кучли шўрланган ерларда 3 марта сув бостириш орқали 4000-5000 м³/га ва жуда кучли шўрланган турли механик таркибдаги тупроқларда марзалар (чеклар)га 3-4 марта сув бостириш орқали 5000-6500 м³/га ҳамда кучли ва жуда кучли шўрланган оғир механик таркибли тупроқларда 3-4 марта сув бостириш орқали 6000-7500 м³/га меъёрларида шўри ювилади. Шўр ювишдан кейинги тупроқдаги тузлар муқдори хлор-иони 0,01 % гача ва қуруқ қолдиқ миқдорини эса 0,4-0,6 % гача камайтириш талаб этилади. Шўр ювиш меъёрларини белгилашда ЎзПТИ (ҳозирги ПСУЕМТИ) (пахта селекцияси уруғчилиги ва етиштириш агротехнологияси илмий тадқиқот институти) нинг тавсияларидан (1-жадвал) ва мавжуд маълумотлардан (шўрланиш картограммалари асосида А.Е.Нерозин формуласи бўйича) фойдаланилади (2).

Суғориладиган шўр ерларда жорий шўр ювиш меъёри ва муддатлари

1-жадвал.

Тупроқнинг механик таркиби ва тузилиши	0-100 см қатламдаги хлор миқдори, %	Умумий шўр ювиш меъёри, м ³ /га	Шўр ювиш сони	Шўр ювиш муддати (ойлар)
Бухоро вилояти мисолида				
Тупроқ грунтлар механик таркибига кўра энгил қатламли	0,01-0,04	2000-2500	1	III
	0,04-0,10	2500-4000	2	III
Тупроқ грунтлар ўрта қумоқли, қатламли механик таркибига кўра ҳар хил	0,01-0,04	3000-3500	1	XII-II
	0,04-0,10	3500-5000	2	XII-II
Тупроқ грунтлар лойли ва оғир қумоқли, бир хил жинсли ва қатламли	0,01-0,04	4000-5000	2	X-I
	0,04-0,10	5000-6500	3	X-I

Бухоро туманининг гидрогеологик шароитлари ўта мураккаб бўлиб, ер ости сувларининг асосий манбалари, суғориш тармоқлари ва суғориладиган далалардан шимилиб кетаётган сувлар, шунингдек, Зарафшон дарёсидан оқиб тушаётган ер ости сувлари ҳисобланади ва улар сизот сувлари балансида асосий ўринни эгаллайди.

Сизот сувлари 1-2 м дан 2-3 м чуқурликда аниқланган. Пастқамликларда грунт сувлари 1-2 м дан, ҳатто 0,5-1 м чуқурликдан аниқланган, бу ерларда ўтлоқи ва ботқоқ-ўтлоқи тупроқлар шаклланган.

Табиий ва сунъий зовурлашган туман шароитида кўп йиллар давомида юқори меъёрларда суғориш натижасида катта миқдорда шимилиб кетаётган сувлар ер ости сизот сувлари билан қўшилишиб, уларнинг ер юзасига кескин кўтарилишига имкон яратмоқда, бу жараён ўз навбатида тупроқларда жадал туз тўпланишига, суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатининг ёмонлашувига олиб келмоқда. Сизот сувлар ҳолати мавсумий характерга эга бўлиб, вегетация даври тугагач бу ерлар учун хос бўлган чуқурлик 2-3 метргача пасайса, вегетация даврида 0,5-1,5 метргача кўтарилади, мавсумий тебраниш амплитудаси 1,0-1,5 метрни ташкил этади. Туман худудининг асосий қисмида, уларнинг қайси геоморфологик районларга мансублигидан қатъий назар мақбул чуқурликдан анча юқори жойлашганлиги, ўз навбатида, тупроқ ҳосил бўлиш ва тупроқ шўрланиш жараёнларида фаол иштирок этади.

Шўрланиш химизмига кўра, сизот сувлари, асосан, хлорид, сульфат-хлорид, хлорид-сульфатли ва сульфатли шўрланиш типларидан иборат. Туман худудида, асосан, суғориш тизимининг асосий манбаи Аму - Бухоро канали сув таъминотини ташкил этади. Шунинг учун суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолати, кўпинча суғориш сувларининг шўрланганлик даражаси ва сифат таркибларига ва уларнинг минераллашганлик даража кўрсаткичларининг вақт давомида ўзгариб туришига боғлиқ. Ўз-ўзидан маълумки, бу ҳолатда шўр сизот сувлар капиллярлар билан ўсимлик илдизи чуқурлигигача кўтарилмаслиги, яъни бу хилдаги сувларни зовурлар ва коллектор билан яна пастки қатламларга тушириш

керак. Тажрибалар шуни кўрсатадики, тупроқ механик таркибининг энгиллашиши билан сўриш кучи ҳам сувни кўтарилиш устуни ҳам камаяди, шўрни ювиш энгиллашади, тескариси бўлса, нафақат ювиш қийинлашади, шунинг билан бирга шўр сизот сувларнинг капилляр билан кўтарилишидан тупроқнинг илдиз тизими жойлашган чуқурликларда пайдо бўлган шўр ўсимликка салбий таъсир кўрсатади (4).

Хулоса ва таклифлар. Ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилашга қаратилган тадбирларни амалга оширишда, биринчи навбатда, соғломлаштиришга муҳтож мелиоратив объектларни тўғри танлаш ниҳоятда муҳим ҳисобланиб, бу масалага илмий- амалий томондан мажмуавий ёндашиш зарур.

1. Бухоро туманининг суғориладиган ерлари турли даражада шўрланган, турли механик таркиб ва шўрланиш типларидан иборат бўлиб, тупроқ шўрланиши вилоятнинг бошқа бир қатор туманларига қараганда камроқ ҳисобланиб, шўрланиш жараёнининг олдини олиш, тупроқ унумдорлиги ва маҳсулдорлиги ҳамда қишлоқ хўжалик экинлари ҳосилдорлигини мунтазам ошириб бориш учун гидротехник, агротехник ва мелиоратив тадбирларнинг тўлиқ бажарилишини талаб этади.

2. Суғориладиган асосий майдонларда вужудга келган гидроморф сув режимини (грунт сувлари 1,0-2,0 м дан), ярим гидроморф сув режимига (2,5-3,0 м гача) ўтказиш лозим. Туманнинг барча ҳудудлари ер майдонларида ер ости грунт сувларининг сатҳи ер юзасига яқинлиги ҳамда шўрланган ерлар мавжудлиги сабабли гидромелиоратив тизимлар ҳар 2 - 3 йилда тўлиқ тозалаб турилиши, ер ости сувлари оқими тўла таъминлаган шароитда грунт сувларининг сатҳи “критик чуқурлик”да (2,5-3,0 м) ушлаб турилиши, зарурат туғилганда қўшимча зовурлар қазилиши зарур (3).

3. Грунт сувларининг кўтарилиши ва у билан боғлиқ иккиламчи шўрланиш жараёнининг олдини олиш учун суғориш сувларидан меъёрида фойдаланиш, канал суғориш тармоқлари ва латок тизимларини техник қайта жиҳозлаш ва сифатли таъмирлаш, экинларни суғоришда тупроқ-иклим шароитлари, экинлар тури, вегетация (ўсиш) даври, сувга талабчанлиги, грунт сувларининг чуқурлиги ва бошқа омилларни ҳисобга олган ҳолда, суғориш муддатлари, сони ва меъёрларини тўғри белгилаш, суғориш режимларига катъий риоя қилиш муҳим аҳамиятга эга.

АДАБИЁТЛАР:

1. Абдуллаев С.А. *Агрофизическая свойства и солевой режим орошаемых почв оазисов Бухарской области. Автореферат. канд. дисс. Ташкент. 1975. 34 с.*

2. Гафурова Л.А. *Изменение климата и проблемы сохранения и воспроизводства плодородия почв Узбекистана: реалии, тенденции и перспективы // Почвоведении в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Россия, 2012, С.104-109.*

3. Қурвонтоев Р. *Тупроқ унумдорлигини ошириш усуллари. // Тупроқ унумдорлигини оширишнинг долзарб муаммолари илмий тўплам. Тошкент, 1995. - Б. 30-33.*

4. Назарова С., Курвантаев Р.-*Бухоро вилояти сизот сувларининг сатҳи ва унинг ўзгариши. //“Кўп тармоқли фермер хўжаликларида маҳсулот ишлаб чиқаришнинг иновацион технологиялари ” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Бухоро, 2016.Б.242-245.*

5. Назарова С.М.,Курвантаев Р. *Староорошаемые луговые аллювиальные почвы Бухарского оазиса //Почвоведение- продовольственной и экологической безопасности страны VII съезд общества почвоведов им. В.В.Докучаева. Материалы докладов. Часть I. Москва-Белгород, 2016. С.269-268.*

6. Тожиёв У.Т., Нафетдинов Ш.Ш. *Системные исследование диагностики, классификации и структуры почвенного покрова в Республики Узбекистана. 2004. 153159.б 7. Турсунов Л. Водно-физические свойства и скорость реставрации солей в орошаемых почвах Каракульского оазиса Бухарской области. Автореферат. док. дисс. Ташкент. 1968. 30 с.*

7. Сатторов Ж.С.. *Ўзбекистондаги суғориладиган тупроқлар унумдорлигининг ўзгариши, унинг сифатини ошириш ва муҳофаза қилиш концепцияси. “Атроф муҳит ўзгариши шароитида ер ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланиш масалалари” мавзусидаги илмий-амалий семинар. Тошкент. 2016 й. 70 бет.*

8. *Ўзбекистон Республикаси ер ресурслари, геодезия, картография, ва давлат кадастри давлат қўмитаси ва “Тупроқшунослик ва агрокимё илмий-тадқиқот давлат институти томонидан ишлаб чиқилган:” Шўрланган ерларни хариталаштириш, ҳисобга олиш ва шўр ювиш меъёрларини аниқлаш бўйича услубий кўрсатма”. 2014 йил. 45-46 бетлар*

9. Норқулов У. *“Қишлоқ хўжалик мелиорацияси”. Тошкент. 2003 й. 21-24 бетлар*

10. *Тошкент ирригация ва мелиорация институти. “Фермер хўжаликлари шароитида ерларни шўрини ювиш бўйича тавсиялар.” 2011й. 112 б.*

KARTOSHKKA HOSILINI OSHIRISHDA O'G'ITLARNING QO'LLANILISHI

Ro'ziyeva Zulxumor Alloqul qizi,

Agronomiya va Biotexnologiya fakulteti Biotexnologiya va
oziq-ovqat xavfsizligi kafedrası o'qituvchisi.
z.a.ruziyeva@buxdu.uz

Jumayev Tolibjon Ganjiyevich,

Agronomiya va Biotexnologiya fakulteti Biotexnologiya va
oziq-ovqat xavfsizligi kafedrası o'qituvchisi.
t.g.jumayev@buxdu.uz

Yarmuhammedov Jasur Mansurovich,

Agronomiya va Biotexnologiya fakulteti Biotexnologiya va
oziq-ovqat xavfsizligi kafedrası o'qituvchisi.
j.m.yarmuhammedov@buxdu.uz

Annotasiya. Kartoshkani oziqlantirish jarayonida, asosan, mineral hamda organik o'g'itlardan foydalanamiz. Kartoshka uchun har qanday o'g'it ekish paytida faqat barcha nisbatlar va qo'llash stavkalari kuzatilgan taqdirdagina natija beradi. Organik yoki mineral moddalarning yetishmasligi, o'simlikning o'sishiga hamda ulardagi vegetatsiya jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi haqida ma'lumotlar berilgan. Organik o'g'itlarning yillik me'yori, fosforli o'g'itning 75-80% i va kaliyli o'g'itning yillik me'yori yerlarning kuzgi shudgorlash vaqtida yoki ekin takroriy ekiladigan bo'lsa yerni yozda ekish oldidan haydash paytida berilishi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan, fosforning qolgan qismi ekinlarni ekish paytida bir yo'la solinadi. Azotli o'g'itlar yillik me'yoring 20% i kartoshkam ekish paytida, 30% i nihollari ko'karib chiqishi bilan va qolgan 50% i o'simlikning shonalash davrida berilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Kartoshka ekini uchun azotli o'g'itlarning eng muvofiq keladigan xili ammoniy sulfat va kaliyli o'g'itlardan kaliy sulfat hisoblanadi. Bundan tashqari qo'shimcha o'g'itlash sifatida "MICROZYME-2" o'g'itlardan foydalanilganligi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'z: Kartoshka, organik o'g'it, mikro element, mineral o'g'it, oziqlantirish, o'suv davri, sug'orish, agrotexnik tadbirlar, hosildorlik, vegetatsiya, ertapishar, o'rtapishar, kechpishar, kuzatish metodi, taqqoslash metodi, o'lchash metodi, "MICROZYME-2" o'g'itlar.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В процессе подкормки картофеля мы используем минеральные и органические удобрения. Любое удобрение для картофеля дает результат только при соблюдении всех пропорций и норм внесения при посадке. О недостатке органического или минерального питания, влияющем на его рост и вегетационные процессы у них. Годовая норма органических удобрений, 75-80% фосфорных удобрений и годовая норма калийных удобрений при осенней вспашке земли или при вспашке земли перед летним посевом, если посе́вы посеяны повторно. Информация о ресурсах, остальное фосфора вносится при посадке. 20% годовой нормы азотных удобрений при посадке картофеля, 30% при посинении ростков и оставшиеся 50% в период роста растения. Наиболее важными изменениями в азотных удобрениях для посевов картофеля являются сульфат калия из сульфата аммония и калийные удобрения. Кроме того, в качестве подкормки в Информационные сайты добавляются удобрения «МИКРОЗИМ-2».

Ключевые слова: Картофель, органическое удобрение, микроэлемент, минеральное удобрение, подкормка, вегетационный период, орошение, агротехнические мероприятия, урожайность, вегетация, ранний, средний, поздний срок созревания, метод наблюдения, метод сравнения, метод измерения, удобрения «МИКРОЗИМ-2».

USE OF FERTILIZERS IN INCREASE OF POTATO YIELD

Abstract. In the process of feeding potatoes, we mainly use mineral and organic fertilizers. Any fertilizer for potatoes gives results only if all proportions and application rates are observed during planting. Information is given about the lack of organic or mineral substances, which have a negative effect on plant growth and vegetation processes. The annual rate of organic fertilizers, 75-80% of phosphorus fertilizer and the annual rate of potash fertilizer should be given during autumn plowing or plowing the land before summer sowing if the crop is repeated.

, the rest of the phosphorus is applied during the planting of crops. It is reported that 20% of the annual norm of nitrogen fertilizers is given during the planting of potatoes, 30% when the sprouts turn green, and the remaining 50% during the period of the plant's pruning. The most suitable types of nitrogen fertilizers for potato crops are ammonium sulfate and potassium sulfate from potash fertilizers. In addition, there is information about the use of "MICROZYME-2" fertilizers as additional fertilization.

Key words: Potatoes, organic fertilizer, micro element, mineral fertilizer, feeding, growing season, irrigation, agro-technical measures, yield, vegetation, early, middle, late ripening, observation method, comparison method, measuring method, "MICROZYME-2" fertilizers.

Kirish. Kartoshka (lotincha: *Solanum tuberosum* L.) — Solanaceae, oilasiga mansub o'tsimon o'simlik; kartoshka oziq-ovqat, yem- xashak va texnik ekin sifatida ishlatiladi. 150 ga yaqin yovvoyi va madaniy turlari bo'lib Vatani Janubiy Amerika. Dehqonchilikda 2 turi and kartoshkasi (*S.andigenum*) va Chili kartoshka yoki Yevropa kartoshkasi (*S.tuberosum*) bir yillik ekin sifatida ekiladi. Kartoshka oziq-ovqat va yem-xashak sifatida, shuningdek, kraxmal, spirt, glyukoza, dekstrin va boshqa mahsulotlar olishda xom ashyo sifatida ishlatiladi. Kartoshka namsevar (ayniqsa, gullash va tugunak tugish davrida), yorug'sevardir. Tuproqda tugunakdagi kurtaklari 5-8° da una boshlaydi. Tugunaklari va urug'idan ko'payadi. Meristema usuli bilan virussiz urug'lik olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Kartoshka o'simligi bo'yi 50-80 sm, 3-6 poyali. Poyasining yer ostki qismida yer osti novdalar -stolonlarda tuganaklar -kartoshka paydo bo'ladi. Kartoshkasi oqdan to qizil tushgacha va turli shaklda bo'lib, sirtidagi chuqurcha - ko'zchalaridan kelgusi yil yangi poyalar o'sib chiqadi. Ildizi popuk ildiz tipida. Barglari juft patsimon bo'lingan, sarg'ish-yashildan to'q yashilgacha. Guli 2 jinsli, oq, och binafsha tusda, 2-3 tadan, ba'zan 4 tadan joylashgan. O'zidan, goho chetdan changlanadi. O'zbekiston sharoitida kartoshkaning ko'p navlari g'unchalari to'kilib, gullamaydi. Mevasi 2 chanoqli, ko'p urug'li, sersuv rezavor [1].

Kartoshkaning vegetatsiya davri 60 kundan 150 kungacha davom etadi. Pishib yetilish davri, asosan, navlariga bog'liq bo'lib, tezpishar (maysalashidan yetilishiga qadar 60-65 kun), o'rtacha tezpishar (70-80 kun), o'rtacha kechpishar (80-120 kun), kechpishar (130-150) navlarga bo'linadi. Hosildorligi tuproqning mexanik tarkibiga bog'liq bo'lib, qora yoki qumloqli tuproqda yaxshi hosil beradi. Kartoshka urug'idan hamda tugunaklaridan ko'paytiriladi. Bundan tashqari kartoshkani sabzavot almashlab ekish tizimida yetishtirish maqsadida bodring, karam, poliz va dukkakli don ekinlardan bo'shagan yerlarda yetishtiriladi. Ertagi kartoshka yetishtirishdan 20-40 kun oldin urug'lik maxsus yorug' xonada nish chiqarishi ta'minlanadi. Kartoshkani ekish uchun yerni odatda kuzda tayyorlash lozim. U haydash yoki qazish bilan bo'shatiladi, so'ngra kelgusi yil uchun yaxshi hosil olish uchun tuproqqa o'g'itlar qo'shiladi.

Fan yutuqlari va ishlab chiqarish ilg'orlarining tajribalaridan ma'lumki, zamonaviy to'g'ri tashkil qilingan urug'chilik turli ekinlar hosildorligini kamida 20 % ga oshiradi. Mamlakatimiz miqyosida bu o'nlab, yuzlab, millionlab tonna qo'shimcha don, paxta, moy, qand va boshqa oziq-ovqat hamda xomashyo mahsulotlari demakdir.

Ma'lumki, ekinlarning hosildorligi qo'llanilayotgan texnologiya saviyasiga hamda navlarni to'g'ri tanlashdan tashqari ekish uchun foydalanilayotgan urug' sifatiga ham bog'liqdir. Shu yo'l bilan yetishtirilayotgan qo'shimcha hosil hech qanday xarajatsiz olinadi va katta iqtisodiy samara beradi. Shuning uchun urug'chilik barcha tadbirlar ichida xo'jalik uchun amalga oshirish eng oson va qulay bo'lgan foydali tadbir hisoblanadi.

Ilmiy texnika tarqqiyotining asosiy omillaridan biri bo'lgan yangi nav va duragaylarning yuqori reproduksiyali urug'larini yetarli miqdorda yetishtirish, nav almashtirish hamda nav yangilashdek muhim tadbirlarni qisqa muddat ichida amalga oshirish imkonini beradi. Yuqori sifatli urug'lar yetishtirishning hozirgi zamon texnologiyasi barcha ekinlar uchun ishlab chiqarilib, keng maydonlarga joriy etilmoqda. Shuning uchun ham ko'pchilik ekinlarning urug'ini qayta ishlash, tozalash, saqlash bo'yicha maxsus zavodlar ishlab turibdi [2;115-125b].

Tadqiqot metodlari tadqiqotni amalga oshirish uchun biz, asosan, kuzatish, taqqoslash hamda o'lchash metodlaridan foydalandik.

Kuzatish metodi: Ushbu metod, asosan, o'rganilayotgan obyekt va o'rganuvchi subyektdan iborat. Obyekt sifatida biz kartoshka ekinlaridan foydalandik. Kuzatuvning bir necha usullari mavjud bo'lib: dala metodi, laboratoriya-maxsus sharoitda, to'g'ridan-to'g'ri, bilvosita va boshqalar.

Taqqoslash metodi: Taqqoslash usuli yordamida biz o'rganilayotgan voqea-hodisaning umumiy va xususiy jihatlari, obyektlardagi o'zgarishlarni aniqlashimiz va bir-biri bilan o'zaro taqqoslashimiz mumkin.

O'lchash metodi: Ushbu metodlar yordamida biz olingan kartoshka hosili o'lchash orqali yakuniy xulosaga kelamiz. Taqqoslash usulidan foydalanishning asosiy sharti-ko'rsatkichlarning taqqoslanuvchanligini ta'minlashdir, chunki faqat bir turdagi miqdorlarnigina taqqoslash mumkin.

Kartoshka O'zbekiston sharoitida faqat oziq-ovqat maqsadlarida yetishtiriladi. Kartoshkaning, asosan, ertagi, o'rta hamda kechki navlari mavjud bo'lib, ertagi kartoshka fevral oyining oxiri - martda, janubiy rayonlarda, hatto, kech kuzda (okt,-noyabrda), kechkisi navlari esa may oyining oxiri hamda iyun oylarida ekiladi. Kartoshkaga

ishlov berish jarayonida, ayniqsa, o'suv davri davomida bir necha marta qator oralari yumshatiladi, normada ertagi kartoshka har 7-10 kunda 500-800 m²/ga (7-8-marta), kechkisi har 8-10 kunda (10-15-marta) sug'orish ishlari, hamda oziqlantirish ishlari amalga oshiriladi.

Organik o'g'itlarni barcha tipdagi tuproqlarda gektar boshiga kamida 20-25 tonna hisobidan solish tavsiya etiladi. Organik o'g'itlarning yillik me'yori, fosforli o'g'itning 75-80% i va kaliyli o'g'itning yillik me'yori yerlarning kuzgi shudgorlash vaqtida yoki ekin takroriy ekiladigan bo'lsa yerni yozda ekish oldidan haydash paytida berilib, fosfoming qolgan qismi ekinlarni ekish paytida bir yo'la solinadi. Azotli o'g'itlar yillik me'yoring 20% i kartoshkaning ekish paytida, 30% i nihollari ko'karib chiqishi bilan va qolgan 50% i o'simlikning shonalash davrida beriladi. Kartoshka ekini uchun azotli o'g'itlarning eng muvofiq keladigan xili ammoniy sulfat va kaliyli o'g'itlardan kaliy sulfat hisoblanadi [3; 140-b].

X.T.Risqiyevaning bergan ma'lumotiga ko'ra, tuproq tarkibidagi azotning asosiy miqdori chirindi va organik birikmalar tarkibida bo'lib, 95-97% ni tashkil etadi [4;147-b.].

Ekish uchun tavsiya etiladigan navlar. O'zbekiston respublikasi davlat reestriga kartoshkaning 63 ta navi kiritilgan. Ertapishar navlardan: Fresko, Red Skarlet, vo'rtagi-ertagi: Marfona, Kondor, Kuroda, Sante, Kardinal, Diyora, Romano, o'rtapishar: To'yimli, Arinda, Serhosil, Arnova, Umid, Aladin, Ko'k saroy, o'rtagi-kechki: Pikasso, Aqrob, Diamant, Mondial va boshqalarni ekish tavsiya etiladi.

Nav nomi	Hosildorlik, s/ga	Shundan Tovar hosil chiqishi		Ekish normasi s/ga	Ko'payish koeffitsienti
		s/ga	%		
20 iyunda ekilganda					
Kardinal(o'rtapishar)	283,1	279,1	98,6	33	8,5
Sante(o'rtatez pishar)	300,6	290,0	95,5	-''-	8,8
5 iyulda ekilganda					
Kardinal(o'rtapishar)	238,3	224,2	94,1	33	6,7
Sante(o'rtatez pishar)	281,7	267,1	94,8	-''-	8,1
20 iyulda ekilganda					
Kardinal(o'rtapishar)	178,0	160,6	90,2	33	4,8
Sante(o'rtatez pishar)	196,1	182,2	92,9	-''-	5,5

Gollandiyadan keltirilgan kartoshka navlarini yozda turli muddatlarda ekilgan hosildorligi va ko'payish koeffitsienti [5; 79-b.] aniqlangan.

Biz tajribada kartoshkaning to'yimli navidan foydalandik, kartoshkaning to'yimli navi issiqqa chidamli, tugunaklari oq rangda, yumaloq, eti oq, ko'zchalari chuqur joylashgan bo'lib, tugunaklarining og'irligi 110-130 g ga yetadi.

Kartoshkaning to'yimli navini oziqlantirish jarayonida, asosan, mineral hamda organik o'g'itlardan foydalanamiz. Kartoshka uchun har qanday o'g'it ekish paytida faqat barcha nisbatlar va qo'llash stavkalari kuzatilgan taqdirdagina natija beradi. Organik yoki mineral moddalarning yetishmasligi, o'simlikning o'sishiga hamda ulardagi vegetatsiya jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Agar kartoshka ekinlarimizni bedadan bo'shagan yerlarga eksak, poliz ekinlariga birinchi yil azotli o'g'itlar bermasak ham bo'ladi. Faqat fosfor va kaliy o'g'itlar solinadi. O'zbekiston Sabzavot-poliz ekinlari va kartoshkachilik ilmiy tekshirish institutining tavsiyasiga binoan, poliz ekinlaridan gektaridan o'rtacha 250-300 ts hosil olish uchun, fosfor 100-150 kg, kaliy 50 kg; o'tloq va botqoq o'tloq tuproq uchun azot 80-100, fosfor 100-120, kaliy 50-60 kg belgilanib, gektariga 30-40 tonnadan go'ng qo'llanilganda, go'ng tarkibidagi o'rtacha azot, fosfor va kaliylarning miqdoriga asoslanib, mineral o'g'itlarning yillik me'yori ham biroz kamaytiriladi. Go'ng, kompostning yillik me'yori, fosforning 60-70% i kaliyning 50% i kuzgi shudgor ostiga solinadi. Azotli o'g'itlar esa ekish oldidan, o'suv davrida, 3-4 chin barg chiqarganda, qolgan qism fosfor bilan birgalikda gullash fazasida, shudgor ostidan berilmay qolgan (50%) kaliy bilan aralastirilib, chopiqdan so'ng, oziqlantiruvchi kultivator o'g'itlagich yordamida egatlar o'rtasida 15-18 sm chuqurlikda solinadi. Poliz ekinlari o'g'itlangandan so'ng suvlansa, o'g'itning samarasi yanada yaxshi bo'ladi. Bedapoyadan so'ng ikkinchi yil ekilgan poliz ekinlari uchun fosforgia nisbatan azot me'yori 50% ni tashkil etishi kerak, ya'ni gektariga 100 kg/ga bo'lishi lozim [6;144-b.].

Kartoshka uchun eng yaxshi ovqat go'ngdir. Organik qo'shimchalar tarkibida oltingugurt, kaliy, fosfor, magniy, azot, marganets, bor va boshqa mikroelementlar mavjud. Organik moddalar tuproqda bo'lib, karbonat anhidridni chiqaradi, shuning uchun foydalanishimiz yoki shirin yoncha, lupin, no'xat va boshqa ekinlarni yangi o'simlik materiallarini yerga ag'darishimiz mumkin.

Ko'pincha kuzda nitroammophoska, nitrophoska yoki ammophos kabi kartoshka uchun murakkab mineral o'g'itlar qo'llash tavsiya etiladi. Bu barcha o'g'itlar yerni qazish paytida qo'llaniladi; kelgusi yil uchun yaxshi kartoshka hosilini olishga yordam beradi.

Bundan tashqari kartoshka ekinlarimizni oziqlantirish hamda hosildorligini oshirish maqsadida "MICROZYME-2" o'g'itlardan ham foydalanishimiz mumkin. "MICROZYME-2" Tarkibi: Turli darajada sho'rlangan va sho'rlanmagan tuproqlar, o'simlik qoldiqlaridan ajratib olingan va keng skrining asosida tanlab olingan enzimatik faol mikroskopik va bazida zamburuglar va aktinomisetlar yordamida tayyorlangan gidrolitik va oksidlovchi fermentlar majmuasi, faol antibiotik moddalar, ftogormonlar, yuqori biologik qiymatga ega tabiiy organik va mineral moddalar, vitaminlar. Ushbu o'g'itlarni qo'llash ham yuqori samara beradi [7;1-5-b.].

Tuproq unumdorligi, biologik va fermentativ faolligini oshiradi. Tuproqdagi organik va o'simlik chiqindilari, mineral moddalarning parchalanish va o'zlashtirish tezligini oshiradi.

Kasallangan o'simlik dalalari va tuproqlarni sug'orish orqali ishlatishga tavsiya etiladi.

O'simliklar hosildorligini oshiradi va sifatini yaxshilaydi.

Tadqiqot natijalari. Kartoshka hosilini oshirish maqsadida Buxoro davlat universitetining agrouchastkasidan tajriba maydoni sifatida foydalanildi. Tajriba 2 ta maydonda olib borildi. Birinchi tajriba maydonimiz 1 ga yerda ekilgan kartoshka ekinlarimizni oziqlantirish maqsadida organik o'g'itlardan foydalandik. Ko'pincha go'ng kartoshka uchun o'g'it sifatida qo'llaniladi, uning qo'llanishi bu sabzavotlarning hosilini deyarli ikki baravar oshiradi.

Ikkinchi tajriba maydonchamizda 1 ga yerda ekilgan kartoshka ekinlarimizni oziqlantirish maqsadida mineral o'g'itlardan foydalandik.

Olib borilgan kuzatishlar natijasida shunga amin bo'ldikki, kartoshka hosilini yig'ib olish jarayonida, ya'ni vegetatsiya oxirida kartoshka ekilgan maydonning har bir gektaridan organik o'g'it qo'llab olingan hosil 40-42 t/ga yetdi. Mineral o'g'it qo'llab olingan hosil esa kartoshka ekilgan maydonimizning har gektaridan yig'ib olingan hosilimizning vazni 30-35 t/ga ni tashkil etdi. Yig'ib olingan kartoshka hosilimizni o'lchashda DTCS-B rusumni 200 kg mahsulot o'lchash xususiyatiga ega bo'lgan elektron tarozilardan foydalandik.

Xulosa. Olib borilgan tajribalarimizning oxirida shunday xulosaga keldikki, demak, kamroq xarajat qilib yuqori hosildorlikka erishmoqchi bo'lsak, oziqlantirish maqsadida mineral o'g'itlarga nisbatan, organik o'g'it qo'llaganimizda yaxshiroq natijaga erishdik.

Organik o'g'itlarning qo'llanilishida me'yorda qo'llash nihoyatda zarur, me'yordan ortiq organik o'g'itlarni qo'llash, oladigan hosilimiz sifatining buzilishiga olib keladi.

Bundan tashqari oladigan hosilimiz nafaqat oziqlantirish jarayoniga o'g'itlash tizimini to'g'ri joriy etishimiz, balki sug'orish rejimi, tuproqning holati, hamda agrotexnik tadbirlarning qo'llanilishiga ham bog'liqdir.

Bundan tashqari kartoshka ekinlarimizni ekib, kam xarajat qilib yuqori hosil olmoqchi bo'lsak, beda ekinlaridan bo'shagan yerlardan ham foydalanish mumkin. Beda burchoqdoshlar oilasiga mansub bo'lib ildizida tugunak bakteriyalari bilan hamkorlikda havodagi erlin azotni to'plash xususiyatiga ega. Beda o'simligi 1 ga maydonda 1 yil davomida 250-300 kg azot to'plash xususiyatiga ega.

Ekish uchun yuqori sifatli navli urug'lardan foydalanish ekinlar hosildorligini oshirish omili bo'lish bilan birga, dehqonchilik madaniyatini belgilaydigan ko'rsatkichdir.

ADABIYOTLAR:

1. Abdulkarimov D., Safarov T., Ostonaqulov T., Dala ekinlari seleksiyasi, urug'chiligi va genetikasi asoslari, T.,1989.

2. Ro'zieva Z.A., Ergasheva H.B. Respublikada urug'lik bug'doy doniga ishlov berishning zamonaviy holati. *Хоразм Маъмуни академияси ахборотномаси. Хива-2022-3, 115-125b.*

3. Karimov.M.U., O'g'it qo'llash tizimi, T.,2017.

4. Рускиева Х.Т. Азот в почвах зоны хлопкосеяния Узбекистана. – Ташкент: Фан, – 1989. – С. – 147.

5. Toshtemir Eshimovich Ostonaqulov. Sabzavot ekinlar yetishtirish texnologiyasidan amaliy mashg'ulotlar (O'quv qo'llanma) T.,2001,160 bet.

6. Turdimetov Sh.M. Almashlab ekishda o'g'itlash tizimi.- Guliston-2016,144 bet.

7."Studying the activity of microorganisms (laboratory conditions) in moderately and highly saline meadow alluvial soils based on cotton"E3S Web of Conferences 389, 03113 (2023)<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903113> UESF-2023Baxtiyor Toxirov1 and Mukhayo Tagaeva1*.

**AZOLLA CAROLINIANA.WILLD. ОЧИСТКА КОЛЛЕКТОРНОЙ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ И
РАЗМНОЖЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Буриев Сулаймон Буриевич,

Бухарского государственного университета,
факультет Агрономия и биотехнология,

кафедра Биотехнология и пищевая безопасность профессор

Шодмонов Ферузжон Камариддинович,

Бухарского государственного университета,
факультет Агрономия и биотехнология,

кафедра Биотехнология и пищевая безопасность доцент б.ф.ф.д.,(PhD)

feruz.shodmonov83@mail.ru

Сарварова Рюзана Биналиевна

Бухарского государственного университета,
факультет Агрономия и биотехнология,

кафедра Биотехнология и пищевая безопасность магистрант

Аннотация. Проанализированы сезонные гидрохимические показатели вод Новметанского водохранилища Бухарской области. В результате было установлено, что вода водоема содержит минералы, необходимые для роста водных растений и их можно очистить биологическим путем с помощью *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810). Кроме того, при выращивании *Azolla caroliniana* (Willd.) на различных питательных средах в лабораторных условиях оценивали количество зеленой биомассы, образующейся на 1,0 м² водной поверхности. Установлено также, что растительноядных рыб *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) можно скормливать и дополнительно повышать рыбопродуктивность за счет культивируемой зеленой биомассы.

Ключевые слова: Новметанское водохранилище, Бухарская область, вода, гидрохимия, *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), сезонность, продуктивность, зеленая биомасса, пищевая среда.

**AZOLLA KAROLINIANA.WILLD. KOLLEKTOR SUVNI LABORATORIYA SHARTLARIDA
KO'P KO'PTISH YORDAMIDA TOZALASH**

Annotatsiya. Maqolada Buxoro viloyati Novmetan kollektori suvlarining mavsumiy gidrokimyoviy ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Shu bilan bog'liq kollektor suvida yuksak suv o'simliklari o'sishi uchun kerakli minerallar borligi va ularni biologik usulda *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810) yordamida tozalash mumkinligi keltirilgan. Yana *Azolla caroliniana* (Willd.) o'simligini turli xil oziqa muhitlarida ko'paytirib, 1,0 m² suv yuzasida hosil bo'lgan yashil biomassa miqdori laboratoriya sharoitida baholanganligi haqida ma'lumot berilgan. Shuningdek, yetishtirilgan yashil biomassa hisobiga o'txo'r *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) baliqlarini oziqlantirish hamda baliq mahsuldorligini qo'shimcha oshirish mumkinligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: Buxoro viloyati Novmetan kollektori, suv, gidrokimyoviy, *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), mavsumiy, mahsuldorlik, yashil biomassa, oziqa muhiti.

