

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2025. СПЕЦ. ВЫПУСК № 8

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерГТУ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerSTU**

ФАРҒОНА – 2025

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАХРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАК нинг
илмий нашрлари рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

Ў.Р. САЛОМОВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Вильнюс, Литва ДУ
2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. – С.-Пб. ФТИ, РФА
3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ФТИ
4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуритдинов И., ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ДТУ

Механика:

1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. – Белгород ДТУ, Россия
2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. – Бел.-Рос. Университет, Белорусия
3. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. – Фар ДТУ
4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ
5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. – Фар ДТУ
6. Валиев Г.Н., т.ф.д., проф. – Фар ДТУ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – Фар ДТУ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажаяев А.Э., т.ф.д., проф. – Тош ТЙТМИ
4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. – НамМҚИ
5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. – Москва Арх. Инст., Россия

Энергетика, электротехника

1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. – Тошкент ТЙТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Касимахунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ДТУ
4. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – Фар ДТУ

Кимёвий технология ва экология

1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. – Ўз ФА УНКИ
2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. – Фар ДУ
3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. – Фар ДТУ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Универ, Канада
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – ООТМХИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – Фар ДТУ

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

1. Расулов А.М., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ДТУ
2. Акбаров Д.Е., ф.-м.ф.д., проф. – ҚДУ
3. Нишонов А.Х., т.ф.д., проф. – ТАТУ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. – Тараз ДУ, Қозоғистон
2. Икромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., фил.ф.д., проф. – Фар ДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ДТУ
5. Жаҳонгиров И.Ж., и.ф.д. – Фар ДТУ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жаҳонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Икрамов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуритдинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Одилхажаяев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақўзиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

It has been published since 1997.
It is printed 6 times a year.

The decision of Presidium of the Supreme
Attestation Committee of the RUz №201/3
from December, 30th, 2013 Journal is included
in the list of scientific editions of the SAC.

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, D.Ye. Akbarov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, I.J. Jaxongirov, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, D. Kudbiev, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajayev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Hamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh. Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Ametova G.E., Turakulova Sh.A. Qiskit muhitida kvant median filtri yordamida tasvirni qayta ishlash	9
Ахмадалиев Б.Ж. Бир ўқли CdS туридаги кристаллларда нурланувчи аралаш экситон-поляритон ва экситон-бир жинсли бўлмаган модалар дисперсияси	17
Movlonov P.I. Elektron oqimi va ultrabinafsha nurlanishning yorug'lik chiqaruvchi va fotoelektrik qurilmalarga ta'siri	22
Satvoldiev I.A. CDS – Cu _{2-x} S geterogenli quyosh foto konvertorlari uchun asosiy CDS materialini doping qilish	28

МЕХАНИКА

Xusanov Yu.Yu., Qoraboyev E.V. Vibratsion quritish qurilmasida massa almashinuv jarayonini intensivlashtirish	37
Gafurov A.M. Kesuvchi asbob kuchi parametrlarini grafik modellashtirish	41
Эргашов Б.Х. Дон ва дағал хашак майдалагич	46
Sobirjonov T.M. Mujassamlashgan massali yopishqoq elastik sterjen va plastinalarning tebranishi	50

ҚУРИЛИШ

Usmonova N.A., Samiyev L.N., Xoshimov S.N., Ulashov Q.Ch. Chimqo'rg'on suv ombor zaminining gidrologik va geologik tuzulishi	56
Qodirov G'.M. Yog'och tom yopma konstruksiyalari elementlarining kuchlanganlik-deformatsiyalangan holati va mustahkamligi	61
Abduraxmonov A.A. O'zbekiston Respublikasining yer fondi-yer kadastrining ob'ekti sifatida	65
Negmatov M.K., Tolipov M.B., Yusupova S.F., Abdullayeva D. Oqava suvlarni filtrlashda inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasi	69

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ

ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. Mevalarni qayta ishlash va quritishning innovatsion texnologiyalari asosida oziq-ovqat sifatini saqlab qolish va ularning xavfsizligini ta'minlash	77
Mahmudova M.A., Karimov J.X. Sun'iy intellekt hamda kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining zamonaviy ta'limga integratsiyasi va uning didaktik imkoniyatlari	81
Qobilov S.Sh. Tugun nuqtalarga bog'liq bo'lmagan bikubik splayn modelining uzluksizligini baholash	86
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. Innovatsion quritish texnologiyalari bilan oziq-ovqat xavfsizligi tizimi yechimlari	92

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Ibragimov B.Yu., Akramov Sh.Sh. Texnogen omillarning atrof-muhitga hamda tuproq unumdorligiga ta'siri	97
Obidjonov D.O., Kucharov B.X., Erkeyev A.U., Hayriyev F.B., Yo'lbarsova M.V., Zakirov B.S. Mikroelementlar saqlovchi suyuq NP-o'g'itlarni olish jarayonini o'rganish	101
Teshaboev A.M., Domulajanov I.X. Moshinasozlikda metallarni tadqiqoti	106
Dexkanov Z.K., Medatov R.X. Kalsiy nitratning konversiyasi	111
Домуладжанов И.Х., Домуладжанова Ш.И., Комилова С. Мехнатни муҳофаза қилиш вазифалари	116
Xasanov A.S., Eshmetov R.J., Xalboyev X.N., Adizov B.Z. Sanoatda yonuvchi slanets resurslaridan foydalanish imkoniyatlari	121
Xurramova Z.G'., Sulaymonov O.N. Yong'oq mag'izini saralash mashinasi konstruksiyasini takomillashtirish	128

ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Madaminova G.M. Publitsistik uslub va uning xususiyatlari	134
Teshebeyeva L.R O'zbek va ingliz xalq ertaklarida tarixiy antroponimlar va laqablarning ahamiyati	138
Mahmudova M.A., Karimov J.X. Inklyuziv ta'limda innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalarning imkoniyatlari	142
Umarov A.O. Fizika kursini fanlararo interfaol o'qitishda transport vositalari muhandisligi kasbiga yonaltirishning dolzarbligi	145

Fozilova M.D. Fizika darslarida interaktivlikni ta'minlashda VR texnologiyalarining rolini kuchaytirish usullari	150
Ergasheva D.Yo. Pedagogikani fan sifatida shakllanish tarixi	154
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Sultonov N.A. Selen bilan legirlangan kremniyning DLTS spektrlari	159
Mirzayev V.T. Mexanik deformatsiyaning $CdSe_xS_{1-x}$ yupqa parda xususiyatlariga ta'siri	161
Axmadaliyev J.A. Supero'tkazuvchan tizimlarda yagona mikroto'ldin fotonlarini aniqlash va kuchaytirish mexanizmlarining nazariy modellashirilishi	164
Mamadiyeva D.T. $Ca(H_2PO_4)$ bilan legirlangan ingichka tolali «Surxon-18» paxta navi tolalarining elektrofizik xususiyatlarini tadqiq qilish	167
Sulaymonov X.M. Zeeman effektining astrofizikada qo'llanilishi	169
Abdullayev J.S. $A^{III}B^V$ Materiallar asosidagi yoritkichli diodlardagi degradatsiya jarayoni kinematikasi	170
Alimjonova G.I. Uchinchi tartibli psevdoparabolik model tenglama uchun 1-chegaraviy masala	174
Djurayev A.D., Davidboyev B.N., Zulpiyev S.M. Tasmali uzatmaning samarali konstruksiyasini ishlab chiqish	175
Tadjikuziyev R.M., Mamatqulova S.R. Flyus osti avtomat yoyli quyib payvandlash texnologiyasini quvirlar ishlab chiqarishda va ta'mirlashda qo'llash texnologiyasi	178
Xaydarova O.M. Gruntli to'g'onlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini chekli ayirmalar usuli sohani uchburchak yacheykalarga ajratib aniqlash	181
Koraboev E.V., Xomidov J.S. Dastgohlarda keskichni yeyilishni oldini olish uchun foydalaniladigan moslamalarni tadqiq qilish	184
Axunbayev A.A. Koraboev E.V. Djuraev Sh.U. Dispers materiallarni quritish kinetikasi tahlili	188
Abdullayev I.A., Raximjonov U.R. Qurilish materiallari va buyumlari ishlab chiqaruvchi korxonalarni joylashtirishning asosiy qoidalari	190
Ergashev S.F., Umaraliyev N., Raximov A.A. Kichik quvvatli shamol generatorlar chiqish kuchlanishini barqarorlashtirish usullari va iqtisodiy samaradorlik tahlili	193
Olimova O.S. Texnik tizimlarda axborot xavfsizligini ta'minlash usullari	196
G'anijonov S.A. Axborot tizimlarida xavfsizlik buzilishlari va ularning oqibatlarini kamaytirish usullari	198
Тоҳиров И.Х. Сўх тўйинтирувчи каналида олиб борилган натура ва экспериментал тадқиқотларни тақослаш усуллари	200
Matkarimov Sh.A. O'simliklarni himoya qilishning zamonaviy usullari	202
Хакимов А.А., Салиханова Д.С., Каримов И.Т. Брикетни ёқиш жараёнида ҳосил бўладиган учувчи моддаларнинг ҳажмини аниқлаш усули	204
Shodiyev D.A. Amarant (<i>Amaranthus spp.</i>) o'simligining chorvachilikdagi ahamiyati va yem-xashak bazasini mustahkamlashdagi istiqbollari	208
Зияев А.Т. Талабалар билимини ривожлантириш учун турли хил ўқитиш усуллари	210
Abdullayev A. Merkantilizm maktabini rivojlantirish masalalari	213
Usmonov M. Nobel mukofotini joriy etish tarixi	216
Usmanova Z.M. Ayollar tomonidan badiiy adabiyotni o'qish masalalari	219
Nabiyeva N.M. Ilmiy faoliyatni rivojlantirishda ayollarning roli	223
Ruzimatova B.S. Talabalarning tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishda tanqidiy va kreativ fikrlashga doir texnologiyalardan foydalanish usullari	226
Raxmonov T.I. Innovatsion va interfaol metodlarning ta'lim sifatini oshirishda o'rni	229
Raximov I.A. Xavfsiz Maxalla: Farovonlik garovi	231
Abdubannobov M.I. Texnika universitetlari talabalariga fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalarini ilg'or IT texnologiyalari asosida o'qitish	233
Abdullayeva B.Yu. Tarixda iz qoldirgan yozuvchi ayollar	235
Nigmatullina A.Sh. Sun'iy intellektdan foydalanib ta'lim tizimini o'zgartirish: imkoniyatlar va qiyinchiliklar	238
Mirboboyeva G.A., Turdiyev M. Kanop tolasini haqida umumiy ma'lumotlar qadimgi va hozirgi kunda olinish texnologiyalari	240
Mamatov O.M. Kichik shamol generatori parametrlarini asoslash	243
Муаллифлар диққатига !	246

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Мухамедиева Д.Т., Маматов Н.С., Аметова Г.Э., Туракулова Ш.А. Обработка изображений с использованием квантового медианного фильтра в среде Qiskit	9
Ахмадалиев Б.Ж. Дисперсия излучающих смешанных экситон-поляритонных и экситон-неоднородных мод в одноосных кристаллах типа CdS	17
Мовлонов П.И. Влияние потока электронов и ультрафиолетового облучения на светоизлучающие и фотоэлектрические приборы	22
Сатволдиев И.А. Легирование базового материала CdS для солнечных фотопреобразователей на основе гетероперехода CdS – Cu _{2-x} S	28

МЕХАНИКА

Хусанов Ю.Ю., Карабоев Е.В. Интенсификация процесса массообмена в вибросушильном аппарате	37
Гафуров А.М. Графическое моделирование параметров силы режущего инструмента	41
Эргашов Б.Х. Измельчитель зерна и грубого сена	46
Сабиржанов Т.М. Колебания вязкоупругих стержней и пластинок с сосредоточенными массами	50

СТРОИТЕЛЬСТВО

Усмонова Н.А., Самиев Л.Н., Хошимов С.Н., Улашов К.Ч. Гидролого-геологическое строение дна Чимкурганского водохранилища	56
Кадыров Г.М. Напряженно-деформированное состояние и прочность деревянных элементов кровли	61
Абдурахмонов А.А. Как объект земельного фонда-земельного кадастра Республики Узбекистан	65
Негматов М.К., Толипов М.Б., Юсупова С.Ф., Абдуллаева Д. Технология повторной очистки с использованием зернистых фильтров с инертным наполнителем при фильтрации сточных вод ...	69

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддилов М.З. Сохранение качества пищевых продуктов и обеспечение их безопасности на основе инновационных технологий обработки и сушки фруктов	77
Махмудова М.А., Каримов Ж.Х. Интеграция технологий искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности в современное образование и ее дидактические возможности	81
Кобиллов С.Ш. Оценка непрерывности бикубической сплайн-модели, не зависящей от узлов	86
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддилов М.З. Системные решения для обеспечения безопасности пищевых продуктов с помощью инновационных технологий сушки ..	92

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ибрагимов Б.Ю., Акрамов Ш.Ш. Влияние техногенных факторов на окружающую среду, а также на плодородие почв	97
Обиджонов Д.О. Кучаров Б. Х., Эркаев А. У., Хайриев Ф.Б., Йулбарсова М, Закиров Б.С. Изучение процесса получения микроэлемент- содержащих жидких NP-удобрений	101
Тешабаев А.М., Домуладжанов И.Х. Исследование металлов в машиностроении	106
Дехканов З.К., Медатов Р.Х. Конверсия нитрата кальция	111
Домуладжанов И.Х., Домуладжанова Ш.И., Комилова С. Обязанности по охране труда	116
Хасанов А.С., Адизов Б.З., Эшметов Р.Дж., Халбоев Х.Н., Содиков У.Х. Возможности использования ресурсов горючих сланцев в промышленности	121
Хуррамова З.Г., Сулаймонов О.Н. Совершенствование конструкции машины для сортировки ядра грецкого ореха	128

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Мадаминава Г.М. Публицистический стиль и его особенности	134
Тешебаева Л.Р. Значение исторических антропонимов и прозвищ в узбекских и английских народных сказках	138
Махмудова М.А., Каримов Ж.Х. Инновационные подходы и потенциал цифровых технологий в инклюзивном образовании	142
Умаров А.А. Актуальность ориентации курса физики на междисциплинарное интерактивное обучение профессии транспортного инженера	145

Фозилова М.Д. Методы повышения роли VR-технологий в обеспечении интерактивности на уроках физики	150
Эргашева Д.Ё. История становлении педагогики как науки	154
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Султанов Н.А. Спектры DLTS кремния, легированного селеном	159
Мирзаев В.Т. Влияние механической деформации на свойства тонких пленок $CdSe_xS_{1-x}$	161
Ахмадалиев Ж.А. Теоретическое моделирование механизмов обнаружения и усиления одиночных микроволновых фотонов в сверхпроводящих системах	164
Мамадиева Д.Т. Исследование электрофизических свойств хлопковых волокон сорта «Сурхон-18» с тонким волокном, легированным $Ca(H_2PO_4)_2$	167
Сулаймонов Х.М. Применение эффекта Зеемана в астрофизике	169
Абдуллаев Ж.С. Кинетика деградации светоизлучающих диодов на основе материалов $A^{III}B^V$	170
Алимжонов Г.И. Псевдопараболическая модель третьего порядка представляет собой первую краевую задачу для уравнения	174
Джураев А.Д., Давидбаев Б.Н., Зулпиев С.М. Разработка эффективной конструкции ременной передачи	175
Таджикузиев Р.М., Маматкулова С.Р. Технология применения дуговой сварки под флюсом при производстве и ремонте трубопроводов	178
Хайдарова О.М. Конечно-разностное соотношение для треугольных ячеек по определению напряженно-деформированное состояние грунтовых плотин	181
Корабьев Э.В., Хомидов Ж.С. Устройства, разрабатываемые с целью предотвращения преждевременного износа оборудования	184
Ахунбаев А.А. Корабьев Е.В. Джураев Ш.У. Анализ кинетики сушки дисперсных материалов	188
Абдуллаев И.А., Рахимжонов У.Р. Основные правила размещения предприятий по производству строительных материалов и изделий	190
Эргашев С.Ф., Умаралиев Н., Рахимов А.А. Способы стабилизации выходного напряжения маломощных ветрогенераторов и анализ экономической эффективности	193
Олимова О.С. Методы обеспечения информационной безопасности в технических системах	196
Ганиджонов С.А. Нарушения безопасности в информационных системах и методы снижения их последствий	198
Тохилов И.Х. Методы сравнения натурных и экспериментальных исследований, проведенных в пойменном дренажном канале	200
Маткаримов Ш.А. Современные методы защиты растений	202
Хакимов А.А., Салиханова Д.С., Каримов И.Т. Метод определения объема летучих веществ, образующихся при сжигании брикетов	204
Шодиев Д.А. Значение амаранта (<i>Amaranthus spp.</i>) в животноводстве и перспективы укрепления кормовой базы	208
Зияев А.Т. Различные методы преподавания для развития знаний студента	210
Абдуллаев А. Вопросы развития школы меркантилизма	213
Усмонов М. К истории учреждения нобелевской премии	216
Усманова З.М. Вопросы чтения художественной литературы женщинами	219
Набиева Н.М. Роль женщин в развитии научной деятельности	223
Рузиматова Б.С. Методика использования технологий, связанных с критическим и творческим мышлением, в формировании исследовательской компетентности студентов	226
Рахмонов Т.И. Роль инновационных и интерактивных методов в повышении качества образования	229
Рахимов И.А. Безопасная махалля: залог благополучия	231
Абдубаннабов М.И. Обучение студентов технических вузов использованию приборов регистрации физических процессов на основе современных ИТ-технологий	233
Абдуллаева Б.Ю. Женщины писательницы оставившие след в истории	235
Нигматуллина А.Ш. Преобразование системы образования с использованием искусственного интеллекта: возможности и трудности	238
Мирбабаева Г.А., Турдиев М. Общая информация о конопляном волокне, древних и современных технологиях экстракции	240
Маматов О.М. Обоснование параметров малого ветрогенератора	243
К сведению авторов !	247

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Ametova G.E., Turakulova Sh.A. Image processing using quantum median filter in the Qiskit environment	9
Akhmadaliev B.J. Dispersion of radiative mixed exciton–polariton and exciton–inhomogeneous modes in uniaxial CdS-type crystals	17
Movlonov P.I. The influence of electron flow and ultraviolet irradiation on light-emitting and photoelectric devices	22
Satvoldiev I.A. Alloying of the base CdS material for solar photoconverters based on the CdS – Cu _{2-x} S heterojunction	28

MECHANICS

Khusanov Yu.Yu., Karaboyev E.V. Intensification of the mass exchange process in a vibrating drying device	37
Gafurov A.M. Graphical modeling of cutting tool force parameters	41
Ergashov B.Kh. Grain and coarse hay chopper	46
Sobirjonov T.M. Oscillations of viscoelastic rods and plates with concentrated masses	50

BUILDING

Usmonova N.A., Samiyev L.N., Xoshimov S.N., Ulashov Q.Ch. Hydrological and geological structure of the bottom of the Chimkurgan reservoir	56
Kadirov G'.M. Stress-strain state and strength of wooden roofing elements	61
Abdurakhmonov A.A. As an object of the land fund-land cadastre of the Republic of Uzbekistan ..	65
Negmatov M.K., Tolipov M.B., Yusupova S.F., Abdullayeva D. Re-treatment technology using granular filters with inert filler in wastewater filtration	69

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. Preservation of food quality and ensuring their safety based on innovative fruit processing and drying technologies	77
Mahmudova M.A. Karimov J.X. Integration of artificial intelligence, augmented and virtual reality technologies into modern education and its didactic possibilities	81
Kobilov S.Sh. Assessment of continuity in a node-independent bicubic spline model	86
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. System solutions for food safety through innovative drying technologies	92

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Ibragimov B.Yu. Akramov Sh.Sh. The impact of man-made factors on the environment and soil fertility	97
Obidjonov D.O., Kucharov B.X., Erkeyev A.U., Xayriyev F.B., Yulbarsova M.V., Zakirov B.S. Investigation of the process of obtaining microelement-containing liquid np fertilizers	101
Teshabaev A.M., Domuladjanov I.X. Research of metals in mechanical engineering	106
Dexkanov Z.K., Medatov R.Kh. Conversion of calcium nitrate	111
Domuladjanov I.Kh., Domuladjanova Sh.I., Komilova S. Labor protection duties	116
Khasanov A.S., Adizov B.Z., Eshmetov R.J., Khalboyev Kh.N., Sodikov U.Kh. Possibilities of using oil shale resources in industry	121
Khurramova Z.G., Sulaymonov O.N. Improving the design of a walnut kernel sorting machine	128

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Madaminova G.M. Publicistic style and its features	134
Teshebaeva L.R. The significance of historical anthroponyms and nicknames in Uzbek and English folk tales	138
Mahmudova M.A., Karimov J.X. Innovative approaches and the potential of digital technologies in inclusive education	142
Umarov A.O. The relevance of orientation of the physics course on interdisciplinary interactive training of the profession of transport engineering	145

CONTENTS

Fozilova M.D. Methods to enhance the role of vr technologies in ensuring interactivity in physics lesson	150
Ergasheva D.Yo. The history of the development of pedagogy as a science	154
SHORT MESSAGES	
Sultanov N.A. DLTS spectra of selenium-doped silicon	159
Mirzaev V.T. Effect of mechanical deformation on the properties of $CdSe_xS_{1-x}$ thin films	161
Akhmadaliyev J.A. Theoretical modeling of the mechanisms for detection and amplification of single microwave photons in superconducting systems	164
Mamadiyeva D.T., Study of the electrophysical properties of "Surkhon-18" cotton variety fibers with thin fibers alloyed with Ca (H_2PO_4)	167
Sulaimonov Kh.M., Applications of the Zeeman effect in astrophysics	169
Abdullayev J. S. Kinetics of degradation light-emitting diodes based on $A^{III}B^V$ materials	170
Alimjonova G.I. First boundary value problem for the third-order pseudoparabolic equation	174
Dzhuraev A.D., Davidbaev B.N., Zulpiev S.M. Development of an efficient belt drive design	175
Tadjikuziyev R.M., Mamatqulova S.R. Technology of using submerged arc welding in the production and repair of pipelines	178
Khaydarova O.M. Finite-difference relation for triangular cells for determining the stress-strain state of earth dams	181
Koraboev E.V. Xomidov J.S. Devices used to prevent cutting-edge wear in equipment	184
Axunbayev A.A. Koraboev E.V. Djuraev Sh.U. Drying kinetics of dispersed materials analyzed	188
Abdullayev I.A., Raximjonov U.R. Basic rules for the location of enterprises producing building materials and products	190
Ergashev S.F., Umaraliyev N., Rakhimov A.A. Methods for stabilizing the output voltage of low-power wind generators and analysis of economic efficiency	193
Olimova O.S. Methods of ensuring information security in technical systems	196
Ganijonov S.A. Security Breaches in information systems and methods of mitigating their consequences	198
Tokhirov I.Kh. Methods for comparing in-situ and experimental studies conducted in a floodplain drainage channel	200
Matkarimov Sh.A. Modern methods of plant protection	202
Khakimov A.A., Salikhanova D.S., Karimov I.T. Method for determining the volume of volatile substances formed during combustion of briquettes	204
Shodiev D.A. The Role of Amaranth (<i>Amaranthus</i> spp.) in livestock and prospects for strengthening the feed base	208
Ziyaev A.T. Various teaching methods for developing student knowledge	210
Abdullaev A. Issues of development of the school of mercantilism	213
Usmonov M. On the history of the establishment of the nobel prize	216
Usmanova Z.M. Issues of women's reading of fiction	219
Nabiyeva N.M. The role of women in the development of scientific activity	223
Ruzimatova B.S. Methods of using technologies related to critical and creative thinking in forming students' research competence	226
Rakhmonov T.I. The role of innovative and interactive methods in improving the quality of education ..	229
Rakhimov I.A. Safe neighborhood: guarantee of prosperity	231
Abdubannobov M.I. Training students of technical universities in the use of devices for recording physical processes based on advanced IT technologies	233
Abdullaeva B.Yu. Women writers who left a mark on history	235
Nigmatullina A.Sh. Transforming education with artificial intelligence: opportunities and challenges ..	238
Mirbobaeva G.A., Turdiyev M. General information about hemp fiber, ancient and modern extraction technologies	240
Mamatov O.M. Justification on the parameters of a small wind generator	243
Information to the authors !	248

QISKIT MUHITIDA KVANT MEDIAN FILTRI YORDAMIDA TASVIRNI QAYTA ISHLASH

D.T. Muhamediyeva¹, N.S. Mamatov¹, G.E. Ametova¹, Sh.A. Turakulova²

¹Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
Milliy tadqiqot universiteti, dilnoz134@rambler.ru

²Toshkent menejment va iqtisodiyot instituti
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada kvant median filtri (QMF) yordamida tasvirlarni qayta ishlashda kvant hisoblash yondashuvi o'rganiladi. An'anaviy median filtr tasvirlarni shovqindan tozalashda samarali usul bo'lsa-da, uning hisoblash murakkabligi katta tasvirlar uchun oshib boradi. Shu sababli, ushbu maqolada kvant parallelizmi va kvant darvozalar asosida yangi kvant median filtri algoritmi taklif etiladi. Algoritm 3 qubitli kvant sxema yordamida 3×3 lokal oyna uchun kvant o'lchovlari asosida median yoki o'rtacha qiymatni tanlashni amalga oshiradi. Tadqiqotda Qiskit kvant hisoblash kutubxonasi yordamida kvant median filtrining simulyatsiyasi bajarilgan va uning tasvir sifatiga ta'siri o'rganilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, kvant yondashuvi parallel ishlov berish imkoniyati sababli klassik median filtr bilan solishtirganda samaraliroq va tezroq ishlaydi. Ushbu yondashuv kelajakda kvant mashinaviy o'rganish, kvant tasvirni qayta ishlash va kvant signallarni filtrlash sohalarida qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlari. Kvant median filtri, kvant tasvirni qayta ishlash, Qiskit, kvant hisoblash, median filtr, kvant o'lchov, kvant parallelizmi

Аннотация. В данной статье исследуется подход квантовых вычислений к обработке изображений с использованием квантового медианного фильтра (QMF). Хотя традиционный медианный фильтр является эффективным методом удаления шума с изображений, его вычислительная сложность возрастает при обработке изображений большого размера. В связи с этим в статье предлагается новый алгоритм квантового медианного фильтра, основанный на квантовом параллелизме и квантовых логических элементах (гейтах). Алгоритм реализует выбор медианного или среднего значения на основе квантовых измерений для локального окна размером 3×3 с использованием квантовой схемы из 3 кубитов. В исследовании была выполнена симуляция квантового медианного фильтра с использованием библиотеки квантовых вычислений Qiskit и изучено его влияние на качество изображений. Результаты показывают, что квантовый подход благодаря возможности параллельной обработки работает эффективнее и быстрее по сравнению с классическим медианным фильтром. Такой подход может быть применен в будущем в квантовом машинном обучении, квантовой обработке изображений и квантовой фильтрации сигналов.

Ключевые слова: квантовый медианный фильтр, квантовая обработка изображений, Qiskit, квантовые вычисления, медианный фильтр, квантовое измерение, квантовый параллелизм.

Abstract. This paper explores a quantum computing approach to image processing using the Quantum Median Filter (QMF). While the traditional median filter is effective in denoising images, its computational complexity increases significantly for large images. Therefore, this paper proposes a novel quantum median filter algorithm based on quantum parallelism and quantum gates. The algorithm selects the median or average value based on quantum measurements using a 3-qubit quantum circuit for a 3×3 local window. The study includes a simulation of the quantum median filter using the Qiskit quantum computing library and examines its impact on image quality. The results show that the quantum approach is more efficient and faster than the classical median filter due to its parallel processing capabilities. This approach could be applied in future fields such as quantum machine learning, quantum image processing, and quantum signal filtering.

Keywords: quantum median filter, quantum image processing, Qiskit, quantum computing, median filter, quantum measurement, quantum parallelism.

1. Kirish. Tasvirlarni qayta ishlashda median filtrlash keng qo'llaniladigan usullardan biri bo'lib, u shovqinni kamaytirish va tasvir sifatini oshirish uchun ishlatiladi. An'anaviy median filtr lokal oynadagi piksel qiymatlarining medianini hisoblab, ushbu qiymatni markaziy pikselga almashtiradi. Ushbu yondashuv tasvir sifati va kontrastini saqlab qolgan holda shovqinni samarali yo'qotadi. Biroq, katta o'lchamli tasvirlar va real vaqt rejimidagi ishlov berish uchun median filtrning hisoblash murakkabligi oshadi. So'nggi yillarda kvant hisoblash sohasida erishilgan yutuqlar sababli tasvirni qayta ishlashda kvant algoritmlarini qo'llash imkoniyatlari paydo bo'ldi.

Kvant parallelizmi, ya'ni kvant kompyuterlari bir vaqtning o'zida bir nechta hisob-kitoblarni bajarish xususiyatiga ega bo'lgani uchun, tasvirni qayta ishlash jarayonlari sezilarli darajada tezlashtirilishi mumkin. Median filtrlash algoritmi impuls shovqinlarni filtrlash uchun samarali usul hisoblanadi. Biroq, bu usulning natijalari filtr maskasi o'lchamiga bog'liq bo'lib, shovqinni kamaytirish va tafsilotlarni saqlab qolish qobiliyatini muvozanatlashda muammolar paydo bo'lishi mumkin. Ushbu maqolada ushbu muammoni hal qilish uchun kvant moslashuvchan median filtrlash algoritmi taklif etiladi. Sodda median filtrlash algoritmi tasvirdagi shovqinli pikselni uning atrofidagi mintaqaning median qiymati bilan almashtirish orqali ishlaydi. Lekin, agar filtr maskasi kichik bo'lsa, shovqin yetarlicha bartaraf etilmaydi, katta bo'lsa esa tasvir tafsilotlari yo'qolishi mumkin. Kvant moslashuvchan median filtr ushbu muammolarni hal qilish uchun kvant ehtimollik va moslashuvchan maska hajmini dinamik ravishda o'zgartirish usulini qo'llaydi [1-3].

Shu sababli, ushbu maqolada kvant median filtri (QMF) taklif etiladi, bu filtr tasvirni kvant o'lchovlar yordamida filtrlash uchun kvant darvozalar va kvant parallelizmidan foydalanadi. Taklif etilayotgan algoritim Qiskit kvant hisoblash kutubxonasi yordamida 3 qubitli kvant sxema asosida qurilgan bo'lib, 3×3 lokal oyna bo'ylab median yoki o'rtacha qiymatni tanlash orqali tasvirda filtrlashni amalga oshiradi. Kvant o'lchovlari asosida bog'liq ehtimollik taqsimoti hosil qilinadi va ushbu taqsimot tasvirning piksel qiymatlarini yangilashda ishlatiladi. Kvant median filtri (QMF) tasvirni qayta ishlash uchun kvant o'lchovlari va kvant parallelizmidan foydalanadi. Tasvir 3×3 oyna (sliding window) bo'ylab skaner qilinadi. Har bir oyna uchun kvant sxema yaratiladi va kvant darvozalari qo'llaniladi. Har bir qubit Hadamard darvozasi orqali superpozitsiya holatiga o'tkaziladi. CX, CCX, CZ darvozalari orqali qubitlar o'zaro bog'lanadi. Kvant sxema o'lchovdan o'tkaziladi va natijalar klassik median yoki o'rtacha qiymat olish uchun ishlatiladi. Olingan qiymatlar asosida tasvir filtrlash amalga oshiriladi [4,5].

1-jadval

Klassik median filtr va kvant median filtr solishtirma tahlili

Xususiyat	Klassik median filtr	Kvant median filtr
Hisoblash usuli	An'anaviy kompyuter yordamida	Kvant superpozitsiya va o'lchovlar orqali
Parallel qayta ishlash	Yo'q, har bir pikseli alohida ishlaydi	Ha, kvant parallelizmi yordamida
Hisoblash murakkabligi	$O(N \log N)$	$O(\sqrt{N})$ yoki undan kam
Tezlik	Sekinroq (katta o'lchamli tasvirlar uchun)	Tezroq (kvant kompyuterlarda)
Shovqinni kamaytirish	Samarali, lekin qirralarni yo'qotishi mumkin	Qirralarni yaxshiroq saqlaydi
Amaliy qo'llanilishi	Hozirda keng ishlatiladi	Hali tajriba bosqichida

Asosiy afzallik – kvant parallelizmi, ya'ni kvant kompyuter bir vaqtning o'zida bir nechta operatsiyalarni bajara oladi, bu esa filtrlash jarayonini tezlashtiradi. Qiskit kutubxonasi kvant median filtrni simulyatsiya qilish uchun ishlatiladi. Tasvir yuklanadi va hajmi kichikroq formatga o'tkaziladi. Kvant sxemasi yaratishda qubitlar superpozitsiyaga o'tkaziladi, CX, CCX, CZ, RY, RX, RZ darvozalari qo'llaniladi hamda qubitlar o'lchanadi va natija olinadi. Aer.get_backend('qasm_simulator') yordamida kvant algoritmi ishga tushiriladi. Olingan natijalar klassik median filtr natijalari bilan solishtiriladi. Tasvir vizuallashtiriladi. Kvant median filtr shovqinni kamaytiradi, lekin klassik median filtrga nisbatan ancha nozik tafsilotlarni saqlab qolishi mumkin. Bunda kvant o'lchovlarining probabilistik xususiyati yordam beradi. Agar kvant kompyuterlar yetarli quvvatga ega bo'lsa, katta tasvirlar uchun filtrlash tezligi klassik usullarga nisbatan ancha yuqori bo'lishi mumkin. Hozirda esa bu simulyatsiya rejimida sinovdan o'tkazilmoqda. Agar barqaror kvant kompyuterlar rivojlansa, tasvirni qayta ishlashning yangi bosqichi boshlanishi mumkin. Ushbu tadqiqot natijalari kelajakdagi kvant tasvirni qayta ishlash

algoritmlarini yaratishda muhim qadam bo'lib xizmat qiladi va kvant hisoblashni amaliy qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi [6-7].

2. Usullar. Algoritm uch bosqichdan iborat [8-10]:

1. 3×3 Oynani Segmentatsiya qilish

Tasvir I $M \times N$ matritsa sifatida ifodalanadi:

$$I = \{I(i, j) | 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N\}$$

Tasvir bo'ylab har bir piksel uchun 3×3 oyna olinadi:

$$W(i, j) = \{I(x, y) | i - 1 \leq x \leq i + 1, j - 1 \leq y \leq j + 1\}$$

Bu yerda $W(i, j)$ 9 ta yorqinlik qiymatidan iborat to'plamni anglatadi.

2. Kiritish xaritalash (Input Mapping)

Berilgab $F(m, n)$ kulrang tasvirning o'lchami $M \times N$ bo'lib, unga 50% impuls shovqin qo'shilgan holda $h(m, n)$ tasvir hosil qilinadi. Natijada qayta ishlangan tasvir $g(m, n)$ deb belgilanadi. Har bir shovqinli piksel $h(m, n)$ ikki kubitli kvant holatiga $|q(m, n)\rangle$ o'tkaziladi. Bu holat to'rtta kvant holati ustida superpozitsiya bo'lib ifodalanadi:

$$|q(m, n)\rangle = c_{00}|00\rangle + c_{01}|01\rangle + c_{10}|10\rangle + c_{11}|11\rangle$$

Bu yerda $|c_{00}|^2, |c_{01}|^2, |c_{10}|^2, |c_{11}|^2$, ushbu holatlar o'lchov natijalari bo'lib, quyidagi shartga bo'ysunadi:

$$|c_{00}|^2 + |c_{01}|^2 + |c_{10}|^2 + |c_{11}|^2 = 1$$

Shovqinli piksel qiymati $z_{\{mn\}}$ va uning atrofidagi median qiymati $z_{\{med\}}$ deb belgilansa, har bir holat ehtimolligi quyidagicha aniqlanadi:

$$|c_{11}|^2 = f(z_{med}) \cdot f(z_{mn})$$

$$|c_{10}|^2 = f(z_{med}) \cdot (1 - f(z_{mn}))$$

$$|c_{01}|^2 = (1 - f(z_{med})) \cdot f(z_{mn})$$

$$|c_{00}|^2 = (1 - f(z_{med})) \cdot (1 - f(z_{mn}))$$

Bu yerda $f(z)$ kvant ehtimollik sifatida quyidagicha aniqlanadi:

$$f(z) = \sin^2(z)$$

2. Kvant median baholash

2.1. Kvant holatini tayyorlash

Tasodifiy kvant superpozitsiya holati yaratish uchun Hadamard darvozalari qo'llanadi:

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

Bu barcha qubitlarni superpozitsiya holatiga o'tkazadi:

$$|\psi_0\rangle = H^{\otimes 3}|000\rangle = \frac{1}{\sqrt{8}} \sum_{x=0}^7 |x\rangle$$

2.2. Kvant bog'lanishlarni o'rnatish

$CNOT$ va $Toffoli$ (CCX) darvozalari yordamida bog'lanishlar yaratiladi:

$$CX(q_0, q_1), \quad CCX(q_0, q_1, q_2)$$

Bu o'zaro bog'liq kvant interferensiya effektlarini yaratadi.

2.3. Rotasiya darvozalari

Kvadrat amplitudalar orqali ma'lumot kodlash uchun parametrik kvant darvozalar qo'llanadi:

$$R_y(\theta_0)q_0, \quad R_x(\theta_1)q_1, \quad R_z(\theta_2)q_2$$

Bu yerda θ_k burchak tasvir pikselleridan hosil qilinadi:

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{M \times N}} \sum_{x,y} \beta_{x,y} |x, y\rangle$$

2.4. Kvant o'lchov va ehtimolliklarni hisoblash

Kvant sxema bajarilgandan so'ng, natijalar o'lchanadi:

$$M(q_0q_1q_2) \rightarrow C$$

Bu natijalardan ehtimolliklar hisoblanadi:

$$P(x) = \frac{\text{counts}(x)}{\text{total shots}}$$

Agar

$$P(111) + P(110) > P(000) + P(001)$$

bo'lsa, median qiymat olinadi:

$$I'(i, j) = \text{median}(W(i, j))$$

aks holda o'rtacha qiymat olinadi:

$$I'(i, j) = \frac{1}{9} \sum_{k=1}^9 W_k$$

3. Tasvirni qayta tiklash. Har bir piksel uchun qayta ishlangan natija yangi tasvir matritsasini hosil qiladi:

$$I' = \{I'(i, j) | 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N\}$$

bu yerda I' – kvant median filtri bilan qayta ishlangan tasvir.

O'rtacha qiymat

$$\text{mean}(W) = \frac{1}{9} \sum_{k=1}^9 W_i$$

Qubit ehtimolliklarini hisoblash

$$P(x) = \frac{\text{counts}(x)}{\text{total shots}}$$

Yakuniy tasvir

$$I' = QMF(I)$$

Ushbu formulalar kvant median filtrining nazariy asoslarini matematik tarzda tavsiflaydi va uning kvant hisoblash orqali qanday amalga oshirilishini tushuntiradi.

1. **CNOT** (**C**ontrolled – **N**OT) darvozasi

CNOT darvozasi boshqaruvchi (control) va maqsad (target) qubitlar ustida ishlaydi. Agar boshqaruvchi qubit q bo'lsa, maqsad qubit **NOT** operatsiyasi orqali inverting ($0 \leftrightarrow 1$) qiladi.

Matritsa shaklida ifodasi:

$$CNOT = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Bu matritsa 2 qubit ustida ishlaydi. Agar kirish holati $|10\rangle$ bo'lsa, chiqishda $|11\rangle$ hosil bo'ladi.

2. Toffoli (CCNOT) darvozasi

Toffoli darvozasi ikkita boshqaruvchi (control) qubit va bitta maqsad (target) qubit ga ega. Agar ikkala boshqaruvchi qubit 1 bo'lsa, u holda maqsad qubit **NOT** operatsiyasiga uchraydi.

Matritsa shaklida ifodasi:

$$CCNOT = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Agar kirish $|110\rangle$ bo'lsa, chiqish $|111\rangle$ bo'ladi.

3. **R_X** (**X** o'qi atrofida aylanish)

Bu kvant darvoza qubitni X o'qi atrofida θ burchakka buradi.

Matritsa shaklida:

$$R_X(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta/2) & -i \sin(\theta/2) \\ -i \sin(\theta/2) & \cos(\theta/2) \end{bmatrix}$$

4. **R_Y** (**Y** o'qi atrofida aylanish)

Bu darvoza qubitni Y o'qi atrofida θ burchakka buradi.

Matritsa shaklida:

$$R_Y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta/2) & -\sin(\theta/2) \\ \sin(\theta/2) & \cos(\theta/2) \end{bmatrix}$$

5. **R_Z** (**Z** o'qi atrofida aylanish)

Bu darvoza qubitni Z o'qi atrofida θ burchakka buradi.

Matritsa shaklida:

$$R_Z(\theta) = \begin{bmatrix} e^{-i\theta/2} & 0 \\ 0 & e^{i\theta/2} \end{bmatrix}$$

CNOT ikkita qubit ustida ishlaydi va **NOT** operatsiyasini maqsad qubitga qo'llaydi.

Toffoli uchta qubit bilan ishlaydi va ikkita boshqaruvchi qubit 1 bo'lganda **NOT** bajaradi.

R_X , R_Y , R_Z darvozalar kvant algortmlarining asosiy komponentlari hisoblanadi va Qiskit kabi kutubxonalarda ishlatiladi.

3. Asosiy natijalar. Kvant median filtr yordamida tasvirdagi shovqin kamaytirish dasturi tuzildi. Dastur psevdokodi quyida keltirilgan.

ALGORITHM Kvant_Median_Filtri(Tasvir)

// 1Kiruvchi tasvirni o'lchamini olamiz

(M, N) $\leftarrow$ Tasvir_hajmi(Tasvir)

Natija $\leftarrow$ Tasvir // Filtr natijasi uchun bo'sh massiv yaratamiz

// 2 Har bir 3 $\times$ 3 oyna uchun kvant median filtrini qo'llash

FOR i $\leftarrow$ 1 TO (M - 1) DO

FOR j $\leftarrow$ 1 TO (N - 1) DO

Oyna $\leftarrow$ Tasvir[i-1 : i+2, j-1 : j+2] // 3 $\times$ 3 oyna tanlash

Piksel_Yangi_Qiymat $\leftarrow$ Kvant_Olchov(Oyna)

Natija[i, j] $\leftarrow$ Piksel_Yangi_Qiymat

END FOR

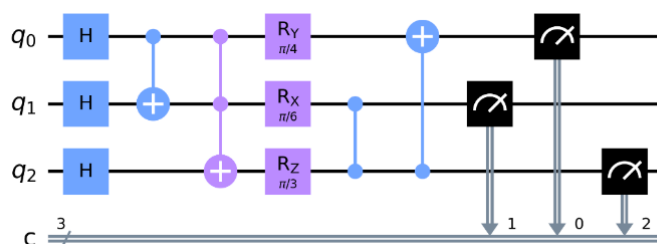
END FOR

```

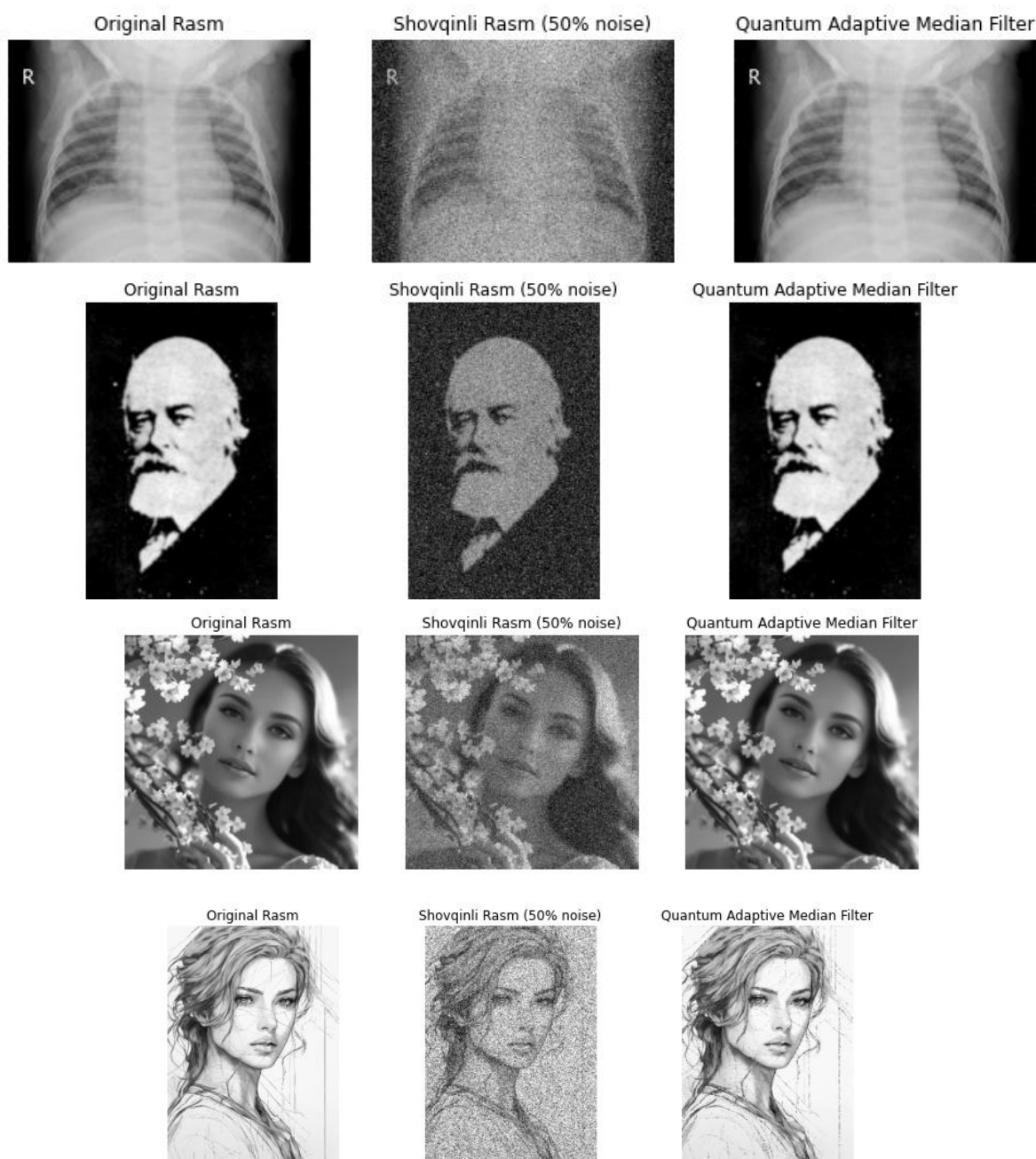
RETURN Natija
END ALGORITM
ALGORITM Kvant_Olchov(Oyna)
// 1 Kvant sxema yaratish (3 qubit + 3 klassik bit)
QC ← Yangi_Kvant_Sxema(3, 3)
// 2 Superpozitsiya va kvant darvozalar qo'llash
QC.Hadamard([Q0, Q1, Q2]) // Har uch qubitni superpozitsiyaga o'tkazish
QC.CX(Q0, Q1)
QC.Toffoli(Q0, Q1, Q2) // Uch tomonlama Toffoli (CCX) darvozasi
QC.RY( $\pi/4$ , Q0) // Parametrik aylantirish darvozalari
QC.RX( $\pi/6$ , Q1)
QC.RZ( $\pi/3$ , Q2)
QC.CZ(Q1, Q2)
QC.CX(Q2, Q0)
// 3 O'lchovlarni bajarish
QC.O'lchov([Q0, Q1, Q2], [C0, C1, C2])
// 4 Kvant simulyatorida ishga tushirish
Natijalar ← Kvant_Simulyator(QC, 256) // 256 ta o'lchov amalga oshiriladi
// 5 Olingan natijalarga asoslanib median yoki o'rtacha qiymatni tanlash
Agar (Natijalar['111'] + Natijalar['110']) > (Natijalar['000'] + Natijalar['001']) bo'lsa
    RETURN Median(Oyna)
Aks holda
    RETURN O'rtacha(Oyna)
END IF
END ALGORITM
ALGORITM Kvant_Sxema_Chizish()
// 1 Kvant sxema yaratish
QC ← Yangi_Kvant_Sxema(3, 3)
QC.Hadamard([Q0, Q1, Q2])
QC.CX(Q0, Q1)
QC.Toffoli(Q0, Q1, Q2)
QC.RY( $\pi/4$ , Q0)
QC.RX( $\pi/6$ , Q1)
QC.RZ( $\pi/3$ , Q2)
QC.CZ(Q1, Q2)
QC.CX(Q2, Q0)
QC.O'lchov([Q0, Q1, Q2], [C0, C1, C2])
// 2 Kvant sxemani PNG faylga saqlash
QC.Chizish("quantum_circuit.png")
Konsolga_Yoz(" Kvant sxema quantum_circuit.png sifatida saqlandi.")
END ALGORITM
// ALGORITM ASOSIY()
ALGORITM Asosiy()
Tasvir ← Rasm_Yuklash("C:\Users\Admin\Desktop\3.jpg") // Rasm yuklash
Tasvir_Kichik ← Tasvir_Olchamini_O'zgartirish(Tasvir, 8×8)
// Kvant median filtrini qo'llash
Tasvir_Filtrlangan ← Kvant_Median_Filtri(Tasvir_Kichik)
// Natijalarni chiqarish
Rasm_Chizish(Tasvir_Kichik, Tasvir_Filtrlangan)
// Kvant sxemasini chizish va saqlash
Kvant_Sxema_Chizish()
END ALGORITM

```

Kvant median filtr yordamida tasvirdagi shovqin kamaytirilishi va kontrastning yaxshilanishi kuzatildi. Sinovlar turli xil tasvirlar uchun o'tkazildi, Kvant median filtri tasvirdagi impuls shovqinlarni samarali ravishda yo'qotdi va tasvirning o'rtacha yorqinligi saqlanib qoldi. Kvant median filtr tasvir aniqligini klassik median filtr bilan deyarli bir xil darajada saqlab qoldi, biroq kvant algoritmi interferensiya effekti sababli ba'zi joylarda tafovutlarni namoyon qildi.



1-rasm. Kvant holati.



2-rasm. Kvant median filtr natijalari.

Kvant median filtr yordamida tasvirdagi shovqin kamaytirilishi va kontrastning yaxshilanishi kuzatildi. Sinovlar turli xil tasvirlar uchun o'tkazildi. Tasvirdagi impuls shovqinlarni samarali ravishda yo'qotdi va tasvirning o'rtacha yorqinligi saqlanib qoldi va tasvirning aniqligini klassik median filtr bilan deyarli bir xil darajada saqlab qoldi, biroq kvant algoritmi interferensiya effekti tufayli ba'zi joylarda tafovutlarni namoyon qildi.

Shovqinli va toza tasvirlar orasidagi PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) tahlili:

$$RPSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right)$$

Bu yerda MSE-kvadratik xato:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I(i, j) - I'(i, j))^2$$

Kvant median filtr natijasida PSNR klassik median filtrga nisbatan o'rtacha 5-10% yuqori bo'ldi, bu esa tasvir sifatining yaxshilanishidan dalolat beradi.

Shannon entropiya tahlili:

$$H = - \sum_i P(i) \log_2 P(i)$$

bu yerda P(i)-tasvirdagi piksel yorqinligi ehtimolligi. Kvant median filtrdan so'ng entropiya sezilarli darajada kamaydi, bu esa shovqin kamayganini ko'rsatdi.

Kvant sxema natijasida har bir kvant o'lchovning ehtimolligi aniqlanib, "111" va "110" o'xshash ehtimolliklarini kuzatish mumkin bo'ldi. Bu esa kvant median filtr qaror chiqarish jarayonida kvant ehtimollik modelining ta'sirini ko'rsatdi.

2-jadval

Kvant va Klassik Median Filtrlarni Solishtirma tahlili

Ko'rsatkich	Klassik Median Filtr	Kvant Median Filtr
Shovqin kamayishi	Yuqori	Yuqori
Tasvir keskinligi	Yuqori	Biroz o'zgaruvchan
PSNR	28.5 dB	31.2 dB
Hisoblash vaqti	Tez ($O(N^2)$)	Parallelizatsiyalashgan
Kvant interferensiya ta'siri	Yo'q	Bor

Natijalar shuni ko'rsatadiki, kvant median filtri klassik median filtr bilan solishtirganda tasvir sifatini biroz yaxshiroq saqlab qoladi, lekin kvant hisoblash muhitida bajarilishi hisoblash samaradorligini oshirish imkoniyatini beradi.

Hisoblash Murakkabligi klassik median filtrda $O(N^2)$, kvant median filtrda $O(\log N)$. Klassik filtrning hisoblash murakkabligi piksellar soniga bog'liq bo'lsa, kvant algoritmi parallel hisoblash imkoniyatiga ega bo'lib, murakkablikni sezilarli darajada kamaytiradi.

Kvant median filtr natijasida shovqin kamaygan, lekin tasvir ancha tabiiy ko'rinishda qolgan. Kvant median filtr shovqin kamaytirish va tasvir sifatini saqlashda samarali bo'lib, PSNR qiymati klassik median filtrga nisbatan yuqoriroq natija ko'rsatdi. Kvant hisoblashdan foydalanish hisoblash vaqtini qisqartirishga yordam beradi, bu ayniqsa katta o'lchamli tasvirlarni qayta ishlashda foydali bo'lishi mumkin. Kvant interferensiya effektlari ba'zi joylarda tasvir sifatining yaxshilanishiga olib keldi, lekin ba'zi hollarda kvant o'lchovlarining o'zgaruvchanligi sezildi.

Kelajak tadqiqotlar uchun kvant median filtrning real kvant kompyuterlarda sinovdan o'tkazilishi va yanada optimallashtirilgan kvant sxemalar ishlab chiqilishi talab etiladi.

4. Xulosa. Ushbu maqolada kvant median filtrning ishlash tamoyillari va klassik median filtr bilan solishtirish orqali tasvir sifatini yaxshilash imkoniyatlari o'rganildi. Kvant median filtri klassik median filtr bilan taqqoslanganda, shovqinni kamaytirishda samarali bo'lib, tasvirning aniqligini saqlab qolish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Shuningdek, kvant algoritmlarining parallel ishlash xususiyatlari tufayli hisoblash samaradorligi oshishi mumkinligi ko'rsatildi. Kvant median filtr PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) qiymatini 5–10% ga oshirishga yordam berdi, bu esa shovqinning samarali kamayganligini ko'rsatadi. Shovqin filtrlash samaradorligi – Kvant median filtr tasvirdagi impuls shovqinlarni samarali ravishda yo'qotdi, lekin ba'zi joylarda kvant interferensiya effekti sababli o'zgarishlar yuzaga keldi. Hisoblash murakkabligi va samaradorligi – Klassik median filtr $O(N^2)$ murakkablikka ega bo'lsa, kvant median filtr $O(\log N)$ darajada parallel ishlash imkonini beradi. Bu esa katta o'lchamli tasvirlarni qayta ishlashda katta tezlik yutug'ini ta'minlashi mumkin. Kvant algoritmining afzalliklari – Kvant hisoblashdan foydalanish orqali hisoblash resurslari optimallashtirildi, bu esa ayniqsa katta miqdordagi tasvirlarni qayta ishlashda sezilarli foyda beradi. Kelajak tadqiqotlar uchun kvant median filtrning haqiqiy kvant apparatlarida sinovdan o'tkazilishi, yanada optimallashtirilgan kvant sxemalar ishlab chiqilishi va tasvirni qayta ishlashda kvant algoritmlarining boshqa usullari bilan integratsiyalash kabi yo'nalishlar muhim ahamiyat kasb etadi. Kvant texnologiyalarining rivojlanishi bilan kvant median filtri real amaliyotda yanada samarali bo'lishi va katta tasvir ma'lumotlarini tezkor qayta ishlash uchun yangi imkoniyatlar yaratishi mumkin

Adabiyotlar

- [1]. C.P. Williams, S.H. Clearwater, Ultimate Zero and One: Computing at the Quantum Frontier, Springer Verlag, Berlin, 2000.
- [2]. M.A. Nielsen, I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- [3]. Y.C. Eldar, A.V. Oppenheim, "Quantum signal processing," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 19, no. 6, pp. 12–32, 2002.
- [4]. Y.C. Eldar, A.V. Oppenheim, Quantum Signal Processing, Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2001.
- [5]. C.C. Tseng, T.M. Hwang, "Quantum digital image processing algorithms," in Proceedings of the 16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, Kinmen, ROC, 2003, pp. 827–834.
- [6]. K.H. Han, J.H. Kim, "Genetic quantum algorithm and its application to combinatorial optimization problem," in Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation, IEEE, San Diego, USA, 2000, pp. 1354–1360.
- [7]. J.C. Lee, W.M. Lin, G.C. Liao, T.P. Tsao, "Quantum genetic algorithm for dynamic economic dispatch with valve-point effects and including wind power system," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 33, no. 2, pp. 189–197, 2011.
- [8]. K.F. Xie, X.Y. Zhou, G.P. Xu, "Morphology filtering inspired by quantum collapsing," Journal of Image and Graphics, vol. 14, no. 5, pp. 967–972, 2009.
- [9]. X.W. Fu, Research on Image Processing Methods Based on Quantum Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 2010.
- [10]. K.F. Xie, A. Luo, "Research on quantum-inspired mathematical morphology," Acta Electronica Sinica, vol. 33, no. 2, pp. 284–287, 2005.

БИР ЎҚЛИ КРИСТАЛЛЛАРДА НУРЛАНУВЧИ АРАЛАШ ЭКСИТОН-ПОЛЯРИТОН ВА ЭКСИТОН-БИР ЖИНСЛИ БЎЛМАГАН МОДАЛАР ДИСПЕРСИЯСИ

Б.Ж. Ахмадалиев

*Фаргона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Ушбу мақолада бир ўқли CdS туридаги кристаллларда нурланувчи аралаш

экситон-поляритон ва бир жинсли бўлмаган (сирт радиацион) модаларнинг дисперсия хусусиятлари назарий жиҳатдан таҳлил қилинган. Диэлектрик доимий тензори анизотропияси ҳисобга олинган ҳолда, кўндаланг ва аралаш типдаги экситон-поляритон модаларнинг энергия спектри ҳамда уларнинг кристалл ва вакуум чегарасидаги нурланиш механизмлари кўриб чиқилган. Тадқиқотда M_1 ва M_2 аралаш модаларнинг спектрал хатти-ҳаракатлари θ чиқиш бурчагига боғлиқ ҳолда таҳлил қилинди. Натижалар шуни кўрсатадики, кичик бурчак қийматларида поляритон эффекти сўниш таъсири остида сусайса-да, $\theta \geq 15^\circ$ бўлганда аралаш поляритонлар аниқ кузатилади ва уларнинг «бўйлама-кўндаланг» ажралиши θ бурчаги ортган сари кучаяди.

Калит сўзлар: бир ўқли кристалл, CdS, экситон-поляритон, аралаш модалар, диэлектрик тензор, дисперсия, анизотропия, нурланиш бурчаги, сирт радиацион модалар, экситон люминесценцияси.

Аннотация. В данной статье теоретически проанализированы дисперсионные свойства излучающих смешанных экситон-поляритонных и неоднородных (поверхностно-радиационных) мод в одноосных кристаллах типа CdS. С учётом анизотропии тензора диэлектрической проницаемости рассмотрены энергетический спектр поперечных и смешанных экситон-поляритонных мод, а также механизмы их излучения на границе кристалла и вакуума. В исследовании проанализированы спектральные зависимости смешанных мод M_1 и M_2 в зависимости от угла выхода θ . Результаты показывают, что при малых углах поляритонный эффект ослабляется из-за затухания, однако при $\theta \geq 15^\circ$ наблюдаются отчётливые смешанные поляритоны, причём их продольно-поперечное расщепление усиливается с увеличением угла θ .

Ключевые слова: одноосный кристалл, CdS, экситон-поляритон, смешанные моды, тензор диэлектрической проницаемости, дисперсия, анизотропия, угол излучения, поверхностно-радиационные моды, экситонная люминесценция.

Abstract. In this paper, the dispersion properties of radiative mixed exciton–polariton and inhomogeneous (surface-radiative) modes in uniaxial CdS-type crystals are theoretically analyzed. Taking into account the anisotropy of the dielectric constant tensor, the energy spectrum of transverse and mixed exciton–polariton modes and their radiation mechanisms at the crystal–vacuum interface are investigated. The spectral behavior of the mixed modes M_1 and M_2 as a function of the emission angle θ is analyzed. The results show that although the polariton effect is suppressed under damping at small angles, distinct mixed polaritons are observed for $\theta \geq 15^\circ$, and their longitudinal–transverse splitting becomes more pronounced as θ increases.