**AZOLLA CAROLINIANA.WILLD. PURIFICATION OF COLLECTOR WATER WITH THE
HELP OF MULTIPLICATION IN LABORATORY CONDITIONS**

Abstract. The seasonal hydrochemical parameters of the waters of the Novmetan reservoir in the Bukhara region were analyzed. As a result, it was found that the water of the reservoir contains minerals necessary for the growth of aquatic plants and they can be purified biologically using *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810). In addition, when growing *Azolla caroliniana* (Willd.) on various nutrient media in laboratory conditions, the amount of green biomass formed per 1,0 m² of water surface was assessed. It has also been established that the herbivorous fish *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) can be fed and further increase fish productivity due to cultivated green biomass.

Key words: Novmetan reservoir, Bukhara region, water, hydrochemistry, *Azolla caroliniana* (Willdenow, 1810), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), seasonality, productivity, green biomass, food environment.

Введение: Наша страна отличается разнообразием растительного покрова. В настоящее время интродуцируются растения, привезенные из разных регионов земли, и происходит дальнейшее обогащение нашей флоры. В целях эффективного использования природных и интродуцированных перспективных растений изучение их биоэкологии, морфологии, биотехнологических и других полезных свойств и внедрение их в народное хозяйство являются актуальными задачами современности. В мире, в условиях изменения климата, ухудшения состояния окружающей среды и истощения природных ресурсов, обеспечение населения качественными продуктами питания является одной из первоочередных задач. В этом месте важно обеспечить стабильность водоемов, сохранить биоразнообразие гидробионтов и повысить рыбопродуктивность современными методами. Поэтому определение гидрохимического состояния природных и искусственных водоемов и разработка эффективных биотехнологических методов их использования имеет большое научное и практическое значение. В дальнейшем, в зависимости от пищевой ценности растения, его используют в качестве дополнительного питания. Для решения этих проблем необходимо изучение морфофизиологических особенностей и продуктивности высокопитательных, быстрорастущих водных растений.

Материалы и методы исследования: Научные эксперименты, проведенные в 2023 году, проводились на Новметанском водохранилище и прилегающих к нему водоемах, выбранных в качестве объектов исследования, а также в рыболовных прудах, принадлежащих ООО «Бухоробалик». Пробы воды и макрофитов отбирались в начале, середине и конце стока Нояметана. Все полученные пробы воды были проанализированы в научно-исследовательской лаборатории «Биотехнологии и ихтиологии» Бухарского государственного университета и лаборатории «Анализ воды» Управления экологии и охраны окружающей среды Бухарской области. Ю.Ю. Лурье и Н.С. Строганова его анализировали методами [1; с. 446, 3; с. 195].

Определение физико-химического состава воды проводилось двумя разными способами.

1. Гидрохимические анализы воды в полевых условиях проводились с использованием набора реагентов «Проакватест». 2. Гидрохимические анализы в лабораторных условиях определяются методами Ю.Ю. Лурье и Н.С. Строганова.

В полевых условиях цвет воды определяли по шкале Фореля-Уле, температуру воды определяли с помощью ртутного термометра, прозрачность и мутность воды определяли с помощью диска Секки, показатель рН водной среды определяли с помощью индикатора бумага (рН) .

Собраны образцы макрофитов в полевых условиях с помощью фитодетектора и определения состава высших видов растений «Флора Узбекистана». [6; с. 1-6]. По данным «Анализ флоры Бухарского оазиса». [5; с. 101]. Научные названия категорий и видов: «Определитель растений Средней Азии» [2; с. 1-169]., международные указатели - International Plants Names Index [7]. Согласно The Plant List [8] и авторам таксонов Brummit R.K., Powell C.E. [4; с. 732]. на основе руководства. Карта коллектора Новметан создана на основе программного обеспечения ArcGIS 10.

Опыты и результаты: *Azolla caroliniana* Willd. относится к числу водных растений, распространенных в различных водоемах Бухарской области, содержит много белков и эффективно очищает сточные воды от органико-минеральных веществ. был выбран завод. *Azolla caroliniana* Willd. его истинная родина – тропические регионы. Он был завезен в нашу страну и сейчас эффективно адаптируется в наших природных водоемах. Данное растение было размножено в лабораторных и производственных условиях с целью очистки вод Новметанского водохранилища от биогенных минералов и органических остатков и использования производимой ими зеленой биомассы в различных отраслях народного хозяйства, результаты были проанализированы.

Результаты количественного анализа минеральных веществ коллекторной воды «Новметан» по сезонам представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что количество минеральных и биогенных веществ в водах Новметанского водохранилища ниже, чем летом и осенью. Основной причиной этого можно объяснить большое количество осадков в весенний сезон и большой объем стока в результате агротехнических мероприятий, проводимых по смыванию соли с земельных участков, подготовленных под посадку годзы в зимний сезон.

Анализ минеральных показателей скважинной воды «Новметан» выявил следующее. Установлено, что минеральный состав пробы родниковой воды, в том числе сухого остатка - 5760 мг/л, хлоридов - до 2106 мг/л, сульфатов - до 2115 мг/л.

Кроме того, было известно, что количество растворенного кислорода в воде увеличилось до 6,7 мг/л, биохимическое потребление кислорода увеличилось до 21,0 мг/л, а рН изменился до 7,4.

Кроме того, в пробах родниковой воды выявлены изменения аммонийного азота до 2,0 мг/л, нитритов до -0,14 мг/л, нитратов - до 7,0 мг/л и фосфатов до 0,03 мг/л.

Сезонный гидрохимический состав вод Новметанского водохранилища Бухарской области в 2023 году

Показатели	Сезон отбора проб воды			
	Весна	Лето	Осень	Зима
Температура °С	15	20	17	13
pH	7,4	7,8	7,6	7,4
Растворенный в воде кислород, O ₂ мг/л	6,7	6,8	6,7	6,6
Биохимическое потребление кислорода, O ₂ мг/л	21,0	28,0	26,0	20,3
Взвешенные вещества, мг/л	15	15	17	14,6
Сухой остаток, мг/л	5760	6143	5906	5716,6
Хлориды, мг/л	2106	2500	2162	2169,3
Сульфаты, мг/л	2115	2134	2207	2052
Аммонийный азот, мг/л	2,0	3,0	2,0	2,0
Нитриты, мг/л	0,14	0,18	0,16	0,14
Нитраты, мг/л	7,0	8,0	7,8	7,0
Фосфаты мг/л	0,03	0,034	0,032	0,03

Основная причина высокого содержания минералов в коллекторных водах новметана в летний и осенний периоды по сравнению с весенним и зимним периодами объясняется относительно высокой температурой воздуха в Центральноазиатском регионе в эти сезоны и, соответственно, температурой воды, а также большим количеством воды, испаряющейся с поверхности коллекторов канавок.

Azolla caroliniana Willd в лабораторных условиях от сбросов Новметана, основная сеть которых проходит через Бухарский район, до проб воды, поступающих весной, было посажено высоководное растение и изучена степень очистки сточных вод от минералов. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Перспективным высоководным растением коллекторных вод Новметана является *Azolla caroliniana* Willd. Изменение гидрохимического состава через 10 дней после посадки

Показатели	<i>Azolla caroliniana</i> Willd.		
	Начальная часть коллектора	Средняя часть коллектора	Последняя часть коллектора
	Опыт	Опыт	Опыт
Температура °С	16	16	16
pH	7,0	7,1	7,0
Растворенный в воде кислород, O ₂ мг/л	19,5	20,3	21,6
Биохимическое потребление кислорода, O ₂ мг/л	-	-	-
Взвешенные вещества, мг/л	-	-	-
Сухой остаток, мг/л	1638	1646	1629
Хлориды, мг/л	921	914	910
Сульфаты, мг/л	643	669	641
Аммонийный азот, мг/л	-	-	-
Нитриты, мг/л	-	-	-
Нитраты, мг/л	-	-	-
Фосфаты мг/л	-	-	-

Azolla caroliniana Willd в лабораторных и полевых условиях в водах Новметанского коллектора Бухарской области при культивировании они интенсивно размножались в коллекторных водах, обогащая воды кислородом, растворенным в воде, до 19,5 – 21,6 мг/л за счет процесса фотосинтеза, и наблюдалось ускорение усвоения органоминеральных веществ, содержащихся в коллекторных водах, за счет процесса химического окисления, а также с помощью микроорганизмов. *Azolla caroliniana* Willd. полностью усвоил биогенные вещества, содержащиеся в сточных водах, а также азотистые аммиаки, нитраты, нитриты, фосфаты, активно развиваясь за счет определенных микроэлементов, была определена степень очистки сточных вод сизот и сточных вод Новметановского коллектора от органо-минеральных веществ.

Проведены научно-исследовательские работы с целью разведения растений-макрофитов с высоким уровнем питания в водоемах Бухарской области в лабораторных и полевых условиях, получения большого количества зеленой биомассы и включения полученной биомассы в состав корма для рыб. и повысить продуктивность рыбы.

Azolla caroliniana Willd. была обнаружена в водах, доставленных из коллектора «Новметан» в лабораторию биотехнологии и ихтиологии Бухарского государственного университета, а также в питательных средах, содержащих необходимое количество минеральных солей и микроэлементов. Проведены эксперименты в лабораторных условиях по размножению и производству зеленой биомассы.

Azolla caroliniana Willd. в лабораторных условиях для выращивания растений использовались 20-литровые прозрачные контейнеры.

В лабораторных условиях в каждую из емкостей контрольного и опытного варианта помещали по 10 литров коллекторной воды и по 100 граммов *Azolla caroliniana* Willd. посажен с растения. В качестве варианта управления в выбранный бак помещалась только коллекторная вода. В опыте-1 использовали питательную среду Накамура, в опыте-2 - питательную среду Кноп, в эксперименте-3 в качестве корма - сок навоза овец (мелкого рогатого скота). *Azolla caroliniana* Willd., высаженная во всех вариантах опыта. За ростом и развитием водного растения следили в течение 10 дней. В ходе эксперимента температура воды поддерживалась на уровне 24-26 °С, а количество света составляло около 18-20 тысяч люкс. *Azolla caroliniana* Willd. в опытном и контрольном вариантах. Контролировали суточный рост, распространение по поверхности воды и образование зеленой биомассы высоких водных растений. Полученную зеленую биомассу измеряли путем взвешивания на электронных весах. *Azolla caroliniana* Willd. в таблице 3 представлены результаты экспериментов по получению зеленой биомассы путем выращивания водных растений в лабораторных условиях.

Таблица 3.

***Azolla caroliniana* Willd. в лабораторных условиях растет в различных питательных средах**

варианты	Выбранная питательная среда для выращивания <i>Azolla caroliniana</i> Willd.	Масса <i>Azolla caroliniana</i> Willd в начале эксперимента, г/м ² .	Вес через 3 дня г/м ²	Вес через 5 дней г/м ²	Вес через 10 дней г/м ²
контроль	Вода из Новметан	100	150,8	394,7	684,9
Опыт-1	Накамура	100	436,5	958,6	2104,3
Опыт-2	Кноп	100	453,4	982,7	2165,1
Опыт-3	жидкость навоза овец (мелкого рогатого скота)	100	347,8	736,3	1256,2

Продуктивность водного растения *Azolla caroliniana* Willd. 684,9 г/м² на 10-е сутки опыта в воде Новметанского водохранилища, полученной в качестве контрольного варианта, 2104,3 г/м² в питательной среде Накамура, полученной в качестве варианта Опыт-1, Кнопа, полученной в качестве контрольного варианта. В варианте Опыт-2 - 2165,1 г/м² в питательной среде, в Эксперименте-3 - 1256,2 г/м² в питательной среде, смешанной с соком овечьего навоза. Установлено, что дополнительная продуктивность составила 584,9 г/м² в варианте «Контроль», 2004,3 г/м² в варианте «Опыт-1», 2065,1 г/м² в варианте «Опыт-2», 1156,2 г/м² в варианте «Опыт-3».

Краткое содержание: Проанализированы сезонные гидрохимические показатели вод Новметанского водохранилища Бухарской области. В результате было установлено, что коллекторная вода содержит необходимые минералы для роста водных растений, их можно очищать биологически с помощью *Azolla caroliniana* Willd, а также кормить рыб *Stenopharyngodon idella* Valen. и повышать рыбную продуктивность за счет образующейся биомассы зелени [9; с. 266-273, 10; с. 4-7, 11; с. 1-6, 12; с. 1-5].

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. Москва.: Химия, 1984. - 446 с.
2. Определитель растений Средней Азии. В 11-х т. –Ташкент: Фан, 1968. - 2015. - С. 3-169
3. Строгонов Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. - Москва. 1980. - 195 с.
4. Brummit R.K., Powell C.E. (1992): *Authors of plant names*. - Kew: Royal Botanic Gardens, P. 732
5. Эсанов Х.К. Анализ флоры Бухарского оазиса. Биол. наука. фал. докт. дис. – Ташкент, 2017. – 101 с.
6. Флора Узбекистана. 1941–1962. *Editio Academiae Scientiarum UzSSR, Tashkent. Vol. 1–6 pp.*
7. *International Plant Names Index [Электронный ресурс]. – <http://www.ipni.org>.*
8. *The Plant List. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/gcc-133949>*
9. Esanov H.K., Shodmonov F.Q., Kobilov A.M. *High Plant Species Distributed in and around Dengizkul, Bukhara Region// American Journal of Plant Sciences, 2021, 12, 266-273 <https://www.scirp.org/journal/ajps> <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.122016>*
10. Буриев С.Б., Эсанов Х.К., Шодмонов Ф.К., Размножение микроскопических водорослей и высших водных растений в водах Денгизкуль Бухарской области// "CHRONOS" Мультидисциплинарные науки Том 6 #5(55), 2021. 4-7 сmp. <https://multidisciplinary.chronos-journal.ru/volume-6-issue-5-55/>
11. F. Q. Shodmonov, A. M. Kobilov, and G. A. Okilova *Propagation of Chlorella Vulgaris and Scenedesmus Obliquus in Dengizkul Lake and determination of protein content in them, E3S Web of Conferences 420, 09012 (2023) EBWFF 2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342009012>*
12. Feruzjon Shodmonov, Dilbar Ruzibaeva, Gauhar Allamuratova, Tulqin Abdurayimov, Shukhrat Abdurasulov *Determining the algaeflora of Dengizkol Lake and breeding promising species in laboratory Conditions // E3S Web of Conferences 421, 01003 (2023) SERBEMA-2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342101003>*

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОРКОВИ С ПОЛУЧЕНИЕМ
НАТУРАЛЬНЫХ И ПОРОШКООБРАЗНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ**

Худойбердиев Шерзод Шомурод угли,
магистрант Бухарского государственного
университета, факультет Агрономия
и биотехнология, кафедра Биотехнология
и пищевая безопасность
Мирзаева Шохиста Усмоновна
ст. преподаватель Бухарского государственного
университета, факультет Агрономия
и биотехнология, кафедра Биотехнология
и пищевая безопасность, s.u.mirzaeva@buxdu.uz

Аннотация. В данном материале описана технология получения каротиноидных красителей и порошкообразных полуфабрикатов из корнеплодов моркови, приведены спектрально - оптические характеристики красителя и красящих пигментов, описаны результаты исследования по применению полученных жидких концентрированных и порошкообразных красителей в производстве различных видов продуктов питания.

Ключевые слова: натуральные красители, пищевой порошок, корнеплоды моркови, краситель, рибофлавин, коагулирование белков.

**SABZINI QAYTA ISHLASH BILAN TABIIY VA KUKUNSIMON BO‘YOQLAR OLISH
TEKNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

Аннотация. Ushbu maqolada sabzi ildizlaridan karotenoid bo'yoqlari va chang yarim tayyor mahsulotlarni olish texnologiyasini haqida ma'lumot beriladi. Hamda bo'yoq va rang beruvchi pigmentlarning spektral va optik xususiyatlarini yoritadi va olingan konsentrlangan suyuqlik va chang bo'yoqlardan foydalanish bo'yicha tadqiqot natijalari beriladi. Turli xildagi oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo'llanilishi bilan bog'liq tavsiyalar beriladi.

Калит so'zlar: tabiiy bo'yoqlar, oziq-ovqat kukuni, sabzi ildizi, bo'yoq, rибофлавин, oqsil koagulyatsiyasi.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING CARROTS WITH OBTAINING
NATURAL AND POWDERED DYES**

Abstract. This material describes the technology for producing carotenoid dyes and powdered semi-finished products from carrot roots, provides the spectral and optical characteristics of the dye and coloring pigments, and describes the results of a study on the use of the obtained concentrated liquid and powder dyes in the production of various types of food products.

Key words: natural dyes, food powder, carrot roots, dye, riboflavin, protein coagulation.

Исследовали процесс получением каротиноидсодержащих концентрированных натуральных красителей и пищевого порошка из корнеплодов моркови [1,2,3,4].

Для получения каротиноидных жидких концентрированных натуральных красителей использовали корнеплоды моркови сорта «Мирзои красная 228» (таблица 1).

Результаты исследования представлены на рисунках 1- 5 и в таблице 4 – 6.

Процесс производства красителя состоял из следующих основных этапов: сортировка и очистка моркови, коагуляция белков, разделение фаз с выделением концентрата красителя, его стерилизация и охлаждение.

Отобранные образцы моркови сортировали, очищали от примесей, промывали водой и методом прямого отжима получали сок. Обрезки и зелёную часть корнеплодов сушили и утилизировали на корм скоту.

Полученный сок заливали во внутреннюю цилиндрическую ёмкость установки, предназначенной для фазового разделения сока, в количестве, составляющем 0,75 от её объёма. Для стабилизации сока к нему добавляли 5,0...8,0% от массы сока водный раствор рибофлавина концентрацией 2×10^{-4} М.

Результаты исследования влияние дозировки вносимого раствора рибофлавина на поглотительную способность морковного красителя и длительность его хранения приведены в таблице 4.

Стабилизированный сок нагревали до температуры 65...68 °С, так как именно в данном интервале температур происходит процесс диссоциации молекул воды с белками и производных каротиноидов.

Далее, для ускорения процесса коагуляции белков температуру сока понижали до 4,0...6,0°С.

Таблица 4.

Влияние дозировки водного раствора рибофлавина (ВРР) концентрацией 2×10^{-4} М на коэффициент поглотительной способности(D) и продолжительность хранения концентрированного морковного красителя

Продолжительность хранения, час	Значение коэффициента поглотительной способности (D) морковного красителя при длине волны $\lambda = 410$ нм с добавлением ВРР в количестве(в % к массе сока)				
	без добавки	2,0	5,0	8,0	10,0
Свежий полуготовый продукт	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Через 1 час	1,70	1,66	1,69	1,72	1,69
10 часов	1,40	1,53	1,66	1,68	1,67
24 часа	1,00	1,46	1,63	1,64	1,66
36 часов	0,70	1,37	1,61	1,62	1,64
48 часов	0,40	1,23	1,59	1,60	1,61
72 часа	0,16	1,04	1,56	1,61	1,59

Стабилизированным соком с мякотью заполняли цилиндрическую ёмкость разделителя на фазы, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

Установка состоит из изолированного основания (1), на котором укреплен испаритель (2) и смонтированы три пластмассовых цилиндра диаметром 5,0 см. Высота данных цилиндров подбирается таким образом, чтобы при установке прозрачной цилиндрической ёмкости (3) над ними оставался зазор между ёмкостью и змеевиком. В качестве хладагента использовалась холодная вода с кубиками льда, что создавало температуру охлаждения сока в интервале 1,0÷3,0 °С. В ёмкость (3) заливали морковный сок с мякотью в количестве около 2/3 объёма прозрачной ёмкости. В центр цилиндра устанавливали ось, по которой свободно перемещалась сетка (6) с размерами ячеек 2,4÷2,5 мм.

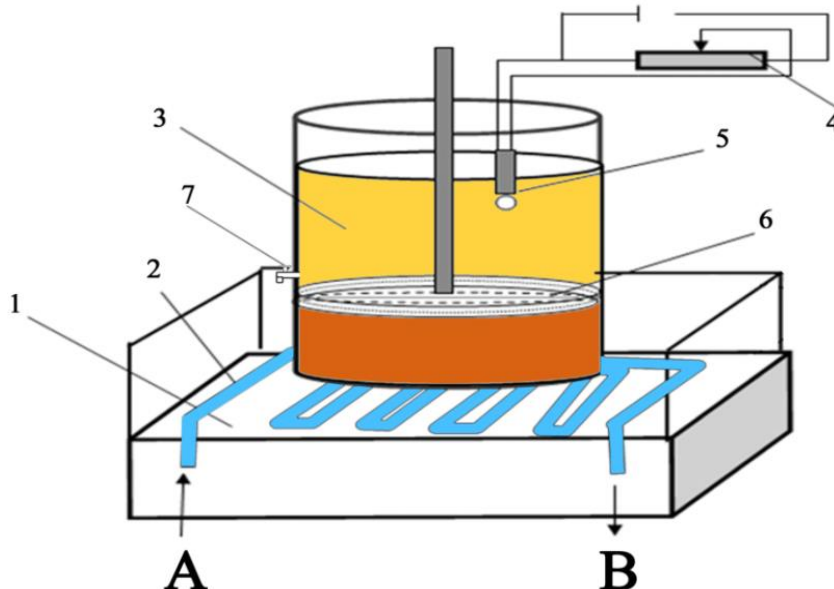


Рисунок 1 - Принципиальная схема установки для фазового разделения морковного сока от мякоти

На штативе, находящемся у основания прибора, установлен нагреватель сока с мякотью (5), который последовательно соединяется через реостат (4) для подбора напряжения. Трубка (7) на поверхности прозрачного цилиндра используется для отделения прозрачного сока от осадочной части.

Коагулирование белков с фиксированными на них каротиноидами осуществляли нагреванием извне при температуре $65,0 \div 68,0$ °С в течение 15 минут. Затем охлаждали и выдерживали полуфабрикат в течение $35,0 \div 40,0$ минут при температуре $3,0 \div 4,0$ °С, что приводило к ускорению процесса осаждения коагулированных белков и ассоциированных моносахаридов с фиксированными на них каротиноидами. Охлаждение обеспечивалось с помощью змеевика (2) разделителя. Время и температура осаждения установлены экспериментально. При этом, в случае нагрева сока до температуры менее $65,0$ °С продолжительность процесса коагуляции увеличивается. При нагреве сока до температуры более $68,0$ °С ухудшается цветность конечного продукта. Уменьшение времени осаждения (менее 15 минут) приводило к снижению объёма коагулированных белков и связанных с ними каротиноидов. При увеличении времени осаждения (до 20 минут) объём осаждённой части сока оставался неизменным.

Проведение процесса коагулирования белков при более высоких температурах приводило к увеличению времени осаждения конечного продукта; понижение температуры ниже $+3,0$ °С - к уменьшению динамической подвижности и диффузии коагулированных белков с фиксированными каротиноидами, то есть время фазообразования растёт.

Разделение фаз с выделением концентрата каротиноидов осуществляли следующим образом. После охлаждения полуфабриката в ёмкость вводили горизонтальную мелко - ячеистую сетку. Далее медленно вдавливали сетку вниз цилиндрической емкости, достигая прозрачности надсеточной жидкости. В случае, когда прозрачность сока не достигается, сетка поднимается до верхней границы цилиндрической ёмкости и повторно опускается до границы разделения фаз. Этот процесс может повторяться несколько раз до образования требуемой степени прозрачности в надсеточном объёме сока. Образовавшаяся прозрачная жидкость с концентрацией сухого вещества $3,0 \dots 5,0\%$ масс сливается через патрубки (7) фазоразделителя, объём которого составляет $2,0 \dots 2,5$ л, а масса - $2,2 \dots 2,4$ кг.

На дне ёмкости собираются коагулированные белки с фиксированными на них каротиноидами с концентрацией сухого вещества $65,0 \dots 70,0\%$ масс, массой $1,1 \dots 1,3$ кг и объёмом $1,0 \dots 1,4$ литра (из 10 кг моркови). Количество влажного коагулята, содержащего белок с каротиноидами, полученного из 10 кг моркови, составляло 1,1 кг при концентрации красящих веществ - $35,5$ мг/кг. Полученный пищевой краситель приемлем для окрашивания различных пищевых продуктов.

Следует отметить, что выход концентрированного морковного красителя зависит как от температуры, так и от времени охлаждения сока. Экспериментальные данные показали, что при нагреве сока до температуры $65,0 \dots 68,0$ °С осадочная фракция практически отсутствует (рис.2.а). При охлаждении сока наблюдались существенные изменения его органолептических показателей. Динамика изменения органолептических показателей морковного сока приведена на рисунке 3.2.

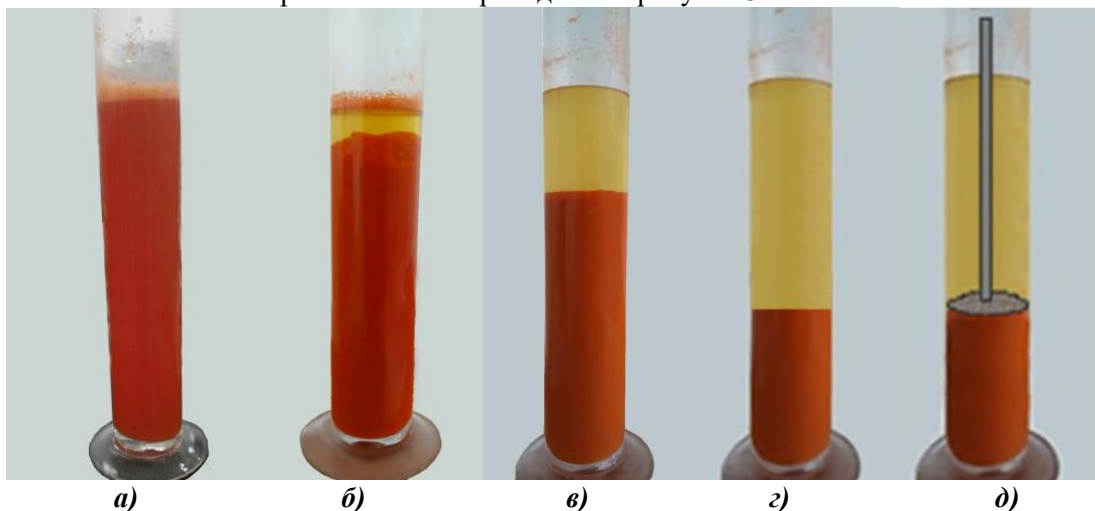


Рисунок 2 - Влияние продолжительности выдержки морковного сока на процесс его фракционного разделения

Экспериментально установлено, что охлаждение сока до $40,0$ °С способствует образованию фазового разделения толщиной несколько миллиметров (рис.2 б). Как видно из рисунка 3.2б на поверхности экспериментального объёма сока образуется его прозрачная и осаждённая фракции. При этом понижение температуры сока от $40,0$ °С до комнатной температуры приводило к увеличению объёма прозрачной фракции и, соответственно, уменьшению объёма осадка (рис 2 в). В этих случаях объём прозрачного части сока (V_0) составляет 300 мл и осаждённая часть составляет 700 мл.

Дальнейшее снижение температуры сока до $10,0^{\circ}\text{C}$ приводило к тому, что объём прозрачного сока и осадочный фракции составлял $V_0=550$ мл и 450 мл соответственно. При понижении температуры сока с мякотью до температуры $3,0\dots 4,0^{\circ}\text{C}$ объём прозрачного сока составлял $V_0=750$ мл и объём осадочный фракции - 250 мл.

График зависимости объёма прозрачной фракции сока от температуры его охлаждения приведен на рисунке 3.

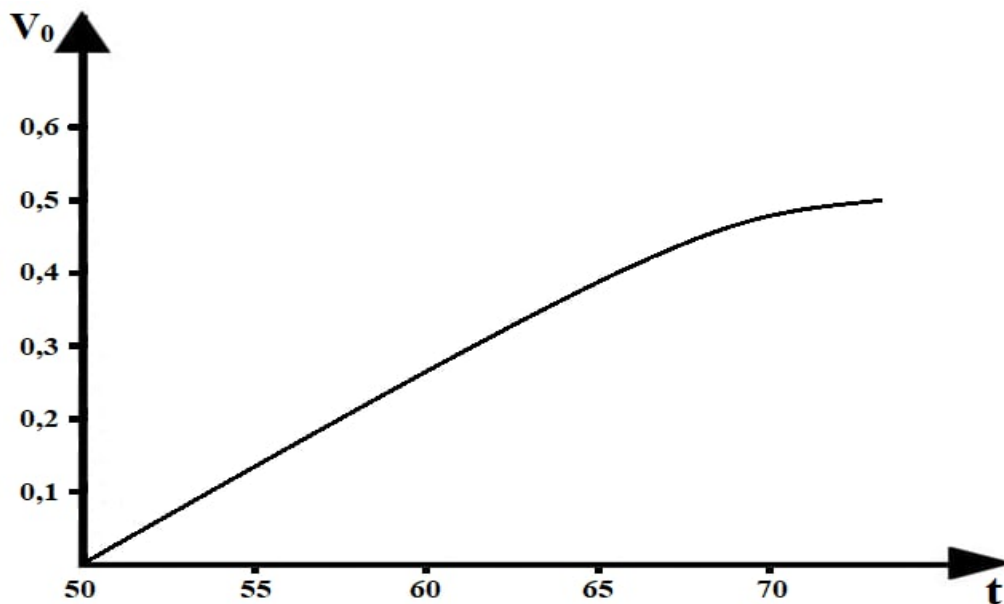


Рисунок 3 - Зависимость объёма прозрачной фракции сока (V_0) при разделении фаз в соковом пространстве от температуры (t)

Далее полученные полуфабрикаты упаковывали в стеклянные банки и стерилизовали ИК гаустированием с помощью ламп типа КГ500-1000 -220В (рис. 4).

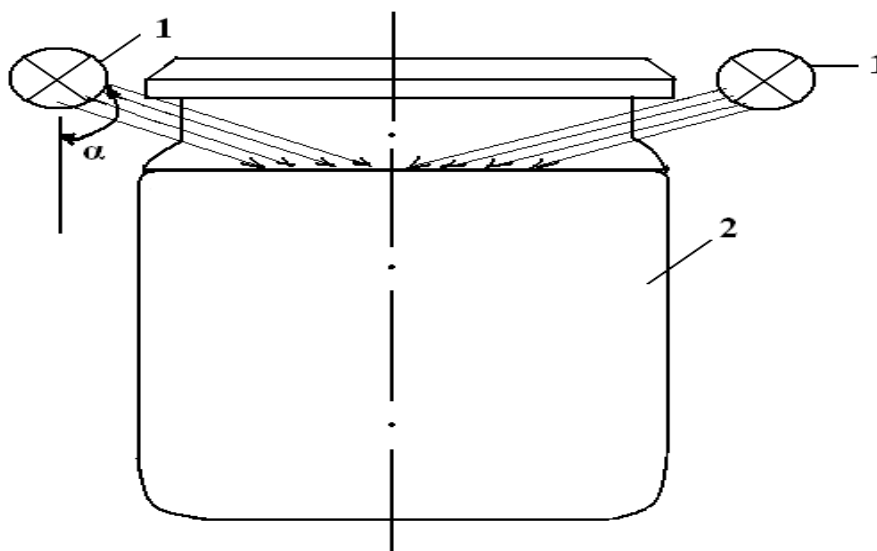


Рисунок 4—Установка ИК гаустирования концентрированного каротиноидсодержащего красителя и прозрачного сока: ИК лампы (1); стерилизуемый объект (2)

Инфракрасные лампы установлены относительно вертикальной оси под углом 60° . При такой установке лампы лучи света полностью охватывают площадь поверхностного слоя красителя.

Процесс стерилизации концентрированного красителя и прозрачного сока исследовали в зависимости от времени облучения и энергии ИК - лучей, падающих на стерилизуемый объект. Экспериментально определено время облучения, необходимое для стерилизации конечного продукта красителя в зависимости от времени, которое составляет от 20 до 60 секунд. При этом срок хранения концентрированного

красителя увеличивается в 2...3 раза. Полученные продукты относятся ко вторым и третьим готовым продуктам при комплексной переработки морковного сырья.

Известны факты воздействия излучения с длиной волны 632,8 нм на клетки микроорганизмов и плесневых грибов, что также способствует процессу стерилизации готового продукта.

В целях получения порошкообразного красящего пигмента использовали концентрированные красители. Процесс сушки производили в гелиоконвективной сушильной установке при температуре 43,0÷45,0 °С в течение 2,5 часов. Температуру и продолжительность процесса сушки определяли экспериментально.

Сушка конечного продукта при температуре менее 43,0 °С приводит к увеличению продолжительности данного процесса. При этом повышение температуры сушки более 45,0 °С в течение 150...180 минут приводит к изменению цветности готового порошкообразного красителя. Получение краситель упаковали во влагонепроницаемые пакеты массой 100 гр.

В процессе комплексной переработки моркови массовая доля выжимок составляет 60,0...65,0%. В составе выжимок до 20,0 % не связанных молекул воды. В целях снижения их массы в объёме полуфабриката производили осушение выжимок при помощи 4-х слойной марли. На поверхность марли тонким слоем (5,0...6,0 мм) наносили морковные выжимки. Выделившуюся воду собирали в специальные ёмкости. Частично осушенные выжимки стабилизировали ВРР концентрацией $2 \cdot 10^{-4}$ М. Количество стабилизатора установлено экспериментально по интенсивности спектра отражения морковных выжимок при длине волны 450 нм (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние дозировки водного раствора рибофлавина (ВРР) концентрацией $2 \cdot 10^{-4}$ М на относительную отражательную способность ($R_{отн}$) и продолжительность хранения порошка из морковных выжимок

Продолжительность хранения, час	Значение относительной отражательной способности ($R_{отн}$) порошка при длине волны $\lambda = 410$ нм с добавлением ВРР в количестве (в % к массе выжимок)			
	без добавки	2,0	5,0	8,0
Свежий полуготовый продукт	0,90	1,00	1,00	1,00
Через 1 час	0,80	1,00	1,00	1,00
10 часов	0,70	0,90	1,00	1,00
24 часа	0,60	0,80	0,98	0,98
36 часов	0,50	0,80	0,95	0,95
48 часов	0,40	0,70	0,92	0,92
72 часа	0,30	0,60	0,80	0,90

Далее выжимки сушили на гелиоконвективной установке до концентрации сухого вещества 92,0...95,0 % в течение 90...110 минут. Целевой продукт упаковывали в вакуум пакеты массой 1,0 кг.

Из данных таблицы 3.5 следует, что добавление водного раствора в объёме 5,0...8,0 % достаточно для стабилизации и получения пищевого порошка из морковных выжимок.

На основе приведенных исследований были разработаны основные стадии технологического процесса комплексной переработки морковного сырья и произведён сопоставительный анализ предлагаемой технологии с наиболее близкими способами других авторов [6-25].

Последовательность технологического процесса комплексной переработки моркови:

1. Сортировка и очистка корнеплодов моркови.
2. Нарезка сырья.
3. Получение сока с мякотью.
4. Стабилизация сока.
5. Загрузка сока в цилиндр фазоразделителя.
6. Нагревания сока до температуры 65,0...68,0 °С в течение 15 минут.
7. Охлаждения сока с мякотью до температуры 3,0...5,0 °С в течение 35...40 минут.
8. Фракционирование.
9. ИК- гаустирование и упаковка прозрачного сока.
10. Выделение концентрирование красителя с концентрации сухого вещества 65,0...70,0%.
11. Упаковка концентрированного красителя в стеклянные банки с последующим проведением ИК-гаустирования.

12. Сушка выжимок в конвективной гелиосушильной установке при температуре 43,0...45,0 °С в течение 2,5 часов.

13. Вакуумная упаковка продукта во влагонепроницаемые пакетики массой 100 гр.

Последовательность технологического процесса получения пищевого порошка из морковных выжимок:

14. Удаление несвязанной воды.

15. Стабилизация.

16. Сушка выжимок при температуре 43,0...45,0 °С до содержания сухого вещества 92,0%

17. Упаковка конечного продукта во влагонепроницаемые пакеты массой 1,0 кг.

Удаление повреждений и зелёная часть моркови осуществляются в ванне (1) для приёма сырья с дальнейшей транспортировкой (2), промываются горячей водой в ванне (3). При помощи подъёмника “Гусиная шея” сырьё подаётся в бункер (4) соковыжимальной машины (5), полуфабрикат сока и выжимки подаются в бункер (6), в бункере находится сетка при помощи которой отделяется сок от выжимки. Морковная выжимка при помощи подъёмника через норию 7 передаётся в транспортер “Гусиная шея” (8) и отправляется в шнековый аппарат (9), в шнековый аппарат также вводится стабилизатор в виде водного раствора рибофлавина С=2-10-4 М объёма сока 5-8 %. Стабилизированные выжимки передаются в гелиосушильную установку (10) для сушки. Высушенная выжимка отправляется в измельчитель (11). Сушённые выжимки упаковываются упаковочной машиной (12). Стабилизированный сок передается в шнековый аппарат (13), с дальнейшей загрузкой полуфабриката в цилиндрическую ёмкость фазоразделителя (14) и нагревается до температуры 65-68 °С в течение 15 минут. Далее сок охлаждается до температуры 3-8 °С. Процесс охлаждения приводит к коагулированию белков и ассоциированных моносахаридов с фиксированными на них каротиноидов.

Технологическая линия комплексной переработки моркови с получением концентрированных и порошкообразных продуктов приведена на рисунке 5.

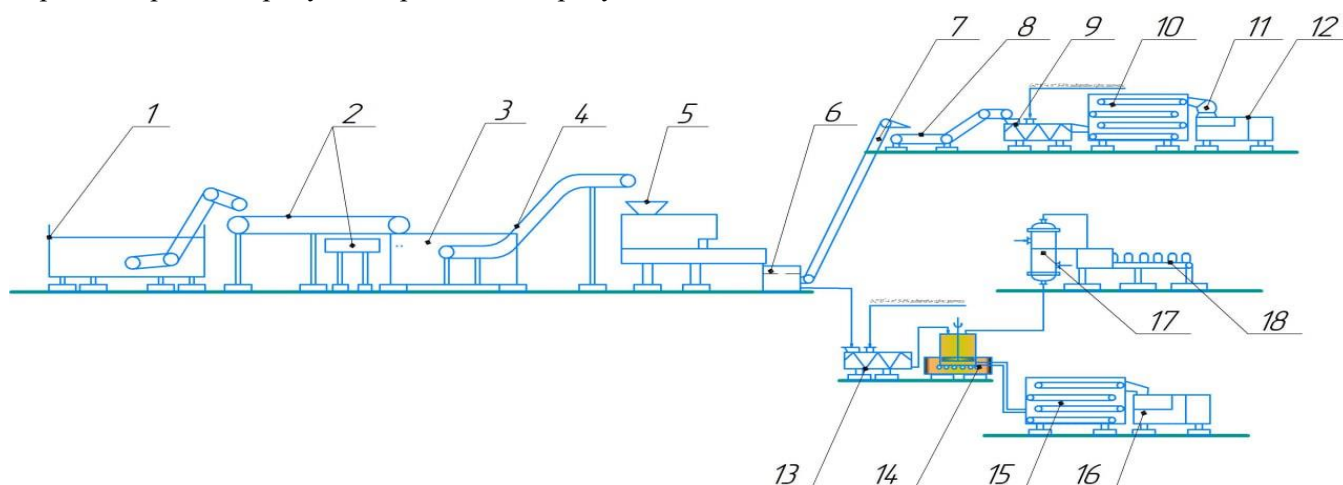


Рисунок 5. Технологическая линия комплексной переработки моркови с получением концентрированных и порошкообразных продуктов

1. Ванна для приёмки моркови. 2. Транспортёр. 3. Моечная машина 4,8. Транспортёр “Гусиная шея”. 5. Соковыжимальная машина. 6. Бункер. 7. Нория. 9,13. Шнековый аппарат. 10,15. Гелиосушильная установка, 11. Измельчитель. 12,16. Упаковочная машина. 14. Устройство разделения фаз. 17. Аппарат для стерилизации 18. Оборудование для упаковки соков

Разделение фаз с выделением концентрата каротиноидов осуществляется следующим образом. После охлаждения полуфабриката в ёмкость вводили горизонтальную мелкоячеистую сетку. Далее проводилось медленное вдавливание сетки вниз в цилиндрическую емкость, достигая прозрачной надсеточной жидкости. В случае не достижения прозрачности надсеточной жидкости, сетка поднимается до верхней границы цилиндрической ёмкости и повторно опускается до границы разделения фаз. Этот процесс может повторяться несколько раз, до образования прозрачности надсеточной жидкости. Образовавшаяся прозрачная жидкость сифонируется и консервируется ИК гаустированием. Выход сока составляет 35-40% от первоначальной массы моркови.

На дне емкости осаждают концентрат каротиноидов. Концентрация сухого вещества 65-70% масс. Количество влажного коагулята, содержащего белок с фиксированием каротиноида, составляет 5-6 кг полученного из 40кг моркови.

Концентрированный сок направляется в гелио-сушильную установку (15), где концентрация сухого вещества добавляет до 85-92 % масс. В результате технологического процесса получен порошкообразный краситель, а также порошкообразный морковный порошок и корм для животных, которые отправляются в упаковочную машину(16) для упаковки во влагонепроницаемые пакеты объемом от 200 гр. до 20 кг. В фазе разделителя коагулированные белки с фиксированными на них каротиноидами, осаждаются в нижней части цилиндрической ёмкости, а сверху образуется прозрачный сок с концентрацией сухого вещества 5-8 %. Далее прозрачный сок консервируется ИК-гаустированием и закатывается в 1-3 литровых банках(18). В результате технологического процесса комплексной переработки моркови выделено 4 готовых продуктов: 1) Корм. 2) Пищевой порошок.3) Пищевой краситель. 4) Прозрачный сок

Схема комплексной переработки моркови приведена на рисунке 6.

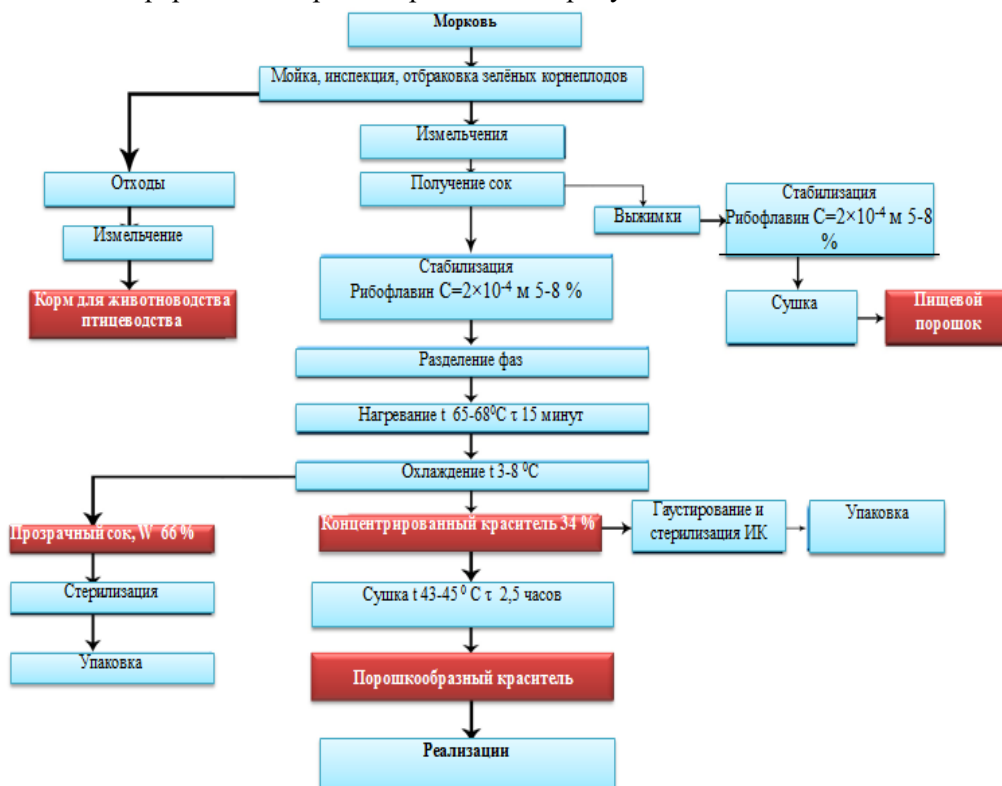


Рисунок 6 - Технологическая схема процесса комплексной переработки морковного сырья с получением концентрированного красителя и порошкообразного продукта

Сопоставительный анализ основных этапов предлагаемого технологического процесса получения красителей из морковного сока с технологией, разработанной в АН Киргизии. Б. Токтосуновой и З. Ашубаевой (патент №1613462.Способполучения пищевого красителя из моркови), приведён в таблице 3.

Таблица 3.

Сопоставительный анализ основных этапов предлагаемого технологического процесса получения красителей из морковного сока с технологией, описанной в патенте №1613462 (прототип)

№ п/п	Основные этапы технологического процесса (опыт)	№ п/п	Основные этапы технологического процесса образца сравнения (прототип)
1	Сортировка и очистка корнеплодов моркови	1	Сортировка и очистка корнеплодов моркови
2	Измельчение сырья	2	Измельчение сырья
3	Получения сока с мякотью	3	Получения сока с мякотью
4	Стабилизация сока БРР	4	Стабилизация сока органическими кислотами
5	Загрузка сока в цилиндр фазоразделителя	5	
6	Нагревания сока до температуры 65,0...68,0 °C в течение 15 мин.	6	
7	Охлаждения сока с мякотью до температуры 3,0...5,0 °C в течение 35...40 мин.	7	
8	Фракционирование	8	

9	ИК гаустирование и упаковка прозрачного сока	9	
10	Выделение концентрирование красителя с концентрации СВ65,0...70,0%	10	
11	Упаковка красителя с последующим ИК гаустированием.	11	
12	Сушка выжимок в конвективной гелиосушильной установке при температуре 43,0...45,0 °С в течение 2,5 часов.	12	Сушка тепловым нагреванием температурой 80°С с дальнейшим пастеризацией в течение 7 мин.
13	Вакуумная упаковка продукта во влагонепроницаемые пакетики массой 100 гр.	13	Упаковка в виде капсулы

Как видно из таблицы 3.6 последовательность технологического режима разработанным диссертантом совпадают пункты 1÷7; 10; 15, несовпадающим являются пункты 11, 16÷18. К отсутствующим пунктами относятся: 8;9;12÷14; 19÷24.

Следует отметить, что разработанный нами продукт рекомендовано использовать в качестве антиоксиданта.

В таблице 6 (пункты 12, 13) приведены результаты сопоставительного анализа предлагаемого технологического процесса получения порошкообразного красителя с технологией, разработанной Б. Болотовым в соавторстве. При этом рекомендуется использовать порошкообразный пигмент в виде концентрата для эмульсии типа суспензии [5].

Сравнительный анализ выхода целевого продукта, полученного стандартным и предлагаемым способом, показал, что в опытном красителе, полученном из корнеплодов моркови, на 18,0...20,0% больше сухого вещества и в среднем на 15,7% больше каротиноидов по сравнению с красителем, полученным по традиционной технологии. Помимо этого, полученный концентрат не имел специфического запаха моркови и обладал более ярким насыщенным цветом. Срок хранения концентрата каротиноидов, полученного по традиционной технологии составляет 168, а предлагаемым способом – до 180 суток.

На основе полученных результатов нами разработаны следующие способы стабилизации и сохранения пищевых красителей:

стерилизация пищевых красителей при ИК- облучении. Происходит в течение 50...60 сек при падении лучей под углом 60град. и энергии около 227 Дж/см²;

стерилизация флавоноидов происходит при облучении лазерным лучом с длиной волны излучения 632,8 нм. Срок хранения также увеличивается от 8 до 50 часов;

стерилизация красителей комбинированным способом (ИК и лазерными лучами). Показано, что спектрально-оптические характеристики и органолептические свойства красителей при дальнейшем хранении их при температуре -5...-10°С без доступа кислорода остаются неизменными в течение 12...18 месяцев.

Таким образом, разработанные способы получения красителей из корнеплодов моркови позволяют получить концентрированные жидкие и порошкообразные пищевые красителя, а также порошкообразный полуфабрикат из обесцвеченных выжимок, богатый нерастворимыми растительными волокнами, макро- и микроэлементами и другими биологически активными веществами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Астанов С.Х. Пищевые красители (способы получения и стабилизации)/ С.Х. Астанов, Р.Х. Шамсиев, А.Р. Файзуллаев. – Ташкент: Изд-во «Фан технология», 2014. - 212 с.

2. Файзуллаев А.Р. Жирорастворимый пищевой краситель для пищевой промышленности/ А.Р. Файзуллаев, С.Х. Астанов// Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., в 2-х т.. – Могилев: МГУП, 2020. – Т.1– С.421.

3. Файзуллаев А.Р. Ресурсосберегающая технология переработки моркови с получением натурального красителя/ А.Р.Файзуллаев, С.Х.Астанов // Научно – технический журнал «Развитие науки и технологий. – Бухара: Изд-во «Sharq - Vuxoro». - 2016. - №3. - С. 120-126.

4. Файзуллаев А.Р. Технология получения порошкообразного полуфабриката из моркови/ А.Р. Файзуллаев, С.Х. Астанов, А.Р. Муминов// Материалы VI-ой Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико – биологических воззрений». – Воронеж, 2017. – С.803-805.

5. Болотов Б.М. Основные физико-химические свойства гидрофилизированных каротиноидных красителей растительного сырья России/ Б.М. Болотов, Е.В. Комарова//Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. - №4. – С.26-28.

6. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых производств. –М.: Пищевая промышленность, 1973.-528 с.
7. Семенов Г.В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко /Г.В. Семенов, Г.И.Касьянов. - Ростов н/Д: Издательский центр "МарТ", 2012. - 112 с.
8. Атаназевич В.И. Сушка пищевых продуктов /В.И. Атаназевич. - М.: ДеЛи, 2010. - 295 с.
9. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования экспериментов. - М.: ДеЛи принт. 2005. –296 с.
10. Алтухов, И. В. Экспериментальная ИК-установка для сушки плодов и овощей / И. В. Алтухов, В. Д. Очиров, В. А. Федотов // Вестник ИргСХА. – 2017. – № 81/2. – С. 90–96.
11. Афонькина, В. А. Инфракрасная сушка термолабильного растительного сырья на примере зеленых культур: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Афонькина Валентина Александровна. – Челябинск, 2014. – 158 с
12. Гинзбург А.С., Савина И.М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов.-М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982.-280 с.
13. Джурраев Х.Ф., Артиков А.А., Додаев К.О., Хикматов Д.Н., Сафаров О.Ф., Мехмонов И.И. Интенсификация процесса тепло- и массообмена при комплексной переработке сельхозпродуктов.// Ж. Хранение и переработка сельхозсырья.-2003.№11.-С47.
14. Shukhrat Rasulov, Askar Artikov, Kamiljan Abidov and Khayrullo Djuraev. Development of the installation and experimental research of the patterns of change in influencing factors in the process of tomato drying // IV international conference on applied physics, information technologies and engineering apitech-IV 2022 participated in the IV International Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering (Apitech-IV 2022) on October 6-8, 2022 |Bukhara, Uzbekistan. Journal of Physics: Conference Series. 1-8 p.
15. Shukhrat Rasulov, Khayrullo Djuraev, Kamildjan Abidov, Akhtam Usmanov and Amirulla Fayziev. Experimental research of the low-temperature drying process of tomato // IV international conference on applied physics, information technologies and engineering apitech-iv 2022 participated in the IV International Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering (Apitech-IV 2022) on October 6-8, 2022 |Bukhara, Uzbekistan. Journal of Physics: Conference Series. 1-7p.
16. Uvayzov S.K., Rasulov Sh.X., Mizomov M.S., Fayziyev A.X. Mathematical description of the process of heat and mass exchange during drying // Xorazm ma'mun akademiyasi axborotnomasi –8-1/2023 XIVA-2023 147-153 b.
17. Расулов Ш.Х., Джурраев Х.Ф., Увайзов С.К., Мизомов М.С., Файзиев А.Х. Разработка оптимального механизма перемещения тепло-и массоперенос в процессе сушки // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института 2023. Том 27. №5. С 118-125.
18. Джурраев Х.Ф., Расулов Ш.Х., Абидов К.З., Усмонов А. Энергосберегающая технология сушки томатного сырья универсум.ком Универсум технические науки № 9 (102) сентябрь 2022г. Част 3 Москва 2022. 15-18 с.
19. Rasulov Sh.X., Djuraev Kh.F., Adizova M.R. Fundamentals of Kinetiks of Tomato Drying Process // Eurasian Research Bulletin In volume 6 of March, 2022 IMPACT FACTOR: 8.105 p 26-30 Genius Journals Publishing, Group, Brussels Belgium.
20. Artikov A., Djuraev Kh.F., Masharipova Z.A., B.N. Razhabov. Systems thinking, analysis and finding optimal solutions on examples of engineering technology. (Bukhara: Durdona Publishing House), 2020. P.184.
21. Левинский, В.Н. Обоснование технологии и параметров установки инфракрасной сушки высоковлажного сырья на примере томата.: дис. ... канд. т. -х. наук: 05.20.02 / Левинский Василий Николаевич. – Троицк, 2021. – 24 с.
22. Завалий А.А. Разработка и тепловое моделирование устройств инфракрасной сушки термолабильных материалов // А. А. Завалий, Ю. Ф. Снежкин – Симферополь: Ариал, 2016. - 263 с
23. Джурраев Х.Ф. Научные основы инфракрасно-конвективной сушки плодов сельскохозяйственных культур. Ташкент: Фан, 2005. – 107 с.
24. Джурраев Х.Ф., Артиков А.А., Чориев А.Ж. О распределении влаги при сушке пластинчатых, коллоидно – капиллярно – пористых изделий на примере тонко нарезанной дыни // Ж. «Хранение и переработка сельхозсырья», М.: 2002.№7 -С.13-14.
25. Джурраев Х.Ф. Закономерность переноса влаги в процессе сушки плодовых культур // Ж. «Вестник ТашГТУ». 2004. № 1 – С. 174-178.

MAYONEZ TAYYORLASHDA MAHALLIY XOM ASHYOLARNG O'RNI VA AHAMIYATI

Jumayev Tolibjon Ganjiyevich,

Buxoro davlat universiteti. Biotexnologiya va oziq-ovqat xavfsizligi kafedirasi o'qituvchisi
t.g.jumayev@buxdu.uz

Ro'ziyeva Zulxumor Alloqul qizi,

Buxoro davlat universiteti Biotexnologiya va oziq-ovqat xavfsizligi kafedirasi o'qituvchisi
z.a.ruziyeva@buxdu.uz

Yarmuhammedov Jasur Mansurovich,

Buxoro davlat universiteti Biotexnologiya va oziq-ovqat xavfsizligi kafedirasi o'qituvchisi
j.m.yarmuhammedov@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada mayonez tayyorlashda mahalliy xom ashyolarni miqdori, ishlatilish holati haqida tavsifalar berilgan. Bunda zaytun, dafna, rayhon, ro'zmarinalarning hidi, reyhan va bibariyalar hamda xuddi shu nomdagi aromatik o'tlardan ajratilgan tabiiy efir moylarining o'rni katta. Shu bilan birga, efir moyining asosi 5-6 achchiq va aromatik efir moylaridan tashkil topgan "Guldasta" ning yadrosi bo'lib xizmat qildi. Xushbo'y moylar bilan bir qatorda, an'anaviy yog'lar yordamida mayonezlar tayyorlangan. Tam beruvchi hid beruvchi moddalardan mayonez ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish bilan bog'liq ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: Mayonez, Zaytun hidi, Dafna hidi, Ro'zmarina hidi, Tuxum sarig'i, Butun tuxum, biologik oziq, oziq-ovqat qo'shimchalar.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ В ПРИГОТОВЛЕНИИ МАЙОНЕЗА

Аннотация. Целью данной статьи является запах оливок с запахом лавра, запах базилика, запах розмарина, базилика и розмарина. Содержит натуральные эфирные масла, извлеченные из одноименных ароматических трав. При этом основой «Букета» послужила эфирно-масляная основа, состоящая из 5-6 пряно-ароматических эфирных масел. Помимо ароматических масел, майонезы изготавливают с использованием традиционных масел. Совершенствование технологии производства майонеза из вкусоароматических веществ.

Ключевые слова: Майонез, Оливковое масло, Масло бей, Масло розмарина, Яичный желток, Целое яйцо, Биологический корм, пищевые добавки.

THE ROLE AND IMPORTANCE OF LOCAL RAW MATERIALS IN MAKING MAYONNAISE

Abstract. The purpose of this article is the smell of olives with the smell of laurel, the smell of basil, the smell of rosemary, basil and rosemary. Contains natural essential oils extracted from aromatic herbs of the same name. At the same time, the essential oil base served as the core of "Bouquet" consisting of 5-6 spicy and aromatic essential oils. Along with aromatic oils, mayonnaises are made using traditional oils. Improvement of mayonnaise production technology from flavoring substances.

Key words: Mayonnaise, Olive oil, Bay oil, Rosemary oil, Egg yolk, Whole egg, biological feed, food additives.

Kirish. Dunyoda mayonez ishlab chiqarish sifatini oshirish va xom ashyo bazasini kengaytirish, yangi turdagi ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalaridan foydalangan holda ularni ishlab chiqarish texnologiyasini modernizatsiyalash bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Mayonez ishlab chiqarishda o'simlik moylari va oziq-ovqat qo'shimchalarining ahamiyatini aniqlashga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Bugungi kunda dunyoda umumiy ovqatlanishda ziravor sifatida qo'llaniladigan mayonezning sifatini yaxshilash maqsadida ishlab chiqarishning ilmiy bazasini yaratish bo'yicha quyidagi ilmiy yechimlarni asoslash zarur: mayonezning muayyan fizik-kimyoviy xossalari, kimyoviy tarkibi, sifati va biologik qiymatini aniqlash; o'simlik moylarini, Shuningdek, ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalarini keng qo'llash usullarini ishlab chiqish; mayonezning oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashga ta'sir qiluvchi jarayonlarni aniqlash.

Respublikamizda mahalliy o'simlik moylari, shuningdek, ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalaridan foydalangan holda yangi turdagi mayonez ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy-amaliy natijalarga erishildi. Respublikani yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasida tarmoq oldida turgan vazifalar qatorida "Yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xom ashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatidan yangi bosqichga o'tkazish orqali sanoatni yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish" vazifasi belgilangan. Shu sababli, xususan, an'anaviy va noan'anaviy o'simlik moylari, shuningdek, ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalari asosida jahon bozori talablariga javob beradigan mayonez ishlab chiqarishni takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar tahlili. O'simlik moylari va ta'm beruvchi moddalar asosida mayonez ishlab chiqarish texnologiyasi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar N.S.Arutyunyan, E.P.Kornena, O.S.Voskanyan, L.F.Pavlotskaya, V.X. Paronyan, B.N. Tyutyunnikov, I.M. Tovbin, N.L. Melamud, R.L. Perkel, A.A. Shmidt, A.G. Sergeev, A.V. Stetsenko, K.X. Majidov, M.N. Raximov kabi olimlar tomonidan olib borilgan.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida ular tomonidan mayonez ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish, sifati va oziq-ovqat xavfsizligini oshirish, shuningdek, kungaboqar, soya va boshqa keng turdagi o'simlik moylari asosida mayonezning yangi turlarini ishlab chiqishga erishildi, bu maqsadlar uchun xom ashyo sifatida ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalardan, shu jumladan, umumma'lum boyituvchilar va qo'shimchalardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

Ta'kidlash joizki, paxta moyi va ularni qayta ishlash mahsulotlari asosida mayonez ishlab chiqarishni jadallashtirish maqsadida mahalliy xom ashyo, ya'ni an'anaviy o'simlik moylaridan foydalanish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati an'anaviy va noan'anaviy o'simlik moylari, shuningdek, ta'm beruvchi moddalar va oziq-ovqat qo'shimchalari asosida mayonezlar assortimentini kengaytirish, sifatini oshirish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashdan iborat.

Yuqori sifatli mayonez ishlab chiqarishning eng muhim shartlaridan biri xomashyo va ular asosidagi mahsulotlarning xossalari bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib borishdir. Mayonez xususiyatlarining umumiyligi va isteg'moli, uning muayyan ehtiyojlarni qondirish qobiliyatini belgilaydi, bu ishlab chiqishni maqsadiga muvofiq shakllantirish, ya'ni sifati, mayonezning 9 ko'rsatkichi, asosan, miqdoriy baholash bilan tavsiflanadi.

Sanoat mayonez mahsulotlarining biologik ozuqaviy qiymati uning ozuqaviy tarkibi bilan belgilanadi, ya'ni oqsillar, yog'lar, uglevodlar, minerallar, vitaminlar, shuningdek, fizik-kimyoviy va organoletik xususiyatlari inobatga olinadi.

O'simlik yog'lari nafaqat biologik faol moddalar, shu jumladan, vitaminlar eriydigan muhit, balki ularning o'zi ham bu moddalarning so'rilish darajasiga va biologik ta'sir samaradorligiga ta'sir qiladi.

Asosiy va qo'shimcha xom ashyoning tavsifi

Mayonez retsepturalarini ishlab chiqishda yog'li asos sifatida an'anaviy o'simlik moylari: kungaboqar, soya, makkajo'xori moylari ishlatildi. Ushbu moylarning fizik-kimyoviy xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan. Rafinatsiyalangan noan'anaviy o'simlik moylarining fizik-kimyoviy tavsifi 2-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Rafinatsiyalangan o'simlik moylarining fizik-kimyoviy xususiyatlari

Ko'rsatkichlar	Kungaboqar moyi	Soya moyi	Makkajo'xori moyi
Fosfolipidlar miqdori, %	0,08	0,09	0,09
Kislota soni, mg·KON/g	0,29	0,30	0,29
Ranglilik, mg. % J2	6	7	6
Mumsimon moddalarning miqdori, %	0,001	0,002	0,001
Tokoferollar qoldiq miqdori, mg. %	70,0	74,0	150,0
Metallarning qoldiq miqdori, mg/kg:			
- temir	0,21	0,189	0,101
- nikel	0,020	0,015	0,01
- mis	0,013	0,003	0,002
Dezodoratsiyalangan moyning organoletik bahosi, ball	8	8	8

2-jadval.

Rafinatsiyalangan noan'anaviy o'simlik moylarining fizik-kimyoviy tavsifi

EXACT AND NATURAL SCIENCES

Ko'rsatkichlar	Rafinatsiyalangan o'simlik moylari				
	Xantal	Kunjut	Bodom	Zaytun	Soya
Lipidlar yig'indisi	99,80	99,90	99,90	99,80	99,90
Triglitsridlar	98,30	99,30	99,30	99,00	99,20
Fosfolipidlar	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002
β -Sitosterinlar	0,30	0,40	0,10	0,10	0,30
Yog' kislotalari (yig'indisi)	94,90	94,70	95,30	94,70	94,90
To'yingan,	3,90	14,20	10,10	15,75	13,90
Shu jumladan:					
S _{6:0} (kapron)	0	0	0	0	0
S _{8:0} (kapril)	0	0	0	0	0
S _{10:0} (kaprin)	0	0	0,10	0	0
S _{12:0} (laurin)	0	0	izlar	0	0
S _{14:0} (miristin)	izlar	0	izlar	0	izlar
S _{16:0} (palmitin)	2,60	8,90	8,50	12,90	10,30
S _{18:0} (stearin)	1,30	4,90	1,50	2,50	3,50
S _{20:0} (araxin)	0	0,30	0	0,85	0
S _{22:0} (begen)	izlar	izlar	0	0	izlar
S _{24:0} (lignotserin)	0	izlar	0	0	0
Monoto'yingan, shu jumladan:	67,60	40,20	54,60	66,90	19,80
S _{16:1} (palmitolein)	sl.	0,20	0,90	1,55	0
S _{18:1} (olein)	22,40	39,90	53,70	64,90	19,80
Polito'ymagan, shu jumladan:	23,40	40,30	30,40	12,10	61,20
S _{18:2} (linol)	17,80	40,30	30,30	12,00	50,90
S _{18:3} (linolen)	5,60	izlar	0,10	izlar	10,30

Mazkur moylar moyda eriydigan har xil turdagi aromatik moddalar bilan boyitilgan [5-6 adabiyotlar].

O'simlik moylari tarkibiga aromatizatorlar 0,15-0,35 kg/t miqdorida kiritilgan.

Aromatizatorlar qo'shilgan dezodoratsiyalangan moyning komponent tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, aromatizatorning oz miqdori ham dezodoratsiyalangan moyning organoleptik xususiyatlariga (hidiga) ta'sir qiladi.

3-jadval.

Aromatizator qo'shilgan dezodoratsiyalangan moylar assortimenti

Aromatizator turi	Moy turi, qo'shimcha miqdori, kg/t	
	Rafinatsiyalangan dezodoratsiyalangan, aromatizator qo'shilgan	Salatbop dezodoratsiyalangan, aromatizator qo'shilgan
Zaytun hidli	0,15–0,35	0,15–0,35
Dafna hidli	0,05–0,10	0,05–0,10
Rayhon hidli	0,15–0,30	0,15–0,30
Rozmarin hidli	0,15–0,30	0,15–0,30

Ishlatilgan ziravorlarning – zaytun, dafna, rayhon va rozmarin o'ziga xos xushbo'ylikka ega aromatizatorlar guruhi xuddi shu nomdagi o'tkir-aromatik o'tlardan olingan tabiiy efir moylarini saqlaydi. Bunda efir moyining asosi 5-6 ta o'tkir-aromatik efir moylaridan tashkil topgan buketning asosi bo'lib xizmat qildi.

Aromatizator moylar bilan bir qatorda, an'anaviy moylar yordamida mayonezlar tayyorlangan.

Tozalangan va dezodoratsiyalangan paxta moyining sifat va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari 4-6-jadvallarda keltirilgan.[1-2]

Dezodoratsiyalangan paxta moyining xususiyatlari

Fizik–kimyoviy sifat ko'rsatkichlari				Yog' kislota tarkibi (S), %		
Yod soni, % J ₂	Ranglilik, qizil birlik	Kislota soni, mg·KON/g	Yorug'lik sinish ko'effitsienti, n _D	16:0+18:0	18:1	18:2
110-112	4–6	0,07–0,17	1,4572–1,4578	27,0–31,0	14,9–19,8	55,1–56,0

5-jadval.

Paxta moyining kimyoviy tarkibi (%) va energiya qiymati

Suv	0,1
Oqsillar	0
Yog'lar	99,9
Uglevodlar	0
Kul	izlar
Energiya qiymati, kkal	899

6-jadval.

Rafinatsiyalangan paxta moyining vitaminlari va sterollari

β –karotin, mg / %	Izlar
Vitamin E, mg / %	99
Shu jumladan:	
α – tokoferol	30
β \square γ – tokoferol	47
γ – tokoferol	2
Sterollar, mg	0,24
Shu jumladan:	
xolesterol	sl.
trassikasterol	sl.
kampesterol	0,01
stigmasterol	sl.
β –sitosterol	0,22
γ –stigmasterol	sl.

4-6 jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, tadqiqotlarda fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari va yog' kislota tarkibi har xil bo'lgan paxta moyi ishlatilgan. Paxta moyi ma'lum kimyoviy tarkibi va moyda eriydigan vitaminlarning tarkibi bilan ajralib turadi, bu esa undan tayyorlangan mahsulotlarning sifati va ozuqaviy qiymatini ta'minlash uchun muhimdir.

Paxta moyi triatsilglitserillarining tarkibi shuni ko'rsatadiki (7-jadval), polito'yinmagan (olein, linolen) kislotalarning yuqori miqdori (61,4-79,9%). Ushbu moyning mayonez ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida yuqori ozuqaviy qiymatini (afzalligini) ta'minlashga imkon beradi [3-4].

7-jadval.

Oziq-ovqat qo'shimchalari bilan aromatizatsiyalangan paxta moyining yog' kislota tarkibi

Yog' kislota, C	Massa ulushi, %
14:0	0,5–1,0
16:0	21,4–26,4
16:1	1,6 gacha
18:0	2,1–3,3

EXACT AND NATURAL SCIENCES

18:1	14,7–21,7
18:2	46,7–58,2
18:3	0,4 gacha
20:0	0,2–0,5
20:1	0,1 gacha
22:0	0,6 gacha
22:1	0,3 gacha
24:0	0,1 gacha

Emulsiyalovchi xom ashyo sifatida tuxumni qayta ishlash mahsulotlari ishlatilgan.

Letsitin tuxum sarig'idagi asosiy emulsifikatsiya qiluvchi vosita bo'lib hisoblanadi. Retseptura tarkibidagi sarig'i, emulsiyalash ta'siridan tashqari, mahsulotning ta'mi va rangiga ham ta'sir qiladi.

Mayonez xorijiy ishlab chiqaruvchilari tomonidan emulgator sifatida ishlatiladigan tuxum mahsulotlari juda xilma-xildir. Bularga yangi butun tuxumlar, yangi sarig'lar, muzlatilgan yangi butun tuxum va sarig'lari, tuzlangan pasterizatsiyalangan suyuq sarig'lar va boshqalar kiradi. Mahsulot tarkibida kamida 1,35% tuxum sarig'i qattiq moddalari (QM) bo'lishi kerak. Hisoblash sarig'i tuxum massasining 36% ni tashkil etishi va QM ning 51% ni tashkil etishiga asoslanadi. Har xil tuxumli mahsulotlardan foydalanganda mayonezdagi ushbu emulgatorning tarkibi 8-jadvalda ko'rsatilgan.

8-jadval.

Tuxum mahsulotlarining tavsiya etilgan massa ulushi, %

Tuxum mahsuloti	Sariqning quruq moddalari	Mayonezdagi tuxum mahsuloti
Tuxum kukuni	34,0	4,00
Sariq kukuni	95,0	1,42
Tuzli pasterizatsiyalangan suyuqlik	46,0	2,20
Suyuq butun tuxum	18,5	7,30
Muzlatilgan sarig'i	42,0	3,20

Retsepturalardagi tuxum kukunining hisoblangan massa ulushi yaxshiroq ta'sirga erishish uchun, shuningdek, xom ashyoni qayta ishlash jarayonida qisman oqsil denaturatsiyasi sodir bo'lishi sababli oshirildi.