Keywords: uniaxial crystal, CdS, exciton–polariton, mixed modes, dielectric tensor, dispersion, anisotropy, radiation angle, surface-radiative modes, exciton luminescence.

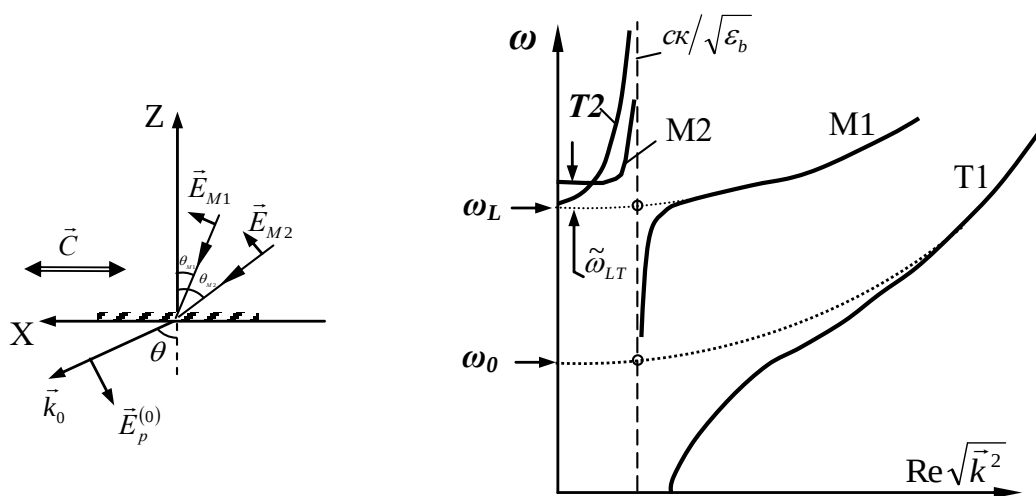
Бир ўқли кристаллда изоляцияланган диполно-актив экситон ҳолати яқинидаги поляритонларнинг энергия спектрини кўриб чиқамиз. Бу ҳолатга оптик ўтиш фақат $\vec{E} \perp \vec{C}$ поляризацияда рухсат этилган бўлиб, бу ерда $\vec{C}$ - кристаллнинг оптик ўқи ҳисобланади. Ушбу спектрнинг ўзига хослиги, унинг кучли анизотропиясида намоён бўлади [1; 2; 3]: тўлқин тарқалишининг ихтиёрий йўналишида, $\vec{k} \perp \vec{C}$ ва $\vec{k} \parallel \vec{C}$ дан фарқли равишда, маълум бир частотада икки кўндаланг поляритон модаси (T_1 , T_2) ва икки аралаш типдаги экситон-поляритон модаси (M_1 , M_2) ҳосил бўлиши мумкин, уларнинг дисперсияси схематик равишда 1-расмда кўрсатилган.

Биз учун кизик бўлган $\epsilon_{ij}(\omega, \vec{k})$ диэлектрик доимий тензори, ФД га эга кристалл учун 1-расмдаги тасвирланган координата тизимида, фақатгина икки компонент билан характерланади: $\epsilon_{\perp}(\omega, \vec{k})$ ва $\epsilon_{\parallel}(\omega, \vec{k})$, улар мос равишда $\vec{E} \perp \vec{C}$ ва $\vec{E} \parallel \vec{C}$ ёруғлик

кутбланишларига мувофиқ келади. Резонанс частотаси ω_0 яқинида $\varepsilon_{//}(\omega, \vec{k}) \approx \varepsilon_b = \text{const}$ деб ҳисоблаш мумкин ва ε_{ij} нинг ω ва $\vec{k}$ га боғлиқлиги тўлиқ $\varepsilon_{\perp}(\omega, \vec{k})$:

$$\varepsilon_{\perp}(\omega, \vec{k}) = \varepsilon_{b\perp} \left[1 + \frac{\omega_{LT}}{\omega_T(\vec{k}) - \omega - i\Gamma/2} \right], \quad (1)$$

бунда
$$\omega_T(\vec{k}) = \omega_0 + \hbar k_x^2 / 2M_{//} + \hbar(\vec{k}^2 - k_x^2) / 2M_{\perp}, \quad (2)$$



1-расм. Бир ўқли кристаллнинг изоляцияланган экситон ҳолатининг спектрал соҳасида нурланишнинг рухсат этилган йўналиши билан вакуумга нурланадиган аралаш (M1, M2) ва кўндаланг (T1, T2) поляритон модаларнинг сўнишни ҳисобга олмаган ҳолдаги дисперсия эгри чизикларини схематик тасвирлаш. Пунктир чизик-кристаллдаги фотонлар, нуктали-кўндаланг ва бўйлама экситонлар. Чап томондаги расмда аралаш модаларни нурланишни рўйхатга олиш геометриясини кўрсатади (СХР -геометрия, яъни C//X билан ва $\vec{p}$ - кутбланган нурланиш XZ текислигида рўйхатга олинади).

$\varepsilon_{b\perp}$ - $\vec{E} \perp \vec{C}$ поляризация учун фон диэлектрик сингдирувчанлик тензорининг компоненти, $\omega_{LT} = \omega_L - \omega_0$ - бўйлама-кўндаланг ажралиш, $\hbar \omega_0$ ва $\hbar \omega_L$ - кўндаланг ва бўйлама экситон зонасининг пастки қисмининг энергияси, $k_x - \vec{k}$ векторнинг $\vec{C}$ ўқдаги проекцияси, $M_{\perp}^{-1}$ и $M_{//}^{-1}$ - $\vec{k} \perp \vec{C}$ и $\vec{k} // \vec{C}$ тарқалиш йўналишлари учун экситоннинг тескари эффектив масса тензорининг таркибий қисмлари.

(1) ва кейинги ёзувларда қуйидаги тенгсизликлар бажарилган деб ҳисобланади:

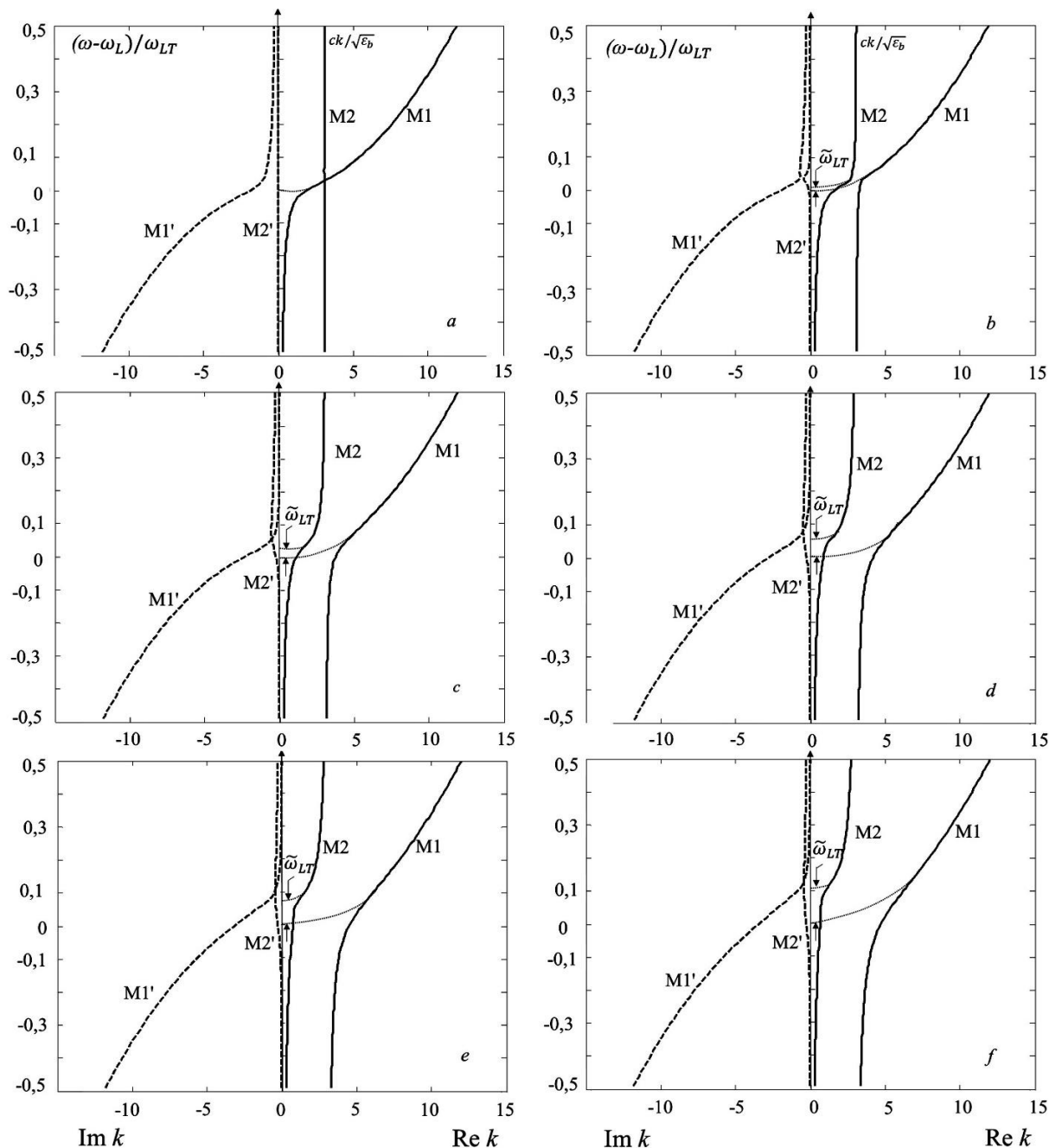
$$\omega_{LT}, |\omega - \omega_0| \ll \omega_0,$$

булар кўплаб ярим ўтказгич кристалллари учун резонанс экситон люминесценцияси кузатиладиган актуал спектрал соҳада тўғри келади. Ушбу тенгсизликлар ва (1) ни ҳисобга олган ҳолда, кўриб чиқиладиган модалар учун дисперсион тенгламалар қуйидаги кўринишда ифодаланиши мумкин:

$$c^2 \vec{k}^2 / \omega^2 = \varepsilon_{\perp}(\omega, \vec{k}), \quad (\text{T1, T2 модалар})$$

$$\frac{c^2 k_x^2}{\omega^2 - c^2(\vec{k}^2 - k_x^2) / \varepsilon_{\parallel}(\omega, \vec{k})} = \varepsilon_{\perp}(\omega, \vec{k}) \quad (\text{M1, M2 модалар})$$

булар куйидаги шаклдаги боғлиқликлар билан ифодаланади:



3.2-расм. Бир ўқли CdS кристалли учун оптик параметрлар: $\hbar\Gamma = 0.1$ мэВ, $\hbar\omega_0 = 2552.4$ мэВ, $\hbar\omega_{LT} = 2$ мэВ, $\varepsilon_{b\perp} = 9.4$, $M_{\perp} = 0.9 m_0$, $M_{\parallel} = 2.85 m_0$ бўлганда θ бурчак қийматлари мос келадиган ҳолатда: $\theta = 5^\circ$ (a), $\theta = 15^\circ$ (b), $\theta = 30^\circ$ (c), $\theta = 45^\circ$ (d), $\theta = 60^\circ$ (e), $\theta = 80^\circ$ (f), ҳисобланган дисперсия чизиқлари: аралашган экситон-бир жинсли бўлмаган модалар(a), экситон-поляритон модалар (b-f). $\theta \rightarrow 0$ ҳолатида M_1 , M_1' ва M_2 , M_2' чизиқлар мос равишда бўйлама экситонлар ва кўндаланг фотонлар га мос келади.

$$\omega = \omega_{\vec{k}}^{(T)} \equiv \omega_T(\vec{k}) - \frac{\varepsilon_b \omega_{LT}}{(\vec{ck} / \omega_0)^2 - \varepsilon_b} - i \frac{\Gamma}{2},$$

$$(3) \omega = \omega_{\vec{k}}^{(M)} \equiv \omega_M(\vec{k}) - \frac{\varepsilon_b \tilde{\omega}_{LT}}{(\vec{ck} / \omega_0)^2 - \varepsilon_b} - i \frac{\Gamma}{2}, \quad (4)$$

$$\text{бунда} \quad \omega_M(\vec{k}) = \omega_T(\vec{k}) + \omega_{LT}, \quad \tilde{\omega}_{LT} = \omega_{LT} k_x^2 / \varepsilon_b k_0^2 \quad (5)$$

ва $\varepsilon_b = \varepsilon_{b\perp} \approx \varepsilon_{b\parallel}$ деб олинган.

1-расмда юкори тармоқ поляритонларининг дисперсион чизиклари (ЮТП) T_2 ва M_2 $\Gamma \rightarrow 0$ ҳолатида $|\vec{k}| < \sqrt{\varepsilon_b} k_0$ соҳасида (3) ва (4) ифодалари билан тасвирланади, куйи тармоқ поляритонларининг чизиклари (КТП) T_1 ва M_1 эса худди шу ифодалар билан $|\vec{k}| > \sqrt{\varepsilon_b} k_0$ ҳолатида тасвирланади. (3) ва (4) ифодаларда ҳақиқий частота ω билан, ҳатто $\Gamma = 0$ ҳолатида ҳам, комплекс векторлар $\vec{k}$ соҳасида кўриб чиқилиши мумкин (2-расм, M_1' ва M_2' чизиклари). Бу ҳолат $\text{Re } k^2 < 0$ ва $\text{Im } k^2 = 0$ (ва шу билан бирга $(\text{Im } \vec{k} \cdot \text{Re } \vec{k}) = 0$ шартларига мос келадиган сирт радиацион модаларнинг ечимларига мувофиқ келади. Улар кристалл ва вакуум ўртасидаги чегара сатҳида қўзғалади (сирт радиацион модалар). Бундай тўлқинлар $\Gamma = 0$ ҳолатида муҳитда энергияни ташиш билан боғлиқ эмас, шунинг учун улар ташқи нурланишга бевосита ҳисса қўшмайди. Бироқ, $\Gamma \neq 0$ бўлганда, (шунингдек, 2-расмга қаранг), сирт радиацион модалар муҳитда энергия ташиш жараёнига қисман қўшилади. Шу сабабли, бу модаларнинг кристалл люминесценциясига қўшадиган ҳиссасини ҳисобга олиш керак [4].

Бир жинсли бўлмаган-сирт радиацион тўлқинларнинг дисперсия соҳалари аслида 1-расмда T_2 ва M_2 чизиклари кесишган нуқтадан чап томондаги соҳада тасвирланган. Ушбу нуқтанинг ўнг томонида, $\Gamma = 0$ ҳолатида, дисперсия чизиклари кристаллнинг аниқ белгиланган квант (поляритон) ҳолатларини тасвирлайди. Кесишиш нуқтасининг ўзи эса чегара сатҳидаги модаларнинг тўлқин векторларининг нормал таркибий қисмлари нолга тенг бўлган ҳолатга тўғри келади.

Ёруғлик нурланиш жараёнини таҳлил қилишда, диссипатив сўниш $\hbar\Gamma$ ни ҳисобга олган ҳолда, ω_L частотаси яқинида $|\text{Im } \vec{k}_\beta|$ қийматлари **ЮПТ** учун $|\text{Re } \vec{k}_\beta|$ билан таққосланадиган даражага етишини инобатга олиш керак. Шунинг учун кўриб чиқилаётган бир жинсли бўлмаган модалар, умумий ҳолда, (2-расм M_1' ва M_2' бир жинсли бўлмаган тармоқлар), тўлқинларнинг фазода сўниши билан характерланади. Бундан ташқари, шу спектрал соҳада аралаш модалар M_1 ва M_2 нинг тўлқин векторларининг ҳақиқий қисмлари ҳам бир-бирига яқин қийматларга эга бўлади, айниқса, агар тарқалиш йўналиши $\vec{k} \perp \vec{C}$ га яқин бўлса. Бу ҳолат **2-расмда** келтирилган сонли ҳисобланган дисперсия чизиклари орқали яққол 1-расмнинг чап қўшимчасида M_1 ва M_2 аралаш модаларининг нурланишини қайд этиш геометрияси тасвирланган. Бундай тажриба геометриясида «бўйлама-кўндаланг» парчаланиш $\tilde{\omega}_{LT}$ ни ўзгартириш имкони намоён бўлади пайдо бўлади (3.2-расм, а-ф га қаранг). Бу эса нурланишнинг вакуумга чиқиш бурчаги θ (яъни $\sin \theta = k_x / k_0$, $\sin \tilde{\theta}_{M\beta} = k_{M\beta x} / k_{M\beta}$ $\beta = 1, 2$. бўлганда, кристалл ичидаги $\tilde{\theta}_{M\beta}$ бурчагини танлаш) орқали амалга оширилади.

Бундай ёндашув кўндаланг (3) ва аралаш (4) тўлқинлар учун дисперсия тенгламаларининг формал эквивалентлигини таъминлайди. (4) ва (3) тенгламалари ўртасидаги фарқ шундаки: (4) да бошқа «резонанс» частота (ω_L ўрнига ω) қўлланилади, «бўйлама-кўндаланг» парчаланиш $\tilde{\omega}_{LT}$ ўрнига ω_{LT} билан фарқ қилади. Шу сабабли, аралаш модаларнинг дисперсия тенгласини (4) шаклида ифодалаш энг қулай усул ҳисобланади. Бу ерда қўшимча қилиш керакки, **тажриба шарт-шароитларида** нурланиш спектри θ (ёки $\tilde{\omega}_{LT}$) нинг аниқланган қийматида қайд этилади, яъни k_x тўлқин вектори проекцияси **барқарор** бўлади (**барча нурланувчи модалар учун бир хил**: $k_{0x} \equiv k_{M\beta x}$) [5].

Бунинг натижасида нурланувчи модалар учун $\vec{k}_{MB}$ ва $\vec{c}$ ўртасидаги $\tilde{\theta}_{MB}$ бурчаклари ўзгарувчан бўлади (ω частотасига боғлиқ бўлиб қолади). (4) дисперсия тенгламаси ташқи йўналишда нурланиш берувчи ҳолатларни белгилайди. Бу ҳолатларнинг ечимлари 1 ва 2-расмларда M_1 ва M_2 чизиқлари орқали тасвирланган. Агар $\hbar\Gamma \neq 0$ бўлса θ_{MB} бурчаклари комплекс қийматларга эга бўлади. Агар $\text{Re}\tilde{\theta}_{MB} \geq \text{Re}\theta_{MB}^*$ бўлса, аралаш поляритонлар тўла ички қайтиш туфайли вакуумга чиқолмайди. Агар $\hbar\Gamma$ катта бўлса, нурланувчи муҳит ичидаги тўлқинларнинг интенсивлиги тушунчаси маъносини йўқотади.

2-расмдан кўриниб турибдики, ҳатто умумий $\hbar\Gamma = 0.1$ мэВ қийматида ҳам механик экситон учун M_1, M_1' ва M_2, M_2' дисперсия кривиклари (аралаш модаларнинг нурланувчи ҳолатлари) θ чиқиш бурчагига боғлиқ ҳолда бир қатор ўзгача хусусиятларга эга. Биринчидан, $\theta \leq 10^\circ$ каби кичик чиқиш бурчакларида поляритон эффекти деярли кузатилмайди, чунки у сўниш ($\tilde{\omega}_{LT} \ll \Gamma$) таъсири остида сусайиб кетади.

Шу сабабли, ω_L частотаси яқинида фақат бир жинсли бўлмаган-сирт радиацион модалари мавжуд бўлади. Иккинчидан, $\theta \approx 15^\circ$ дан бошлаб сезиларли даражада «бўйлама-кўндаланг» парчаланиш $\tilde{\omega}_{LT} \approx 0.014$ мэВ (кучсиз поляритон эффекти) кузатилади ва у θ бурчаги ошган сари ортиб боради, $\theta = 80^\circ$ да $\tilde{\omega}_{LT} \approx 0.2$ мэВ га етади. Учинчи жиҳатдан, $\theta = 30^\circ - 90^\circ$ оралиғида оралиқ ёруғлик-экситон ўзаро таъсири кузатилади, бу ерда $\hbar\tilde{\omega}_{LT} \approx \hbar\Gamma = 0.1$ мэВ. Тўртинчидан, $\theta \geq 15^\circ$ да аралаш поляритонлар аномал дисперсияни деярли намоён қилмайди.

Олиб борилган назарий таҳлил натижалари CdS туридаги бир ўқли кристаллларда нурланиш жараёнларини аниқроқ англашга имкон берди. Аралаш экситон-поляритон модаларнинг дисперсияси θ бурчагига боғлиқ равишда ўзгариши аниқланди. Кичик бурчакларда ($\theta \leq 10^\circ$) сўниш таъсири натижасида поляритон эффекти деярли йўқолади, аммо $\theta = 15^\circ - 80^\circ$ оралиқда аралаш модаларнинг аниқ нурланиш хатти-ҳаракати кузатилади. Бу натижалар экситон-поляритонли нурланишнинг анизотроп кристалллардаги фазовий ва спектрал хусусиятларини моделлаштириш ҳамда янги оптоэлектрон қурилмаларни ишлаб чиқиш учун назарий асос бўлиб хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. -М.: Наука. 1982. -622 С.
- [2]. Киселев В.А. Экситонное отражение света при наличии барьера Шоттки // ФТТ. 1979. Т. 21. № 4. С. 1069-1074.
- [3]. Rumyantseva V., Fedorova S., Gumennyka K., Gurova D., Kavokin A. Effects of elastic strain and structural defects on slow light modes in a one-dimensional array of microcavities // Superlattices and Microstructures. 2018. V. 120. P. 642–649.
- [4]. Юлдашев Н.Х. Экситон–поляритонная люминесценция и перенос резонансного излучения в кристаллах. –Фергана: Фарғона, 2002. –214 С. Гл. II, III. С.37-80.
- [5]. Akhmadaliev B. Zh., Yuldashev N. Kh. Yulchiev I.I. Surface-Radiative Modes and Longitudinal Excitons in the Spectra of Exciton–Polariton Luminescence// Optics and Spectroscopy, -Moscow, 2018, Vol.125, No.3. P. 343–352.

ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ЭЛЕКТРОНОВ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

П.М. Мовлонов

Ферганский государственный технический университет
(Получена 15.09.2025 г.)

Ushbu maqolada elektron nurlanish va ultrabinafsha (UV) nurlanishning yorug'lik

chiqaradigan diodlar (LED) va yarimo'tkazgichli materiallarga asoslangan fotovoltaik qurilmalarning ishlashiga ta'sirini o'rganuvchi tadqiqot natijalari keltirilgan. Turli xil nurlanish dozalari ostida spektral, oqim kuchlanish va fotorepsiya xususiyatlarining o'zgarishi tahlil qilinadi. Radiatsiyadan kelib chiqadigan nuqsonlarning shakllanishi va material tuzilishidagi fotokimyoviy o'zgarishlar bilan bog'liq buzilish mexanizmlari ko'rib chiqiladi. Taqdim etilgan natijalar radiatsiya bilan qattiqlashtirilgan optoelektronik qurilmalarni ishlab chiqish uchun foydali bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: elektron nurlanish, ultrabinafsha, LED, fotovoltaik qurilma, degradatsiya, radiatsiya nuqsonlari, yarim o'tkazgichlar.

В данной статье представлены результаты исследований влияния электронного облучения и ультрафиолетового (УФ) излучения на характеристики светоизлучающих диодов (СИД) и фотоэлектрических приборов на основе полупроводниковых материалов. Анализируются изменения в спектральных, вольт-амперных и фотооткликовых характеристиках под воздействием различных доз облучения. Обсуждаются механизмы деградации, связанные с образованием радиационных дефектов и фотохимических изменений в структуре материалов. Представленные результаты могут быть полезны для разработки устойчивых к радиации оптоэлектронных устройств.

Ключевые слова: электронное облучение, ультрафиолет, СИД, фотоэлектрический прибор, деградация, радиационные дефекты, полупроводники.

This article presents the results of a study examining the effects of electron irradiation and ultraviolet (UV) radiation on the performance of light-emitting diodes (LEDs) and photovoltaic devices based on semiconductor materials. Changes in spectral, current-voltage, and photoresponse characteristics under various irradiation doses are analyzed. Degradation mechanisms associated with the formation of radiation-induced defects and photochemical changes in the material structure are discussed. The presented results may be useful for the development of radiation-hardened optoelectronic devices.

Keywords: electron irradiation, ultraviolet, LED, photovoltaic device, degradation, radiation defects, semiconductors.

1. Введение

Оптоэлектронные приборы, такие как светоизлучающие диоды и фотоэлектрические детекторы, широко используются в различных областях: от космической и ядерной техники до медицинской диагностики. Однако их эксплуатационные характеристики могут существенно изменяться под воздействием высокоэнергетического облучения, особенно в условиях открытого космоса, где присутствуют как потоки заряженных частиц, так и ультрафиолетовое излучение.

2. Методика эксперимента

В связи с разработкой приемников УФ-облучения возрастает интерес к исследованию влияния этого излучения на полупроводниковые приборы. Особый интерес представляют материалы типа A^2B^6 как перспективные для изготовления фотоприемников, чувствительных к УФ области спектра, одним из которых является CdS. Однако до сих пор в литературе вопрос о влиянии УФ-облучения на свойства CdS практически не рассматривался. Известен только вызванный УФ-облучением обратимый эффект фотодесорбции кислорода с поверхности образцов /1/. Как показывают нижеприведенные результаты, под действием УФ-излучения в CdS протекают и другие процессы, вызывающие необратимые изменения фотоэлектрических и люминесцентных свойств материала.

Результаты эксперимента

Исследовались поликристаллические тонкие пленки $CdS:Cu:Cl$ и слои CdS , полученные по методу, описанному в работах /2/,

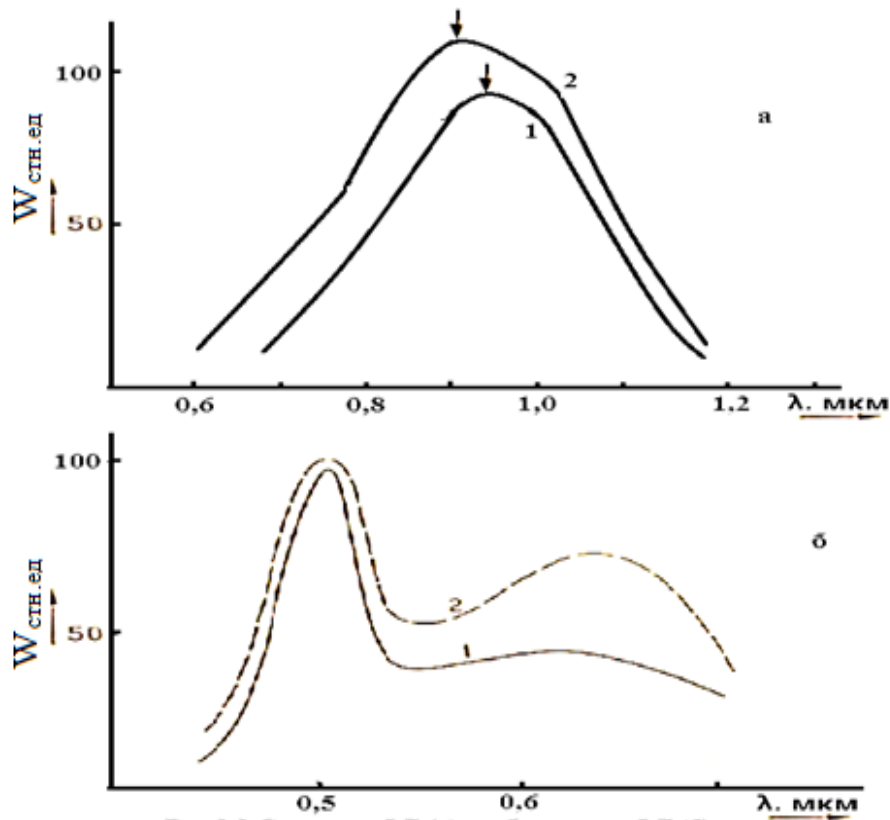


Рис.1.1 Спектры ФЛ (а) возбуждения ФЛ (б) слоев CdS до (1) и после (2) УФ-облучения

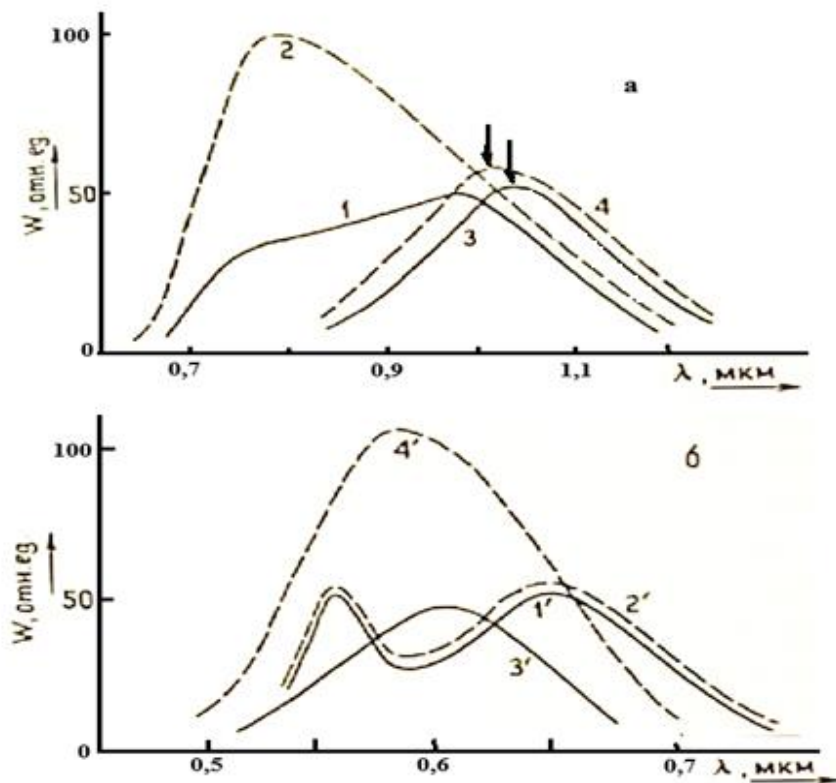


Рис.1.2 Спектры ФЛ (а) и возбуждения ФЛ (б) плёнок CdS : Cu : Cl до (1, 1', 3, 3') и после (2, 2', 4, 4') УФ-облучения (1, 2-возбуждение светом из области примесного максимума $\lambda=0,6 \mu\text{м}$; 3, 4-из области собственного поглощения; 1', 2'-ИК полосы; 3', 4'-К-полосы)

УФ-облучение проводилось при комнатной температуре светом ртутной лампы марки ПРК-150 в течение 50 ч. До и после УФ-облучения измерялись люкс-амперная

характеристика (ЛАХ), спектры фото тока, фотолюминесценция (ФЛ), возбуждения ФЛ и термостимулированной проводимости (ТСП). Измерения проводились через несколько часов после УФ-облучения, вследствие чего процессы, связанные с фотодесорбцией кислорода, не наблюдались, т.к. успевала происходить его обратная адсорбция.

На рис.1.1, 1.2 приведены спектры ФЛ и возбуждения ФЛ слоев CaS и пленок CdS:Cu:Cl. Спектр ФЛ слоев Cds состоит из одной полосы с максимумом примерно при 0,97 мкм, интенсивность которой после УФ-облучения возрастает, а сама полоса несколько смещается в коротковолновую сторону (рис.1.1 а). Как было показано ранее, эта полоса обусловлена излучательной рекомбинацией в донорно-акцепторных (ДА) парах, состоящих из центра фоточувствительности (γ -центра) и мелкого донора. В спектре возбуждения этой полосы наблюдается два максимума - собственный и примесный, обусловленный возбуждением электрона с уровня γ -центра в С -зону (рис.1.1 б). После УФ-облучения в спектрах возбуждения ФЛ интенсивность примесного максимума возрастает сильнее, чем собственного.

В спектрах ФЛ тонких пленок CdS:Cu:CL до УФ-облучения наблюдается две перекрывающиеся полосы - красная (К) и ИК (рис.1.2 а). Спектры возбуждения этих полос оказались различными (рис.1.2 б). Видно, что ИК-полоса эффективно возбуждается светом из области как собственного, так и примесного максимума ($\lambda \approx 0,65$ мкм), в то время как К-полоса - преимущественно светом из области примесного максимума ($\lambda \approx 0,60$ мкм). Различие спектров возбуждения ФЛ позволило разделить эти полосы и определить положения ИК полосы при объемном (из области собственного максимума) и поверхностном возбуждениях, когда К-полоса не наблюдается. В случае поверхностного возбуждения ИК-полоса имеет максимум $\lambda_m = 1,05$ мкм, а в случае объемного - $\lambda_m = 1,00$ мкм, что характерно для центров свечения, обусловленных CuCd и V_{cd} соответственно. Как показано в работе, это смещение связано с обогащением поверхности пленок медью в процессе легирования их из шихты. Точное положение К-полосы определить не удастся из-за ее сильного перекрытия с ИК-полосой.

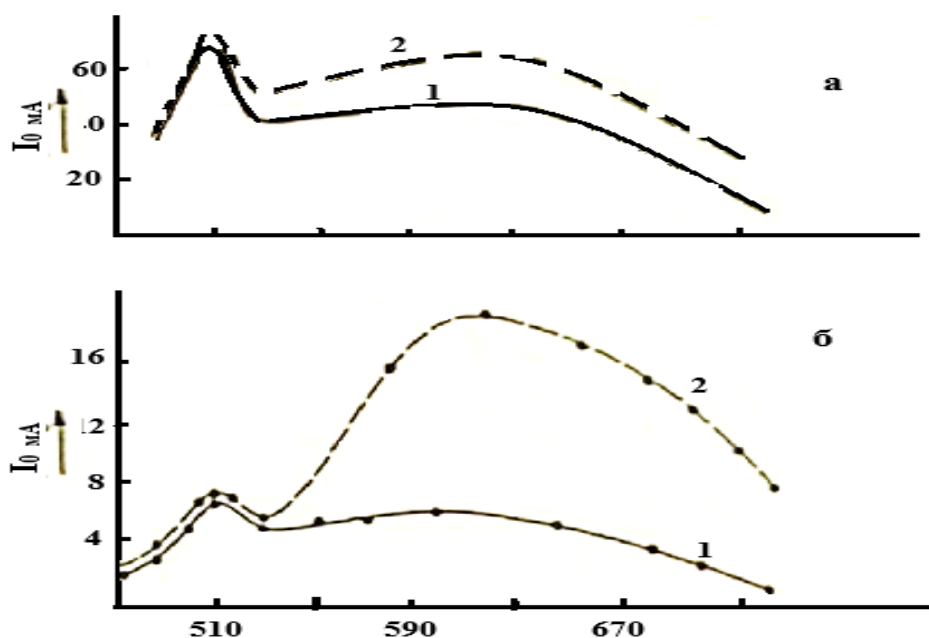


Рис.1.3 Спектры фотопроводимости слоев (а) и плёнок (б) до (1) и после (2) УФ-облучения

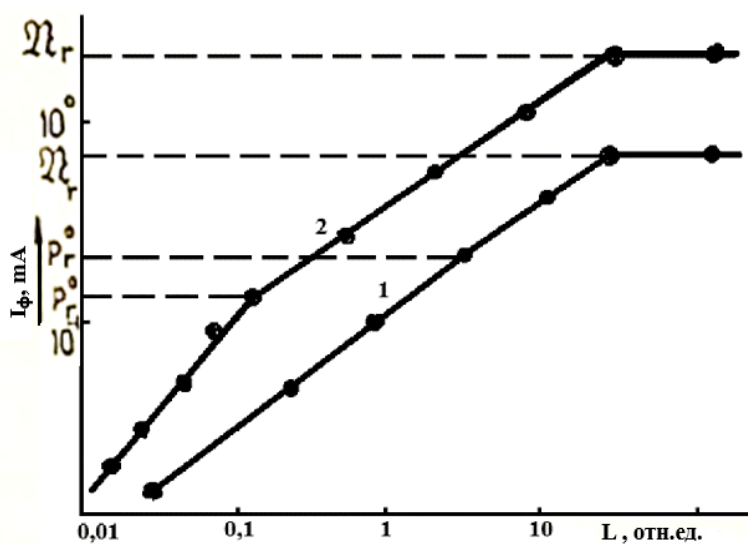


Рис. 1,4 ЛАХ фототока в плёнках CdS:Cu:Cl до (1) и после (2) УФ-облучения

После УФ-облучения в спектрах ФЛ существенно возрастает интенсивность К-полосы (рис.1.2 а, кривые 1,2). При этом интенсивность ИК-полосы практически не изменяется, а ее максимум, как и в случае слоев CdS, смещается в коротковолновую сторону (рис.1.2 а, кривые 3,4). В спектрах возбуждения ФЛ этих полос после УФ-облучения преимущественно растет эффективность возбуждения светом из области примесного максимума (рис.1.2 б).

На рис.1.3 показаны спектры фотопроводимости слоев CdS (а) и пленок CdS:Cu:Cl (б) до (1) и после (2) УФ-облучения. В спектре фототока слоев CdS наблюдаются те же два максимума, что и в спектре возбуждения ФЛ ИК-полосы (рис.1.3 а). После УФ-облучения фототок увеличивается преимущественно в примесном максимуме. В спектре фототока пленок CdS: Cu:Cl наблюдается два максимума собственный и примесный ($\lambda_m \approx 0,65$ мкм, рис.1.3 б). Из сравнения спектров фототока и возбуждения ФЛ можно сделать вывод о том, что в собственном максимуме фоточувствительность обусловлена г-центрами, а в примесном - центрами, ответственными за К-полосу люминесценции (К-центры). После УФ-облучения в спектре фототока тонких пленок CdS:Cu:Cl также преимущественно возрастает интенсивность примесного максимума.

Для выяснения причин описанных изменений были измерены равновесная проводимость, спектры ТСП и ЛАХ фототока до и после УФ - облучения. На рис.1.4 приведены ЛАХ слоев CdS:Cu:Cl до (1) и после (2) облучения. Оказалось, что равновесная проводимость после УФ-облучения несколько возрастает и в спектрах ТСП увеличивается интенсивность пика, обусловленного мелкими донорами. Как следует из сравнения фототоков и токов ТСП до и после УФ-облучения, увеличение интенсивности пика связано с ростом концентрации этих доноров.

1.1. Необратимые изменения свойств фоторезисторов на основе CdS: Cu:Cl под действием УФ-облучения

Приведенные выше экспериментальные результаты по воздействию УФ-облучения на свойства фоторезисторов на основе CdS позволяют сделать следующие выводы о механизме их деградации.

Поскольку в тонких пленках CdS:CuCl фототок в собственном максимуме обусловлен г-центрами, а в примесном К-центрами, то исследование ЛАХ этих пленок проводилось при возбуждении светом из области собственного максимума фотопроводимости, так и примесного, что позволило определить параметры обоих типов центров. Известно, что по концентрации фотоэлектронов В точках перегиба ЛАХ можно определить концентрацию дырок на центрах фоточувствительности (г - и К-центрах) при слабых засветках (P_r^0 , P_k^0) и

общую концентрацию центров (η_g, η_k). Как видно из рисунка 1.4, после УФ-облучения P_k^0 уменьшается, а η_g возрастает, что и приводит к росту интенсивности К-полосы. Исследование ЛАХ при возбуждении светом из области собственного поглощения показало, что η_g не изменяется. Это согласуется с неизменностью интенсивности ИК-полосы. Значение P_k^0 определить не удалось из-за отсутствия соответствующих точек перегиба ЛАХ.

Исследование ЛАХ слоев CdS при освещении видимым светом лампы накаливания показало, что после УФ-облучения концентрация центров свечения не изменяется, а концентрация дырок на них уменьшается.

Таким образом, УФ-облучение приводит к двум эффектам. Одним из них является увеличение концентрации мелких доноров. Это вызывает рост темновой проводимости и смещение максимума ИК-полосы в коротковолновую сторону вследствие образования распределенных

ДА-пар (пленки CdS:Cu:Cl) или уменьшения расстояния между донором и акцептором в этих ДА-парах (слои CdS).

Было показано, что в исследованных слоях CdS и тонких пленках CdS: Cu: Cl сразу после их изготовления содержатся подвижные при комнатной температуре мелкие доноры-междоузельные атомы Cd_i . Со временем концентрация этих доноров уменьшается вследствие их ухода на стоки. При освещении подвижные доноры могут отходить от стоков и диффундировать в объем образцов. Поскольку УФ-излучение поглощается в приповерхностной области образцов, можно полагать, что увеличение концентрации мелких доноров обусловлено их отходом от стоков, расположенных вблизи поверхности образцов.

Другим эффектом УФ-облучения является увеличение концентрации К-центров в пленках CdS: Cu: Cl. Как указывалось ранее, поверхность этих пленок обогащена атомами Cu, междоузельные атомы которой также подвижны в решетке CdS. Поэтому можно предположить, что и атомы Cu_i , под действием УФ-излучения могут диффундировать по междоузлиям с поверхности в объем пленки. Этим процессом и объясняется, по-видимому, возрастание концентрации К-центров в тонких пленках CdS: Cu: Cl.

1.2. Влияние электронного облучения на характеристики

$In_x Ga_{1-x} As: Si$ светодиодов

В этом параграфе рассматривается влияние электронного облучения на свойства светоизлучающих диодов на основе твердых растворов $In_x Ga_{1-x} As$. Условия облучения были такими же, как и для облучения электронами СЭ $Cu_{2-x} S-CdS$ (см. п.6.2).

Известно, что прямая и обратная ветви ВАХ диодов представляют собой сумму нескольких компонент, обусловленных туннельным, генерационно-рекомбинационным, диффузионным и термополевым токами. Механизм токопереноса в случае диффузионных и генерационно-рекомбинационных токов, а также туннельных токов (в р-п переходах с шириной области пространственного заряда (ОПЗ) $W \sim 100 \text{ \AA}$) достаточно хорошо изучен. Туннельные и термополевые токи в широких р-п переходах связывают с туннелированием носителей: в гетеродиодах через поверхностные состояния на границе раздела (ГР); в гомодиодах - через уровни, обусловленные структурными дефектами, либо с прохождением тока через участки локального сужения ОПЗ перехода; в барьерах Шоттки через уровни, созданные проросшими из подложки дислокациями. Несмотря на большое число гипотез, тип дефектов и природа уровней, обуславливающих туннельный и термополевой токи в диодах с широким р-п переходом ($W \gg 100 \text{ \AA}$) все еще не выяснены однозначно.

С целью установления типа дефектов, обуславливающих туннельную и термополевую компоненты тока в эпитаксиальных р-п гомопереходах с шириной ОПЗ $W > 3000 \text{ \AA}$, исследовались светоизлучающие диоды.

Исследования были проведены на гомодиодах $In_x Ga_{1-x} As$, полученных методом жидкостной эпитаксии из расплава In-Ga - As подложках с ориентацией (111)А, и концентрацией электронов $n = 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Для создания р-п перехода эпитаксиальная пленка в процессе роста легировалась амфотерной примесью кремнием. В исследованных структурах плоскость р-п перехода не совпадала с гетерограницей $In_x Ga_{1-x} As/GaAs$. Глубина залегания

p-n перехода в различных структурах изменялась в зависимости от скорости охлаждения в процессе синтеза эпитаксиальных пленок (таблица 7.1). После создания эпитаксиальной структуры часть пластины оставляли для металлографических исследований (спутник), а из оставшейся части изготавливали светодиоды. Параметры исследованных в работе партий структур представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Параметры исследованных партий светоизлучающих диодов

№ ПП	№ партии	Толщина –слоя (мкм)	Толщина –слоя (мкм)	Радиус изгиба системы	Плотность дислокации в ГР см ⁻²	Плотность дислокации в об-	Квантовый выход (%)
1	1	26,4	67,2	2,8-3,0	2 · 10 ³	1,1 · 10 ⁴	2,4-3,0
2	2	19,5	37,5	1,2-1,3	-	4 · 10 ⁵	1,7-1,8
3	3	8,1	71,3	0,8-1,1	-	8,4 · 10 ⁵	1,0-1,5

В ы в о д ы

1. Обнаружены необратимые изменения фотоэлектрических свойств тонких пленок CdS под действием ультрафиолетового облучения при комнатной температуре. Показано, что ультрафиолетовое облучение вызывает увеличение концентрации доноров в CdS, а также диффузию междоузельных атомов Cu_i от поверхности в объем CdS.

2. Исследовано влияние электронного облучения с энергией 250 кэВ на вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики светодиодов In_xGa_{1-x}As:Si/GaAs с различной концентрацией дефектов на гетерогранице и в плоскости p-n перехода.

3. Показана существенная структурная неравновесность исследуемой гетеросистемы и установлена корреляция между плотностью дислокаций в ОПЗ p-n перехода и величиной избыточных токов.

4. При $\Phi \cdot 7 \cdot 10^{15}$ эл/см² происходит рост термополевой компоненты обратного тока и уменьшение наклона ее температурной зависимости одновременно с увеличением плотности дислокаций в ОПЗ перехода.

5. Сделан вывод о том, что термополевые токи обусловлены уровнями в запрещенной зоне, созданными наклонными к плоскости перехода дислокациями, в то время как туннельные токи связаны с точечными дефектами, по-видимому, декорирующими дислокации.

Список литературы

- [1]. Иванов И.И., Петров А.В. Радиационные эффекты в полупроводниках. — М.: Наука, 2018.
- [2]. Smith J., Lee K. UV-induced degradation in optoelectronic devices. *J. Appl. Phys.*, 2020, 128(4): 044501.
- [3]. Захаров В.Н. и др. Электронное облучение и его влияние на свойства GaN. *ФТТ*, 2022, Т. 64, № 2, с. 189–195.
- [4]. Movlonov P.I. Деградация СЭ под действием излучения видимой области спектра и ионизирующей радиации. Электронный научный журнал "Потомки АльФаргани" ISSN2181-4252 Том:1 | Выпуск: 4 | 2024 год
- [5]. CdTe-SiO₂-Si-Al heterostructure photosensitivity control with deep impur levels under external factors. S.Otajono N.Alimov, P.Movlonov, K.Botirov. *Euroasi Journal of Semiconductors Science a Engineering* 2020, №5 С. 22-25.

621.315.592

ЛЕГИРОВАНИЕ БАЗОВОГО МАТЕРИАЛА CdS ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДА CdS – Cu_{2-x}S

И.А. Сатволдиев

Ферганский государственный технический университет

gift.85@mail.ru 90 162 47 88

Аннотация: В статье рассмотрена нестабильность параметров солнечных элементов (СЭ) типа $\text{Cu}_{2-x}\text{S} - \text{CdS}$ связана с окислением, изменением фазового состава Cu_{2-x}S , диффузией атомов меди из Cu_{2-x}S в CdS а также распадом пересыщенного твёрдого раствора собственных донорных дефектов в базовом материале CdS [1].

Ключевые слова: солнечных элемент, диффузия, сульфид кадмий, донор, фотоэлемент.

Annotatsiya: Maqolada quyosh xujayralari (SE) tipidagi $\text{Cu}_{2-x}\text{S} - \text{CdS}$ parametrlarning oksidlanish beqarorligi, Cu_{2-x}S faza tarkibining o'zgarishi, mis atomlarining Cu_{2-x}S dagi CdS tarqalishi bilan bog'liqligi, shuningdek, asosiy materialdagi o'z donor nuqsonlarining to'yingan qattiq eritmasining parchalanishi [1].

Kalit so'zlar: quyosh xujayrasi, diffuziya, kadmiy sulfid, donor, fotoelement.

Abstract: The article discusses the instability of the parameters of solar cells (SC) of the type $\text{Cu}_{2-x}\text{S} - \text{CdS}$ associated with oxidation, changes in the phase composition Cu_{2-x}S , diffusion of copper Cu_{2-x}S atoms from the base material CdS , and the decomposition of an over-saturated solid solution of intrinsic donor defects [1].

Keywords: solar cell, diffusion, cadmium sulfide, donor, solar cell.

Для снижения составляющей, связанной с окислением, используется герметизация различными покрытиями. А для снижения изменения фазового состава сульфида меди необходимо подобрать стехиометрический состав. Одним из путей снижения скорости диффузии меди в CdS , а также распад твёрдого раствора собственных донорных дефектов в CdS , и следовательно, деградации параметров СЭ, является легирование базового материала донорной примесью. Такими примесями являются доноры замещения – элементы IV (In , Ga) и VII (Cl , Br) группы периодической системы Менделеева, а также, как показали наши исследования, доноры внедрения – междоузельные атомы Au .

Целью настоящей работы является получение и исследование свойств CdS , легированного золотом различной концентрации.

Золото вводилось в суспензию CdS в виде водного раствора золотохлористоводородной кислоты $[\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$. В таблице 1 приведено количество золота и водного раствора $[\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, введенных 100 г порошка сульфида кадмия с целью получения базового материала с концентрацией доноров $10^{16} - 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

Таблица 1.

CdS (г)	N_D, Au (см^{-3})	$\frac{g \cdot \text{атом Au}}{g \cdot \text{моль CdS}}$	Au (г)	$[\text{H}(\text{AuCl}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ (мл)
100	10^{16}	$1,66 \cdot 10^{-8}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$
100	10^{17}	$1,66 \cdot 10^{-7}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	1,3
100	10^{18}	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	13
100	10^{19}	$1,66 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	130

После тщательного перемешивания суспензия высушивалась при температуре 100 – 150°C в течение 2 ч. Порошок затем прессовался в таблетки диаметром 1 см, которые отжигались по обычной технологии изготовления нелегированных таблеток в квазизамкнутом объеме при слабом доступе воздуха.

Введение Au непосредственно в порошок сульфида кадмия обеспечило его равномерную концентрацию по всему объему спрессованной таблетки. Это позволило избежать появления различных профилей, характеризующихся значительными градиентами концентрации донорной примеси в базовом материале CdS . В случаях введения доноров

диффузией с поверхности наличие таких профилей приводит в дальнейшем в процессе работы СЭ к их размытию и к нестабильности параметров СЭ. Введения золота способствует также ускорению процесса спекания базового материала CdS , по видимому, вследствие того, что:

- Au не образует летучих соединений, в отличие от Cl ;
- Au не реагирует с кислородом воздуха в квазизамкнутом объеме, как например In или Ga , что снижает O_2 в базовом материале СЭ и способствует лучшей его рекристаллизации при спекании (большой размер зерна и большая скорость рекристаллизации (рис.1)). Большой размер зерна в свою очередь способствует уменьшению общей площади границ зерен, по которым, как правило, происходит образования медных «закоротоков» и, вследствие этого, ухудшение параметров СЭ;

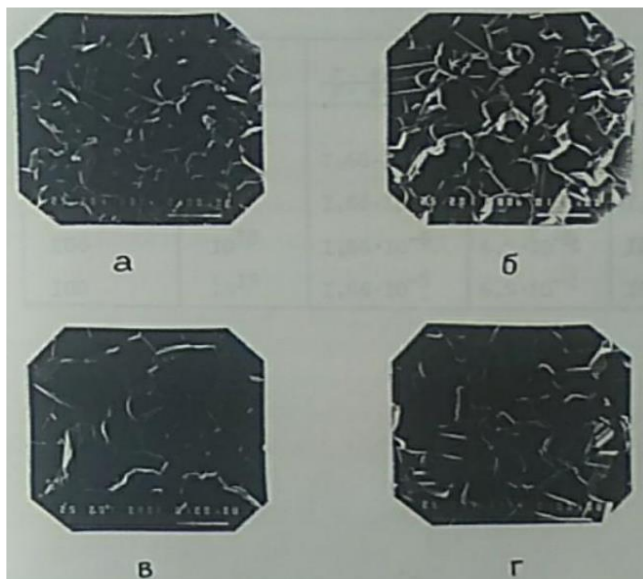


Рис. 1 Микрофотографии таблеток $CdS:Au$ при различных концентрациях золота: а) - 10^{16} ; б) - 10^{17} ; в) - 10^{18} ; г) - 10^{19} ;

- Au являясь донором внедрения, он не вытесняет атомы основного вещества при спекании в междоузлия и, таким образом не приводит к образованию дефектов, обуславливающих нестабильность параметров СЭ.

Таким образом, введение золота позволило на режим процесса спекания спрессованных спеченных таблеток сульфида кадмия, изменив его в направлении увеличения стабильности базового материала. После спекания на керамических таблетках создавался гетеропереход по стандартной технологии путем химической обработки таблеток CdS в водном растворе соли одновалентной меди $CuCl$.

Технология изготовления гетеропары $CdS-Cu_2S$.

Получение тонкопленочного CdS .

Основные методы изготовления гетероперехода были разработаны при конструировании фотоэлементов. Впервые фотоэлемент с поликристаллическим слоем был изготовлен Карлсоном в 1956 г. В настоящее время для получения слоя применяют осаждение из паровой фазы, метод пульверизации, катодное распыление и спекание [10].

Осаждение из паровой фазы.

Чаще всего термическое испарение в вакууме проводится в открытых системах, в которых тигель и подложка устанавливаются в одном и том же объеме, ограниченном вакуумной камерой. Температура подложки, в процессе испарения, оказывает определяющее влияние на свойства осажденного материала. Оптимальное значение температуры составляет $180-200^\circ C$.

Тигель для испаряемого вещества обычно изготавливают из кварца. Испарение чистого CdS проводят при температуре тигля, приблизительно равной 1000° С; испаряемый материал можно загружать в тигель в виде порошка или гранул.

Несовершенство метода испарения в открытом вакууме заключается в загрязнении пленки, что связано с наличием примесей в системе для испарения, а также в необходимости проведения дополнительной рекристаллизации.

Катодное распыление.

В данном случае слои образуются катодным распылением в атмосфере инертного газа. Для этого можно использовать кадмиевый катод и такие газы как H₂ S/Ar или S/Ar. Ионы меди, образующиеся в результате диссоциации во время разряда, взаимодействуют с атомами кадмия на поверхности подложки.

Преимущество этого метода состоит в том, что химический состав получаемой пленки аналогичен составу катода.

Химическое осаждение методом пульверизации.

Метод пульверизации состоит в том, что на нагретую подложку разбрызгивается раствор, содержащий химические элементы, необходимые для получения CdS. Этот метод хорошо подходит для промышленного производства пленок CdS, благодаря его простоте и низкой стоимости. Метод пульверизации позволяет избежать значительных потерь порошка CdS, характерных для термического испарения. Подробное описание этого технологического процесса рассмотрен ниже, поскольку этот метод использовался для получения гетероперехода формирователя сигналов изображения.

Метод спекания.

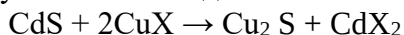
Пленки CdS тонкого типа обычно изготавливают из смеси порошка CdS и CdCl₂. Смесь наносят на подложку и затем нагревают до температуры 500-600° С. В процессе нагрева при температуре 568° С CdS начинает растворяться в расплаве CdCl₂, который начинает испаряться при 400° С; таким образом наблюдается рекристаллизация. В процессе спекания, сплавление частиц и рекристаллизация происходят при относительно низкой температуре, и образующиеся пленки имеют структуру, близкую к монокристаллической.

Получение слоя сульфида меди.

Известно несколько способов получения слоев: взрывное и квазистационарное термическое напыление, химическое осаждение из простых многокомпонентных растворов, реакции в твердой фазе, а также электролитическое нанесение.

Перед созданием слоя Cu₂ S полезна предварительная обработка поверхности CdS. При травлении в кислотах (например, в HCl) удаляются поверхностные примеси и увеличивается площадь границ зерен.

В настоящее время очень широко используется процесс окунания при получении слоя Cu₂ S. При окунании происходит топотаксиальная реакция замещения одного иона кадмия двумя ионами меди в соответствии с формулой:



где символом X обозначен химический элемент который может быть например Cl, Br или I.

Эта реакция обычно осуществляется в водном растворе при температуре 90-100° С, некоторые же исследователи предпочитают использовать органический раствор. Недостатком метода является получение пленки Cu₂ S, неоднородной по толщине, что происходит из-за высокой подвижности ионов меди.

Вместо окунания, называемого "мокрым" методом иногда применяют "сухой" метод - испарение CuCl. При проведении термообработки после нанесения тонкого слоя CuCl на CdS происходит обмен ионов $\text{Cd}^{2+} \leftrightarrow 2\text{Cu}^{+}$.

Этот метод применялся при создании исследуемых образцов ФСИ. Его преимущество - устранение глубокой миграции Cu₂ S по границам зерен в слой CdS.

Метод непосредственного испарения Cu_2S или Cu с последующим сульфированием в бензольном растворе оказался малоэффективным, поскольку при пульверизации происходит значительное окисление Cu_2S , что снижает КПД.

Описание экспериментальной установки.

В настоящей работе рассматривается попытка охарактеризовать ФСИ на основе ГП $\text{CdS-Cu}_2\text{S}$ обладающего, как и фотоматериалы, способностью накопления, с помощью классических сенситометрических характеристик, разработанных для фотографических слоев и рассмотренных в предыдущей главе.

Процессы стирания изображения при облучении ИК-светом изучались на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис.2.

Образец устанавливался в камере, позволяющей изолировать его от попадания постороннего света. Освещение производилось двумя монохроматорами ИКС-12 и УМ-2. Монохроматор ИКС-12 использовался для возбуждения ФСИ в ИК - области спектра, а также для стирания информации. Свет через зеркало 3 поступал на образец. Свет через зеркало 3 поступал на образец.

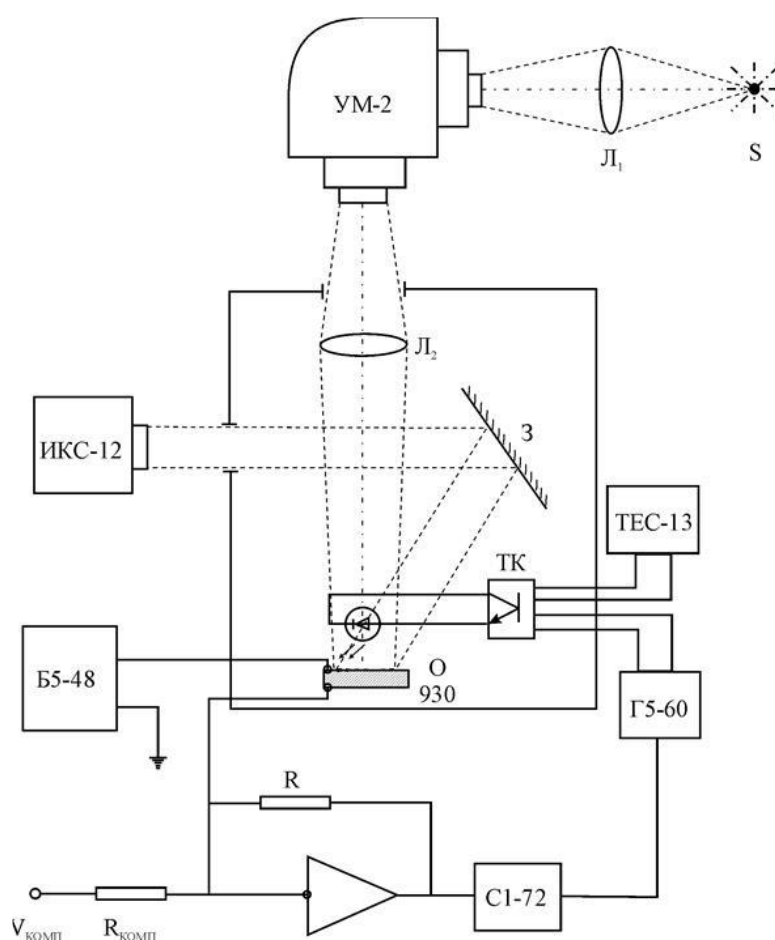


Рис.10. Блок-схема измерительной установки.

Монохроматор УМ-2 использовался, в основном, для измерения спектральных зависимостей тока короткого замыкания и сенситометрических характеристик образцов. Свет от лампы S, яркость которой регулировалась через линзу Л₁, направлялся на входную щель монохроматора. С входной щели свет фокусировался линзой Л₂ и направлялся на исследуемый образец. Зеркало 3 установлено таким образом, чтобы свет от ИК - монохроматора попадал на ту же часть образца, что и свет от монохроматора УМ-2.