ADABIYOTLAR:

1. Bozorov D.H., Yuldashev N., Imomuddinov A., Maxmudov K.Y. *Sifatni shakllantirishda o'simlik xom ashyosidan qo'shimchalarning o'rni va ahamiyati mahsulotlar // talabalarining IX xalqaro ilmiy konferensiyasi va aspirantlar "oziq-ovqat ishlab chiqarish texnikasi va texnologiyasi", mogilev, 2014 yil, 80-bet.*

2. Bozorov D.X., Bobomurodov D.N., Xujaqulova D.J. *Yangi turlarbiologik jihatdan qiziqtirgan yog'larga asoslangan mayonezlar faol qo'shimchalar // xalqaro simpozium materiallari "mikroorganizmlar va biosfera" mikrobios-2015, Toshkent. 121-122-betlar.*

3. Majidov Q.H., Bozorov D.X. *Biologik usulda foydalaning mayonez ishlab chiqarish texnologiyasida faol qo'shimchalar // materiallar "mikroorganizmlar va biosfera" xalqaro simpoziumi mi Crobios-2015 yil, Toshkent. 122-123-betlar.*

4. Kazakboeva N., Majidov Q.H., Bozorov D.X. *Bug'doyning qiymati ovqatlanish va oziq-ovqat ishlab chiqarishda kepek // to'plam "Texnologiyalar" xalqaro ilmiyamaliy konferensiyasi oziq-ovqat ishlab chiqarish va tovarlar yekspertizasi "Kursk, 2015. 37-bet.*

5. Raximov M.N. *i dr. Optimizatsiya fiziko-ximicheskix svoystv margarinovoy emulsii i produktov na yee osnove // Jurnal «Ximiya Iximicheskaya texnologiya», Tashkent, 2017.*

6. Raximov M.N., Amirsaidov T.Ye., Majidov K.X., Ibragimov E.X. *Vliyaniye pishevix dobavok na kachestvo margarinovoy produkcii // Sbornik trudov respublikanskoy nauchno-texnicheskoy konferensii "Sovremennie texnologii pererabotki mestnogo sirya i produktov". Tashkent, 2008.*

7. Majidov Qahramon Halimovich. *Jumayev Tolibjon Ganjiyevich, Razzoqov Zavqiddin Zohit o'g'li. "Mayonez tayyorlashda mahaliy xom-ashyolarning tasnifi". Integratsiyalashgan ta'lim va tadqiqotlar jurnali.*

BUG'DOY KEPAGI TARKIBIDAGI VITAMINLAR, OQSILLAR, LIPIDLAR VA UGLEVODLARNING OZIQU-OVQAT MAHSULOTLARI TARKIBIDAGI AHAMIYATI

*Umurkulova Feruza Suvonkulovna,
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Shahrisabz filiali katta o'qituvchisi
feruzamirkulova5gmail.com.*

Annotatsiya. Bug'doy kepagining yana bir afzalligi shundaki, u xun tolasiga boy. Xun tolasini tanangizga muntazam va sog'lom ichak harakatini saqlashga yordam beradi. Bundan tashqari, tolaga boy parhez qondagi xolesterin darajasini tartibga solishga yordam beradi. Bug'doy kepagining eng yaxshi afzalliklaridan biri shundaki, u juda ko'p muhim vitaminlarni o'z ichiga oladi. Ulardan ba'zilari folat, tiamin va B6 kabi B vitaminlari. tanangizga uglevodlar va yog'larni tanangiz uchun energiyaga aylantirishga yordam beradi. Bug'doy kepagida E vitamini yuqori. Bu vitamin antioksidant bo'lib, organizmdagi yog'li moddalarni himoya qilishga yordam beradi. Ushbu moddalarning ba'zi misollari miya hujayralari, hujayra membranalari va xolesterindir. E vitamini ularni tanadagi erkin radikallar keltirib chiqaradigan zararlardan himoya qiladi. Bu zarar saraton va yurak kasalliklari kabi jiddiy kasalliklarga olib kelishi mumkin. Bug'doy kepagida xolesterinning so'rilishini kamaytiradigan fitosterollar mavjud. Ular xolesteringa o'xshash shaklga ega bo'lganligi sababli, ular ichakdagi retseptorlarni yomon xolesterinni qabul qilishiga to'sqinlik qilishi mumkin. Bu yurak-qon tomir kasalliklari va yurak xuruji xavfini kamaytirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Bug'doy, kepak, rezavor, endosperm, Sink, marganes, fosfor va magniy, kkal, non, fosfolipid, sog'lom ovqat.

ЗНАЧЕНИЕ ВИТАМИНОВ, БЕЛКОВ, ЛИПИДОВ И УГЛЕВОДОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЯХ, В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация. Еще одним преимуществом пшеничных отрубей является то, что они богаты пищевыми волокнами. Пищевые волокна помогают вашему телу поддерживать регулярные и здоровые движения кишечника. Кроме того, диета, богатая клетчаткой, помогает регулировать уровень холестерина в крови. Одним из лучших преимуществ пшеничных отрубей является то, что они содержат много важных витаминов. Некоторые из них - витамины группы B, такие как фолиевая кислота, тиамин и B6. Витамины группы B помогают вашему организму преобразовывать углеводы и жиры в энергию для вашего тела. Пшеничные отруби богаты витамином E. Этот витамин является антиоксидантом, который помогает защитить жировые вещества в организме. Некоторыми примерами этих веществ являются клетки головного мозга, клеточные мембраны и холестерин. Витамин E защищает их от повреждений, вызванных свободными радикалами в организме. Это повреждение может привести к серьезным заболеваниям, таким как рак и сердечные заболевания. Пшеничные отруби содержат фитостеролы, которые снижают всасывание холестерина. Поскольку они имеют форму, аналогичную холестерину, они могут блокировать рецепторы в кишечнике, не позволяя им поглощать плохой холестерин. Это помогает снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний и сердечного приступа.

Ключевые слова: Пшеница, отруби, ягоды, эндосперм, цинк, марганец, фосфор и магний, ккал, хлеб, фосфолипиды, здоровое питание.

SIGNIFICANCE OF VITAMINS, PROTEINS, LIPIDS AND CARBOHYDRATES CONTAINED IN WHEAT BRAN IN FOOD PRODUCTS

Abstract. Another advantage of wheat bran is that it is rich in dietary fiber. Dietary fiber helps your body maintain regular and healthy bowel movements. In addition, a diet rich in fiber helps regulate blood cholesterol levels. One of the best benefits of wheat bran is that it contains many important vitamins. Some of these are B vitamins such as folate, thiamin and B6. B vitamins help your body convert carbohydrates and fats into energy for your body. Wheat bran is high in vitamin E. This vitamin is an antioxidant that helps protect the fatty substances in the body. Some examples of these substances are brain cells, cell membranes, and cholesterol. Vitamin E protects them from damage caused by free radicals in the body. This damage can lead to serious diseases such as cancer and heart disease. Wheat bran contains phytosterols that reduce cholesterol absorption. Because they have a

similar shape to cholesterol, they can block receptors in the gut from taking up bad cholesterol. It helps reduce the risk of cardiovascular disease and heart attack.

Key words: *Wheat, bran, berries, endosperm, zinc, manganese, phosphorus and magnesium, kcal, bread, phospholipid, healthy food.*

Kirish. Bug'doy kepagi gidrolizatini ishlab chiqarish texnologiyasini yaratmoqchimiz, yaratishda, eng avvalo, gidrolizat nima, bizlarga nima uchun kerak, bu gidrolizatdan nima maqsadga ishlatamiz? Shularga aniqlik kiritish maqsadida inavatsion loyihalar taklif etilayotgan mavzu doirasida ilgari bajarilmaganligi mamlakatimizda kosmetik, parfyumer va maishiy yuvuvchi vositalar ishlab chiqarish sanoati uchun qo'llaniladigan xomashyolar deyarli ishlab chiqarilmaydi, balki tayyor holda xorijdan sotib olinadi. Bu ilmiy ishimizning asosiy maqsadi Vatanim ravnaqi uchun kosmetik (shampun, suyuq sovun, dush uchun gel, qo'l, yuz, badan uchun kremlar, lab bo'yoqlari) mahsulotlarning asosiy xomashyosi hisoblanadigan bug'doy kepagi gidrolizati ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilib ishlab chiqarishga tavsiya qilishdan iborat. Gidrolizat tarkibida tabiiy aminokislotalar, vitaminlar (asosan V vitaminlar oilasi), yuqori yog' kislotalari, glyukoza, pektin, mikroelementlar va suvda eruvchan kletchatka kabi tabiiy biologik faol moddalar saqlaydi. Bu esa teri va sochni oziqlantiradi, sochni mustahkamlab to'kilishining oldini oladi va terini yumshatadi, teri hujayralarining tashqi ta'sirlarga bardoshlilikini ta'minlaydi. Tabiiy biologik faol moddalardan foydalanilganda inson organizmi tomonidan oson o'zlashtiriladi va ular sintetik kimyoviy yo'l bilan olingan mahsulotga nisbatan zararsizligi uchun ahamiyatli.

Ekologik toza mahsulotning ichki va tashqi bozorda sotilishini ham muammolarsiz yo'lga qo'yish mumkin, chunki tabiiy toza mahsulotning xorijda va ichki bozorda ham xaridorlari ko'p bo'ladi. Shunday qilib mamlakatimiz ichki bozori sifatli, arzon, mahalliy ishlab chiqarish mahsulotlari hisobiga boyitiladi. Tashqi bozorda bug'doy kepagi gidrolizatini xomashyo sifatida ham va tayyor mahsulot sifatida ham sotilishini amalga oshirish mumkin. Bug'doy kleykovina fermenti gidrolizatlarini ishlab chiqarish uchun yangi jarayon ishlab chiqildi va natijada olingan gidrolizatlar yeletroforetik va gidrolitik xususiyatlar uchun tahlil qilindi. Bir fermentli gidroliz bilan solishtirganda, ko'p fermentli ishlov berish atrof-muhit bosimida ham, 300 MPa ga ham gidrolizatlardagi yeletroforetik tasmalarning ulushini 5 kDa dan kamroq oshirishi aniqlandi. 300 MPa da ishlatiladigan fermentlar sonining ko'payishi natijasida jami eruvchan qattiq moddalarning tarkibi sezilarli darajada oshdi 89,75% ga nisbatan atrof-muhit bosimi gidrolizida aniqlangan 79,37%. Ushbu xususiyatlar yeruvchan azot va erkin aminokislotalarning tarkibi bilan birgalikda ushbu tadqiqotning yuqori bosimli fermentativ jarayoni gidroliz darajasi yuqori bo'lgan gidrolizat olishning samarali usuli yekanligini aniq ko'rsatdi.

Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology)

1-Tajriba

Bug'doy kepagi tajriba qilishdan oldin kukunsimon qattiq moddalarni fraksimon elakdan o'tkazib olinadi. Bunday elakdan o'tkazishdan maqsad shundan iboratki, bug'doy kepagini elakdan o'tkazilganlari razmeriga qarab tajribada sinab ko'rishdan iborat.

1-jadval.

Fraksimon razmeri	elakning	Elakdan o'tganlari	Elakdan o'tmaganlari	Kepakning og'irligi
2mm		+0,75g	-999,25g	1000g
1,8mm		+1,2g	-998,8g	1000g
1,7mm		+1,8g	-998,2g	1000g
1,6mm		+2,3g	-997,7g	1000g
1,5mm		+2,8g	-997,2g	1000g
1,25mm		+3,4g	-996,6g	1000g
1,2mm		+5,9g	-994,1g	1000g
1,1mm		+10,8g	-989,2g	1000g
1,01mm		+18,3g	-981,7g	1000g
1mm		+23,9g	-976,1g	1000g
0,25mm		+200g	-800g	1000g
0,1mm		+300g	-700g	1000g
0,025mm		+393g	-607g	1000g

1kg distillangan suvga +100 gramm kepak o'lchami (0,5mm) ni soldik. Kepak zarrachalari o'lchami 0,1 mm sitoden elakdan o'tkazilgan va bu aralashma termometr aralashmaga solib qo'yilgan holda 80 0C ga yetganicha qizdirib qaynatiladi, meshalka yordamida aralashtirib turiladi. 80Cga yetganidan so'ng 30 minut davomida meshalka yordamida aralashishni davom yettirib turgan holda eritma filtirlanadi. Filtirtdan yerigan moddalar

EXACT AND NATURAL SCIENCES

o'tkaziladi, filtratdan o'tgan eritma namligini avtomatik o'lchash qurulmasida o'lchanadi. Natija 98,45 % o'chuvchan moddalar borligi va 1,55% quruq modda borligi aniqlandi. Demak, 1,55% quruq modda chiqqani oz bo'lsa-da bizning yutug'imiz hisoblanadi.

2-Tajriba

Bu tajribada ph ni 1 ga tenglashtirib olishimiz kerak. Buning uchun 1000g- 100g distillangan suvga foydalanishimiz mumkin bo'lgan kislotalardan foydalanib ph ni 1 ga tenglashtirib olamiz.

2-jadval.

Distillangan suv	Foydalanadigan kislota	Aniqlangan PH miqdori
1000g	Oksalat kis (4,5 g)	1,62
100 g	1 g oksalat kislota	1,40
100g	1,5 g oksalat kis	1,31
98 g	2g oksalat kis	1,22
97g	3 g oksalat kis	1,32
96,5g	3,5 g oksalat kis	1,5
96 g	4 g oksalat kis	1

3-jadval.

Distillangan suv	Foydalanadigan kislota	Aniqlangan PH miqdori
1000g	sirka kis (4,5 g)	1,62
100 g	1 g limon kis	1,40
100g	1,5 g limon kis	1,31
98 g	2 g limon kis	1,22
97g	3 g limon kis	1,32
96,5g	3,5 g limon kis	1,5
96 g	4 g limon kis	1

4-jadval.

Distillangan suv	Foydalanadigan kislota	Aniqlangan PH miqdori
1000g	sirka kis (4,5 g)	1,62
100 g	1 g sulfat kis	1,40
100g	1,5 g sulfat kis	1,31
98 g	2 g sulfat kis	1,22
97g	3 g sulfat kis	1,32
96,5g	3,5 g sulfat kis	1,5
96 g	4 g sulfat kis	1

3-tajriba

1kg distillangan suvga +100 gramm kepek o'lchami (0,5mm) ni soldik. Kepek zarrachalari o'lchami 0,1 mm sitoden elakdan o'tkazilgan va bu aralashma termometr aralashmaga solib qo'yilgan holda 4 gramm oksalat kislotasidan solib 80 OC ga yetganicha qizdirib qaynatiladi, meshalka yordamida aralashtirib turiladi. 80 OCga yetganidan so'ng 30 minut davomida meshalka yordamida aralashishni davom ettirib turgan holda eritma filtrlanadi. Filtratdan erigan moddalarni o'tkaziladi, filtratdan o'tgan yeritmanli namlik avtomatik o'lchash qurulmasida o'lchanadi. Natija 100-110 gramm quyuq ekstrakt qoladi va olingan quyuq modda muzlatkichga saqlanadi, kerak vaqtda olib ishlatiladi 1kg ekstraktidan 900-950 gramm suv olinadi. 90,45 % o'chuvchan moddalar borligi va 10,55% quruq modda borligi aniqlandi. Demak, 10,55% quruq modda chiqqani bu bizning yutug'imiz hisoblanadi.

Bug'doy o'simligi - tepasida boshqoli uzun o't. Boshqoda bug'doy mevalari mavjud bo'lib, har bir o'simlikda 20 dan 100 tagacha rezavorlar mavjud. Har bir bug'doy mevasi uch qismdan iborat: kepek, endosperm va urug'. Kepek bug'doy rezavorining tashqi tomonidagi teridir. Bug'doy mevasining ko'p qismini tashkil etuvchi endosperm kepek ichida joylashgan. Urug' bug'doy rezavorining yangi o'simlikka aylanadigan qismidir. Bug'doy oq unga tozalanganda, odatda kepagi va urug'i olib tashlanadi. Bug'doy kepagining bir qancha afzalliklari bor. Bug'doy kepagi o'z-o'zidan iste'mol qilinadigan oziq-ovqat emas, lekin uni dietangizga kiritishning bir necha yo'li mavjud. Bug'doy kepagi tanangizga turli funksiyalarni bajarishga yordam beradigan turli xil minerallarni o'z ichiga oladi. Sink, marganes, fosfor va magniylarni kepek o'z ichida to'plagan. Sink immunitet tizimini mustahkamlashga yordam beradi va shamollash kabi viruslarga qarshi kurashadi. Magniy, shuningdek, yurak va suyaklarni

mustahkam saqlashga yordam berishdan tashqari, immunitetingizni oshirishga yordam beradi. Fosfor kaltsiy yordamida to'qimalarni tiklash va o'stirishga yordam beradi. Marganes suyak salomatligi va immunitet tizimini saqlashda muhim rol o'ynaydi.

Bug'doy kepagining yana bir afzalligi shundaki, u xun tolasiga boy. Xun tolasi tanangizga muntazam va sog'lom ichak harakatini saqlashga yordam beradi. Bundan tashqari, tolaga boy parhez qondagi xolesterin darajasini tartibga solishga yordam beradi. Bug'doy kepagining eng yaxshi afzalliklaridan biri shundaki, u juda ko'p muhim vitaminlarni o'z ichiga oladi. Ulardan ba'zilari folat, tiamin va B6 kabi B vitaminlari. B vitaminlari tanangizga uglevodlar va yog'larni tanangiz uchun energiyaga aylantirishga yordam beradi. Bug'doy kepagida E vitamini yuqori. Bu vitamin antioksidant bo'lib, organizmdagi yog'li moddalarni himoya qilishga yordam beradi. Ushbu moddalarning ba'zi misollari miya hujayralari, hujayra membranalari va xolesterindir. E vitamini ularni tanadagi erkin radikallar keltirib chiqaradigan zararlardan himoya qiladi. Bu zarar saraton va yurak kasalliklari kabi jiddiy kasalliklarga olib kelishi mumkin. Bug'doy kepagida xolesterinning so'rilishini kamaytiradigan fitosterollar mavjud. Ular xolesteringa o'xshash shaklga ega bo'lganligi sababli, ular ichakdagi retseptorlarni yomon xolesterinni qabul qilishiga to'sqinlik qilishi mumkin. Bu yurak-qon tomir kasalliklari va yurak xuruji xavfini kamaytirishga yordam beradi.

Bug'doy kepagning foydali xususiyatlari.

Bug'doy kepagi vitamin va minerallarga boy: vitamin B1 - 50%, vitamin B2 - 14,4%, xolin - 14,9%, vitamin B5 - 43,6%, vitamin B6 - 65,2%, vitamin B9 - 19,8%, vitamin E - 69,3 %, PP vitamini - 67,5%, kaliy - 50,4%, kaltsiy - 15%, magniy - 112%, fosfor - 118,8%, temir - 77,8%, marganets - 575%, mis - 99,8%, selen - 141%, rux. 60,6%

Bug'doy kepagining foydalari

Vitamin B1 uglevod va energiya almashinuvining eng muhim fermentlarining bir qismi bo'lib, organizmni energiya va plastmassa moddalar bilan ta'minlaydi, shuningdek, tarmoqlangan zanjirli aminokislotalarning metabolizmini ta'minlaydi. Ushbu vitaminning etishmasligi asab, ovqat hazm qilish va yurak-qon tomir tizimlarining jiddiy buzilishlariga olib keladi. Vitamin B₂ redoks reaksiyalarida ishtirok etadi, rangning vizual analizatorga sezgirligini va qorong'i moslashuvni oshiradi. B₂ vitaminining yetarli darajada iste'mol qilinmasligi terining, shilliq pardalarning holatining buzilishi, yorug'lik va ko'rishning buzilishi bilan birga keladi. Xolin lesitin tarkibiga kiradi, jigarda fosfolipidlarning sintezi va metabolizmida rol o'ynaydi, erkin metil guruhlari manbaysi bo'lib, lipotrof omil sifatida ishlaydi. Bug'doy kepagi 100 g mahsulot uchun 64,5 g uglevodlarni o'z ichiga oladi, bu porsiyadan olingan umumiy energiyaning taxminan 72% yoki 258 kkal. Kaloriya tarkibi - 216 kkal.

Bug'doy kepagi tarkibi:

Yog'lar - 4,25 g,

Proteinlar - 15,55 g,

Uglevodlar - 64,51 g,

Suv - 9,89 g,

Kul - 5,79 g. bug'doy kepagi

Kaloriya- kkal: 180

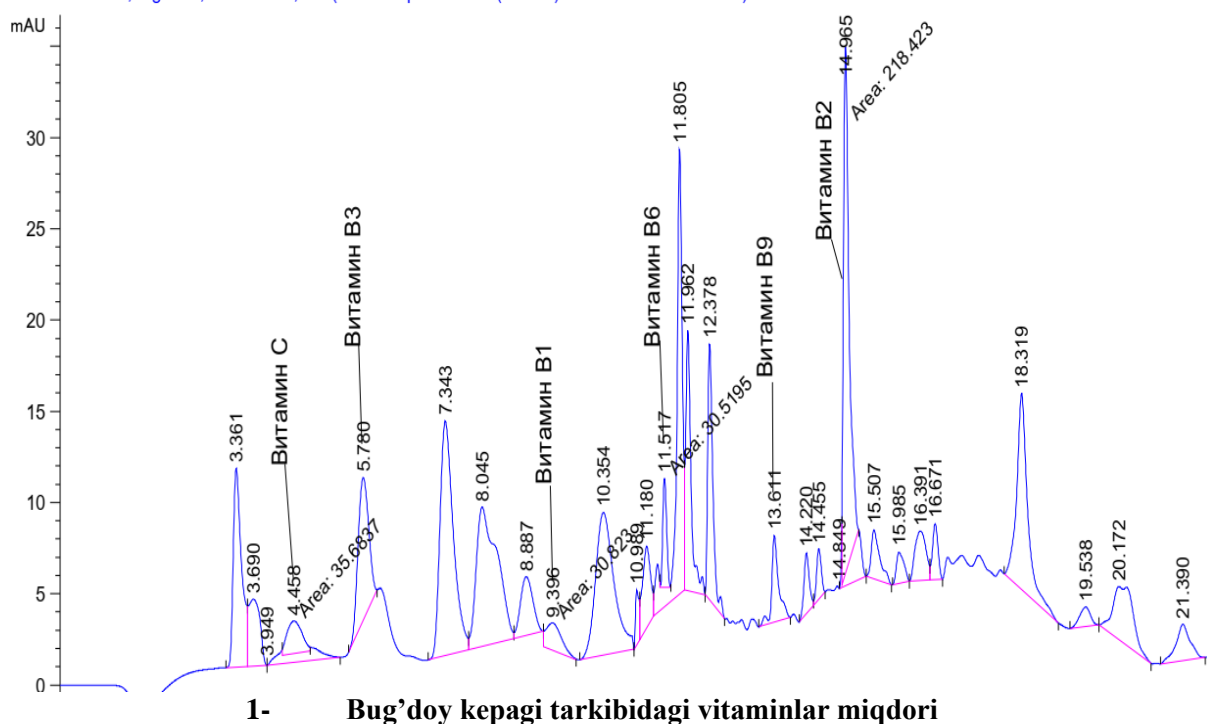
Proteinlar- g: 14,7

Yog'lar, g: 4.1

Uglevodlar- g: 20,6

Kepak bug'doy donalarining qobig'i bo'lgan un tegirmon sanoatining qo'shimcha mahsulotidir. Bu deyarli barcha biologik qimmatli moddalarni (90% dan ortiq) jamlagan qobiqdır. Shunday qilib, bug'doy kepagida ko'p miqdorda tolalar, vitaminlar (A, E, B1, B2, B3, B6, B9), turli makro va mikroelementlar (masalan, sink, oltingugurt, marganets, mis, fosfor, yod, magniy, kaltsiy). Organizmdagi metabolik jarayonlarda (oqsil, yog', suv-tuz, energiya) faol ishtirok etish; asab, ovqat hazm qilish, mushak, yurak-qon tomir va mushak tizimlarini tartibga solishda ishtirok etish; soch, tirnoq va terining ko'rinishini va umumiy holatini yaxshilash; tozalash ta'siriga ega (toksinlar va shlaklarni olib tashlang); saraton kasalligining oldini olish; disbakteriozning oldini olish va davolash ko'rish qobiliyatini yaxshilashga yordam beradi, qon shakarining ko'tarilishini sekinlashtirish. Ushbu foydali xususiyatlar to'plami bug'doy kepagini dietaga (kalorizator) majburiy kiritishni talab qiladi. Shuni hisobga olish kerakki, ushbu mahsulotni qabul qilishning dastlabki bosqichlarida kuniga 1-3 choy qoshiq bilan cheklanishga arziydi. Vaqt o'tishi bilan maksimal sutkalik dozani kuniga 3-4 osh qoshiqqa oshirish kerak.

Tahlil va natijalar (Analysis and results)



Bug'doy kepagiga qarshi ko'rsatmalar

E'tibor bering, bug'doy kepagi o'n ikki barmoqli ichak yoki oshqozon yarasi, yarali kolit va qorin bo'shlig'i yopishtiruvchi kasalliklarida kontrendikedir. Ular gepatit, gastroduodenit, surunkali gastrit, xoletsistit va pankreatitning kuchayishida ham ehtiyotkorlik bilan qo'llanilishi kerak. Bug'doy kepagini boshqa mahsulotlar bilan birlashtirish maqsadga muvofiqdir. Misol uchun, ularni bo'tqa, xamir, salatlar, qiyma go'sht, ichimliklar (kompotlar, jele, kokteyllar, kefir) qo'shing. Idishga kepak qo'shmasdan oldin ularni issiq suv bilan to'kib tashlash kerak va taxminan 30 daqiqa davomida shishiradi (kalendar). Keyin suvni to'kib tashlang va shishgan kepakni xohlaganingizcha ishlating. Misol uchun, siz bug'doy kepagini tayyorlashingiz mumkin. Uni tayyorlash uchun quyidagilar zarur: 50 gramm guruchni qaynoq suvga botirib, 1,5 soatga qoldiring. 300 gramm qovoqni maydalang. Qovoq, guruch, kepak (25 gramm) aralashiriladi, 5 osh qoshiq qo'shing. Osh qoshiq suv va tuzni tatib ko'rish uchun. Bu aralashmani pishiriladigan idishga soling (oldindan yog'lang) va pechda taxminan 30 daqiqa davomida 180 daraja haroratda pishiring. Shaklni pechdan olib tashlang, tarkibini aralashma bilan to'kib tashlang (2 ta tuxum va 6 osh qoshiq sutdan) va yana 15 daqiqa davomida pechga qayting. Original va sog'lom taom tayyor. Kepakdagi yog'li kislotalarning ko'pligi tufayli butun don uni tezroq quriydi, shuning uchun an'anaviy ravishda kepakni dondan ehtiyotkorlik bilan ajratishga katta ahamiyat berildi. Nondagi sezilarli miqdorda kepak uning hazm bo'lishini pasaytiradi, kichik aralashma ta'mni yaxshilaydi, ichak motorikasini oshiradi.

XX asrning boshlariga kelib, kepak yevropaliklarning ratsionidan deyarli butunlay chiqarib tashlandi va un tegirmonining arzon "axlati" hisoblandi. Shu bilan birga, kepak ko'pincha donning o'ziga qaraganda ko'proq protein, yog' kislotalari va mikroelementlarni o'z ichiga olishi ma'lum edi. XX asrning oxiriga kelib, kepak, ayniqsa, jo'xori kepagi G'arb jamiyatining ratsioniga to'liq don shaklida tolaning qimmatli manbai sifatida qaytdi. Ular kilogramm berishni xohlaydiganlar uchun mo'ljallangan past kaloriyalı tayyor nonushtalarning asosini tashkil qiladi. Kepak muhim yog' kislotalari va mikroelementlarning manbai bo'lib, shuning uchun u vegetarianlar dietasida mashhurdir. Shu bilan birga, dietologlar ishlab chiqaruvchilar tomonidan ilgari surilgan, yuqori tezlikda ishlaydigan ekstruder-granulyatorlarda to'liq dondan olinadigan va shuning uchun intensiv sanoat qayta ishlash mahsuloti bo'lgan ekstrudirovka qilingan kepakning sog'lomlashtiruvchi ta'siriga jiddiy shubha bilan qarashadi. Diyetik (xun) tolasi kekler va boshqa pishirilgan mahsulotlarga "kepak" sifatida qo'shilishi uchun barcha turdagi butun o'simliklardan olinadi. Keyin sotuvchilar bu pishirilgan mahsulotlarning sog'liq uchun foydalari haqida da'vo qiladilar va tolaning foydalari bo'yicha tadqiqot dalillarini keltiradilar. Ammo kepak butun o'simliklardan olib, non va nonushta donlari kabi qayta ishlangan va parchalangan ovqatlarga qo'yilsa, bizga yordam bermaydi. Kepak qo'shimchalari jiddiy sog'liq muammolarining ba'zi alomatlarini o'zgartirishi mumkinligi haqida ba'zi dalillar mavjud bo'lsa-da, men bu muammolarning oldini olish yoki davolash uchun uzoq muddatda yaxshi variant ekanligiga hech qanday dalil topa olmadim.

Hayvonlarning ozuqasi

Kepak (asosan bug'doy va javdar) barcha turdagi qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun qimmatli ozuqa hisoblanadi. Kepakning ozuqaviy qiymati unli zarrachalarning tarkibiga bog'liq (qanchalik un va qobiqlar ko'p bo'lsa, ozuqaviy qiymati past bo'ladi). Bug'doy kepagining kimyoviy tarkibi o'rtacha (%): suv 14,8; oqsillar 15,5; yog '3,2; tola 8,4; azotsiz ekstraktiv moddalar 53,2; kul 4.9. 100 kg kepakda - 71-78 ozuqa birligi va 12,5-13 kg hazm bo'ladigan protein. Ko'pincha kepak sutli qoramollarga beriladi, keyin yosh hayvonlarni boqish va boqishda ko'p miqdorda ishlatiladi. Kepak ot va cho'chqalarga shingil shaklida, qoramol va qo'ylarga yoki somon va somon bilan pyuresi yoki suvli ozuqa bilan beriladi. Uzoq muddatli dalalarda ortiqcha miqdorda kepak hayvonlarning ovqat hazm qilish organlarini zaiflashishiga olib kelishi mumkin. Ba'zi istisno hollarda kepakni haddan tashqari oziqlantirish fosfat tuzlaridan toshlar hosil bo'lishiga olib keladi: otlarda - katta va ko'r ichakda, qo'ylarda - siydik pufagida. Bo'lishi mumkin. Kepak bug'doy yadrosining qattiq tashqi qatlami bo'lib, u turli xil oziq moddalar va tolalar bilan o'ralgan. Tegirmonlash jarayonida kepak bug'doy yadrosidan tozalanadi va yon mahsulotga aylanadi. Bug'doy kepagi shirin, yong'oqli ta'mga ega. U non, kekler va boshqa pishirilgan mahsulotlarga tuzilish va to'liq ta'm qo'shish uchun ishlatilishi mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Khol'kin Yu. I. *Tekhnologiya gidroliznykh proizvodstv [Technology of hydrolysis production]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1989. 496 p.*
2. Iarotskii S.V., Sushkova V.I., Sineokii S.P., Lukina G.P. *Ekonomicheskii analiz proizvodstva biobutanola i perspektivy ego razvitiia. [The economic analysis of bioethanol production and its development prospects]. Moscow, 2008, 65 p. (in Russ.).*
3. Sushkova, V.I., Vorob'eva G.I. *Bezotkhodnaia konversii rastitel'nogo syr'ia v biologicheski aktivnye veshchestva. [Waste-free conversion of vegetable raw materials in biologically active substances]. Moscow, 2008, 215 p. (in Russ.).*
4. Sushkova V.I., Ustiuzhaninova L.V. *Metody podgotovki otkhodov proizvodstv lesopileniia i derevoobrabotki k biokonversii v biorastvoriteli. [Methods of preparation of the waste production sawmilling and wood to the bioconversion in biorastvoriteli]. Moscow, 2013, 95 p. (in Russ.).*
5. Sushkova V.I., Ustiuzhaninova L.V. *Obshchestvo, nauka, innovatsii (NTK-2011): vserossiiskaia nauchnotekhnicheskai konferentsiia. [Society, science, innovation (SPC-2011): All-Russian Scientific and Technical Conference]. Kirov, 2014, pp. 20–23. (in Russ.).*
6. Khol'kin Yu. I. *Tekhnologiya gidroliznykh proizvodstv [Technology of hydrolysis production]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1989. 496 p.*
7. Iarotskii S.V., Sushkova V.I., Sineokii S.P., Lukina G.P. *Ekonomicheskii analiz proizvodstva biobutanola i perspektivy ego razvitiia. [The economic analysis of bioethanol production and its development prospects]. Moscow, 2008, 65 p. (in Russ.).*
8. Sushkova, V.I., Vorob'eva G.I. *Bezotkhodnaia konversii rastitel'nogo syr'ia v biologicheski aktivnye veshchestva. [Waste-free conversion of vegetable raw materials in biologically active substances]. Moscow, 2008, 215 p. (in Russ.).*
9. Sushkova V.I., Ustiuzhaninova L.V. *Metody podgotovki otkhodov proizvodstv lesopileniia i derevoobrabotki k biokonversii v biorastvoriteli. [Methods of preparation of the waste production sawmilling and wood to the bioconversion in biorastvoriteli]. Moscow, 2013, 95 p. (in Russ.).*
10. Sushkova V.I., Ustiuzhaninova L.V. *Obshchestvo, nauka, innovatsii (NTK-2011): vserossiiskaia nauchnotekhnicheskai konferentsiia. [Society, science, innovation (SPC-2011): All-Russian Scientific and Technical Conference]. Kirov, 2014, pp. 20–23. (in Russ.).*

BUXORO VILOYATIDAGI BIOFABRIKALARIDA KO'PAYTIRILADIGAN ENTOMAFAG TURLARI

*To'xtayev Shonazar Hojiyevich,
Buxoro davlat universiteti dotsenti,*

***Annotatsiya.** Hozirgi vaqtda qishloq xo'jalik sohasini boshqarish tizimini isloh qilish, yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish bilan birga zararli organizmlarni yirtqich va tekinox'r hamda mikrobiologik preparatlar vositasida himoya qilish asosiy muammolardan biri bo'lib turibdi. Agar biz shu muammolarni yechib qishloq xo'jalik ekinlarini biologik usulda himoya qilsak oziq-ovqat xavfsizligini to'laligicha ekologik toza mahsulot bilan mamlakatimiz aholisini ta'millagan bo'lamiz. Buning uchun respublikamizda hozirgi vaqtda 700 dan ortiq biolaboratoriyalar faoliyat ko'rsatib ularda, asosan, 4 xil entomofaglar ko'paytirilmoqda (brakon, tuxumxo'r traxogramma, oltinko'z, va beshiktebratar).*

***Kalit so'zlar:** Brakon, ko'sak qurti, tuxum, entomafag, lichinka, imago, mum kuyasi, zararkunanda, biologik himoya, biolaboratoriya.*

ВИДЫ ЭНТОМАФАЖА, ПРОИЗВОДИМЫЕ НА БИОФАБРИКАХ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** В настоящее время одной из основных проблем является реформирование системы управления аграрным сектором, рациональное использование земельных и водных ресурсов, а также защита от вредных организмов средствами хищнического и свободного кормления и микробиологическими препаратами. Если мы решим эти проблемы и защитим сельскохозяйственные культуры биологическим способом, мы обеспечим население нашей страны экологически чистой продукцией с полной пищевой безопасностью. С этой целью в настоящее время в республике действуют более 700 биолaborаторий, где разводят в основном 4 вида энтомофагов (браконьер, яйцеед-трахограмма, гоголь, бешиктебратар).*

***Ключевые слова:** Бракон, коробочная совка, яйцо, энтомафаг, личинка, имago, восковая моль, вредитель, биологическая защита, биолaborатория.*

SPECIES OF ENTOMAFAGE PRODUCED IN BIOFACTORIES IN BUKHARA REGION

***Abstract.** Currently, one of the main problems is the reform of the management system of the agricultural sector, the rational use of land and water resources, as well as the protection of harmful organisms by means of predatory and free-feeding and microbiological preparations. If we solve these problems and protect agricultural crops in a biological way, we will provide the population of our country with ecologically clean products with complete food safety. For this purpose, there are currently more than 700 biolaboratories operating in the republic, where mainly 4 types of entomophages are bred (poacher, egg-eating trachogram, goldeneye, and cradle).*

***Key words:** Bracon, bollworm, egg, entomaphagus, larva, imago, wax moth, pest, biological protection, biolaboratory.*

***Brakon (Bracon hebetor Say)** Brakon ko'sak qurtining o'rta va katta yoshdagilarni paralij (shol) qilib, uning tanasiga tuxumini qoyadi. Tuxumidan chiqqan lichinkalar qurt bilan oziqlanadi. O'zbekistonda uning 4 ta turi mavjud. Brakon bir sutkada yuz bir yuz ellikta qurtlarni chaqib, shol qiladi. Uning ko'p turdagi tullam qurtlarning 3-4 yoshdagilarini zararlaydi. Brakonlar qo'yib yuborilgach sutka davomida 100-150 m masofagacha tarqaladi. Zararkunandaning har bir avlodidagi urg'ochi hisobida zararkunanda sonini hisoblab 1:20, 1:10, 1:5 nisbatlarda 3 marta 5-6 kun o'rab qo'yiladi. Brakonning oziqlantirilganda 250-300 tagacha tuxum qoyishi mumkin. Brakon zararlagan bitta ko'sak qurtida 20-25 tagacha makkajo'xori parvonasi qurtida 15 tagacha katta asalarilari parvonasi qurtida 6-10 tagacha brakon lichinkasi mumkin. Rivojlanish uchun optimal harorat 25-30 C nisbiy havo namligi 65-80 % gacha bo'lishi lozim bitta mum kuyasi qurtidan 6-10 ta brakon olinadi. Brakon imagosi tabiatda gul nektari qurtlarning gemo limfasi bilan oziqlanadi. Brakon yuqori samarali bo'lib atrof- muhit va issiq qonli jonzotlar uchun umuman bezarar [1,2,3,6].*

Brakon

Brakonni oziq bazasini yaratish mumkuya qurti, ya'ni asalari mum parvonasini ko'paytirishdan iborat bo'lib buning uchun 3 l li toza va strellangan bankalarga 1- raqamli oziqadan 1 kg va 1 g atrofida mum kuyasi tuxumi solinadi. Bankalar 5-7 kun mobaynida 33-35 C da saqlanadi har bir bankada 13000-14000 qurt paydo bo'ladi.

Qurtlardan kapalak va tuxum olish uchun yuqoridagi 1- asosan tayyorlangan qurtlar ozuqasi bilan 10 ta bankaga bo'linadi va avvaldan tayyorlab qoyilgan 2- raqamli ozuqadan 100-150 gr dan solinadi. So'ng sahar 2-5 kunda har bir bankaga 50 gr dan ozuqa solinib boriladi. Bu ish kapalak chiqqaniga qadar davom ettiriladi. So'ngra bankalarga plastmassa hachchalari bir bankaga para solinadi (har 4 tadan).



Paraxadachalar tuxumdan tozalanib bankalarga solinadi [4,5].

Buning uchun 1- raqamli ozuqa va tuxum solingan, 15-17 kun saqlangan bankalar maxsus idishlarga ag'dariladi va uning ustiga yuqaroq qilib 3-raqamli ozuqa solinadi va qalin mato bilan yopib qoyiladi. Harorat +35 °C bo'lishi lozim. Har kuni katta yoshdagi qurtlar terib olinib Brakoni ko'paytirish uchun ishlatiladi.



Mum kuya qurtini Bio laboratoriya va Bio fabrikalarda ko'paytirish jarayonini joriy yilning Noyabr oyidan boshlab kelgusi yilning avgustigacha davom etadi.

1-raqamli ozuqa tayyorlash: 10 kg bug'doy uni (yoki 5 kg bug'doy uni, 5 kg makkajo'xori uni): 4 kg shakar, 1 kg asalari mumi, 3 kg margarin 4kg meva qoqi, 3 l sut shu masalliqarni yaxshilab aralashtirib, 1 kun dimlab qoyiladi (achitiladi). Ertasiga 120 °C haroratda 45 minut pishiriladi.

2-raqamli ozuqa tayyorlash uchun 10 kg bug'doy uni (yoki 5 kg bug'doy uni, 5 kg makkajo'xori uni): 4 kg shakar 3 l sut (achigan) 0,5 chelakli ozuqa yaxshilab aralashtirib bir sutka dimlab qoyiladi. So'ngra aralashma 120 °C haroratda termostatda pishiriladi.

3-raqamli ozuqa tayyorlash uchun 10 kg bug'doy yoki (5 kg bug'doy uni, 5 kg makkajo'xori uni) 4 kg olma qoqi 30 l suv (bug'doyini qaynatish uchun) 1,5 kg margarin 3 kg shakar dastlab bug'doy va olma qoqi 30 l suvda pishkuncha qaynatiladi so'ngra, unga margarin va shakar solib dimlab qoyiladi. Ozuqa sovutilib maxsus idishlarda qurtlarni boqishda ishlatiladi.

Brakoni dalaga chiqarishda, asosan, katta yoshdagi asalari mumi parvonasining qurtlari maxsus idishlarda terib olinib, 3 l lik bankalarga 300 donadan solinadi. Ularning ichiga bukilgan maxsus qog'oz solinadi. Bankalar qora mato bilan yopilib qorong'u joyda 4-6 soat qoldiriladi. Maxsus qog'ozdagi qurtlar oldindan tayyorlab qoyilgan, ikki kun qo'shimcha ozuqlangan, 150 ta brakon imagosi solingan bankalarga solinadi. 10-12 kun

EXACT AND NATURAL SCIENCES

davomida zararlangan qurtlardan brakon uchib chiqadi. Uchib chiqqan brakonlar asal bilan ozuqlantirib dalaga chiqarishga yoki qayta ko'paytirishga ishlatiladi.

100 g ga paxta maydondagi fermer dalasiga ko'sak qurtiga qarshi biologik kurashda Brakonni qo'llash meyorini aniqlash.

Ko'sak qurtining avlodi	Qurt soni (dona)		Brakon chiqarish tartibi		Jami 100 gektar maydon uchun kerakli brakon (dona)
	100 o'simlik (dona)	1 gektar maydonda (dona)	Kushanda va zararkunanda nisbatlari	1 gektar maydonga	
I.	1.	1000.	1:20 1:10 1:5	50 100 200	35000
II.	2.	2000.	1:20 1:10 1:5	100 200 400	70000
III.	3.	3000.	1:20 1:10 1:5	150 300 600	105000

**Brakonning soni urg'ochisiga nisbatan olinadi. Mazkur jadvalni tayyorlashda marhum olim, professor X. Mirzaaliyevaning ma'lumotlaridan foydalinaldi.*

Yetuk brakon olish uchun fevral oyining boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan mart oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Mart oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan aprel oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Aprel oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlarida qurtlar va brakonlar olinadi.

May oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan iyun oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Iyun oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan iyul oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Iyul oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan avgust oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Avgust oyi boshida rivojlanishga qoyilgan mum kuya tuxumlaridan sentabr oyida katta yoshdagi qurtlar va brakonlar olinadi.

Mum kuya qurtlarini ko'paytirishda ish sikl davomiyligi tuxumidan katta yoshdagi qurtlarni olish uchun 30-40 kun: mum kuya tuxumini olish uchun 50-60 kun: brakon olish uchun 13-15 kunni tashkil etdi. Ana shu texnologiya asosida 9-10 kg ozuqadan 700 000 dan ziyod brakon yetishtirish mumkin.

Brakonni saqlash uchun yetuk hashorot bosqichida 5-6 kun asal bilan oziqlantirib haroratni asta-sekin 27-16 °C gacha tushiriladi probirkalar ichiga yog'osh qirindisi solingan bankalarda saqlanadi, har 35-40 kun ichida qirindi namlab boriladi.

Brakonni sovutgichda ham saqlash mumkin yetuk brakonlar asal bilan ozuqlantirib harorat 27 °C dan 16 °C ga tushiriladi, so'ngra brakon ichida yog'och qirindilari bo'lgan bankalarga solinadi. Bankalarning qopqog'iga asal surtilgan doka osib qoyiladi. Keyin sovutgichda +8 °C saqlanadi har 15-30 kun ichida sovutgichdan olib 25 °C da parazit ikki kun ozuqlantiriladi so'ngra harorat 16 °C ga tushirilib, bankalar sovutgich kameralariga qoyiladi. Fevral oyining 2-dekadasida qishdan chiqqan brakonlar olib 25-30 °C da jonlatirishga quyiladi va kerakli maqsadda ishlatiladi.

Brakonni qo'llash uchun Bio fabrika va Bio laboratoriyalar bilan fermer xo'jaliklar bilan tuzilgan shartnoma asosida yetkazib beriladi. Brakonlarni dalaga tarqatish quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Ko'sak qurtining o'rta va katta yoshdagi qurtlariga qarshi brakon entomofaglarini dala nazoratchilari ma'lumotlariga binoan, zarakunandalarning harbir avlodiga qarshi 3 martadan 4-5 kun oralab, birinchi marta 1:20, ikkinchi qoyishda 1:10, uchinchisida 1:5 nisbatda tarqatiladi. Brakon ko'sak qurtining zichligini hisobga olgan holda qoyiladi, masalan, 100 ta o'simlikda 5 tadan qurt bo'lsa 1 g ga 5000 dona bo'ladi, bunda 1:20 nisbatda 250 dona brakon, 1:10 nisbatda 500 dona, 1:5 bo'lganda 1000 dona brakon qoyilishi lozim. Brakon entomafagini dalaga chiqarishda 2 yoki 3 l bankalarga 1 g ga yetadigan miqdorda solib, har 20-30 m oralig'ida banka og'zi 2-3 soniya ochib mo'ljallangan brakon to'liq uchib chiqquncha og'zi ochib turiladi. Brakonni (16:00 dan 19:00 gacha) va ertalabki (6:00 dan 9:00 gacha) tarqatish yaxshi samara beradi.

Oltinko'zlar tillasimon och yashil tusli juda nozik hasharotlar hisoblanadi. Ularning ancha keng, sadafsimon yoki kamalaksimon tovlanadigan qanotlari yoyilganda 19 dan 55 mm gacha yetadi. Mo'ylovlari tuksimon, peshonasi yassi bo'ladi. Yorug'lik tomon yaxshi uchadi. Endigina qo'yilgan tuxumlari och yashil tusli, keyin esa asta-sekin qorayadi. Urg'ochisi tuxumlarini g'o'zaning shoxiga, barglariga yoki shona tugunchalariga bittadan yoki to'p-to'p qilib, nozik ipaksimon asosga qo'yadi. Oltinko'zlarning g'o'za ekinida 5 turi uchraydi. Bular juda nozik, tiniq yashil qanotli va tillasimon ko'zlarining mavjudligi bilan boshqa hasharotlardan farq qiladi.

OLTINKO'Z



Ular o'simlik ustida uchib yurib, tuxumlarini o'simlik bitlari (shira) va o'rgimchakkana to'dalariga qo'yadi. Tuxumlari kichkina yashil rangda bo'lib, ingichka poyachalari bilan o'simlik organlariga mahkam o'rnashib oladi. Lichinkalari och sariq rangli, yaxshi rivojlangan o'roqsimon jag'lari bor. Ular juda xo'ra bo'lib, 1 sutkada 50-60 tadan ortiq o'simlik bitlarining va 200 ta o'rgimchakkana lichinka va tuklarini, zararkunanda tuxumlarini esa 800 tasini qirib tashlaydi. Oltinko'z lichinkalari o'simlik bitlari va o'rgimchakkandan tashqari ko'sak qurti tuxumlarini va kichik yoshdagi qurtlarni va boshqa 17 turdagi zararkunandalarni eydi.

Beshiktebratar



Mantis religiosa — haqiqiy beshiktebratarlar oilasiga mansub bo'lgan hasharot. Old oyoqlari ovqatni qabul qilish uchun moslashgan katta yirtqich hasharot. Uzunligi 42-52 mm (erkak) yoki 48-75 mm (urg'ochi). Eng katta va Yevropada eng keng tarqalgan turdir. Uning tusi juda o'zgaruvchan bo'lib, yashildan sariqqa yoki jigarrang-kulrangdan to'q jigarranggacha o'zgarishi mumkin. Oldi kuraklaridan oziqlanishdan tashqari, harakat uchun ham ishlatadi. Orqa oyoqlari yuguruvchan hisoblanadi.



Qanotlari erkaklarida ham, urg'ochilarida ham yaxshi rivojlangan (urg'ochilari o'zining katta hajmi tufayli juda yomon uchadi va uchishni istamaydi). Qorin qismi tuxumsimon va yaxshigina katta bo'ladi.

TRIXOGRAMMA



Bu entomofag ko'sak qurtini tuxumiga qarshi bir gektarga 1 gramm miqdorida tarqatiladi. Buning uchun 1 litrlik banka bo'lsa 1 gramm solinishi va bir gektarga sarflanishi kerak, 2 litrlik bankada 2 gektarga etadigan 2 gramm, 3 litrlik bankada 3 gektarga etadigan 3 gramm trixogramma bo'ladi. Bankalarga mayda garmoshka qilingan qog'ozchalar solinib, keyin belgilangan miqdordagi jonlangan trixogramma solinadi. Trixogramma qog'ozchalarga o'rnashib olgandan keyin dalaga chiqarib qo'yiladi. Trixogramma 5x5 m sxemada bir gektarda 400 nuqtaga qo'yilishi kerak.

ADABIYOTLAR:

1. Мирзалиева X.P. "Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур" Учебное пособие Ташкент-1986.
2. To'xtayev Sh.X., Ganiyeva F.A. "G'o'za zararkunandalari va entomofaglarini nazorat qilish" uslubiy qo'llanma. "Durdona nashryoti" Buxoro-2022.
3. Kimsanboyev X.X., Bo'riyev X.Ch., Nazarov X.K. "Brakon bioekologiyasi va ko'paytirish texnologiyasi" O'simliklarni himoya qilish magistrleri, bakalavrlari va biolaboratoriya xodimlari uchun qo'llanma. Toshkent: "Istiqlol" 2003.
4. To'xtayev Sh.X. va boshqalar Қишлоқ хўжалик экинларини зараркунандалари ва курашиши чораларини ташиқил қилиши. Амалий қўлланма Бухоро 2002.
5. To'xtayev Sh.X., Sobirov X «Ўсимликларни биологик ҳимоя қилиши усуллари. Ижодкор ёшлар ва фан техника тараққиёти республика илмий амалий анжуман. 1 қисм. Бухоро – 2004.
6. To'xtayev Sh.X. va boshqalar. Браконнинг биологическая лабораторияда кўпайиши ва қишлоқ хўжалик экинларида энтомофаг сифатида қўлланилиши. Тупроқ унумдорлиги ва қишлоқ хўжалиги экинлар ҳосилдорлигини оширишнинг замонавий-инновацион технологиялари муаммо ва ечимлари республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман материаллари. 20.11.2021й.

QOROVULBOZOR VOHASIDAGI FOYDALI O'SIMLIKLAR TASNIFI

Fayzullayev Shohruh Sa'dullayevich,

Botanika va o'simliklar fiziologiyasi kafedrasida o'qituvchisi

Buxoro Davlat Universiteti

shohruhfayzulloyev148@gmail.com

Hamrayev Diyorjon Xonnazarovich,

Botanika va o'simliklar fiziologiyasi kafedrasida o'qituvchisi

Buxoro Davlat Universiteti

diyorjonhamrayevu1994@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qorovulbozor vohasida tabiiy holda uchraydigan foydali o'simliklar tasnifi keltirilgan. Voha florasi foydali xususiyatlariga ko'ra 13 guruhga bo'linadi. Foydali o'simliklar guruhlari orasida dorivor va yem-xashak o'simliklari keng tarqalganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Qorovulbozor vohasi, klassifikatsiya, *Phragmites australis*, *Cynodon dactylon*, *Peganum harmala*, *Glycyrrhiza glabra*.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ КАРАУЛБАЗАРА

Аннотация. В статье представлена классификация природных полезных растений Караулбазарского оазиса. Флора оазиса разделена на 13 групп по полезным свойствам. Среди полезных групп распространены лекарственные и кормовые растения.

Ключевые слова: Караулбазарский оазис, классификация, *Phragmites australis*, *Cynodon dactylon*, *Peganum harmala*, *Glycyrrhiza glabra*.

CLASSIFICATION OF USEFUL PLANTS OF KARAUŁBAZAR

Abstract. This article provides a classification of naturally occurring useful plants in the Karaulbazar oasis. The flora of the oasis is divided into 13 groups according to their beneficial properties. Medicinal and fodder plants have been found to be common among the beneficial groups.

Keywords: Karaulbazar oasis, classification, *Phragmites australis*, *Cynodon dactylon*, *Peganum harmala*, *Glycyrrhiza glabra*.

Kirish. Hozirgi kunda O'zbekiston florasi tarkibida 4230 dan o'simlik turlari uchraydi. Ushbu o'simliklar orasida xalq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega bo'lgan ko'plab turlar uchraydi. Bular orasida oziq-ovqat, yem-xashak, asal shira beruvchi, oshlovchi, bo'yoq moddalari beradigan, vitaminli, efir moyli, dorivorlik xususiyatiga ega bo'lgan juda ko'p qimmatli turlar bor [1].

Adabiyotlardagi ma'lumotlar tahlil etilganda, hozirgi vaqtda respublikamizda tarqalgan yuksak o'simlik turlari orasida 577 ta dorivor o'simliklar, 103 tur bo'yoq beradigan o'simliklar, 650 tur efir moyli, 400 tur oshlovchi, 1700 ga yaqin tur yem-xashak va 964 tur asal shirali o'simliklar uchrashi aniqlandi. Bunday foydali o'simliklar turlari Qorovulbozor vohasida ham ko'plab uchraydi. Ular vohada, asosan, sug'oriladigan maydonlarda, ariq, yo'l bo'ylarida, to'qaylarda, qumliklarda, madaniy o'simliklar orasida begona o't sifatida va ekilmay yotgan bo'sh yerlarda o'sadi. Ulardan mahalliy aholi ehtiyojlari uchun doimiy ravishda foydalanib kelmoqda.

Ilmiy tadqiqot metodlari. Ilmiy manbalar tahlil qilinganda, Qorovulbozor vohasining foydali o'simliklariga bag'ishlangan asarlar mavjud emasligi aniqlandi. Ammo vohaning ayrim tabiiy o'simliklarini foydali xususiyatlari to'g'risida qisman P.K. Zakirov, T. Norbobayeva [21], S.Y. Yerejepov [9], H.X. Xolmatov., A.I. Qosimov [18], K. Kholikov [19], P.Ya. Cherneshev [22], S. Yunusov [23], S. Sahobiddinov [3], M.M. Nabiyev, R.Y. Kazakbayev [14] singari olimlarning ma'lumotlaridan foydalanildi. Foydali o'simliklarni klassifikatsiyalashda N.V.Pavlov [15], M.M. Ilin [12], A.A. Grossgeym [10], A.A. Pristupa [16], V.M. Kozo-Polyanskiy [13] usullaridan foydalanilgan.

Ilmiy tadqiqot natijalari. Qorovulbozor vohasi florasining tarkibi olimlar tomonidan chuqur o'rganilmagan. Biroq hudud florasi Buxoro vohasi florasining tarkibiy qismi sifatida H.Q. Esanov [4; 5; 6; 7; 8; 17] tomonidan ma'lum yillar davomida o'rganilgan. Qorovulbozor vohasida olib borilgan tadqiqotlar natijasida hozirgi kungacha voha hududida 48 oila, 226 turkumga mansub 380 turdagi yuksak o'simliklarning uchrashi aniqlandi va ularning konspekti yaratildi. Mazkur o'simliklarning foydali xususiyatlari ilmiy manbalar va kuzatishlar natijasida aniqlandi va ular 47 oila, 211 turkumga mansub 342 turni tashkil etishi qayd etildi.

Qorovulbozor vohasida uchraydigan yuksak o‘simliklarni foydali xususiyatiga ko‘ra M.M. Ilin [12] klassifikatsiyasi bo‘yicha guruhlariga ajratildi. Natijada o‘simliklar foydalilik xususiyatiga ko‘ra dori-darmon, asal shirali, oshlovchi, zaharli, efir moyli, bo‘yoqbop, oziqbop, manzarali, yoqilg‘i, vitaminli, yem-xashak, qurilishbop va totali guruhlariga ajratildi.

Quyidagi jadvalda o‘simliklar foydalilik jihatidan qaysi guruhga kirishi hamda hududda uchrovchi foydali o‘simliklarga nisbatan foiz ko‘rsatgichi keltirilgan (1-jadval).

1- jadval.

Qorovulbozor vohasi o‘simliklarining foydalilik xususiyatlari bo‘yicha guruhlanishi

O‘simliklarning foydali xususiyatlari	Soni					
	Oila		Turkum		Tur	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Dorivor	43	87	120	56,9	146	42,7
Yem-xashak	36	76,6	153	72,5	248	72,5
Asal shirali	27	57,4	65	30,8	78	22,8
Oshlovchi	17	36,2	29	13,12	41	12
Oziqbop	9	19,15	30	13,6	33	9,65
Zaharli	18	38,3	42	19	46	13,45
Bo‘yoqbop	18	38,3	34	15,4	49	14,33
Efir moyli	13	27,66	23	10,4	29	8,5
Manzarali	16	34	20	9	24	7
Vitaminli	8	12	18	8,14	20	5,85
Yoqilg‘i	9	19,15	11	5	22	6,43
Qurilishbop	2	4,25	4	1,8	5	1,46
Totali	6	12,76	8	3,62	11	3,22

Jadvaldan ko‘rinib turganidek, o‘simliklarning foydalilik xususiyatiga ko‘ra birinchi o‘rinda aynan yem-xashak o‘simliklari 248 tur (72.5%) bilan turibdi. Qorovulbozor vohasi florasida tarkibida yem-xashak o‘simliklarining ko‘pligi, hududning cho‘l muhiti bilan bog‘liqligi va bunday muhitlarda yem-xashak o‘simliklarining ko‘p uchirishi bilan izohlash mumkin. Yem-xashak o‘simliklari turlar soniga bo‘yligi jihatdan yuqori o‘rinlarda *Amaranthaceae*-52 tur (20,97%), *Poaceae*-36 tur (14,52%), *Asteraceae*-32 tur (12,9%), *Brassicaceae*-28 tur (11,3%) va *Fabaceae*-26 tur (10,48%) kabi oila vakillari turadi. Aynan *Amaranthaceae* vakillari hudud bo‘ylab juda keng tarqalgan.

Olib borilgan ilmiy izlanishlar natijasida aniqlangan hamda O‘zbekiston florasida uchun 2017-yil yangi tur sifatida ro‘yxatga kiritilgan *Amaranthaceae* oilasiga mansub *Amaranthus viridis L.* va *Asteraceae* oilasiga mansub *Symphyotrichum graminifolium (Spreng.) G.L.Nesom* turlari ham Qorovulbozor hudud florasida uchun xos bo‘lib, bu o‘simlik turlari ham to‘yimli yem-xashak o‘simliklar sanaladi.

Turkumlar tahlil qilinganda *Salsola* (13 tur, 5,24%) va *Astragalus* (12 tur, 4,84%) turkum vakillari turlar soni jihatdan boshqa turkum vakillaridan ustun ekanligini namoyon qildi. Foydali xususiyatiga ko‘ra yem-xashak o‘simliklari eng yirik guruh hisoblanadi. Yem-xashak o‘simliklari chorvachilikda va parrandachilikning asosiy ozuqasidir. Bu o‘simliklarga *Amaranthus retroflexus*, *Glycyrrhiza glabra*, *Artemisia turanica*, *Aeluropus repens*, *Stipagrostis pennata*, *Trigonella grandiflora*, *Karelinia caspia*, *Cynodon dactylon*, *Phragmites australis*, *Sorghum halepense*, *Heteroderis pusilla* va boshqa ko‘pgina turlar kiradi.

Yem-xashak o‘simliklari orasida *Phragmites australis*, *Aeluropus repens*, *Alhagi persarum*, *Alhagi kirghosorum*, *Acroptilon repens* juda keng tarqalgan. Yantoq turlari chorvachilik, qorako‘lchilikning muhim ozig‘i hisoblanib, yil davomida, asosan, yozda gullagan vaqtida va qishda ko‘proq iste‘mol qilinadi. U vohada yo‘l, kanal, ariq, ko‘l bo‘ylarida, tekisliklarda, paxta maydonlari atroflarida, ekilmay qolgan dalalarda, ochiq maydonlarda uchraydi. Uni mahalliy aholi kakra bilan birga qishga quruq massa sifatida g‘amlaydi.

Qamish (*Phragmites australis*) vohada asosiy yem-xashak o‘simliklaridan hisoblanib, poya va barglari dag‘allashguncha chorva mollari sevib iste‘mol qiladi. Undan qishda qishloq xo‘jaligi hayvonlari uchun qimmatli oziq sifatida foydalaniladi. Chorva mollari uchun pichan tayyorlanadi. Qurilish materiali sifatida ham foydalaniladi.

Ajriq (*Cynodon dactylon*) vohada ariq, yo‘l, kanal bo‘ylarida, madaniy ekinlar orasida, tashlandiq yerlarda, bog‘ va xiyobonlarda uchraydi. U qimmatli yem-xashak o‘simligi bo‘lib, yuqori ozuqabop hisoblanadi. Yil davomida chorva mollari tomonidan iste‘mol qilinadi.

Dorivor o‘simliklar ham vohada keng tarqalgan. Foydali xususiyatiga ko‘ra vohada dorivor o‘simliklar ikkinchi o‘rinda turadi. Bu guruhga 146 tur (42,7%) o‘simlik misol kiradi. Dorivorlik xususiyatiga ko‘ra

Asteraceae-17 tur (11,64%), *Amaranthaceae*-14 tur (9,6%), *Fabaceae*-13 tur (8,9%), *Poaceae*-8 tur va *Brassicaceae*-8 tur (5,48%) oila vakillari yetakchilik qiladi.

Hammamizga ma'lumki, dorivor o'simliklardan asrlar mobaynida odamlardagi turli xil kasalliklarni – qonni to'xtatish, og'iz bo'shlig'i, oshqozon-ichak, jigar, buyrak kasalliklarida, o't, siydik haydash, yara kasalliklarida, tana haroratini pasaytirish, shamollash, teri kasalliklari va boshqalarni davolashda foydalanib kelingan.

Dorivor o'simliklar mahalliy aholi tomonidan xalq tabobatida va tibbiyotda keng foydalaniladi. Dorivor o'simliklarning *Roemeria hybrida*, *R. refracta*, *Portulaca oleracea*, *Spinacia turkestanica*, *Polygonum aviculare*, *Alhagi persarum*, *Halimodendron halodendron*, *Datura stramonium*, *Tribulus terrestris*, *Glycyrrhiza glabra*, *Peganum harmala* kabi turlar vohada keng tarqalgan.

Dorivor o'simliklar tarkibida turli xil kimyoviy birikmalar – biologik faol moddalar, organik kislotalar, mineral moddalar, flavonoidlar, glikozidlar, alkaloidlar, saponinlar, kumarinlar va boshqa moddalar ko'plab uchraydi.

Mahalliy aholi bu o'simliklarning ildizi, poyasi, bargi, guli, mevasi va urug'idan uy sharoitida turli xil kasalliklarni davolashda quritib ulardan damlama sifatida foydalanadi.

Vohada asosan *Peganum harmalaning* quritilgan barg, meva va poyasidan gripp viruslarini nobud qilishda ko'p foydalaniladi. Isiriq qaynatmasidan og'izni chayqab kasallik qo'zg'atuvchi bakteriya va viruslar zararsizlantiriladi. Urug'lari esa ba'zan sutga aralastirib iste'mol qilinadi.

Glycyrrhiza glabra ildizpoyasi ochiq havoda quritilib, undan sharbat tayyorlanadi. Sharbatidan nafas yo'llari kasalliklarida foydalanish mumkin. Bundan tashqari, me'da-ichaklarning yallig'lanishida ham foydalaniladi.

Asal shirali o'simliklar 78 tur (22,8%) bilan keying o'rinda turadi. *Fabaceae* (10 tur; 12,82%), *Asteraceae* (9 tur; 11,54%) hamda *Brassicaceae* (8 tur; 10,25%) oila vakillari aynan shu xususiyat bo'yicha turlarga boyligi jihatdan boshqa oila vakillaridan ajralib turadi.

Asal shirali o'simliklardan asalarilar propolis ham yig'adi. Asalari propolisdan, asosan, kataklarni qurishda mum sifatida foydalanadi. Bundan tashqari, uning tarkibida bakteriyalarni yo'q qiladigan moddalar ham mavjud. Propolisni ayrim o'simliklar kurtaklaridan, terak, igna bargli daraxtlar, kungaboqar yoriqlaridan oladilar. Propolis tarkibida 50-55% smola, 8-10% efir moyi, 30% ga yaqin mum uchraydi [11].

Bo'yoq beradigan o'simliklar guruhi voha florasida 18 oila, 34 turkumga mansub 49 turdan iborat. Bu guruhning vohada keng tarqalgan vakillariga *Chenopodium album*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola arbuscula*, *Calligonum caput-medusae*, *Persicaria hydropiper*, *Limonium meyeri*, *Psylliostachys leptostachya*, *Populus euphratica*, *Isatis violascens*, *Andrachne rotundifolia* va boshqa turlar misol bo'ladi.

O'simliklardan olinadigan bo'yoqlar sun'iy bo'yoqlarga nisbatan chidamli bo'ladi. Bu bo'yoqlarning ayrimlari bilan ip, matolar bo'yalsa, boshqalari bilan oziq mahsulotlari bo'yaladi.

Zaharli o'simliklar guruhi vohada 46 turdan (13,45%) tashkil topgan. Bunday xususiyatga ega bo'lgan o'simliklar *Brassicaceae* (7 tur), *Amaranthaceae* (6 tur) va *Asteraceae* (5 tur) oila vakillarida boshqa oila vakillariga qaraganda ko'proq uchraydi. Hozirgi vaqtda zaharli o'simliklardan *Lolium temulentum* ko'plab bug'doy dalalarini zararlab hosilni 40-50% gacha kamaytirgani ma'lum bo'ldi. Bu o'simlik turi, asosan, shaxsiy tomorqa yerlarida ortib boryapti. Mazkur o'simlikning poya va barglari zaharli emas. Uning donida lolin, lolinin, lolinidin kabi zaharli alkaloidlar bo'lganligi sababli doni zaharli hisoblanadi.

Oshlovchi o'simliklarning vohada 17 oila, 29 turkumga mansub 41 turi o'z ichiga olib, o'simliklarning 12% ini tashkil etadi. Bu o'simliklar *Polygonaceae* (9 tur), *Fabaceae* (4 tur) va *Tamaricaceae* (5 tur) oilalarida keng tarqalgan. Vohada ko'p uchraydigan oshlovchi turlarga *Calligonum caput-medusae*, *Medicago lupulina*, *Lotus sergiyevskiyae*, *Halimodendron halodendron*, *Glycyrrhiza glabra*, *Tribulus terrestris*, *Mentha asiatica* kabilar kiradi.

Qorovulbozor vohasi florasida efir moyli o'simliklar ham muhim ahamiyatga ega. Ularning mazkur hududda 13 oila, 23 turkumga oid 29 turi uchraydi. Mazkur guruh o'simliklari *Asteraceae* (7), *Lamiaceae* (5), *Apiaceae* (3) oila vakillarida keng tarqalgan. Boshqa oila vakillarida 1 tadan 2 tagacha efir moyli o'simliklar uchraydi. Vohada efir moyli turlar keng tarqalgan turkumlarga *Tamarix*, *Alhagi*, *Glycyrrhiza*, *Acroptilon*, *Mentha* va boshqalar kiradi. A. Akramov [2] Buxoro viloyati sharoitida efir moyli *Cuminum setifolium* o'simligining foydali xususiyatlari to'g'risida ko'pgina ma'lumotlar berib o'tgan.

Hozirgi vaqtda efir moyli o'simliklardan turli maqsadlarda foydalanib kelinyapti. Ayniqsa, u oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Hozirgi kunda efir moyli o'simliklarni respublikamizda 650 turi uchrashi aniqlangan.

Yoqilg'i sifatida foydalaniladigan o'simliklarning hududda 22 turi (6,43%) uchraydi. Bunday o'simliklardan aholi o'tin sifatida foydalanadi. Bu guruhning keng tarqalgan turlariga quyidagilar *Haloxylon persicum*, *Calligonum caput-medusae*, *Calligonum aphyllum*, *Tamarix hispida*, *Populus pruinosa*, *Karelinia caspia*, *Phragmites australis* kiradi.

Ozuqabop o'simliklar ham vohada son jihatdan kam tarqalgan bo'lsa-da, florani shakllanishida salmoqli o'ringa ega. Ular vohada 9 oila, 30 turkumga mansub 33 turni tashkil qildi. Bunday o'simliklardan aholi kundalik ehtiyojlari uchun doimiy ravishda foydalanib keladi. Bular yovvoyi va begona o't sifatida vohada ko'plab uchraydi. Ularning tarkibida oqsillar, uglevodlar, moylar, vitaminlar, mineral tuzlar va boshqa moddalar mavjud.

Bu o'simliklar keng tarqalgan oilalar *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*. Oziqbop o'simliklarga *Portulaca oleracea*, *Spinacia turkestanica*, *Capsella bursa-pastoris*, *Elaeagnus angustifolia*, *Cichorium intybus*, *Mentha longifolia*, *Hibiscus trionum*, *Ferula foetida*, *Lycium ruthenicum*, *Asperugo procumbens* kabi turlar kiradi. *Portulaca oleracea*, *Spinacia turkestanica*, *Mentha asiatica*, *Capsella bursa-pastoris*ning barglaridan aholi ko'k chuchvara qilib iste'mol qiladi va ziravor sifatida ovqatga ishlatadi. Bundan tashqari, semiz o'tidan salat tayyorlashda hamda suyuq ovqatlarda foydalaniladi.

Qolgan boshqa qurilishbop (5 tur), vitaminli (20), tolali (11), manzarali (24) o'simliklar guruhleri kam sonli bo'lsa-da, voha florasining shakllanishida salmoqli o'ringa ega.

Xulosa qilib aytganda, Qorovulbozor vohasi florasining asosiy qism (90 %) turli sohalarda qo'llanilishiga qarab foydali xususiyatlarni namoyon qildi. Ayniqsa, yem-xashak va dorivor o'simliklar yetakchilik qildi. Shuning uchun mazkur floraning tarkibini o'rganish va ularni muhofaza qilish muhim ilmiy amaliy ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR:

1. Ashurmetov O.A., Raximova T.T., Raximova A.T., Hikmatov Sh.X. *Ekologiya*. – Toshkent: “Chinor ENK”, 2008. – 233 b
2. Akramov A. Zira. – Toshkent: Mehnat, – 1988. – 48 b.
3. Сахобиддинов С.С. *Дикорастущие лекарственные растения Средней Азии*. –Ташкент: Госиздат, 1948. – 216 с.
4. Esanov H.Q. 2017. *Amaranthus viridis L. (Amaranthaceae) – a new invasive species for the flora of Uzbekistan*. *Stapfia Reports. Austria*. 107: 127-130.
5. Esanov H. K., Usmonov M. X. 2018. *Two alien species of Asteraceae new to Uzbekistan (Bukhara oasis)*. *Turczaninowia*. 21 (4): 175–180.
6. Эсанов Х.К., Кечайкин А.А. *Duchesnea indica (Andrews) Teschem. (Rosaceae Juss.) – новый адвентивный вид для флоры Республики Узбекистан*. *Acta Biologica Sibirica*. 2016. 2 (4): 84-89.
7. Эсанов Х.К. *Новые виды во флоре Бухарского оазиса*. *Turczaninowia*. 2016. 19(2): 77-81.
8. Эсанов Х.К. *Анализ флоры Бухарского оазиса*. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. (PhD). Ташкент. 2017. 46 с.
9. Ережесов С.Е. *Флора Каракалпакии, ее хозяйственная характеристика, использование и охрана*. – Ташкент: Фан, 1978. – 240 с.
10. Гроссгейм А.А. *Растительные богатства Кавказа*. – М.: АН СССР, 1952. – 632с.
11. Глухов М.М. *Медоносные растения*. – М.: Колос, 1974. – 304 с
12. Ильин М.М. *Общие вопросы изучения сырьевых растений // Методика полевого исследования сырьевых растений*. – М.: АН СССР, 1948. – С. 7-24.
13. Козо-Полянский В.М. *Классификация полезных растений // Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции*. – М.-Л.: АН СССР, 1960. – С.105-111
14. Набиев М.М. Казакбаев Р.Ю. *Определитель декоративных деревьев и кустарников Узбекистана*. – Ташкент: Фан, 1975. – 160 с
15. Павлов Н.В. *Дикие полезные и технические растения СССР*. – М.: АН СССР, 1942. – 640 с.
16. Приступа А.А. *Основные сырьевые растения и их использование*. –Л.: Наука, 1973. – 412 с.
17. Rakhimova N.K., Rakhimova, T., Sharipova, V.K., Beshko, N.Y., Esanov H.K. *Current state of coenopopulations of some rare species of the genus Calligonum L.(Polygonaceae) in the Bukhara region, Uzbekistan*. *Asia Life Sciences*, 2020, Vol 29 (1). P.365 - 378.
18. Холматов Х.Х., Қосимов А.И. *Доривор ўсимликлар*. – Тошкент: Ибн Сино, 1994. – 368 б
19. Холиқов К. *О'zbekiston janubidagi dorivor o'simliklar*. – Toshkent: Mehnat, 1992. – 80 b.
20. Хожиматов К. *Эфирномасличные растения Узбекистана и пути их рационального использования*. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Ташкент, 1999. – 110 с
21. Закиров П.К., Норбобаева Т. *Некоторые данные по количественному составу и хозяйственному значению эдификаторов растительного покрова Средней Азии // Распространение и природные запасы полезных растений Узбекистана*. – Ташкент: Фан, 1976. – № 2. – С. 3-35.
22. Чернышев П.Я. *Дикорастущие полезные растения Бухарской и сопредельных с ней областей // Учёные записки Бухарского госпединститута*. – Ташкент: Узглавиздата УзССР, 1957. – С. 7-33.
23. Юнусов С. *Алкалоиды*. – Ташкент: Фан, 1981. – 418 с

**ЎЗНИНГ *G.TOMENTOSUM* БИЛАН *G.HIRSUTUM* ТУРЛАРИ ЎРТАСИДА ОЛИНГАН
ТУРЛАРАРО ДУРАГАЙЛАРДА ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ЎСИШ ВА РИВОЖЛАНИШ
БЕЛГИЛАРИГА LET.DW ГЕНИНИНГ ТАЪСИРИ**

Жумаев Фарход Ҳожиқурбонович
биология фанлари номзоди, доцент.
Бухоро давлат университети.
f.x.jumaev@bukdu.uz

Аннотация. Ўзани *G.hirsutum* турида индустриланган йўл билан олинган L-691 линияси генотипида аниқланган леталлик хусусиятига эга Let.dw генини турлараро дурагайларда, яъни ўзанинг *G.tomentosum* билан *G.hirsutum* турлари ўртасида олинган турлараро дурагайларда биологик ва қишлоқ хўжалиги учун муҳим бўлган белгилардан чигитнинг униб чиқиши, ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши фазаларида Let.dw генининг ўсимлик бўйига, ўсимлик бош поясининг бўгинларига ва бўгинлар узунлигига таъсири ўрганилди.