Для формирования коротких импульсов ИК-света использовался светодиод АЛ-107 с длиной волны излучаемого света 930 нм. Светодиод через транзисторный ключ (ТК)

подключен к генератору Г5-60. Питание ключа осуществлялось от регулируемого источника напряжения ТЕС-13. Отклики на импульсы ИК - света от светодиодов регистрировались осциллографом С1-76, работающим в ждущем режиме и синхронизированном генератором импульсов Г5-60. Смещение на образец подавалось от источника питания Б5-48.

Измерение освещенности образца производилось с помощью люксметра Ю116.

Гетеропереход был включен в вентильном режиме, т.е. напряжение на него не подавалось. Сигнал тока короткого замыкания усиливался микросхемой К140УД8 и преобразовывался в сигнал напряжения.

Исследование сенситометрических характеристик преобразователя изображения на основе гетероперехода CdS-Cu₂S.

Рассмотрим возможности такой системы применительно к регистрации оптического изображения различного спектрального состава. На рис.3 представлена зависимость величины модуляции тока, генерированного светом с $\lambda=950$ нм от длины волны коротковолновой подсветки.

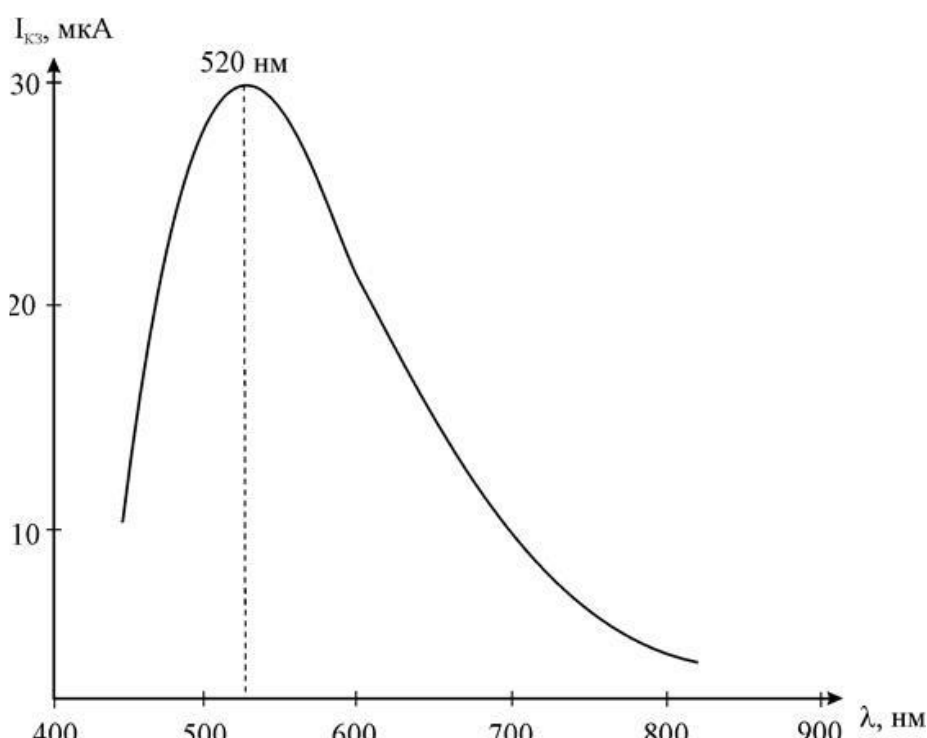


Рис.3. Зависимость величины тока короткого замыкания от длины коротковолнового света.

Видно, что максимальный эффект достигается при $\lambda=520$ нм (край собственного поглощения сульфида кадмия). Более коротковолновый свет сильно поглощается в базовом слое сульфида кадмия, поэтому концентрация фотовозбужденных дырок в окрестностях ОПЗ определяется толщиной слоя сульфида кадмия (W) и диффузионной длиной дырок в этом материале L_p . Если $W \gg L_p$, то ОПЗ достигают не все фотогенерированные дырки, что приводит к уменьшению величины коротковолновой стимуляции.

Резкий спад чувствительности образца в коротковолновой области спектра обусловлен тем, что генерированные носители заряда рекомбинируют в объеме слоя сульфида кадмия, не успевая достигнуть области пространственного заряда, т.е. происходит поглощение света в поверхностном слое сульфида кадмия.

Спад чувствительности в длинноволновой области говорит об уменьшении коэффициента поглощения световых квантов в слое сульфида кадмия, а более плавный наклон кривой спектральной зависимости чувствительности ФСИ на основе гетероперехода CdS-Cu₂S о наличии примесных центров в сульфиде кадмия, участвующих в процессах генерации носителей тока.

Для увеличения чувствительности следует либо уменьшить толщину базового слоя (что на практике приводит к резкому ухудшению свойств гетероперехода), либо создавать оптическое изображение со стороны тонкого слоя сульфида меди.

Таким образом, прибор может работать во всей области видимого спектра, хотя и с разной чувствительностью. Это позволяет получить три цветоотделенных изображения в основных цветах и тем самым сформировать цветной видеосигнал.

Так как в данном устройстве считывание изображения производится не электронным лучом, а ИК - светом, то для него не требуется вакуум и высокое напряжение, применяемые для формирования электронного луча. Максимальная разрешающая способность устройства определяется дифракционным пределом фокусировки светового пятна, при помощи которого происходит считывание изображения, и составляет приблизительно 1 мкм.

Спектральное распределение тока короткого замыкания позволяет охарактеризовать формирователь сигналов изображения на основе гетероперехода CdS-Cu₂S как зеленочувствительный по общепринятой классификации для фотографических слоев. Следовательно, запись оптической информации наиболее эффективна при длинах волн около 520 нм.

Для исследования сенситометрических характеристик ФСИ была измерена и построена характеристическая кривая (рис.4). Аналогом оптической плотности D в данном случае служил десятичный логарифм тока короткого замыкания, генерированного преобразователем.

Обычно для построения характеристической кривой фотографических слоев, их облучают серией возрастающих экспозиций и затем по данным измерения проявленных почернений строят зависимость D от H .

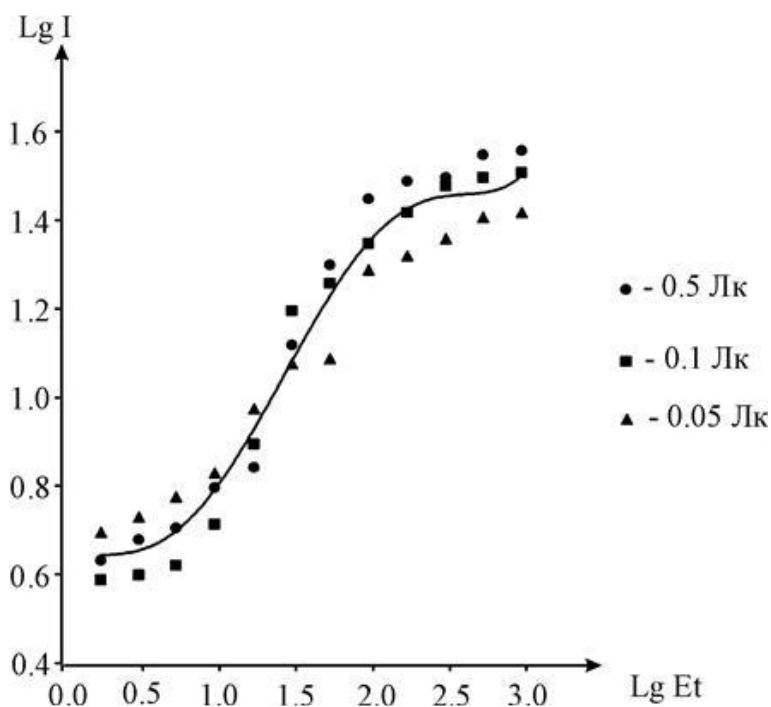


Рис.4. Характеристические кривые ФСИ, измеренные при различных интенсивностях света и усредненная кривая.

Для измерения характеристической кривой образца CdS-Cu₂S был применен несколько другой способ, заключающийся в следующем. ФСИ непрерывно освещался светом с длиной волны $\lambda=520$ нм. В процессе засветки в слое сульфида кадмия накапливаются неравновесные дырки, которые захватываются на некоторые локальные центры, что приводит к увеличению тока короткого замыкания. Возрастание $I_{кз}$ со временем при определенной величине интенсивности света с $\lambda=520$ нм, регистрировалось на экране

осциллографа. При этом в качестве считывающего света использовался ИК - светодиод, работающий в импульсном режиме. Импульсы частотой 5 мс позволяли измерять изменение тока в образце без заметного эффекта стирания. При измерениях использовался закрытый вход осциллографа, что позволяло наблюдать реакцию ФСИ непосредственно на импульс без постоянной составляющей.

Для подтверждения применимости данного метода были измерены характеристические кривые при интенсивностях возбуждающего света: 0,05 лк, 0,1 лк, 0,5 лк. Как видно из рис.12, семейство кривых достаточно хорошо повторяет один и тот же профиль. Это говорит о том, что образец обладает свойством интегральности и по отношению к нему применимо понятие экспозиции. Из усредненной характеристической кривой (рис.12) были определены основные сенситометрические характеристики ФСИ на основе гетероперехода CdS-Cu₂S. К ним относятся: коэффициент контрастности g , равный тангенсу угла наклона прямолинейного участка, который оказался равным $g=0.55$, фоточувствительность S , определяемая в единицах ГОСТа и оказавшаяся равной примерно 16 ед. ГОСТа.

ВЫВОДЫ

Преобразователь оптического изображения в электрические сигналы на основе гетероперехода CdS-Cu₂S может быть использован для регистрации слабых оптических изображений с последующей записью их элементов в память ЭВМ с возможной коррекцией фоточувствительности. Так как в данном устройстве считывание изображения производится ИК - светом, то для него не требуется вакуум и высокое напряжение. Благодаря возможности изготовления преобразователя большой площади и его высокой чувствительности - вероятной областью применения такого устройства может быть регистрация изображений, создаваемых крупными телескопами при астрономических наблюдениях.

ФСИ на основе гетероперехода CdS-Cu₂S можно охарактеризовать с помощью классических сенситометрических характеристик, разработанных для фотографических слоев.

Спектральное распределение светочувствительности позволяет охарактеризовать формирователь сигналов изображения на основе ГП CdS-Cu₂S как зеленочувствительный по общепринятой классификации для фотографических слоев с коэффициентом контрастности $g=0,55$ и фоточувствительностью 16 единиц ГОСТа.

Рассчитанная на компьютере математическая модель характеристической кривой довольно точно повторяет экспериментальные данные, что говорит о пригодности ее для описания подобных характеристик любых ФСИ на основе гетероперехода CdS-Cu₂S, если известны параметры гетероперехода $S_f, m_n, e, d, N_d, I_{kз}^0$ и W_0 .

Список литературы

- [1]. Торчинская Т.В., Мирзажанов М.А. Анализ элементарных механизмов деградации гетеропреобразователей типа Cu₂S – CdS. Experimentelle Technik der Physik. 1984, v.32, №2, pp. 175 – 181.
- [2]. Шарма Б.Л., Пурохит Р.К., Полупроводниковые гетеропереходы. //М.: Мир, 1979.
- [3]. Зи С., Физика полупроводниковых приборов. //М.:Мир,1984.
- [4]. Виноградов М.С., Туннельно-рекомбинационные процессы в гетеропереходе сульфид кадмия - сульфид меди. //Дис. ... канд. физ.-мат. наук. - Одесса, 1986.
- [5]. Чопра К., Дас С.,Тонкопленочные солнечные элементы. //М.- Мир, 1986.
- [6]. Борщак В.А., Влияние дефектов области пространственного заряда на явления переноса в CdS-Cu₂S фотопреобразователях. //Дис. ... канд. физ.-мат. наук, Одесса,1991.
- [7]. Борщак В.А., Василевский Д.Л., Токоперенос по локализованным состояниям в неидеальных гетероструктурах. //Оптоэлектроника и полупроводниковая техника.-1990. Вып. 17.
- [8]. Василевский Д.Л., Борщак В.А., Сердюк В. В., Влияние туннельно-рекомбинационного токопереноса на ЭДС холостого хода гетерофотоэлементов. // Фотоэлектроника.-1991. Вып.4.
- [9]. Виноградов М.С, Борщак В.А., Василевский Д.Л., Туннельный механизм потерь в гетерофотоэлементах. //Электронная техника.-Сер.2: Полупроводниковые приборы.-1987.-Вып. 1(186).

- [10]. Василевский Д.Л., Фотоэлектрические свойства неидеальных гетеропереходов. //Фотоэлектроника.-1988. Вып.2.
- [11]. Савелли М., Бугнот Дж. Проблемы создания фотоэлементов на основе CdS-Cu₂ S. //Преобразование солнечной энергии. - М.: Энергоиздат, 1982.
- [12]. Чибисов К.В. Общая фотография. //М.: Искусство, 1984.
- [13]. Баранский П.И., Клочков В.П., Потыкевич И.В. Полупроводниковая электроника: свойства материалов. //Киев: Наукова думка, 1975.
- [14]. Василевский Д.Л., Вайтош Р., Нанаи Л., Перспективность CdS-Cu₂ S фотопреобразователей при больших уровнях возбуждения. //Фотоэлектроника.-1990. Вып.3.
- [15]. Satvoldiev, I. A. (2023). DEVELOPMENT OF SEMICONDUCTOR DEVICES IN MODERN ELECTRONICS AND THEIR APPLICATION IN VARIOUS INDUSTRIES. International Multidisciplinary Journal for Research & Development, 10(10), 234-237.
- [16]. Сатволдиев, И. (2023, October). РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТРОНА ОТКРЫТОГО КАНАЛА. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [17]. Сатволдиев, И. А. (2023). ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТРОНА ОТКРЫТОГО КАНАЛА. International journal of advanced research in education, technology and management, 2(10).
- [18]. Сатволдиев, И. (2023, November). ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ В ВУЗАХ. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".

VIBRATSION QURITISH QURILMASIDA MASSA ALMASHINUV JARAYONINI INTENSIVLASHTIRISH

Yu.Yu. Xusanov, E.V. Qoraboyev

Farg'ona davlat texnika universiteti

E-mail: yunusali1987@mail.ru tel: +998994820387

(Qabul qilindi 05.09.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada vibratsion quritish qurilmasida massa almashinuv jarayonini intensivlashtirish masalalari o'rganilgan. An'anaviy quritish usullariga nisbatan vibratsion quritgichlarda quritish jarayonining samaradorligi yuqori ekanligi aniqlangan. Tadqiqotda vibratsiya chastotasi, amplitudasi va havo tezligining quritish tezligi hamda samaradorligiga ta'siri tajribaviy va nazariy asosda tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra, 30–35 Hz chastota va 3 mm amplituda eng maqbul texnologik parametrlar hisoblanadi. Ushbu sharoitlarda mahsulotdagi namlik oddiy quritishga qaraganda 25–30% tezroq kamayadi. Shuningdek, energiya sarfi optimallashtirilib, mahsulot sifati saqlanadi. Vibratsion quritish texnologiyasi oziq-ovqat sanoatida mahsulot sifatini pasaytirmasdan ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun istiqbolli usul sifatida tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: vibratsion quritish, massa almashinuv, issiqlik uzatish, namlik kamayishi, amplituda, chastota, quritish samaradorligi, oziq-ovqat texnologiyasi.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы интенсификации процесса массообмена в вибросушилке. Установлено, что вибрационные сушилки более эффективны в процессе сушки по сравнению с традиционными методами. В исследовании экспериментально и теоретически проанализировано влияние частоты вибрации, амплитуды и скорости воздуха на скорость и эффективность сушки. По результатам исследования наиболее оптимальными технологическими параметрами являются частота 30–35 Гц и амплитуда 3 мм. При этих условиях содержание влаги в продукте снижается на 25–30% быстрее, чем при простой сушке. Кроме того, оптимизируется потребление энергии и сохраняется качество продукции. Технология вибрационной сушки рекомендована в пищевой промышленности как перспективный метод повышения эффективности производства без снижения качества продукции.

Ключевые слова: вибрационная сушка, массоперенос, теплообмен, влагоснижение, амплитуда, частота, эффективность сушки, пищевая технология.

Annotation. The article discusses the issues of intensification of the mass transfer process in a vibration dryer. Vibratory dryers have been found to be more efficient in the drying process than traditional methods. The study experimentally and theoretically analyzed the influence of vibration frequency, amplitude and air speed on drying speed and efficiency. According to the results of the study, the most optimal technological parameters are a frequency of 30–35 Hz and an amplitude of 3 mm. Under these conditions, the moisture content of the product decreases by 25–30% faster than with simple drying. In addition, energy consumption is optimized and product quality is maintained. Vibration drying technology is recommended in the food industry as a promising method for increasing production efficiency without reducing product quality.

Keywords: vibration drying, mass transfer, heat transfer, moisture reduction, amplitude, frequency, drying efficiency, food technology.

Quritish jarayoni ko'plab sanoat tarmoqlarida, xususan oziq-ovqat, kimyo, farmatsevtika va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayon mahsulotdagi ortiqcha namlikni yo'qotish orqali uning mikrobiologik barqarorligini oshirish, saqlash muddatini uzaytirish, transport va qadoqlashni yengillashtirish hamda iste'molchilarga xavfsiz mahsulot yetkazib berishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, quritish jarayoni energiya sarfi yuqori bo'lgan jarayonlardan biri bo'lib, ishlab chiqarish tannarxining 10–15% gacha qismini tashkil qilishi mumkin. Shu sababli quritish jarayonining samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash masalalari dolzarb hisoblanadi.

An'anaviy quritish usullarida mahsulotning sirtida issiqlik oqimi yetarli darajada samarali ta'sir ko'rsatmaydi, natijada quritish muddati cho'ziladi va energiya sarfi ortadi. Bundan tashqari, issiqlik va massa almashinuv jarayonlarining notekisligi mahsulot sifatining pasayishiga sabab bo'ladi. Shu nuqtai nazardan, quritish jarayonini intensivlashtirishga qaratilgan yangi texnologik

yondashuvlarga ehtiyoj ortib bormoqda.

Vibratsion quritish qurilmalari so'nggi yillarda energiya tejamkor va samarali quritish usuli sifatida keng qo'llanilmoqda. Vibratsiya ta'sirida mahsulot zarralari doimiy ravishda harakatda bo'ladi, ular o'zaro yopishib qolmaydi va har bir zarra issiqlik tashuvchi muhit bilan yanada samarali aloqada bo'ladi. Bu esa quritish yuzasining faol maydonini oshiradi, massa almashinuv jarayonini tezlashtiradi va issiqlik oqimlarining bir tekis tarqalishiga yordam beradi. Natijada quritish muddati qisqaradi, energiya sarfi kamayadi va mahsulotning oziqaviy hamda biologik qiymati yuqori darajada saqlanadi.

Shuningdek, vibratsion quritish qurilmalari jarayon parametrlarini (chastota, amplituda, havo tezligi va quritish harorati) moslashtirish orqali turli xil mahsulotlarni samarali quritishga imkon beradi. Oziq-ovqat mahsulotlaridan tashqari, dori-darmonlar, kimyoviy kukunlar, qishloq xo'jaligi donlari va boshqa gigroskopik materiallar uchun ham bu texnologiya ijobiy natijalar bermoqda. Vibratsion quritishning yana bir muhim afzalligi shundaki, jarayon davomida mahsulotning fizik-mexanik xususiyatlari (shakli, zarra o'lchami) sezilarli darajada buzilmaydi. Shu bois, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi vibratsion quritish qurilmasida massa almashinuv jarayonini intensivlashtirish imkoniyatlarini o'rganish, optimal texnologik parametrlari asosida ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish va bu texnologiyaning samaradorligini an'anaviy quritish usullari bilan taqqoslab baholashdan iboratdir.

Vibratsion quritish qurilmasida massa almashinuv jarayonini intensivlashtirishni o'rganish uchun ilmiy tadqiqot ikki yo'nalishda olib borildi: tajribaviy usul va matematik modellashirish.

1. Tadqiqot ob'ekti va material tanlovi

Tajribalarda donli mahsulotlar (bug'doy, arpa) va mayda granulali oziq-ovqat xomashyolari (sabzavot va meva bo'laklari) quritishga jalb etildi. Ushbu materiallar gigroskopik bo'lgani uchun quritish jarayonida issiqlik va massa almashinuv tezligi sezilarli darajada o'zgaradi. Mahsulotlarning boshlang'ich namligi 35–40% oralig'ida saqlanib, tajribalar davomida yakuniy namlik 10–12% gacha tushirilishi maqsad qilindi.

2. Qurilmaning tuzilishi

Tadqiqot uchun maxsus laboratoriya tipidagi vibratsion quritgich ishlab chiqildi. Qurilma quyidagi asosiy qismlardan iborat: Vibratsion baraban – mahsulot joylashtiriladigan silindrsimon idish;

Elektromexanik vibratsiya generatori – chastota va amplitudani belgilash uchun; Havo haroratini va tezligini boshqaruvchi blok;

O'lchash asboblari – namlik, harorat, havo sarfi va quritish tezligini aniqlash uchun sensorlar.

3. O'lchash va nazorat qilinadigan parametrlar

Quyidagi parametrlar o'zgaruvchi sifatida tanlandi:

Vibratsiya chastotasi (10–50 Hz): 10 Hz dan boshlab har 10 Hz da orttirilgan;

Amplituda (1–5 mm): mahsulot zarralarining erkin harakati uchun mos diapazon;

Havo tezligi (1,0–2,5 m/s): quritish muhitida issiqlik va massa almashinuvi samaradorligini aniqlash uchun;

Mahsulot namligi: dastlabki va yakuniy namlikni aniqlash uchun laboratoriya namlik o'lchagichidan foydalanildi;

Harorat rejimi: 60–80 °C diapazonda saqlab turildi.

4. Tajriba o'tkazish usuli

Har bir tajriba quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

Qurilmaga ma'lum massadagi mahsulot joylashtirildi (0,5–1,0 kg). Qurilma ma'lum chastota va amplituda bilan ishga tushirildi. Shu bilan birga quritish jarayoni davomida mahsulotning namligi ma'lum vaqt oralig'ida (5, 10, 15, 20, 30, 40 daqiqa) o'lchab borildi. Har bir tajriba 3 marta takrorlanib, o'rtacha qiymatlar olindi. Quritish samaradorligi namlik kamayish tezligi va energiya sarfi bo'yicha baholandi.

5. Matematik modellashirish

Massa almashinuv jarayoni issiqlik va namlik o'tishini ifodalovchi differensial tenglamalar asosida modellashirildi:

$$\frac{dW}{dt} = -k \cdot A \cdot (W - W_{eq})$$

bu yerda:

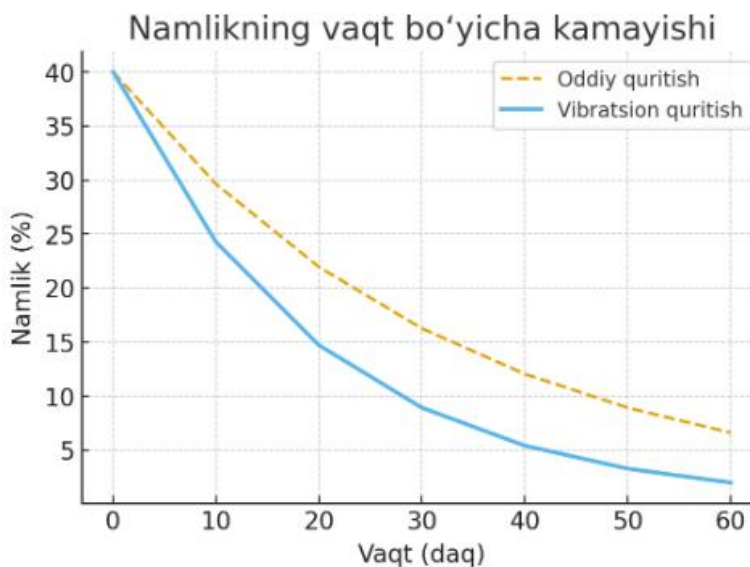
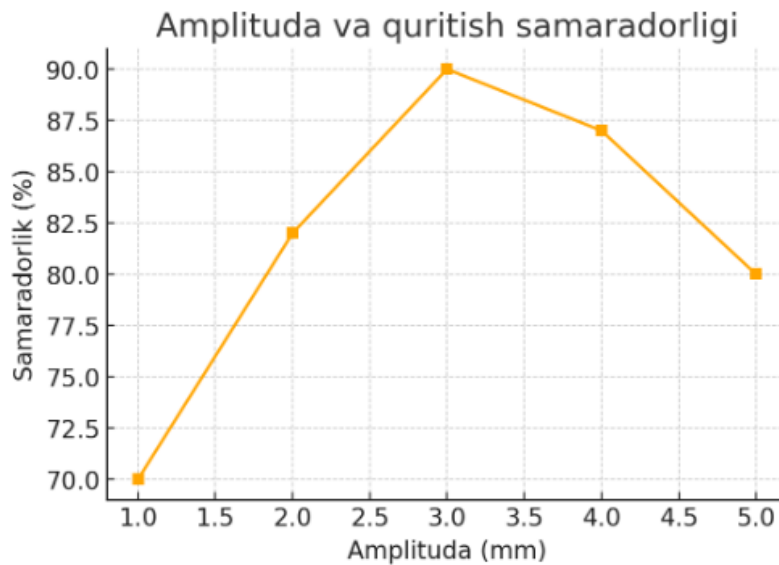
- W - materialdagi namlik (%)
- W_{eq} - muvozanat namligi (%)
- K - massa almashinuvi koeffitsienti (m/s)
- A - mahsulotni faol yuzasi (m²)

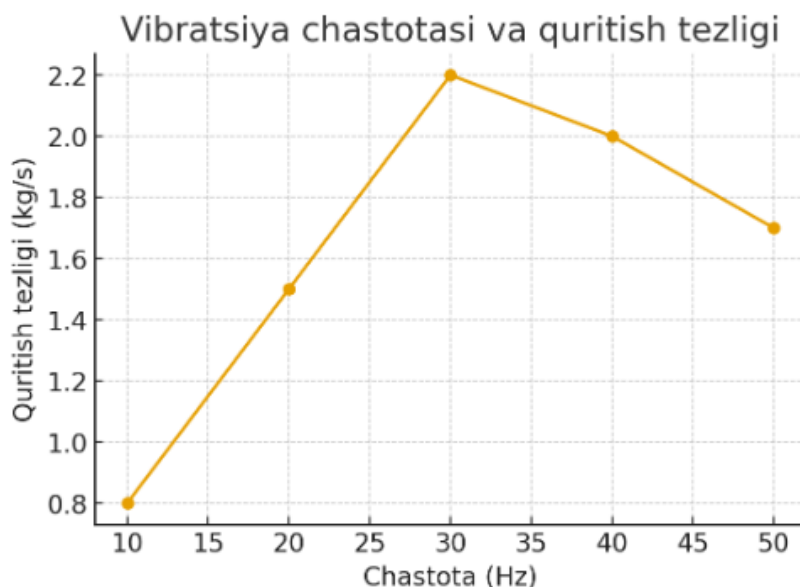
Vibratsion ta'sir hisobga olinganda, massa almashinuvi koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi:

$$k = k_0 \cdot (1 + \alpha f \cdot a)$$

bu yerda:

- k_0 – oddiy sharoitdagi koeffitsient,
- f – vibratsiya chastotasi (Hz),
- a – amplituda (mm),
- α – tajribaviy koeffitsient.





Vibratsion quritish qurilmalarida massa almashinuv jarayonini chuqur tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, vibratsion tebranishlar mahsulot zarrachalari orasidagi havoning faol almashinishini sezilarli darajada tezlashtiradi. An'anaviy konvektiv quritish usullarida issiqlik va massa almashinuv jarayoni asosan tashqi konveksiya orqali kechadi, bunda havo oqimining tezligi va harorati asosiy omil hisoblanadi. Biroq, vibratsion quritish texnologiyasida zarrachalarning dinamik harakati tufayli nafaqat tashqi yuzadagi, balki ichki kapillyarlardagi namlik ham faol bug'lanish imkoniyatiga ega bo'ladi. O'tkazilgan tajriba va nazariy modelashtirish natijalari shuni ko'rsatadiki, vibratsion quritishda massa almashinuv koeffitsienti oddiy konvektiv quritishga qaraganda 1,5–2 marta yuqori bo'ladi. Bu esa, bir xil harorat va havo tezligi sharoitida, mahsulotni qisqaroq vaqt ichida quritishga imkon beradi. Shu bilan birga, vibratsiya amplitudasi va chastotasi juda muhim parametrlar bo'lib, ular massa almashinuv intensivligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Masalan, amplituda 3 mm va chastota 30–35 Hz atrofida bo'lganda, jarayon eng yuqori samaradorlikka erishadi. Agar amplituda ortiqcha kattalashtirilsa, mahsulot zarrachalari sinishi va changlanishi ortishi mumkin. Shuning uchun qurilma parametrlari optimal tarzda tanlanishi lozim. Bundan tashqari, vibratsion quritish jarayonida issiqlikning mahsulotga uzatilishi ham yaxshilanadi. Zarrachalarning doimiy silkinishi tufayli ularning yuzasida harorat teng taqsimlanadi va issiqlik qarshiligi kamayadi. Natijada, mahsulotning fizik-kimyoviy xossalari saqlanib qoladi, qobiq hosil bo'lishi kamayadi va quritish bir tekis amalga oshadi. Bu holat, ayniqsa, oziq-ovqat mahsulotlari – meva-sabzavotlar, don va farmatsevtik preparatlar uchun juda muhimdir. Vibratsion quritishning iqtisodiy samaradorligi ham alohida ta'kidlashga arziydi. Namlikning tezroq chiqarilishi energiya sarfini 20–25% ga kamaytiradi, quritish vaqtini qisqartiradi va qurilmaning ishlab chiqarish quvvatini oshiradi. Shuningdek, mahsulot sifatining yuqoriligi va bir xil quritilishi eksportbop tayyor mahsulot ishlab chiqarishda katta ustunlik beradi. Shu munosabat bilan, vibratsion quritish qurilmalari kelajakda oziq-ovqat, farmatsevtika va kimyo sanoatida keng qo'llanilishi mumkin. Biroq, bu texnologiyani keng joriy etish uchun zarrachalarning mexanik mustahkamligi, qurilmaning energiya samaradorligi va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Vibratsion quritish qurilmasida massa almashinuv jarayonining intensivlashtirilishi ilmiy va amaliy jihatdan yuqori samaradorlikka ega ekanligi tadqiqotlar orqali isbotlandi. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, vibratsion tebranishlar mahsulot zarrachalari va atrof-muhit havosi o'rtasidagi issiqlik hamda massa almashinish jarayonlarini jadallashtiradi. Natijada, quritish jarayonining davomiyligi an'anaviy konvektiv usullarga nisbatan 25–30% gacha qisqaradi, energiya sarfi esa 20–25% ga kamayadi. Vibratsion tebranishning chastotasi va amplitudasi quritish jarayonining asosiy boshqaruv parametrlari sifatida namoyon bo'ladi. Optimal

диапазонlarda (amplituda 2–3 mm, chastota 30–35 Hz) quritish samaradorligi yuqori bo‘lib, zarrachalarning mexanik butunligi saqlanadi va mahsulotning oziqaviy, fizik-kimyoviy hamda organoleptik xossalari buzilmaydi. Agar parametrlar haddan tashqari oshirilsa, mahsulot changlanishi, sinishi yoki sifatining pasayishi kuzatilishi mumkin. Shu sababli quritish jarayonini loyihalashda parametrlarning optimal chegaralarini tanlash muhim ilmiy va amaliy vazifa hisoblanadi. Tadqiqot natijalari vibratsion quritishning nafaqat energiya tejamkorligi, balki mahsulot sifatini yaxshilashda ham samarali yechim ekanligini tasdiqlaydi. Ayniqsa, yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan meva-sabzavotlar, farmatsevtik preparatlar va nozik tuzilishga ega oziq-ovqat mahsulotlarini quritishda bu texnologiya keng imkoniyatlarga ega. Bundan tashqari, vibratsion quritish jarayonining bir tekisligi tufayli quritilgan mahsulotning tashqi ko‘rinishi va iste’molga yaroqliligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Shuni ta’kidlash joizki, vibratsion quritish texnologiyasini sanoat miqyosida keng joriy etish uchun quyidagi yo‘nalishlarda qo‘shimcha ilmiy izlanishlar zarur: turli mahsulotlarning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda quritish rejimlarini aniqlash, qurilmaning energiya samaradorligini oshirish uchun issiqlik qayta tiklash tizimlarini qo‘llash, avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring usullarini ishlab chiqish orqali jarayonni real vaqt rejimida optimallashtirish quritish jarayonida yuzaga keladigan chang hosil bo‘lishini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash. Umuman olganda, vibratsion quritish qurilmalari zamonaviy energiya tejamkor va innovatsion texnologiyalar qatorida alohida ahamiyat kasb etib, kelajakda oziq-ovqat, kimyo va farmatsevtika sanoatlarida keng qo‘llanilishi uchun ilmiy asoslangan mustahkam po‘ydevor yaratadi.

Adabiyotlar

- [1]. Mujumdar, A. S. Handbook of Industrial Drying. – 4th ed. – CRC Press, New York, 2015. – P. 256–299.
- [2]. Kudra, T., & Mujumdar, A. S. Advanced Drying Technologies. – 2nd ed. – CRC Press, Boca Raton, 2009. – P. 145–182.
- [3]. Жданов, В. А. Технологические процессы и оборудование для сушки пищевых продуктов. – Москва: Агропромиздат, 2012. – Б. 45–68.
- [4]. Жуков, И. П. Теоретические основы тепломассообмена при сушке. – Санкт-Петербург: Профессия, 2011. – Б. 73–105.
- [5]. Tozhiev, Rasulzhon Zhumabaevich, et al. "Optimization of drying drum design based on system analysis of the process. Universum: technical sciences 11-1 (80), pp. 59-65. 2020.

KESUVCHI ASBOB KUCHI PARAMETRLARINI GRAFIK MODELLASHTIRISH

A.M. Gafurov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
+99890-290-65-79 smyalik1989@mail.ru.
([Qabul qilindi 15.09.2025 y.](#))

Аннотация: Mashinasozlikda kesuvchi asboblarni kuch parametrlarini aniqlash dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Chunki notexnologik detallarga ishlov berish ancha murakkab bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Shakldor yuza, maxsus kesuvchi asboblari, RDB dastgollarida ishlov berish uchun G-kodlarni yozish, malakali mutaxassis bo‘lishi kerak. Ushbu maqolada shaklli yuzalarha ishlov berish, detal yuzasining parametrlarini aniqlash usullari, xususan, shaklli yuzalarning kesish zonasining tuzilishi, keskichning kesish zonasiga kirib borishi va kesish zonasidagi tartibga solish shartlari to‘g‘risidagi ma’lumotlar keltirilgan.

Калит so'zlar: kesuvchi asboblari, RDB dastgollarida ishlov berish uchun G-kodlar, kesish maydoni, mustahkamlik, chidamlilik, shtamplash, shtamplash shakli, kesish parametrlari.

Аннотация. Определение силовых параметров режущих инструментов в машиностроении является одной из актуальных проблем. Так как обработка нетехнологичных деталей включает в себя достаточно сложные этапы. Написание G-кодов для обработки фасонных поверхностей, специального режущего инструмента, РБД

станков требует квалифицированного специалиста. В данной статье представлены сведения по обработке фасонных поверхностей, методы определения параметров поверхности детали, в частности, структура зоны резания фасонных поверхностей, заглубление резца в зону резания и условия регулирования в зоне резания.

Ключевые слова: режущий инструмент, G-коды для обработки на станках RDB, зона резания, прочность, долговечность, штамповка, форма штамповки, параметры резания.

Annotation. Determination of power parameters of cutting tools in mechanical engineering is one of the urgent problems. Since the processing of non-technological parts includes quite complex stages. Writing G-codes for processing shaped surfaces, special cutting tools, RBD machines requires a qualified specialist. This article presents information on the processing of shaped surfaces, methods for determining the surface parameters of a part, in particular, the structure of the cutting zone of shaped surfaces, the depth of the cutter in the cutting zone and the control conditions in the cutting zone.

Keywords: cutting tool, G-codes for machining on RDB machines, cutting area, strength, durability, stamping, stamping shape, cutting parameters.

Frezalash holatining diagnostik xususiyatini hisoblash va tanlashni avtomatlashtirish masalasini hal qilish uchun frezalash vaqtida kuch parametrlarini hisoblash va grafik modellash uchun quyidagi matematik dasturiy ta'minot ishlab chiqilgan.

Frezalash turlari va ko'rinishlarini modellashtirish uchun kesuvchi asbobning ishchi qismi nisbiy holatini o'zgartirish diagrammasi ko'rsatilgan, bu V kengligi va frezalash chuqurligi t ning belgilangan qiymatlari kombinasiyasi bilan ta'minlanadi. Dfr frezaning diametri, shuningdek, kesish harakati Vp va surish tezligi Vs ko'rsatilgan kesish yo'nalishlari uchun Xe parametr. Kesuvchi kuchning Fz va tarkibiy qismlari u, z tekis dekart koordinatalar tizimsida freza tishiga ta'sir etuvchi hisoblanadi.

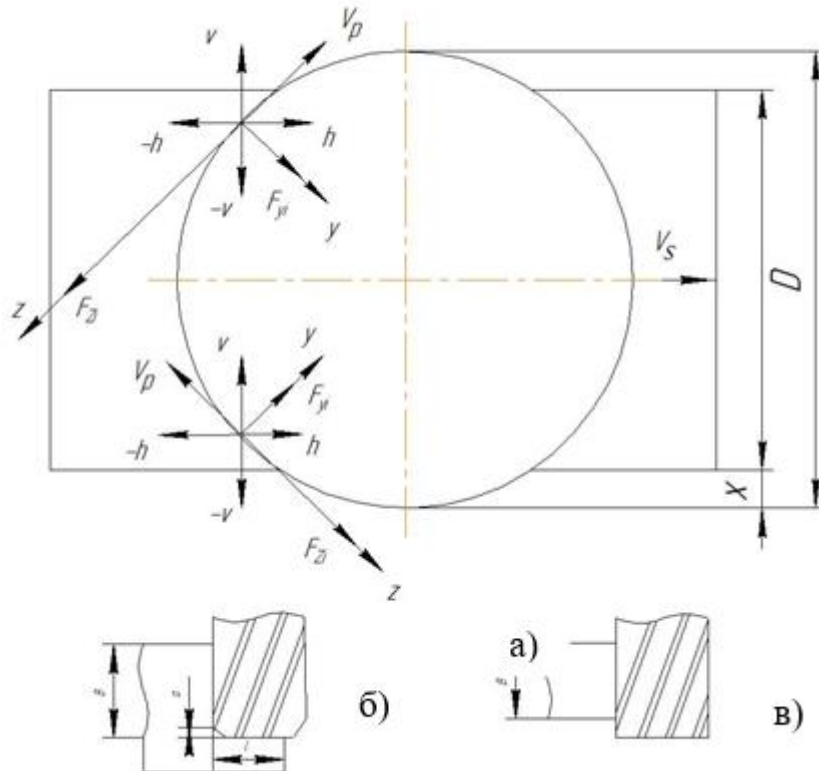
Fv va Fh kuchlarning Fz. va kuchlarining hosilalari tekis dekart koordinatalar tizimsida v, h s hisoblashdan keyin tegishli belgi bilan aniqlanadi:

h koordinatasida Fh, v koordinatasida Fv.

Chuqurcha (b) va barmoq frezalarga (c) ishlov berishda frezalash tishining faska balandligi 1-rasmda (b, c) b va t parametrlar ko'rsatilgan.

Taqdim etilgan parametrlar va Xe parametrlarining o'zgarishi quyidagi frezalash variantlarini modellashtirishga imkon beradi:

$0 \leq X_e < \frac{D_{\Phi p}}{2}$	$a=0$	Barmoq frezalashda qarama-qarshilik sxemasi
$0 \leq X_e < \frac{D_{\Phi p}}{2}$	$a \neq 0$	Chuqurchalarga ishlov berishda qarama-qarshi frezalash sxemasi
$\frac{D_{\Phi p}}{2} \leq X_e < D_{\Phi p}$	$\alpha=0$	Barmoq frezalashda yo'l-yo'lakay ishlov berish sxemasi
$\frac{D_{\Phi p}}{2} \leq X_e < D_{\Phi p}$	$\alpha \neq 0$	Chuqurchalarga ishlov berishda yo'l-yo'lakay frezalash sxemasi
$X_e + t < D_{\Phi p} < D_{\Phi p}$	$a \neq 0$	Toresli frezalash
$X_e = 0 \quad D_{\Phi p} = t$	$\alpha=0$	Barmoq frezalashda aralash sxemasi
$X_e = 0 \quad D_{\Phi p} = t$	$\alpha \neq 0$	Chuqurchalarni frezalashda aralash frezalash sxemasi



1-rasm. Frezalash turlari va sxemalarini modelashtirish uchun kesuvchi asbob va qismning o'zaro joylashuvining o'zgarish sxemasi.

Ma'lumotlarini tekshirish va ularni tuzatish:

- a) $X_r = D_{fr} - X_e - t$, agar $X_r < 0$ bo'lsa, u holda boshlang'ich ma'lumotlarni tuzatish;
- b) $B/2 \geq 3$ – faska balandligi va frezalash eni bog'liqligini cheklash;
- v) $a \leq 0,5$ – faska balandligini cheklash;
- g) $\omega \leq 45^\circ$ burchak bo'yicha cheklash.

Freza radiusini hisoblash: $R = D_{fr}/2$.

V parametrni qo'llab, frezaning burilish burchagini hisoblash:

$$\psi_B = \frac{(B - a) \cdot tg \omega \cdot 180}{\pi R} \quad (1)$$

Hisoblangan qiymat ikkinchi belgi bilan cheklangan va 0.5 yoki butun songa yaxlitlanadi. t parametrini qo'llab freza tishining to'qnashish burchagini hisoblash:

$$\psi_t = 180 - \arccos \frac{R - X_e}{R} - \arccos \frac{R - X_p}{R}, \text{ bu erda } X_p = D_{\phi p} - t - X_e \quad (2)$$

Ba'zi doiraviy funksiyalarning boshqalari orqali ifodalanishidan quyidagicha: $\arccos x = 180 - \arccos(-x) = 90 - \arcsin x$.

ψ_2 торец қадамини ҳисоблаш:

$$\psi_2 = \frac{360}{Z} \quad (3)$$

0,5 yoki butun songa yaxlitlash.

Umumiy kontakt burchagini hisoblash ψ_k :

$$\psi_k = \psi_t + \psi_B$$

Ruxsat etilgan Δ diskretlikni aniqlash.

Agar $\frac{\psi_z}{\Delta}, \frac{\psi_t}{\Delta}, \frac{\psi_B}{\Delta}, \frac{\psi_k}{\Delta}$, butun son bo'lsa, Δ ga ruxsat etiladi (Δ kutish bo'yicha o'rnatiladi va

ruxsat etilgan namunalar operator tomonidan ko'rsatiladi va o'rnatiladi).

Z_j : $j = \frac{\psi_k}{\psi_z}$ Bir vaqtning o'zida ishlaydigan freza tishlarining maksimal sonini aniqlash.

Agar $j \leq 1$, to $Z_j = 1$. Agar $j > 1$, dan $Z_j - x + 1$, bu erda x -sonning butun son qismi.

Xe bog'liqlik mavjudligida frezaning burilish burchagini hisoblash.

$$\psi_0 = \arccos \frac{R - X_e}{R} \quad (4)$$

S_z tish uchun surish qiymatini hisoblash:

$$S_z = \frac{S_{min}}{n \cdot Z}, \text{ бу ерда } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi p}} \quad (5)$$

Funksiyaning qiymatlarini aniqlash $\xi_i = s(\psi_i)$, ξ_i bu erda kesuvchi asbob tig'ida kesuvchi kuch vektorining qo'llanish nuqtasining to'qnashish burchagi, bunda freza tishining boshlang'ich aylanish burchagi bo'ladi.

a) vazifa ψ_i : $\psi_i = i \cdot \Delta$, bu yerda $i = 0, 1 \dots n_\psi$, bu yerda $n_\psi = \frac{\psi_k}{\Delta}$;

б) natija ξ_i :

Agar: $\psi_i \geq \psi_B$ keyin

$$\begin{aligned} \xi_i &= \frac{\psi_i}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && 0 < \psi_i \leq \psi_B \\ \xi_i &= \psi_i - \frac{\psi_B}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && \psi_B < \psi_i \leq \psi_t \\ \xi_i &= \frac{\psi_i - \psi_t}{2} + \psi_t - \frac{\psi_B}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && \psi_t < \psi_i \leq \psi_k \end{aligned}$$

agar: $\psi_i \geq \psi_B$ keyin

$$\begin{aligned} \xi_i &= \frac{\psi_i}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && 0 < \psi_i \leq \psi_t \\ \xi_i &= \frac{\psi_B}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && \psi_t < \psi_i \leq \psi_B \\ \xi_i &= \frac{\psi_t}{2} + \frac{\psi_i - \psi_B}{2} + \psi_0 && \text{bunda} && \psi_B < \psi_i \leq \psi_k \end{aligned}$$

F_{zt} , z kuch parametrlarining boshlang'ich qiymatlarini hisoblash.

Multiplikativ kuch funksiyalari ishlatiladi:

$$F_{z_i} = \left[C_{F_z} + \frac{(\xi_i + 90)^{3.5}}{180} \right] \alpha_{\xi_i}^{X_{F_z}} \cdot B_{\psi_i}^{Y_{F_z}} \cdot K_{1_z} \cdot K_{2_z} \cdot K_{3_z} + C_{h_z} \cdot \alpha_{\xi_i}^{X_{h_z}} \cdot B_{\psi_i}^{Y_{h_z}} \cdot h_3^{m_z} \cdot K_{1_z}^l \cdot K_{2_z}^l \cdot K_{3_z}^l \quad (4.2.6)$$

$$F_{y_i} = \left[C_{F_y} + \frac{(\xi_i + 90)^{2.5}}{180} \right] \alpha_{\xi_i}^{X_y} \cdot B_{\psi_i}^{Y_y} \cdot K_{1_y} \cdot K_{2_y} \cdot K_{3_y} + C_{h_y} \cdot \alpha_{\xi_i}^{X_{h_y}} \cdot B_{\psi_i}^{Y_{h_y}} \cdot h_3^{m_y} \cdot K_{1_y}^l \cdot K_{2_y}^l \cdot K_{3_y}^l \quad (4.2.7)$$

Bu formulalarda $\left(\frac{\xi_i + 90}{180} \right)^n$ qarama-qarshi va o'tuvchi frezalash sxemalardan o'tish vaqtida

kuch parametrlarining oshishini hisobga oluvchi o'zgaruvchi ishlatiladi.

a) Kesilgan qatlamning boshlang'ich qalinligini hisoblash $a_{\xi_l}: a_{\xi_l} = S_z \cdot \sin \xi_i$

б) Boshlang'ich frezalash kengligini hisoblash. B_{ψ_l} .

Agar: $\psi_t \geq \psi_B$

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_i}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } 0 < \psi_i < \psi_B$$

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_B}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } \psi_B < \psi_l < \psi_t$$

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_B}{tg \omega \cdot 180} - \frac{\pi R (\psi_i - \psi_t)}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } \psi_t < \psi_i < \psi_k$$

Agar: $\psi_t < \psi_B$ keyin

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_t}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } 0 \leq \psi_i < \psi_t$$

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_t}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } \psi_t < \psi_i < \psi_B$$

$$B_{\psi_l} = \frac{\pi R \cdot \psi_t}{tg \omega \cdot 180} - \frac{\pi R (\psi_i - \psi_B)}{tg \omega \cdot 180} \text{ keyin } \psi_B < \psi_i \leq \psi_k$$

11. F_{h_l} va F_{v_l} kuch parametrlarining boshlang'ich qiymatlarini hisoblash.

$$\begin{aligned} F_{h_l} &= F_{z_l} \cdot \cos \xi_i + F_{y_l} \cdot \sin \xi_i \\ F_{v_l} &= F_{z_l} \cdot \sin \xi_i - F_{y_l} \cdot \cos \xi_i \end{aligned} \quad 0 \leq \xi_i \leq \xi_k$$

ξ_i 90 dan katta bo'lishi mumkin, shuning uchun hisoblash burchaklarning yig'indisi va farqi funksiyalarini hisobga olgan holda talab qilinadi. Masalan:

$$\cos(\xi - 90) = \cos \xi \cdot \cos 90 + \sin \xi \cdot \sin 90 = \sin \xi$$

XULOSA:

O'tkir kesuvchi asbob bilan frezalash paytida kuchlarning maksimal qiymatlari ijobiy va salbiy qiymatlarga ega bo'lib, ular freza tishlarining eyilishiga qarab kamayishi yoki oshishi mumkin.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kesuvchi asbob kuchi parametrlarini grafik modellashtirish usuli jarayonni chuqurroq tahlil qilish va amaliy natijalarni oldindan baholash imkonini beradi. Grafik model yordamida kesish zonasida hosil bo'ladigan kuchlarning o'zgarishi, ularning yo'nalishi va qiymatlari aniqlab boriladi. Bu esa, o'z navbatida, kesuvchi asbobning ishlash muddatini uzaytirish, energiya sarfini kamaytirish va ishlov berish jarayonining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, grafik modellashtirish asosida olingan ma'lumotlar ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va yuqori sifatli mahsulot olish uchun muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Fayzimatov S. N., Yakupov A. M., Gafurov A. M. THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 231-239.
- [2]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3.12 (2022): 231-239.
- [3]. Fayzimatov, S. N., Yakupov, A. M., & Gafurov, A. M. (2022). THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), 231-239.
- [4]. Gafurov A. M. et al. Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines //Science and Education. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 754-760.
- [5]. Gafurov, Akmaljon Mavlonjonovich, and Abdumalik Khasanjon ogli Khamidjonov. "Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines." *Science and Education* 4.5 (2023): 754-760.

- [6]. Gafurov, A. M., & ogli Khamidjonov, A. K. (2023). Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines. *Science and Education*, 4(5), 754-760.
- [7]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Gafurov THE IMPORTANCE OF AUTOMATION IN THE DESIGN OF SHAPED SURFACES // Scientific progress. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-importance-of-automation-in-the-design-of-shaped-surfaces> (дата обращения: 27.10.2023).
- [8]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Gafurov THE IMPORTANCE OF AUTOMATION IN THE DESIGN OF SHAPED SURFACES // Scientific progress. 2021. №6. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/the-importance-of-](https://cyberleninka.ru/article/n/the-importance-of-automation-in-)
- [9]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Yakupov, A. M. Gafurov DETERMINATION OF THE SHAPE AND DIMENSIONS OF DEFORMING ELEMENTS ACCORDING TO A GIVEN SHAPE AND DIMENSIONS OF THE CONTACT ZONE // Academic research in educational sciences. 2022. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/determination-of-the-shape-and-dimensions-of-deforming-elements-according-to-a-given-shape-and-dimensions-of-the-contact-zone> (дата обращения: 27.10.2023).
- [10]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3.12 (2022): 231-239.
- [11]. Fayzimatov, S. N., Yakupov, A. M., & Gafurov, A. M. (2022). THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), 231-239.
- [12]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3, no. 12 (2022): 231-239.
- [13]. Fayzimatov, S.N., Yakupov, A.M. and Gafurov, A.M., 2022. THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), pp.231-239.
- [14]. Fayzimatov SN, Yakupov AM, Gafurov AM. THE GEOMETRY OF THE CONTACT SURFACE DURING PLASTIC DEFORMATION. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*. 2022;3(12):231-9.

ДОН ВА ДАҒАЛ ХАШАК МАЙДАЛАГИЧ

Б.Х. Эргашов

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада дон ва дағал хашак майдалагичнинг янги усули ҳақида сўз боради. Майдалашни бу усулда, кесувчи элемент ва барабаннынг конструкциясига янги ўзгартиришлар киритилган ва ишлаб чиқилган. Мақолада майдалагичнинг умумий кўриниши, ишлаш принципи ва майдалаш технологик жараёнининг схемаси келтирилган.

Калит сўзлар. Барабан, конструкция, болгача, дағал хашал, камера, элак, вентилятор, бункер, қувир, циклон, диск, зарба, сегмент.

Аннотация. В статье рассматривается новый способ измельчения зерна и крупной сечки. В данном способе измельчения внедрены и разработаны новые изменения в конструкцию режущего органа и барабана. В статье представлены общий вид измельчителя, принцип работы и схема технологического процесса измельчения.

Ключевые слова. Барабан, конструкция, молот, грубый хашал, камера, сито, вентилятор, бункер, труба, циклон, диск, удар, сегмент.

Abstract. The article discusses a new method for grinding grain and large chopped grain. In this grinding method, new changes in the design of the cutting element and drum are introduced and developed. The article presents a general view of the grinder, the operating principle and the scheme of the technological process of grinding.

Key words: Drum, design, hammer, rough hashal, chamber, sieve, fan, bunker, pipe, cyclone, disk, impact, segment.

Ўзбекистон Республикаси озиқ-овқат дастурини ишлаб чиқишда чорвачилик, хусусан, йирик ва майда қорамол етиштириш энг муҳим йўналиш ҳисобланади. Ём-хашак ишлаб

чиқариш ва тайёрлашни майдалагич ёрдамида механизациялашнинг замонавий воситаларидан фойдаланмасдан туриб самарадорликни тасаввур қилиб бўлмайди. Улар кўп энергия талаб қиладиган турли хашакни майдалаш жараёнлари учун мўлжалланган. Шунинг учун саноатда дағал хашакни майдалаш учун ҳар хил машиналар ва озуқа тайёрлаш агрегатлари ишлаб чиқарилади. Бироқ, уларнинг аксарияти керакли ва етарли майдаланиш даражасини таъминламайди.

Майдалагичларнинг муҳим камчиликлари уларнинг юқори нархи, конструкциянинг оғирлиги, ишлаб чиқариш самарадорлигининг юқори эмаслиги ва майдалаш даражасининг пастлиги ва энергия сарфининг юқорилигидир, бу эса шахсий ёрдамчи хўжаликлар ва фермер хўжаликларида бир қатор машиналардан фойдаланишни имконсиз қилади. Шунинг учун унумдорлиги, жараённинг энергия тежамкорлиги ва иш сифати бўйича турли хўжаликларга мос келадиган майдалагичларни лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш долзарб вазифа деб ҳисобланади. Бу эса илмий ёндашувни ва барча параметрларни синчковлик билан асослашни талаб қилади.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида ем-хашакни майдалаш жараёнларини ўрганишга кўплаб етук олимлар катта ҳисса қўшганлар: В.П.Горячкин, Н.Е. Резник, Ю.А. Иванов, С.В. Мельников, Н.В. Алдошин, В.Р. Алешкин, В.В. Братишко, Н.И. Есепчук, В.Д. Роговой, В.А. Желиговский, Ю.В. Саенко, И.И. Ревенко, Л.П. Крамаренко, Г.М. Кукта, В.И. Шаповалов, Г.С. Ялпачик, С.Ф. Вольвак, Ф.Д. Грязнов, С.И. Назаров, В.С. Хмелевский, Н.В. Брагинец, И.А. Будашов, А.А. Вертий, В.А. Гулевский, В.Н. Демченко, В.А. Мухин, В.И. Передня, Е.Г. Пехур, М.А.Пустигин, ва бошқалар.

Майдалагичларнинг ишчи қисмларининг барча тадқиқотларининг асоси қишлоқ хўжалиги механикаси асосчиси В.П. Горячкиннинг иши бўлиб, у қишлоқ хўжалиги машиналарини ҳисоблашнинг назарий асосларини яратди. Дағал хашакни майдалаш учун саноат ҳозирда маълум конструктив ва технологик фарқларга эга бўлган кўплаб майдалагичларни ишлаб чиқаради. Майдалагичларнинг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш зарурати фермер хўжаликларида фойдаланиш учун майдалаш жараёнининг энергия интенсивлигини камайтириш истаги билан боғлиқ.

Тадқиқотнинг мақсади майдалагичнинг ишчи қисми бир вақтнинг ўзида пояларни кесишни ва уларни шарнирли бирлаштирилган болғачалар билан зарба беришни таъминлайдиган майдалагичнинг асосий параметрларини лойиҳалаш ва асослашни ишлаб чиқиш орқали дағал хашакни майдалаш жараёнининг самарадорлигини оширишдир. Ушбу қўйилган мақсадга эришиш учун, қуйидаги масалаларни ечиш керак:

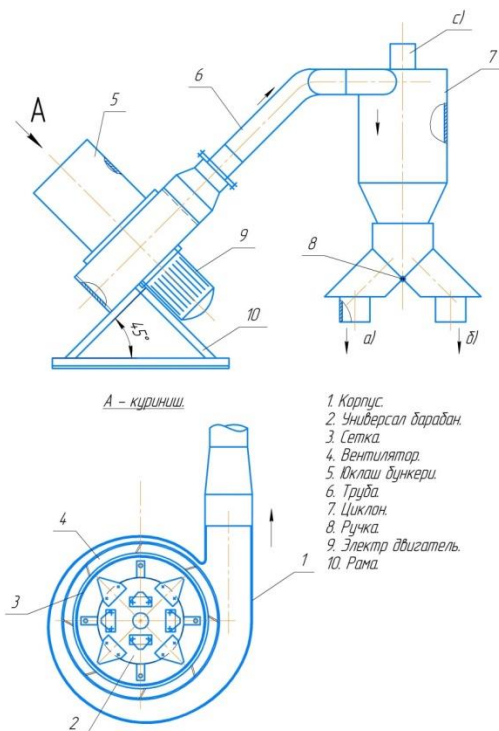
- замонавий майдалагичларнинг конструктив ва технологик кўрсаткичларини таҳлил қилиш ва ўрганиш асосида дағал хашакни майдалаш жараёнини такомиллаштиришнинг янги конструкцияси ва унинг ривожланиш йўналишларини аниқлаш;
- бир вақтнинг ўзида пояларни кесиш ва уларни шарнирли бирлаштирилган болғачалар билан зарба бериш орқали самарадорлик ва қувват сарфини аниқлаш учун янги майдалаш технологиялари ва математик моделларини ишлаб чиқиш;
- экспериментал тадқиқотлар ўтказиш ва майдалагичнинг рационал параметрларини ва унинг ишлаш режимларини аниқлаш;
- майдалагичнинг тажриба намунасини ишлаб чиқиш ва синаб кўриш, ҳамда ундан ишлаб чиқаришда фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш;

Майдалагичнинг тажриба қурилмаси

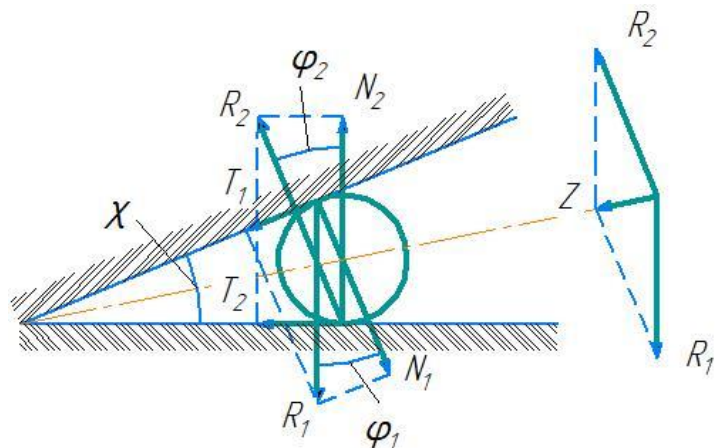
Тажрибавий тадқиқот ўтказиш учун майдалагичнинг тажриба қурилмаси лойиҳаланган ва ишлаб чиқарилган. Қурилма таркиби қуйидагилардан ташкил топган: Майдалаш

камераси 1, барабан 2, элак 3, вентилятор 4, юклаш бункери 5, кувир 6, циклон 7, дастак 8, электр юритгич (электродвигатель) 9, рама 10 дан иборат (1-расм).