Калит сўзлар: Ўза, линия, турлараро, дурагай, генотип, тур, леталь, ген, ўсиш, ривожланиш, плейотроп, онтогенез, бўгин, ўсимлик бўйи.

**INFLUENCE OF THE LET.DW GENE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF
INTERSPECIFIC HYBRID PLANTS OBTAINED BY CROSSING COTTON SPECIES
G.TOMENTOSUM AND *G.HIRSUTUM***

Abstract. The *Let.dw* gene, which is lethal in the genotype of the L-691 line obtained by industrialization in the cotton species *G. hirsutum*, is used in interspecific hybrids, i.e. in interspecific hybrids obtained between *G. tomentosum* and *G. hirsutum*. In cotton hybrids, seed germination is one of the biologically and agriculturally important traits. The influence of the *Let.dw* gene on plant height, stem node and joint length during the phases of plant growth and development was studied.

Keywords: Cotton, line, interspecific, hybrid, genotype, species, lethal gene, growth, development, pleiotropy, ontogenesis, internode, plant height.

**ВЛИЯНИЕ ГЕНА LET.DW НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ МЕЖВИДОВОЙ
ГИБРИДОВ ПОЛУЧЕННОЙ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ ВИДОВ ХЛОПЧАТНИКА *G.TOMENTOSUM* И
*G.HIRSUTUM***

Аннотация. Ген *Let.dw*, обладающий летальностью в генотипе линии L-691, полученной путем индустриализации в видах хлопчатника *G. hirsutum*, используется в межвидовых гибридах, т.е. в межвидовых гибридах, полученных между *G. tomentosum* и *G. hirsutum*. У гибридов хлопчатника всхожесть семян является одним из биологически и сельскохозяйственно важных признаков. Изучено влияние гена *Let.dw* на высоту растений, между узел стеблей и на длину междоузлий в фазы роста и развития растений.

Ключевые слова: Хлопчатник, линия, межвидовой, гибрид, генотип, вид, летальный ген, рост, развитие, плейотропность, онтогенез, между узел, высота растения.

Қириш. Турли гуруҳларга мансуб тирик организмларда ҳоҳ у ўсимлик бўлсин ёки ҳайвонот онтогенез даврида леталь генлар гомозигот рецессив ёки доминант ҳолатда леталлик хусусиятини намоён этади. Жуда кўп олимлар ўсимликлар оламида леталь генларни онтогенез жараёнида салбий таъсирини ўрганган. Ўсимликларда индустриланган метод асосида олинган ўсимликларда леталь генлар ҳосил бўлганлиги аниқланган, яъни ўсимликларни генератив органларига физикавий омиллар (альфа, бетта, гамма нурлар), кимёвий мутаген препаратларни таъсири натижасида мутант ўсимликлар олинадилар [1]. Индустриланган, яъни ўсимликни органларига физикавий радиацион нурлар таъсир эттириш усуллардан фойдаланиб маккажўхорида ҳам бир қатор мутант ўсимликлар олинган бўлиб улар ичида альбинос ҳолати ўсимликларни нобуд бўлишига олиб келиши кузатилган [2]. Худди шундай тажрибалар ўза ўсимлигида ҳам ўтказилиб мутант ўсимлик [3] шакллари олинган ва уни авлодлари генетик таҳлил этилган [4].

Тажриба объекти ва усули. Тажрибалар Бухоро давлат университети ўқув илмий дала тажриба хўжалигида амалга оширилган. Тажриба объекти сифатида ўзани тетраплоид Гавай оролларида ўсувчи

Ўргимчак кана зараркунанда ҳашаротига чидамли *G.tomentosum* ёввойи тури билан ўрта толали *G.hirsutum* турига мансуб индустирланган йўл билан олинган мутант Л-691 линияси ва улар ўртасида олинган F_1 *G.tomentosum* x Л-691 ва F_2 *G.tomentosum* x Л-691 дурагай бўғин ўсимликлари ҳисобланади. Тажрибада ўсимликларни морфобиоогик белгилари, яъни ўсимликнинг бўйи, ўсимлик бўғинлари сони, ўсимлик бўғинларининг узунлиги ҳамда пакана бўйли ва баланд бўйли ўсимликларнинг қимматли белгилари бир чаноқ вазни, тола узунлиги, тола чиқими ҳамда тола ранги ўрганилган. Олинган маълумотлар Б.Доспехов усулида математик таҳлил этилган [5]. Тажрибада П-пакана ўсимликлар, Б-баланд бўйли ўсимликлар ва Ум- умумий жами ўсимликлар тушунилади.

Олинган натижалар таҳлили. Ўсимликлар дунёсида жуда кўп ўсимлик турларида леталь генлар аниқланган, жумладан, ғўза ўсимлигида ҳам рецессив ва доминант леталь генлар таъсири ўрганилган. Ғўзанинг *G.hirsutum* турида *Let.dw* гени аниқланган бўлиб, уни плейотроп таъсири ўрганилган. Мазкур аниқланган ген турлараро дурагай бўғинларда ҳам худди тур ичида қандай таъсир этган бўлса худди шундай таъсир этиш жараёни, яъни бу ҳолатда ҳам плейотроп таъсир этиш аниқланди.

Let.dw геннинг турлараро дурагай бўғинларда худди *G.hirsutum* туридаги сингари ўсимликларни онтогенез ривожланиш жараёнида салбий таъсир этишини ўрганиш мақсадида полиплоид *G.tomentosum* билан *G.hirsutum* турига мансуб Л-691 линияси ўртасида чатиштириш ўтказиб, уларнинг авлодлари ўрганилди ва генетик таҳлил килинди.

Л-691 линияда ва олинган турлараро *G.tomentosum* x Л -691 дурагайнинг биринчи ҳамда иккинчи бўғинларида ўсимликлар бўйини таъмин этувчи асосий компонентлар –бош поянинг бўйи ундаги бўғинлар сони ва бўғин узунлигини ирсийланиши ва *Let.dw* генининг бу белгиларга таъсири ўрганилди.

Жадвал-1

Л-691 линиясида ва *G.tomentosum* x Л -691 дурагайнинг биринчи, иккинчи бўғинларида ўсимликлар бўйини таъмин этувчи белгиларнинг ирсийланиши.

Ўрганилган бегилар	Ўсимлик шакли	Л-691 (п-39:6-23:ум-62)		F_1 <i>G.tomentosum</i> x Л-691 (п-4: 6-3: ум-7)		F_2 <i>G.tomentosum</i> x Л-691 (п-73: 6-29: ум-102)	
		Lim	x	Lim	x	Lim	x
Бош поянинг бўйи	П	30-50	41,8	60-80	71,0	10-75	58,7
	Б	70-95	88,9	110-145	125,6	85-160	128,5
	Ум.	30-95	72,5	60-145	94,4	10-160	110,3
Бўғинлар сони	П	16-24	21,5	24-28	26,3	14-27	23,5
	Б	18-29	23,2	27-36	32,3	25-41	36,5
	Ум.	16-29	22,1	24-36	28,85	14-41	32,1
Бўғинлар узунлиги	П	1,71-2,20	196	2,50-2,85	2,70	1,30-2,95	2,53
	Б	2,78-4,50	385	3,05-4,52	3,94	2,71-4,65	3,68
	Ум.	1,71-4,50	3,06	2,50-4,52	3,23	1,30-4,65	3,46

Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики (жадвал-1), индустирланган йўл билан олинган Л-691линияда бир-биридан фенотипик жиҳатдан ўсимликни бўйи бўйича кескин фарк килинадиган икки синфга пакана бўйли ва баланд бўйли ўсимликларга ажралиш беришини кўриш мумкин. Пакана бўйли ўсимликлар генотипида *Let.dw* гени бўйича гетерегизот (*Let.dw let.dw*) ҳолатда бўлиб у ўсимликни бўйини таъмин этувчи генларга плеотроп салбий таъсир килади, яъни бу *let.dw* гени ўсимликнинг ўсишини таъмин этувчи бошқа генлар фаолиятига салбий таъсир этиб бу линиядаги 1-гуруҳ ўсимликларни бўйи 30-50 см оралигида ўзгариб ўртача 41,8 см.ни ташкил этди.

Иккинчи гуруҳ баланд бўйли ўсимликлар бўлиб *let.dw* гени бўйича рецессив гомозигот ҳолатда (*let.dw let.dw*) бўлиб, ўсимликларни ўртача бўйи 88,9 см.ни ташкил этиб пакана ўсимликларга нисбатан икки баробарга баландлиги бўйича фарк килади, ўзгарувчанлик амплитудаси 70 см.дан 95 см оралигида бўлиб бу ўсимликлар генотипида *Let.dw* гени рецессив гомозигот (*let.dw let.dw*) ҳолатида бўлганлиги учун улар яхши ўсиб ривожланади, яъни бу ген ўсимлик бўйини таъмин этувчи генларга таъсир этмайди. Бош поядаги бўғинлар сонига келсак бу белги бўйича пакана ўсимликлар гуруҳида ўртача 21.5 донани ташкил қилиб, баланд бўйли ўсимликларда 23,2 дондан иборат бўлди. Бу ерда кескин фарк икки гуруҳ ўртасида кузатилмайди.

Ўсимлик бош поясидаги бўғинлар узунлиги ўрганилганда Л-691линиянинг икки гуруҳида, яъни пакана бўйли ўсимликларда 1,71 см.дан 2,2 см оралигида ўзгариб ўртача 1,96 см.ни ташкил қилган ҳолда

бу кўрсаткичлар бўйича баланд бўйли ўсимликлар қуйидаги кўринишга эга бўладилар: 2,78-4,50 см амплитуда оралиғида бўғин узунлиги ўзгариб ўртача 3,85 см.ни ташкил этди. Олинган натижалардан кўриниб турибдики, let.dw гени гетерозигот ҳолатида ўсимликни бўғин узунлиги ҳам жуда катта салбий таъсир кўрсатар экан, шунинг учун пакана бўйли ўсимликларнинг бўғин узунлиги баланд бўйли ўсимликларга нисбатан икки баробар қисқадир.

Дурагайни биринчи бўйини таҳлил этилганда юкорида таъкидлаганимиздек, худди Л-691 линияси сингари пакана ва баланд бўйли ўсимликларга ажралиш берди, лекин 1:1 нисбатда. Бу ерда ҳам Let dw гени гетерозигот ҳолатда бўлганда ўсимлик бўйига жуда катта салбий таъсир этганини кўрамиз, яъни пакана ўсимликлар бўйи ўртача 71 см.ни, бўғинлар сони 26,3 донани ва бўғинлар узунлиги эса 2,70 см. ни ташкил этади. Бу кўрсаткичлар бўйича баланд бўйли ўсимликлар қуйидаги қийматларга эга бўлди: ўсимлик бўйи 125,6 см, бўғин сони 32,3 донани ва бўғин узунлиги 3,94 см. ни ташкил этди.

Биринчи бўғинда олинган барча ўсимликлар ташқи морфологик кўринишда G.tomentosum турига ўхшаш бўлиб пакана ва баланд бўйли ўсимликларнинг пояси, барги қалин тук билан қопланган. Ранги кулранг бўлиб, гули лимон рангдир, кўсақлари, асосан, 4 бўлакли, сал узунрок, ўткир учли, толаси кўнғир, чигитлари эса тошсимон. Биринчи бўғин иккала гуруҳга ҳам моноподиал шоҳлар ҳосил бўлиб, кучли, бақувват тарвақайлаб ўсади.

Иккинчи (F2 G.tomentosum x Л -691) бўғинида ўсимликнинг бўйи жуда катта амплитуда ўзгарувчанлигига эга бўлиб, ўсимлик бўйи бўйича оладиган бўлсақ улар 10 см.дан то 160 см оралиғида бўлганлигини кўриш мумкин. Бу бўғинда икки томонлама трансгрессияни кўриш мумкин. Ана шу гуруҳга хлорофил мутацияси кузатилиб битта албинос ўсимлик олинди. Лекин у 3 та чин барг чикаргунча ўсиб сўнг нобут бўлди. Иккинчи бўғинда ўсимликларнинг жуда ҳам бўйи паст 10 см.гача бўлган ўсимликларнинг ҳосил бўлиши турлараро дурагайларда иккала турга тегишли бўлган ўсимлик бўйига таъсир қилувчи полигенларни бир генотипда йиғилиши ва уларнинг Let dw гени билан ўзаро таъсири ҳамда ҳар хил геномларга таълуқли бўлган хромосомаларнинг мейоз бўлиниш босқичида ўзаро таъсири натижасида бўлиши мумкин. Ўртача пакана бўйли ўсимликларда бўғинлар 23,5 дона бўлса баланд бўйли ўсимликларда 36,5 донани ташкил қилди.

Пакана бўйли ўсимликлар билан баланд бўйли ўсимликлар бўйларининг бўғин узунлиги ўртасида ҳам катта тафовут мавжуд. Let dw гени гетерозигот ҳолатда бўлганда бўғинлар узунлиги 1,3 см.дан то 2,95см.ни ташкил қилса бу геннинг рецессив гомозигот (let.dw let.dw) ҳолатида баланд бўйли ўсимликларнинг бўғин узунлиги 2,71см.дан 4,65см оралиғида ўзгариб, ўртача 3,68 см.ни ташкил этди. Иккинчи бўғинни баланд бўйли ўсимликлар гуруҳида, ҳаттоки, 160 см.гача бўлган пояси қалин, бақувват, моноподия шоҳлари 12-14 тагача бўлган ўсимликлар ҳам олинди. Бундай бақувват ўсимликларнинг ҳосил бўлишига асосий сабаб генотипнинг летал Let dw генидан ҳоли бўлиши бўлса, иккинчидан, ҳар хил геномлардаги поянинг ўсишига ижобий таъсир қиладиган полигенларнинг бир генотипда мужассамланганлиги билан ҳам боғлиқ бўлиши мумкин.

Тажрибада ўрганилган Л-691 линияси ва G.tomentosum x Л-691 дурагайининг биринчи ва иккинчи авлод ўсимликларининг ғўза учун қимматли бўлган муҳим белгиларини таҳлил қилганимизда бу ерда пакана бўйли ўсимликлар билан баланд бўйли ўсимликлар ўртасида жуда катта тафовутга эга бўлмаган қийматлар олинганлиги учун биз уларни умумлаштириб таҳлил қилдик. Бундан ташқари F₂ бўғинда жуда кеч пишар, фотопериодик ўсимликлар намунаси ҳам кайд этилган. Бу ўсимликлар август ойининг охирларига келиб гулга кирди ва кўсақлар ҳосил қилди, шунинг учун уларнинг ҳосилини йиғиштириб олиб бўлмади.

Олинган маълумотлар (жадвал-2) шуни кўрсатдики, бир чанок оғирлиги Л-691 линияда 4-6 грамни ташкил этган бўлса, биринчи бўғинда 1,5 грамдан 3 грамгача иккинчи бўғинда эса 1,5 грамдан 5 грамгача бўлган ўсимликлар олинди.1000 дона чигит оғирлиги Л-691 линияда 104 грамдан 119 грамгача ташкил этди, биринчи бўғинда эса 83-100 грам атрофида ва иккинчи бўғинда 90 грамдан то 130 грамга эга бўлган ўсимликлар аниқланди.

Жадвал-2.

Бир чанок вазнини ота-она ва кейинги бўғинларда берилиши

Материаллар	Ўсимлик сони	Min - max	ўртача
Л-691	62	4.4-6.0	5,20
F ₁ G.tomentosum x Л-691	14	1.5-3.0	2,64
F ₂ G.tomentosum x Л-691	102	1.5-5.0	4,36

Тола узунлиги ва тола чиқиши бўйича Л-691 29-33 мм ва 28-35 фоизни ташкил этиб, иккинчи авлодда ота-она формаси кўрсаткичига эга бўлган ўсимликлар олинди. Тажрибада иккала ота-онага ўхшайдиган қимматли белгиларни ўзига мужассамлаштирганлари (24/1 норма, 25/2 норма 26/3 норма, 26/4 норма

пакана, 26/5 пакана) кейинчалик генетик селекцион изланишлар учун бошлангич материал сифатида ишлатса бўладиган бир канча ўсимликларни алоҳида ўрганиб, ажратиб олиб улар иссиқхонага кўчириб ўтказилди.

Тола рангига келадиган бўлсак индустирланган йўл билан олинган леталь генга эга мутант линия Л-691 пахтаси ок толали бўлиб, ёввойи ҳолда ўсадиган махсус Вагнер челагида ўстирилган форма *G.tomentosum* тури ўсимлиги пахтаси кўнғир толали бўлиб, биринчи авлоддаги ўсимликларни барча, яъни пакана ва баланд бўйли ўсимликларнинг толаси кўнғир рангли бўлди. Иккинчи бўғинда иккала (пакана ва баланд) гуруҳдаги ўсимликлар пахта толалари ранги бўйича кўнғирдан то ок ранггача бўлди. Бу белги бўйича ирсийланиш *Let dw* генига боғлиқ бўлмасдан эркин ирсийланиши мумкин, яъни иккинчи бўғинда тола ранги бўйича 3:1 нисбатда ажралиш бериши кузатилди.

Хулоса. *G.tomentosum* билан *G.hirsutum* тури ўртасида олинган дурагай бўғинларни ўрганишдан шуни хулосалаш мумкинки, улар жуда яхши ўзаро чангланаиб, улардан олинган дурагай бўғинларда леталь *Let dw* генининг онтогенез ривожланишига таъсир ўтказиши, яъни плейотроп таъсир этиши аниқланди. Мунант Л-691 линияда индустирланган йўл билан олинган *Let dw* гени турлараро дурагайлашда ҳам авлоддан авлодга эркин ирсийланиши ва асосан, морфо-биологик белгилар, яъни ўсимликни бўйига ва бўғин узунлигига кенг таъсир этиши аниқланди. Бу ген тола узунлиги, тола чиқими, тола рангига таъсири кузатилмади, яъни тола рангини таъмин этувчи генар эркин мустақил ирсийланиш хусусиятига эга. Бу билан Л-691 линияни бошқа турлар билан ҳам чапиштириб турлар ўртасида генлар ва геномлар алмашинувиши ўрганиш учун *Let dw* генини муҳим маркер белгиси ёки ген сифатида фойдаланиш мумкинлигини аниқлади.

АДАБИЁТЛАР:

1. *Фадеев Т.С. и др. –Сравнительная генетика растений.//Изд.ЛГУ. Ленинград. 1980. 155 ст.*
2. *Генетика культурных растений: Кукуруза, рис, просо, овес.//Л.Агропромиздат.1988. 25-28 ст.*
3. *Жумаев Ф.Х., Абзалов М.Ф. - Выявление у хлопчатника хромосом ответственных за регуляцию роста растений.// Журнал Химия природных соединений.-Ташкент. 1995. № 1. ст.135-138.*
4. *Жумаев Ф.Х., Абзалов М.Ф.- G.Tomentosum билан G.Hirsutum турлари ўртасида олинган бўғинлар ўсимликларининг ўсиши –ривожланишига ва қимматли белгиларига Let. dw. генини таъсирини ўрганиши.// Қишлоқ хўжалигида экологик муаммолар халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами.-Бухоро, 2003 йил,186-188 б.*
5. *Доспехов С.Б. – Методика полевых опытов. // М.Агропромиздат. 1985, 225 ст.*

БУХОРО ШАХРИ ҲОВУЗЛАРИДА САНИТАР-ГИГИЕНИК ТЕКШИРУВЛАР ОЛИБ БОРИШ ВА УЛАРНИНГ НАТИЖАЛАРИ

Бўриев Сулаймон Бўриевич,
Агрономия ва биотехнология факультети,
Биотехнология ва озиқ-овқат хавфсизлиги кафедраси
профессори, биология фанлари доктори
Шаронова Шахноза Рахматиллоевна,
Агрономия ва биотехнология факультети,
Биотехнология ва озиқ-овқат хавфсизлиги кафедраси доценти, PhD
sh.r.sharopova@buxdu.uz

Аннотация. Ушбу мақолада Бухоро шаҳар атрофида жойлашган ҳовузлар, фитопланктонлар, зоопланктонларни етиштиргандан сўнг ҳовузларнинг санитар-гигиеник ҳолати тўғрисида маълумотлар келтирилган. Суртма тайёрлаш ва ундан бактериологик лабораторияда фойдаланиш бўйича йўриқномалар мавжуд.

Калит сўзлар: Патоген микрофлора, ҳовузлар, Петри лycopчаси, фильтр коғози, пробирка, микроскоп, аралашма, физиологик эритма.

ПРОВЕДЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ НА прудах ГОРОДА БУХАРЫ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Аннотация. В статье представлена информация о санитарно-гигиеническом состоянии водоемов, фитопланктоне, зоопланктоне после выращивания в пригороде Бухары. Есть инструкция по приготовлению мазок и ее применению в бактериологической лаборатории.

Ключевые слова: Патогенная микрофлора, бассейны, чашка Петри, фильтровальная бумага, пробирка, микроскоп, смесь, физиологический раствор.

CONDUCTING SANITARY AND HYGIENIC SURVEYS ON THE PONDS OF THE CITY OF BUKHARA AND THE RESULTS OBTAINED

Abstract. The article provides information on the sanitary and hygienic state of water bodies, phytoplankton, zooplankton after growing in the suburbs of Bukhara. There are instructions for preparing a smear and its use in a bacteriological laboratory.

Key words: Pathogenic microflora, pools, Petri dish, filter paper, test tube, microscope, mixture, physiological solution.

Кириш. Дунёда бирор тирик жон сувсиз яшай олмайди. Сув одам ва сайёрамиздаги барча тирикликнинг эҳтиёжларини қондириш ҳамда атрофимиздаги табиий муҳитни сақлаш учун жуда зарур. Лекин чучук сув ресурслари чекланган, шунунгдек, сайёрамиз бўйлаб бир меъёрда тақсимланмаган. Сув билан таъминланганлик бўйича муаммо йўқ бўлган минтақалар ҳам мавжуд. Бироқ ер юзида сув етишмовчилиги сабабли қатор қийинчиликларга учраётган давлатлар ва одамлар кам эмас. Марказий Осиё эса, шундай минтақалардан бири ҳисобланади. Иқлим ўзгараётган ва аҳоли тобора ўсиб бораётган шароитларда бу минтақада сув ресурслари танқислиги янада кучайиб бораверди, деб тахмин қилишга барча асослар бор. Шу боис ўз сув ресурслари мавжуд эҳтиёжнинг бешдан бир қисминигина ташкил қиладиган Ўзбекистон учун сув муаммоларини пухта ва ҳар томонлама ўйлаб чиқилган ечими - бу уларнинг барқарор ривожланишига олиб борадиган йўлдир [1: 33-34].

Ушбу муаммонининг глобал даражадаги аҳамияти ва кўламини эътироф этган ҳолда, 2003 йилнинг декабрь ойида Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Бош Ассамблеяси томонидан 2005-2015-йиллар "Сув ҳаёт учун " халқаро фаолият Декадаси, деб эълон қилинди. Ушбу декада сувга тегишли халқаро мажбуриятларни бажариш ва сув билан боғлиқ ҳар қандай муаммоларни ҳал қилиш учун барча имкониятларни ишга солишга қаратилган. Асосий вазифа бор саъй-ҳаракатларни сув ресурсларидан барқарор ва узок муддат давомида фойдаланиш ва дунёнинг турли минтақаларида санитария шароитларини яхшилашни таъминлашга йўналтиришдан иборат.

Куйидаги турли манбаларга мувофиқ Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг асосий тармоқлари бўйича сув олиш тақсимланиши келтирилган [2:78;3:16;4:56-57]:

- Кишлоқ хўжалиги (ирригация) -84,2-91,8%;
- Саноат -1,8- 3%;
- Коммунал-маиший эҳтиёжлар -3- 6%;
- Энергетика -2- 6%;
- Балиқчилик хўжалиги -0,5- 2%;

Республиканинг барча марказий шаҳарларида ҳовузлар мавжуд. Бу ҳовузлар гидробиологик нуқтаи-назардан А.М. Мухаммадиев томонидан ўтган асрнинг 50-60 йилларида ўрганилган. Лекин Лаби-ҳовуз, Боло-ҳовуз, Сомоний боғи ҳовузи ўзига хос тузилишга эга. Агарда сув билан тўлиқ тўлдирилса максимал чуқурлиги 5-6 метрга етади. Барча ҳовузларнинг атрофи оҳақтош билан ўраб олинган, кўп қирралидир. Ҳар бир оҳақтош баландлиги 0,5м. Лаби-ҳовуз 10 қатор, Боло-ҳовузда 8 қатор, Сомонийлар боғи ҳовузида 7 қатор бўлиб жойлашган. Худди шундай ҳовузлардан Баҳовуддин Нақшбанд ва Орифон ҳовузлари мавжуд. Бу ҳовузлар, асосан, теваарак атрофда микроиклим ҳосил қилади ва атрофдаги инсонлар учун роҳат бахш этади. Шу сабабли Бухоро шаҳридаги барча ҳовузларни экологик ҳолатини бузмасдан, сувини ифлос қилмасдан уларни асрашимиз ва илмий жиҳатдан ўрганиб туришимиз шарт.

Тадқиқот ҳудуди сифатида танланган ҳовузлар Лаби-ҳовуз 1550 м², Боло-ҳовуз 600 м², Сомонийлар боғида жойлашган ҳовуз 460 м², Мохи-хоса ҳовузи 460 м², Сомонийлар боғи ҳудудида жойлашган кўл 35200 м² ни ташкил этади.

Тадқиқотнинг услуб ва усуллари. Тадқиқотнинг Микроскопик сув ўсимликлари ва зоопланктон организмлар фенологик кузатиш, сув ҳавзаларининг биологик режими, сувнинг ифлосланиши, сув ҳайвонларининг экологияси, шунингдек, балиқлар фаунасининг шаклланиши ва балиқ ресурсларидан оқилона фойдаланиш бўйича илмий тадқиқот олиб борган Г.О. Сарс, П.Д. Резвой, И.И. Сакалов, А.В. Улитива, А.И. Исаев, И.А. Киселев, И.М. Мирабдуллаев, А.Э. Эргашев, Д.С. Ниёзов, А.Р. Кузметов тавсияларидан фойдаланилди. Очик сув ҳавзаларининг физик-кимёвий таркиби, фитопланктон эккангача ва эккандан кейинги физик-кимёвий таркиби Вудивисс, Макрушин, Цанер (Zahner) услублари ва фитопланктон ўсувчи сувнинг сифат даражалари, кўрсаткичлари Дмитриев усули асосида аниқланди [9; 240-6].

Бактериологик таҳлил. Сувнинг бактериологик таҳлили - ундаги мавжуд бактериялар миқдорини ва аниқ турини аниқлаш усулидир. Сувни микроорганизмлар мавжудлигига текшириш ДСт, СанҚваМ ва услубий кўрсатмалар билан тартибга солинади. Сувни таҳлил қилиш асосий ҳужжатлар қаторида МУ 012-3/0152 Очик сув ҳавзалари сувининг санитар- кўрсаткичли ва патоген флорага текширишнинг санитар-микробиологик таҳлили усуллари қайд этилган [10; 185-6].

Сувнинг санитар-бактериологик ҳолатини баҳолаш учун умумий микроблар сони (УМС) - мезофил, мезотроф аэроблар ва факультатив анаэробларнинг умумий сонини аниқлаш, ичак таёқчаси гуруҳидаги бактериялар сонини аниқлаш (коли-индекс) каби кўрсаткичлар қўлланилади.

Сувнинг органолептик таҳлили - сув сифатини баҳолашнинг дастлабки босқичи бўлиб, ДСт 3351 да сувнинг органолептик кўрсаткичларини аниқлаш усуллари қайд қилинган [11; 45-46-6].

Юқорида келтирилган маълумотларга асосланиб, сувликлардан оқилона фойдаланиш бугунги куннинг долзарб масалаларидан бирига айланмоқда. Шу ўринда шаҳар атрофида жойлашган қадимий ҳовузлар ҳам микроиклимни таъминлаш, гидробионтларнинг генофонди вазифасини бажарибгина қолмай, балки балиқчилик ҳовузлари учун тирик жамғарма ҳисобланади. Ҳовузлардан йиғилган сув намуналаридаги микрофлорага тегишли ЛПК- лактоза мусбат ичак таёқчалари (лактоза положительные кишечные палочки) мавжудлигини аниқлаш қуйидаги босқичларда амалга оширилади.

1. Агар муҳити эритилади.
2. Пробиркаларга 1,0мл 2та; 0,1мл 2та; 0,01мл 2та экмана номли тайёр муҳитидан солинади.
3. Умумий сонда $6 \times 5 = 30$ та пробирка ишлатилди.
4. 9мл экмона муҳитига 1мл сув қўшилди (ҳовуз сувларидан).

Умумий микроблар сонини аниқлаш учун Петри ликопчасига агар муҳитидан 10 млдан солинди. (37градусли термостатга 18-24соатга жойлаштирилди). Ликопчаларга ўлчаб солинган агар муҳити бир неча дақиқага термостатга тескарига жойлаштирилди (шунда кўтарилган намлик ҳисобига бактериялар калоннаси бузилмайди).

Тажриба ва натижалар. Патоген микрофлорани аниқлаш учун эса, 1литр ҳовуз сувига 10мл 1%ли натригидрокарбонат, 5мл аччиқ тош эритмаси, 110%ли алумокалибикавасидан солинади, 24соатга қолдирилади. Шунда лойқа сув тиниб бактериялар пастки қисмга чўқади. Кейинги босқичда аралашманинг 100 мл тинган қисмига 900 мл пептонли буфер сувидан аралаштирилади. Буферли пептон бирламчи бойитувчи муҳит вазифасини бажаради. Микробларни ўстириш учун 24 соатдан кейин шиша идишларда

инкубаторларга жойлаштирилади ва 37 градусли термостатга 24 соатга қолдирилади. Кейинги кунда пептонли буфер сувидан 10 мл олиб устига 90 мл хлормагнийли муҳитдан солинади. Сўнгра 90мл тетротенонатли муҳитдан дан солинди. (ТТБ) Аралашма (10мл +90 мл)(буферли пептон) 320С ли термостатга 24 соат қолдирилади (1-расм). Қолдирилган муҳит энторобактерияларни аниқлаш учун; а) Висмут сульфатли агар, б) Пиаскриома муҳити, с) Левина каби муҳитларда ҳар бир ҳовуз сувларидан олинган намуналар 2тадан экилди. Термостатга 24 соатга жойлаштирилди. 1кундан кейин калонналар саналади.

Худудлар номи	0,01	0,01	0,001	0,001
Моҳи Хоса ҳовузи	3	4	ўсиш йўқ	ўсиш йўқ
Сомоний боғи кўли	1	4	ўсиш йўқ	ўсиш йўқ
Сомоний ҳовузи	880	990	92	87
Боло ҳовуз суви	9	6	2	3
Лаби ҳовуз суви	39	36	5	6

Бунинг учун петри лycopчасида ўсган муҳитни лаборатория шароитидаги тайёр эндо муҳитига Грамм усулида бўялади. Сўнгра ярим суяқ лактозага (5 мл) солинади. Худду шу тартибда 5та ҳовуз суви учун 5та петри идишида чизилади.

Ўсган бактериялар текширилганда барча ўсган калонналар Gramm(-) бактериялар ўсган. Очик сув ҳавзаларида яна шу қаторда ТКБ- термофил ичак таёқчалари (термофил кишечное палочки), ЛКП- лактоза (+) кишечное палочки (Лактоза мусбат ичак таёқчалари) ҳам аниқланади. Термостатга 24 соатга жойлаштирамиз. Босқич сўнгида ҳар доимгидай Эндо муҳитли лycopчалар зарарсизлантирилади.

1 - намуна	Моҳи хоса ҳовузи	1	0,1	0,01
2 - намуна	Сомонийлар боғи худудидаги кўл	1	0,1	0.01
3 - намуна	Сомонийлар боғи ҳовузи	1	0,1	0,01
4 - намуна	Боло-ҳовуз	1	0,1	0,01
5 - намуна	Лаби-ҳовуз	1	0,1	0,01

Суртма тайёрлаш учун буюм ойнасига маркер ёрдамида икки доира чизилади. Ҳар бир доирага бир томчидан физиологик эритмадан томизилади. Бактериал игна билан доиралар ичида сурилади. Буюм ойнасининг устки қисми қуриши учун қутилади. Кейин спирт лампада фиксацияланади. Сўнгра Грамм усулида бўялади. Бўяш жараёни қуйидаги тартибда олиб борилади. Генциан виолет бўёғига икки дақиқага ботирилади; Люголь эритмаси икки дақиқага қолдирилади; Сув билан ювилади; Учинчи босқичда 30 секунд спирт билан ювилади; икки дақиқа давомида Фулцинда бўялади; охириги босқичда буюм ойнаси сувда ювилади; Филтр қоғози ёрдамида қурилади.

Микроскопда кўрилганда Грамм (-) ва Грамм (+) бактериялар кўринди. 37⁰С ли термостатга 24 соат қолдирилди. Ўстирилган муҳитларда, яъни тетротенонатли ва хлор магнийли, уч шакарли агар муҳитда ўстирилган ҳовуз сувида Патоген микрофлора аниқланмади. Текширув натижалари қуйидаги жадвалда ёритилган.

Сув ҳайвонларнинг махсулдорлиги уларнинг ўсиши, кўпайиш жадаллиги ва ҳар хил шароитларда яшовчанлигининг муддати билан аниқланади. Одатда, ёппасига кўпайтириладиган объектлар ўзининг махсулдорлиги билан ажралиб туради. Дафния уруғига мансуб бўлган турлар орасида Дафния магна энг кўп махсулдорлик хусусияти билан ажралиб туради. Ушбу қисқичбақасимон ҳар бир насл бериш жараёнида 100 тадан кўпроқ наслни юзага келтиради. Насл қолдириш муддати 2-3 кун давом этади.

Сув ҳарорати 26 – 28⁰С бўлганда зоопланктон сон жиҳатдан кўпаяди. Лаби-ҳовузда доминант турлардан: *Bosmina longirostris*, *Arctodiptomus*, сувнинг 2,5 – 3,5 метр чуқурлигида *Harpacticoida sp* доминантлик қилади. Сомонийлар боғи ҳовузида сув тез – тез кириб туради. Ҳовузнинг атрофи очик бўлиб, шамол кўп эсиб туради. Ҳаводан кислород инвазия ва эвазия йўли кислород аэрацияси юз беради. Фотосинтез жараёни ҳам содир бўлади. Лекин сув чикмайди. Баҳорда, асосан, *Ceriodaphnia reticulata*, *Simosceplalus*, *soropodit* учрайди. Кузда сув камайиб, қишда умуман қуриб қолади. Қишда Лаби-ҳовуз, Боло-ҳовузда, асосан, *Keratella quadrata*, *Nauplii* ва *Copepodit* учрайди холос, кам сонли *Cyclops vicinus* ҳам бор. Қиш мавсумида Бухоро шаҳри ҳовузлирида тарқалган зоопланктон организмлар илк бор ўрганилмоқда. Қиш ойларида зоопланктон биомассаси ёзгига нисбатан жуда кам бўлиши, лекин баъзи

копеподлар ҳисобга анча юқори бўлишлиги сезилди. Қиш ойларида зоопланктон организмлар, хусусан, қисқичбақасимонлар диапауза ҳолатида бўлади. Лекин қишда ҳам худди ёздагидек ҳамма трофиклик ҳолати сақланиши аниқланди. Бу ҳовуз сувликлари ҳарорати нисбатан илиқлиги сабабли бўлиши мумкин. Олиб борилган тадқиқот натижалари олдинги йиллар билан солиштирилди. Сомонийлар кўли сувликларидан йиғилган намуналар 2022 йил декабрь ва 2023 йил январь, февраль ойларида олинган намуналардан фойдаланилди.