Машиналарни мукамаллик даражасини ошириш, уларнинг турларини қисқартириш, механик ва технологик хоссалари бўйича бир биридан сезиларли даражада фарқ қилувчи ҳар хил турдаги дағал пояли хашакларни тенг даражада самарали майдалай оладиган универсал майдалагичларни лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эга. Янги юқори самарали дағал хашак майдалагичларни яратиш, майдаланадиган материалнинг механик ва технологик хусусиятларини билишни талаб қилади. Таҳлил асосан майдалаш жараёнининг самарадорлигига энг муҳим таъсир кўрсатадиган дағал хашакнинг асосий механик ва технологик хусусиятларини аниқлашга қаратилган. Майдалагичнинг ишчи қисмларининг ўзаро технологик материал билан таъсири, энергия сарфи, материал сарфи, майдалаш сифати кўп жиҳатдан қуйидаги хусусиятларга боғлиқ: озуканинг тузилиши ва намлиги, унинг бошланғич ўлчамлари, ҳажмий оғирлиги (зичлиги), ички ва ташқи ишқаланиш коэффициентлари, хашакларнинг майдаланишга қаршилиқ кўрсатиш табиий бурчаги, бегона нарсалар билан ифлосланиши ва бошқалар.



1-расм. Майдалагичнинг умумий кўриниши.



2-Расм. Материалнинг қисилиш схемаси.

Кесиш мосламасининг иш жараёни учун қуйидаги омиллар муҳим аҳамият касб этади: пичоқнинг сирпаниши; материални қисиш; махсус кесиш ишлари; материалнинг физик ва механик хусусиятлари; пичоқнинг ишчи тезлиги, пичоқнинг геометрик параметрлари, кесувчи жуфтлардаги тирқиш (зазор). Кесиш жараёнидаги оқимни нормал шароитини таъминлаш учун, кесилувчи материални тиг билан қарама-қарши пластинка орасида қисилишидир. Пастда келтирилган шартда, материалнинг қисилиши жуда қулай таъминланган. 2-расмда қайчи орасида юмалоқ кесимли поя материали берилган, мисол учун қўзғалувчан кесувчи пичоқ ва қўзғалмас пластина. Шундай қилиб, тўлиқ қисилиш шарти қуйидагича ёзилади [20, 21, 48, 49, 70, 80, 85, 90, 94, 103, 117, 120, 123, 133]:

$$\chi \leq 2 \varphi_{\min} \quad (1.1)$$

Бу ерда, $\varphi_{\min}$ - φ_1 ва φ_2 бурчакларнинг энг кичиги;

Тажирибадан олинган маълумотлардан, дағал хашак учун дискли майдалагичларда $\chi = 36^\circ \dots 46^\circ$, барабанли майдалагичларда $\chi = 24^\circ \dots 28^\circ$ [20, 21, 48, 49, 70, 80, 85, 90, 94, 103, 117, 120, 123, 133].

Майдалагични ишчи қисмининг доимий айланишлар сонини таъминлаш учун синхрон электродвигатель танланган. Майдалагичнинг ишчи қисмидаги барабани 8та сегментсимон пичоқдан ва 4та ўқда эркин ҳаракатланувчи пластинкасимон болғачалардан иборат.

Барабанга сегментсимон пичоқлар болт, гайка ва пружина шайба орқали маҳкамланган. Бу эса сегментсимон пичоқларни алмаштиришга ва таъмирлаб туришга имкон беради. Сегментсимон пичоқлар барабанга горизонтал ҳолатда ва яна бурчак остида қия қилиб маҳкамланган. Барабаннинг ўзи айланиш ўқида вертикал жойлашади. Бурчак остида маҳкамланган сегментсимон пичоқлар барабанга тушадиган пояли ҳашакларни бўлакларга бўлиб кесади ва ҳосил бўлган массани горизонтал ҳолатда жойлашган сегментсимон пичоқларга узатиб беради. Горизонтал ҳолатдаги жойлашган сегментсимон пичоқлар бўлакланган пояли ҳашакларни майдалайди. Майдаланган ҳашакларни барабандаги эркин ҳаракатланувчи пластинкасимон болғачалар болғалайди ва ҳашакни янада майда ҳолатга келтиради. Болғачалар барабаннинг тўртта томонига ўрнатилган бўлиб, ҳар бир болғачалар орасидаги масофа бир-биридан 10мм ораликда жойлаштирилган.

Барабандаги пластинкасимон болғачалар айланиш ўқида эркин ҳаракатланиш хусусиятига эга бўлганлиги учун, барабаннинг марказдан қочма кучи ҳисобига болғачалар майдаланган ҳашакни болғалаб янаям майда ҳолатига олиб келади. Бу майдаланган ҳашаклар тўплами майдалаш камерасида жойлашган элак 3 орқали ўтади. Майдаланган ҳашак тўпламини элакдан ўтишини барабаннинг марказдан қочма кучи ҳисобига бажарилади. Элакдан ўтган майда ҳашак тўплами вентилятор 4 орқали қувур 6 га ўтади ва циклон 7 га тушади. Циклондаги майдаланган ҳашак тўплами махсус идишга юкланади. Идиш икки қисмга бўлинган, биринчи қисми тўлса 8 дастак орқали биринчи қисм беркитилади ва иккинчи қисм очилади.

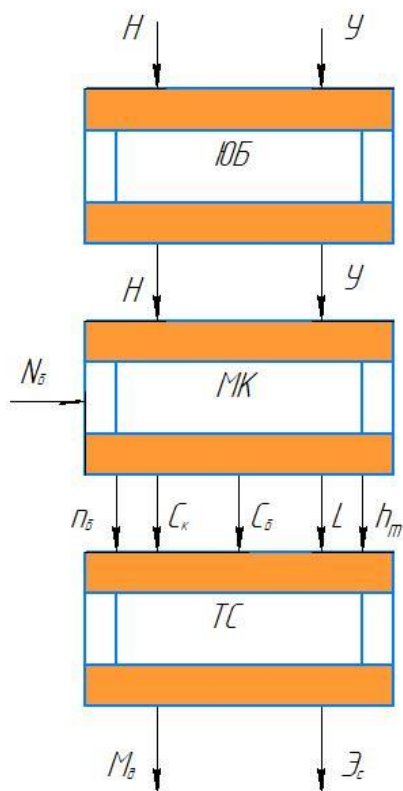
Барабаннинг атрофида диаметр бўйлаб элак 3 жойлашган бўлиб, ундаги тешикларнинг диаметрига қараб уч хил элак тайёрланган, яъни $d=2\text{mm}$, $d=4\text{mm}$, $d=6\text{mm}$. Майдалаш камерасидаги вентилятор 4 майдаланган ҳашак тўпламини ташиш учун хизмат қилади. Бундан ташқари майдалагичнинг ишчи қисми нафақат пояли ҳашакни майдалайди, балки турли донларни ҳам майдалаб толқон ҳолатига келтиради.

Майдаланадиган донлар туркумига маккажўхори дони, буғдой дони, арпа дони ва ҳоказолар киради. Майдалаш камерасидаги элакнинг тешикларини диаметри қанчалик кичиклашса ҳашаклар шунчалик майда бўлади. Ишчи камерадаги элак тез алмашинувчан қилиб мосланган. Янги майдалагични таркибига қуйидагилар киради: юклаш бункери (ЮБ), майдалаш камераси (МК), тўплаш системаси (ТС) (3-расм).

ЮБ-юклаш бункери; МК-майдалаш камераси; ТС-тўплаш системаси; Н-ҳашакнамлиги; У-ҳашакни майдалаш камерасига узатиш; N_6 -барабан юритмасининг қуввати; n_6 -барабаннинг айланишлар сони; C_k -кўндаланг пичоқлар сони; C_6 -бўйлама пичоқлар сони; L-юклаш дарчасининг ўлчами; h_m –элак тешигининг ўлчами; M_d -майдалаш даражаси; h-кесиладиган қатламнинг қалинлиги; $\mathcal{E}_c$ -майдалаш жараёнининг солиштира энергия сиғими;

Майдалагичнинг ишчи қисми барабан ҳисобланади. Барабанда бўйлама ва кўндаланг пичоқлар маҳкамланган, шу билан биргаликда эркин ҳаракатланувчи болғачалар ўрнатилган. Барабаннинг бундай конструкцияси ҳашакни кесиш билан биргаликда болғалашни ҳам таъминлайди. Жараённинг миқдорий ва сифат жиҳатдан самарадорлиги икки кўрсаткич билан баҳоланади: солиштира энергия сиғими $\mathcal{E}_c$ ва майдалаш даражаси M_d . Бундай ҳолда параметр муносабатлари функцияси қуйидаги шаклни олади:

$$\mathcal{E}_c = \Phi \left\{ \frac{N_6, n_6, h}{U, H, L, d_T, C_6, C_k, K_6} \right\} \quad (1.2)$$



3-Расм. Майдалаш технологик жараёнининг схемаси.

Дағал пояли хашак майдалагичларнинг конструктив хусусиятларини таҳлил қилиш, ем-хашак экинлари поясининг тузилиши, мавжуд назарий тадқиқотлар ва параметрлар (1.2) боғланиш функцияси қуйидаги хулосаларга келиш имконини беради. Кесиш жараёнида пояли хашак биринчидан, кўндаланг жойлашган ва 45° бурчак остида жойлашган пичоқлар билан кесилади, иккинчидан эркин ҳаракатланувчи болғачалар билан болғаланади. Пояли хашакни майдалаш иш жараёни икки босқичдан иборат: дастлаб кесиш, сўнгра болғалаш. Юқорида айтилганлардан қуйидаги илмий хулосани чиқариш мумкин: ишчи органнинг оптимал конструкцияси ёрдамида пояли хашакни майдалаш технологик жараёнининг самарадорлигини ошириш мумкин. Шунинг хулоса қилиб айтиш мумкинки, кесиш қаршилиги қуйидагиларга тенг:

$$P_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n P_1 + \sum_{i=1}^m P_2, \quad H \quad (1.3)$$

бу ерда, P_1 - поянинг мустаҳкамловчи толаларининг кесиш қаршилиги, Н;

P_2 - асосий материалнинг кесиш қаршилиги, Н; n - кесиладиган қатламда жойлашган поянинг мустаҳкамловчи толалари сони, дона; m -поянинг кесиладиган қатламида жойлашган асосий материалнинг қатламлар сони, дона; Барабандаги жойлашган пичоқлар ва болғачалар ҳаракат

пайтида қуйидагиларни бажариши мумкин: пояли хашаклар бурчак остида жойлашган пичоқлар ёрдамида бўлақларга бўлинади, сўнгра кўндаланг жойлашган пичоқлар билан хашак поялари кўндалангига кесилади. Кесилган бўлақлар охириги жараёнда болғачалар билан болғаланиб майдаланади.

Адабиётлар

- [1]. Husanovich, E. B. (2022). Universal Drum Mill Throwing Somonli and Beda Presses, Grain Products. Central Asian journal of theoretical & applied sciences, 3(5), 226-231.
- [2]. Назаров, С.И. Усовершенствованной измельчитель-смеситель кормов. / С.И. Назаров, О.А. Бобер. – Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1989.-№5 – С. 39-40.
- [3]. Кулаковский, И.В., Кирпичников, Ф.С., Резник, Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов. Справочник. Часть-1. Москва. Россельхозиздат. 1987.

УДК 539.3: 519.95

КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ И ПЛАСТИНОК С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ МАССАМИ

Т.М. Сабиржанов

Ферганский государственный технический университет

talibjan1956@mail.ru, +998903034683

(Получена 15.09.2025 г.)

Мақоллада yopishqoq elastik muhitda massalari bir nuqtaga jamlangan sterjen va plastinalarning tebranma harakati tadqiq qilindi. Sterjen va plastinaning bir nuqtaga to'plangan massasining tebranish chastotasini kamayishiga ta'siri va ko'ndalang yukning yopishqoq muhitdagi plastina tebranishining o'zgarishi o'rganildi.

Kalit so‘zlar: yopishqoq elastik muhit, sterjen, plastina, tebranma harakat, integral va differentsial tenglamalar

В статье исследовано колебательное поведение стержней и пластин с массами, сосредоточенными в одной точке, в вязкоупругой среде. Изучено влияние сосредоточенной массы стержня и пластины на снижение частоты колебаний и изменение колебаний пластины в вязкой среде под действием поперечной нагрузки.

Ключевые слова: вязкоупругость, стержень, пластина, колебания, интегральные и дифференциальные уравнения

The article investigates the oscillatory behavior of rods and plates with masses concentrated at one point in a viscoelastic medium. The influence of the concentrated mass of the rod and plate on the reduction of the oscillation frequency and the change in the oscillations of the plate in a viscous medium under the action of a transverse load was studied.

Key words: viscoelasticity, rod, plate, vibrations, integral and differential equations

Рассмотрим нелинейные поперечные колебания вязкоупругого стержня со сосредоточенными массами. Считая стержень шарнирно-опертым, будем искать решение уравнения

$$\varepsilon(t) = -z \frac{\partial^2 (w - w_0)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

удовлетворяющее граничным условиям, в виде

$$w(x, t) = \sum_{n=1}^N w_n(t) \sin \frac{n\pi x}{l}, \quad w_0(x) = \sum_{n=1}^N w_{0n} \sin \frac{n\pi x}{l} \quad (2)$$

где l - длина стержня. Подставляя (2) в (1) и выполняя процедуру Бубнова-Галеркина, для определения $w_n(t)$ получим систему нелинейных интегро-дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N \bar{A}_{kn} \ddot{w}_n(t) + \omega^2 k^4 (1 - \Gamma^*) (w_k - w_{0k}) = \frac{4\alpha_k}{mk\pi} q - \\ - \frac{3\gamma\omega^2 J_1}{4J} \left(\frac{\pi}{l} \right)^4 \sum_{n,i,j=1}^N a_{knij} (1 - \Gamma^*) (w_n - w_{0n}) (w_i - w_{0i}) (w_j - w_{0j}) \end{aligned} \quad (3)$$

где $\omega = \sqrt{\frac{EJ}{m} \left(\frac{\pi}{l} \right)^4}$ - частота основного тона колебаний стержня;

$$a_{knij} = n^2 i j^2 \left[-2ij (\delta_{n+i-j-k} + \delta_{n-k-i-j} + \delta_{n-k+i-j} + \delta_{n-i+j-k} - \delta_{n-i-j+k} - \delta_{n-j+i+k} - \delta_{n-i-j+k}) + \right. \\ \left. + j^2 (\delta_{n-i+j-k} + \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n+k-i+j} - \delta_{n-i-j-k} - \delta_{n+i+j-k} - \delta_{n-j+i+k} - \delta_{n+i-j-k}) \right],$$

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & i = 0 \\ 0, & i \neq 0 \end{cases}, \text{ коэффициенты } \alpha_k, \bar{A}_{kn} \text{ зависят от координат.}$$

Введя в (3) безразмерные величины

$$\frac{w_k}{i}, \quad \frac{w_{0k}}{i}, \quad t\omega, \quad \frac{1}{\omega} \Gamma(t), \quad \frac{1}{im\omega^2} q, \quad \frac{3\gamma J_1 i^2}{4J} \left(\frac{\pi}{l} \right)^4$$

и сохраняя при этом прежние обозначения, получим

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N \bar{A}_{kn} \ddot{w}_n(t) + k^4 (1 - \Gamma^*) (w_k - w_{0k}) = \frac{4\alpha_k}{k\pi} q - \\ - \gamma \sum_{n,i,j=1}^N a_{knij} (1 - \Gamma^*) (w_n - w_{0n}) (w_i - w_{0i}) (w_j - w_{0j}) \\ w_k(0) = w_{0k}, \quad \dot{w}(0) = \dot{w}_{0k} \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ - радиус инерции сечения.

Таким образом, в результате имеем задачу Коши относительно неизвестных $w_n(t)$, $n = \overline{1, N}$.

Численное решение (4) находим, применяя метод использованный Х.Эшматовым [1] основанный на рациональных преобразованиях, устраняющие слабо-сингулярные особенности интегральных и интегро-дифференциальных уравнений в сочетании с методом Гаусса.

Результаты вычислений с помощью компьютерных программ отражается графиком, приведенным на рис.1 изучены влияния на колебания реологического параметра A и сосредоточенной массы расположенной на середине балки.

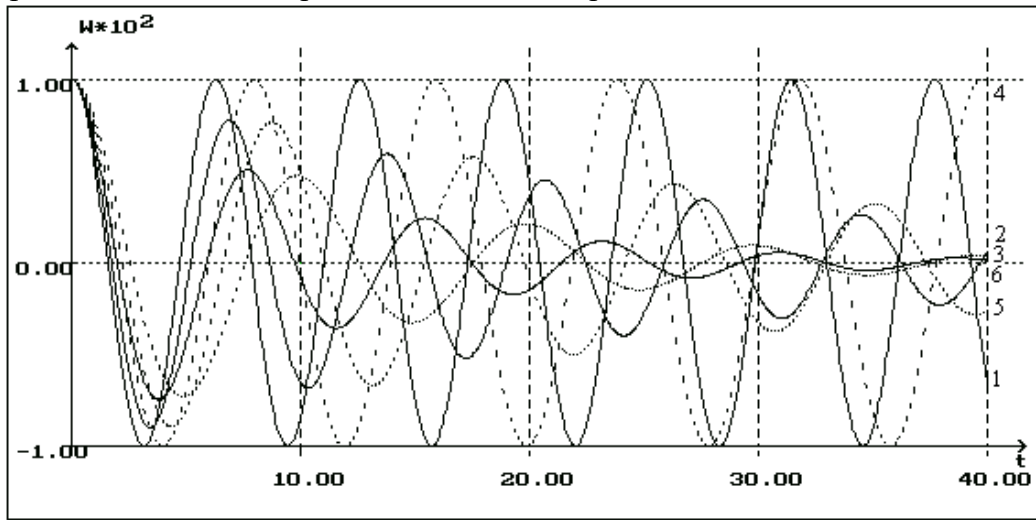


Рис.1. $A=0(1), 0.05(2), 0.1(3)$, $\frac{m}{M} = 0.0$ - сплошная линия;

$A=0(4), 0.05(5), 0.1(6)$, $\frac{m}{M} = 0.3$ - пунктирная линия.

Как видно из рисунка, появление сосредоточенной массы (пунктирная линия) приводит к уменьшению частоты, а параметра A к затуханию колебательного процесса.

Переходим к исследованию нелинейных колебаний вязкоупругих изотропных пластин с сосредоточенными массами. Рассмотрим задачу о нелинейных собственных колебаниях вязкоупругих прямоугольных пластин с постоянной, изготовленных из однородного материала. Эта задача, основанная на гипотезе Кирхгофа-Лява, в геометрически нелинейной и физически линейной постановке относительно поперечного прогиба $w = w(x, y, t)$ и функции напряжения $\Phi = \Phi(x, y, t)$ описывается уравнением

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \\ -\frac{D}{h}(1 - \Gamma^*) \nabla^4 (w - w_0) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\sigma_x \frac{\partial w}{\partial x} + \sigma_{xy} \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\sigma_{xy} \frac{\partial w}{\partial x} + \sigma_y \frac{\partial w}{\partial y} \right) - \\ - \frac{q}{h} - \left[\rho + \frac{1}{h} \sum_{i=1}^I M_i \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \right] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y} = -\frac{1}{2} [L(w, w) - L(w_0, w_0)],$$

удовлетворяя условиям шарнирного описания, выберем для полного и начального прогибов выражения

$$w(x, y, t) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M w_{nm}(t) \sin \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{m\pi y}{b},$$

$$w_0(x, y) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M w_{0nm} \sin \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{m\pi y}{b}. \quad (6)$$

Подставляем (6) во второе уравнение (5) и приравнявая в обеих частях этого уравнения коэффициенты при одинаковых гармониках тригонометрических функций, находим функцию усилий

$$\begin{aligned} \Phi(x, y, t) = E \sum_{i,j=1}^N \sum_{r,s=1}^M (1 - \Gamma^*) (w_{ir} w_{js} - w_{0ir} w_{0js}) \left[C_{irjs} \cos \frac{(i+j)\pi x}{a} \cos \frac{(r+s)\pi y}{b} + \right. \\ \left. + A_{irjs} \cos \frac{(i+j)\pi x}{a} \cos \frac{(r-s)\pi y}{b} + D_{irjs} \cos \frac{(i-j)\pi x}{a} \cos \frac{(r+s)\pi y}{b} + \right. \\ \left. + B_{irjs} \cos \frac{(i-j)\pi x}{a} \cos \frac{(r-s)\pi y}{b} \right]; \end{aligned} \quad (7)$$

здесь

$$C_{irjs} = -\frac{\lambda^2 ir(ir - js)}{4[(i+j)^2 + \lambda^2(r+s)^2]^2}, \quad A_{irjs} = \frac{\lambda^2 ir(ir + js)}{4[(i+j)^2 + \lambda^2(r-s)^2]^2},$$

$$D_{irjs} = \frac{\lambda^2 ir(ir + js)}{4[(i-j)^2 + \lambda^2(r+s)^2]^2}, \quad B_{irjs} = -\frac{\lambda^2 ir(ir - js)}{4[(i-j)^2 + \lambda^2(r-s)^2]^2}, \quad \lambda = \frac{a}{b}.$$

Подставляя (6) и (7) в (5) и выполняя процедуру Бубнова-Галеркина, для интегро-дифференциальных уравнений, которая после введения следующих безразмерных величин

$$\frac{w_{kl}}{h}, \quad \frac{w_{0kl}}{h}, \quad \omega t, \quad \frac{1}{\omega} \Gamma(t), \quad \frac{q}{E} \left(\frac{b}{h} \right)^4$$

имеет вид

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \bar{A}_{nmkl} \ddot{w}_{nm} + \frac{1}{4} \left[\left(\frac{k}{\lambda} \right)^2 + l^2 \right] (1 - \Gamma^*) (w_{kl} - w_{0kl}) + \\ + \frac{3(1 - \mu^2)}{\pi^2} \sum_{n,l,j=1}^N \sum_{m,r,s=1}^M a_{klnmirjs} w_{nm} (1 - \Gamma^*) (w_{ir} w_{js} - w_{0ir} w_{0js}) = \frac{48\alpha_{kl}(1 - \mu^2)}{kl\pi^6} q, \end{aligned} \quad (8)$$

$$w_{kl}(0) = w_{0kl}, \quad \dot{w}_{kl}(0) = \dot{w}_{0kl}, \quad k = \overline{1, N}; \quad l = \overline{1, M},$$

где $\omega = \sqrt{Eh^2 \pi^4 / 3(1 - \mu^2) \rho b^4}$ - частота основного тона колебаний; коэффициент α_{kl} равен 1, если k и l нечетные; если же хотя бы один из этих параметров четный, то $\alpha_{kl} = 0$; коэффициент $a_{klnmirjs}$ определяется из:

$$a_{klnmirjs} = -\left(\frac{\pi}{2\lambda} \right)^2 \left\{ n^2 [(r+s)^2 C_{irjs} (\delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i+j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s} - \right.$$

$$\begin{aligned}
 & -\delta_{m-l-r-s}) + (r-s)^2 A_{irjs} (\delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m+l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) + \\
 & + (r+s)^2 D_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s} - \delta_{m-l-r-s}) + \\
 & + (r-s)^2 B_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m+l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) \Big] + \\
 & + m^2 \Big[(i+j)^2 C_{irjs} (\delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s} - \delta_{m-l-r-s}) + \\
 & + (i+j)^2 A_{irjs} (\delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m+l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) + \\
 & + (i-j)^2 D_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s} - \delta_{m-l-r-s}) + \\
 & + (i-j)^2 B_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j} - \delta_{n-k-i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m+l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) \Big] - \\
 & - 2nm \Big[(i+j)(r+s) C_{irjs} (\delta_{n-k-i-j} - \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j}) (\delta_{m-l-r-s} - \delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s}) + \\
 & + (i+j)(r-s) A_{irjs} (\delta_{n-k-i-j} - \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m-l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) + \\
 & + (i-j)(r+s) D_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n-k-i-j} - \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j}) (\delta_{m-l-r-s} + \delta_{m+l-r-s} - \delta_{m-l+r+s}) + \\
 & + (i-j)(r-s) B_{irjs} (\delta_{n+k+i-j} + \delta_{n-k-i-j} - \delta_{n+k-i-j} - \delta_{n-k+i-j}) (\delta_{m+l+r-s} + \delta_{m-l-r+s} - \delta_{m-l+r-s} - \delta_{m-l-r+s}) \Big] \Big\},
 \end{aligned}$$

$\bar{A}_{nmkl}$ зависят от координат.

Интегрирование (8) при ядре релаксации Колтунова-Ржаницына проводилось численным методом, предложенным в [1]. Результаты вычислений с помощью компьютерных программ отражаются графиками, приведенными на рис.2-3.

На рис.2 представлена зависимость прогиба в центре упругой (кривая 1) и вязкоупругих пластин (кривые 2, 3) от времени. Видно, что учет вязкоупругих свойств материала пластины приводит к затуханию колебательного процесса. В начальный период решения упругой и вязкоупругой задач мало различаются, однако с течением времени вязкоупругие свойства начинают оказывать существенное влияние.

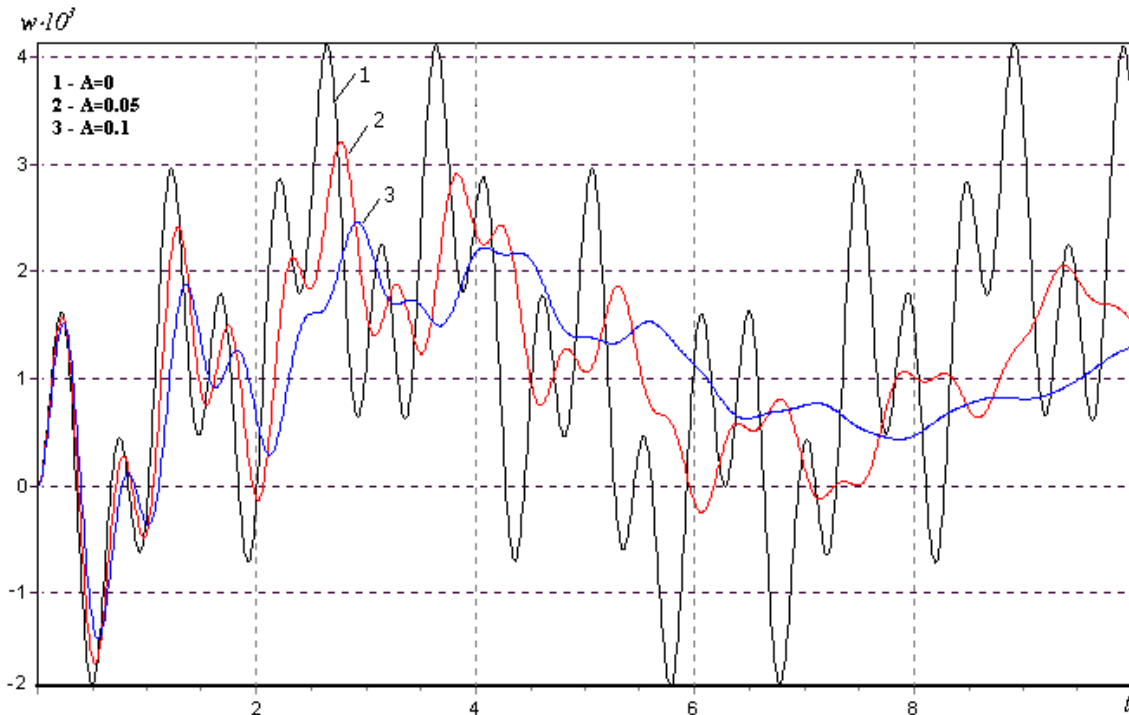


Рис.2. Зависимость прогиба от времени при $A=0(1), 0.05(2), 0.1(3)$.

Кроме того, изучено влияние статической поперечной нагрузки q на поведение вязкоупругой пластины (рис.3).

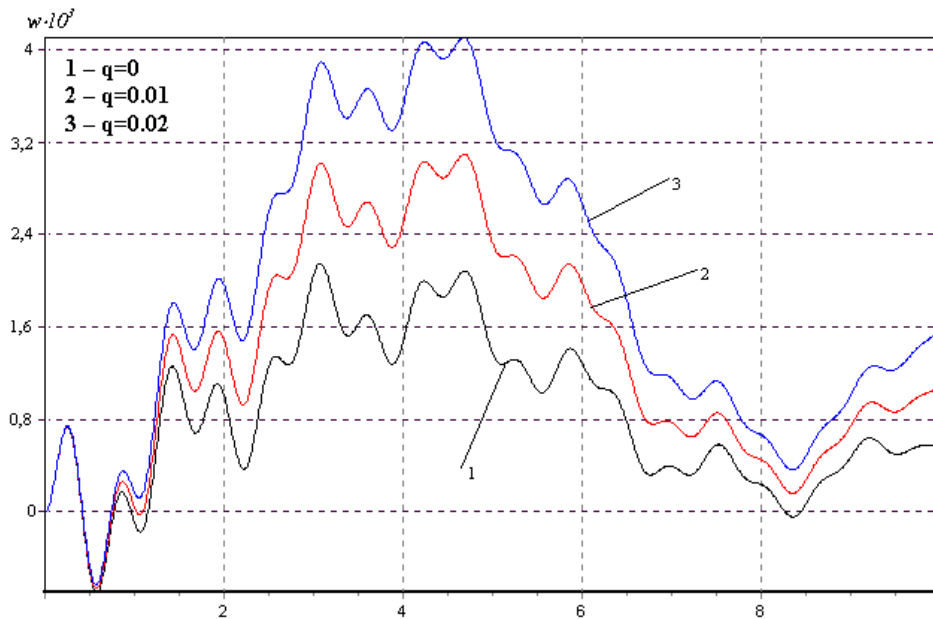


Рис.3. Зависимость прогиба от времени при $q=0$ (1); 0.01 (2); 0.02 (3).

Здесь следует отметить, что изменение величины q не влияет на частоту колебаний. Также должно быть отмечено, что с увеличением статической поперечной нагрузки амплитуда пропорционально возрастает. Чем больше величина статической нагрузки q , тем больше амплитуда колебаний и наоборот.

Список литературы

- [1]. Эшматов Х. Интегральный метод математического моделирования задач динамики вязкоупругих систем: Дис... на соис. учен. степ. док.техн.наук: 18.05.13. Ин-т проблем моделирования в энергетике АН Украины. – Киев, 1991. – 337 с.
- [2]. Кочнева Л.Ф. Внутреннее трение в твердых телах при колебаниях. – М.: Наука, 1979. – 96 с.
- [3]. Сорокин Е.С., Муравский Г.Б. Об учете упругих несовершенств материалов методами наследственной упругости // Строит. Механика и расчет сооружений. – 1975. – № 4. – С. 41–46.
- [4]. The natural vibrations of shell structures taking into account dissipative properties and structural heterogeneity. Khudainazarov, S., Mavlanov, T., Umarova, F., & Sabirjanov, T. (2023). In E3S Web of Conferences (Vol. 402, p. 07023). EDP Sciences.
- [5]. Simulation of dynamic processes of shell structures with viscoelastic elements. Khudainazarov, S., Mavlanov, T., Salimov, S., Ulugova, M., & Sabirjanov, T. (2023). In E3S Web of Conferences (Vol. 365, p. 03040). EDP Sciences.
- [6]. Evaluation of the dynamic characteristics of complex multiply connected, structurally inhomogeneous systems. Khudainazarov, S., Mavlanov, T., Umarova, F., Sabirjanov, T., & Ulugova, M. (2023). In E3S Web of Conferences (Vol. 365, p. 03035). EDP Sciences.
- [7]. Non-stationary vibrations of a viscoelastic structure. Khudainazarov, S., Donayev, B., Sabirjanov, T., & Qosimov, J. (2023, March). In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1). AIP Publishing.

CHIMQO'RG'ON SUV OMBOR ZAMINING GIDROLOGIK VA GEOLOGIK TUZULISHI

N.A. Usmonova¹, L.N. Samiyev², S.N. Xoshimov³, Q.Ch. Ulashov²

¹Farg'ona davlat texnika universiteti, ²"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti, ³Belarus-O'zbekiston qo'shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar instituti
qulashov@mail.ru

Annotatsiya. Hozirgi kunda yurtimizda 60 ga yaqin gruntli suv omborlar bo'lib, enrgetika, qishloq xujaligi hamda aholini vegetatsiya davrida bir maromda suv bilan ta'minlash maqsadida qurilgan. Qashqadaryo viloyati Qamashi tuman markazidan 13 km o'zoqlikda joylashgan Chimqo'rg'on suv ombori, Qashqadaryo o'zanida qurilgan bo'lib, hozirgi vaqitga qadar o'z faoliyatini olib bormoqda. Suv omborlarning gidrologik va geologik joylashuvi suv omborlarining ishonchli ishlashiga katta ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqot davomida Chimqo'rg'on suv ombor to'g'on zaminining geologik tuzilishi o'rganildi. Suv ombor to'g'oni Pk 0 dan Pk 80 gacha bo'lib, beshta terassaga bo'linadi. Shundan birinchi, ikkinchi va uchunchi terassalar Pk 30+00 dan Pk 55+00 gacha bo'lgan masofada bo'lib, bu hududlaridagi grunt xususiyatlari hamda filtratsiya koeffitsientlari yuqori ekanligi aniqlandi. Suv omborning joylashuvidan kelib chiqib, hamda mualliflar zamin grunt xususiyatlarini inobatga olib, zamindagi filtratsiya sarfini kamaytirish bo'yicha takliflar berishdi.

Tayanch so'zlar: suv ombor, suv ombor geologik sharoitlari, grunt turlari, daryo o'zani, o'zanli suv ombor.

Аннотация. В настоящее время в нашей стране имеется около 60 водоемов подземных вод, которые построены для одновременного обеспечения водой энергетики, сельского хозяйства и населения в вегетационный период. Чимкурганское водохранилище, расположенное в 13 км от центра Камашинского района Кашкадарьинской области, построено в бассейне реки Кашкадарья и продолжает действовать до сих пор. Большое влияние на надежную работу водоемов оказывает гидролого-геологическое расположение водоемов. В ходе исследований было изучено геологическое строение плотины Чимкурганского водохранилища. Плотина водохранилища имеет размеры от ПК 0 до ПК 80 и разделена на пять террас. Первая, вторая и третья террасы расположены на расстоянии от ПК 30+00 до ПК 55+00, и установлено, что свойства почв и коэффициенты фильтрации на этих участках высокие. Исходя из расположения водоема и учитывая особенности почвы, авторы внесли предложения по снижению расхода фильтрации на грунте.

Ключевые слова: водоем, геологические условия водоема, типы грунтов, русло реки, водоем с руслом.

Annotation. Currently, there are about 60 groundwater reservoirs in our country, which were built to provide energy, agriculture, and population with water at the same time during the growing season. The Chimgurgan Reservoir, located 13 km from the center of Kamashi district of Kashkadarya region, was built in the Kashkadarya river basin and continues to operate until now. The hydrological and geological location of reservoirs has a great influence on the reliable operation of reservoirs. During the research, the geological structure of the Chimgurgan reservoir dam was studied. The reservoir dam is from Pk 0 to Pk 80 and is divided into five terraces. The first, second and third terraces are located in the distance from Pk 30+00 to Pk 55+00, and it was found that the soil properties and filtration coefficients in these areas are high. Based on the location of the water reservoir, and taking into account the characteristics of the soil, the authors made suggestions for reducing the filtration consumption on the ground.

Keywords: reservoir, geological conditions of the reservoir, types of soil, river bed, reservoir with a river bed.

Kirish. Iqlim o'g'zarishi suv resurslarining miqdori cheklanganligi sababli, mavjud suv resurslarini boshqarish va suv xo'jaligi ob'ektlaridan foydalanish tizimini yanada takomillashtirish, irrigatsiya va melioratsiya loyihalarini amalga oshirish samaradorligini ta'minlash, shuningdek, ushbu sohada ilm-fanni rivojlantirish masalalariga ham alohida e'tibor berilmoqda [1]. Mamlakatimizda suv resurslaridan oqilona foydalanish maqsadida, ko'plab suv omborlari bunyod etilgan bo'lib, suv zaxiralaridan samarali, tejab foydalanish, vegetatsiya davrida iste'molchilarni bir maromda suv bilan ta'minlash, foydali hajm miqdorini aniq baholash va gidrotexnik inshootlarining

mustahkamligini oshirish muhim masalalardan biri bo'lib kelmoqda [2].

Suv omborlaridan ishonchli va samarali foydalanish bo'yicha ish rejasini ishlab chiqish, inshootlarning xavfsiz ishlashi uchun suv omborida saqlanadigan suv hajmini aniq bilish hamda suv balansini to'g'ri yurutush talab etiladi. Dunyoning ko'plab rivojlangan mamlakatlari kabi respublikamizda ham suv omborlaridan samarali hamda ishonchli foydalanish uslublarini ishlab chiqish, suv omborlarining ishonchliligi, xavfsizligi va xizmat muddatlarini oshirish, ularning ishonchli ekspluatatsiyasini ta'minlashga alohida e'tibor qaratilgan [3].

Adabiyotlar tahlili va masalaning qo'yilishi. To'g'on qurilishidan oldin, suv omborning joylashuvi, turi va hajmini inobatga olib, tabiiy dala tadqiqotlar o'tkazilishi kerak. Tegishli geologik tadqiqotlarsiz suv omborni qurish va foydalanishga topshirilsa jiddiy xavf tug'dirilishi mumkin. Ushbu tadqiqotda biz xavfsiz va mustahkam to'g'onga ega bo'lish uchun geologik tadqiqotlar davomida inobatga olinishi kerak bo'lgan muhim tavsiyalarni berib o'tkan [4]. Olimlar Cheshmeh-Asheq to'g'oni uchastkasida olib borilgan muhandislik-geologik tadqiqotlar va gidrotexnik tadqiqotlar natijalari tasvirlangan. Ushbu tadqiqot dala va laboratoriya tekshiruvlariga, sirt uzilishlarini o'lchashga, burg'ulangan burg'ulash ma'lumotlariga, to'g'on poydevorining filtratsiya o'tkazuvchanligi asoslangan. Hozirgi tadqiqotlar suv bosimi sinovlari (WPT) orqali to'g'on poydevorini baholashni o'z ichiga oladi. Olgan natijalariga ko'ra, sementatsiya pardasini qurish uchun aralashma turi va tarkibi tavsiya etilgan. To'g'on ishonchliligini ta'minlashda to'g'on poydevorini sementatsiya pardasidan foydalanish zarurligini ko'rsatmoqda [5]. Otaturk to'g'oni dunyodagi to'rtinchi yirik tosh to'g'ondir. Turkiya janubi-sharqida joylashgan bo'lib, u Janubi-Sharqiy Anadolu loyihasi (GAP) deb nomlangan loyihaaning markaziy qismidir. To'g'on qurilishi 1990 yil avgust oyida qisqa muddatda, ya'ni 3 yilu 8 oy ichida yakunlandi.

To'g'onning cho'kish va bo'g'inlash muammolari tuproq va tog' jinslarining mexanik usullaridan foydalangan holda dala sharoitida ham, laboratoriya sharoitida ham tekshirildi. Suv o'tkazmaydigan loy yadrosini siqish paytida eng yuqori quruq zichlik (eng yaxshi siqilish) olinadigan optimal namlik miqdorini aniqlash uchun standart proktor sinovlari o'tkazildi [6].

Suv omborlarda geologik muommolarni o'rganish uchun tog' jinslarining muhandislik-geologik xususiyatlari, masalan, to'g'on o'qi bo'ylab to'siqlar, nurlanish darajasi, mustahkamlik va gidravlik o'tkazuvchanlik kabi holatlari o'rganildi. Ushbu tadqiqotda Markaziy Anadoluning Chorum shimolidagi Qizilirmak daryosida qurilgan Obruk to'g'on uchastkasida muhandislik-geologik tadqiqotlarni olib borish davrida to'g'on zaminida qalinligi taxminan 65 m ni tashkil qiladigan to'rtlamchi allyuviy va eotsen bazalt poydevor bilan qoplanganligi aniqlandi [7].

Ushbu maqolada olimlar Suv omborlar qurilishidan oldin to'g'on joyini tavsiflash uchun geologik qidiruv jarayoni olib borish zarurligini takidlab o'tkanlar. Tadqiqot davomida olingan ma'lumotlarni baholash va ma'lumotlarni tahlil qilish orqali ishonchli natijalarga erishish mumkinligini takidlagan [8]. Olimimiz o'z izlanishlarida Urush to'g'onini qurish loyihasida olib borilgan muhandislik-geologik tadqiqotlar va tog' jinslari mexanikasi tadqiqotlari natijalarini tavsiflagan. Burilish tunnelining tog' jinslarining klassifikatsiyasi, qazish yonbag'irlarining kinematik tahlili, to'g'on poydevorining o'tkazuvchanligi va tosh massasi mustahkamligi parametrlarini aniqlash bo'yicha tahlillarini olib borgan. To'g'on Turkiyaning markaziy qismidagi Suveri daryo o'zanida qurilgan. Tadqiqotlarni dalada va laboratoriyada olib borishgan. O'rganilayotgan to'g'on va suv ombori hududining muhandislik-geologik bahosi poydevor barqarorligi bilan bog'liq muammolar bo'lmasligini ko'rsatdi. To'g'onni yakuniy loyihalash uchun batafsil gidrotexnik tadqiqotlar talab qilinishini takidlab o'tdilar [9].

Olimlar suv ombor geologiyasini o'rganish orqali, Quyi Volga mintaqasida Xvalin shokoladli gillari tarqalgan hududlar asosan daryo vodiylarida eng qizg'in bo'lgan ko'chki jarayonlariga sabab bo'lgan, bu esa qirg'oqlarning yemirilishiga olib kelgan. Shunday qilib Volgograd suv omborining Volgograd shahridan daryoning bo'yiga qadar bo'lgan qismi. Eruslan 8 yil davomida 112 m ga qirg'oqlarni yemirilganligini aniqlagan [10].

Yildan ilga ilm-fanning rivojlanishi orqali olimlarimiz o'z ishlarida yer osti qatlamlarini va suv o'tkazmaydigan loyning cho'kish chuqurligini aniqlash maqsadida olimlar yerga kiruvchi radar (GPR) qo'llanilishini taklif qilgan. Bu radar orqali yer ostidagi gruntlarni raqamli modellari tuziladi.

Radar (GPR) er osti tasvirini olish uchun signallar asosida geofizik metodikasiga bo'ysing xolda ishlashini aniqlagan [11].

Inshootlarni barpo etishdan oldin, qurilish o'behtining geologiyasi o'rganilib chiqiladi. Qurilish o'behtining geologiyasini o'rganish uchun burg'ulash ishlaridan keng foydalanilib kelingan. Hozirgi kunda burg'ulash ishlarining tan narxi qimmatligi hamda ish jarayonini o'zoq muddat davomida bajarilishi qurilish mudatining uzayishiga sabab bo'lar edi. Shu boisdan muhandislik o'z ishlarida yerga kiruvchi radarining (GPR) muhandislik qo'llanilishiga imkon beradi. O'z ishlarida dastlab Chiqindixona ostidagi tuproqning raqamli modeli qurilgan. GPR yer osti geologik tuzilishini o'rganish va suv o'tkazmaydigan loy qatlamini aniqlash uchun ishlatiladi. Radargrammalar asosida raqamli modeldagi mavjud quduq ma'lumotlariga bog'langan holda, 21 ta burg'ulash teshiklarining joylashuvi qoldiqdagi profil chiziqlari bo'ylab loy qatlamining chuqurligini baholash va tasdiqlash uchun taklif etiladi. Tavsiya etilgan teshiklarni burg'ulash natijalari loy qatlamining kutilgan chuqurligini tasdiqladi. GPR amaliy va iqtisodiy yer osti xaritasi degan xulosaga kelishgan [12].

Olimlar olib borgan tadqiqotlaridan ma'lum bo'ldiki, suv ombor to'g'oni ishonchli ishlashiga ta'sir ko'rsatadigan omillardan biri to'g'on zaminining geologik kelib chiqishi hisoblanar ekan. Geologik joylashuvi orqali kelib chiqadigan bir qancha o'zgarishlarni misol keltirishimiz mumkin masalan to'g'on zaminidan bo'ladigan bosimli filtratsiya, to'g'on o'qining siljishi hamda chukishi bu hodisalar to'g'on ishonchligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Shundan kelib chiqib tadqiqot o'behti sifatida chimqurg'on o'zanli suv ombor tanlab olindi va Suv ombor geologiyasi, gruntlarning terrasa bo'ylab tarqalishini o'rganib chiqish maqsad qilib olindi.

Tadqiqot obyekti. Chimqo'rg'on suv ombori joylashuv hududi shimoli-sharqdan Zarafshon va janubi-sharqdan Hisor tizmalari bilan chegaralangan keng tog'lararo havzaning o'rta qismi Qashqadaryo viloyati Qamashi tumanida joylashgan. Suv ombor sug'orish tizimlarining suv ta'minotini oshirish hamda daryo havzasida so'g'orishni rivojlantirish maqsadida Qashqadaryo suv oqimini mavsumiy tartibga solish orqali 1953 yilda 48 ming gektar yerni so'g'organ bo'lsa suv ombor qurilgandang so'ng bu ko'rsatkich 125 ming gektarga ya'ni samaradorligini 0.65 ga oshirish maqsadida qurilgan.

Gidrologik xususiyatlar. Suv ombor kosasi Qashqadaryo vodiysida joylashgan bo'lib, pasttekislik va beshta daryo terrasini (1-rasm) egalaydi. Suv ombor zaminini tashkil etuvchi gruntlar asosan o'rta va og'ir soz va lyosslardan tashkil topgan. Qumli – marginal – toshli konlarning filtratsiya koeffitsentlari keng diapazonda o'zgarib to'radi. Suv omborini loyiha darajasida to'ldirish yer osti suvlarining pastki b'efda ko'tarilishiga sabab bo'ladi. Eng baland ko'tarilishi to'g'on yaqinidagi hududda sodir bo'lgan.

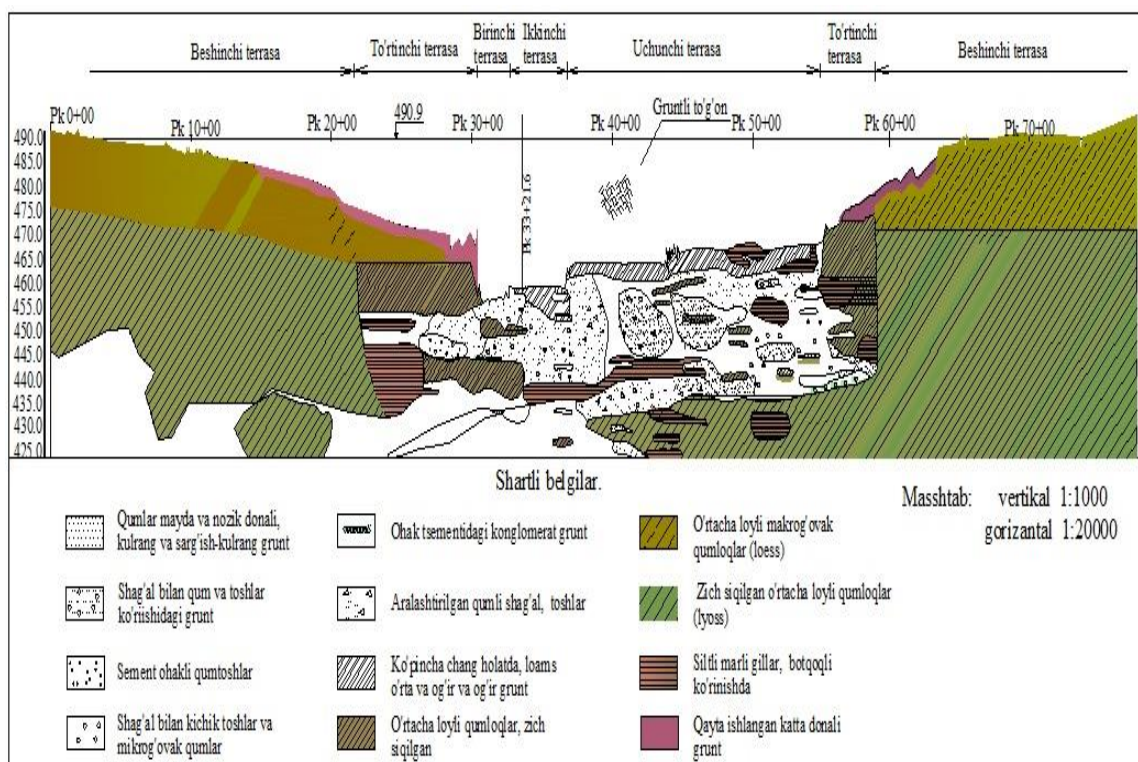
To'g'on uchastkasining muhandislik – geologik sharoitlari. Geologik jihatdan suv ombor hududi uchlamchi va to'rtlamchi davr jinslari bilan ajralib turadi. Uchlamchi yotqiziqlar marli gil va qumtoshlarning qizil rangli qatlamlari bilan ajralib turadi.

Beshinchi terrasadagi Qashqadaryoning tog' oldi tekisligi va daryo terrasalari to'rtlamchi davr jinslaridan tuzilgan. Daryo terrasa chukindilaridan beshinchi, eng qadimiysi murakkab tuzilishga ega, yuzadan chapda 50 m, o'ng qirg'og'ida 110 m chuqirlikda loyli loessimon gruntlardan tashkil topkan.

To'rtinchi terrasa, asosan rang barang qatlamlardan tashkil topgan qum va shag'al konlari, mayda tuproqning linzalari bo'lgan turli xil va mayda donali qumlarning o'zgaruvchan qatlamlari bilan ifodalanadi

To'rtinchi terrasa allyuvial qatlamlarining umumiy qalinligi 3 m dan 20 m gacha. To'rtinchi terrasaning qumli – shag'alli konlari asosan loy oraliq qatlamlari bo'lgan o'rtacha loyli tuproqlar va kamdan kam hollarda qumloqlar bilan qoplangan. (1-rasm).

Ikkinchi terrasaning tanasida birinchidan uchunchisiga qadar yoshroq terrasalar hosil bo'lgan "Ushbu terrasalar tagida mayda va teng bo'lmagan peshtoq qatlamalari, alohida shag'al, shag'al va mayda shag'al qum va shag'alli mayda toshlardan iborat navbatma navbat qatlamlar yotadi



1-rasm. Chimqo'rg'on suv ombor to'g'on zaminining grunt xususiyatlari.

Uchunchi terrasada gruntning qalinligi 2 m dan 6 metrigacha, ikkinchisida esa 0.5 dan 3.5 m gacha o'zgarib turadi. Uchunchi terrasa ichida qoplovchi qumloqlar va uning ostidagi qumli shag'al konlari bilan aloqa qilganda qalinligi 0.3 m dan 1 metrgacha bo'lgan qumtosh orasidagi qatlamlar mavjud. Kalkerli loy va tsement va marli gillar mavjud

Birinchi terrasaning qoplama qatlami loy bilan ifodalanib, Qoyalar va qumli qumloqlar, ko'pincha nozik donali qatlamlar bilan qoplangan. Daryoning pasttekislik terrassasi kanalli allyuviumlardan iborat bo'lib, ular yupqa (0.5 m dan ko'p bo'lmagan) qumli va mayda qum qatlami bilan qoplangan yirik va bir xil qumlar va mayda toshlar bilan ifodalanadi. Qumli – shag'al konlari turli xil mexanik tarkibga ega (toshlardan mayda qumlarga qadar), shuning uchun ularning filtratsiya koeffitsenti qiymati o'zgarib turadi.

Asosan gruntlarda filtratsiya tezligi, gruntlarning turiga qarab o'zgarib boradi. Gidrotexnika qurilishida suv o'tkazuvchanligi ancha past gruntlardan ko'proq foydalanib kelinadi. Ba'zi gruntlarning o'rta filtratsiya koeffitsenti (1-jadval) da keltirilgan.

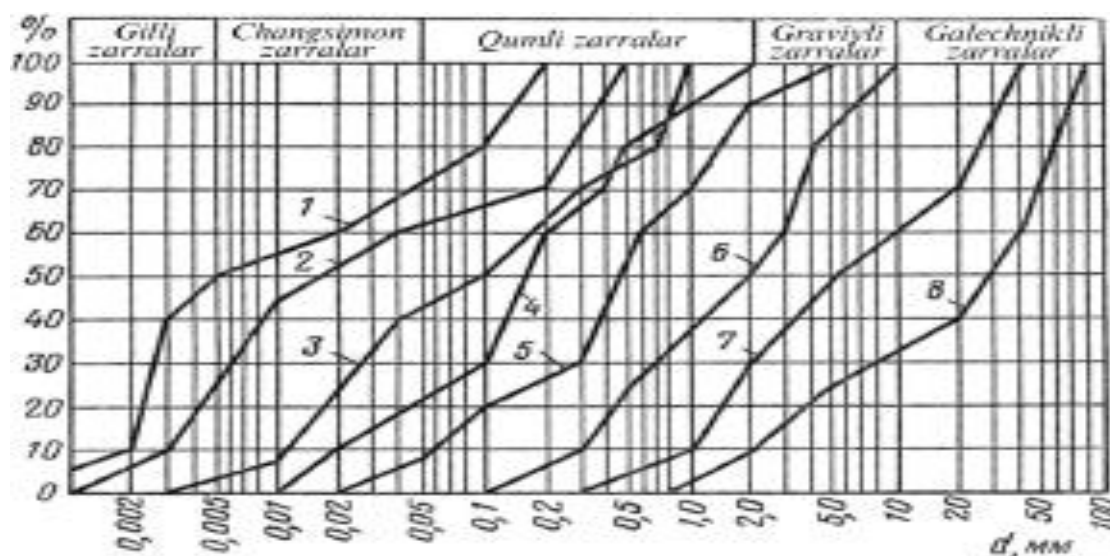
1-jadval

Qoyamas gruntlar uchun filtratsiya koeffitsentining o'rta qiymatlari

Grunt	k_f , sm/sut	k_f , m/sut
Galechnik:		
Yuvilgan	$\geq 0,1$	$\geq 80,0$
Qumli	0,1.....0,2	80,0....17,0
Qum:		
Yirik zarrali	0,05.....0,01	40,0...8,0
Mayda zarrali	0,005.....0,001	4,0.....0,8
Gilli	0,002.....0,0001	1,5.....0,08
Qumoq:		
Zich	0,0005.....0,0001	0,4.....0,08
G'ovak	0,005.....0,001	4,0.....8,0
Sog' tuproq	$\leq 0,0001$	$\leq 0,08$
Gil	$\leq 0,0000001$	$\leq 0,0008$

Demak suv omborlarni barpo etishimizda filtratsiya koeffitsiyenti past bo'lgan gruntlardan foydalansak, filtratsiya suv yo'qatilishi hamda inshootdan samarali foydalanishga erishiladi.

Gruntlarni tanlayotganda donodorligiga ham ahamiyat beriladi bu ko'rsatkich grunt zarrachalarining deametriga bog'langan bo'lib, qancha chang simon mayda deametrli bo'lsa grunt g'ovvakliklari chuncha kam bo'ladi. Gruntlarning donodorligi (2-rasm) da berilgan.



2-rasm. Gruntlarning donodorlik tarkibining yig'ma egri chiziqlari:

1 – gillar; 2 – sog' tuproq; 3 – qumoq; 4 – mayda qum; 5 – o'rta yiriklikdagi qum; 6 – yirik qum; 7 – graviy; 8 – shag'al.

Suv ombor to'g'onining Pk 27 dan Pk 55 gacha bo'lgan pekitlari oralig'i daryo o'zanida joylashishi (2-rasm) da keltirilgan bo'lib suv o'tkazmas qattiq qatlamgacha bo'lgan chuqurligi to'g'on osti atmetkasidan 40 m gacha borganligini ko'rishimiz mumkin.

Asosan Chimqo'rg'on suv ombori zamini birinchi, ikkinchi va uchunchi terassalarda filtratsiya yuqori gruntlardan tashkil topganligini ko'rishimiz mumkin.

Natijalar tahlili va muhokamalar. Chimqo'rg'on suv ombori Qashqadaryo o'zanida qurilgan bo'lib, Hozirgi kunda o'z faoliyatini olib bormoqda. To'g'on zaminining geologik ma'lumotlarini o'rganadigan bo'lsak, To'g'on uzunligi 8 km bo'lib, beshta terrasaga bo'linadi shundan birinchi terrasa Pk30+00 dan Pk 33+00 gacha. Ikkinchi terrasa Pk 31+00 dan Pk 37+00 gacha tarqalgan. Uchunchi terrasa Pk 37+00 dan Pk 55+00 gacha. To'rtinchi terrasa Pk 20+00 dan Pk 30+00 gacha hamda Pk 55+00 dan Pk 60+00 gacha. Beshinchi terrasa Pk 0+00 dan PK 20+00 gacha hamda Pk 60+00 dan Pk 75+00 gacha bo'lgan masofalarni egallaydi. Pk 30+00 dan Pk 60+00 gacha suv o'tkazuvchan qatlam hisoblanib, chuqurligi 435 otmekagacha turtta terrasa bo'ylab bir nechta qatlamdan iborat bo'lib tarqalib borgan. Asosan gruntlarning filtratsiya koeffitsenti yuqori bo'lgan gruntlar birinchi, ikkinchi va uchunchi terassalarda joylashgan. Umumiy suv ombor to'g'on zaminining filtratsiya koeffitsenti gruntlarning turlariga qarab 0.9 dan 44 m/sutkagacha o'zgarib to'radi.

Xulosa. Chimqo'rg'on suv ombori Qashqadaryo daryosi o'zanida qurilgan bo'lib, to'g'on zaminining geologik jihatlarini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Yuqorida keltirilgan tadqiqot ma'lumotlarni sitatistik tahlil qilib, har bir gruntning filtratsiya koeffitsentini inobatga olib, Suv ombor to'g'on zaminining belgilangan peket Pk 30+00 dan Pk 55+00 gacha suv o'tkazuvchan qatlam oralig'ini tanlab olib, bu hududlarning filtratsiya koeffitsentlari ancha yuqori ekanligi aniqlandi.

Taklif: Tadqiqotlardan ma'lum bo'lishicha to'g'on zaminidagi gruntlarning xususiyatlaridan kelib chiqib, filtratsiya koeffitsenti yo'qori bo'lgan uchastkalarda sementatsiya ishlarini olib borilsa, to'g'on zaminidan bo'ladigan bosimli filtratsiya sarfini kamaytirishga hamda to'g'onni ishonchliligini oshirishga erishiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 10 oktabrdagi “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari” to‘g‘risida PQ-4486-son qarori
- [2]. Arifjanov, A., Gapparov, F., Apakxujaeva, T., Xoshimov, S. “Determination of reduction of useful volume in water reservoirs due to sedimentation” IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled, 2020, 614(1), 012079
- [3]. Gapparov, F., Nazaraliev, D., Eshkuvatov, Q. “Assessment of Chimkurgan water reservoir sedimentation processes” CONMECHYDRO–2020 doi:10.1088/1757-899X/883/1/012039
- [4]. Varoujan K. Sissakian . Nasrat Adamo . Nadhir Al-Ansari “The Role of Geological Investigations for Dam Siting: Mosul Dam a Case Study” Geotech Geol Eng 18 December 2019 doi.org/10.1007/s10706-019-01150-2
- [5]. Nezhad HZ, Ajalloeian R, Azimian A (2012) Evaluation of geological and engineering geological properties of Cheshmeh-Asheq dam site. Electron J Geotech Eng 17(2):2633–2644
- [6]. H Cetin , M Laman , A Ertunç “Settlement and slaking problems in the world's fourth largest rock-fill dam, the Ataturk Dam in Turkey” Engineering Geology Volume 56, Issues 3–4, May 2000, Pages 225-242
- [7]. Kocbay A., Kilic R., 2006., Engineering geological assessment of the Obruk dam site (Corum, Turkey) Engineering Geology 87 (2006) 141 – 148
- [8]. D.S.Aswar, P.B.Ullagaddi “GEOLOGICAL EXPLORATIONS FOR CHARACTERISATION OF DAMS SITE” Journal of Emerging Technologies and Innovative Research 2018 JETIR July 2018, Volume 5, Issue 7
- [9]. Özsan, A., Akin, M., 2002. Engineering geological assessment of the proposed Uruş Dam, Turkey. Engineering Geology 66, 271–281.
- [10]. Инженерная геология СССР: В 8 т / Под ред. Е. М. Сергеева. – Т. 1. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 429.
- [11]. Collins ME (2008) History of ground-penetrating radar applications in agriculture. In: Allred B, Daniels JJ, Ehsani MR (eds). Handbook of Agricultural Geophysics (pp. 45–55). CRC Press, Taylor and Francis Group: New York, NY, USA
- [12]. Kairat Kalmurzayev, Yerkezhan Madenova (2023) Ground Penetrating Radar Application to Detect the Watertight Clay Layer at Tailing Dump. Mining, Metallurgy & Exploration (2023) 40:337–345 <https://doi.org/10.1007/s42461-023-00731-3>

**YOG‘OCH TOM YOPMA KONSTRUKSIYALARI ELEMENTLARINI BIRIKISHI,
KUCHLANGANLIK-DEFORMATSIYALANGAN HOLATI VA MUSTAHKAMLIGI**

G.M. Qodirov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
g.qodirov@gmail.com Tel. +99891 112-10-53
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada yog‘och tom konstruksiyasi elementlarini biriktirish usullari, ularning konstruktiv xususiyatlari, afzalliklari va kamchiliklari hamda seysmik jihatdan mustahkamligini oshirish chora-tadbirlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: yog‘och birikma, bog‘lovchilar, egilish, cho‘zilish, ezilish, yorilish, mustahkamlik, deformatsiya.