Зоопланктон организмларни йиғиш усуллари, асосан, икки йўл билан йиғилади:

1) сифат намуналари; 2) микдор намуналари;

Зоопланктон намуналарни конусли планктон сузгичлари Жеди тўрларидан (№ 56-76) (капрон сита) ёки тутқич (сачок) лар ёрдамида 50-100 литр сувни челақ ёрдамида Жеди тўридан ўтказиб сузиб олиш ёки сувнинг маълум чуқурлигига Жеди тўри ташланиб уни тортиб олиш усулидан фойдаланилади.

Сомонийлар боғи ҳудудида жойлашган кўлнинг зоопланктони 22 турдан иборат бўлиб, коловраткалар Rotatoria 10 та турга мансуб, шохдор мўйловлилар Cladocera 8 тур ва курак оёқлилар Copepoda 4 турни ташкил этади. Ушбу кўлда ёзги фасл коловраткаларнинг турларини тез кўпайиб кетиши билан характерланади. Уларнинг турлари орасида доминант ўринни эгаллаган вакиллари *Asplanchna herrecki*, *Thermocyclops vermifer*, *Brachionus quadridentatus* (Hermann.1783), *Brachionus nilsoni*, *Filina longiseta*, *Keratella tropica* бўлиб ҳисобланади. Клодоцералар орасида эса *Diaphanosoma mongolianum* ва *Moina minuta* аҳён-аёнда учраб туради. Коловраткалар айрим жинсли бўлиб жинсий диморфизм кузатилади. Урғочилари йирик, эркаклари эса анча кичик бўлади. Кўпайиш жараёнида кўпчилиги тухум кўяди. Микдорий кўрсаткичи деярли камайиб кетган Клодоцераларга мансуб *Diphanosoma mongolianum* учраса-да, *Moina*, *Alona rectangula* ва *Ceriodaphnia sp.* нисбатан доминантлик қилди. Қисқичбақасимонлардан *Cyclops vicnus* кам сонда намоён бўлса, *Nauplii* микдори максимал даражага етди.

Қишки фаслда умуман копеподлар, яъни *Thermocyclops vermifer*, *Cyclops vicnus* доминант ҳолга ўтади. Бу ҳолда биринчисини, яъни *Thermocyclops vermifer*, иккинчисини, яъни *Cyclops vicnus* нинг микдори камайиб кетади. *Diphanosoma mongolianum*, *Thermocyclops vermifer*, декабрда *Cyclops vicnus* доминант ҳолга ўтди.

Куз фаслига келиб ушбу турлардан *Asplanchna herrecki*, *Branchi-omis placatilis*, *B. placatilis longicornis*, *Filina longiseta* йўқолиб кетади ва уларнинг ўрнида *Euchanus redicta*, *Keratella tropica*, *Keratella tropica redicta* турлари доминант ҳолга ўтади.

№	Нусха олинган жой номи	Умумий микроблар сони	Индекс ЛПК	Патоген флора	Текширув гостлари
1	Мохи Хоса ҳовуз суви	450	900	Топилмади	МУ012-3/0152
2	Сомоний боғи кўли суви	250	500	Топилмади	МУ 012-3/0152
3	Сомоний боғи ҳовуз суви	89250	240000	Топилмади	МУ 012-3/0152
4	Боло ҳовуз суви	1625	1900	Топилмади	МУ 012-3/0152
5	Лаби ҳовуз суви	4625	2100	Топилмади	МУ 012-3/0152

Хулоса. Сув ҳавзаларидаги патоген микроорганизмлар микдор кўрсаткичларини аниқлашда махсус стерилланган лаборатория идишлари (250 мл) да махсус стерил хонада олиб борилди. Сомонийлар боғи кўли, Лаби-ҳовуз, Боло-ҳовуз, Сомонийлар боғи ҳудудидаги ҳовуз ва Мохи-хоса ҳовузи сувлари — Бухоро вилоят Санитария-эпидемиология осойишталик ва жамоат саломатлиги хизмати бошқармаси, БАК лабораторияси билан ҳамкорликда сувликларнинг санитар-гигиеник ҳолати назоратга олинди. Стерилланган муҳитда сув ҳавзалари намуналари чуқур ўрганилди. Олинган натижалар аниқлигини белгилаш мақсадида тажрибалар бир неча марта такрорий олиб борилди, сувликларнинг санитар-гигиеник ҳолати тўғри баҳоланиши учун кўл ва ҳовузларнинг кимёвий таркиби тўғрисидаги умумий маълумотлар тўлиқ бўлиши муҳимдир.

АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистонда сувдан фойдаланиш анъаналари ва замонавий ёндашувлар. А.А. Азизов. Тошкент 2015.-33-34б.

2. *Сув Ўзбекистон келажаги учун муҳим ҳаётий ресурс. Тошкент, БМТТД. 2007.-128 б.;www.unpdr.uz*
3. *Ўзбекистоннинг индикаторларга асосланган экологик шарҳи. БМТ ТД, ЎзР Давлат табиатни муҳофаза қилиш қўмитаси. Тошкент 2008.-88 б.*
4. *Ўзбекистон Республикасида атроф-муҳитни аҳволи ва табиий ресурслардан фойдаланиш тўғрисида Миллий маъруза (1988-2007). Давлат табиатни муҳофаза қилиш қўмитаси. Тошкент, 2008.-298 б.;*
5. *Ўзбекистон Республикасида атроф-муҳитнинг аҳволи ва табиий ресурсларидан фойдаланиш тўғрисида Миллий маъруза (2008-2003 йй.).Тошкент, "ЧИНОР ЭНК" наириёти, 2012.-254 б.www.econews.uz;*
6. *Sharopova Sh.R., Azizova N.A. Khauz-Digging artificial ponds and by stadying zooplankton khauz Bukhara // International scientific conference "Global science and innovations 2019. - Nur-Sultan, 2019. – P. 34-37*
7. *Шаропова Ш.Р. Определение биотехнологии обработки воды пруда от органико-минеральных веществ под влиянием фитопланктонов // Journal of technical science and innovation. Международный электронный журнал. Том-1. №1, 2021. 46-49 p. [http: //jtsi.uz](http://jtsi.uz)*
8. *Бўриев С.Б., Шаропова Ш.Р. Бухоро шаҳар атрофидаги сув ҳавзалари фито-зоопланктонларини ўрганиш, уларни кўпайтириш ва балиқчиликда қўллаш биотехнологияси // Микробиология ва Биотехнологиянинг долзарб муаммолари. Республика илмий – амалий конференция материаллари. - Қарши, 2021.-Б. 100-105.*
9. *Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидробиология: Прибрежно- воднаярастительность. – Москва. - «Академия». – 2005. - 240 с.*
10. *Nester E., C. Evans Roberts., Martha T.Nester., Mikrobiology; a human;perspective. C.Brown communications, 1995, pp-185.*
11. *Тўхтаев А., Ҳамидов А. Экология асослари ва табиатни муҳофаза қилиш. Тошкент. – «Ўқитувчи». - 1994. – Б. 45-46.*

ОЦЕНКА ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Савич Виталий Игоревич,

*Профессор-Российский государственный аграрный университет-
Московской сельско-хозяйственной академии им. К.А.Тимирязева*

Нафетдинов Шавкатилло Шукурович,

Доцент- Бухарского государственного университета

Равианов Жасурбек Фазлиддин угли,

Преподаватель- Бухарского государственного университета

Камбарова Фотима Самиджоновна,

Студентка- Бухарского государственного университета

Аннотация. В проведенных исследованиях на каштановых засоленных почвах показана зависимость электрического сопротивления почв не только от степени засоления, но и от влажности и температуры почв, что определяет изменение параметров ВЭЗ по горизонтам почв и по элементам микрорельефа.

Доказывается, что величина ВЭЗ будет зависеть и от типа засоления почв, плотности почв, содержания органического вещества. Это необходимо учитывать при оценке данных вертикального электрического зондирования почв.

Ключевые слова: засоление почв, вертикальное электрическое зондирование, зависимость сопротивления от W , t° .

THE ASSESSMENT OF SOIL SALINITY USING THE VERTICAL SENSING METHOD

Abstract. The studies carried out on saline chestnut soils showed the dependence of soil electrical resistance not only on the degree of salinization, but also on soil moisture and temperature, which determines the change in VES parameters along soil horizons and microrelief elements.

It is proved that the value of VES will also depend on the type of soil salinization, soil density, and organic matter content. This must be taken into account when assessing vertical electrical sounding data of soils.

Key words: soil salinization, vertical electrical sounding, dependence of resistance on W , t° .

VERTIKAL ELEKTR YO'NALTIRISH USULIDA TUPROQ SHO'RLANISHINI BAHOLASH

Annotatsiya. Sho'rlangan kashtan tuproqlarda olib borilgan tadqiqotlar tuproqning elektr qarshiligining nafaqat sho'rlanish darajasiga, balki tuproqning namligi va haroratiga bog'liqligini ko'rsatadi, bu esa tuproq gorizontalari va mikrorelef elementlari bo'ylab VES parametrlarining o'zgarishini belgilaydi.

VESning qiymati tuproqning sho'rlanish turiga, tuproq zichligiga va organik moddalar tarkibiga ham bog'liq bo'lishi isbotlangan. Bu tuproqlarning vertikal elektr ovozi ma'lumotlarini baholashda hisobga olinishi kerak.

Kalit so'zlar: tuproq sho'rlanishi, vertikal elektr zondlash, qarshilikning Vt ga bog'liqligi, t° .

Объекты исследования

Объектом исследования выбраны каштановые засоленные почвы Дагестана и Ирана [3, 4, 7].

Методика исследования состояла в оценке электрических свойств почв методом вертикального электрического зондирования в полевых условиях в сезонной динамике и в лабораторных условиях при определении водно-физических и агрохимических свойств почв [4, 5, 6].

Экспериментальная часть

Цель и задачи исследования

Оценка засоления почв имеет большое агроэкологическое значение и, наряду с физико-химическими методами исследования, для оценки степени засоления применяют метод вертикального электрического зондирования. Однако результаты этого метода зависят не только от содержания солей в почвах, но и от их соотношения, влажности, температуры, плотности, гумусированности почв. Они отличаются в течение вегетационного периода, на отдельных элементах микрорельефа в структуре почвенного покрова. Выяснению этих вопросов и посвящена выполненная нами работа.

Использование данных вертикального электрического зондирования для характеристики генезиса и плодородия почв

Метод вертикального электрического зондирования является одним из геофизических методов экспрессного определения свойств почв и, в частности, степени засоления почв [7].

По данным Поздняковой А.Д. [4] кажущееся электрическое сопротивление почв отражает их генезис и плодородие. По форме кривой сопротивления и величине можно судить об интенсивности и виде почвообразовательных процессов, протекающих в профиле почв. По данным автора, сопротивление целинных дерново-подзолистых почв достигало нескольких сот и даже тысяч Ом. В торфяных почвах эта величина (ρ_K) составляла не больше 40-60 Ом/м. Кривые ρ_K целинных дерново-подзолистых почв отражали их трехслойное строение: $\rho_{A1} < \rho_{A2} > \rho_B$. Установлена экспоненциальная зависимость электрического сопротивления от суммы поглощенных оснований, емкости поглощения, содержания гумуса.

Копикова Л.П. [2] установила закономерности изменения электрической проводимости почв от их засоления. Изучение электропроводности природных растворов почв хлоридно-сульфатного типа засоления концентрации 1-25 г/л позволило установить высокие коэффициенты корреляции ее с минерализацией ($r = 0,91$; для $n = 90$) и с натриево-адсорбционным отношением - SAR ($r = 0,79$; $n = 90$).

Автор предлагает для сульфатно-кальциево-магниевого типа засоления классификацию токсичности растворов (при влажности от НВ до 0,7 НВ). Нетоксичные и среднетоксичные соли имеют электропроводность См/м $\cdot 10^{-1}$ при 18^oC соответственно 4-7 и 10-13; содержание легкорастворимых солей С при НВ соответственно 6-9 и 13-18 г/л [2].

По полученным нами данным, выявлена общая тенденция изменения электрического сопротивления в почвах подгорно-приморских равнин Дагестана: оно уменьшалось по направлению от повышенной части к приморской [3].

Также по полученным нами данным, электрическое сопротивление солончака было равно нулю. Это соответствовало содержанию водорастворимых солей выше 4% (4-30%). В слабозасоленных почвах, где содержание водорастворимых солей было меньше 1% удельное электрическое сопротивление варьировало в диапазоне от 20 до 160 Ом/м [3].

Как видно из представленных данных таблицы 1, в почвах проявляется кислый суспензионный эффект: рН суспензии ниже, чем рН(H₂O) фильтрата. В большей степени он проявляется для почвы №3, в меньшей степени – для почвы №4. рН(KCl) отличается от рН(H₂O) вытяжки, в большей степени это отличие проявляется для почвы №3. Наибольшее сопротивление U (Ом) характерно для почвы №2, где больше общая щелочность, большая потеря при прокаливании, меньшая плотность, большая влажность. Наименьшее сопротивление U (Ом) характерно для почвы №3, где выше ЕС (MS), ТДС ppm, больше плотность почв, больше величина рН(H₂O).

Таблица 1.

Связь показателей вертикального электрического зондирования со свойствами почв (Ап)

Показатель	Почва			
	1	2	3	4
W, %	0,3	3,1	0,7	0,2
рН(H ₂ O) – вытяжка	8,0	7,9	8,3	7,9
рН _{KCl} – суспензия	7,6	7,6	7,6	7,4
рН(H ₂ O) – суспензия	6,6	6,6	6,4	6,7
ОВ г/см ³	1,7	1,2	1,6	1,4
плотность твердой фазы, г/см ³	2,3	2,2	2,7	2,3
потеря при прокаливании	29,6	35,3	29,0	26,8
щелочность общая *	0,7	1,4	1,1	0,2
ТДС ppm	203	291	456	298
ЕС (ms) **	309	414	686	443
U (Ом) ***	6,9	11,2	4,7	5,1
V	18,2	34,8	18,7	16,7
K, %	25,8	7,4	16,7	16,8

*) концентрация солей в ppm; **) электропроводность; ***) сопротивление в методе ВЭЗ; V – напряжение в методе вертикального электрического зондирования

почвы: 1, 3 – бурая полупустынная солонцеватая засоленная, Иран; 2 – бурая полупустынная засоленная, Иран; 4 – серозем, Узбекистан

Влияние на показатели ВЭЗ влажности почв

Котенко М.Е. установлено, что электропроводность каштановых засоленных почв зависит не только от степени засоления, но и от влажности и степени гумусированности почв, что необходимо учитывать при интерпретации данных вертикального электрического зондирования [3].

С теоретической точки зрения, при изменении температуры от 0⁰ до 20⁰ содержание CO₂ в почвах изменяется от 171 до 27,8 мг/100 г воды, что сказывается и на растворимости CaCO₃, MgCO₃. При разной температуре неодинаково изменяется растворимость отдельных осадков. Так, при 2⁰C растворимость MgCl₂ равна 54,6 мг/л; MgSO₄ – 18; MgCO₃ · H₂O – 0,13. С повышением температуры увеличивается поглощение почвой многовалентных катионов и с меньшей энтропией, с большей энергией гидратации. При повышении влажности предпочтительнее поглощение катионов с меньшей энергией гидратации и с большей энтропией растворения.

По полученным нами данным, при повышении температуры от 20⁰ до 40⁰ поглощение почвами Ca составляло 204%, Mg – 55%, Na – 21% [6]. Также по полученным нами данным, величина электрического сопротивления дерново-подзолистых почв составляла 60-300 Ом/м; для глеевых почв – 40-180 Ом/м; для породы – 60-80 Ом/м.

Как видно из представленных данных, в солонцеватой почве из анализируемых почв больше плотность твердой фазы, больше электропроводность, меньше электрическое сопротивление почв, больше содержание водорастворимых солей, больше рН_{KCl} суспензии и рН(H₂O) вытяжки. В сероземе, по сравнению с другими сравниваемыми почвами, меньше потеря при прокаливании, меньше влажность почвы, ниже рН(KCl) суспензии и рН(H₂O) вытяжки.

Величина суспензионного эффекта (рН(H₂O) вытяжки минус рН(H₂O) суспензии) выше в солонцеватой засоленной почве (1,4) и ниже – в бурых засоленных почвах (1,3) и в сероземе (1,2).

Сезонные изменения температуры и влажности почв и их влияние на электропроводность почв

Электрическое сопротивление почв изменяется в сезонной динамике. Однако эти закономерности отличаются для отдельных групп почв, горизонтов, для почв, развитых на разных элементах мезо- и микрорельефа.

Гюлалыев Ч.Г. [1] установил закономерности изменения электрохимических характеристик почв от температуры и влажности. Автором показано, что увеличение удельной поверхности и объемной массы почв вызывает линейный рост электрофизических коэффициентов. При увеличении температуры с 5⁰ до 40⁰ электрофизические коэффициенты почти линейно увеличивались. Сначала с увеличением влажности они увеличивались интенсивно. Затем удельная электропроводность продолжала свой рост, но менее интенсивно.

По полученным нами данным, сезонная динамика легкорастворимых солей в профиле каштановых почв Дагестана показывала и на изменение типа засоления в течение года. Установлена смена сульфатно-хлоридного типа засоления на сульфатный или хлоридно-сульфатный тип засоления.

Показано, что электропроводность почв возрастает с увеличением засоления почв и ионной силы раствора. Однако влияние на нее солей натрия и кальция, карбонатов и сульфатов отличается. Растворимость солей зависит от рН, рСО₂, температуры, влажности, комплексобразующей способности почвенных растворов.

По полученным нами данным для каштановых засоленных почв Дагестана, установлен большой разброс значений удельных электрических сопротивлений по поверхности и по профилю почв. При этом у поверхности почв удельное электрическое сопротивление составляло 71-82 Ом/м, хотя почвы отличались на типовом уровне и по степени засоления и солонцеватости, что связано, очевидно, с незначительной влажностью верхнего слоя почв. Так, в верхнем слое солончака влажность составляла < 5-7%, а уже в слое 12 см она варьировала в диапазоне 12-18%. При содержании водорастворимых солей 4-30% в солончаке электрическое сопротивление было близко к нулю, а в слабозасоленных почвах с содержанием солей менее 1% электрическое сопротивление варьировало в диапазоне 20-160 Ом/м.

Влияние характера и степени засоления на состояние посевов отдельных культур

Влияние степени засоления на отдельные культуры сильно отличается. Так, снижение урожая на 25% наблюдается у сои при 5,7 Ммо/см, а у ячменя – при 13,0; снижение урожая на 10% отмечается у сои при 3,8 Ммо/см, а у ячменя – при 10,0.

Для почв Ливии на средnezасоленных почвах при сумме солей 0,2-0,4% в Ап и сумме токсичных солей 0,1-0,35%; при содержании хлора - 0,03-0,10% при ЕС ммоль/см, при 25⁰C – 0,75-1,5 у маслины и финиковой пальмы отмечался хороший рост, а у картофеля, гороха, миндаля отмечалось снижение урожая на 50-80% [5]. При этом градации засоления отличаются и для почв разного гранулометрического состава, гумусированности, зависит от минералогического состава почв, емкости поглощения и т.д.

Отдельные культуры и сорта более устойчивы и к разным типам засоления: к Cl и SO_4 , Na и Ca и т.д. [5]. Токсичное влияние засоления на растения в значительной степени зависит от состава и соотношения солей и солеустойчивости растений.

При преобладании в почвенном растворе менее вредных солей растения подвергаются, главным образом, осмотическому давлению; при преобладании более вредных солей возрастает интоксикация растений, и соли оказывают специфическое ингибирующее влияние на отдельные ферменты [8]. При этом одни растения устойчивы к хлору, другие – к сульфатам. Растения, развивающиеся в условиях хлоридного засоления, имеют более высокую степень солеустойчивости, но, в то же время, они менее засухоустойчивы и холодостойки, по сравнению с растениями, развивающимися в условиях сульфатного засоления.

Заключение

Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), применяемый для оценки степени засоления почв, является экспрессным и удобным для применения в полевых условиях. Однако при интерпретации данных необходимо учитывать, что полученные результаты зависят не только от содержания в почве водорастворимых солей, но и от их состава, влажности почв, плотности, температуры, содержания гумуса, рН и Eh. Это определяет изменение степени засоления почв в сезонной динамике и в структуре почвенного покрова, и должно учитываться при интерпретации данных ВЭЗ при агроэкологической оценке земель.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гюлалыев Ч.Г. *Электро- и теплофизические свойства почв*, Автореф. канд. дисс., ИПА, АН АзССР, Баку, 1989, 18 с.
2. Копикова Л.П. *Изучение электрической проводимости почв и поровых растворов в целях диагностики их степени засоления*, Автореф. канд. дисс., М., МГУ, 1984, 23 с.
3. Котенко М.Е., Зубкова Т.А., Баламирзоев М.А. *Использование электрофизических экспрессметодов в диагностике почв Присулакской низменности Западного Прикаспия*, в сб. «Юг России, развитие», 2009, №3, с. 18-23
4. Поздняков А.И., Позднякова Л.А., Позднякова А.Д. *Стационарные электрические поля в почвах*, М., КМК, 1996, 388 с.
5. Савич В.И., Шишов Л.Л., Амергужин Х.А. *Агрономическая оценка и методы определения агрохимических и физико-химических свойств почв тропиков и субтропиков*, Астана, 2004, 620 с.
6. Савич В.И. *Физико-химические основы плодородия почв*, М., РГАУ-МСХА, 2013, 431 с.
7. Савич В.И., Мазиров М.А., Седых В.А., Гукалов В.В. *Агроэкологическая оценка геофизических полей*, М., РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2016, 492 с.
8. Строганов Б.П. *Значение качества засоления в солеустойчивости растений*, Автореф. докт. дисс., Алма-Ата, 1961, 40 с.

OLMA DARAXTLARIDA ASOSIY SHOXLARNING O'SISH DINAMIKASIGA KESISH USULI VA DARAJALARINI TA'SIRI

Yunusov Rustam,

Buxoro davlat universiteti

Agronomiya va tuproqshunoslik kafedrası professori q.x.f.n.

Otabek Umarov Rafoilovich,

Buxoro davlat universiteti

Agronomiya va tuproqshunoslik kafedrası dotsent b.f.f.d.(PhD)

Ravshanov Jasurbek Fazliddin o'g'li,

Buxoro davlat universiteti

Agronomiya va tuproqshunoslik kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada intensiv olma daraxtlaridagi asosiy shoxlarining o'sish dinamikasiga kesish usuli va darajalari ta'siri ilmiy asosda o'rganilgan. Natijada hosil beruvchi rayonlashtirilgan olma navlarining eng maqbul yoshartiruvchi va me'yorlashtiruvchi kesish usullari ishlab chiqarishga tavsiya qilindi.

Kalit so'zlar: *Intensiv olma bog'lari, kesish usuli va me'yorlari, yoshartiruvchi va me'yorlashtiruvchi kesish, shox-shabbani rivojlanishi, kesishni samaradorligi.*

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ И УРОВНЕЙ ОБРЕЗКИ НА ДИНАМИКУ РОСТА ОСНОВНЫХ ВЕТВЕЙ ЯБЛОНИ

Аннотация. В статье изучены фитометрические показатели деревьев, привитых к среднерослым привоям 3 сортов ММ-106 в интенсивных яблоневых садах, способы и уровни обрезки для развития роста и продуктивности. По результатам опыта выявлен способ и уровни оптимальной обрезки яблон при омолаживающей и нормализующей зимней обрезке 3-4 лет.

Ключевые слова: *Интенсивные яблоневые сады, прививочные комбинации сортов, метод омолаживания и стандартизации, способ и уровни обрезки, рост, развитие и продуктивность, продуктивность.*

THE INFLUENCE OF PRUNING METHODS AND LEVELS ON THE GROWTH DYNAMICS OF THE MAIN BRANCHES OF THE APPLE TREE

Abstract. *In the article, the phytometric indicators of the trees connected to the root of 3 types of MM-106 medium growing grafts in intensive apple orchards, methods and levels of pruning for growth development and productivity were studied. In the results of the experiment, the method and levels of optimal pruning of apple trees were observed in rejuvenating and normalizing winter pruning of 3-4 years.*

Key words: *Intensive apple orchards, varieties grafting combinations, rejuvenating and standardizing method, cutting method and levels, growth, development and productivity, efficiency.*

Kirish: Intensiv mevachilik O'zbekiston qishloq xo'jaligining eng muhim va o'ziga xos sohasidan biri hisoblanib, urug'li mevali bog'lar, jumladan, olma va nokzorlar Respublikamizning 70 ming gektar maydonini tashkil etib, har yili 800 ming tonna hosil yetishtirilmoqda.

Mamlakatimiz Prezidentining 2006- yil 9-yanvardagi PF-3709 sonli "Meva-sabzavotchilik sohasida iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmoyishi va "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, uni O'zbekiston sharoitida bartaraf etishning yo'llari va choralari" asarida ko'rsatilgan tavsiyalar asosida mamlakatimizda ijtimoiy-iqtisodiy va ishlab chiqarish faoliyati doiralarini takomillashtirish va barqaror rivojlantirish dasturi belgilab olindi [1,2].

Yuqorida ko'rsatilgan ushbu sohada meva ishlab chiqarish miqdorini keskin oshirish, sifatini yaxshilash hamda tannaxrini kamaytirish, asosan, yangi intensiv bog'lar barpo qilish va mavjud bog'lardan muttasil mo'l va sifatli olma mevalari hosilini yetishtirish ko'zda tutilgan.

Oxirgi yillarda mamlakatimizda jadallashtirilgan (intensiv) mevali bog'lar barpo etilmoqda, bu bog'larda mevali daraxtlarga shakl berish va navlarning biologik xususiyatlarini inobatga olib, ularga muayyan shakl berish o'rganilgan bo'lsa-da, nav va uning biologik xususiyatlarini e'tiborga olgan holda, daraxtlarning yoshiga qarab,

hosil beruvchi 3- 4 shoxlarni yillik yoshartirish sikli bo'yicha kesish usullari va darajalari hamda muayyan shakl berish tadbirlari O'zbekiston sharoitida ilmiy asosda atroflicha o'rganilmagan [4,5].

Ayni paytda O'zbekiston Respublikasida mevali bog'larning umumiy maydoni 216,4 ming gektarni tashkil etadi, shundan 89,1 ming gektar yoki umumiy maydondan 44,0% i urug'li mevalar hisobiga to'g'ri keladi.

Buxoro viloyatida urug'li mevalar 3,2 ming gektar va olmazor maydonlari esa 2,9 ming gektarni tashkil etadi. Respublikamizda mevali daraxtlarning o'rtacha hosildorligi 90-91 s/ga bo'lsa, Buxoro viloyatida 77 s/ga va bu ko'rsatkichlar olma daraxtlarining biologik hosildorligi va meva berish potensialidan 13-14 s/ga past hisoblanadi. Buxoro viloyatida yalpi meva ishlab chiqarish miqdori 1965 ming tonna atrofida bo'lib, viloyat aholisining jon boshiga 50,8 kg dan to'g'ri keladi. Bu tibbiy ko'rsatkichlarda tavsiya etilgan me'yorlardan 19-25% kam miqdorda tashkil qiladi.

Bugungi kunda intensiv bog'lardan yuqori sifatli hosil yetishtirish bilan birgalikda, yaratilgan bog'larni tezroq, ya'ni boqqa o'tkazilgandan keyin 2-3 yilda hosilga kirishini ta'minlashni talab qiladi. Shuningdek, intensiv bog'larda payvandtagi sekin va o'rta o'suvchi, tupi kichik yuqori sifatli hosil beruvchi navlar tanlanib, ularga muttasil mo'l va sifatli hosil beruvchi agrotexnik tadbirlar majmuyi qo'llanilganda, pirovart natijada 25-30 t/ga yuqori sifatli hosil yetishtirish imkoniyati yaratiladi [3,6].

Lekin shuni alohida ta'kidlash lozimki, bu boradagi bajarilgan tadqiqotlar olma daraxt navlarining biologik xususiyatlari, shox-shabballarining meva berishi, ularning yoshartirish sikllarini to'liq ochib berish imkoniyatini bermaydi.

Tadqiqot obyekti va qo'llaniladigan metodlar: Olma daraxt novdalarini 3-4 yil davomida siklik ravishda yangilab turish uchun qo'llaniladigan yoshartiruvchi, me'yorlashtiruvchi kesish usullari va shoxlarning holatiga qarab, qisqartirish darajalarini aniqlash hamda tanasiga muayyan shakl berish tadbiri -hosildorlikni oshirish va sifatini yaxshilashdagi eng muhim agrotexnik omil hisoblanadi.

Ilmiy tadqiqot ishlari 2018-2021- yillar davomida Buxoro viloyati, Buxoro tumanida joylashgan "Amin Hayot bog'i" fermer xo'jaligida o'tkazildi. Buxoro viloyatining iqlimi keskin kontinental hisoblanadi: bir yilda o'rtacha 125-175 mm yog'ingarchilik bo'lib, asosan, yog'ingarchilik bahor fasli boshida, kuzning oxirida hamda qishda kuzatiladi. Issiq quyoshli kunlar 240 kungacha davom etadi, shu davrda havoning o'rtacha harorati 26-30⁰S ni tashkil qiladi. Eng issiq kunlar yoz oyida kuzatilib, havoning kunduzgi harorati to 38.7-46.2⁰S daraja va undan ham yuqori havo harorati iyunning oxiri – iyulning boshida bo'ladi. Qishi quruq va sovuq: yanvarda o'rtacha harorat 4.0⁰S dan - 13⁰S gacha yetadi. O'rtacha havoning nisbiy namligi 40-60% ni tashkil etadi.

Mexanik tarkibi bo'yicha (N.A.Kachinskiy usuli bo'yicha) 56,9% dan iborat gilli, og'ir va soztuproq yerlar viloyatning, asosan, sug'oriladigan hududlarida tarqalgan. Sug'oriladigan umumiy yer maydonidan yengil soztuproq yerlar 35,6% ni, cho'l va qumli yerlar 7,5% ini egallaydi.

Tuproqning hajm og'irligi 0-70 sm li qatlamda – 1,40 g/sm³, 0-100 smda – 1,32 g/sm³ ni tashkil etadi.

Ildiz joylashgan (0-70sm) qatlamda esa tuproq fazasining solishtirma og'irligi – 2,84 g/sm³, metrli qatlamda – 2,83 g/sm³, tuproqning ayrim-ayrimlari tegishlicha 51,6-51,9 % ni, cheklangan dala nam sig'imi 0-50 sm li qatlamda 21,2%, 0-70sm – 21,1% va 0-100sm li qatlamda 21 % ni tashkil qiladi.

Agrokimyoviy tadqiqotlar natijalari bo'yicha yaylovli, eski va yangi sug'oriladigan maydonlarda chirindining miqdori juda kam bo'ladi. Tuproqning haydalma qatlamida chirindi miqdori 0.8-1.4% ga, azotning 0,06-0,12% ga, fosforning yalpi miqdori 0,11-0,18% ga, almashinuvchan kaliy miqdori 1,5-3,0% bo'ladi.

"Amin Hayot bog'i" fermer xo'jaligining tuprog'i allyuvial – qadimdan sug'oriladigan, kuchsiz sho'rlangan tuproqdan iborat bo'lib, suv sathining yuza joylashishi bilan (2.3-2.5 m) farqlanadi, mexanik tarkibi bo'yicha – o'rtacha soztuproqli hisoblanadi. Olma bog'ida kesish usuli va darajalarini qo'llash uchun VNIIS-86 ishlab chiqarilgan uslubiyotdan foydalanish.

Tajriba natijalari: Meva daraxtlarining hosildorligini oshirishda ularga qo'llaniladigan agrotadbirlar tizimi bilan birga kesish usuli va darajalariga rioya qilish eng muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Bog'dorchilik bilan shug'ullanadigan ko'pgina ilg'or mutaxassis va tadqiqotchilarning fikrlariga ko'ra, kesish usuli va darajasini qo'llash orqali daraxtlarga shakl berilib, uning tanasi baquvvat va mustahkam skeletga erishadi. Shu tadbir qo'llanilishi tufayli, daraxt tanasida o'suv va hosil shoxlarining barobar joylashishi ta'minlanib, sug'orish va oziqlantirish tartibini yaxshilaydi, ularning o'sish va rivojlanishi va meva berishiga qulay sharoit yaratilib, o'suv shoxlari hamda mevalarning rivojlanishini kuchaytiradi, pirovardda esa hosil sifatini hamda zararkunandalarga, kasalliklarga va qishga chidamliligini oshiradi.

Shoxlarni qisqartirish, asosan, shoxlarning eng yuqorigi (uchki) qismidagi hosil yoki vegetativ shoxchalarni, yarim skeletli yoki skeletli qismlarini olib tashlashdan iboratdir. O'suv nuqtasining yuqori qismini olib tashlash, odatda kuchsiz kesish deb hisoblanadi, shoxning yarmidan ko'prog'ida yaxshi rivojlangan kurtaklar mavjud bo'lgan yoki novdalarning katta qismini kesish bu kalta kesish yoki kuchli qisqartirish turiga kiradi.

Kuchli kesishni faqat alohida vaziyatlarda qo'llash mumkin: haddan tashqari novdalar o'sib ketganda, novdalarni birga ergashishini tiklash zaruriyatida va boshqa usullar bilan bunga erishishning iloji bo'lmaganda,

EXACT AND NATURAL SCIENCES

pishmagan novdalarni kesish orqali yoki daraxtga ma'lum bir istalgan shakl berish uchun jiddiy aniq tartibda shoxlanishini ta'minlash maqsadida, alohida shoxlarni yoki bo'lmasa, butun daraxt novdalarini yoshartirishda, shox-shabba hajmini pasaytirishda va boshqa vaziyatlarda o'tkazish zarur hisoblanadi. Hosil berib bo'lgan shoxlarning o'rnini bosish uchun uch-to'rt yillik sikl bo'yicha yoshartiruvchi kesish qo'llanilgan variantlarda navlar bo'yicha o'sayotgan shoxlarning umumiy soni 10-14% kamayadi va pirovarda daraxtlarni maqbul o'sishiga sharoit yaratiladi.

1-jadval.