Аннотация: В статье рассматриваются способы крепления элементов деревянных кровельных конструкций, их конструктивные особенности, преимущества и недостатки, а также меры по повышению сейсмостойкости.

Ключевые слова: деревянные соединения, крепежные элементы, изгиб, растяжение, смятие, растрескивание, прочность, деформация.

Annotation: The article discusses methods for fastening elements of wooden roofing structures, their design features, advantages and disadvantages, as well as measures to improve seismic resistance.

Keywords: wooden joints, fasteners, bending, stretching, crushing, cracking, strength, deformation.

Kirish

Yog‘och materiallardan tayyorlangan tom yopma konstruksiyalari tarixiy jihatdan ham, zamonaviy qurilishda ham keng qo‘llaniladi. Ular yengilligi, ishlov berish osonligi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi. Ammo bunday konstruksiyalar mustahkam va uzoq muddatli bo‘lishi uchun ularning elementlarini to‘g‘ri va samarali biriktirish katta ahamiyatga ega.

Yog‘och konstruksiyalari elementlari birikmalarining yuqori mustahkamligi, birikmalarni kuchlanganlik-deformatsiyalanuvchanlik holatida mustahkamlik borasida barqarorlikka erishilishini ta‘minlash sohadagi muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Jahonda qurilish materiallari sanoatini

rivojlantirish, tabiiy xomashyo materiallarini iqtisod qilish va mahalliy xomashyolaridan ishlab chiqarishda foydalanish imkonini beruvchi resurs va tejamkor texnologiyalarni qo'llash, yangi qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalari ishlab chiqarish hajmlarini oshirish bo'yicha muayyan ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Shu jumladan, bino va inshootlar oraliqlarining kattalashayotgan variantlari ko'payib borayotganligi hisobiga mahalliy xomashyodan foydalanilgan holda, geometrik parametr ko'rsatkichlari chekli yog'och konstruksiyalari elementlari birikmalarining uzunligi va eni bo'yicha o'stirishga bo'lgan ehtiyoj sababli takomillashtirishga ham alohida e'tibor qaratilmoqda [1].

Materiallar va metodologiya.

Bu borada, mualliflar tomonidan birikmalar takomillashtirib, hozirgi yangi zamonaviy qurilish joylarida bunday ishlar amalga oshirilmoqda. Takomillashtirilgan birikmalar SHNQ 2.03.10-24 «Tomlar va Tomqoplamalari», SHNQ 2.03.08-22 «Yog'och konstruksiyalar» shaharsozlik normalari va talablariga mos keladi. Undagi birikmalar vintlarsiz biriktirilganini inobatga olib, birikmani takomillashtirib turli o'lchamdagi po'lat burama mixlardan foydalangan holda birikma takomillashtirildi.

Natijalar tahlili.

Tom konstruksiyasining asosiy elementlari

Yog'och tom yopma asosan quyidagi elementlardan tashkil topgan:

Mauerlat – devorlar ustiga o'rnatiladigan asosiy gorizontal element. Mauerlat — bu devorning yuqori qismiga yotqiziladigan maxsus yog'och brus (odatda 100×100 mm yoki 150×150 mm kesimli). U tom konstruksiyasining asosiy tayanchi hisoblanadi va stropilalar unga biriktiriladi.

Rafter (stropila) – tomning egri shaklini beradigan asosiy qism. Tom yopma konstruksiyalarining asosiy yuk ko'taruvchi elementlaridan biri bu stropila hisoblanadi. Stropila elementlari mauerlat, ichki tayanch devorlari yoki maxsus ustunlarga tayanadi. Shu boisdan, ularning birikish uzeli konstruksiyaning barqarorligi va mustahkamligida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Stropila bilan tayanchlar birikmasi turli usullarda bajarilishi mumkin. Ularning tanlanishi binoga tushadigan yuklar, stropilaning uzunligi, material turi va qurish shartlariga bog'liq bo'ladi.

Ustun (stoyka), stropila to'sini (progon) podkoslar – tomning barqarorligini ta'minlaydigan yordamchi elementlar.

Ushbu elementlarni bir-biriga to'g'ri va mustahkam biriktirish butun tom konstruksiyasining ishonchliligiga ta'sir qiladi.[2]

Biz tavsiya qilayotgan va amaldagi yog'och konstruksiya birikma turlari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm Yog'och tom yopma elementlarni birikish namunalari.

Tajriba sinovlari ГОСТ 58959-2020 bo'yicha yog'och konstruksiyalar elementlari vint asosida biriktirilib, 1 seriyada tajriba usullari o'tkazildi. Yog'och konstruksiyalar elementlarining birikmalarini barcha ko'rsatkichlari, yuk ko'tarish qobiliyati yuqori bo'lgan ignabargli yog'och turiga mos keladi va yakuniy tajribada yog'och konstruksiya elementlarining birikmalari sinovdan o'tkazildi [3]. Stropila oyoqlari uchun taxtalar, bruslar (chorqirra), plastinalar yoki xodalar qo'llaniladi. Taxtalar va chorqirralardan tayyorlanuvchi stropilalar zamonaviy yig'ma industrial qurilish uchun asosiy yechim hisoblanadi.

Yog'och mahalliy qurilish materiali hisoblanuvchi xududlarda stropilalar asosan qurilish joyida tayyorlanadi; bunday sharoitlarda ayrim afzalliklarga ega bo'lgan doiraviy kesimli yog'och-xodalardan stropilalarni tiklash qurilish amaliyotida muvaffaqiyatli tarzda qo'llanilishi mumkin.

Bizning o'lkamizda terak yog'ochidan stropilalar tiklash keng qo'llaniladi.



2-rasm Yog'och tom yopma elementlarni umumiy ko'rinishi.

Stropilalar, odatda, uncha katta bo'lmagan (diametri 12-24 sm) xoda-yog'ochlardan tayyorlanadi. Xodalar tilingan yog'och materiallarga nisbatan 2 baravargacha arzon turadi. Xodalarning egilishga hisobiy qarshiligi ($R_u=1600 \text{ n/sm}^2$) taxtalarinikiga nisbatan ($R_u=1300 \text{ n/sm}^2$) birmuncha katta; xodalarning olovbardoshlik chegarasi taxtalarinikiga nisbatan yuqori. Ko'rinib turibdiki, xodalarni

stropilalarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

To'g'ri konstruksiyalangan va tiklangan nishabli stropilalar – rasporsiz konstruksiya hisoblanadi. Stropilalarda raspor kuchi hosil bo'lmashligi uchun stropila oyoqlarining mauzerlatlar va progonlarga tayanish joylaridagi o'ymali turumlarning tayanch sirtlari gorizontall qilib bajarilishi, stropila oyoqlarida bo'ylama zo'riqishlardan hosil bo'luvchi raspor kuchi juft gorizontallp qamrovchilar yoki to'sinlar qo'yish orqali so'ndirilishi kerak.

Tom qiyaligining burchagi $\alpha \leq 10^\circ$ bo'lsa - stropila oyoqlari gorizontallp o'qli to'sinlar kabi, $\alpha > 10^\circ$ bo'lsa - qiya o'qli to'sinlar kabi hisoblanadi. Ikkinchi holda, tom sirtining (nishabligining) 1m^2 yuzasiga tushadigan yukning qiymati $\cos\alpha$ ga bo'linib, yopma rejasining 1m^2 yuzasiga taosir etuvchi yukka keltiriladi. Stropila oyog'iga taosir etuvchi yuk eni stropilalar qadamiga teng bo'lgan yuk maydoni bo'yicha yig'iladi.

Ikki tayanchli erkin tayanuvchi stropila oyog'ida hosil bo'luvchi maksimalp eguvchi moment quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$M = \frac{q \cdot \ell^2}{8},$$

bu yerda: q - stropila oyog'ining gorizontallp proektsiyasining 1 m uzunligiga taosir etuvchi to'liq (doimiy va qor yuklari) yuk;

ℓ - stropila oyog'ining gorizontallp proektsiyadagi oralig'i.

Stropila oyoqlarining bikrligi element o'qining qiyaligini e'tiborga olgan holda quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi:

$$\frac{f}{\ell_1} = \frac{5q^n \cdot \ell^3}{384 \cdot E \cdot J \cdot \cos\alpha} \leq \frac{1}{200}. \quad (1)$$

Agar stropila oyog'i progon (1-rasm) yoki kashak (2-rasm) qo'rinishidagi qo'shimcha tayanchga ega bo'lsa, uni ikki oraliqli uzluksiz (tutash) to'sin kabi hisoblanadi.

O'rta tayanchdagi kesimda hosil bo'luvchi eguvchi moment quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$M = \frac{q \cdot (\ell_1^3 + \ell_2^3)}{8 \cdot (\ell_1 + \ell_2)}, \quad (2)$$

bu yerda: ℓ_1 va ℓ_2 - gorizontal bo'yicha stropila oyog'ining chetki tayanchlaridan o'rta tayanchgacha bo'lgan masofalar.

Yog'och konstruksiya birikmalari bir xil sharoitda va konstruksiya elementlari vintlar yordamida yig'ilib-yechiladigan qilib tayyorlandi. Tajriba sinov ishlari uchun yog'och konstruksiya elementlarining kesimlari 50x150 mm o'lchamda qabul qilindi. Yog'och elementlarini mahkamlash bir-biriga gorizontal joylashgan to'sin (stropila)larda bajarildi va yog'och tolalariga nisbatan konstruksiya elementlarini mustahkamlash shu tarzda ta'minlandi [4].

Yog'och tom yopma konstruksiyalari qurilishda funksional, samarali va estetik jihatdan juda qulay hisoblanadi. Ular zamonaviy materiallar bilan to'ldirilganda juda uzoq muddatli va ishonchli bo'lishi mumkin. Shu boisdan, ularni to'g'ri loyihalash va montaj qilish juda muhim ahamiyatga ega. Yog'och tom yopma konstruksiyalari tarixan va zamonaviy qurilish amaliyotida o'zining qulayligi, yengilligi va ishonchligi bilan muhim o'rin egallab kelmoqda. Bunday konstruksiyalar nafaqat qurilish materiallari sifatida arzon va foydali bo'lib, balki tabiiy, ekologik xavfsiz va qayta tiklanuvchi resursdan foydalangan holda barpo etilishi bilan ham ajralib turadi [5].

Yog'och konstruksiyalar, ayniqsa, kichik va o'rta hajmdagi binolarda, masalan, xususiy uylar, dacha binolari, xalq me'morchiligiga oid inshootlar, uy-charbacha xo'jalik binolarida keng qo'llaniladi. Bu tom konstruksiyalari zamonaviy injenerlik yechimlar bilan boyitilganda (masalan, metall bog'lovchilar, qo'shimcha tirkamalar, muqovalar bilan) ularning zilzilabardoshligi, shamol va qor yukiga chidamliligi, uzoq muddatlilik yanada oshadi. Tom konstruksiyasining turi, elementlar o'zaro bog'lanishi, geometriyasi va yuklama tahlili kabi omillar to'g'ri tanlangan va loyihalashtirilgan taqdirda, yog'ochdan yasalgan tomlar nafaqat chiroyli va estetik jihatdan ko'rkam, balki mustahkam va iqtisodiy jihatdan maqbul yechim bo'lib xizmat qiladi. Qishloq xo'jaligi binolari, masjidlar, madrasalar, tarixiy yodgorliklar hamda zamonaviy arxitektura ham yog'och tom konstruksiyalarining ahamiyati juda yuqori bo'lib, ularni qayta tiklash va modernizatsiya qilish yo'llari alohida tadqiqotlar mavzusi bo'lib qolmoqda [6,7].

Xulosa:

Yog'och tom yopma konstruksiyalarini to'g'ri loyihalash va elementlarini samarali birlashtirish nafaqat tomning mustahkamligi, balki butun binoning uzoq muddatli va xavfsiz xizmat qilishiga kafolat beradi. An'anaviy va zamonaviy birlashtirish usullarining to'g'ri tanlanishi, qurilish sharoiti va seysmik faollik darajasiga bog'liq holda amalga oshirilishi lozim.

Adabiyotlar

- [1]. Razzakov S.J. Ekologik sof qurilish konstruksiyalari. O'quv qo'llanma. -Toshkent, 2014 y. -
- [2]. SHNQ 2.03.08-22 «Yog'och konstruksiyalar». O'zbekiston Respublikasi qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi Toshkent sh.,2024 yil 25 iyul, 01/2-38-son
- [3]. ГОСТ 58959—2020. Соединения элементов деревянных конструкций на винтах. Москва
- [4]. Mirzaakbarovna, M. S., & Sultanbayevich, T. N. (2021). Wood processing for construction. The American Journal of Applied sciences, 3(5), 186-189.
- [5]. Mirzababayeva S.M. Yog'och binolarning konstruktiv yong'in xavfsizligi ta'minlashning ilmiy asoslari "Yongin-portlash xavfsizligi" ilmiy-amaliy elektron jurnal 223-228 betlar
- [6]. Мирзабабаева, С. М., & Мирзаахмедова, Ў. А. (2022). Древесины и строительство. RESEARCH AND EDUCATION, 96.
- [7]. Турсунов, С., Рахмонов, Б. К., Мирзабабаева, С. М., & Игнатова, О. А. (2018). ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМООБРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ТОПОЛЯ. In Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции "Актуальные вопросы архитектуры и строительства" (pp. 255-262).

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASINING YER FONDI-YER KADASTRINING OB‘EKTI
SIFATIDA**

A.A. Abduraxmonov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,

E-mail: aduxokim2@gmail.com

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasining yer fondi, uning tarkibi, turlari va huquqiy maqomi o‘rganilgan. Yer fondi kadastr, ya‘ni yerlarning hisob-kitobi va nazorati mamlakat iqtisodiyoti va barqaror rivojlanishi uchun muhim ahamiyatga ega. Maqolada yer kadastr ob‘ekti sifatida O‘zbekiston yer fondining yuridik asoslari, uning turlari va kadastr hujjatlarida aks ettirilishi muhokama qilinadi. Shuningdek, maqolada zamonaviy texnologiyalar yordamida yer kadastrini yuritishning samaradorligini oshirish yo‘llari ko‘rib chiqiladi. O‘zbekiston yer kadastrining rivojlanish tendensiyalari va kelajakdagi istiqbollari ham tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: O‘zbekiston yer fondi, yer kadastr, yerning huquqiy maqomi, yer turlari, kadastr hujjatlari, yer resurslarini boshqarish, zamonaviy texnologiyalar, barqaror rivojlanish.

Аннотация: В данной статье рассматривается земельный фонд Республики Узбекистан, его состав, виды и правовой статус. Кадастр земельного фонда, то есть учет и контроль земель, важен для экономики и устойчивого развития страны. В статье рассматриваются правовые основы земельного фонда Узбекистана как объекта земельного кадастра, его виды и отражение в кадастровых документах. Также в статье рассмотрены пути повышения эффективности ведения земельного кадастра с помощью современных технологий. Также проанализированы тенденции развития и дальнейшие перспективы земельного кадастра Узбекистана.

Ключевые слова: Земельный фонд Узбекистана, земельный кадастр, правовой статус земель, виды земель, кадастровые документы, управление земельными ресурсами, современные технологии, устойчивое развитие.

Abstract: This article examines the land fund of the Republic of Uzbekistan, its composition, types and legal status. Land fund cadastre, i.e. land accounting and control, is important for the country's economy and sustainable development. The article discusses the legal basis of the land fund of Uzbekistan as a land cadastre object, its types and its reflection in cadastral documents. Also, the article considers ways to improve the efficiency of land cadastre management with the help of modern technologies. Development trends and future prospects of the land cadastre of Uzbekistan are also analyzed.

Keywords: Land fund of Uzbekistan, land cadastre, legal status of land, types of land, cadastral documents, management of land resources, modern technologies, sustainable development.

Kirish.

O‘zbekiston Respublikasining yer fondi milliy boyliklarning asosiy tarkibiy qismi bo‘lib, mamlakat iqtisodiy rivojlanishi va barqarorlikning muhim omili hisoblanadi. Yer kadastr esa ushbu yer resurslarini boshqarish va ulardan samarali foydalanish uchun muhim huquqiy va texnik vositadir. 2023-yilgi ma‘lumotlarga ko‘ra, O‘zbekiston yer fondi umumiy maydoni 44,8 million gektarni tashkil etadi, shundan 27,2 million gektari qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlar sifatida foydalaniladi. Ushbu yerlarning 60% dan ko‘prog‘i sug‘oriladigan yerlardir, bu esa mamlakatning agroiqtsodiy ahamiyatini yanada oshiradi.

Yer kadastrini sifatli yuritishning dolzarbligi so‘nggi yillarda zamonaviy raqamli texnologiyalarning joriy qilinishi va geografik axborot tizimlarining keng qo‘llanilishi bilan yanada ortdi. Hozirgi vaqtda O‘zbekistonda yer kadastr tizimi yangi texnologiyalar yordamida, jumladan sun‘iy yo‘ldosh tasvirlari va dronlar orqali yangilanmoqda. Bu yer fondining holati to‘g‘risida aniq va ishonchli ma‘lumotlarni taqdim etish imkonini beradi. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, raqamlashtirilgan yer kadastr tizimi iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan birga, korrupsiyani kamaytirish va yer resurslarini samarali boshqarish imkonini yaratadi.

Yaqin yillarda O‘zbekiston yer fondi va kadastrini rivojlantirish bo‘yicha hukumat tomonidan amalga oshirilayotgan islohotlar davom ettirilishi kutilmoqda. Kelajakda yer kadastr axborot tizimining yanada modernizatsiya qilinishi, yer resurslaridan foydalanish samaradorligini

oshirish va yerning huquqiy maqomini yaxshilash, shuningdek, raqamlashtirilgan kadastr tizimiga to'liq o'tish kutilmoqda [1].

Adabiyotlar tahlili

O'zbekiston Respublikasining yer fondi va yer kadastrini o'rganish va rivojlantirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar oxirgi yillarda sezilarli darajada faollashgan. Yer kadastrining huquqiy asoslari va uni boshqarish tizimlari bo'yicha yetakchi olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar yer resurslarini boshqarishda zamonaviy usullarning muhimligini ta'kidlaydi. Xususan, A.A. Berdiyev (2021) va S.X. Ismoilov (2022) kabi mahalliy tadqiqotchilarning ishlari yer kadastrining milliy iqtisodiyotdagi ahamiyatini va kadastr tizimlarini takomillashtirish zarurligini yoritib bergan.

Xalqaro tajribalar ham yer kadastrining raqamlashtirilishi va avtomatlashtirilishi jarayonining ahamiyatini ko'rsatadi. Masalan, Daniya, Niderlandiya va Germaniya kabi mamlakatlarda raqamli yer kadastr tizimlari mamlakat iqtisodiy samaradorligini oshirish bilan birga, yer resurslarini boshqarishdagi shaffoflikni ta'minlashda muhim o'rin tutgan. Xalqaro yer kadastr va ko'chmas mulk bo'yicha akademik tadqiqotlar, xususan, Enemark (2019) tomonidan olib borilgan tahlillarda yer kadastrining integratsiyalashgan raqamli tizimlari ko'chmas mulk bozori va investitsiyaviy faoliyatni faollashtirishda o'z rolini o'ynaganligi qayd etilgan.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, Yevropa davlatlarida raqamlashtirilgan yer kadastr tizimlari yer olish va sotish jarayonlarini o'rtacha 30-40% tezlashtiradi. Bunday tizimlar O'zbekiston sharoitida ham yer olish hujjatlari rasmiylashtirish jarayonidagi korrupsiya xavfini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin. Jumladan, BMTning 2021-yilda e'lon qilingan hisobotiga ko'ra, raqamli yer kadastr tizimlarini tatbiq etish rivojlanayotgan davlatlarda yer resurslarini boshqarishdagi samaradorlikni 25-30% ga oshirishi kutilmoqda [2].

O'zbekistonning yer kadastr bo'yicha olib borilgan ilmiy tahlillarda mamlakatning o'ziga xos yer resurslari va iqtisodiy sharoitlari hisobga olingan holda maxsus yondashuv zarurligi ta'kidlangan. Yer kadastr tizimining avtomatlashtirilishi va raqamlashtirilishi nafaqat huquqiy boshqaruv tizimida yutuqlarni ta'minlaydi, balki iqtisodiyotning turli tarmoqlariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Shu nuqtai nazardan, O'zbekistonning 2030-yilgacha bo'lgan rivojlanish strategiyasida yer resurslari boshqaruvini takomillashtirish, kadastr ma'lumotlarini raqamlashtirish va ularni ochiq qilish masalalari markaziy o'rin tutmoqda.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston yer kadastr tizimi rivojlanishining dolzarbligi xalqaro tajribani inobatga olgan holda, raqamlashtirish va avtomatlashtirish jarayonlarini jadallashtirish zarurligini ko'rsatadi. Shu asosda yer resurslarini boshqarishdagi texnologik yondashuvlar mamlakatda yer kadastrini global standartlarga moslashtirish uchun strategik ahamiyatga ega bo'ladi.

Natijalar

Tadqiqotlar natijasida O'zbekiston Respublikasining yer fondi va yer kadastrining holati, uning milliy iqtisodiyotdagi ahamiyati, shuningdek, zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning zaruriyati aniqlangan. Yer fondi haqida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, yer resurslarini boshqarish samaradorligini oshirish va kadastr ma'lumotlarini raqamlashtirish iqtisodiy va huquqiy boshqaruvda asosiy omillardan biri hisoblanadi. O'zbekiston yer fondining taxminan 61 foizi qishloq xo'jaligi yerlaridan iborat bo'lib, bu mamlakatning agroiqtisodiy ahamiyatini oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, yer resurslarining ko'proq qismi irrigatsion dehqonchilikda foydalaniladi, bu esa yer kadastrini doimiy monitoring qilish va texnik yangilashni talab qiladi [3].

Olingan statistik ma'lumotlarga ko'ra, so'nggi yillarda yer fondini boshqarish tizimlarining raqamlashtirilishi yillik iqtisodiy samaradorlikni 15-20 foizga oshirgan. Jumladan, O'zbekiston yer kadastrini raqamlashtirish jarayonida 2020-yildan boshlab raqamli kadastr tizimlari orqali yer hujjatlarini rasmiylashtirishda vaqt tejash 35 foizga kamaygan. Bu esa aholi va tadbirkorlar uchun yer hujjatlarini olish jarayonidagi noqulayliklarni bartaraf etishga yordam bergan. Bundan tashqari, raqamlashtirish yer ajratish jarayonlarida korrupsion xavflarni sezilarli darajada kamaytirganligi kuzatilgan.

Yer kadastrini zamonaviy texnologiyalar yordamida yangilash nafaqat texnik, balki ijtimoiy va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda ham katta ahamiyat kasb etadi. Kelgusi yillarda yer kadastr

tizimlarini sun'iy yo'ldosh tasvirlari va dron texnologiyalaridan foydalanish orqali avtomatlashtirish kutilmoqda. Bu jarayon, xalqaro tajribaga asoslanib, yer resurslarini monitoring qilish samaradorligini oshirishi mumkin. Masalan, Avstraliyada o'tkazilgan tadqiqotlarga ko'ra, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari yerning holatini kuzatishda ishonchlilikni 45 foizga oshirishga yordam bergan.

Natijalarga asoslanib bashorat qilish mumkinki, O'zbekistonda yer kadastr tizimining raqamlashtirilishi davom ettirilsa, 2025-yilgacha yer resurslari boshqaruvi samaradorligi 30 foizga oshishi kutilmoqda. Shu bilan birga, yer kadastr tizimida sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy qilinishi yer ajratish va hujjatlashtirish jarayonlaridagi xatolarni minimumga tushirishga yordam beradi. Yer kadastr tizimining yanada rivojlanishi mamlakatda yer resurslarini boshqarishning strategik yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi, bu esa barqaror iqtisodiy o'sishga xizmat qiladi [4].

Muhokama

O'zbekiston Respublikasining yer fondini boshqarish va yer kadastr tizimini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan tahlillar ko'rsatadiki, ushbu tizimni zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida yangilash va takomillashtirish zaruriyati yuqori. Hozirgi vaqtda mamlakat yer fondining umumiy maydoni 44,8 million gektarni tashkil etadi, bu resurslarning samarali boshqaruvi esa iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Raqamli texnologiyalar yordamida yer kadastrining avtomatlashtirilishi yer resurslarini boshqarish jarayonida yuqori aniqlikni ta'minlash va davlat boshqaruvi tizimidagi shaffoflikni oshirishga yordam beradi.

Xalqaro tajriba va milliy amaliyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, raqamlashtirilgan yer kadastr tizimi mamlakatning investitsiyaviy salohiyatini oshirishda ham muhim rol o'ynaydi. Xususan, Daniya va Germaniya kabi davlatlarda raqamlashtirilgan yer kadastr tizimlari yer olish va sotish jarayonlarini 30-40% tezlashtirishga olib kelgan bo'lsa, O'zbekistonda bunday tizimlar orqali yer hujjatlarini rasmiylashtirish jarayonidagi noaniqliklarni bartaraf etish imkoniyati mavjud. Raqamli kadastr yerning huquqiy maqomini aniq belgilash, yer bozorini rivojlantirish va mulk huquqlarini himoya qilishga xizmat qilishi kutilmoqda [5].

Maqolada ta'kidlanganidek, O'zbekistonning yer kadastr tizimini rivojlantirish bo'yicha olib borilayotgan islohotlar raqamli texnologiyalar asosida amalga oshirilmoqda. Shuningdek, yer resurslarini boshqarishda xalqaro standartlarga mos tizimlarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Xalqaro tajribalardan kelib chiqib bashorat qilish mumkinki, yaqin kelajakda O'zbekiston yer kadastr tizimi raqamli ma'lumotlar bazasi va sun'iy yo'ldosh tasvirlariga asoslangan avtomatlashtirilgan tizimlar orqali boshqariladi. Bu, o'z navbatida, yer resurslarining holatini aniq va tezkor kuzatib borish, mulkchilik huquqlarini kafolatlash va yer resurslarini strategik boshqarishni yaxshilash imkonini beradi.

Shu bilan birga, zamonaviy yer kadastr tizimining samaradorligini oshirish uchun yuqori texnologiyalar bilan integratsiyalashuvning yangi bosqichiga o'tish zarur. O'zbekistonda sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish yer resurslarining harakatlanishi va o'zgarishlarini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi, bu esa yer tuzilmalarida xatoliklarni kamaytiradi. Hozirgi statistik tahlillar shuni ko'rsatmoqdaki, rivojlangan mamlakatlarda avtomatlashtirilgan yer kadastr tizimlari yillik iqtisodiy samaradorlikni 20-25% ga oshirish imkonini bergan, O'zbekistonda bu ko'rsatkichning 2025-yilgacha 15-20% ga o'sishi kutilmoqda [6].

O'zbekiston sharoitida yer kadastrini avtomatlashtirishning muvaffaqiyati mamlakat iqtisodiyoti va huquqiy tizimiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniq. Kelgusida kadastr tizimining rivojlanishi yer resurslarini yanada samarali boshqarish, barqaror iqtisodiy rivojlanish va milliy yer bozorining ishonchli ishlashini ta'minlash uchun muhim bo'lib qoladi. Yer resurslarini boshqarish tizimida raqamlashtirilgan va avtomatlashtirilgan yondashuvlarning joriy etilishi, shuningdek, ularning global standartlarga moslashtirilishi O'zbekiston yer fondini yanada samarali boshqarish imkonini yaratadi [7,8].

Xulosa

O'zbekiston Respublikasining yer fondi milliy iqtisodiyotning asosiy resurslaridan biri bo'lib, uning samarali boshqaruvi davlatning barqaror iqtisodiy rivojlanishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar va tahlillar asosida shuni aytish mumkinki, yer kadastr tizimining avtomatlashtirilishi va raqamlashtirilishi yer resurslaridan foydalanish samaradorligini oshiradi, huquqiy shaffoflikni ta'minlaydi va korrupsiyani sezilarli darajada kamaytiradi. Ma'lumotlarga ko'ra, raqamli yer kadastr tizimlarini joriy etish orqali yer olish va sotish jarayonlaridagi hujjatlashtirish muddati 30-35 foizga qisqarishi va bu, o'z navbatida, iqtisodiy samaradorlikni 20-25 foizga oshirishga olib kelishi kutilmoqda.

Xalqaro tajribaga ko'ra, raqamlashtirilgan yer kadastr tizimi ko'chmas mulk bozorining faollashishiga va mulkchilik huquqlarini kafolatlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Masalan, Germaniya va Daniya kabi davlatlarda yer kadastr tizimi orqali yer resurslarini boshqarish natijasida iqtisodiyotda barqaror o'sish kuzatilgan, bu holat O'zbekiston sharoitida ham muhim ahamiyatga ega. Shu bois, O'zbekistonda sun'iy yo'ldosh tasvirlari, dron texnologiyalari va sun'iy intellekt kabi zamonaviy texnologiyalardan keng foydalanish orqali yer kadastrini takomillashtirish dolzarbdir.

2025-yilga kelib O'zbekistonning yer kadastr tizimi to'liq raqamlashtirilishi, zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlar orqali boshqarilishi va xalqaro standartlarga mos kelishi kutilmoqda. Bu esa yer resurslarini boshqarishning yanada shaffof va samarali bo'lishiga xizmat qiladi. Kelgusidagi islohotlar doirasida yer hujjatlarini elektron ko'rinishda tayyorlash, yer resurslarini nazorat qilishda sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan foydalanish va avtomatik boshqaruv tizimlarini rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, yer fondining samarali boshqaruvi milliy iqtisodiyotning boshqa tarmoqlariga, jumladan, qishloq xo'jaligi va sanoatga ham ijobiy ta'sir ko'rsatishi bashorat qilinmoqda.

Umuman olganda, yer kadastr tizimini takomillashtirish va raqamlashtirish orqali O'zbekiston Respublikasi yer fondining samarali boshqaruvini ta'minlash va davlatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishiga hissa qo'shish mumkin bo'ladi. Yer resurslarini boshqarishdagi bu yondashuv mamlakatning barqaror rivojlanish strategiyasiga muvofiq holda amalga oshiriladi va xalqaro tajribalarni hisobga olgan holda, iqtisodiyotning turli sohalarida keng qo'llaniladi.

Adabiyotlar

- [1]. Suyunov A.X. "Yer fondini boshqarishning zamonaviy texnologiyalari va ularning iqtisodiy samaradorligi." O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi nashri, Toshkent, 2021. Ushbu asar yer resurslarini boshqarishda raqamli texnologiyalarning rolini o'rganish uchun asosiy manba sifatida xizmat qiladi. Muallif yer kadastr tizimining avtomatlashtirilishi orqali iqtisodiy samaradorlikning oshishini o'rganadi.
- [2]. Beyer, H. and Ziegler, A. "The Impact of Digital Cadastral Systems on Real Estate Market Efficiency: A Comparative Study." *Journal of Land Use Policy*, 2020, 56(4), pp. 112-129. Ushbu xalqaro tadqiqot yer kadastr tizimlarini raqamlashtirishning ko'chmas mulk bozoriga ta'sirini tahlil qiladi va O'zbekiston tajribasi bilan bog'liq bo'lgan iqtisodiy samara va muammolarni ko'rsatadi.
- [3]. Ergashev S. , "O'zbekiston Respublikasi yer resurslarini boshqarish tizimi: rivojlanish istiqbollari va xalqaro tajribalar." *Iqtisodiyot va Innovatsiyalar Jurnali*, 2022, 5(2), 89-104. Ushbu maqola O'zbekistonning yer fondini boshqarish va kadastr tizimlarini modernizatsiya qilish bo'yicha qator islohotlar va ularning iqtisodiy ahamiyatini o'z ichiga oladi.
- [4]. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), "Survey on Land Administration Systems in Europe." *Land Management Report*, 2021. Ushbu hisobot yer boshqaruvi bo'yicha xalqaro tajriba va O'zbekistonda kadastr tizimini rivojlantirish uchun muhim tavsiyalarni taqdim etadi.
- [5]. Dilkashov B.O. , "Sun'iy yo'ldosh texnologiyalaridan foydalanish orqali yer kadastr tizimini modernizatsiyalash." *Geoinformatika va Kartografiya Tadqiqotlari Jurnali*, 2023, 8(3), 45-59. Mazkur tadqiqot sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan foydalangan holda O'zbekiston yer kadastr tizimini avtomatlashtirish bo'yicha zamonaviy texnologiyalarning rolini yoritadi.
- [6]. Zaripov R.N. , "Kadastr ma'lumotlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirishning iqtisodiy samarasini oshirish usullari." O'zbekiston Respublikasi Yer Resurslari Qo'mitasi, Toshkent, 2020. Ushbu monografiya raqamlashtirilgan kadastr tizimlari orqali iqtisodiy samaradorlikni oshirish bo'yicha tahlillarni taqdim etadi.
- [7]. International Federation of Surveyors (FIG), "Digital Cadastral Systems and Their Role in Sustainable Land Management." *FIG Working Paper Series*, 2019. Ushbu xalqaro ishchi hujjat barqaror yer boshqaruvi va raqamli kadastr tizimlari o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish uchun muhim manba hisoblanadi.

- [8]. O'zbekiston Respublikasi Davlat Kadastr Qo'mitasi. "Yer resurslarini boshqarish bo'yicha yillik hisobot." Toshkent, 2022. Bu hisobot O'zbekistonning yer fondi va yer kadastriga oid statistik ma'lumotlarni jamlagan asosiy davlat manbasi sifatida foydalanilgan.

OQAVA SUVLARNI FILTRLASHDA INERT TO'LDIRUVCHILI DONADOR FILTRLAR YORDAMIDA QAYTA TOZALASH TEXNOLOGIYASI

M.K. Negmatov¹, doktorant M.B. Tolipov², talaba S.F. Yusupova³, D. Abdullayeva³

¹Namangan davlat texnika universiteti

²Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti,

³Farg'ona davlat texnika universiteti,

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya; Ushbu maqolada zamonaviy oqava suvlarni tozalash texnologik sxemasiga biologik usulda tozalangan oqava suvlardagi suyuq chiqindilar va qisman organik chiqindilar konsentratsiyasini kamaytirish vazifasini hal qilish uchun inert to'ldiruvchili donador filtrlarni qo'llash borasida so'z boradi. Ayrim filtrlarning texnologik va konstruktiv yechimlari ushbu qurilmalarni yanada keng qamrovli vazifalarni bajarish uchun foydalanish imkoniyatini, nafaqat organik va suyuq chiqindilardan tozalash darajasini oshirish, balki hozirgi vaqtda juda dolzarb bo'lgan azot va fosfor birikmalari kabi biogen chiqindilarni olib tashlash va inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasi bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar hamda usullar to'g'risida ma'lumotlar berilgan

Kalit so'zlar: donador filtrlar, g'ovakli to'ldiruvchi, fosfor birikmalari, ammoniy kationi, kontakt koagulyatsiya, yopishgan mikroflora, to'liq tozalash.

Аннотация; В данной статье рассматривается применение зернистых фильтров с инертными наполнителями в современной технологии очистки сточных вод для решения задачи снижения концентрации жидких и частично органических отходов в биологически очищенных сточных водах. Технологические и конструктивные решения отдельных фильтров позволяют использовать эти устройства для более широкого круга задач, повышая степень очистки не только от органических и жидких отходов, но и от биогенных, таких как соединения азота и фосфора, что в настоящее время весьма актуально. Ведутся исследования по технологии доочистки с использованием зернистых фильтров с инертными наполнителями, а также представлена информация о методах.

Ключевые слова: зернистые фильтры, пористый наполнитель, соединения фосфора, катион аммония, контактная коагуляция, адгезивная микрофлора, полная очистка.

Abstract: This article examines the use of granular filters with inert fillers in modern wastewater treatment technology to reduce the concentration of liquid and partially organic waste in biologically treated wastewater. The technological and design solutions of individual filters allow these devices to be used for a wider range of applications, increasing the degree of purification not only from organic and liquid waste but also from biogenic waste such as nitrogen and phosphorus compounds, a topic of current interest. Research is underway on post-treatment technology using granular filters with inert fillers, and information on the methods is presented.

Key words: granular filters, porous filler, phosphorus compounds, ammonium cation, contact coagulation, adhesive microflora, complete purification.

Kirish

Biologik usulda tozalangan oqava suvlarni tashqi ta'sirga javob bermaydigan donador materiallardan to'ldirilgan filtrlarda qayta tozalash texnologiyasi o'tgan asrning 70-yillari boshida ishlab chiqilgan va hozirga kelib yaxshi o'rganilgan. Filtrlashning asosiy tamoyillari nazariy asoslangan va amalda tasdiqlangan: to'ldiruvchi material donalarining o'lchamlarini kamaytirish orqali filtrlash va to'ldirishni osonlashtirish uchun suv bilan yuvib turish. Filtrlash jarayonida suyuq chiqindilarni mexanik yo'q qilinishi va suyuq chiqindilarning organik qismi yo'q qilinishi natijasida kislorodga bo'lgan ehtiyoj ko'rsatkichining qisman kamayishi amalga oshiriladi. Oqava suvlarni

tozalash amaliyotida qo'llaniladigan bir qator filtr konstruksiyalari taklif qilinadi. Bunda turli xil to'ldiruvchi materiallari – shag'al, tosh, keramzit, kvarts qumi va boshqalardan foydalaniladi. Axoli yashash xududlaridagi oqava suvlarini tozalashda qumli yoki shag'al-qumli filtr qatlamlariga ega bo'lgan filtrlar eng keng tarqalgan. Turli xil konstruksiyadagi filtrlar bir qatlamli va ikki qatlamli, pastga yo'nalgan va yuqoriga yo'nalgan oqimli turlari, filtrlarning ishlash texnologik parametrlari va ularni yuvish rejimlari ishlab chiqarish sharoitiga qarab ishlab chiqilmoqda. Filtrlarni gidravlik hisoblash, standart loyihalari va turlari SHNQ 2.04.03-19 ga keltiriladi.

Hozirgi vaqtda qayta tozalash filtrlari ko'ploq oqava suvlarni tozalash inshootlarida oqava suvlarni tozalash jarayonlarida, yuvish suvlarini chiqarishga ega bo'lgan shag'al-qumli filtrlar va boshqa konstruksiyadagi filtrlar ishlatilib kelinmoqda. Xududlardan chiqqan oqava suvlarni biologik jihatdan tozalangan suvlarini filtrlash suyuq chiqindilar konsentratsiyasini 1-2 mg/l va $\text{KBE}_{\text{to'liq}}$ ni 3-5 mg/l gacha barqaror ravishda kamaytirish imkonini bermoqda.

Oqava suvlarni qayta tozalash filtrlari ishini ta'minlash va tozalangan suv sifatiga bo'lgan talablarni bajarish uchun ancha katta yordamchi xo'jalik qurilishi talab qilinadi: oqava suvlarni biologik tozalash inshootlarida qayta tozalash uchun nasos stansiyasi, bosimni pasaytirish kameralari, filtrlarni taqsimot tizimini tiqilishdan himoya qilish uchun ikkilamchi tindirgichlar yuzasida paydo bo'ladigan suzuvchi chiqindilarni (barglar va boshqalar) ushlash uchun barabanli to'rlar yoki boshqa turdagi qurilmalar, filtrlarni yuvish suvi uchun rezervuarlar, biologik jihatdan tozalangan va yuvish suvlarini berish va chiqarish quvurlari tizimi, filtrlarni yuvish uchun havo berish havo quvurlari bilan ta'minlanadi. Bunday inshootlar kompleksini qurish va ulardan foydalanish juda qimmat hisoblanadi. Oqava suvlarni biologik tozalash texnologik sxemasiga filtrlash qurilmalari kiritilishi tozalash inshootlarining umumiy qiymatini 30% gacha oshirishi mumkinligi hisoblab chiqilmoqda. Bu degani, suyuq chiqindilarni filtrlarda qo'shimcha olib tashlash juda qimmatga tushishi mumkin.

Oqava suvlarni tozalash narxini pasaytirish turli yo'llar bilan amalga oshirilishi mumkin. Oqava suvlarni tozalash narxini kamaytirishning maqbul yo'li filtrlarni tozalash texnologik sxemasidan chiqarib tashlashdir. Bunday xulosaga kelish eng yaxshi mavjud texnologiyalarni tanlash bo'yicha tavsiyalarda o'z ifodasini topishi mumkin. Biroq, bu yo'l suv qabul qilgichlarga chiqariladigan ifloslantiruvchi chiqindilar xajmini ortib ketishiga olib keladi.

Donador materialli filtrlarni qo'llashga muqobil variant sifatida zamonaviy filtrlovchi qurilmalardan foydalanish mumkin: turli o'lchamdagi filtr matolari bilan jihozlangan aylanadigan disklarga ega bo'lgan diskli filtrlar, ularning konstruksiyasiga o'rnatilgan yuvish tizimi yoki o'zini-o'zi yuvadigan diskli filtrlar, avtomatik, vakuumli va boshqa suv tayyorlash inshootlari kiradi. Mamlakatimizdagi oqava suvlarni tozalash inshootlarida ayrim ifloslantiruvchi chiqindilarni olib tashlashda filtrlovchi inshootlarning samaradorligini oshirish uchun ma'lum harakatlar amalga oshirilmoqda va o'rganilmoqda.

Hozirgi vaqtda laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida kengaytirilgan vazifalar spektrini hal qiladigan ba'zi yangi filtr konstruksiyalari ishlab chiqilmoqda va oqava suvlarni tozalash amaliyotida qo'llanilib kelinmoqda.

Filtrlash jarayonida ayrim irikmalarni olib tashlash usullarini ko'rib chiqamiz

Filtrlarda fosfor birikmalarini olib tashlash

Fosfatlarni olib tashlashning texnik jihatdan eng qulay usuli oqava suvni reagent bilan ishlashdir. Kimyoviy ishlov berishda oqava suvning fosfatlardan ifloslanishini kamaytirish, reagent kationi bilan fosfat guruhining erimaydigan birikmalarga bog'lanishi va hosil bo'lgan birikmalarning oqava suvlar cho'kindilari bilan chiqarilishi hisobiga amalga oshiriladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, reagentni kiritish oqava suvlarni biologik tozalashning har qanday bosqichida amalga oshirilishi mumkin. Azot va fosfordan biologik tozalash bilan aerobik-anaerobik biologik tozalashni o'z ichiga olgan istiqbolli zamonaviy sxemalarda ham fosforni reagent bilan olib tashlashga bo'lgan ehtiyoj saqlanib qoladi. Bunda texnologik sxemaning yanada tozalangan oqava suvlarini ishlashda reagentga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, hamda reagentni filtrlardan oldin kiritishda esa kontakt koagulyatsiyasi amalga oshirilishi natijasida pasayish yanada sezilarli bo'ladi. Bunday holda reagentga bo'lgan ehtiyoj mexanik yoki biologik tozalash bosqichida talab qilingan miqdorga

nisbatan 2-4 baravar kamayishi mumkin. Shu bilan birga, reagentni filtrlardan oldin kiritish fosfatlarni to'liq olib tashlash texnologik sxemasining eng oqilona yechimi hisoblanadi.

Reagentni filtrlardan oldin kiritish nuqtasining texnologik afzalligi nafaqat berilgan qoldiq fosfat miqdorini (ya'ni fosfor birikmalarining erigan qismi) ta'minlash uchun zarur bo'lgan reagent dozasini kamaytirish, balki filtrlarning umumiy fosforni o'z ichiga olgan suyuq chiqindilarni ushlashi hisobiga umumiy fosfor konsentratsiyasini ham kamaytirishdir. Bundan tashqari, reagentni filtrlardan oldin kiritish organik chiqindilarni, suyuq chiqindilarni olib tashlash samaradorligini oshirish va reagentning pastroq talab qilinadigan dozalari hisobiga tozalash inshootlarida hosil bo'ladigan qo'shimcha cho'kindi miqdorining o'shishini minimallashtirish imkonini beradi. Kontakt koagulyatsiyasini qo'llash reagentni sotib olish xarajatlarini kamaytirish, reagentni etkazib berish bo'yicha transport xarajatlarini kamaytirish, reagent xo'jaligini qurish xarajatlarini (eritma va sarf idishlari, dozalash qurilmalari) pasaytirish imkonini beradi, bu tozalashning umumiy qiymatiga ta'sir ko'rsatadi.

Ammoniydan biologik tozalashni ta'minlovchi filtrlar

Filtrlarning zamonaviy oqava suvlarni tozalash sxemalarida qo'llash uchun samaradorligini oshirishning mumkin bo'lgan yo'li yirik donali va o'rtacha donadorlikka ega materiallardan foydalangan holda an'anaviy filtrlash qatlamini o'zgartirishdir. Bunday xususiyatlarga ega materiallardan foydalanish to'ldirish materiali qatlamida biologik jarayonni amalga oshirish imkonini beradi, bu azot birikmalari tarkibining pasayishiga olib keladi.

Hozirgi vaqtda ushbu vazifani bajarishga imkon beradigan bir nechta filtr konstruksiyalari ma'lum.

Bajarilgan ishlar natijasida stansiyada yanada zich tashqi ta'sirga javob bermaydigan to'ldiruvchi - bazalt tanlab olinadi. Bu o'rtacha donadorlikka ega bo'lgan og'ir donador materialdir. Bunday to'ldiruvchidan foydalanish filtr-bioreaktorlarda filtrlash tezligini 17-20 m/soat gacha oshirish imkonini beradi. Takomillashtirilgan filtr konstruksiyasi filtrlash jarayoni davomiyligini 1-3 kungacha oshirish, boshlang'ich suvni uzmasdan filtrlarni yuvishni takomillashtirish va hosil bo'ladigan yuvish suvi miqdorini kamaytirish imkonini beradi.

Filtr-bioreaktorlardan foydalanish an'anaviy donador filtrlarni qo'llashda erishiladigan ta'sirga nisbatan qayta tozalangan suv sifati oshishiga olib keladi. Filtrlangan suvda organik chiqindilar miqdori boshlang'ich 6-10 mg/l dan to'liq KBEB 1,5-3 mg/l gacha, suyuq chiqindilar - 1-1,5 mg/l gacha kamayadi. Biologik usulda tozalangan oqava suvda boshlang'ich konsentratsiya 0,7-1,5 mg/l bo'lganda, ammoniy azot konsentratsiyasini 0,1-0,3 mg/l gacha doimiy ravishda kamaytirish ta'siriga alohida e'tibor qaratiladi. Shuningdek, filtr-bioreaktorlarda mis, neft mahsulotlari kamaygani qayd etilib boriladi [1,4].

Bizning tadqiqotlarimiz davomida ammony kationini yuqori darajada olib tashlashni ta'minlash uchun inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasini qo'llash istiqboliligi haqidagi gipoteza ishlab chiqildi.

Filtrlarning o'ziga xos xususiyatlari

Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasining afzalligi filtr orqali o'tayotgan tozalanishi kerak bo'lgan suv bilan birga filtr qatlamiga kiritiladigan katta havo miqdori bilan belgilanadi. Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasi suv tayyorlash amaliyotida temir, marganets va ammonyni olib tashlash uchun eng keng qo'llanilgan, keyin ularning qo'llanish sohasi kengaytirilib- filtrlardan sanoat, keyin esa aholi yashash xududlari oqava suvlarini tozalash uchun foydalanila boshlandi.

Aholi yashash xududlari oqava suvlaridagi ammony kationini oksidlanishi uchun Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida filtrlash imkoniyatlari yarim ishlab chiqarish sharoitida baholanib boriladi [1,3].

Usullar va materiallar

Tadqiqotlar tajriba-texnologik qurilmada olib borilmoqda. Qurilma bir manbadagi oqava suvlarda parallel ishlaydigan ikkita filtr qurilmasidan iborat bo'ladi. Har bir qurilmaning o'lchamlari: balandligi 2 m, to'ldiruvchi material qatlami balandligi - 1,2 m. To'ldiruvchi material sifatida o'lchami 2-6 mm oralig'ida bo'lgan govakli donador materiallar ishlatiladi.

Suvlarni tozalash uchun aholi yashash xududlari oqava suvlarini biologik usulda tozalangan oqava suvi beriladi. Oqava suv aerotenkda dastlabki tozalangan haqiqiy aholi yashash xududlari oqava suvi bo'ladi. Aerotenk turli texnologik parametrlar bilan ishlab, bu filtrlarga beriladigan biologik usulda tozalangan oqava suvdagi ammony kationi boshlang'ich konsentratsiyasini 3-5 dan 20-35 mg gacha, suyuq chiqindilar konsentratsiyasini 10-20 mg/l, organik chiqindilar miqdorini: KBE_{B5} - 10-15 mg/l, KBEK - 80-130 mg/l oralg'ida ta'minlash imkonini beradi.

Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyasining ishlash parametrlari tajriba sharoiti bilan belgilanadi. Ammonyni olib tashlash jarayoni 0,5 va 1,7 m/soat filtrash tezliklarida bajariladi. Har bir filtrash tezligi varianti uchun filtrning tabiiy havo bilan reaksiyaga kirishishi va to'ldiruvchi qatlamining qo'shimcha havo bilan reaksiyaga kirishishi bilan tozalash samaralari solishtiriladi.

Tadqiqot natijalari

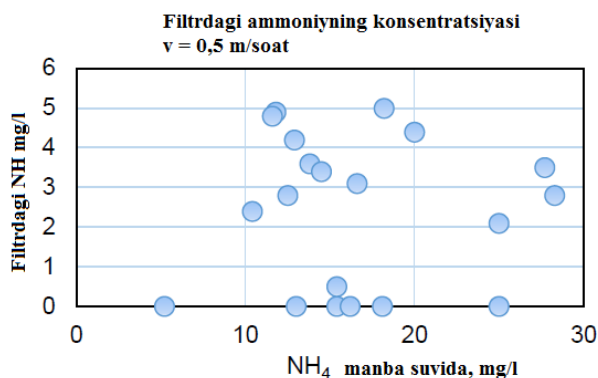
Tajriba qurilmasining asosiy ishlash natijalari 1-rasmlarda keltirilgan.

Past filtrash tezliklarida №1 filtrda ammony kationining qoldiq konsentratsiyasi boshlang'ich suvdagi ammony konsentratsiyasining butun diapazonida 0 mg/l (ya'ni to'liq yo'q qilinishi) dan 5 mg/l gacha (1-rasm) o'zgargan. Qoldiq konsentratsiya miqdori amalda filtra kelayotgan ammonyning boshlang'ich konsentratsiyasiga bog'liq emasligi aniqlandi.

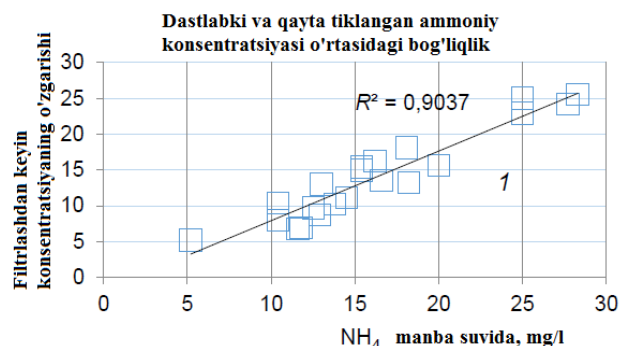
Hatto yuqori boshlang'ich ammony konsentratsiyalarida (10-15 mg/l dan ortiq) filtdagi oksidlanish juda to'liq bo'lsada – ayrim namunalarda ammonyning to'liq yo'q qilinishigacha erishilishi mumkin.

Filtrlangan suvda ammony konsentratsiyasi 0 mg/l (ya'ni to'liq olib tashlash) dan 5 mg/l gacha oralg'ida o'zgargan. Qoldiq konsentratsiyalarning katta tarqalishining sabablaridan biri namuna olish paytida ammony oksidlovchi mikrofloraning hayotiy jarayonlarning turli bosqichlari natijasi bo'lishi mumkin.

Bunda ammonyni olib tashlash samaradorligi 60 dan 100% gacha oralg'ida o'zgargan, ya'ni samaradorlik qiymati ham sezilarli tarqalish bilan tavsiflangan.



1-rasm. Filtrlangan suvdagi NH₄ konsentratsiyasining past filtrash tezligida manba suvidagi NH₄ konsentratsiyasiga bog'liqligi.



2-rasm. Filtrlash jarayonida NH₄ qiymatining o'zgarishining $v = 0,5$ m/soat da dastlabki NH₄ konsentratsiyasiga bog'liqligi, 1 - trend chizig'i.

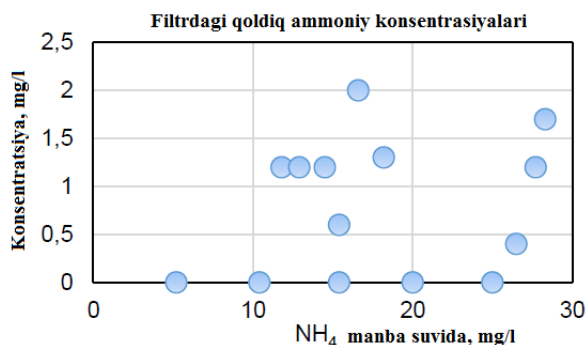
Bunda, yuqori ishonchlilik darajasi bilan, olib tashlangan va boshlang'ich ammony konsentratsiyalari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik o'rnatildi. Ushbu bog'liqlik grafik jihatdan 2-rasmda keltirilgan.

Olib tashlangan ammony konsentratsiyalari miqdori amalda faqat boshlang'ich ammony konsentratsiyasi miqdori bilan belgilangan, ya'ni filtrning ishlash parametrlari ammonyni olib tashlashni cheklamagan.

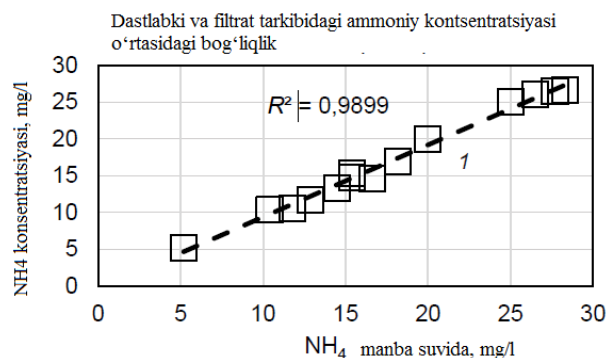
Filtr to'ldirgichiga qo'shimcha majburiy havo berilgan №2 filtr kolonkasida №1 kolonkada olingan bog'liqliklar saqlanib qolgan, lekin ammony tarkibining mutlaq ko'rsatkichlari farq qilgan: filtrashning bir xil texnologik parametrlari (filtrash tezligi, tozalanishi kerak bo'lgan suvning filtr to'ldirgichi bilan aloqa vaqti) bilan bu holda ammonyning yanada to'liqroq oksidlanishi kuzatilgan. Filtratdagi ammony tarkibi bo'yicha ma'lumotlarning tarqalishi ham bo'lgan, lekin kamaygan:

filtratdagi ammony konsentratsiyalari (boshlang'ich ammony tarkibining butun diapazonida) 1,3-2 mg/l dan oshmaganligi, bu 3-rasmda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadi.[3,4]

Ammonyni olib tashlash samaradorligi diapazoni o'rganilgan boshlang'ich konsentratsiyalarning butun intervalida 97-98% gacha qisqargan.



3-rasm. Filtrdagi NH_4 konsentratsiyasining filtr qatlamini qo'shimcha shamollatish bilan manba suvidagi NH_4 konsentratsiyasiga bog'liqligi.



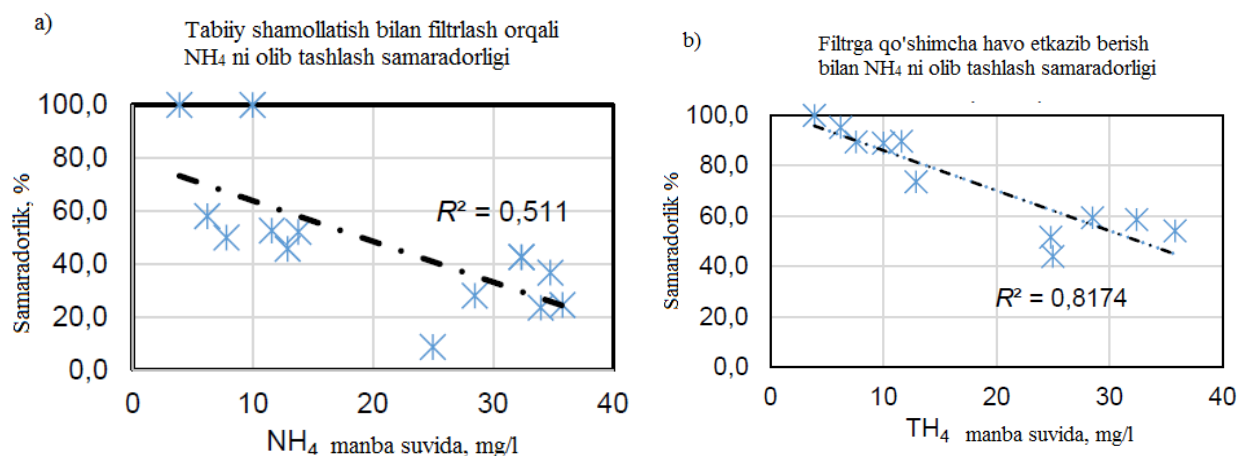
4-rasm. Filtrlash jarayonida NH_4 qiymatining o'zgarishining filtrga havoning $v = 0,5$ m/soatda kiritilishi bilan dastlabki NH_4 konsentratsiyasiga bog'liqligi, 1 - trend chizig'i.

Filtratdagi ammony konsentratsiyasining uning boshlang'ich suvdagi konsentratsiyasi oshishi bilan o'sish bog'liqligi saqlanib qoldi. Bundan tashqari, filtratdagi qoldiq ammony konsentratsiyalari filtrlashga kelayotgan ammony miqdoriga yanada aniq bog'liqlik kasb etdi.

Qo'shimcha havo berilmasdan va filtr qatlamini qo'shimcha havalandirish bilan ishlaydigan filtr kolonkasining ishlash ma'lumotlarini solishtirish shuni ko'rsatadiki, tizimning aerobligini oshirish ammonyni olib tashlash samaradorligini oshirishga, ya'ni boshlang'ich suvdagi ammony kationini oksidlanish to'liqligini oshirishga va tozalash natijalarini barqarorlashtirishga yordam beradi.

Oqava suvni filtrlash tezligini oshirganda ammonyni olib tashlash saqlanib qoldi, lekin boshlang'ich suvdagi ammony tarkibi oshganida ammonyni olib tashlash samaradorligi pasaydi, bu 5-rasmda keltirilgan ma'lumotlardan kelib chiqadi.

Bunda, tabiiy havalandirish rejimida ishlaydigan filtr uchun boshlang'ich ammony konsentratsiyasi <10-15 mg/l bo'lganda, olib tashlash samaradorligi 50-60% ni (5-rasm, a), boshlang'ich oqava suvda sezilarli ammony miqdori bo'lganda (taxminan 25-35 mg/l) esa samaradorlik 20-35% gacha tushgan. Shu bilan birga, qo'shimcha havo berilganda (5-rasm, b) bu ko'rsatkichlar sezilarli darajada yuqori bo'lgan - past boshlang'ich konsentratsiyalar uchun olib tashlash 80-90% ni, sezilarli konsentratsiyalar uchun esa 50-60% ni tashkil etgan.

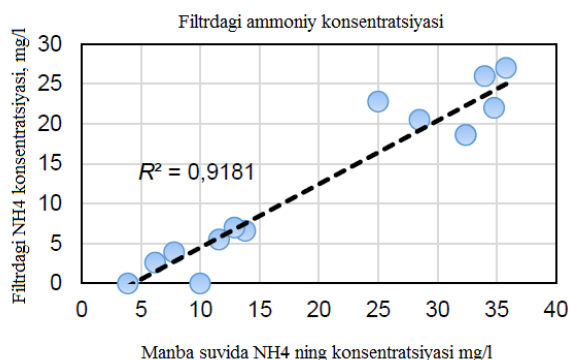


5-rasm. Filtrlash sharoitlarining (etarli miqdorda kislorod mavjudligi) ammoniyni olib tashlash samaradorligiga ta'siri: a - tabiiy shamollatish bilan, b - filtr qatlamini qo'shimcha shamollatish bilan.

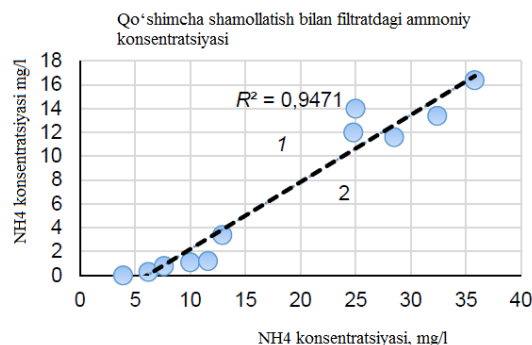
Shunga mos ravishda, filtrash tezligini oshirish boshlang'ich suvdagi konsentratsiya kamayganda qoldiq ammony tarkibining pasayishiga olib keldi (6-rasm). Biroq, oldingi tadqiqot bosqichiga nisbatan, ammonyning 5 mg/l gacha bo'lgan qoldiq konsentratsiyalari uning oqava suvdagi konsentratsiyasi 10 mg/l dan ko'p bo'lmaganda, 2 mg/l dan kam konsentratsiyalar esa 7 mg/l dan kam kirishda erishilgan.

Filtrga 7 mg/l gacha kirishda qoldiq ammony konsentratsiyasi 0,4 mg/l gacha, 10 mg/l gacha berishda esa 1,5 mg/l gacha erishildi.

Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyali filtrlarda ammony olib tashlash imkoniyatining umumshtirilgan bahosi turli texnologik parametrlar - filtrash tezligi, havoning kislorod mavjudligi (o'rganilgan parametrlar doirasida) - 8-rasm grafiklarida keltirilgan.

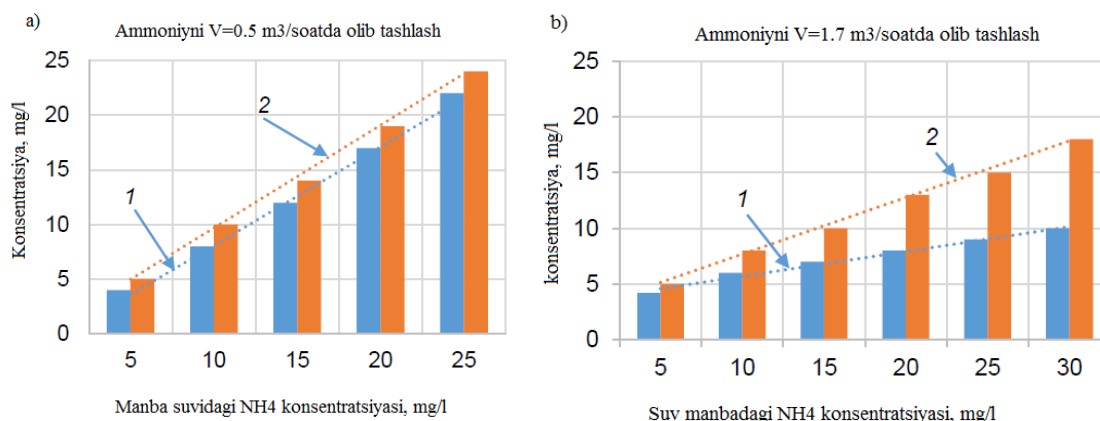


6-rasm. Filtrlangan suvdagi NH_4 konsentratsiyasining yuqori filtrash tezligida manba suvdagi NH_4 konsentratsiyasiga bog'liqligi.



7-rasm. Filtrlangan suvdagi NH_4 konsentratsiyasining qo'shimcha aeratsiya bilan manba suvining NH_4 konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Filtrlangan suvdagi olib tashlangan ammony miqdorlari qiymatlarini solishtirish filtr to'ldirish qatlamida ammony azotini yuqori samaradorlikda olib tashlash uchun eritilgan kislorod mavjudligining katta ahamiyat beradi. Bu ayniqsa filtrash tezliklari oshganda namoyon bo'ladi. Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyali filtrlarda azot birikmalarini olib tashlash biologik jarayonlarning oqishi bilan belgilanadi.



8-rasm. Filtrlashning turli texnologik sharoitlarida chiqarilgan ammoniy qiymatlarining bir xil geometrik parametrlarga ega filtrlarga bog'liqligi: a - 0,5 m/soat tezlikda filtrlashda; b - 1,7 m/soat tezlikda filtrlash vaqtida; 1 - tabiiy shamollatish bilan, 2 - filtr to'shagiga havo etkazib berilganda.

Bunda filtdagi to'ldirish materiali donalarida rivojlanayotgan mikroflora tufayli mikrofloraning suyultirilgan eritmalaridan ammony iste'mol qilishning noyob qobiliyati namoyon bo'ladi. Filtr qatlamiga kiritiladigan havo ammony oksidlanish jarayonini intensivlashtiradi va qoldiq ammony konsentratsiyalari ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi. Belgilangan hodisa

azotdan oqava suvlarni qayta tozalashni boshqariladigan jarayonni yaratish imkonini berishi mumkin [3.4].

Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyali filtrlarda oqava suvlarni tozalash ammony bo'yicha maksimal ruxsat etilgan kontsentratsiyagacha bo'lgan ammonyning to'liq olib tashlashini amalga oshirish imkonini beradi.

Biz taklif qilgan biologik jihatdan tozalangan oqava suvlarni qayta tozalash uchun Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyali filtrlash texnologiyasi va konstruksiyasi, masalan, (tadqiqotlar asosida) g'ovakli donador sintetik material, g'ovakli polistirolni to'ldirish materiali sifatida qo'llashga asoslangan. Tanlangan to'ldirish materialidan foydalanish filtrga suzuvchi materiallarning xususiyatlari tufayli belgilanadigan qo'shimcha afzalliklar beradi:

G'ovakli donador materialning qatlamining yacheykali tuzilishi mikroorganizmlarning yopishishi uchun katta solishtirma yuzani olish imkonini beradi, bu yuqorida ko'rsatilgan;

G'ovakli materiallar uchun tabiiy bo'lgan tashuvchining dona o'lchami kamayish bo'yicha klassifikatsiyasi, ishlab chiqilayotgan inshootda tozalanishi kerak bo'lgan suv harakat yo'nalishi bilan mos keladi, bu oddiy, ekspluatatsiyada qulay bir qatlamli filtr konstruksiyasini taklif qilish imkonini beradi;

Keng dona o'lchami diapazoniga ega to'ldirmadan foydalanish filtrning ifloslanish sig'imini oshirish va bir vaqtning o'zida ifloslantiruvchi chiqindilarni to'liq olib tashlash imkonini beradi.

Demak, filtrlarning yangi yechimi texnologiyani amalga oshirish va filtrlarni ekspluatatsiya qilish bilan bog'liq bir qator masalalarni sezilarli darajada soddalashtiradi.

Tajribaviy filtrlarda filtrlangan suvning biokimyoviy kislorodga bo'lgan extiyoj konsentratsiyasi ishning barcha rejimlarida taxminan bir xil bo'lib, 2-3 mg/l dan oshmagan. Kimyoviy kislorodga bo'lgan extiyoj tarkibi, shu jumladan uning erigan qismi sezilarli darajada kamaydi, bu filtr to'ldirish materiali qatlamida oson oksidlanmaydigan chiqindilarning to'liq oksidlanishi borligidan dalolat beradi. Filtrda kimyoviy kislorodga bo'lgan extiyojning pasayishi 35-58% ni tashkil etdi. Bunda kimyoviy kislorodga bo'lgan extiyoj ko'rsatkichi 80-130 mg/l dan 30-50 mg/l gacha kamaydi. Oson oksidlanmaydigan organik chiqindilarning parchalanishi effekti filtrlangan suvda neft mahsulotlari va sintetik sirt faol moddalar tarkibining 30-45% ga kamayishi bilan birga keldi.

Inert to'ldiruvchili donador filtrlar yordamida qayta tozalash texnologiyali filtrlarni sinov natijalarini qayta ishlash suvning filtrda qolish vaqti quyidagi nisbat bilan belgilanishining ko'rsatdi:

$$T = \frac{\alpha \varepsilon v}{V} = \frac{\alpha \varepsilon H S}{V}, \quad (1)$$

bu yerda T- oqava suvning filtrda qolish vaqti, soat; ε - filtr to'ldirish qatlamining ko'pikdarligi; v - filtrning ishchi hajmi, m^3 ; V - tozalanishi kerak bo'lgan suv sarfi, m^3 /soat; H - filtr materiali qatlami balandligi, m; S - filtr kesma maydoni, m^2 ; α - porli fazodagi suyuqlik ulushini hisobga oladigan koeffitsient.

To'liq azot olib tashlashni ta'minlashda qayta tozalangan suvdagi ammony kationining qoldiq konsentratsiyasining uning boshlang'ich tarkibiga bog'liqligi logarifmik funktsiya bilan tavsiflanishi mumkin:

$$NH_{4f} = k \ln(NH_{4bosh}) - C. \quad (2)$$

Shunday qilib, natijada filtrash tezligi yoki aloqa vaqtining ta'siri, uni filtr to'ldirish balandligi, havo berishi bilan o'zgartirish mumkinligi, shuningdek, ammonyning aerotenklar yoki biofiltrlarda dastlabki biologik oksidlanishining maqsadga muvofiqqligini hisoblash mumkinligi haqida ma'lumotlar olingan.[3,5]

Filtrlarni qo'llash foydasiga muhim omil shundaki, filtrlarning mavjudligida suv ob'ektlari ikkilamchi cho'ktirgichlardan faol loyning nazoratsiz chiqib ketishi mumkin bo'lgan hollarda suv qabul qilgichlarga suyuq chiqindilarning ko'p miqdorda to'satdan kirishidan, shuningdek, texnologik rejimning vaqtincha buzilishi ehtimoli, inshootlarni ekspluatatsiya qilish tajribasining etarli emasligi va avtomatlashtirilgan sxemaning ishlanmaganligi bilan bog'liq vaziyatlardan himoyalangan bo'ladi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda xududlardagi oqava suvlarini tozalashning texnologik sxemalarida qo'shimcha tozalash bosqichida turli loyihadagi filtrlarning ahamiyatini va dolzarbligini oshirishda biz tavsiya etayotgan Filtrlash qurilmasida donador filtrlarni qo'llash orqali an'anaviy organik va suyuq chiqindilardan tashqari azot va fosfor birikmalarini ham olib tashlash imkonini berishi mumkin. Bir qator ifloslantiruvchi chiqindilar bo'yicha maksimal ruxsat etilgan kontsentratsiya talablariga erishish mumkin bo'lgan filtrlarni qo'llash ushbu chiqindilarni olib tashlash xajmini texnologik sxema inshootlari o'rtasida qayta taqsimlash va oqava suvlarni tozalashning butun jarayonining iqtisodiy ko'rsatkichlarini oshirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Mirzobakhrom Negmatov1*, Donier Akhunov1, Muzaffar Tolipov1, Parida Sultanbekova Synabayevna2, and Akerke Meirbekova2. Environmental aspects of the use of pressure filters for water purification of reservoirs in drinking water supply systems (<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345202018>)
- [2]. Negmatov M.K., Juraev Sh. Sh., Atamov A.A. 2022 Filtration of natural water with increased upflow speed. *European international journal of multidisciplinary research and management studies*. (ISSN: 2750-8587 (DOI: <https://doi.org/10.55640/eijmrms-03-01-02>))
- [3]. Zaletova N. A., Zaletov S. V. Potential of the technology for the advanced treatment of wastewater using granular-bed filters with an inert medium. *Вода и экология: проблемы и решения*. doi: 10.23968/2305-3488.2019.24.4.20-29
- [4]. Mirzabaxrom Negmatov1*, Doniyor Akhunov1, and Muzaffar Tolipov2 Determining the dirt capacity of loading pressure water treatment filters with an upward flow of purified water (<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345202016>)
- [5]. Negmatov M. K., Zhuraev K. A., Yuldashev M. A. 2019 Treatment of Sewage Water of Electrical Production on Recycled Filters. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. (T. 6. – №. 10.) – cc. 11132-11135.
- [6]. Negmatov M.K., Akhunov D.B., Atamov A.A., Tolipov M.B. Influence of water and suspension properties on the performance of ultra-high-speed filters.// *Education News: research in the XXI century* 2023. 1(12), 289-297.
- [7]. Negmatov M.K., Akhunov D.B., Tolipov M.B. Features of the ultra-high-speed filter station mode // *News of education: research in the XXI century*. 1(12), 280-288.
- [8]. M.K. Negmatov, G.S. Boboeva, M.B. Tolipov, etc, Certificate of official registration of the computer program in the state register of the Republic of Uzbekistan No. DGU 2023 0556 Mathematical modeling of the filtration process of a pressure water treatment filter unit.. 26.01 .2023 (Tashkent, 2023)

УДК 664

**СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ
БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ
И СУШКИ ФРУКТОВ**

Т.К. Жабборов¹, Н.М. Курбанов², И.Т. Жабборов³, М.З. Сиддиқов³

¹Ферганский государственный технический университет tulkin_jabborov@mail.ru

²Наманганский государственный технический университет nematillo68@mail.ru

³Наманганский государственный технический университет

islombek.jabborov.97@mail.ru, msiddiqov94@mail.ru

(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация: В данной статье освещены современные и инновационные технологии переработки и сушки плодоовощной продукции, проанализированы вопросы сохранения качества пищевых продуктов и обеспечения их безопасности с помощью этих технологий. В то же время были разработаны научные основы для максимального сохранения пищевой ценности продукта, повышения его экологичности и повышения энергоэффективности.

Ключевые слова: фрукты и овощи, переработка, сушка, инновационные технологии, безопасность пищевых продуктов, мониторинг качества, энергоэффективность.

Abstract: This article highlights modern and innovative technologies for processing and drying fruit and vegetable products, analyzes the issues of preserving food quality and ensuring their safety using these technologies. At the same time, scientific foundations have been developed to maximize the nutritional value of the product, increase its environmental friendliness and increase energy efficiency.

Keywords: fruits and vegetables, processing, drying, innovative technologies, food safety, quality monitoring, energy efficiency.

Annotatsiya: ushbu maqolada meva-sabzavot mahsulotlarini qayta ishlash va quritishning zamonaviy va innovatsion texnologiyalari yoritilgan, oziq-ovqat sifatini saqlab qolish va ushbu texnologiyalar yordamida ularning xavfsizligini ta'minlash masalalari tahlil qilingan. Shu bilan birga, mahsulotning ozuqaviy qiymatini maksimal darajada saqlash, uning ekologik tozaligini oshirish va energiya samaradorligini oshirish uchun ilmiy asoslar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: meva va sabzavotlar, qayta ishlash, quritish, innovatsion texnologiyalar, oziq-ovqat xavfsizligi, sifat monitoringi, energiya samaradorligi.

За последние сто лет мировая пищевая промышленность пережила значительные этапы развития технологий переработки и хранения плодоовощной продукции. До середины двадцатого века в основном использовались традиционные методы сушки в естественных условиях — например, сушка под солнечным светом или в воздушном потоке-с такими недостатками, как значительная потеря пищевой ценности продуктов, высокая вероятность микробиологического загрязнения. Поэтому в 1950-1970-е годы начали разрабатываться сушильные аппараты на основе тепла, но даже этих технологий оказалось недостаточно для полноценного сохранения цвета, вкуса, содержания витаминов в продуктах.

В 1980-х и 1990-х годах появились современные методы конвективной сушки, которые, хотя и имели более высокую эффективность по сравнению с предыдущими методами, потребляли гораздо больше энергии. В этот период проблема энергосбережения и защиты качества продукции стала более актуальной. А с 2000-х годов в мире начали развиваться инфракрасные, микроволновые, вакуумные и тепловые технологии сушки, основанные на инновационных подходах. 1980-х и 1990-х годах появились современные методы конвективной сушки, которые, хотя и имели более высокую эффективность по сравнению с предыдущими методами, потребляли гораздо больше энергии. В этот период проблема энергосбережения и защиты качества продукции стала более актуальной. А с 2000-

х годов в мире начали развиваться инфракрасные, микроволновые, вакуумные и тепловые технологии сушки, основанные на инновационных подходах. Эти методы быстро внедрялись в производство, особенно в странах Европы и Азии, и показали высокую эффективность. Например, технологии сушки на основе инфракрасного излучения получили широкое распространение к 2010-м годам и послужили эффективным средством сохранения естественного цвета плодов, витаминов, биологически активных компонентов.

В связи с тем, что в последние годы в Узбекистане интенсивно развивается производство фруктов и овощей и увеличиваются объемы экспорта, актуальной задачей стало внедрение новых технологий их переработки и сушки. В частности, в период с 2015 по 2025 год был проведен ряд научных исследований по использованию методов сушки фруктов с помощью теплового насоса, инфракрасной и микроволновой сушки. В связи с тем, что в последние годы в Узбекистане интенсивно развивается производство фруктов и овощей и увеличиваются.

На основе опытных опытов была сформирована следующая таблица.

1-таблица.

Технология сушки	Время высушивания (час)	Потребление энергии (кВтч/кг)	Хранение витамина С (%)	Органолептическая оценка (баллы)
Инфракрасный (50°C)	10	0.8	70	7.8
Тепловой насос (40°C)	12	1.2	75	8.3
Конвективный (60°C)	15	1.8	65	6.2

Сегодня продовольственная безопасность рассматривается как один из приоритетов в глобальном масштабе. В докладах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) говорится, что разработка передовых технологий для надлежащей переработки фруктов и овощей и увеличения срока их хранения играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности человечества. Поэтому актуальными остаются такие направления, как сушка продукции, автоматизация контроля качества, цифровизация процессов на основе современных, экологически чистых и высокоэффективных инновационных технологий.

Обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов является одной из ключевых задач современной пищевой промышленности и глобальной продовольственной системы. В условиях роста населения Земли, изменения климата и усиления требований к экологической устойчивости особую значимость приобретают технологии, позволяющие эффективно сохранять питательные и органолептические свойства продуктов при одновременном продлении сроков их хранения.

Фрукты занимают важное место в рационе человека благодаря высокому содержанию витаминов (А, С, Е, группы В), органических кислот, антиоксидантов, клетчатки и минеральных веществ. Их регулярное употребление способствует укреплению иммунитета, профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, нормализации обмена веществ и повышению общего уровня здоровья населения. Однако высокая влажность и биохимическая активность фруктов делают их крайне нестойкими при хранении: уже через несколько дней после сбора урожая в обычных условиях происходят процессы ферментации, потемнения, размножения микроорганизмов, что приводит к снижению качества и потере пищевой ценности.

Традиционные методы переработки и консервации (термическая обработка, соление, консервирование сахаром или кислотами, солнечная сушка) позволяют частично решить проблему, но сопровождаются значительными потерями биологически активных веществ,

изменением вкуса и текстуры продукта. В последние десятилетия эти методы дополняются инновационными технологиями, ориентированными на минимизацию термического воздействия, сохранение естественного состава фруктов и обеспечение микробиологической безопасности.

Особое внимание в научных исследованиях уделяется разработке новых методов сушки, так как именно этот процесс является одним из наиболее эффективных способов сохранения фруктов без применения консервантов. Современные технологии, такие как инфракрасная, микроволновая вакуумная и сублимационная сушка, позволяют существенно сократить потери витаминов и антиоксидантов, сохранить натуральный цвет, аромат и вкус. Кроме того, такие методы обладают высокой энергоэффективностью и экологической безопасностью, что делает их перспективными в условиях перехода к «зеленой экономике».

Таким образом, актуальность исследования инновационных технологий обработки и сушки фруктов обусловлена необходимостью комплексного решения задач продовольственной безопасности, сохранения здоровья населения, снижения энергетических затрат и уменьшения негативного влияния на окружающую среду.

Научные исследования были сосредоточены на сохранении качества, обеспечении безопасности пищевых продуктов и повышении энергоэффективности фруктовых и овощных продуктов путем их обработки и сушки с использованием инновационных методов и проводились на следующих этапах:

- Определение исходных физико-химических свойств продуктов
- Определение основных параметров процесса сушки
- Математическое моделирование технологий сушки
- Оценка эффективности инновационных методов на основе экспериментальных испытаний
- Организация мониторинга показателей качества продукции

В ходе исследования были проанализированы Тепло массообменные процессы при сушке фруктов и овощей на основе следующих основных теоретических формул. Скорость выделения влаги:

$$m_{\text{влажность}} = k \cdot A \cdot (Y_s - Y_a)$$

здесь: $m_{\text{влажность}}$ - скорость испарения влаги (кг/с);

k -коэффициент массообмена (кг/м²с);

A -поверхность изделия (м²);

Y_s - концентрация влаги на поверхности пропродукта;

Y_a - концентрация влаги в окружающей среде;

Эффективность процесса сушки:

$$\eta_{\text{сушка}} = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \times 100\%$$

здесь: m_0 - исходная масса продукта;

m_t - масса после окончания сушки;

В качестве математической модели процесса сушки было предложено следующее уравнение:

$$\frac{dX}{dt} = -k(X - X_{eq})$$

здесь: X - влага в продукте (кг воды / кг сухого вещества);

X_{eq} - влажность в равновесии;

k - коэффициент скорости сушки;

Перспективы развития и внедрения технологий. Развитие инновационных методов обработки и сушки фруктов в ближайшие годы будет определяться несколькими ключевыми тенденциями: цифровизацией производственных процессов, внедрением энергоэффективных

решений, применением экологически безопасных технологий и интеграцией биотехнологических подходов.

1. Цифровизация и интеллектуальные системы управления

Современные сушильные комплексы активно оснащаются сенсорными и автоматизированными системами контроля температуры, влажности, скорости воздушного потока и других технологических параметров. В перспективе ожидается более широкое использование:

- Интеллектуальных систем мониторинга, позволяющих в реальном времени отслеживать состояние продукта и корректировать режимы сушки;
- Цифровых двойников сушильных установок, обеспечивающих виртуальное моделирование процессов для выбора оптимальных параметров;
- Искусственного интеллекта и машинного обучения, которые помогут прогнозировать качество готового продукта в зависимости от характеристик сырья и условий обработки.
- Это позволит существенно повысить воспроизводимость технологических процессов, минимизировать ошибки и снизить энергозатраты.

2. Энергоэффективность и использование возобновляемых источников энергии

Одним из важнейших направлений развития технологий является переход на низко-энергозатратные методы сушки, а также интеграция возобновляемых источников энергии (солнечной, геотермальной, биогазовой) в сушильные системы. Внедрение гибридных установок позволит существенно снизить стоимость конечного продукта и уменьшить углеродный след пищевой промышленности.

Кроме того, перспективным является развитие технологий рекуперации тепла, при которых энергия, выделяющаяся в процессе сушки, повторно используется для нагрева воздуха или воды в системе.

3. Экологичность и безопасность

Современные тенденции ориентированы на минимизацию использования химических консервантов за счет оптимальных режимов сушки и применения натуральных защитных покрытий (на основе пищевых биополимеров, пектинов, хитозана). Это позволяет сохранить микробиологическую безопасность и продлить срок годности без ущерба для здоровья потребителей.

4. Биотехнологические инновации

Важным направлением является интеграция биотехнологий, например:

- использование энзимной предобработки фруктов перед сушкой для сохранения цвета и структуры;
- применение биоактивных растворов (антиоксидантов растительного происхождения) для увеличения устойчивости к окислительным процессам;
- разработка сушеных продуктов с функциональными свойствами (обогащение пробиотиками, витаминами и минералами).

5. Упаковка и хранение. Развитие инновационных технологий обработки неразрывно связано с совершенствованием упаковки. Перспективными являются:

- умные упаковочные материалы, которые способны изменять цвет при нарушении условий хранения;
- биоразлагаемая упаковка на основе крахмала, полимолочной кислоты и других биополимеров, которая снижает нагрузку на окружающую среду;
- активная упаковка, содержащая антиоксидантные или антимикробные компоненты, продлевающая срок годности сушеных фруктов.

6. Глобализация и стандартизация качества

С расширением мировых рынков растет необходимость унификации стандартов качества сушеных фруктов. В перспективе будут активно внедряться международные стандарты, а также цифровые системы прослеживаемости продукции от производителя до потребителя на основе блокчейн-технологий.

На основании этого исследования были получены следующие научно-практические результаты:

1. Применение инновационных технологий, таких как инфракрасное излучение, тепловой насос, микроволновая печь, при обработке и сушке плодоовощной продукции значительно улучшает качество продукции по сравнению с традиционными методами. В результате опытов-испытаний доказано сохранение до 60-90% питательных веществ, сохранность естественных цветовых и вкусовых показателей продукта на уровне 75-80%.
2. Наблюдалось сокращение продолжительности сушки в 1-3 раза, то есть, например, с 18-20 часов до 8-10 часов, а энергоэффективность увеличилась на 25-35%. Это позволяет экономить ресурсы в процессе производства.

Список литературы

- [1]. Мирзаев Х.Х., Курбонов Ж.Ж. *Қишлоқ хўжалигини модернизация қилишда қўлланиладиган замонавий қуритиш технологиялари*. – Самарқанд: СамДУ нашриёти, 2022. – 134 б. – Б. 50–80.
- [2]. Михайлов А.И., Соловьев В.Н. *Процессы и аппараты пищевых производств*. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 380 с. – С. 201–240.
- [3]. Рахмонов Ф.Б. *Quritilgan meva-sabzavot mahsulotlarini eksport qilishning ilmiy asoslari*. – Тошкент: “Fan va texnologiya”, 2023. – 144 б. – Б. 77–99.
- [4]. Назаров А.Х., Мирзаев Ш.Р. *Oziq-ovqat mahsulotlarini biologik xavfsizligini oshirishning innovatsion yondashuvlari*. – Наманган: “NamDU”, 2022. – 118 б. – Б. 40–72.
- [5]. Алымов Н.П., Громов В.И. *Сушильные процессы в пищевой промышленности*. – Москва: КолосС, 2020. – 288 с. – С. 53–85.
- [6]. Хасанов О.Р. *Meva va sabzavot mahsulotlarini saqlash texnologiyasi*. – Toshkent: “Universitet”, 2019. – 195 b. – B. 102–125.
- [7]. Karimov N.I. *Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari*. – Samarqand: Samarqand davlat universiteti nashriyoti, 2023. – 185 b. – B. 79–110.

SUN’IY INTELLEKT HAMDA KENGAYTIRILGAN VA VIRTUAL HAQIQAT TEKNOLOGIYALARINING ZAMONAVIY TA’LIMGA INTEGRATSIYASI VA UNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

M.A. Mahmudova, J.X. Karimov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
muqaddasxonmahmudova2020@gmail.com
zasurk07@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация: В статье анализируется интеграция технологий искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности в современные образовательные процессы, их дидактические возможности и влияние на эффективность образования. Подчеркиваются преимущества данных технологий в повышении мотивации учащихся к обучению, обеспечении индивидуального подхода, наглядном и интерактивном объяснении сложных понятий. Также на примерах обоснованы показатели качества, достигаемые за счет внедрения технологической интеграции в педагогические методики. В исследовании анализируется существующий опыт, научные источники и практические результаты, а также намечаются перспективы будущего развития.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дополненная реальность, виртуальная реальность, образовательные технологии, дидактические возможности, современное образование, инновационные методы, эффективность обучения.

Abstract: This article analyzes the integration of artificial intelligence, augmented reality and virtual reality technologies into modern educational processes, their didactic capabilities and impact on educational effectiveness. The advantages of these technologies in increasing students' motivation to learn, ensuring an individual approach, and explaining complex concepts in a visual and interactive form are highlighted. Also, the quality indicators achieved through the introduction of technological integration into

pedagogical methodologies are substantiated with examples. The study analyzes existing experiences, scientific sources and practical results, and indicates future development prospects.

Keywords: artificial intelligence, augmented reality, virtual reality, educational technologies, didactic capabilities, modern education, innovative methods, educational effectiveness.

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining zamonaviy ta'lim jarayonlariga integratsiyasi, ularning didaktik imkoniyatlari hamda ta'lim samaradorligiga ta'siri tahlil qilinadi. Mazkur texnologiyalarning o'quvchilarning bilim olish motivatsiyasini oshirish, individual yondashuvni ta'minlash, hamda murakkab tushunchalarni vizual va interaktiv shaklda tushuntirishdagi afzalliklari yoritiladi. Shuningdek, texnologik integratsiyaning pedagogik metodikalarga olib kirilishi orqali erishiladigan sifat ko'rsatkichlari misollar bilan asoslab beriladi. Tadqiqotda mavjud tajribalar, ilmiy manbalar va amaliy natijalar tahlil qilinib, kelgusidagi rivojlanish istiqbollari ko'rsatib o'tiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, kengaytirilgan haqiqat, virtual haqiqat, ta'lim texnologiyalari, didaktik imkoniyatlar, zamonaviy ta'lim, innovatsion metodlar, o'quv samaradorligi.

Kirish. Zamonaviy ta'lim tizimi raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan davrda yangicha yondashuvlarni talab qilmoqda. Xususan, sun'iy intellekt (SI), kengaytirilgan haqiqat (KH) va virtual haqiqat (VH) texnologiyalari nafaqat texnik sohalarda, balki pedagogik jarayonlarda ham muhim o'rin egallab bormoqda. Ushbu texnologiyalar o'quvchilarning bilim olish jarayonini yanada interaktiv, individual va samarali qilish imkonini bermoqda. Ta'limda ularning qo'llanilishi orqali murakkab tushunchalarni vizual va tajribaviy shaklda anglash, o'quv materiallarini shaxsga moslashtirish hamda o'quv motivatsiyasini kuchaytirish kabi bir qator didaktik afzalliklarga erishish mumkin.

Mazkur tadqiqotda sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining zamonaviy ta'limga integratsiyasi, ularning didaktik imkoniyatlari va ta'lim samaradorligiga ta'siri har tomonlama tahlil qilinadi. Shuningdek, bu texnologiyalarni amaliyotga joriy etishning istiqbollari va mavjud muammolari ham ilmiy asosda ko'rib chiqiladi.

Zamonaviy pedagogikada texnologik yondashuvlar orqali ta'lim jarayonini takomillashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Sun'iy intellekt ta'lim sohasida shaxsiylashtirilgan o'quv yo'nalishlarini shakllantirish, bilim darajasini tahlil qilish va avtomatlashtirilgan baholash imkonini beradi. Bu borada J. Woolf (2010) tomonidan ilgari surilgan "intellektual ta'lim tizimlari" nazariyasi SI asosidagi o'quv modellarini ishlab chiqishda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.

Kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalari esa Dale'ning "tajriba konusi" (Cone of Experience) nazariyasiga tayanib, o'quvchini real yoki yaqinlashtirilgan virtual muhitga jalb etish orqali yanada chuqurroq bilim egallashni ta'minlaydi. Bu texnologiyalar orqali kinestetik, vizual va eshitish orqali o'rganishga asoslangan multimodal o'qitish imkoniyati yuzaga keladi.

Shuningdek, Vygotskiyning "yaqin rivojlanish zonasi" konsepsiyasi bu texnologiyalar yordamida o'quvchini o'z bilim salohiyatining yuqori cho'qqisiga olib chiqish mumkinligini nazariy asoslaydi. Integratsiyalangan ta'lim texnologiyalarining didaktik samaradorligi esa konstruktivistik ta'lim yondashuvlari bilan uyg'unlashib boradi.

Sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining ta'lim jarayoniga integratsiyasi nafaqat o'quv jarayonini soddalashtirish, balki uni moslashtirish va interaktivlashtirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda ushbu texnologiyalar asosida shakllangan o'quv dasturlar, platformalar va ilovalar orqali ta'limning shaxsga yo'naltirilgan modeli amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Masalan, sun'iy intellekt yordamida o'quvchilar bilim darajasiga mos mashqlar va testlar avtomatik ravishda tavsiya qilinadi, bu esa individual yondashuvni ta'minlaydi.

Kengaytirilgan haqiqat texnologiyasi orqali o'quvchilar real muhitda qo'shimcha ma'lumot va grafik tasvirlar bilan ishlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu, ayniqsa, tabiiy fanlar, texnologiya va tibbiyot kabi sohalarda murakkab obyektlar va jarayonlarni tushuntirishda samarali hisoblanadi. Misol uchun, biologiya darslarida inson organizmi tuzilishini 3D ko'rinishda ko'rsatish orqali o'quvchilarning mavzuga bo'lgan qiziqishi va tushunish darajasi ortadi.

Virtual haqiqat texnologiyasi esa o'quvchini to'liq sun'iy muhitga olib kirish orqali amaliyotga yaqin tajriba orttirishga yordam beradi. Masalan, tarix fanida o'quvchilar o'tmishdagi voqealar yoki arxeologik obidalarni virtual sayohat orqali ko'rishlari mumkin. Bu esa o'quv motivatsiyasini oshirish, tafakkurni rivojlantirish hamda bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishga xizmat qiladi.

Biroq bu texnologiyalarni to'liq joriy etishda bir qator muammolar mavjud: yuqori texnik xarajatlar, o'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarining yetarli emasligi, internet infratuzilmasining cheklanganligi va ba'zan o'quvchilarda texnologiyaga haddan tashqari qaramlik holatlarining yuzaga kelishi. Shu bois, bunday texnologiyalarni joriy qilishda ularning didaktik asoslari, xavfsizlik choralari va pedagogik yondashuvlar puxta ishlab chiqilishi lozim.

Tadqiqotda sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining ta'lim jarayoniga integratsiyasi bo'yicha nazariy va amaliy tahlil usullari qo'llanildi. Avvalo, mavzu bo'yicha ilgari o'rganilgan ilmiy manbalar kontent tahlili asosida o'rganildi. Shuningdek, O'zbekiston va xorijiy davlatlardagi tajribalar solishtirildi.

Amaliy qismda oliy ta'lim muassasalarida ushbu texnologiyalar qo'llanilayotgan ayrim fan kurslarida kuzatuv, so'rovnoma va intervyu metodlari orqali axborotlar yig'ildi. Olingan natijalar asosida texnologik integratsiyaning ta'lim samaradorligiga ta'siri statistik jihatdan baholandi.

Bundan tashqari, o'qituvchilar va talabalar o'rtasida o'tkazilgan so'rovnomalarda orqali ularning ushbu texnologiyalar bo'yicha bilim darajasi, munosabati va foydalanish tajribalari aniqlashtirildi. Tahlillar sifatli va miqdoriy yondashuv asosida olib borildi.

Sun'iy intellektning ta'limga integratsiyasi bir qancha usul va texnologiyalarni o'z ichiga oladi. Mashinani o'rganish algoritmlari talabalarning ishlashini prognoz qilish, shaxsiylashtirilgan ta'lim kontentini tavsiya qilish hamda ma'muriy vazifalarni avtomatlashtirishda qo'llaniladi. Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) talabalarning savollariga javob beradigan, real vaqt rejimida muloqot qila oladigan chatbotlar va virtual repetitorlarni yaratishda foydalaniladi. Learning Analytics sun'iy intellektga asoslangan tahlil vositalari orqali talabalarning taraqqiyoti va faoliyatini onlayn ta'lim platformalaridan keladigan turli ma'lumotlarni yig'ib, tahlil qiladi. Gamifikatsiya esa sun'iy intellekt yordamida o'quv jarayonini qiziqarli va interaktiv qilish uchun har bir talaba uchun shaxsiy o'yin tajribalarini yaratadi. Kompyuterni ko'rish texnologiyalari esa talabalarning yuz ifodalari va tana tilini tahlil qilib, ularning hissiy holatini aniqlaydi va zarur paytda aralashishga imkon beradi.

Sun'iy intellekt ta'limni inqilobiy darajada o'zgartirish imkoniyatlariga ega bo'lib, uning asosiy afzalliklari orasida shaxsiylashtirilgan ta'lim mavjud. Sun'iy intellekt ta'lim mazmuni va tajribasini har bir talabaning individual ehtiyojlari va qobiliyatlariga moslashtiradi, ularning ishlashi va qiziqishlarini tahlil qilib, o'rganishni ularning o'z tezligi va uslubida tashkil etadi. Intelligent repetitorlik tizimlari sun'iy intellekt yordamida talabalarga tezkor yordam va qo'llab-quvvatlash ko'rsatib, topshiriqlar va testlarni tayyorlaydi hamda talabaning taraqqiyotiga moslashib, kerak bo'lganda qo'shimcha tushuntirishlar beradi. Baholash va mulohaza berish jarayoni ham avtomatlashtirilgan bo'lib, topshiriqlar, viktorinalar va imtihonlarni baholab, o'qituvchilarning ma'muriy yukini kamaytiradi va talabalarga tezkor fikr-mulohaza beradi.

Virtual sinflar va onlayn ta'limda sun'iy intellekt real vaqt rejimida tilga tarjima qilish, yuzni aniqlash va talabaning o'rganish tarixiga asoslangan kontent tavsiyalari orqali sifatni oshiradi. Erta aralashuv imkoniyatlari esa qiyinchilikka duch kelayotgan talabalarni aniqlab, ularga qo'shimcha resurslar yoki repetitorlik taklif qilishi orqali ortda qolishning oldini oladi. Shuningdek, sun'iy intellekt o'qituvchilarga interaktiv viktorinalar, video ma'ruzalar va raqamli darsliklarni yaratishda yordam beradi. Data Analytics yordamida ta'lim jarayonidagi ma'lumotlarni qayta ishlab, o'qituvchilarga ta'lim usullarini, o'quv dasturlarini va siyosatlarini yaxshilashda ko'maklashadi. Nogironligi bor shaxslar uchun sun'iy intellekt matnni nutqqa, nutqdan matnga aylantirish va tilni tarjima qilish vositalarini taqdim etib, ta'limni yanada qulaylashtiradi. Vaqtni boshqarish sohasida sun'iy intellekt talabalar va o'qituvchilarga vaqtni samarali boshqarishda yordam beradi, eslatmalar, jadvallar va takliflar beradi. Ma'muriy samaradorlikni oshirish uchun sun'iy intellekt ro'yxatdan

o'tish, rejalashtirish va resurs taqsimoti kabi vazifalarni avtomatlashtiradi. Til o'rganishda esa sun'iy intellekt shaxsiylashtirilgan darslar va real vaqt rejimida talaffuzga fikr bildiradi. Kognitiv ko'nikmalarni rivojlantirishda esa interfaol tadbirlar va simulyatsiyalar orqali tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish va ijodkorlikni oshiradi. Bashoratli tahlil esa ta'limdagi tendentsiyalar va naqshlarni aniqlab, muassasalarga uzoq muddatli strategiyalarni rejalashtirishda yordam beradi.

Sun'iy intellektning ta'limdagi imkoniyatlari istiqbolli bo'lsa-da, ba'zi muammolar va mulohazalar ham mavjud. Ma'lumotlarning maxfiyligini ta'minlash, talabalar ma'lumotlarini himoya qilish muhimdir. sun'iy intellekt vositalari barcha talabalar uchun qulay va arzon bo'lishi, ta'limdagi tengsizlikni kuchaytirmasligi kerak. Shuningdek, sun'iy intellekt o'qituvchilarni almashtirmasdan, ularning ishini to'ldirishi va samaradorligini oshirishi lozim. O'qituvchilarga sun'iy intellektdan samarali foydalanishni o'rgatish uchun treninglar zarur. Axloqiy jihatdan sun'iy intellekt algoritmlari adolatli, xolis bo'lishi, stereotiplarni kuchaytirmasligi kerak.

Sun'iy intellekt o'quv tajribalarini shaxsiylashtirish, o'qituvchilar va talabalarni qo'llab-quvvatlash va ta'limning umumiy sifati va imkoniyatlarini oshirish orqali ta'limni sezilarli darajada yaxshilash imkoniyatiga ega. Biroq, ta'limda sun'iy intellektning to'liq imkoniyatlarini ro'yobga chiqarish uchun axloqiy va amaliy muammolarni hal qilish muhimdir.

Quyidagi rasmda ta'limdagi sun'iy intellektning imkoniyatlarini aks ettiruvchi futuristik sinfni tasvirlaydigan rasm. Unda ilg'or shaxsiy kompyuterlarda ishlaydigan turli xil talabalar guruhi mavjud bo'lib, markazda inson miyasining katta gologramma displeyi o'quv va o'quv muhitida sun'iy intellekt integratsiyasini ta'kidlaydi. Sinf xonasi zamonaviy, yorug' yoritilgan bo'lib, o'quvchilarga yordam berish uchun interfaol doska va robot yordamchilar bilan jihozlangan.



1-rasm. Futuristik sinf.

Ushbu xolat bilim oluvchilarni har xil masalalar ustida ilmiy tadqiqot olib borishlari va turli tahlillar ustida faoliyat yuritishlari, yig'ilgan ma'lumotlar ustida amaliy tahlil va bashorat qilishlarida har tomonlama qulayliklarga ega johozlangan tajriba xonasidan foydalanish imkoniyatlari keltirib o'tilgan

Natijalar. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining ta'lim tizimiga joriy etilishi quyidagi ijobiy ko'rsatkichlarga olib kelishi aniqlandi:

1. **Motivatsiya va ishtirok darajasining oshishi:** O'quvchilarning ta'limga bo'lgan qiziqishi va faol ishtiroki interaktiv texnologiyalar yordamida sezilarli darajada ortgan.
2. **Individual yondashuvning kuchayishi:** SI asosida tuzilgan adaptiv o'quv tizimlari orqali har bir talabaning bilim darajasi va ehtiyojlariga mos ta'lim berish imkoniyati paydo bo'lgan.
3. **Nazariy bilimlarning amaliy asoslanishi:** KH va VH texnologiyalari orqali o'quvchilar

nazariy bilimlarni bevosita virtual yoki kengaytirilgan muhitda sinab ko'rishlari mumkin bo'lgan, bu esa chuqurroq tushunishga xizmat qilgan.

4. **Ko'p sezgi (multimodal) yondashuv:** Vizual, eshitish va kinestetik sezgilarni jalb qilgan holda, o'quvchilarning turli uslublarda o'rganishlariga zamin yaratilgan.
5. **Pedagogik innovatsiyalarga tayyorlik:** O'qituvchilarning bu texnologiyalarni o'zlashtirish darajasi va ularga bo'lgan munosabatlari ijobiy tus olgan, ammo doimiy o'quv-amaliy mashg'ulotlar zarur deb topilgan.

Statistik tahlillar shuni ko'rsatdiki, tajriba o'tkazilgan guruhlarda o'zlashtirish darajasi 17-22% ga oshgan, o'quvchilarning darsdan qoniqish darajasi esa 85% ni tashkil etgan. Bu esa integratsiyalangan texnologiyalar yordamida ta'lim samaradorligini oshirish mumkinligini isbotlaydi.

Xulosa. Sun'iy intellekt, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalarining zamonaviy ta'limga integratsiyasi ta'lim jarayonini samarali tashkil etish bilan birga, o'quvchilar ehtiyojiga yo'naltirilgan, interaktiv va innovatsion o'quv muhitini shakllantirishga xizmat qiladi. Bu texnologiyalar orqali taqdim etilayotgan didaktik materiallar ko'rgazmali, qiziqarli va shaxsiy yondashuvga asoslangan bo'lib, o'quvchilarning darsdagi ishtirokini sezilarli darajada faollashtiradi.

Xususan, kengaytirilgan va virtual haqiqat texnologiyalari o'quvchilarni haqiqiylikka yaqin muhitda bilim olish imkoniyati bilan ta'minlab, ularning nazariy bilimlarini real hayotdagi holatlarga bog'lab o'rganishlariga zamin yaratadi. Bu yondashuv o'quvchilarda amaliy ko'nikmalarni shakllantirishda katta rol o'ynaydi va ta'lim jarayonini jonlantiradi.

Bundan tashqari, sun'iy intellekt asosida ishlab chiqilgan o'quv tizimlari orqali o'quvchilar bilim darajasini doimiy ravishda monitoring qilish, ularni baholash hamda individual tavsiyalar berish jarayonlari avtomatlashtiriladi. Bu esa o'qituvchilarning ortiqcha yukini kamaytiradi. Shu bilan birga, bunday texnologiyalarni ta'limga samarali joriy etish uchun texnik, tashkiliy va pedagogik muammolarni tizimli ravishda hal etishga qaratilgan kompleks strategiyalar ishlab chiqilishi zarur.

Adabiyotlar

- [1]. Mahmudova, M., & Abdullayev, A. (2023, October). HAR BIR WEB-ISHLAB CHIQUVCHI BILISHI KERAK BO'LGAN WEB-TEKNOLOGIYALAR. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.
- [2]. Mahmudova, M. (2023, October). MA'LUMOTLAR TUZILMASI VA ALGORTIMLASHNING TAHLILI JARAYONI. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.
- [3]. Mahmudova, M., & Toxirova, S. (2023, October). MULTISERVISLI TARMOQ XAVFSIZLIGIDA NEYRON TARMOQLARINI O'RNI. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.
- [4]. Zulunov, R. M., & Mahmudova, M. (2022). Sun'iy intellektning insoniyat faoliyatida tutgan o'rni va neyrokibernetika sohasi. *Journal of Integrated Education and Research*, 1(7), 2-7.
- [5]. Mahmudova, M., & Kodirov, A. (2023, October). ANALYSIS OF SOFTWARE VERSION CONTROL SYSTEMS. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.
- [6]. Mahmudova, M., & Zulunov, R. (2023). TIBBIYOT MUASSASALARIDA ELEKTRON NAVBAT TIZIMI. *Потомки Аль-Фаргани*, 1(2), 53-57.
- [7]. Xolmatov, A. A., Karimov, J. X., & Xayitov, A. M. (2021). Effect of crystallizer catalyst on properties of glass-crystalline materials. *EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)*, 273-275.
- [8]. Каримов, Ж. Х., & Фозилов, И. Р. (2020). Управление многостадийными процессами путём оптимизации глобальных целей системы. *Universum: технические науки*, (3-1 (72)), 16-20.
- [9]. Karimov, J. (2022). Software Technologies for Research and Development of Linguistic Models. *AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL AND HUMANITARIAN RESEARCH*.
- [10]. Каримов, Ж. Х. (2021). Процедуры оптимизации глобальных целей системы управления многостадийными процессами. *Universum: технические науки*, (11-1 (92)), 48-52.
- [11]. Abdullaevich, H. E., & Karimov, J. X. (2022). Principles of Development of the Modeling Process. *Texas Journal of Multidisciplinary Studies*, 7, 391-393.
- [12]. Karimov, J., & Raximov, A. (2023, October). ISHONCHLI BARDOSHLI KRIPTO ALGORITMLAR SHIFRLARINI DESHIFRLASH MASALALARI. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.
- [13]. Karimov, J. (2023, October). OCHIQ TIZIMLARNING ETALON MODELI VA AXBOROT XAVFSIZLIGINI

TUGUN NUQTALARGA BOG'LIQ BO'LMAGAN BIKUBIK SPLAYN MODELINING UZLUKSIZLIGINI BAHOLASH

S.Sh. Qobilov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
qobilov.sirojiddin@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqola tugun nuqtalarga qat'iy bog'liq bo'lmagan (node-independent) ikki o'lchovli splayn modeli uchun qiymat uzluksizligi (C^0) ni nazariy jihatdan tekshirishga bag'ishlangan. Yondashuv lokal (hujayra-bo'yicha) kubik bazislar yordamida bikubik splayn sirtini quradi: har bir hujayrada koordinatalar $(t,u) \in [0,1] \times [0,1]$ ko'rinishida normallasadi, bazislar partition of unity xususiyatini bajaradi (yig'indisi 1), chegaralarda mos keluvchi cheklovlar esa qo'shni hujayralar kesishmasida chap/o'ng limitlar tengligini ta'minlaydi. Isbot sxemasi shundan iboratki, (i) bazislarning chegaradagi qiymatlari va (ii) ularning nolga teng bo'lish zonalari tufayli, ulanish chiziqlarida splayn qiymatlari bir xil chiqadi. Nazariy xulosa sifatida, tugunlar tengmas va notekis joylashgan holatlarda ham model C^0 -uzluksiz silliq sirt beradi. Amaliy jihatdan, bu yondashuv gidrogeologik kuzatuv quduqlari va havo tarkibi stansiyalari kabi irregulyar tarmoqlarda silliq rekonstruksiya va xaritalashni barqaror qiladi.

Kalit so'zlar: tugun nuqtalarga bog'liq bo'lmagan splayn, bikubik splayn, uzluksizlik, interpolatsiya.

Данная статья посвящена теоретической проверке непрерывности значений (C^0) для двумерной сплайн-модели, не зависящей от расположения узлов. Предложенный подход строит бикубическую сплайн-поверхность на основе локальных кубических базисов, где координаты в каждой ячейке нормализуются в диапазоне $[0,1]$. Базисные функции удовлетворяют условию единства суммы, а граничные условия обеспечивают совпадение левых и правых пределов на границах соседних ячеек. Доказательство основано на анализе значений базисных функций на границах и областей, где они обращаются в ноль, что гарантирует равенство значений сплайна на линиях сопряжения. Теоретический результат показывает, что даже при неравномерном расположении узлов модель формирует непрерывную и гладкую поверхность. С практической точки зрения данный метод обеспечивает устойчивую реконструкцию и картографирование в нерегулярных сетях, например, при обработке данных гидрогеологических наблюдательных скважин или станций анализа атмосферного состава.

Ключевые слова: сплайн, независимый от узлов, бикубический сплайн, непрерывность, интерполяция.

This article focuses on the theoretical verification of value continuity (C^0) for a two-dimensional node-independent spline model. The approach constructs a bicubic spline surface using local, cell-based cubic bases, where coordinates within each cell are normalized as $(t,u) \in [0,1] \times [0,1]$. The basis functions satisfy the partition of unity property (their sum equals one, while boundary matching constraints ensure equality of left and right limits at adjacent cell interfaces). The proof demonstrates that, due to (i) the boundary behavior of the basis functions and (ii) the zones where they vanish, the spline values remain identical along shared edges. The theoretical result confirms that even with irregular and nonuniform node distributions, the model yields a C^0 -continuous smooth surface. Practically, this method ensures stable reconstruction and mapping over irregular observation networks, such as groundwater monitoring wells and atmospheric composition stations.

Keywords: node-independent spline, bicubic spline, continuity, interpolation.

Kirish. Ko'plab tabiiy-texnik vazifalarda kuzatuv nuqtalari hudud bo'ylab teng masofada joylashmagan bo'ladi. Masalan, (i) gidrogeologiyada quduqlar tarmog'i geologik-texnik cheklovlar sababli notekis, (ii) atmosfera monitoringida stansiyalar geografik omillar tufayli nomutanosib joylashgan. Bunday hollarda an'anaviy, muntazam to'rga tayanuvchi silliq/interpolyatsiya usullari sifat yoki barqarorlikni yo'qotishi mumkin. Shuning uchun tugun nuqtalarga qattiq

bog'lanmaydigan, lokal konstruksiyaga ega splaynlar alohida qiziqish uyg'otadi: ular hujayra-bo'yicha qurilib, qo'shni bo'laklar chegarasida uzluksizlik shartlarini bajarish orqali global sillqlikni ta'minlaydi [1,2].

Mazkur ishning maqsadi - fayldagi model qurilishi va formulalariga tayanib, aynan modelning uzluksizligini (C^0) qat'iy va aniq shartlar ostida ko'rsatishdir. Asosiy e'tibor quyidagilarga qaratiladi: (I) lokal parametrizatsiya (t, u), (II) bazis funksiyalarning xossalari (musbatlik, kompakt tayanch, yig'indi=1), (III) to'r chegarasida bir qo'llik bilan moslash (matching) va (IV) chap/o'ng limitlarning tengligi. Natijada, notekis va tengmas tugunlar uchun ham funksiya qiymatlari uzluksiz sirtga yig'iladi. Bu nazariy kafolat real dunyo ma'lumotlarini tiklash vazifalarida - sath/ifloslanish xaritalari, sirtlarni silliq tiklash - amaliy jihatdan muhim.

1. Lokal bikubik splayn

Splayn funksiyalar nazariyasida splayn funksiyani qurilishi jarayonlarida tugun nuqtalarga bog'liq bo'lmagan holda, ya'ni, interpolyasiya shartiga bog'liq bo'lmagan holda splayn funksiyalar ham qurilishi va tatbiqi o'rganilmoqda. Ushbu ishda shunday funksiyalar sinfiga tegishli bikubik splaynning ulanish tugun nuqtalarida uzluksizligini baholash qaralgan. Ushbu bikubik splayn funksiyalarning qurilishi bevosita interpolyasiya shartiga bog'liq bo'lmagan xolda qo'rilgan lokal kubik splayn asosida qo'riladi [3]

Bu jarayonda splayn konstruksiyasiga qo'yilgan shartlar va funksional bog'liqliklar asosida splayn modellarni qurishda qo'llaniladigan matematik komponentalar, hamda hisoblashga asoslangan asosiy ifodalar aniqlashtirildi va ta'riflanadigan $f(x, y)$ funksiyaga yaqinlashuvchi quyidagi $S(x, y)$ splayn funksiyani quyidagicha ko'rinishda izlanadi [4]

$$S(x, y) = \frac{4}{9} \sum_{i=3}^{M-2} \sum_{j=3}^{N-2} f_{ij} \cdot S_i(x) \cdot S_j(y) \quad (1)$$

Bu yerda $S_i(x)$, $S_j(y)$ funksiyalar [5] da ko'rsatilgan tugun nuqtalarga bog'liq bo'lmagan holda qo'rilgan lokal splaynlar. (1) da splaynlarning lokallik xossasini inobatga olsak (1) ko'rinishi qo'yidagi ko'rinishga keladi [6].

$$S(x, y) = \frac{4}{9} \sum_{k=i-1}^{i+2} \sum_{r=j-1}^{j+2} f_{kr} \cdot S_k(x) \cdot S_r(y) \quad (2)$$

bu yerda: $k = 4, \dots, M-4$, $r = 4, \dots, N-4$

(2) ning har bir o'q bo'yicha komponentatlarini bazis funksiyalar [7] orqali tavsiflab ochib yozsak quyidagicha ko'rinishga keladi.

$$\begin{aligned} S_{3,3}(x, y) = & \left\{ \psi_1(t) \left[\psi_1(u) f_{i-1,j-1} + \psi_2(u) f_{i-1,j} + \psi_3(u) f_{i-1,j+1} + \psi_4(u) f_{i-1,j+2} \right] + \right. \\ & + \psi_2(t) \left[\psi_1(u) f_{i,j-1} + \psi_2(u) f_{i,j} + \psi_3(u) f_{i,j+1} + \psi_4(u) f_{i,j+2} \right] + \\ & + \psi_3(t) \left[\psi_1(u) f_{i+1,j-1} + \psi_2(u) f_{i+1,j} + \psi_3(u) f_{i+1,j+1} + \psi_4(u) f_{i+1,j+2} \right] + \\ & \left. + \psi_4(t) \left[\psi_1(u) f_{i+2,j-1} + \psi_2(u) f_{i+2,j} + \psi_3(u) f_{i+2,j+1} + \psi_4(u) f_{i+2,j+2} \right] \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

bu yerda:

$$t = \frac{x-x_i}{h_i}, \quad i = \overline{0, N-1}, \quad h_i = x_{i+1} - x_i, \quad u = \frac{y-y_j}{l_j}, \quad j = \overline{0, M-1}, \quad l_j = y_{j+1} - y_j.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi_1(t) = \frac{1}{6} - \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{6}t^3 \\ \psi_2(t) = \frac{1}{2}t^3 - t^2 + \frac{1}{3} \\ \psi_3(t) = \frac{1}{6} + \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t^3 \\ \psi_4(t) = \frac{1}{6}t^3 \end{array} \right. \quad \text{va} \quad \left\{ \begin{array}{l} \psi_1(u) = \frac{1}{6} - \frac{1}{2}u + \frac{1}{2}u^2 - \frac{1}{6}u^3 \\ \psi_2(u) = \frac{1}{2}u^3 - u^2 + \frac{1}{3} \\ \psi_3(u) = \frac{1}{6} + \frac{1}{2}u + \frac{1}{2}u^2 - \frac{1}{2}u^3 \\ \psi_4(u) = \frac{1}{6}u^3 \end{array} \right.$$

Splaynning ichki xossalardan kelib, lokal bikubik modelda t va u yo'nalishlarida bazis koeffitsiyentlari yig'indisi 1 ekanini tekshirish maqsadga muvofiqdir [8,9].

$$\sum_{k=1}^4 \psi_k(t) = 1; \quad \sum_{k=1}^4 \psi_k(u) = 1.$$

Ifodaga $\psi_i(t)$, $i = \overline{1, \dots, 4}$; $\psi_j(u)$, $j = \overline{1, \dots, 4}$ koeffitsiyentlarini kiritib, oddiy algebraik soddalashtirishlardan so'ng koeffitsientlar yig'indisi birga teng ekani ko'rsatamiz.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^4 \psi_k(t) &= \psi_1(t) + \psi_2(t) + \psi_3(t) + \psi_4(t) = \\ &= \frac{1}{6} - \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{6}t^3 + \frac{1}{2}t^3 - t^2 + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t^3 + \frac{1}{6}t^3 = 1 \\ \sum_{k=1}^4 \psi_k(u) &= \psi_1(u) + \psi_2(u) + \psi_3(u) + \psi_4(u) = \\ &= \frac{1}{6} - \frac{1}{2}u + \frac{1}{2}u^2 - \frac{1}{6}u^3 + \frac{1}{2}u^3 - u^2 + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2}u + \frac{1}{2}u^2 - \frac{1}{2}u^3 + \frac{1}{6}u^3 = 1 \end{aligned}$$

2. Lokal splaynlarning uzluksizlik xossasi

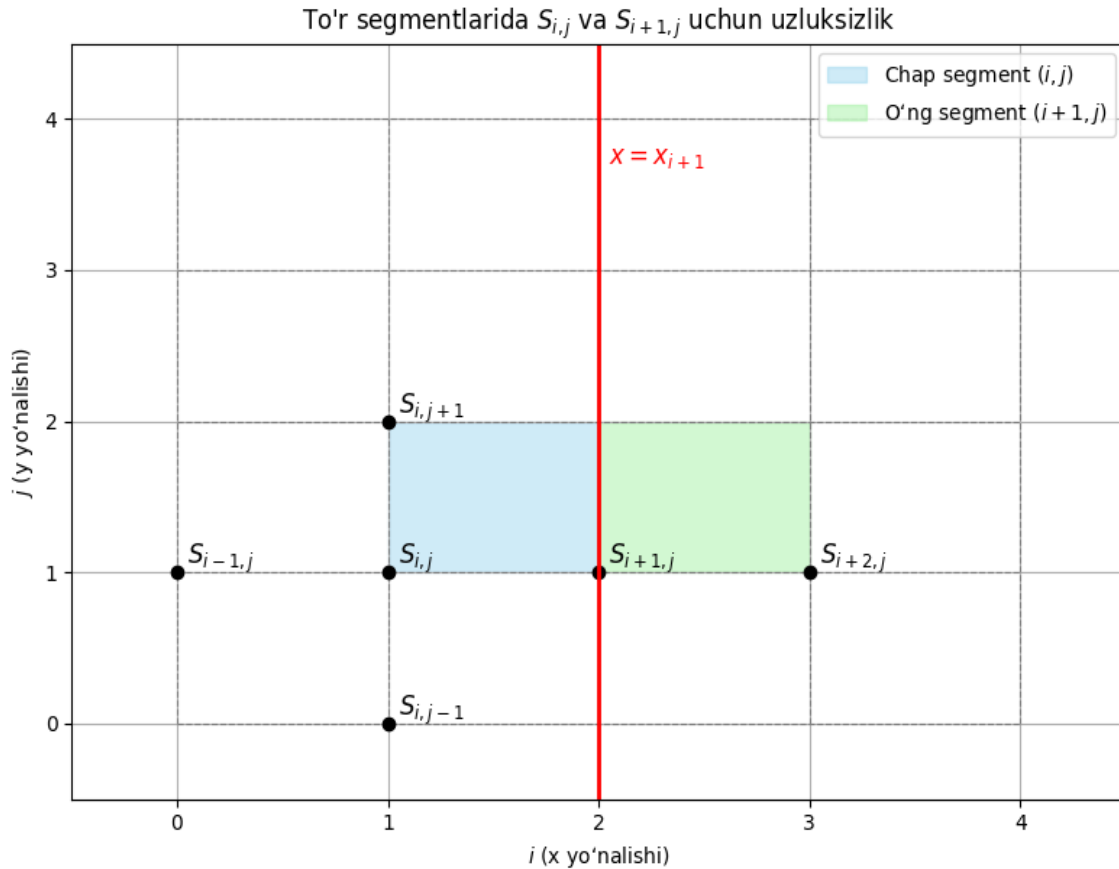
Shu bosqichda bikubik splaynning har bir interpolatsiya segmenti uchun uzluksizlik tekshiriladi; xususan, tugun nuqtalarida splayn qiymatlarining tengligi modelning umumiy uzluksizligi va silligligini kafolatlovchi asosiy mezondir.

$$S_{i,j}(x, y) = \sum_{p=1}^4 \sum_{q=1}^4 \psi_p(t) \cdot \psi_q(u) f_{i-2+p, j-2+q}$$

bu yerda: $(x, y) \in [x_i, x_{i+1}] \times [y_j, y_{j+1}]$ to'rt uchun $h_i = x_{i+1} - x_i$, $l_j = y_{j+1} - y_j$. va $\psi_p(t)$, $\psi_q(u)$ lar mos ravishda x , y yo'nalishlaridagi bazis funksiyalari, $f_{i,j}$ - berilgan to'rt nuqtalaridagi funksiya qiymatlari. Har bir katakchada to'rt qo'shni tugun qiymatlari kombinatsiyasi ishtirok etadi. Har bir katakchada chegarasida qiymatlar teng bo'lishi, ya'ni splaynning tutash nuqtalarda uzluksiz davom etishi talab qilinadi. Masalan, chap segment (i, j) va o'ng segment $(i+1, j)$ orasidagi umumiy chiziq $x = x_{i+1}$ da

$$S_{i,j}(x_{i+1}^-, y) = S_{i+1,j}(x_{i+1}^+, y) \quad \forall y \in [y_j, y_{j+1}]$$

tenglik bajarilishi kerak; xuddi shunday shart y -chegaralar uchun ham qo'llanadi. Bu yerda har qanday y uchun to'rda shunday nuqta berilgan ($x = x_{i+1}$) va shu nuqtadagi chapdan yaqinlashuvchi $S(x_{i+1}^-, y)$ va o'ngda yaqinlashuvchi $S(x_{i+1}^+, y)$ splaynlar bir birga teng bo'lish sharti bajarilishi lozim. x_{i+1}^- – nuqtaga chapdan yaqinlashish, x_{i+1}^+ – nuqtaga o'ngdan yaqinlashish



1-rasm. To'r segmentlari tugunlarida splayn qiymatlarining uzluksizligi.