Asosiy o'suv shoxlari miqdori va ularning joylanishida kesish usullari va darajalarining ta'siri

Hosil berib bo'lgan o'suvchi shoxlarda yoshartiruvchi kesish variantlari	Qoldirilgan shoxlarda hosil kurtaklari soni (dona)	Daraxt yaruslari bo'yicha			Asosiy o'suvchi shoxlar miqdori
		pastki qism	o'rta qism	yuqori qism	
«Golden Delishes» olma navi					
Nazorat	qisqartirilmaydi	26	36	16	78
3 yillik sikl	4-8	11	22	8	41
	8-12	13	24	10	47
	12-16	15	28	12	55
	qisqartirilmaydi	16	30	14	60
4 yillik sikl	4-8	11	23	9	43
	8-12	13	25	11	49
	12-16	16	30	12	58
	qisqartirilmaydi	21	35	17	68
«Renet Simirenko» olma navi					
Nazorat	qisqartirilmaydi	28	42	20	50
3 yillik sikl	4-8	14	20	11	45
	8-12	16	22	13	51
	12-16	18	25	15	58
	qisqartirilmaydi	20	27	16	63
4 yillik sikl	4-8	15	21	12	48
	8-12	17	23	13	53
	12-16	19	26	16	61
	qisqartirilmaydi	20	28	17	65
«Pervenets Samarkanda» olma navi					
Nazorat	qisqartirilmaydi	23	35	17	75
3 yillik sikl	4-8	11	21	7	39
	8-12	12	22	9	43
	12-16	14	24	13	51
	qisqartirilmaydi	16	26	15	57
4 yillik sikl	4-8	11	22	7	41
	8-12	13	24	8	46
	12-16	14	26	9	51
	qisqartirilmaydi	17	27	16	60
N _{SR095}					5.9
R%					4.1

Yuqorida keltirilgan 1-jadval ma'lumotlari shundan dalolat beradiki, hosil berib bo'lgan shoxlarni kesishda o'rindosh novdalarni uch-to'rt yillik sikl bilan yoshartirilgan variantlarda navlar bo'yicha o'sayotgan shoxlarning umumiy soni nazorat varianntiga nisbatan 12-18% ga kamaydi. Bu kamayish ko'proq eski, hosil berib bo'lgan shoxlarni kesish hisobidan bo'lganligi kuzatildi. Hosil bergan shoxlar butab tashlanganda ularning o'rniga yangi, ko'proq yosh va unumli hosil beruvchi shoxlar hosil bo'lganligini tadqiqot natijalari ko'rsatmoqda.

O'rganilayotgan 3 xil navlar bo'yicha turli xil kesish usuli va darajalari qo'llanilgan barcha variantlarda daraxt tanasida shox-shabbaning yaruslar bo'ylab joylashishi juda ham qulay bo'lib, o'rindosh novdalarni almashtirish uchun uch-to'rt sikl bilan bilan yoshartiruvchi va me'yorlashtiruvchi kesish usuli hamda qisqartirish darajalari qo'llagan variantning pastki yarusida-32%, o'rta yarusida 58% va yuqori qavatida 10% yangi o'suvchi

shoxlar joylashdi. Nazorat variantida esa o'suvchi shoxlar yaruslar va daraxt tanasi bo'ylab qariyb teng miqdorda joylashdi, ushbu ko'rsatkich sinalayotgan variantlar bilan taqqoslanilganda juda ham kam qulaylikni tashkil etadi.

Xulosa: Hosil berib bo'lgan shoxlarni uch yillik sikl bo'yicha me'yorlashtirilgan, o'rnini bosuvchi, yoshartiruvchi kesish usuli qo'llanilganda eski, samarasiz shoxlar kesib tashlanadi va ularning o'rniga yangi, yosh, tez o'sadigan unumdor novdalar o'sib chiqib, yuqori va sifatli hosil olishga imkon yaratadi.

2018-2021- yillarda o'rganilgan olmaning Golden Delishes, Renet Simirenko, Pervenets Samarqan navlarida 3-4 yillik siklik yoshartiruvchi kesish usuli qo'llash jarayonida asosiy shoxlarni o'rindosh sifatida qoldirib, har 3-4 yilda bir marta yoshartirilganda, uning o'sishi va rivojlanishiga ijobiy ta'sir qilishi tadqiqotlardan aniqlandi va bu 5-jadval ma'lumotlarida ko'rinib turibdi. Kesish jarayonida hosil berib bo'lgan asosiy shoxlarning soni 8-51% gacha kamayishiga va barcha qoldirilgan shoxlarda biologik va fiziologik jarayonlarning yaxshilanishiga imkoniyat yaratilib, hosildorlikning oshishiga va meva sifatining yaxshilanishiga olib keldi.

Shuningdek, tajribada o'rganilgan 3 xil olma navlarida 3-4 yillik bir marta o'rindosh sifatida hosil beruvchi hosil shoxlarini yoshartirish orqali olma daraxtining optimal o'sishi va rivojlanishiga sharoit yaratilishi hamda daraxt doimiy ravishda hosil beruvchi shoxlarga ega bo'lishi, yuqori va sifatli hosil berishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR:

1. Юнусов Р. *Олма дарахтларининг маҳсулдорлигини оширувчи омиллар. Қишлоқ хўжалигининг экологик муаммолари. Халқаро илмий- амалий анжумани материаллари тўплами, Бухоро, 2003, 254-256 б.*

2. Артикова Х.Т., Юнусов Р. *Климатические условия и растительность субтропической теплой и жаркой пустыни //Проблемы рекультивации отходов быта, промышленность отрасли.2015. 212-215. и сельскохозяйственного*

3. Rustam Yunusov, Feruza Amrilloevna Ganieva, Manzura Isroilovna Artikova, Zamira Alimovna Atayeva *The Dependence Of The Growth, Development And Productivity Of Apple Trees On The Factors Of Care On Low-Saline Soils Of The Bukhara Region. Web of Scientist: International Scientific Research Journal*

4. Рустам Юнусов, Замира Алимовна Атаева, Махфуза Мухиддиновна Сатторова *Влияние способа и степени омолаживающей и нормирующей обрезки деревьев яблони на урожайность и качество плодов. Universum: химия и биология. 2023, 10-1 (112)*

5. *Рост и развитие вечнозелено размножаемых подволов яблони в зависимости от плотности посадки Столица науки М, 2015*

6. *Studing the different formations trees in intensive or chards. F. Amrilloevna, R.Yunusov Evropa journal of Agrocultural and Rural Education 2 (4) 56-58*

BG-11 OZUQA MUHITI HAMDA BOLD BAZAL OZUQA MUHITLARIDA B.BRAUNII-ANDI-115 VA CH.INFUSIONUM-ANDI-76 SHTAMMLARINING O'SIB-RIVOJLANISHI

*Tag'ayeva Muhayyo Bafoevna,
Buxoro davlat universiteti katta o'qituvchi
m.b.tagaeva@buxdu.uz*

***Annotatsiya.** Maqolada BG-11ozuqa muhiti hamda Bold bazal ozuqa muhitlarida B.braunii-AnDI-115 va Ch.infusionum-AnDI-76 shtammlarining o'sib-rivojlanishi, quruq moddaga nisbatan biomassa hamda pigmentlar hosil qilishiga ta'siri, shuningdek, BG-11ozuqa muhitida hamda Bold bazal ozuqa muhitlarida etishtirilgan mikrosvu'klarining chigit unuvchanligiga ta'sirini o'rganishdan iborat.*

***Kalit so'zlar:** BG-11ozuqa muhiti, Bold bazal ozuqa muhiti, B.braunii-AnDI-115 va Ch.infusionum-AnDI-76 shtammlari, Tamiya №1, Tamiya №2.*

РОСТ ШТАММОВ В. BRAUNII-ANDI-115 И CH. INFUSIONUM-ANDI-76 НА КОРМОВОЙ СРЕДЕ BG-11 И BOLD БАЗАЛЬНОЙ КОРМОВОЙ СРЕДЕ

***Аннотация.** В статье рассмотрен рост штаммов В.braunii-AnDI-115 и Ch.infusionum-AnDI-76 на питательных средах БГ-11 и базальных питательных средах Болд, влияние на биомассу и продукцию пигментов в расчете на сухое вещество. а также питательного вещества БГ-11 – изучение влияния микроводорослей, выращенных на базальной питательной среде Болд, на прорастание семян.*

***Ключевые слова:** питательная среда БГ-11, базальная питательная среда Болд, штаммы В. braunii-AnDI-115 и Ch. infusionum-AnDI-76, Тамия №1, Тамия №2.*

GROWTH OF В. BRAUNII-ANDI-115 AND CH. INFUSIONUM-ANDI-76 STRAINS IN FEED MEDIA AND BOLD BASAL FEED MEDIA

***Abstract.** The article examines the growth of the В.braunii-AnDI-115 and Ch.infusionum-AnDI-76 strains on BG-11 nutrient media and Bold basal nutrient media, the effect on biomass and pigment production per dry matter, as well as nutrient BG-11 - study of the effect of microalgae grown on Bold basal nutrient medium on seed germination.*

***Key words:** BG-11 nutrient medium, Bold basal nutrient medium, В. braunii-AnDI-115 and Ch. infusionum-AnDI-76 strains, Tamiya #1, Tamiya #2.*

Kirish. Dunyoda oziq-ovqat va ozuqa mahsulotlariga bo'lgan talabning keskin oshib ketayotganligi, kundan kunga suv va yer resurslariga tabiiy va antropogen ta'sirlar bosimining oshib borishi natijasida biologik xilma-xillikning yo'qolib borayotganligi va tabiiy resurslarning keskin kamayib ketayotganligi global iqlim o'zgarishi sharoitida barqaror qishloq xo'jaligining rivojlanishiga hamda insoniyatni talab darajasidagi qishloq xo'jalik mahsulotlari bilan ta'minlashda jiddiy muammolarni keltirib chiqarmoqda. Global iqlim o'zgarishi sharoitida yashil biotexnologiyalar hamda barqaror qishloq xo'jaligini rivojlantirish orqali oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini ishlab chiqarish uchun muqobil manbalar sifatida innovatsion biotexnologik obyektlardan samarali foydalanish zaruriyatini taqqazo etmoqda. Mikrosvu'klaridan iqtisodiyotning turli xil tarmoqlarida samarali foydalanish, jarayonlarni tashkil etish, algologik, ekologik va biologik jihatdan monitoring qilib borish, ishlab chiqilgan mahsulotlarga aniq va talablarni o'rnatish, sertifikatsiyalash va tizimni ilmiy va uslubiy jihatdan muvofiqlashtirib boruvchi xalqaro darajadagi tashkilotlar, mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan. O'zbekistonda esa mikrosvu'klarining fitogarmonlar sintezi va mazkur garmonlarning o'simliklar o'sib-rivojlanishiga ta'siri, fitogarmonlar sinteziga ta'sir etuvchi omillar va muvofiq fitogarmon sintezi yuqori bo'lgan produtsentlar uchun mo'tadil o'sib-rivojlanishini ta'minlovchi ozuqa muhitlarini tanlash hamda ularni qo'llash agrotexnologiyalarini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmagan. Shu boisdan, mahalliy sharoitda uchraydigan mikrosvu'klarini fitogarmonlar sintezi bo'yicha skrining qilish, ularning o'simliklar o'sib-rivojlanishidagi ahamiyatini baholash, ishlab chiqarish shart-sharoitlarini o'rnatish va ekologik toza mahsulot sifatida algologik biopreparatlar ishlab chiqarishni amaliyotga tatbiq etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi: Ilk bora *B.braunii*-AnDI-115 hamda *Chlorococcum infusionum*-AnDI-76 shtamlari qishloq xo'jaligi ekinlari urug'larining umumiy unuvchanligiga qo'yilgan talablarga javob beradigan biostimulyatorlik xususiyatiga ega algologik obyektlar sifatida taqdim etilgan.

B.braunii-AnDI-115 shtammi hamda *Ch.infusionum* -AnDI-76 shtammlarining mo'tadil o'sib-rivojlanishini hamda faol biostimullash xususiyatini namoyon etadigan ozuqa muhiti sifatida aniqlashga qaratilgan.

Tadqiqotning obyekti sifatida mikrosvuotlarining *Botryococcus braunii*, *Tetrademus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorococcum infusionum* va *Chlorococcum humicola* turlari, rayonlashtirilgan va istiqbolli g'o'zaning o'rtapishar Buxoro-10 (Sardor) navi, chigit unuvchanligi, biostimulyatorlar, Setlik, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya -№1 va Tamiya- №2, CHu-13, Chu -10, Hoagland's, BG-11, Bold bazal (Bold's Basal Medium (BBM)), Zarruk ozuqa muhitlari, mikrosvuotlarini yetishtirishning namunaviy biotexnologiyalari olingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlar jarayonida Dospexov (1985), Alain Aminot va Francisco Rey (2020) tomonidan tavsiya etilgan uslublar, standart algologik usullar hamda spektrofotometriya, fluorometriya, va boshqa tahlil usullardan foydalanilgan.

Natija va muhokama: tadqiqotlarimizda amaliyotda keng qo'llaniladigan BG-11 ozuqa muhitining algologik obyektlarning hujayralarining o'rganilayotgan xususiyatlariga sinxron ko'payishi, quruq biomassa hosil qilishi hamda umumiy pigmentlar sintez qilishi hamda mazkur pigmentlarning hujayradagi nisbatlari bo'yicha olingan ma'lumotlar 2.2.7-jadvalda aks ettirilgan.

BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 hamda *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtamlari hujayralarining sinxron o'sib-rivojlanishi Setlik, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya №1, modifikatsiyalangan Tamiya №2, CHu-10 ozuqa muhitlariga nisbatan bir qadar faol kechishi kuzatildi. Jumladan, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi o'stirishning 3-kunida $2,3 \times 10^2$ hujayra/ml, o'stirishning 7-kunida $3,2 \times 10^4$ hujayra/ml, o'stirishning 10-kunida $4,2 \times 10^6$ hujayra/ml ko'rsatkichini namoyon etib, Setlik va modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitiga nisbatan ikki tabaqaga, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya №2 hamda CHu-10 ozuqa muhitiga nisbatan bir tabaqaga ko'proq hujayra sonini hosil qilganligi qayd etildi. CHu-13 ozuqa muhitiga nisbatan bir qadar yaqin ko'rsatkichlarni namoyon etganligi aniqlandi.

Shuningdek, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi o'stirishning 3-kunida $2,8 \times 10^2$ hujayra/ml, o'stirishning 7-kunida $3,7 \times 10^4$ hujayra/ml, o'stirishning 10-kunida $5,1 \times 10^6$ hujayra/ml ko'rsatkichini namoyon etib, Setlik va modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitiga nisbatan ikki tabaqaga, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya №2 hamda CHu-10 ozuqa muhitiga nisbatan bir tabaqaga ko'proq hujayra sonini hosil qilganligi kuzatilgan bo'lsa, CHu-13 ozuqa muhitiga nisbatan bir qadar yaqin ko'rsatkichni ($2,3 \times 10^6$ hujayra/ml) namoyon etganligi qayd etildi.

Shu bilan birgalikda, kulturalarning biomassa hosil qilish xususiyati ham BG-11 ozuqa muhitida Setlik, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya №1, modifikatsiyalangan Tamiya №2, CHu-10 ozuqa muhitlariga nisbatan yuqori ko'rsatkichlarni namoyon etishi qayd etildi (1-jadval). Olingan natijalarni tahlil qilganimizda, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi biomassa hosil qilish xususiyati bo'yicha Setlik ozuqa muhitidagiga nisbatan 8,33 g/l, Tamiya ozuqa muhitidagiga nisbatan 8,93 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitidagiga nisbatan 9,97 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №2 ozuqa muhitidagiga nisbatan 6,03 g/l, CHu-10 ozuqa muhitidagiga nisbatan 2,93 g/l, CHu-13 ozuqa muhitidagiga nisbatan 0,53 g/l miqdorida ko'proq biomassa hosil qilishi aniqlandi. BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi 0,38 g/l miqdorida ko'proq biomassa hosil qilganligi qayd etildi.

Shuningdek, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi biomassa hosil qilish xususiyati bo'yicha Setlik ozuqa muhitidagiga nisbatan 11,91 g/l, Tamiya ozuqa muhitidagiga nisbatan 9,71 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitidagiga nisbatan 10,61 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №2 ozuqa muhitidagiga nisbatan 7,31 g/l, CHu-10 ozuqa muhitidagiga nisbatan 2,11 g/l ko'proq biomassa hosil qilgan bo'lsa, CHu-13 ozuqa muhitidagiga nisbatan 0,19 g/l miqdorida kamroq biomassa hosil qilishi aniqlandi.

BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi (26,47 mg/l) hamda *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi (16,88 mg/l) umumiy pigmentlar hosil qilish bo'yicha bir- biriga juda yaqin ko'rsatkichni namoyon etgan bo'lsa-da, umumiy pigmentlarga nisbatan karotinoid miqdori bo'yicha sezilarli darajada farqlanishi qayd etildi. Jumladan, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 17,49%, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi 14,29% karotinoidlar saqlashi aniqlandi. Mazkur ozuqa muhitidagi pigmentlarning miqdori tavsifalanishida ham sezilarli darajadagi farqlanishlar mavjud bo'lib, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi a xlorofillini 13,72 mg/l, b xloroifillini 8,12 mg/l miqdorida sintez qilishi, bunda umumiy karotinoidlar miqdori 4,63% ni tashkil etishi qayd etildi. Xuddi shu ozuqa muhitida *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi a xlorofillni 15,08 mg/l, b xlorofillni 7,96 mg/l miqdorida sintez qilishi, pigmentlardagi umumiy karotinoidlar miqdori 3,84% ni tashkl etishi kuzatildi. Bundan tashqari, BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan

B.braunii-AnDI-115 shtammida xlorofill a va xlorofill b nisbatlari 1,7 nisbatni, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammida esa bu ko'rsatkich 1,9 nisbatni tashkil etishi aniqlandi.

BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan shtamlarning chigit unuvchanligi va nihollardagi pigmentlar miqdoriga ta'sirini o'rganish bo'yicha olingan natijalar 1-jadvalda aks ettirilgan. *B.braunii*-AnDI-115 shtammi o'stirilgan kultural suyuqlik bilan ishlov berilgan chigitning unuvchanligi o'rganilganda kuzatishning 3-kunida 42,11%, 5-kunida 58,54%, kuzatishning 7-kunida 74,25% unuvchanlikni namoyon etganligi, mazkur ko'rsatkichlar nazorat variantiga nisbatan kunlar kesimida mos ravishda 10,05%, 20,65% va 17,91% kam ekanligi qayd etildi. *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi o'stirilgan kultural suyuqlik bilan ishlov berilgan chigitning unuvchanligi kuzatishning 3-kunida nazoratga nisbatan 13,98%, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 3,92%, kuzatishning 5-kunida nazoratga nisbatan 25,05%, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 4,13%, kuzatishning 7-kunida nazoratga nisbatan 15,54% kam unuvchanlik namoyon etgan bo'lsa, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 4,37% ko'proq unuvchanlik ko'rsatganligi aniqlandi.

1-jadval

BG-11 ozuqa muhitida algologik obyektlarning o'sib-rivojlanish ko'rsatkichlari va ba'zi bir biokimyoviy xususiyatlari

№	Tanlangan algologik obyektlar	Kunlar kesimida hujayralar soni			Hujayra quruq massasi, g/l	Pigmentlar miqdori, mg/l					
		3	7	10		xlorofill a	xlorofill b	Umumiy karotinooidlar miqdori, %	Umumiy pigmentlar miqdori	Umumiy pigmentlarga nisbatan karotinooid miqdori, %	a va b xlorofill nisbati
1	<i>B.braunii</i> -AnDI-115	2,3×10 ²	3,2×10 ⁴	4,2×10 ⁶	14,13±0,36	13,72±0,23	8,12±0,51	4,63±0,88	26,47±0,09	17,49±0,36	1,7
2	<i>Ch.infusionum</i> -AnDI-76	2,8×10 ²	3,7×10 ⁴	5,1×10 ⁶	14,51±0,23	15,08±0,44	7,96±0,67	3,84±0,73	26,88±0,58	14,29±0,17	1,9

Izoh: Kulturaning dastlabki ekilgan hujayralar soni – 1,4×10²; Hujayra quruq massasi va pigmentlar miqdori 10 kunlik hujayrada aniqlangan. P<0,05

2-jadval

BG-11 ozuqa muhitida yetishtirilgan mikrosvuotlarining chigit unuvchanligiga ta'siri

№	Tanlangan algologik obyektlar	Kunlar kesimida chigitning unuvchanligi, %			15 kunlik niholning biometrik ko'rsatkichlari			15 kunlik niholning xlorofill miqdori, mg/g quruq barg hisobida		
		3	5	7	Nihol uzunligi, sm	Niholning ho'l massasi, g	Ildiz massasi, g	a	b	a+b
1	<i>B.braunii</i> - AnDI-115	42,11±0,24	58,54±0,16	74,25±0,14	7,11±0,12	15,23±0,18	0,11±0,51	19,48±0,09	9,45±0,23	28,93±0,42
2	<i>Ch.infusionum</i> -AnDI-76	38,18±0,33	54,41±0,12	76,62±0,18	6,43±0,06	13,41±0,09	0,10±0,62	21,11±0,27	8,78±0,38	29,89±0,57
3	Nazorat (IUK, 10 ⁻³ M)	52,16±0,17	79,19±0,25	92,16±0,52	10,18±0,37	47,11±0,28	0,62±0,72	14,39±0,46	9,56±0,62	23,95±0,19

BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan kulturalar bilan ishlov berib o'stirilgan nihollarning biometrik ko'rsatkichlari ham o'zaro farqlanishi qayd etildi. Jumladan, *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollar uzunligi 7,11 sm, nihollar ho'l biomassasi 15,23 g, ildiz massasi 0,11 g bo'lgan bo'lsa, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollar uzunligi 6,43 sm, niholning ho'l massasi 13,41 g, ildiz massasi esa 0,10 g bo'lganligi qayd etildi. Olingan natijalarga ko'ra, biometrik kuzatishlarda barcha ko'rsatkichlar bo'yicha nazorat varianti yaqqol ustunlik namoyon etishi aniqlandi.

BG-11 ozuqa muhitida o'stirilgan kulturalar bilan ishlov berib o'stirilgan nihollarning xlorofill saqlashi o'rganilganda, nazoratga nisbatan keskin farqlanishlar kuzatildi. Jumladan, *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a va b xlorofillar miqdori nazoratga nisbatan 4,98 mg/g, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a va b xlorofillar miqdori nazoratga nisbatan 4,94 mg/g (quruq barg hisobida) yuqori bo'lganligi aniqlandi. Shuningdek, nazorat variantining xlorofill a saqlashi *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a xlorofilliga nisbatan 5,09 mg/g, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a xlorofilliga nisbatan 6,72 mg/g miqdorida kam ekanligi kuzatildi. Xlorofill b saqlashiga ko'ra nazorat varianti (9,56 mg/g) sezilarli darajada *B.braunii*-AnDI-115 (9,45 mg/g) va *Ch.infusio-num*-AnDI-76 (8,78 mg/g) shtammlaridan farqlanishi qayd etildi.

Keyingi tadqiqotlarda Bold bazal ozuqa muhitida *B.braunii*-AnDI-115 va *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammlarining hujayralar sonining sinxron ko'payishi, quruq biomassa hosil qilishi hamda pigmentlar sintez qilish xususiyatlari o'rganildi (3-jadval). Olingan natijalar qiyosiy tahlil qilinganda Bold bazao ozuqa muhitida *B.braunii*-AnDI-115 shtammi *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammlariga nisbatan hujayralar sinxron ko'payishi juda kichik farqlar bilan farqlanishi qayd etildi. Jumladan, Bold bazal ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi o'stirishning 3-kunida $4,7 \times 10^2$ hujayra/ml, o'stirishning 7-kunida $5,1 \times 10^4$ hujayra/ml, o'stirishning 10-kunida $9,3 \times 10^6$ hujayra/ml ko'rsatkichini namoyon etib, Setlik va modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitiga nisbatan ikki tabaqaga, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya hamda CHu-10 ozuqa muhitiga nisbatan bir tabaqaga ko'proq hujayra sonini hosil qilganligi kuzatilgan bo'lsa, CHu-13 va BG-11 ozuqa muhitlariga nisbatan bir qadar ko'proq ko'rsatkichni ($9,3 \times 10^6$ hujayra/ml) namoyon etganligi qayd etildi.

Shuningdek, Bold bazal ozuqa muhitida o'stirilgan *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi o'stirishning 3-kunida $4,8 \times 10^2$ hujayra/ml, o'stirishning 7-kunida $5,6 \times 10^4$ hujayra/ml, o'stirishning 10-kunida $8,4 \times 10^6$ hujayra/ml ko'rsatkichini namoyon etganligi aniqlandi. *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi hujayralar sonining sinxron ko'payishi bo'yicha Setlik va modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitiga nisbatan ikki tabaqaga, Tamiya, modifikatsiyalangan Tamiya №2 hamda CHu-10 ozuqa muhitiga nisbatan bir tabaqaga ko'proq hujayra sonini hosil qilganligi kuzatilgan bo'lsa, CHu-13 va BG-11 ozuqa muhitlariga nisbatan ko'proq hujayralar sonini ko'rsatganligi ($8,4 \times 10^6$ hujayra/ml) aniqlandi.

Bold bazal ozuqa muhitida o'stirilgan *B.braunii*-AnDI-115 hamda *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammining quruq biomassa hosil qilish xususiyatlari bo'yicha ham bir-biriga yaqin ko'rsatkichlar namoyon etgan bo'lsa-da, boshqa ozuqa muhitlaridagiga nisbatan ko'proq biomassa hosil qilganligi aniqlandi. Jumladan, Setlik ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 10,21 g/l, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi 10,33 g/l, Tamiya ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 9,81 g/l, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi 9,43 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №1 ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 10,91 g/l, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi 10,33 g/l, modifikatsiyalangan Tamiya №2 ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 6,91 g/l, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi 7,03 g/l, CHu-10 ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 3,81 g/l, *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi 1,83 g/l, CHu-13 ozuqa muhitidagiga nisbatan *B.braunii*-AnDI-115 shtammi 1,41 g/l ko'proq biomassa hosil qilgan bo'lsa, CHu-13 ozuqa muhitida o'stirilgan *Ch.infusio-num*-AnDI-76 shtammi Bold bazal ozuqa muhiti o'stirilganiga nisbatan 0,4 g/l miqdorida ko'proq biomassa hosil qilganligi aniqlandi.

3-jadval

Bold bazal ozuqa muhitida algologik obyektlarning o'sib-rivojlanish ko'rsatkichlari va ba'zi bir biokimyoviy xususiyatlari

№	Tanlangan algologik obyektlar	Kunlar kesimida hujayralar soni			Hujayra quruq massasi, g/l	Pigmentlar miqdori, mg/l					
		3	7	10		xlorofill a	xlorofill b	Umumiy karotinoidlar miqdori, %	Umumiy pigmentlar miqdori	Umumiy pigmentlarga nisbatan karotinoid miqdori, %	a va b xlorofill nisbati
1	<i>B.braunii</i> - AnDI-115	4,7×10 ²	5,1×10 ⁴	9,3×10 ⁶	15,01±0,09	23,04±0,32	12,37±0,09	8,13±0,33	43,54±0,28	18,67±0,11	1,9
2	<i>Ch.infusioinum</i> - AnDI-76	4,8×10 ²	5,6×10 ⁴	8,4×10 ⁶	14,23±0,17	22,43±0,47	11,68±0,53	7,48±0,24	41,59±0,18	17,99±0,48	1,9

Izoh: Kulturaning dastlabki ekilgan hujayralar soni – 1,2×10²; Hujayra quruq massasi va pigmentlar miqdori 10 kunlik hujayrada aniqlangan. P<0,05

4-jadval

Bold bazal ozuqa muhitida yetishtirilgan mikrosvuotlarining chigit unuvchanligiga ta'siri

№	Tanlangan algologik obyektlar	Kunlar kesimida chigitning unuvchanligi, %			15 kunlik niholning biometrik ko'rsatkichlari			15 kunlik niholning xlorofill miqdori, mg/g quruq barg hisobida		
		3	5	7	Nihol uzunligi, sm	Niholning ho'l massasi, g	Ildiz massasi, g	a	b	a+b
1	<i>B.braunii</i> - AnDI-115	52,45±0,14	78,14±0,11	74,25±0,24	9,68±0,16	17,03±0,18	0,14±0,11	23,12±0,09	10,23±0,44	33,35±0,03
2	<i>Ch.infusioinum</i> - AnDI-76	38,18±0,33	72,32±0,25	76,62±0,18	8,72±0,41	15,47±0,32	0,13±0,73	22,81±0,32	9,72±0,53	32,53±0,16
3	Nazorat (IUK, 10 ⁻³ M)	52,16±0,17	82,91±0,15	96,32±0,17	10,28±0,52	48,08±0,28	0,83±0,15	16,12±0,81	6,92±0,18	23,04±0,49

Bold bazal ozuqa muhitida etishtirilgan mikrosvuvtlarining chigit unuvchanligiga ta'siri 4-javdalda aks ettirilgan. Olingan natijalarni qiyosiy tahlil qilganimizda, *B.braunii*-AnDI-115 shtammi o'stirilgan kultural suyuqlik bilan ishlov berilgan chigitning unuvchanligi o'rganilganda kuzatishning 3-kunida 52,45%, 5-kunida 78,14%, kuzatishning 7-kunida 74,25% unuvchanlikni namoyon etganligi, mazkur ko'rsatkichlar nazorat variantiga nisbatan uchinchi kunda 0,29% yuqori unuvchanlik ko'rsatgan bo'lsa, kuzatishning 5-kunida 4,77%, kuzatishning 7-kunida esa 22,07% kam unuvchanlik namoyon etganligi qayd etildi. *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi o'stirilgan kultural suyuqlik bilan ishlov berilgan chigitning unuvchanligi kuzatishning 3-kunida nazoratga nisbatan 13,98%, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 14,27%, kuzatishning 5-kunida nazoratga nisbatan 10,59%, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 5,82%, kuzatishning 7-kunida nazoratga nisbatan 19,7% kam unuvchanlik namoyon etgan bo'lsa, *B.braunii*-AnDI-115 shtammiga nisbatan 2,37% ko'proq unuvchanlik ko'rsatganligi aniqlandi.

Bold bazal ozuqa muhitida o'stirilgan kulturalar bilan ishlov berib o'stirilgan nihollarning biometrik ko'rsatkichlari ham o'zaro farqlanishi qayd etildi. Jumladan, *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollar uzunligi 9,68 sm, nihollar ho'l biomassasi 17,03 g, ildiz massasi 0,14 g bo'lgan bo'lsa, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollar uzunligi 8,72 sm, niholning ho'l massasi 15,47 g, ildiz massasi esa 0,13 g bo'lganligi qayd etildi.

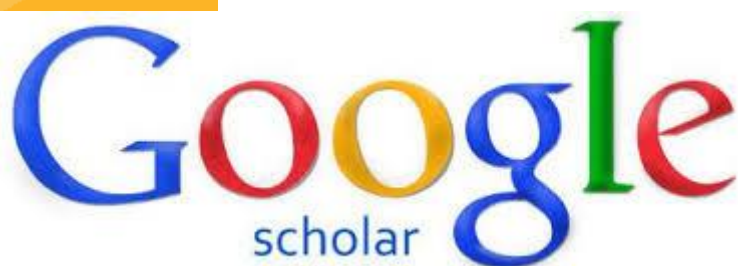
Olingan natijalarga ko'ra, biometrik kuzatishlarda barcha ko'rsatkichlar bo'yicha nazorat varianti yaqqol ustunlik namoyon etishi aniqlandi. Jumladan, nihollar uzunligi 10,28 sm, nihollar ho'l biomassasi 48,08 g, ildiz massasi 0,83 g bo'lganligi aniqlandi.

Xulosa: Bold bazal ozuqa muhitida o'stirilgan kulturalar bilan ishlov berib o'stirilgan nihollarning xlorofill saqlashi o'rganilganda, nazoratga nisbatan bir qadar yuqoriroq ko'rsatkichlar namoyon qilganligini ko'rish mumkin. Jumladan, *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a va b xlorofillar miqdori nazoratga nisbatan 10,31 mg/g, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a va b xlorofillar miqdori nazoratga nisbatan 9,49 mg/g (quruq barg hisobida) yuqori bo'lganligi aniqlandi. Shuningdek, nazorat variantining xlorofill a saqlashi *B.braunii*-AnDI-115 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a xlorofilliga nisbatan 7,0 mg/g, *Ch.infusionum*-AnDI-76 shtammi ta'sirida o'stirilgan nihollarning a xlorofilliga nisbatan 6,69 mg/g miqdorida kam ekanligi kuzatildi. Xlorofill b saqlashiga ko'ra nazorat varianti (6,92 mg/g) sezilarli darajada *B.braunii*-AnDI-115 (10,23 mg/g) va *Ch.infusionum*-AnDI-76 (9,72 mg/g) shtammlaridan kam ko'rsatkich namoyon etganligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR:

1. Milinki et al., 2011; Liu et al., 2021
2. Akbarnezhad et al., 2020; Ampofo et al., 2022
3. Fakhri et al., 2021
4. Silva et al., 2020
5. Mutum et al., 2023
6. Halil Berberoglu et al., 2009; Miao G. Et al., 2015.
7. Maltsev et al., 2021; Sun et al., 2023.
8. Yu Yu et al., 2017; Alain Aminot et al., 2000.
9. Mutum et al., 2023.
10. Ferreira et al., 2017; Rinawati et al., 2020; Sampath et al., 2017.
11. Okada et al., 1995; Dayananda et al., 2007; Furuhashi et al., 2013
12. Song et al., 2016
13. Tokhirov B.B., Mustafoyev X., Tagayeva M.B. Production of microscopic algae, their use in livestock and poultry // *Ekonomika i sotsium*. 2021, №. 4-1. p.426-427.
14. Xodjimurodova N.R., Xakimova N.X., Togaeva M.V. Buxoro vohasi sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarida mikroorganizmlar faolligi // *Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami*. Guliston, 2020. 166 b.
15. Togaeva M.B., Safarova Z.T., Azizova N.A.. Main sources of increasing the productivity of alluvial soils of medium salt grazing of bukhara region // *JouPhalNX*. – T. 6. – №. 06. p. 88-93.
16. Xodjimurodova N., Xakimova N., Togaeva M. Biologicheskaya aktivnost pochv Buxarskogo oazisa v zavisimosti ot stepeni. Tashkent, 2020, c. 1061-1064.
17. Anderson R.A. 2005. Algal culturing Techniques. Elsevier Academic Press, San Diego CA., USA. Pp.589.
18. Beale S.I. Enzymes of chlorophyll biosynthesis. *Photosynthesis Research*, 1999, 60: 43-73 (doi: 10.1023/A:1006297731456).

19. Nakagawara E., Sakuraba Y., Yamasato A., Tanaka R., Tanaka A. *Clp protease controls chlorophyll b synthesis by regulating the level of chlorophyllide a oxygenase*. *Plant J.*, 2007, 49: 800-809 (doi: 10.1111/j.1365-313X.2006.02996.x).
20. Sakuraba Y., Yokono M., Akimoto S., Tanaka R., Tanaka A. *Deregulated chlorophyll b synthesis reduces the energy transfer rate between photosynthetic pigments and induces photodamage in Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, 2010, 51: 1055-1065 (doi: 10.1093/pcp/pcq050).
21. Elizarova V.A. 1974. *Soderjanie fotosinteticheskix pigmentov v edinitse biomassy fitoplanktona / V.A. Elizarova // Trudy in-ta biol. vnutr. vod. – L., 1974. – Вып. 28 (31). – S. 46–64.*
22. Dere S., Guenes T., Sivaci R. 1998. *Spectrophotometric determination of chlorophyll – A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents*. *Tr. J. of Botany*. 22: 13–17.
23. Elizarova V.A. *Soderjanie fotosinteticheskix pigmentov v fitoplanktone vodoëmov raznogo tipa: avtoref. dis. kand. biol. nauk: 03.00.18 / V.A. Elizarova; Institut biologii vnutrennix vod AN SSSR. – Moskva, 1975.–24 s.*
24. Muzafarov A. M., Taubaev T. T. *Kultivirovanie i primenenie mikrovodorosley //Tashkent: Fan UzSSR. – 1984.*
25. Alain Aminot et al., 2000



**"SCIENTIFIC REPORTS
OF BUKHARA STATE
UNIVERSITY"**

The journal was composed
in the Editorial and
Publishing Department of
Bukhara State University.

Editorial address:

Bukhara, 200117
Bukhara State University, main
building, 2nd floor, room 219.
Editorial and Publishing
Department.
[https://buxdu.uz/32-buxoro-
davlat-universiteti-ilmiy-
axboroti/131/131-buxoro-davlat-
universiteti-ilmiy-axboroti/](https://buxdu.uz/32-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/131/131-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/)
e-mail:
nashriyot_buxdu@buxdu.uz

Printing was permitted
30.12.2023 y. Paper format
60x84,1/8. Printed in express
printing method. Conditional
printing plate – 35,30.
Circulation 70. Order № 30.
Price is negotiable.
Published in the printing house
"BUKHARAHAMD PRINT" LLC
Address: Bukhara,
K.Murtazayev street, 344