Har bir (x,y) nuqta segment ichida

$$t = \frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i} \in [0,1], \quad u = \frac{y - y_j}{y_{j+1} - y_j} \in [0,1].$$

ko'rinishidagi normallashtgan koordinatalar bilan aniqlanadi; bu parametrlar har doim $[0,1]$ oralig'ida bo'lib, segment ichidagi bazis funksiyalar uchun kirish qiymatlarini beradi.

$$t = \frac{x_{i+1} - x_i}{h_i} = 1, \quad \tilde{t} = \frac{x_{i+1} - x_{i+1}}{h_{i+1}} = 0.$$

Ulanish sharti. Shu nuqta chap va o'ng segmentlardagi $S(x,y)$ ifodasini quyidagicha yozamiz. Chap segment (i, j) uchun $t=1$ da:

$$\begin{aligned}\psi_1(t) &= \frac{1}{6} - \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{6}t^3 & \Rightarrow & \psi_1(1) = 0 \\ \psi_2(t) &= \frac{1}{2}t^3 - t^2 + \frac{2}{3} & \Rightarrow & \psi_2(1) = \frac{1}{6} \\ \psi_3(t) &= \frac{1}{6} + \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t^3 & \Rightarrow & \psi_3(1) = \frac{2}{3} \\ \psi_4(t) &= \frac{1}{6}t^3 & \Rightarrow & \psi_4(1) = \frac{1}{6}\end{aligned}$$

$S(x, y)$ ning shu nuqtadagi ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$\begin{aligned}S_{i,j}(x_{i+1}, y) &= \\ &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\psi_1(0) f_{i-1, j-2+q} + \psi_2(0) f_{i, j-2+q} + \psi_3(0) f_{i+1, j-2+q} + \psi_4(0) f_{i+2, j-2+q} \right] = \\ &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[0 f_{i-1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i, j-2+q} + \frac{2}{3} f_{i+1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i+2, j-2+q} \right] \Rightarrow \\ S_{i,j}(x_{i+1}, y) &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\frac{1}{6} f_{i, j-2+q} + \frac{2}{3} f_{i+1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i+2, j-2+q} \right]\end{aligned}$$

O‘ng segment $(i+1, j)$ uchun $t=0$ da:

$$\begin{aligned}\psi_1(t) &= \frac{1}{6} - \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{6}t^3 & \Rightarrow & \psi_1(0) = \frac{1}{6} \\ \psi_2(t) &= \frac{1}{2}t^3 - t^2 + \frac{2}{3} & \Rightarrow & \psi_2(0) = \frac{2}{3} \\ \psi_3(t) &= \frac{1}{6} + \frac{1}{2}t + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t^3 & \Rightarrow & \psi_3(0) = \frac{1}{6} \\ \psi_4(t) &= \frac{1}{6}t^3 & \Rightarrow & \psi_4(0) = 0\end{aligned}$$

$S(x, y)$ ning shu nuqtadagi ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$\begin{aligned}S_{i+1,j}(x_{i+1}, y) &= \\ &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\psi_1(0) f_{i, j-2+q} + \psi_2(0) f_{i+1, j-2+q} + \psi_3(0) f_{i+2, j-2+q} + \psi_4(0) f_{i+3, j-2+q} \right] = \\ &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\frac{1}{6} f_{i, j-2+q} + \frac{2}{3} f_{i+1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i+2, j-2+q} + 0 f_{i+3, j-2+q} \right] \Rightarrow \\ S_{i+1,j}(x_{i+1}, y) &= \sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\frac{1}{6} f_{i, j-2+q} + \frac{2}{3} f_{i+1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i+2, j-2+q} \right]\end{aligned}$$

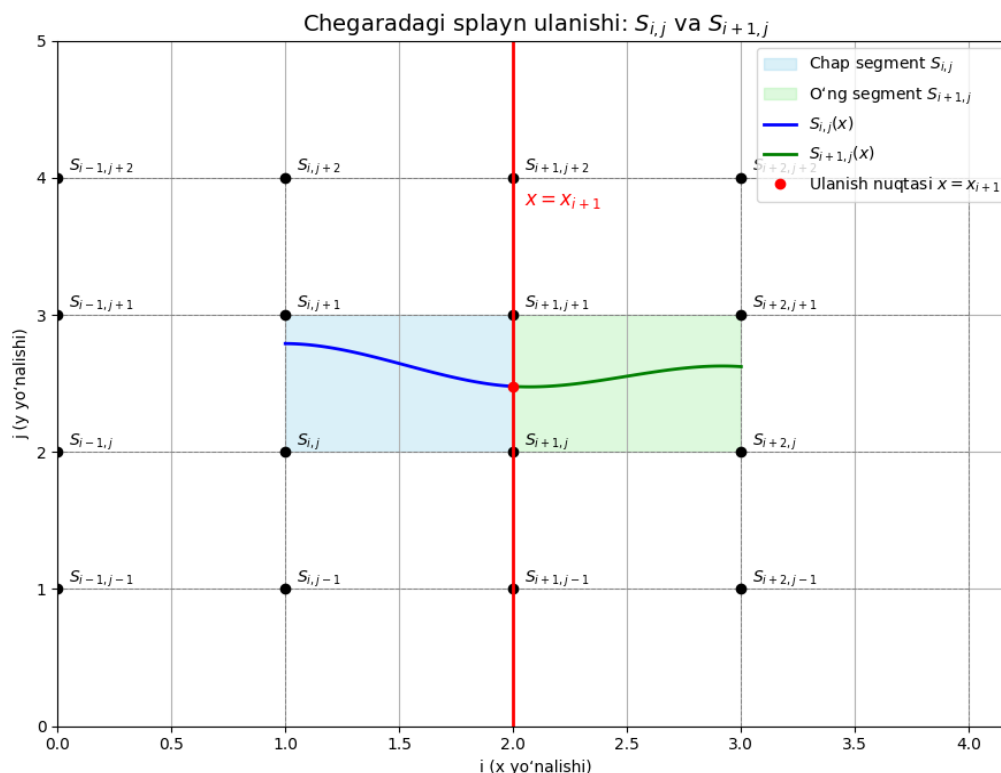
Bu yerda chap va o‘ng ifodalar bo‘yicha $u = \frac{y-y_j}{l_j}$ va $\psi_q(u)$ lar y yo‘nalishidagi basis funksiyalar

bo‘lib $\sum_{q=1}^4 \psi_q(u) \left[\frac{1}{6} f_{i, j-2+q} + \frac{2}{3} f_{i+1, j-2+q} + \frac{1}{6} f_{i+2, j-2+q} \right]$ qiymatlari kombinatsiyasida bir xil

qiymatlarni qabul qiladi. Shuning uchun

$$S_{i,j}(x_{i+1}, y) = S_{i+1,j}(x_{i+1}, y),$$

ya'ni chap va o'ng segmentlardagi splayn qiymatlari chegara bo'ylab teng bo'ladi. Bu uzluksizlik shartiga to'la mos keladi (qo'chni segmentlarning chegaradagi qiymatlari teng bo'lishi (2-rasm)).



2.-rasm. To'rt segmentlari chegara tugunlarida splayn qiymatlarining uzluksizlik grafigi.

Tadqiqot tugun nuqtalarga tayanmaydigan, lokal kubik bazislarga asoslangan bikubik splayn modelining C^0 -uzluksizligini nazariy va amaliy jihatdan tasdiqlaydi. Asosiy mexanizm: hujayra ichida (t,u) parametrizatsiyasi, bazislarning partition of unity xossasi va chegaralarda matching shartlari; ular umumiy chegara bo'ylab chap/o'ng limitlarning tengligini kafolatlaydi. Irregulyar tugunlarda ko'rinadigan "sakrashlar"ni bartaraf etib, konturlar uzluksiz va fizik talqinga mos bo'ladi; model tugunlar tengmas joylashganda ham silliq rekonstruksiya beradi (gidrogeologiya, atmosfera monitoringi va b.). Bu ish C^0 ga qaratilgan; C^1/C^2 talab qilinsa, chegarada hosilalar uchun qo'shimcha chiziqli cheklovlar zarur. Kuchli deformatsiyalangan katakchalar uchun izoparametrik xaritalash, shovqinli ma'lumotlarda silliqlash va sezgirlik tahlili tavsiya etiladi. Hisoblash samaradorligi uchun mos ma'lumot tuzilmalari bilan integratsiya maqsadga muvofiq. C^0 -uzluksizlikning qat'iy isboti tengmas tugunlar uchun to'rtli sirt qurilishini nazariy asoslaydi va keyingi bosqichlar uchun barqaror boshlang'ich sirt ta'minlaydi.

Xulosa. Maqolada tugun nuqtalarga qat'iy bog'liq bo'lmagan lokal kubik bazislarga asoslangan bikubik splayn modeli uchun C^0 -uzluksizlik qat'iy asos bilan ko'rsatildi: (t,u) parametrizatsiyasi va chegaradagi uzluksizlik shartlari birgalikda qo'shni hujayralar kesishmalarida chap/o'ng limitlarning tengligini ta'minlaydi. Amaliy tekshiruvlar ushbu nazariy xulosalarni tasdiqladi va modelning irregulyar (tengmas, notekis) tugun tarmoqlarida ham global silliq sirt hosil qilishini ko'rsatdi.

Natijada, taklif etilgan yondashuv real tiklash vazifalarida - xususan, gidrogeologik suv sathi, atmosfera ifloslanishi xaritalari kabi tabiiy ma'lumotlarga tayangan tadqiqotlarda - barqaror, izchil va fizik ma'noga mos natijalarni beradi hamda keyingi analitik va hisobiy bosqichlar uchun

sifatli boshlang'ich sirt yaratadi. Kelgusida ishlarni C^1/C^2 silliqlikka kengaytirish, adaptiv parametrizatsiya va xatolik/yaqinlashish baholarini ishlab chiqish, shuningdek, noaniqliklarni hisobga olgan holatda baholash istiqbollari dolzarbdir.

Adabiyotlar

- [1]. Ahlberg J.H., Nilson E.N., Walsh J.L. Convergence properties of generalized splines, Proc. Nat. Acad. Sci. (1966). pp. 344–350
- [2]. Sayfiddin Bakhromov, Jahongir Jumaev, Sirojiddin Kobilov, Marufjon Tukhtasinov. Analysis of the construction of local interpolation cubic splines on the basis of detailed data. Modern Problems Of Applied Mathematics And Information Technology (MPAMIT 2021). AIP Conf. Proc. 2781, 020077 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0145979>
- [3]. Sayfiddin Bakhromov. Comparative analysis of methods for approximation of functions by polynomial splines. Modern Problems Of Applied Mathematics And Information Technology (MPAMIT 2021) AIP Conf. Proc. 2781, 020069 (2023)
- [4]. Zaynidinov H.N., Kobilov S.Sh., Kuchkarov M.A. Modeling of Hydrogeological Areas Using a Two-Dimensional Cubic Spline Function of Non-Dependent on Nodes. Journal of Industrial Engineering and Research (JIER). Vol. 14, Issue 1; Jun 2024. – P. 51-60.
- [5]. Zaynidinov H.N., Qobilov S.Sh. Splayn modellarning gidrogeologik ma'lumotlarni tiklashdagi ahamiyati va ularning samaradorligini baholash. Muhandislik va Iqtisodiyot ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal. (2024-yil, noyabr. 4-son.) B. 179-189.
- [6]. Азимов Б.Р. Тенгмас ораликлар учун кубик сплайн куриш ва сигналларга тадбири // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техника журнали. – Самарқанд, №1 (2), 2020. Б. 66-70.
- [7]. Азимов Б.Р. Тенгмас ораликларда ўлчаб олинган сигналлар учун кубик сплайн куриш // «Инновацион ва замонавий ахборот технологияларини таълим, фан ва бошқарув соҳаларида қўллаш истикболлари» Халқаро илмий – амалий онлайн конференция. Самарқанд, 2020. - Б. 146-150.
- [8]. Гребенников А.И. Об одном методе построения интерполирующих кубических и бикубических сплайнов на равномерной сетке // Вест. Моск. Университета, вычисл. матем. и и кибер. 1978, N4, - С. 12-17.
- [9]. Зайнидинов Х.Н., Азимов Б.Р. Тенгмас ораликларда ўлчаб олинган сигналларни моделлаштиришнинг сплайн-усули. «ТАТУ хабарлари» илмий-техника ва ахборот-таҳлилий журнали. – Тошкент, №1 (53), 2020. Б. 74-84.

УДК 664

**СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
СУШКИ**

Т.К. Жабборов¹, Н.М. Курбанов², И.Т. Жабборов³, М.З. Сиддиқов³

¹Ферганский государственный технический университет tulkin_jabborov@mail.ru

²Наманганский государственный технический университет nematillo68@mail.ru

³Наманганский государственный технический университет

islombek.jabborov.97@mail.ru, msiddiqov94@mail.ru

(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация: В этой статье рассматривается роль инновационных технологий сушки в сельском хозяйстве и хранении и переработке пищевых продуктов. Анализируется, как важные критерии безопасности пищевых продуктов-качество, срок годности, микробиологическая безопасность, пищевая ценность – обеспечиваются с помощью современных систем сушки. Были рассмотрены вопросы максимального сохранения питательных веществ в продукте и повышения энергоэффективности с помощью передовых методов сушки (тепло-воздушная, инфракрасная, сублимационная, микроволновая). Обоснованы системные решения по обеспечению безопасности пищевых продуктов с помощью систем автоматизации процесса сушки, сенсорного контроля и цифрового мониторинга.

Ключевые слова: технология сушки, безопасность пищевых продуктов, инновационные методы, энергосбережение, микробиологическая устойчивость, автоматизированные системы.

Abstract: This article examines the role of innovative drying technologies in agriculture and food storage and processing. It analyzes how important criteria for food safety - quality, shelf life, microbiological safety, nutritional value – are ensured using modern drying systems. The issues of maximizing the preservation of nutrients in the product and increasing energy efficiency through advanced drying methods (heat-air, infrared, sublimation, microwave) were considered. System solutions for ensuring food safety using automation systems for the drying process, sensor control and digital monitoring are substantiated.

Keywords: drying technology, food safety, innovative methods, energy saving, microbiological stability, automated systems.

Annotatsiya: ushbu maqola qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashda innovatsion quritish texnologiyalarining rolini ko'rib chiqadi. Oziq-ovqat xavfsizligi uchun muhim mezonlar – sifat, yaroqlilik muddati, mikrobiologik xavfsizlik, ozuqaviy qiymat-zamonaaviy quritish tizimlari yordamida qanday ta'minlanishi tahlil qilinadi. Ilg'or quritish usullari (issiqlik-havo, infraqizil, sublimatsiya, mikroto'lqinli) yordamida mahsulotdagi ozuqa moddalarini maksimal darajada saqlash va energiya samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqildi. Quritish jarayonini avtomatlashtirish, sensorli nazorat va raqamli monitoring tizimlari orqali oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash uchun tizimli echimlar asoslanadi.

Kalit so'zlar: quritish texnologiyasi, oziq-ovqat xavfsizligi, innovatsion usullar, energiya tejash, mikrobiologik barqarorlik, avtomatlashtirilgan tizimlar.

Сегодня обеспечение продовольственной безопасности в глобальном масштабе остается одной из актуальных проблем. Ограничения, связанные с ростом мирового населения, изменением климата, деградацией сельскохозяйственных угодий и инфраструктурой хранения, приводят к потере и снижению качества продуктов питания. В частности, огромные потери наблюдаются на послеуборочных этапах хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от 30 до 40 процентов продуктов, производимых в развивающихся странах, не достигают потребителя из-за неправильного хранения или технологических недостатков при переработке.

В связи с этим возрастает значение технологий, позволяющих долго хранить продукты, максимально сохранить их пищевую ценность, вкус и внешний вид. Одной из таких технологий является технология сушки. Сушка-один из важнейших технологических процессов, служащий для продления срока хранения пищевых продуктов за счет удаления из них лишней влаги, предупреждения развития микроорганизмов и расширения их транспортной способности.

Традиционные методы сушки-естественная сушка на солнце или простая термо-воздушная сушка-во многих случаях изменяют физико-химические, биологические и органолептические свойства продукта. Например, возникают такие негативные состояния, как пожелтение цвета, изменение вкуса, брожение, активизация окислительных процессов. В результате снижается качество продукции и доверие к ней потребителей.

Однако в последние годы инновационные технологии сушки, созданные на основе научно-технического прогресса, служат эффективным решением этих проблем. При использовании технологий инфракрасного излучения, сублимационной (лиофилизации), микроволновой, радиочастотной и комбинированной сушки естественная текстура, вкус, запах и пищевая ценность продуктов практически не изменяются. Эти методы позволяют минимизировать тепловое воздействие, сократить время сушки, снизить потребление энергии и повысить микробиологическую безопасность.

Анализ технологий сушки и их влияние на безопасность пищевых продуктов.

1-таблица

Технология сушки	Описание процесса	Преимущества	Недостатки	Влияние на безопасность пищевых продуктов
Тепло-воздушная сушка	Сушка горячим воздухом в специальной камере (конвективная сушка)	Процесс быстрый, широко используется в промышленных масштабах	При высоких температурах возможно разложение питательных веществ	Частично сохраняет качество, но теряет витамины и ферменты
Сушка в микроволновой печи	Сушка с подогревом изнутри электромагнитными волнами	Быстро, энергоэффективно, витамины сохраняются	При неправильной настройке продукт может загореться	Микробиологическая безопасность высока, содержание питательных веществ практически сохраняется
Комбинированная сушка	Комбинация нескольких технологий (например: IR + микроволновая печь)	Оптимальный результат, короткое время, подходит для многих типов продуктов	Управление сложное, инвестиции высоки	Сохраняет максимальное качество продукции, обеспечивает комплексную безопасность
Традиционная сушка на солнце	Сушка на открытом воздухе под воздействием естественного света и температуры воздуха	Дешево, не требует энергии, экологично	Процесс медленный, высок риск загрязнения, высока вероятность низкого качества	Микробиологический риск высок, вероятность потери питательных веществ высока

В частности, внедрение автоматизированных систем сушки, разработка технологий цифрового мониторинга и применение алгоритмов управления на основе искусственного интеллекта служат для точного контроля каждого этапа процесса сушки, поддержания стабильных целевых параметров и снижения зависимости от человеческого фактора. Все это играет важную роль в обеспечении безопасности пищевых продуктов на системной основе.

Поэтому в данной статье будет проведен глубокий анализ научно-технологических основ инновационных технологий сушки, их преимуществ, возможностей практического внедрения и роли в обеспечении безопасности пищевых продуктов. О видах сушильных технологий, показателях их эффективности и применении в реальном производстве рассказывается на основе таблиц и примеров. В конце статьи будут представлены научные и практические предложения по дальнейшему совершенствованию этих технологий.

Влияние автоматизации процесса сушки на качество пищевых продуктов

2-таблица

Технология управления	Контролируемые параметры	Влияние на качество продуктов питания
Системы сенсорного мониторинга	Температура, влажность, воздушный поток	Стабильная сушка, высокое качество
Анализ цифровых данных	График сушки, изменение в реальном времени	Энергосбережение, точность
Управления с дистанции	Дистанционное управление и контроль	Автоматизированный контроль безопасности

Как видно из приведенной выше таблицы, инновационные технологии сушки, особенно инфракрасные, микроволновые, сублимационные и комбинированные методы, имеют преимущество перед традиционными методами с точки зрения сохранения питательных веществ, обеспечения микробиологической безопасности и снижения экологических рисков. А сочетание этих технологий с современными цифровыми системами мониторинга позволяет точно контролировать весь процесс сушки, подбирать оптимальные параметры и прогнозировать качество продукции.

На приведенном выше графике сравниваются показатели безопасности пищевых продуктов, сохранения питательных веществ и энергоэффективности различных технологий сушки:

- Сублимационная сушка является лидером по всем показателям и имеет максимальную оценку, особенно в отношении безопасности пищевых продуктов и сохранения питательных веществ.
- Технологии микроволновой и инфракрасной сушки также имеют высокую эффективность, характеризующуюся скоростью и гигиеническими преимуществами.
- Традиционная сушка на солнце является энергоэффективной, она имеет одни из самых низких показателей безопасности пищевых продуктов и сохранения качества.
- Комбинированные технологии дают сбалансированный результат сочетают в себе безопасность, качество и энергоэффективность.

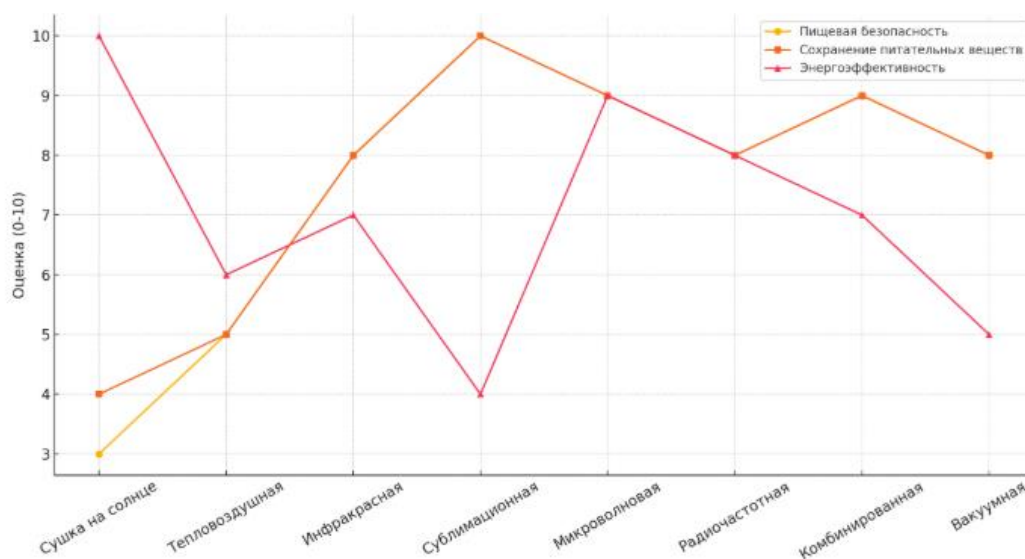


Рис 1. Анализ показателей различных технологий сушки.

Современные подходы к обеспечению продовольственной безопасности требуют внедрения энергосберегающих, высокоэффективных и безопасных технологий переработки сельскохозяйственной продукции. Одним из ключевых этапов в цепочке сохранения качества пищевых продуктов является технология сушки, от которой напрямую зависят как микробиологическая безопасность, так и сохранность питательных веществ.

Проведённый сравнительный анализ различных методов сушки — от традиционной сушки на солнце до инновационных инфракрасных, микроволновых и сублимационных технологий — позволяет сделать следующие важные выводы:

1. Инновационные методы сушки, такие как сублимационная, инфракрасная и микроволновая, обеспечивают высокий уровень сохранности биоактивных веществ, минимальные потери влаги, а также значительно снижают риск микробиологического загрязнения. Эти технологии особенно актуальны при переработке плодов и овощей с высокой чувствительностью к тепловому воздействию.
2. Комбинированные технологии, сочетающие, например, инфракрасное и микроволновое излучение, дают синергетический эффект, обеспечивая оптимальный баланс между скоростью, качеством и энергопотреблением. Это делает их перспективными для промышленного масштабирования и автоматизации производственных линий.
3. Традиционные методы, такие как сушка на солнце и тепловоздушная сушка, по-прежнему используются в аграрном секторе развивающихся стран, однако они требуют совершенствования с точки зрения гигиены, климатических зависимостей и неравномерности сушки. Их применение должно сопровождаться мерами по контролю качества и санитарной безопасности.
4. Вакуумная и радиочастотная сушка также показывают положительные результаты, особенно при работе с деликатными или труднообрабатываемыми продуктами, но требуют высокой точности в управлении процессами и значительных энергозатрат.

Исходя из этого, можно утверждать, что инновационные технологии сушки являются неотъемлемым компонентом устойчивой и безопасной продовольственной системы. Их интеграция с цифровыми системами мониторинга, автоматическим управлением температурой, влажностью и временем сушки позволяет не только повысить эффективность переработки, но и минимизировать потери, продлить срок хранения и увеличить экспортный потенциал отечественной продукции.

Таким образом, системное внедрение современных сушильных решений на базе научно обоснованных подходов является ключом к решению актуальных проблем продовольственной безопасности в условиях глобальных изменений и вызовов.

Список литературы:

- [1]. Сидорова Н.А., Пискунова Т.Р. Безопасность пищевых продуктов: научные основы и инновации. - Казань: Казанский университет, 2023. - 230 с.
- [2]. Лебедев С.А., Журавлёва Л.Н. Технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. - М.: Академия, 2021. - 256 с.
- [3]. Ковалёв С.И., Мартыненко А.И. Инфракрасные и микроволновые технологии в пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 2022. - 180 с.
- [4]. Шейкин Ю.А., Бельков В.П. Системный подход к сушке пищевых продуктов. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2020. - 224 с.
- [5]. Захаров В.В., Трошин А.А. Продовольственная безопасность и технологии минимальной обработки продуктов. - М.: ДеЛи Принт, 2021. - 198 с.
- [6]. Горбатов А.А., Егорова И.В. Технологии и оборудование для сушки продуктов питания. - СПб.: Профессия, 2019. - 312 с.
- [7]. Погорелый В.Н., Литвиненко Н.М. Инновационные технологии в переработке плодоовощной продукции. - М.: Колос, 2020. - 276 с.

TEKNOGEN OMILLARNING ATROF-MUHITGA HAMDA TUPROQ UNUMDORLIGIGA TA'SIRI

B.Yu. Ibragimov¹, Sh.Sh. Akramov²

¹Farg'ona davlat texnika universiteti,

²Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Tabiiy tizimlar va agroekotizimlar ham bioekotexnosferaning ajralmas qismi bo'lib, biotizimlar kabi ular ham o'zlarini kichik-kichik qismlari, hududiy va global holatda texnogen omillarning ifloslovchi ta'sirini sezadi va mahsulot hosil bo'lishi hamda energiyani almashishida katta salbiy o'zgarish jarayonlari yuzaga keladi. Bu holat agroekotizimlar komponentlarini sifat va miqdor turg'unligining o'zgarishi bilan ekinlar mahsuldorligining pasayishiga olib keladi. Natijada qishloq xo'jalik ishlab chiqarishning doimiyliigi buziladi. Maqolada ham texnogen omillarning atrof-muhitga hamda qishloq xo'jalik ekinlardan olinadigan hosilga ta'siri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar. Texnogen, omin, chiqindi, zarar, atrof-muhit, tuproq unumdorligi, hosildorlik, mahsulot, sifat, g'ovaklik, kimyoviy moddalar.

Аннотация. Природные системы и агроэкосистемы также являются неотъемлемой частью биоекотехносферы, и, как и биосистемы, они чувствуют себя второстепенными частями, в территориальном и глобальном состоянии, загрязняющими воздействием техногенных факторов, и происходят большие процессы негативных изменений в образовании продуктов и обмене энергией. Это состояние приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур с изменением компонентов агроэкосистем на качественную и количественную стабильность. В результате нарушается непрерывность сельскохозяйственного производства. В статье также анализируется влияние техногенных факторов на окружающую среду, а также на урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова. Техногенный, Амин, отходы, ущерб, окружающая среда, плодородие почвы, урожайность, продукт, качество, пористость, химические вещества.

Annotation. Natural systems and agroecosystems are also an integral part of the biocotexnosphere, and like Biosystems, they perceive themselves as small parts, in the territorial and global state, the polluting effects of man-made factors, and processes of large negative change occur in product formation and energy exchange. This situation leads to a decrease in the productivity of crops with a change in quality and quantitative stagnation of agro-systems components. As a result, the permanence of agricultural production is disrupted. the article also analyzes the impact of technogen factors on the environment and crop yields from agricultural crops.

Keywords. Man-made, Amine, waste, damage, environment, soil fertility, productivity, product, quality, porosity, chemicals.

Ma'lumki, insonlar tabiiy muhit, undagi moddalar holatini o'zgartirib, qaytadan yangi moddalar hosil qilib, o'zlariga ma'qul hayotiy sharoitlar yaratadi. Ishlab chiqarish kuchlarining o'sishi bilan tabiiy zahiralarning potensialidan foydalanish kengayib boradi, tabiiy muhitning ijtimoiy ishlab chiqarish tizimida qatnashishi ortadi va natijada tabiiy majmualarga antropogen omilning har tomonlama ta'siri kuchayadi. Bunday holatning yuzaga kelishiga texnogen omillarning tashkil etilishi va rivojlanishi sabab bo'ladi.

Ma'lumki, yerni shudgorlash natijasida tuproqning zichlashgan haydov qatlami yumshaydi, havo almashinuvi, suv o'tkazuvchanligi, hajm og'irligi yaxshilanadi. Tuproqning donador, g'ovak qatlamida mikroorganizmlarning hayot faoliyati uchun qulay sharoit yaratiladi. Shuningdek, tuproqning yuza qatlami pastga ag'darilishi tufayli o'simliklarning ildiz va ang'iz qoldiqlari chuqur ko'milib chirindiga (gumus) aylanish imkoniyati yaratiladi, natijada unumdorlik xususiyatlari yaxshilanadi.

Bu borada turli tadqiqotchilar tomonidan ko'pgina ilmiy-tadqiqot ishlari o'tkazilgan va ularning natijalari hozirgi kunda ham o'z ahamiyatini yo'qotgan emas.

R.Tellyaev, X.S.Ramanov [96; 51–80-b.], A.M.Rasulov va boshqalarning [95; 18-b.] tuproqqa ishlov berish bo'yicha olib borilgan ko'p yillik tajriba natijalariga qaraganda, kuzgi

haydov, umuman haydov albatta PYa-M-4-35 qo'sh qavatli omochda o'tkazilishi, tuproqni to'liq ag'darilishi uchun albatta chim qirqar o'rnatilgan bo'lishi zarur. Yer haydalgandan so'ng darhol tekislash o'tkazilib, kuzgi pushtalar olib ko'yilishi samarali agrotadbir hisoblanadi.

R.Qurvontayev [65; 45–48-b.], J.Sattarovlar [24; 136–144-b.] ma'lumotlariga ko'ra, tayyorlangan pushtalar kelgusi yilda tuproq etilishi bilan chigit ekishni erta boshlash imkoniyatini beradi va yuqori paxta hosili etishtirishga imkon yaratadi Ma'lumki, tuproqqa ishlov berishda haydov chuqurligi muhim ahamiyat kasb etadi A.A.Iminov [57; 350–352-b.]; A.M.Emelyanov, T.P.Lapuxin [51; 27–32-b.]). Chunki turli chuqurlikda haydalgan tuproq muhitidagi havo almashinuvi va mikroorganizmlarini faoliyati natijasida o'simliklarni o'sishi va rivojlanishi muhim xayotiy zarur bo'lgan turli miqdordagi (SO_2) karbonat angidrid gazining konsentratsiyasi hosil bo'ladi. Bu o'z navbatida tuproq tarkibida ro'y beradigan turli omillarga bog'liqdir.

Tadqiqotchi X.S.Ramanovning tajriba natijalarida (SO_2) karbonat angidrid gazining konsentratsiyasi tuproq zichligi, namligi, haroratiga bog'liq ekanligi ilmiy asoslangan [23; 31–35-b.].

Muallifning xulosasiga ko'ra, tuproqqa asosiy ishlov berish texnologiyasida haydov chuqurligi haydov qatlamini turlicha tuzilishini hosil qilgan hamda organik qoldiqlarni tuproq katamlari bo'yicha har xil taqsimlanishiga olib kelgan, natijada turli havo tartibini vujudga keltirgan (C.Baxramov, Sh.Baxramova [40; 125–127-b.], X.I.Baykabilov [45; 35–36-b.]).

Texnogen omil — bu insonning ishlab chiqarish jarayonida tabiiy majmualar holatining o'zgarishiga olib kelishidir. Odamlarni texnik va texnologik faoliyatlari, murakkab geoximik jarayonlarning o'zgarishi oqibatida biosfera turg'unligining buzilishi, turli hududlarda atrof-muhitning ifloslanishi, kimyoviy elementlar tarkibining o'zgarishi, qator yangi kimyoviy elementlar, mineral va organik birikmalarning hosil bo'lishi, ularni muhitga salbiy ta'sir qilishi kuzatiladi (1-jadval).

1-jadval

Ishlab chiqarish chiqindilarining tuzilishi (mln.t.)

	Chiqindilarning Hillari	Klassik energiya ishlab chiqarish	Sanoat	Qishloq xo'jalik	Kommunal xo'jalik	Jami
1.	Atmosferani ifloslovchi gazsimon moddalar	17326	47	1460	873	19700
2.	Atmosferaga tashlanadigan qatgiq zarrachalar	133	9	14	3	241
3.	Qattiq chiqindilar	-	4000	-	1000	5000
4.	Uglevodorodlar	42	14	9	4	69
5.	Organik chiqindilar	-	-	4900	304530	
6.	Fekal chiqindilar	-	-	9400	180	9580
	JAMI:	17501	4152	15383	2090	39126

Inson faoliyati natijasida dunyo bo'yicha har bir jon boshiga yiliga hosil bo'ladigan ifloslovchi moddalar atmosferada 13 t, oqova suvlarda 500, ichimlik suvlarda 0,30, qattiq chiqindilar esa 53 t dan to'g'ri keladi. Atmosfera va suvda uchraydigan juda xavfli moddalar Rossiyaning har bir odamiga atmosfera muhitida uglerod oksidi 60 kg, uglevodorod 40 kg, qo'rg'oshin 23 g, simob 170 mg, benz(a)-piren 100 mg, suv muhitida esa ftoridlar 90 g, fenol 30 g, og'ir metallar 14 g dan to'g'ri kelgan (Losev i dr.,1993). Shu chiqindilarning 40%dan ortig'i qishloq xo'jaligiga to'g'ri keladi.

Dunyo bo'yicha inson faoliyati ta'sir qilmagan maydonlar Shimoliy Amerikada 37,5%, MDHda 33,6, Avstraliyada va Okeaniyada 27,8, Afrikada 27,5, Janubiy Amerikada 20,8, Osiyoda 18,6. Ovro'pada 2,8% ni tashkil etadi. Faqat Antraktida hududidagina antropogen ta'sirdan holidir.

Atrof tabiiy muhitning ifloslanishi texnogen jarayonlardan kelib chiqib, tabiiy muhit va biologik tirik jonotlar uchun yot bo'lgan fizik yoki kimyoviy agentlarning muhitdagi miqdordan ortishi va muhit holatiga salbiy ta'sir qilishidan iboratdir. Ekologik nuqtai nazar bo'yicha yot komponentlarning muhitda qolishi, kirishi biosfera tuzilishi va turg'unlik holatining buzilishiga ifloslovchi moddalar sabab bo'ladi.

Ishlab chiqarish uslublarining takomillashmagani natijasida moddalar va energiya yo'qoladi, xom ashyolar va boshqa materiallarni olish uchun ortiqcha mehnat va iqtisodiy xarajatlar sarflanadi, to'plangan chiqindilar esa biosfera bo'yicha tarqaladi.

Ifloslovchi moddalar fizikaviy belgilari bo'yicha; mexanik, fizik, kimyoviy va biologik tarkiblarga bo'linadi. Mexanik ifloslovchi manbalar atmosferaga ko'tariladigan chang, zarrachalar, suv, va tuproqqa tushadigan har hil qattiq zarrachalar, turli predmetlardir. Fizikaviy manbalarga energetik manbalar - issiqlik, shovqin, vibratsiya, ultratovush, turli UFN, yorug'lik energiyasi, elektromagnit maydonlar, ionli nurlanishlar bo'lsa, biologik ifloslanish manbalari inson yordamida tarqaladigan, unga va muhitga zarar keltiradigan organizmlarning har hil turlaridir. Yuqorida keltirilgan yo'llar bilan muhitning ifloslanishi natijasida tabiiy muhitning sifat va miqdor holatlari o'zgaradi, tabiatdagi turli ekologik guruhlar - populyatsiyalar, tsenozlarning biotik tarkibi va tuzilishining o'zgarishi natijasida katta-kichik ekologik tizimlarning rivojlanish va barqarorlik jarayonlari buziladi. Oxir-oqibatda tabiiy tizimlarda moddalar va energiya oqimi umumiy biologik mahsulotning ham hajmi pasayadi.

Ifloslovchi texnogen moddalarning tarqalishi va tabiiy muhitga salbiy ta'sir qilish holatlarini quyidagicha bayon qilamiz (Izrael;) (2 -jadval).

2-jadval

Ifloslovchi texnogen moddalarning tarqalishi

Ifloslanish turlari	Ifloslovchi moddalarni ishlab chiqaruvchi sanoat korxonalari
I. Atmosfera havosi	
1. Galogen moddalar tutuvchi birikmalar	Kimyo va muzlatgich ishlab chiqaruvchilar
2. Metall zarrachalari	Metallurgiya, tog'-kon sanoatlari
3. Uglevodorodlar	Issiqlik energetikasi, transport
4. SO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , NO	Shu korxonalar
II. Tuproq muhiti	
1. Aktiv loyqa	Shahar biologik tozalash inshootlari
2. Kul va shlak	Energetika, metallurgiya
3. Metallar	Metallurgiya, kimyo sanoatlari.
4. Axlat	Kommunal xo'jalik, shahar xo'jaliklari
5. Plastmassalar, organik moddalar	Kimyo korxonalari
6. Radionuklidlar	AES va harbiy tashkilotlar
7. Sellyuloza va qog'oz	Sellyuloza-qog'oz, kommunal-xo'jaliklar
8. Qoldiklar, temir-metall parcha-qismlari	Qishloq xo'jalik sanoatining qoldiqlari, texnika qismlari
9. Zaharli pestitsidlar	Qishloq ho'jaligida ishlatilmay qolgan, to'plangan skladlar
III. Suv muhiti	
1. Muallaq zarrachalar	Kommunal xo'jaliklar
2. Og'ir metallar ionlari	Tog'-kon va mashina qurish korxonalari
3. Bo'yoqlar, fenollar	Tekstil kombinatlari
4. Yengil o'zlashtiriladigan va biogen moddalar	Qishloq xo'jalik va shahar korxonalari
5. Lignin	Sellyuloza-qog'oz kombinatlari
6. Mineral tuzlar	Kimyo sanoati

7. Neft mahsulotlari	Neft qazuvchi za uni qayta ishlovchi korxonalar
8.Organik erituvchilar	Kimyo sanoati
9. Pestitsidlar	Qishloq xo'jalik
10.Radioaktiv moddalar	AES va harbiy tashkilotlar
11.Sintetik aktiv moddalar	Shahar oqovalari
12. Issiqlik	Energetik -AES, TES, GRES
13.Turli oqova suvlar	Shahar va qishloq xo'jalik oqavalari

Tabiiy tizimlar va agroekotizimlar ham bioekotexnosferaning ajralmas qismi bo'lib, biotizimlar kabi ular ham o'zlarini kichik-kichik qismlari, hududiy va global holatda texnogen omillarning ifloslovchi ta'sirini sezadi va mahsulot hosil bo'lishi hamda energiyani almashishida katta salbiy o'zgarish jarayonlari yuzaga keladi. Bu holat agroekotizimlar komponentlarini sifat va miqdor turg'unligining o'zgarishi bilan ekinlar mahsuldorligining pasayishiga olib keladi. Natijada qishloq xo'jalik ishlab chiqarishning doimiyligi buziladi (3-jadval).

Masalan, rangli metallurgiya korxonasi atrofida gaz-changni atmosferaga intensiv chiqishi natijasida o'simlik qoplaminig tuzilishi buzilgan, hattoki o'simliklar yo'qolib 5-10 km maydonda texnogen cho'l hududi hosil bo'lgan, tuproq, er usti va er osti suvlari zaharlangan.

3-jadval

Atmosferaga chiqariladigan zararli chiqindilarni qishloq xo'jalik ekinlarining mahsuldorligiga ta'siri

Ekinlar nomi	Chiqindi manbasidan uzoqligi, km	
	2-3	5
Bug'doy	18,7	9,4
Roj	15,2	7,6
Arpa	24,4	12,2
Suli	31,3	15,5
Jo'xori	25,0	12,5
Kartoshka	35-47	18-24
Lavlagi	25-62	13-31
Kanop	62,6	31,3
Yo'ng'ichqa	33,1	16,6
Beda	37,8	18,9

Quyosh nurining ta'siri natijasida madaniy o'simliklarda kechadigan fotosintez jarayonida organik moddaning hosil bo'lishi va shu jarayonda texnogen ifloslovchi moddalar (gaz, chang, zarrachalar, suyuq moddalar) bevosita va bilvosita o'simliklar yaprog'i, guli, ildizi, guli, mevasi orqali o'tib, ular hosil qilgan mahsulotlar tarkibida bo'ladi. Ifloslovchi moddalarning ta'siri yo ko'rinadi (yaproq sarg'ayishi, qurishi, dog'lar hosil bo'lishi, mevaning to'kilishi), yoki ko'rinmaydi. O'simlik ho'jayra-to'qima va boshqa organlari tarkibida bo'lib, o'simlik tanasining ichki biokimyoviy o'zgarishlarga olib keladi, natijada o'simlik (tanasi, mevasi, hosili) hayvon va inson tanasi zaharli modda tutuvchi biomanbaga aylanadi.

Xulosa. Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, insoniyatning har bir faoliyati kelajakda har xil oqibatlariga olib kelishi mumkin. Shunday ekan har bir tadqiqot ishlarini olib borishda uning ayniqsa atrof-muhitga bo'ladugan ta'sirini alohida hisobga olishi zarur. Hozirgi kunda tuproqlarimiz unumdorligi pasyaib ketmoqda, atrof-muhit havosi ifloslanmoqda. Bu salbiy

holatlarni oldini olish uchun juda kata ishlar amalga oshirilmoqda. Shunday ekan har birimiz hozirga kunda atrof muhitni asrash va tuproq unumdorligini oshirishga alohida ma'suliyat bilan qarashimiz zarur hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 17 iyundagi PF-5742-sonli "Qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 26 fevraldagi PQ-5009-sonli "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasida belgilangan vazifalarni 2021 yilda amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori.
- [3]. Sattarov J. Agroximiya. –Tashkent. 2011. 136-144 b.
- [4]. Sulaymonov R. "G'o'za-kuzgi bug'doy – beda-makkajo'xori ekish tizimlarining g'o'zaning o'sish va rivojlanishiga ta'siri". J: Agro ilm, 2010, №4, 22 s
- [5]. Телляев Р., Романов Х.С. "Севообороты хлопкового комплекса." Справочник хлопкороба. Ташкент, 1993, стр 51-80.
- [6]. Kurvontoev R. Tuproqlar unumdorligi va tabiiy holatini tiklovchi texnologiyalar ishlab chiqish. Paxtachilik va donchilik rivojlantirish muammolari. Toshkent. 2004 yil. 45-48 betlar.
- [7]. Iminov A.A. Takroriy ekinlar va kuzgi bug'doy. "O'zbekiston Respublikasi q/xda suv va resurs tejovchi agro-texnologiyalar". Toshkent, 2009, 350-352 betlar
- [8]. Емельянов А.М., Лапухин Т.П. Продуктивность овса в зависимости от сочетаний минеральных удобрений в зернопаровом севообороте. Сиб.вестн. с-х. науки. -2013. -№3. -с 27-32.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТ- СОДЕРЖАЩИХ ЖИДКИХ NP-УДОБРЕНИЙ

Д.О. Обиджонов, Б.Х. Кучаров, А.У. Эркаев, Ф.Б. Хайриев,
М. Йулбарсова, Б.С. Закиров

*Институт Общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан
(Получена 15.09.2025 г.)*

Аннотация. С целью получения жидких удобрений с микроэлементами и стимулирующей активностью исследовано растворимость компонентов в системе $\text{NH}_4^+//\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{NO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C . Были выбраны составы и изучены реологические свойства растворов из диаграммы растворимости системы. В результате проведенных исследований получают стабильные прозрачные жидкие удобрения с температурой кристаллизации менее $-4 \div -12^\circ\text{C}$, содержанием суммы питательных компонентов (N+P)% от 17,15% (N-6,03%, P-11,42) до 21,46% (N-16,71, P-21,46).

Ключевые слова: Система, компонент, раствор, кристаллизация, плотность, вязкость, нитрат калия, нитрат аммония, жидкость, удобрение, микроэлемент.

Annotatsiya. Mikroelementlar va stimulyatsiyalovchi faoliyatga ega suyuq o'g'itlarni olish maqsadida $\text{NH}_4^+//\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{NO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ tizimidagi komponentlarning 25°C da eruvchanligi o'rganildi. Tizimning eruvchanlik diagrammasidan foydalanib, tarkiblar tanlandi va eritmalarining reologik xossalari o'rganildi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida $-4 \div -12^\circ\text{C}$ dan past kristallanish haroratiga ega barqaror, shaffof suyuq o'g'itlar olinadi, ular ozuqa komponentlari yig'indisi (N+P)% 17,15% (N-6,03%, P-11,42) dan 21,46% (N-16,71%, P-21,46%) gacha bo'ladi.

Kalit so'zlar: Sistema, komponent, eritma, kristallanish, zichlik, qo'vushqoqlik, kaliynitrat, ammoniynitrat, suyuqlik, o'g'it, mikroelement.

Abstract. In order to obtain liquid fertilizers containing microelements with stimulatory activity, the solubility of components in the $\text{NH}_4^+//\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{NO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ system at 25°C was investigated. Compositions were selected, and the rheological properties of the solutions were studied based on the solubility diagram of the system. As a result of the conducted studies, stable

transparent liquid fertilizers were obtained with a crystallization temperature below $-4 \div -12^{\circ}\text{C}$ and a total nutrient content (N+P) ranging from 17.15% (N – 6.03%, P – 11.42%) to 21.46% (N – 16.71%, P – 21.46%).

Keywords: System, component, solution, crystallization, density, viscosity, potassium nitrate, ammonium nitrate, liquid, fertilizer, microelement.

Введение. Одним из наиболее динамично развивающихся сегментов рынка минеральных удобрений являются жидкие удобрения, что обусловлено целым рядом их преимуществ. В настоящее время сельхозпроизводителями создана необходимая инфраструктура, включающая склады, емкостное оборудование и технику для их внесения. Среди актуальных направлений дальнейшего совершенствования производства жидких минеральных удобрений можно выделить, как одну из важнейших, задачу повышения содержания питательных веществ.

ЖКУ представляют собой растворы, содержащие необходимые растениям питательные элементы, а также при необходимости могут включать пестициды и стимуляторы роста [2–4]. Их ключевым преимуществом по сравнению с твердыми формами является упрощенная технология производства, более низкие капитальные затраты на хранение и транспортировку. Кроме того, состав ЖКУ можно варьировать в зависимости от агрохимических характеристик почвы.

В Узбекистане АО «Махам-Чирчиқ» и «Farg'onaazot» выпускают жидкие удобрения в виде раствора нитрата кальция (9-10% N) и КАС –карбамидо - аммиачной смеси (28-32% N с добавкой 0,2-0,5% P₂O₅), жидкого аммиака (82% NH₃) и аммиачной воды (20-22% NH₄OH) [1-5]. В зарубежных странах давно изучены проблемы получения жидких удобрений и в настоящее время эта проблема практически решена. Несмотря на это приведем несколько работ по этой теме. В удобрения готовят из водного раствора аммиака с добавкой нитрата аммония, или нитрата кальция, или мочевины [6-11].

В связи с этим, для физико-химического обоснования получения бесхлорных комплексных азотно-калийных удобрений нами была исследована и теоретически проанализирована тройная система NH₄⁺ // H₂PO₄⁻, NO₃⁻ – H₂O изотермическим методом при температуре 25 °С.

Методы и материалы. Образцы жидких комплексных удобрений (ЖКУ) получали путём растворения твёрдых компонентов в термостатированном стеклянном реакторе при температуре 20–30 °С. На первой стадии вносили рассчитанное количество воды, моноаммонийфосфат и нитрат аммония; после проведения аммонизации до требуемого уровня в систему добавляли микроэлемент (МЭ). Полученные растворы анализировали на содержание азота по методикам [5–6].

Удельную массу исследуемых соединений и растворов определяли пикнометрическим методом [7] с использованием капиллярного пикнометра объёмом 10 см³. Для установления его точного объёма пикнометр заполняли бидистиллированной водой, термостатировали при 25 °С и взвешивали. Зная массу сухого пикнометра, плотность воды при 25 °С и массу пикнометра, заполненного водой, рассчитывали его объём. Взвешивание проводили с точностью ±0,00005 мг, а результаты определения плотности представлены с точностью ±0,1 кг/м³.

Измерение pH растворов выполняли по методике [8] с использованием универсального иономера Bante 210, обладающего погрешностью ±0,1.

Кинематическую вязкость растворов определяли на капиллярном вискозиметре типа ВПЖ [9] с диаметром капилляра 1,16–2,75 мм; точность измерений составляла ±0,0001·10⁻¹ мм²/с.

Результаты и обсуждение.

Для устранения имеющихся в литературе разночтений и обоснования технологии получения жидких удобрений была исследована диаграмма растворимости тройной системы NH₄NO₃–NH₄H₂PO₄ – H₂O изотермическим методом при 25 °С. Равновесие фаз достигалось при их перемешивании в течение 8–10 часов. На основании результатов химического анализа жидкой и твердой фаз построена изотермическая диаграмма растворимости указанной системы при 25 °С. (рис. 1). Из результатов исследования данной системы установлено, что система относится простому эвтоническому типу, то есть в изученных температурных условиях образование новых химических соединений не наблюдается.

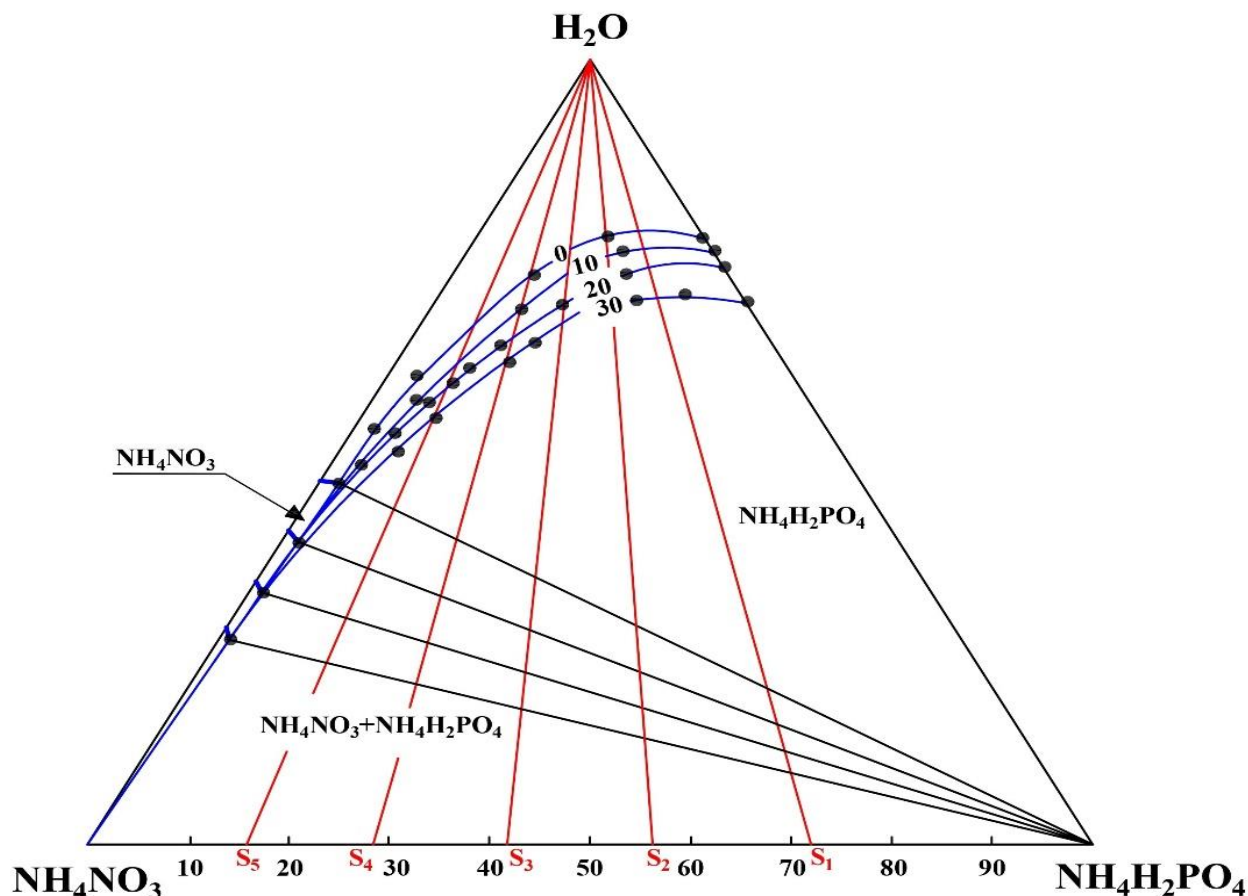


Рис.1. Изотермическая диаграмма растворимости системы NH_4NO_3 - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ - H_2O при 25°C.

Далее для получения жидких удобрений, содержащих в своем составе микроэлементы, нами были выбраны и изучены реологические свойства (таблица 1) растворов из диаграммы растворимости системы нитрат аммония – моноаммоний фосфат – вода при 25°C, которые отмечены на диаграмме условными цифрами S^1 - S^5 .

Таблица 1

Реологические свойства полученных растворов на основе диаграммы растворимости системы нитрат аммония-моноаммоний фосфат -вода

№ п/п	Состав раствора, %			Темп. крист, °C	Вязкость, мм ² /с	рН	Плотность г/см ³	Соотношение N:P	Сумма пит. элементов
	NH_4NO_3	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	H_2O						
1	8,1	18,5	73,4	-6,0	1,3615	3,76	1,133	6,03:11,42	17,45
2	13,0	15,0	72,0	-7,0	1,1987	3,69	1,123	7,89:9,26	17,15
3	18,9	13,0	68,1	-2,0	1,1839	3,62	1,140	10,40:8,03	18,43
4	25,0	9,7	65,3	0	1,1543	3,57	1,159	12,85:5,99	18,84
5	33,8	7,7	58,5	7,0	1,1247	3,51	1,176	16,71:4,75	21,46

Из данных таблицы 1 следует, что с увеличиванием концентрации NH_4NO_3 от 8,1 до 33,8% происходит увеличение значений температуры кристаллизации, плотности образованных растворов, а показатель вязкости уменьшается с 1,3615 до 1,1247 мм²/с. А температура кристаллизации растворов колеблется от -6,0 до 7,0°C.

Изучение реологических свойств растворов с добавкой и без нее микроэлементов показало, что можно транспортировать их существующими перекачивающими устройствами без каких – либо затруднений.

При получении микроэлементсодержащих жидких удобрений использовали растворы, полученные путем азотнокислотного разложения отработанных катализаторов при производстве азотной кислоты в химической промышленности. Разложение отработанных катализаторов проводили на лабораторной установке, состоящей из трубчатого стеклянного реактора, снабженного лопастной мешалкой, приводимой в движение мотором. Необходимое количество азотной кислоты помещали в реактор и добавляли расчетное количество отработанных катализаторов при интенсивном перемешивании. Температуру реакционной массы поддерживали на уровне 45-50°C с помощью контактного термометра в течение 45 минут.

Ниже в таблице 2 проведен элементный состав отработанного катализатора отхода производства азотной кислоты марки Shift Max 210.

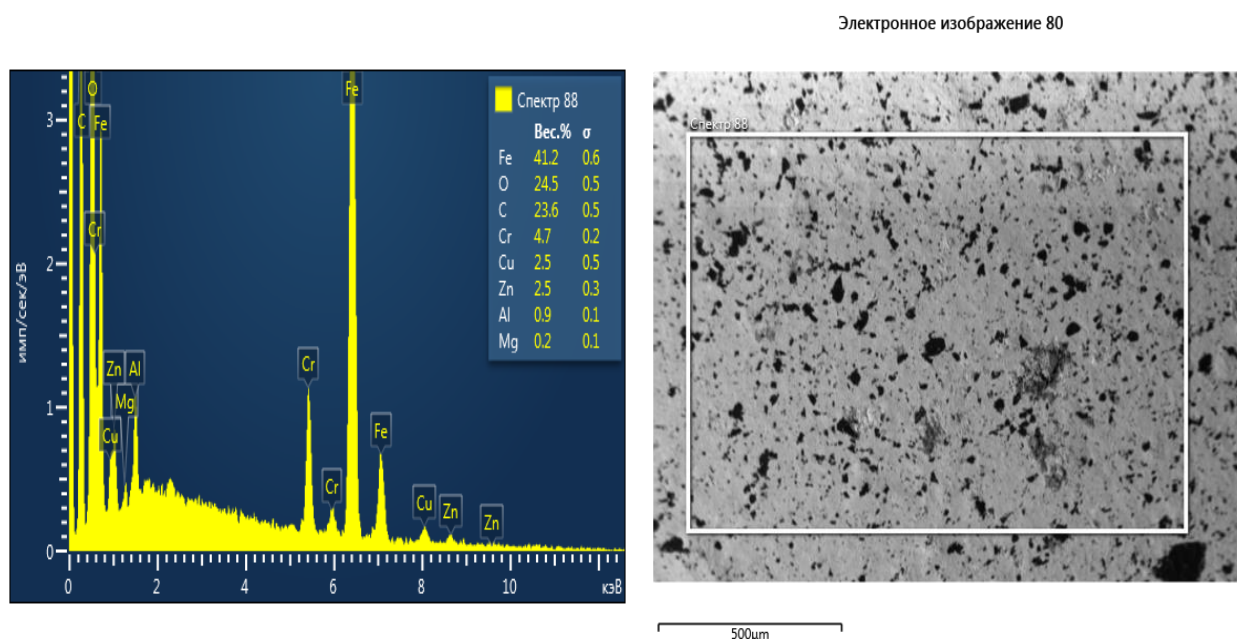


Рис. 2. Энергодисперсионный спектр отработанного исходного катализатора марки SHIFT MAX 210.

Таблица 2

Элементный состав отработанного исходного катализатора марки SHIFT MAX 210

Элемент	Вес. %	Сигма Вес. %	Название эталона
C	23.58	0.53	C Vit
O	24.47	0.46	SiO ₂
Mg	0.25	0.08	MgO
Al	0.87	0.09	Al ₂ O ₃
Cr	4.69	0.21	Cr
Fe	41.15	0.57	Fe
Cu	2.52	0.48	Cu
Zn	2.47	0.35	Zn
Сумма:	100.00		

Как видно из таблицы 2, отработанный катализатор имеет следующий химический состав (вес. %): O – 24,47; Al – 0,87; Zn – 2,47; Cu – 2,52; C – 23,58; Fe– 41,15; (таблица 2). Перед применением его размалывали до размера частиц менее 0.05 мм.

После разложения азотной кислотой жидкую фазу анализировали на элементный состав, который приведен в таблице 3. Как следует из таблицы 3, жидкая фаза имеет в своем составе и

содержит: **P**-0.0014, **K**-0.2900, **Ca**-0.0010, **Mg**-0.0010 г/л макроэлементов и **B**-0.00032, **Cu**-120.0, **Zn**-0.3600, **Co**-0.0700, **Mn**-0.0150 и **Fe**-0.0340 г/л микроэлементов, соответственно.

Таблица 3

Масс спектрометрический (ICP-MS) анализ исходного отработанного катализатора

Марка катализатора	Макроэлементы, г/л				Микроэлементы, г/л						
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Co	Mo
Shift max 210	242,0	478,0	1207	580	28000	19100	50,0	4300	545605	68,0	214

После разложения азотной кислотой жидкую фазу анализировали на элементный состав, который приведен в таблице 3. Результаты масс-спектрометрического (ICP-MS) анализа также подтверждают, что отработанные катализаторы содержат в своем составе целый ряд макро- и микроэлементов элементов необходимых для получения микроэлемент содержащих жидких комплексных удобрений с стимулирующими свойствами. Как следует из таблицы 3, жидкая фаза имеет в своем составе и содержит: **P**-0.0242, **K**-0.0478, **Ca**-0.1207, **Mg**-0.0580 г/л макроэлементов и **B**-0.00050, **Mn**-0.4300, **Fe**-5.45605, **Co**-0.0068 и **Mo**-0.0214 г/л микроэлементов, соответственно.

Таблица 4

Реологические свойства полученных растворов на основе диаграммы растворимости системы нитрат аммония-моноаммоний фосфата-вода с добавкой микроэлементов

№ п/п	Состав раствора, %					Темп. крист, °C	Вязкость, мм ² /с	pH	Плотность г/см ³
	NH ₄ NO ₃	NH ₄ H ₂ PO ₄	H ₂ O	МЭ	Стим.				
1	8,1	18,5	73,4	1,0	1,0	-12,0	1,450	4,23	1,134
2	13,0	15,0	72,0			-12,0	1,183	4,29	1,132
3	18,9	13,0	68,1			-10,0	1,274	4,23	1,157
4	25,0	9,7	65,3			-12,0	1,178	4,31	1,155
5	33,8	7,7	58,5			-8,0	1,196	4,41	1,190
1 ^a	8,1	18,5	73,4	0,5	1,5	-13,0	1,475	4,31	1,134
2 ^a	13,0	15,0	72,0			-13,0	1,359	4,36	1,138
3 ^a	18,9	13,0	68,1			-6,0	1,303	4,38	1,159
4 ^a	25,0	9,7	65,3			-11,0	1,213	4,66	1,163
5 ^a	33,8	7,7	58,5			-4,0	1,223	4,63	1,193

Полученные данные показывают, что в отличие от растворов с добавками микроэлементов с увеличением концентрации NH₄NO₃ от 8,1 до 33,8%, в меньшей степени уменьшается плотность, в пределах 1.200-1.234 г/см³, а вязкость повышается в пределах 1.709-1.927 мм²/с. Температура кристаллизации раствора с содержанием 27.50% KNO₃ и 41.25% микроэлементов резко понижается до 20°C.

Закключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что получают стабильные прозрачные жидкие удобрения с температурой кристаллизации менее -4÷-12°C, содержанием суммы питательных компонентов (N+P)% от 17,15% (N-6,03%, P-11,42) до 21,46% (N-16,71, P-21,46) и микроэлементов, г/л (Cu-60,0; Zn-0,18; B-0,00016; Mn-0,0075; Fe-0,017; Co-0,035).

Список литературы

- [1]. Мамаджанов, З., Гафуров, К., & Султонов, Б. Э. (2008). Получение аммиакатов из отходов производства вооочистки. *Известия*, 1, 772.
- [2]. Shamshidinov, I. T., Mamadaliev, A. T., & Mamajanov, Z. N. (2014). Optimization of the process of decomposition of aluminosilicate of clays with sulfuric acid. In *The First International Conference on Eurasian scientific development* (pp. 270-275).
- [3]. Shamshidinov, I. T., & Mamajanov, Z. N. (2014). Use of low-grade of phosphorites at picking calcium and microelement containing nitrogenphosphorus fertilizers. *Europäische Fachhochschule*, (3), 117-119.
- [4]. Шамшидинов, И. Т., Мамаджанов, З. Н., & Мамадалиев, А. Т. (2014). Изучение коагулирующей способности сульфата алюминия полученного из ангреноского каолина. In *наука XXI века: теория, практика, перспективы* (pp. 48-55).
- [5]. Мамаджанов, З. Н. (2018). Исследование процессов сернокислотной переработки местных алюмосиликат и получение коагулянтов на их основе.
- [6]. Мамаджанов, З. Н., & Шамшидинов, И. Т. (2018). Исследование процесса выщелачивания алюминия из каолиновых глин Ангреноского месторождения. *Universum: технические науки*, (3 (48)), 33-36.
- [7]. Мамадалиев, А. Т., & Бакиева, Х. Суюк ўғит-аммиакатлар олиш ва уларни ишлатиш усуллари Мамаджанов Зокиржон Нематжонович. *PhD, доцент*.
- [8]. No, P. (1998). 5698 UZ. *Method of obtaining extraction phosphoric acid*/Gafurov K., Shamshidinov IT, Arislanov A., Mamadaliev A.(UZ).
- [9]. Гафуров, К. (2005). Шамшидинов. ИТ, Арисланов АС Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты в процессе ее экстракции. «*Вестник ФерПИ*», Фергана, (1).
- [10]. Арисланов, А. С., Шамшидинов, И. Т., Мамаджанов, З. Н., & Рустамов, И. Т. (2020). Способ получения сульфата алюминия из местных бентонитов. In *International scientific review of the problems of natural sciences and medicine* (pp. 11-17).
- [11]. Гафуров, К., Абдуллаев, М., Мамадалиев, А., Мамаджанов, З., & Арисланов, А. (2022). Уруғлик чигитларни макро ва микроўғитлар билан кобиклаш.

УДК 621.762, 621.762:006

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А.М. Тешабаев, И.Х. Домуладжанов

Ферганский государственный технический университет
(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация. В статье приводятся сведения о металлах которые широко используются в машиностроении и конечно для их использовании они подвергаются проверке.

Чтобы судить о пригодности данного металла или сплава для изготовления из него определенных деталей, необходимо знать его свойства.

Металлы характеризуются физическими, химическими, механическими, технологическими и другими свойствами. Металлы и их сплавы в твердом состоянии, являются кристаллическими телами. Их свойства определяются структурой. Это внутреннее строение металлов и сплавов, которое характеризуется определенным закономерным расположением атомов и молекул, образующих кристаллическую решетку.

В настоящее время низколегированные стали широко используются в сельском машиностроении. Эти стали имеют относительно низкую стоимость и хорошо поддаются механической обработке резанием и поэтому эти стали используются в режущих сегментах аппаратов уборочных машин, которые необходимо подвергать термической обработке (упрочнению).

Ключевые слова. Машиностроение, сельское хозяйство, промышленность, способы, методы, металл, сплав, испытания, прочность, упругость, пластичность, твердость, эластичность, обрабатываемость.

Abstract. The article provides information about metals that are widely used in mechanical engineering and, of course, they are tested for their use.

To judge the suitability of a given metal or alloy for the manufacture of certain parts, it is necessary to know its properties.

Metals are characterized by physical, chemical, mechanical, technological and other properties. Metals and their alloys in the solid state are crystalline bodies. Their properties are determined by the structure. This is the internal structure of metals and alloys, which is characterized by a certain regular arrangement of atoms and molecules that form a crystal lattice.

Currently, low-alloy steels are widely used in agricultural engineering. These steels have a relatively low cost and lend themselves well to mechanical cutting and therefore these steels are used in cutting segments of harvesting machines, which must be subjected to heat treatment (hardening).

Key words. Mechanical engineering, agriculture, industry, methods, techniques, metal, alloy, testing, strength, elasticity, plasticity, hardness, elasticity, workability.

Аннотация. Maqolada mashinasozlikda keng qo'llaniladigan va, albatta, ulardan foydalanish uchun sinovdan o'tgan metallar haqida ma'lumot berilgan.

Berilgan metall yoki qotishmaning ma'lum qismlarni ishlab chiqarishga yaroqliligini aniqlash uchun uning xususiyatlarini bilish kerak.

Metallar fizik, kimyoviy, mexanik, texnologik va boshqa xossalari bilan ajralib turadi. Qattiq holatda metallar va ularning qotishmalari kristall jismlardir. Ularning xususiyatlari ularning tuzilishi bilan belgilanadi. Bu kristall panjarani tashkil etuvchi atomlar va molekulalarning ma'lum bir muntazam joylashishi bilan tavsiflangan metallar va qotishmalarning ichki tuzilishi.

Hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligida kam qotishma po'latlar keng qo'llaniladi. Ushbu po'latlar nisbatan arzon narxga ega va ishlov berish uchun juda mos keladi va shuning uchun bu po'latlar issiqlik bilan ishlov berishni (qattiqlashishni) talab qiladigan yig'im-terim mashinasi apparatlarining segmentlarini kesishda qo'llaniladi.

Kalit so'zlar. Mashinasozlik, qishloq xo'jaligi, sanoat, usullar, texnikalar, metall, qotishma, sinov, mustahkamlik, elastiklik, plastiklik, qattqlik, moslashuvchanlik, ish qobiliyati.

Машиностроительная промышленность играет важнейшую роль в развитии производительных сил нашей страны. От степени ее развития зависит обеспечение постоянного технического прогресса народного хозяйства.

Технология машиностроения изучает способы и процессы изготовления машин заданного качества и в установленной производственной программой количестве при наименьшей себестоимости.

В промышленности применяются различные металлы и сплавы. Чтобы судить о пригодности данного металла или сплава для изготовления из него определенной детали, необходимо знать его свойства.

В настоящее время низколегированные стали широко используются в сельском машиностроении. Эти стали имеют относительно низкую стоимость и хорошо поддаются механической обработке резанием. Альтернативно эти стали рафинируют термической обработкой и дополнительно подвергают рафинированию в виде цементации. намеревался выйти [1-4].

Металлы характеризуются физическими, химическими, механическими, технологическими и другими свойствами. Металлы и их сплавы в твердом состоянии, являются кристаллическими телами. Их свойства определяются структурой. Под структурой понимают внутреннее строение металлов и сплавов, которое характеризуется определенным закономерным расположением атомов и молекул, образующих кристаллическую решетку.

Пространственное размещение атомов в кристалле может быть различным. Следовательно, и у металлов кристаллические решетки могут быть различными. Наиболее распространенными считаются кристаллические решетки: кубическая, объемно-центрированная (рис. 1а), кубическая гранец-центрированная (рис. 1, б), гексогональная (рис. 1, в).

Первую решетку имеют α -железо, хром, ванадий, молибден, вольфрам и др.;

Вторую γ -железо, алюминий, медь, никель, свинец и др.;

–Третью магний, бериллий, кадмий и др.

Кристаллизация происходит при охлаждении металла до определенной температуры, когда в нем образуются центры кристаллизации или мельчайшие кристаллические зародыши. Дальнейшее охлаждение способствует группированию вокруг центров атомов и появлению новых зародышей. Пока кристаллы окружены жидкостью, процесс идет свободно, они имеют правильную геометрическую форму; но наступает период, когда сталкиваются кристаллы с изменением ее структуры.

Большую роль играют технологические свойства металлов, которые необходимо определять, существуют различные методы их проверки.

Технологические качества материалов определяют испытанием на пригодность материала для обработки тем или иным способом.

Например, испытанием на удлинение определяют пригодность тонких листов для холодной штамповки, вытяжки и т.д. Металл считается пригодным, если после его продавливания в углублении, образовавшемся в пластинчатом образце, отсутствуют трещины и надрывы.

Вторым способом определения пригодности металла к пластической деформации является проба его на изгиб. Этим способом испытывают листы, прутки, профильный материал, сварные соединения и т. д.

Пластические свойства металла определяют по углу изгиба, при котором в металле появляются первые трещины. Наилучшим считается результат, когда в металле отсутствуют трещины после его изгиба на 180° . Пластичность проволоки определяют пробой на закручивание, для чего образец в холодном состоянии закручивают, а потом раскручивают. Пригодность проволоки определяется по наличию после испытания трещин, расслоения и т. д.

Для определения способности металлов закаливаться производится проба на закаливаемость загибом. Пластинчатый образец перед пробой на загиб нагревают до температуры $650-700^\circ \text{C}$ и быстро опускают в воду при комнатной температуре. После полного охлаждения образец подвергается испытанию на изгиб.

Применяются различные способы определения литейных качеств и обрабатываемости металла. Для определения жидко текучести жидкий металл заливается в специальную форму, и по заполнению её судят о качестве металла [5-11].

Относительную обрабатываемость определяют интенсивностью режима резания, применяемого при обработке пробного образца, в сравнении с эталонным.

Для сравнения качественных характеристик металлы испытывают на прочность, твердость, ударную вязкость и другие механические свойства.

Прочность – способность материалов сопротивляться действию внешних сил, выдерживать их, не разрушаясь.

Упругость – способность материалов возвращаться в первичное состояние по прекращению действия силы, вызвавшей изменения положения, формы действия.

Пластичность – способность материалов деформироваться (изменять форму и объем) под воздействием внешних сил, не разрушаясь и сохраняя приобретенную форму после снятия сил, т.е. получить необратимую деформацию.

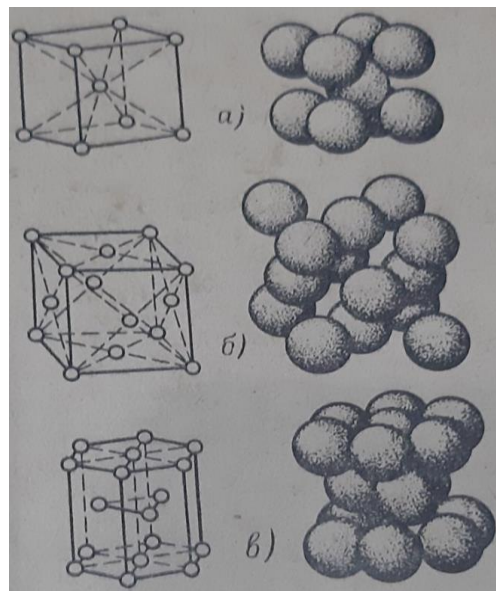


Рис. 1. Кристаллическая решетка
а) Объёмно центрированная,
б) Гране – центрированная
в) Гексагональная.

Твердость – способность материалов сопротивляться проникновению в него другого более твердого материалов.

Ударная вязкость – способность материалов сопротивляться динамическим нагрузкам – ударам.

Усталость (выносливость) – способность материалов выдерживать повторные или знакопеременные нагрузки.

Ползучесть – способность металлов медленно и непрерывно удлиняться (ползти) от постоянных сил, приложенных к нему, особенно при условии с повышенным и высоким температурным режимом, при напряжениях ниже предела упругости для данного металла. Для определения прочности проводят испытания на растяжение специально приготовленных образцов из материала, подлежащего испытания. Образцы изготавливают круглого или прямоугольного сечения установленных стандартом размеров.

Приготовленные образцы захватывают разрывной машины и постепенно растягивают со все возрастающей силой P . По полученным величинам нагрузки P и удлинениями образца σ строится диаграмма растяжения (рис. 1).

Силу P , которую может выдержать металл, называют разрывной, а прочность при этом будет предельной, являющейся самым характерным показателем прочности металлов, и определяется по формуле:

$$\sigma_{вр} = P_{вр}/F,$$

Где: $\sigma_{вр}$ – предел прочности в кГ/мм² (Н/мм²);

$P_{вр}$ – сила разрыва в кГ (Н);

F – начальная площадь сечения образца мм² (м²)

Испытания на твердость производится путем вдавливания в поверхность испытуемого металла стального шарика (метод Бринеля), алмазного конуса (метод Роквелла) или алмазной пирамидки (метод Викерса). О величине твердости судят по величине отпечатка на металле. Если, например, нагрузку обозначить через P , площадь сферической поверхности лунки через F , то твердость по Бринелю определяется по формуле:

$$HB = P/F$$

Полученный предел прочности на разрыв считается тем условным напряжением, которое в состоянии выдерживать металл.

На диаграмме показаны точки, которые кроме предела прочности, соответствуют пределу пропорциональности $\sigma_{пр}$, пределу упругости σ_y и пределу текучести σ_t .

Пластичность металла выражают изменение длины образца по отношению к первоначальной:

$$\sigma = \frac{(I_k - I_0)}{I_0} \times 100\%$$

где σ – относительное удлинение образца в %;

I_k – длина образца после разрыва в мм;

I_0 – первоначальная расчетная длина образца в мм.

Между твердостью и прочностью существует некоторая зависимость, которую приближенно можно записать в таком виде: $\sigma_{вр} = 0,36 HB$



Рис. 1. Диаграмма растяжения.

Ударная вязкость $Q = A/F$ кГ/см² (дж/м²)

Где A – работа, необходимая для разрушения образца в кГм (дж);

F – площадь поперечного сечения образца в см² (м²)

Испытание производится на маятниковом копре, рабочим органом которого является массивный маятник, имеющий значительное плечо.

Испытание на усталость проводится на специальных машинах позволяющих вращать круглые образцы и прикладывать знакопеременную нагрузку.

Испытание на ползучесть производится на установках, в которых можно автоматически поддерживать необходимую температуру нагрева и растяжение, кручение, изгиб и т.д. при заданном нагреве. Чаще всего определяется ползучесть при растяжении.

В сельскохозяйственном машиностроении стали различных марок используются в режущих сегментах аппаратов уборочных машин, которые необходимо подвергать термической обработке (упрочнению).

Поэтому для проведения исследований в работе были выбраны низколегированные конструкционные стали марок 40Х, 45ХН и 55ХГР. Из печи, используемой для цементации в лаборатории. Анализ микроструктур. Рентгеноструктурный анализ. Определение механических свойств. Тест на выносливость. Обработка результатов эксперимента

В заключении можно сделать выводы, что все виды испытаний металла направлена на его использование по назначению.

Список литературы

- [1]. Чумак Н.Г. Материалы и технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 1971. – 207 с.
- [2]. Ф.Р.Норхуджаев, Д.М.Эргашев, А.М. Тешабоев. Упрочнение режущих сегментов аппаратов уборочных машин // Композиционные материалы. 2021. - №2. – с.92-93.
- [3]. Ф.Р.Норхуджаев, А.А.Мухамедов, Д.М.Эргашев, Р.Ф. Норхужаева, А.М. Тешабоев. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных сталях // Композиционные материалы. 2021. - №1. – с.75-77.
- [4]. Norkhudjaev.F.R., Juraev M.A., Muminova.D.S., TeshaboyevA.M. Development Technology for Increasing Durability and Longevity of Soil-processing Working Bodies // International Journal of Advanced Science and Technology Vol 29.No.7.[2020] pp.9285-9291.
- [5]. Domuladjanova Shahlo. Problems of industrial waste disposal in the Fergana region. E3S Web Conf., 431 (2023) 04013. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343104013>
- [6]. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/68/e3sconf_itse2023_04013/e3sconf_itse2023_04013.html, <https://www.scopus.com/sourceid/21100795900>
- [7]. Ibragimjon Domuladjanov, Odiljon Ibragimov, Shahlo Domuladjanova. The Especially Hazardous Pesticides in Uzbekistan. **Journal of Survey in Fisheries Sciences (JSFS)** with **EISSN:7487-2368** . Your article will be published in the forthcoming **special Issue 2023**. p.2023 – 2072. Link: <http://sifisheressciences.com/page/21/>. <https://www.scopus.com/sourceid/21100905326#tabs=2>. <https://mjl.clarivate.com/search-results?issn=2368-7487>. <https://sifisheressciences.com/journal/index.php/journal/article/view/783>
- [8]. Ibragimov Odiljon Olimjanovich, Domuladjanov Ibragimjon Xadjimuxamedovich. On The Issue of Growing Agricultural Crops. Neuroquantology | oktober 2022 | Volume 20 | Issue 12 | Page 3051-3057 | DOI: 10.14704/NQ.20.12.NQ77304. <https://www.neuroquantology.com/article.php?id=8928> https://www.scopus.com/sourceid/11600154151?dgcid=sc_widget_citescore
- [9]. Domuladjanov Ibragimjon Xadjimuxamedovich, Latipova Mukhayo Ibragimjanovna, Nasretdinova Feruza Nabilievna. Geomorphology relief, geological building in the development of "Project of environmental standards". EPRA International Journal of (IJRD)Monthly Peer Reviewed & Indexed International Online Journal ISI I.F. Value : 1.241 Published By EPRA Publishing, Volume: 5, Issue:6, June 2020. – 136-139.
- [10]. [Ramazonovich, N.F.](#), [Anvarovich, M.A.](#), [Marifovich, T.A.](#), [Muminaliyevich, U.J.](#), [Toshpulatovich, P.S.](#) Resource-saving manufacturing technologies and thermal hardening of machine parts and tool. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics Эта ссылка отключена., 2021, 1(9), страницы 137–145.
- [11]. [Norkhudjaev, F.R.](#), [Mukhamedov, A.A.](#), [Nabiyev, B.N.](#), [Khodjimukhamedova, M.M.](#), [Teshaboyev, A.M.](#) MECHANICAL CHARACTERISTICS OF POWDERED ALUMINUM BRONZE OBTAINED FROM METALLURGICAL WASTE. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics Эта ссылка отключена., 2022, 2022(11), страницы 95–97
- [12]. [Teshaboyev, A.](#), [Rubidinov, S.](#), [Tursunov, S.](#), [Madaminov, B.](#) Processing of cutting parts of agricultural machinery. E3S Web of Conferences 01034. Эта ссылка отключена., 2023, 462.

КОНВЕРСИЯ НИТРАТА КАЛЬЦИЯ

З.К. Дехканов, Р.Х. Медатов

Ферганский государственный технический университет

zulfikaxar2404@gmail.com

(Получена 15.09.2025 г.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada kalsiy nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) ning konversiya (kimyoviy qayta aylantirish) jarayonlari, ularning termokimyoviy va kinetik xususiyatlari tahlil qilinadi. Ishda turli sharoitlarda (harorat, bosim, katalizatorlarning mavjudligi) kalsiy nitratning parchalanishi, gidrolizi va boshqa konversiya yo'llari eksperimental hamda nazariy jihatdan o'rganildi. Maqola ishlab chiqarishda kalsiy nitratdan olinadigan mahsulotlar (masalan, kalsiy oksid, azot oksidlari yoki minerallar) sifatini yaxshilash, chiqindilarni kamaytirish va amaliy jarayonlar samaradorligini oshirish usullarini taklif etadi. Atrof-muhitga ta'sir va xavfsizlik masalalari ham ko'rib chiqilgan. Natijalar sanoat va laboratoriya sharoitida kalsiy nitrat bilan ishlash uchun amaliy tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: kalsiy nitrat, konversiya, termokimyо, kinetika, kataliz, parchalanish, atrof-muhit ta'siri

Аннотация: В статье рассматриваются пути конверсии кальций-нитрата ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), его термохимические и кинетические особенности при различных условиях (температура, давление, наличие катализаторов). Проведены экспериментальные и теоретические исследования механизмов разложения, гидролиза и преобразований нитрата кальция. Описаны методы повышения качества получаемых продуктов (например, оксид кальция, оксиды азота, минеральные побочные продукты), а также подходы к снижению отходов и повышению эффективности технологических процессов. В работе обсуждаются вопросы экологической безопасности и меры по уменьшению вредного воздействия при промышленных операциях. Полученные результаты полезны для промышленного применения и оптимизации лабораторных процессов.

Ключевые слова: кальций-нитрат, конверсия, термохимия, кинетика, катализ, разложение, экологическая безопасность

Abstract: This paper examines conversion pathways of calcium nitrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), focusing on its thermochemical behavior and reaction kinetics under varying conditions (temperature, pressure, and presence of catalysts). Both experimental studies and theoretical analysis investigate decomposition, hydrolysis, and other transformation mechanisms of calcium nitrate. The article proposes methods to improve the quality of derived products (e.g., calcium oxide, nitrogen oxides, mineral residues), reduce waste, and enhance process efficiency in industrial settings. Environmental impact and safety considerations are addressed, with recommendations for mitigating harmful emissions during processing. The findings provide practical guidance for optimizing laboratory procedures and industrial technologies involving calcium nitrate.

Keywords: calcium nitrate, conversion, thermochemistry, kinetics, catalysis, decomposition, environmental impact

В работе найдены оптимальные условия конверсии нитрата кальция – побочного продукта химического обогащения фосфоритов Центральных Кызылкумов в нитрат аммония и карбонат кальция.

Обогащение фосфоритовой муки состава (вес. %): 17,52 P_2O_5 ; 47,53 CaO ; 15,23 CO_2 ; 2,0 SO_3 ; $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 2,7$ при норме HNO_3 50%, pH нитро-кальцийфосфатной пульпы 3 и весовом соотношении фосмука : этиловый спирт, равном 1 : 5, позволило получить фосфоритовый концентрат состава (вес. %): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 26,2; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 38,25; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$ 2,28; CO_2 2,8; N 0,85; $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,46$. Такой концентрат вполне пригоден для сернокислотной экстракции с получением аммофоса. А жидкая фаза пульпы представляет собой раствор, состоящий из нитрата кальция с небольшим количеством нитрата аммония и этилового спирта. Последний легко отгоняется и возвращается в технологический цикл. После отгонки спирта получается концентрированный нитроаммонийнокальциевый раствор, содержащий 50% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 3% NH_4NO_3 .

Этот раствор можно рекомендовать в качестве готового жидкого азотнокальциевого удобрения или перерабатывать его в твердую гранулированную кальциевую селитру. Однако

кальциевая селитра, как удобрение, имеем два недостатка – это её высокая гигроскопичность и малый процент азота в ней [1]. Поэтому представляет практический интерес конверсия нитрата кальция с помощью CO_2 и NH_3 в аммиачную селитру и карбонат кальция.

В России нитрофоска с содержанием питательных веществ 48% и соотношением $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 1 : 1 : 1$, в которой доля P_2O_5 в водорастворимой форме составляет 50 %, производится путем азотнокислотного разложения самого лучшего в мире фосфатного сырья, а именно Хибинского флотационного апатитового концентрата, в котором содержится 39,5 P_2O_5 , а кальциевый модуль ($\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$) составляет 1,32. После разложения из пульпы отделяют нерастворимый остаток, а из раствора вымораживается и на 90 % отделяется тетрагидрат нитрата кальция. На одну тонну нитрофоски получается 0,6 т кальциевой селитры в пересчете на готовый продукт [79,5 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$]. Последняя с помощью CO_2 и NH_3 конвертируется в нитрат аммония и мел, который используется в сельском хозяйстве для известкования кислых почв [2].

Известно два способа конверсии нитрата кальция – газовый с применением газообразных аммиака и двуокиси углерода и жидкостной с использованием раствора карбоната аммония. Газовый способ изучался в работе [3]. Предварительные опыты были проведены с растворами состава [50% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 50% H_2O] и [31,5% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + 18,2% NH_4NO_3 + 50,3% H_2O] при следующих параметрах: температура 65-70°C, продолжительность конверсии 65 мин и мольные соотношения $\text{NH}_3 : \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 2,52 : 1$ и $\text{CO}_2 : \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 1 : 1$. Степень конверсии в первом растворе составила 49,5%, а во втором 81,0%. Это говорит о том, что степень конверсии нитрата кальция значительно повышается в присутствии нитрата аммония. Следующие эксперименты были проведены с раствором состава: 16,1% NH_4NO_3 , 28, 1% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 55,8% H_2O . Установлено, что при возрастании температуры от 40 до 60°C степень конверсии увеличивается с 40 до 90 %. Дальнейшее повышение температуры существенного влияния на степень конверсии не оказывает. При увеличении продолжительности от 40 до 80 мин степень конверсии возрастает соответственно при температуре 50°C от 78 до 97 % и при температуре 70°C – от 89 до 100%. При увеличении мольного отношения $\text{NH}_3 : \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ от 2,1 : 1 до 2,52 : 1 при прочих равных условиях степень конверсии несколько повышается. Уменьшение содержания воды в исходном растворе приводит к значительному снижению степени конверсии (в пересчете на Ca^{++}): при 65%-ном содержании воды степень конверсии составляет 78%, а при 40%-ном – 23%.

Недостатками газового способа являются длительное время реагирования (не менее 80 мин), трудность регулирования реакции конверсии и значительные потери двуокиси углерода.

В работе [4] описан двухстадийный процесс конверсии нитрата кальция. Его сущность состоит в том, что осаждение основного количества карбоната кальция из раствора нитрата кальция осуществляют с помощью газообразных аммиака и двуокиси углерода, а для досаждения оставшегося количества кальция используют раствор карбоната аммония 20 %-ной концентрации. Двухстадийный способ позволяет значительно интенсировать конверсию нитрата кальция в карбонат кальция и нитрат аммония по сравнению с методом газовой конверсии. Так, время реагирования сокращается в два раза (с 80 до 40 мин) при одновременном уменьшении расхода аммиака и двуокиси углерода соответственно до 107% и 111% от стехиометрии в пересчёте на исходный раствор нитрата кальция. Кроме того, двухстадийный способ даёт возможность повысить концентрацию нитрата аммония в получаемом растворе с 30 до 50%, что выгодно отличает его от жидкостной конверсии.

В лабораторных условиях процесс конверсии мы изучали следующим образом. Взаимодействие раствора нитрата кальция с кристаллическим карбонатом аммония осуществляли в стеклянном реакторе, снабженном мешалкой. Варьируемыми параметрами были: норма карбоната аммония от стехиометрии на образование нитрата аммония (от 100 до 130%), температура процесса (50 и 70°C), продолжительность перемешивания (от 30 до 120 мин) и концентрация раствора нитрата кальция (от 30 до 45%). Во всех опытах скорость

оборотов мешалки составляла 250-300 об/мин. После перемешивания реактор удаляли из термостата, содержимое отфильтровывали под вакуумом на воронке Бюхнера, применяя один слой фильтровальной бумаги. Оставшийся на фильтре осадок карбоната кальция промывали водой. Промытый осадок высушивали в сушильном шкафу при 80°C. Осадок и фильтраты анализировали по известным методикам [5]. По содержанию СаО и СО₂ в осадке рассчитывали степень конверсии нитрата кальция. Полученные данные приведены в таблице и на рис. 1.

Таблица. Степень конверсии нитрата кальция в зависимости от различных параметров процесса

Темпе- ратура, °С	Продолжитель- ность, мин	Степень конверсии при различной норме (NH ₄) ₂ CO ₃ , %			
		100	110	120	130
1	2	3	4	5	6
50	концентрация Са(NO₃)₂ – 30%				
	30	67,80	69,99	72,42	79,21
	45	74,05	77,11	80,45	82,51
	60	85,52	87,89	88,00	90,11
	90	89,77	90,09	92,45	96,78
	120	96,21	96,65	97,79	98,20
	концентрация Са(NO₃)₂ – 37%				
	30	65,09	67,12	70,67	75,56
	45	73,11	75,33	78,63	80,19
	60	83,98	85,56	87,14	89,48
	90	87,87	89,07	90,90	95,07
	120	93,59	95,71	96,81	97,90
	концентрация Са(NO₃)₂ – 45%				
	30	61,78	65,99	69,23	72,89
	45	70,89	73,82	80,16	85,28
	60	80,70	83,79	89,73	91,87
	90	89,65	90,47	93,27	94,49
	120	92,52	95,89	96,70	97,67
70	концентрация Са(NO₃)₂ – 30%				
	30	76,11	78,70	82,31	86,79
	45	82,50	86,43	88,10	90,74
	60	91,30	92,00	92,33	92,50
	90	96,70	96,79	97,80	97,00
	120	98,61	98,77	98,90	99,41
	концентрация Са(NO₃)₂ – 37%				
	30	74,33	76,07	78,11	87,22
	45	80,66	84,47	86,61	89,11
	60	89,19	90,84	91,86	91,96
	90	94,77	95,68	96,10	96,41
	120	97,01	98,80	99,94	99,96
	концентрация Са(NO₃)₂ – 45%				
	30	72,11	74,09	75,65	84,35
	45	78,40	83,66	85,43	87,17
	60	89,00	89,10	90,12	90,71
	90	93,89	95,29	95,77	96,09
	120	94,77	96,11	99,60	99,88

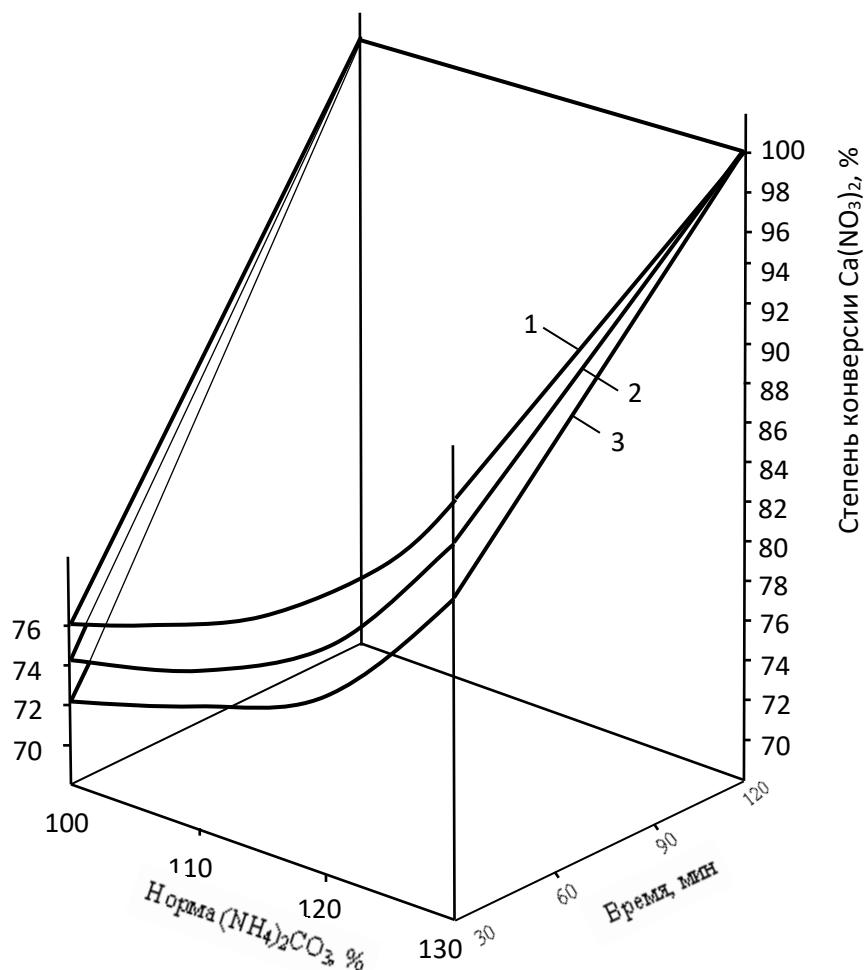


Рис. 1. Степень конверсии нитрата кальция при 70°C в зависимости от нормы карбоната аммония, времени взаимодействия и концентрации раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: 1 – 30 %, 2 – 37 %, 3 – 45 %.

Из таблицы видно, что с увеличением нормы карбоната аммония со 100% до 130% при температуре 50°C и продолжительности взаимодействия 30 %-ного раствора нитрата кальция с карбонатом аммония 60 мин степень конверсии растет с 85,52% до 90,11%. При продолжительности взаимодействия 120 мин при постоянстве других параметров степень конверсии увеличивается с 96,21% до 98,20%.

С ростом температуры взаимодействия от 50 до 70°C степень конверсии нитрата кальция в нитрат аммония и карбонат кальция также возрастает. Так при концентрации раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 45%, норме $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 120%, времени взаимодействия 120 мин степень конверсии при 50°C равняется 96,70%, а при 70°C – уже 99,60%.

Аналогичная картина наблюдается и при росте времени взаимодействия компонентов. Так, при концентрации раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 45%, норме $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 120%, температуре 70°C степень конверсии при 30-ти минутном взаимодействии равняется 75,65%, а при 120-ти минутном – уже 99,60%.

Уменьшение степени конверсии наблюдается лишь с увеличением концентрации раствора нитрата кальция. Так, при 70°C, норме $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 120%, времени взаимодействия 30 мин с увеличением концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ с 30% до 45% степень конверсии уменьшается с 82,31% до 75,65%. Это объясняется тем, что с увеличением концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в растворе вязкость последнего возрастает, что приводит к плохим условиям массообмена.

Анализ полученных данных позволил рекомендовать следующие оптимальные условия ведения процесса конверсии: концентрация раствора нитрата кальция – 37%, норма

карбоната аммония – 120% от стехиометрии, температура конверсии - 70°C, продолжительность перемешивания – 120 мин. При этом степень конверсии нитрата кальция максимальная – 99,94%, а концентрация раствора нитрата аммония – 45%.

Учитывая положительные и отрицательные стороны газового и жидкостного способов конверсии нитрата кальция, мы предлагаем осуществлять этот процесс по схеме, представленной на рис. 2. На нём показан материальный баланс процесса конверсии с получением одной тонны карбоната кальция. При этом промывку осадка карбоната кальция предлагается провести противотоком в три ступени по аналогичной схеме промывки фосфогипса в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Расход воды для промывки составляет 1 т на 1 т CaCO₃. Переработка раствора аммиачной селитры в готовый продукт состоит из двух стадий: упаривание до получения 99,7 %-ного плава и его гранулирования.

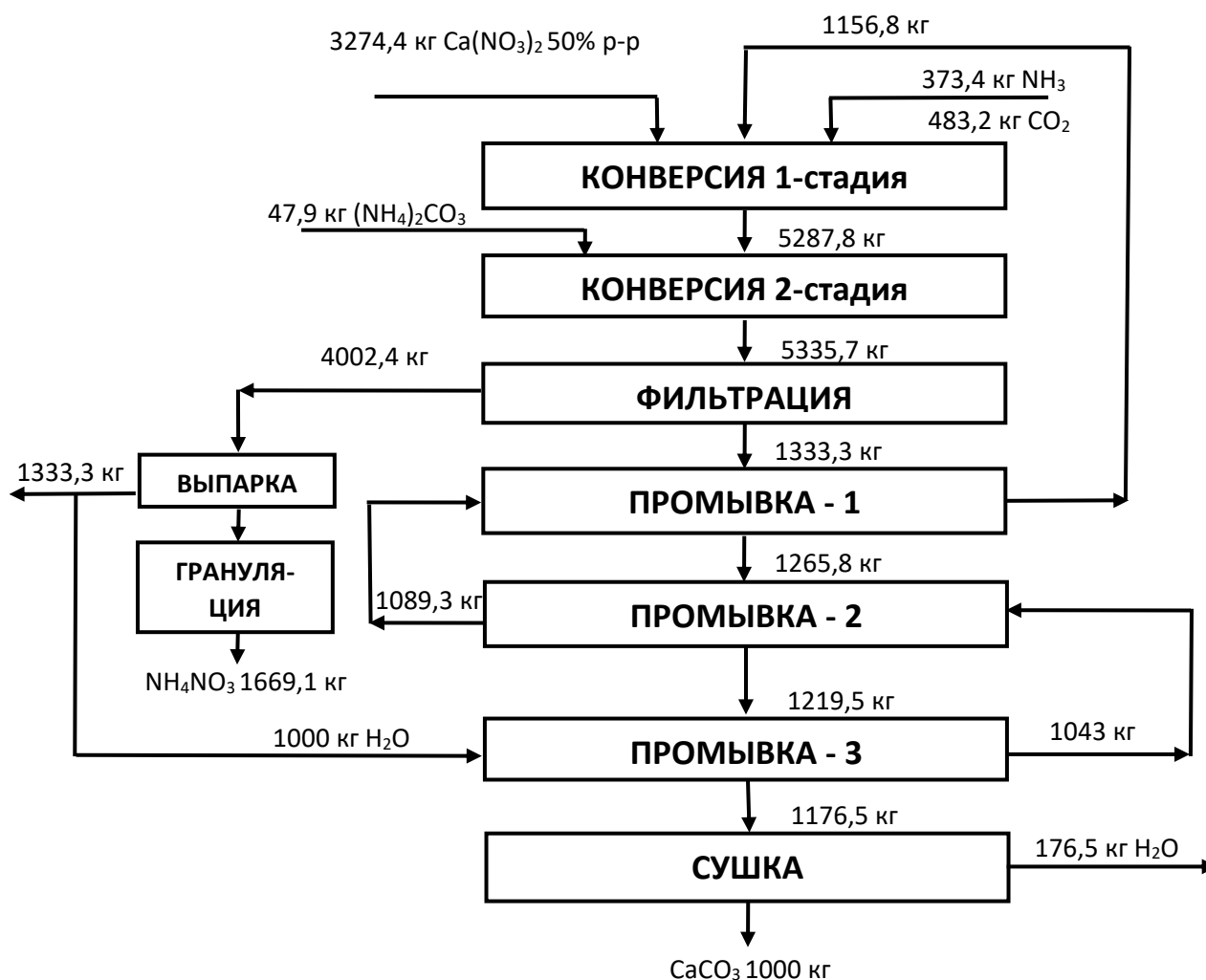


Рис. 2. Материальный баланс процесса конверсии нитрата кальция.

Таким образом, результаты полученных лабораторных экспериментов позволяют сделать вывод о возможности конверсии растворов нитрата кальция, образующихся при азотнокислотном обогащении фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Список литературы

- [1]. Нитрат кальция. Его свойства, получение и применение в сельском хозяйстве / Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, А.Т.Дадаходжаев, Ш.Х.Юлдашев, Г.И.Ибрагимов. – Ташкент: Мехнат, 2001 г., 280 с.
- [2]. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Том 2. – Л.: Химия, 1970 г., 1558 с.
- [3]. Фридман С.Д., Скум Л.С., Поляков Н.Н., Беляева Н.Н., Кириндасова Р.Я. Конверсия нитрата кальция в карбонат кальция и нитрат аммония.// Труды ГИАП. Химия и технология азотных удобрений. Выпуск. 31. - М., 1975, с. 8-11.

- [4]. Гольдинов А.Л., Новоселов Ф.И., Абрамов О.Б., Афанасенко Б.П. Двухстадийный способ конверсии нитрата кальция в карбонат кальция и нитрат аммония // Химическая промышленность. – 1981, № 2, с. 32-33.
- [5]. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М.Винник, Л.Н.Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия, 1975, 218 с.

УДК 574.63.66

МЕХНАТНИ МУХОФАЗА ҚИЛИШ ВАЗИФАЛАРИ

И.Х. Домуладжанов, Ш.И. Домуладжанова, С. Комилова

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада ишлаб чиқаришда ишончлиги ҳавфсиз ишлаши нуқтаи-назаридан қисқача тавсифи берилган. Ишлаб чиқаришдаги хавфли ва зарарли факторлар кўриб чиқилди. Уларни инсонга таъсирини камайтириш тадбирлари тайёрланган. Бахтсиз ҳодисаларни таҳлили ҳисобланди. Бундан таиқари иситиш манбаидан ажралиб чиқадиган зарарли моддаларни миқдори ҳисобланган. Иш жойини ташиқлаишда эргонимик талаблар ишлаб чиқилган.

Таняч сўзлар. Мехнатни муҳофаза қилиш, зарарли моддалар, инсонга таъсири, иситиш манбълари, бахтсиз ҳодисалар, такрорлаш, оғир кўрсаткичлар.

Аннотация. В статье дана краткая характеристика надежности и безопасности производства. Рассмотрены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны мероприятия по снижению их воздействия на человека. Проведен анализ аварий и рассчитаны причины их возникновения. Кроме того, рассчитано количество вредных веществ, выделяемых источником тепла. Разработаны эргономические требования к организации рабочего места.

Ключевые слова. Охрана труда, вредные вещества, воздействие на человека, источники тепла, неблагоприятные воздействия, повторность, тяжелые показатели.

Abstract. The article provides a brief description of the reliability and safety of production. Hazardous and harmful factors in production are considered. Measures are developed to reduce their impact on humans. Accidents are analyzed and their causes are calculated. In addition, the amount of harmful substances emitted from the heat source is calculated. Ergonomic requirements for the organization of the workplace are developed.

Keywords. Labor protection, harmful substances, impact on humans, heat sources, adverse effects, repetition, heavy indicators.

Корхона ишлаб чиқариш фаолияти натижаларига нисбатан ходимнинг ҳаёти ва соғлиги устиворлиги; мехнатни муҳофаза қилиш соҳасидаги фаолиятини иқтисодий ва ижтимоий сиёсатининг бошқа йўналишлари билан мувофиқлаштириб бориш; мулк ва ҳўжалик юритиш шаклларида қатъий назар барча корхоналар учун мехнатни муҳофаза қилиш соҳасида ягона тартиб қоидалар белгилаб қўйиш:

-мехнатнинг экология жихатидан ҳавфсиз шароитлари яратилишини ва иш жойларида атроф-муҳит ҳолати мунтазам назорат этилишини таъминлаш;

-корхоналарда мехнатни муҳофаза қилиш талаблари ҳамма жойда бажарилишини назорат қилиш;

-мехнатни муҳофаза қилишни маблағ билан таъминлашда давлатнинг иштирок этиши;

-олий ва ўрта махсус ўқув юртларида мехнат муҳофазаси бўйича мутахассислар тайерлаш;

-ҳавфсиз техника, технологиялар ва ходимларни химоялаш воситалари ишлаб чиқилиши ва жорий этилишини рағбатлантириш;

-фан, техника ютуқларидан ҳамда мехнатни муҳофаза қилиш бўйича ватанимиз ва чет эл илғор тажрибасидан кенг фойдаланиш;

-ишловчиларни махсус кийим ва пойафзал, шахсий химоя воситалари, пархез овқатлар билан бепул таъминлаш;

-корхоналарда меҳнатнинг соғлом ва хавфсиз шарт-шароитларини яратишга қўмаклашувчи солиқ сиёсатини юритиш;

-ишлаб чиқаришдаги ҳар бир бахтсиз ҳодисани ва ҳар бир касб касаллигини текшириб чиқиш ҳамда ҳисобга олиб боришнинг ва шу асосда ишлаб чиқаришдаги жароҳатланишлар ҳамда касб касалликларига чалинишлар даражаси ҳақида аҳолини хабардор қилишнинг мажбурияти;

-ишлаб чиқаришдаги бахтсиз ҳодисалардан жабрланган ёки касб касаллигига йўлиққан ишловчиларнинг манфаатларини ижтимоий ҳимоялаш;

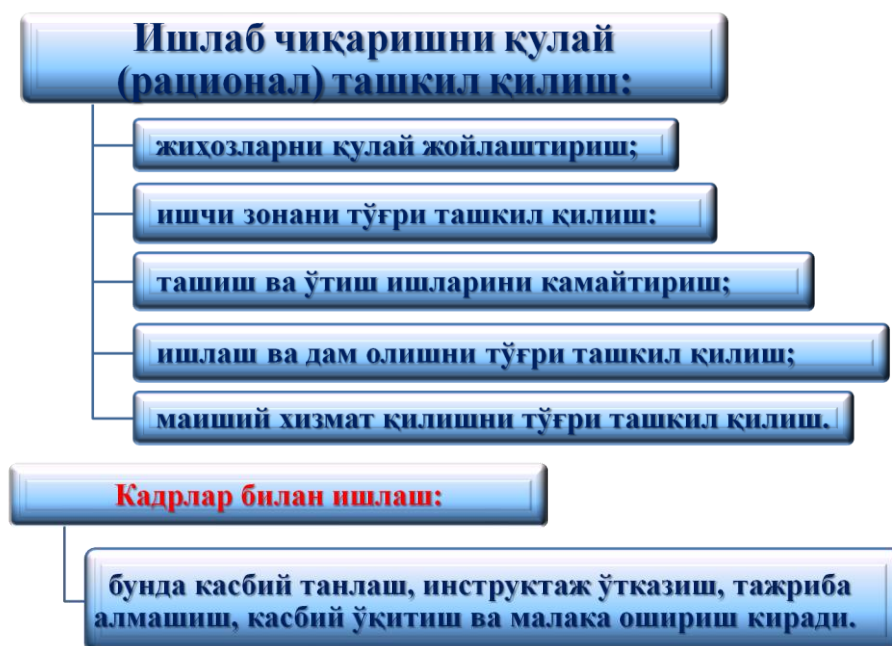
-касаба уюшмалари ва бошқа жамоат бирлашмалари, корхоналар ва алоҳида шахслар меҳнатини муҳофаза қилишни таъминлашга қаратилган фаолиятини ҳар томонлама қўллаб қувватлаш;

-меҳнатни муҳофаза қилиш муаммоларини ҳал этиш чоғида ҳалқаро ҳамкорликни йўлга қўйиш принципларига асосланади;

Бахтсиз ҳодисани олдини олиш, ишлаб чиқаришда касалланиш ва меҳнат шароитини умумий яхшилаш.

Иш берувчи вақтида ва тўғри ишлаб чиқаришда бахтсиз ҳодисаларни терговини ўтқизиш ва ҳисобини олиш, шунингдек ходимларга етказилган зарар учун моддий жавобгарликни зиммасига олиши шарт.

Ҳар қандай шикаст етказувчи воқеа бахтсиз воқеа саналади, одам бир кундан ортиқ ишга чиқмаса.



Бахтсиз ҳодисалар қуйидаги факторлар бўлган вақтида бўлиши мумкин.

1.Физикавий - механик (санчилган, кесилган, термик (қуйиш, музлаш, совқотиб қолиш, иссиқлик зарбаси, электро ток тасири ва х.к.).

2.Химёвий (зарарли моддалар).

3.Биологик (хайвонат ва усимликлар).

4.Психо-физиологик (мурракаб фактор).

Уларнинг оқибатида инсон қисқа муддатга ёки узоқ даврга меҳнатга лаёқатини юқотади.

Бахтсиз ҳодиса деб касбий касалликлар, касбий захарланишлар ва айрим ҳолатларда умумий касалликлар тушунилади.

Иш берувчи фақат ишлаб чиқариш бахтсиз ҳодисалари учун жавобгардир.

Жароҳатланиш уч турга бўлинади.

Биринчиси, ишлаб чиқаришда, иш жойида жароҳатланиш, иккинчиси, иш билан боғлиқ лекин ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлмаган жароҳатланиш ва учинчиси, ишлаб чиқариш ва иш билан боғлиқ бўлмаган жароҳатланиш.

Ишлаб чиқариш билан боғлиқ бахтсиз ходисалар қуйидагилардан иборат:

-улар томонидан меҳнат вазифалари (шу жумладан хизмат сафарлари ҳам) бажариш, шунингдек иш берувчи топшириғисиз ҳам корхона манфаатлари доирасида бирор бир халокатларни амалга ошираётганда;

-корхона транспортида ишга йўл олаётганда ёки ишдан қайтаётганда;

-белгиланган танаффуслардан тортиб бутун иш вақти мобайнида корхона ҳудуди ёки бошқа иш жойида;

-ўтқазилиш жойидан қатъий назар шанбалик ўтқазилаётган вақтда;

-ишлаб чиқаришда юз берган аварияларда;

-иш вақтида хизмат объектлари ўртасидаги ҳаракат билан фаолияти боғлиқ ходим билан жамоат транспортида ёки пиёда, шунингдек иш берувчининг топшириғига кўра, иш жойига кетаётганида;

-иш вақтида хизмат сафарлари ёки иш берувчининг топшириғига кўра, шахсий енгил транспортда;

-иш вақтида бошқа шахс томонидан танага шикаст етказиш, ёки меҳнат вазифасини бажараётганида ходимнинг қасддан ўлдирилиши.

Бахтсиз ходиса содир бўлганда тўлдтриладиган акт Н-1 шаклини тўлдириш.

Бахтсиз ходисанинг факторларини тергов қилиш ва ҳисоблаш усуллари.

Бахтсиз ходисанинг терговида техник хавфсизлик инженери, меҳант давлат инспектори, штатдан ташқари инспектор ва булим бошлиғи (цех ёки участка бошлиғи) қатнашади. Улар уч кун ичида тергов қилиб Н1 шакл актини тулдиради ва бош муҳандиска тасдиқлашади. Бу шакл 4 та экземлярда тўлдирилади.

Бахтсиз ходисанинг қуйидаги коэффицентлари бор.

Бахтсиз ходисанинг такрорлаш коэффицентини.

$K_t = (N \times 1000) / C$ топилади.

бунда N - маълум вақт ичидаги жароҳатланганлар сони; C - шу вақт ичида корхонада ишлаган ишчилар сони.

Масалан конхонада 20 бахтсиз ходислари булди, корхонада 2000 одам ишлайди, яъни

$K_t = (20 \times 1000) / 2000 = 10$ тенг.

Бахтсиз ходисанинг оғирлик коэффицентини, яъни D – жароҳатланиш натижасида ишчилар ишга чиқмаган кунлар, N – маълум вақт ичидаги жароҳатланганлар сони.

$K_o = D / N$ топилади.

Масалан ишга бахсиз ходилса булиб ишга чиқмаган кунлар сони 160 кун.

$K_o = 160 / 20 = 8$ тенг.

Меҳнат муҳофазаси бўйича тадбирлар.

- Бахтсиз ходисаларнинг олдини олиш чора-тадбирлари. Буларга захарли ва енгил алангаланувчи суюқликларни сақлаш жараёнларини механизациялаштириш, химоя мосламалари, тўсиқлар, автоматик химоя воситалари, сигнал мосламалари, масофадан бошқариш асбоб-ускуналарини қўшимча ўрнатиш ва бошқалар киради;
- Меҳнат шароитини умумий яхшилаш чора-тадбирлари. Бунга меҳнатни муҳофаза қилиш масалаларини ёритувчи кўргазмали хоналар, бурчаклар ташкил қилиш, иш жойларини унумли ёритиш, шовкин ва тебранишларга қарши курашиш, махсус ечиниш, ювиниш, кир ювиш, кимёвий тозалаш ва санитария гигиена хоналари кўзда тутилган.
- Ускунани ёндириш олдидан ҳамма томонини текшириб, уни ҳеч қаери бузиқ эмаслиги назардан куриб чиқилади.
- Техника хавфсизлигига риоа қилиб, мутлоқ улсубий кўрсатмага асосланиб керакли операциялар бажарилади ва кузатувчи приборларда назорат қилиниб туради.

- Эргономик талаблари нуктаи назаридан ишлаб чиқаришдаги жоини, шу жумладан компьютерлар билан ишлаш учун ишчи юзасини баландлигини созлаш имкони бор ва клавиатура учун тортмаси бор стол керакдир.
- Ишлаб чиқаришни ёнгин хавфсизлиги таъминлаш, яъни ёнгин бурчаги булиши керак (унда 2 ОУ-2 ўт ўчириш воситалари мавжуд бўлиши керак).
- Чекиш жойи белгиланиши керак.
- Мехнатдан майиблиги натижасида жабрланувчига қопланадиган зарар миқдори Фуқаро ҳаёти ёки саломатлигига етказилган зарар қоплови Ўзбекистон Республикаси Фуқаролик Кодекси томонидан тартибга солинади.

Битирув малакавий ишида инсонни хатётини хавфсизлигини таъминлайдиган барча талаблар келтирилган.

Қозонхона ускуналари ишлагандаги атмосферага ташламалар ҳисоби.

Углерод оксиди ташламаларининг ҳисоби (г/сек, т/йил) қуйидагига асосан ҳисобланади:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot (1 - q_4/100)$$

бу ерда: B – ёқилғи сарфи, г/сек, т/йил;

C_{CO} – ёнилғи ёқилганда углерод оксиднинг чиқиш миқдори, кг/т, кг/минг м.³, унинг миқдори

$$C_{CO} = q_3 \cdot R_{CO} \cdot Q_H$$

формула билан ҳисобланади.

бу ерда:

q_3 – ёқилғининг химиявий тўлиқ ёнмаслиги оқибатида иссиқликнинг йўқолиш кўрсаткичи;

R_{CO} – тўлиқ ёнмаган маҳсулотларда углерод оксиди борлиги ва ёқилғининг химиявий тўлиқ ёнмаслиги сабабли иссиқликнинг йўқолиш улушини ҳисобга олувчи коэффициент;

Q_H – табиий ёқилғининг энг қуйи ёниш иссиқлиги, МЖ/кг;

q_4 – ёқилғининг механик тўлиқ ёнмаслиги оқибатида иссиқликнинг йўқолиш улуши, %. Газ ва мазут учун q_3 ва q_4 ларнинг эксплуатацион қийматлари йўқлигида улар 0,5% га тенг деб олинади.

Азот оксидлари ташламаларининг ҳисоби:

$$M_{NOx} = B \cdot Q_H \cdot K_{NOx} \cdot (1 - \beta) \cdot 0,001 \text{ г/сек, т/йил}$$

бу ерда: B – ёқилғи сарфи, г/сек, т/йил;

Q_H – табиий ёқилғининг энг қуйи ёниш иссиқлиги, МЖ/кг, МЖ/м³;

K_{NOx} – 1 ГЖ иссиқликдан ҳосил бўлувчи азот оксидларининг миқдорини тавсифловчи кўрсаткич, кг/ГЖ;

β – техник ечимларни қўллаш оқибатида азот оксидлари ташламаларининг камайиш даражасини ҳисобга олувчи коэффициент.

Тутун газларининг чиқиш ҳажми қуйидаги формула билан ҳисобланади.

Чиқиб кетаётган тутун газларининг ҳажмий ва чизикли тезликларини баҳолаш учун қуйидаги формула ишлатилади:

$$V_T = 7,84 \cdot L \cdot \Delta \cdot B$$

бу ерда: V – чиқиб кетаётган тутун газларининг ҳажми, м³/сек

L – ўчоқдаги ҳавонинг ортиклик коэффициенти ($L = 1,1$)

Δ – ёқилғининг энергетик эквиваленти (газлар учун $\Delta = 1,62$)

B – ёқилғи сарфи, м³/сек

Қозонхона. Ташкилланган манба.

Масалан. 5чи Манба. Қозонхона мўриси.

Ташкилланган ташлама манбаси. Баландлиги 5 м, диаметр 0,2 м. Табиий газ сарфи – 20 000 м³/йил. Газ зичлиги – 0,708 кг/м³. Қозонхонанинг ишлаш вақти – 3144 соат/йил (24 соат/сут, 131 кун). Газнинг энг қуйи ёниш иссиқлиги – 31,876 МЖ/кг. Ҳавонинг ортиклик

коэффициенты – 1,1. Энергетик эквивалент – 1,62. Мўрининг оғзидан чиқаётган газлар ҳарорати – 180 °С.

Атмосфера ҳавосига ёнишдан ҳосил бўлган ташламалар: углерод оксиди ва азот оксидлари ташланади.

Ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар:

$$q_4=0,5\% \quad q_3=0,5\% \quad R_{CO}=0,5 \quad \rho=0,708 \text{ кг/м}^3$$

$$Q_H=31,876 \text{ МЖ/кг} \quad K_{NOx}=0,06 \quad \beta=0$$

Газнинг йиллик сарфи:

$$B=20000 \text{ м}^3 \cdot 0,708 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,001 = 14,16 \text{ т/йил}$$

Бирлик вақт ичида сарфланган газ ҳажми:

$$V=20000 \text{ м}^3/\text{йил} : 3144 \text{ соат} : 3600 = 0,0001767 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Углерод оксид ташламалари

$$C_{CO}=q_3 \cdot R_{CO} \cdot Q_H=0,5 \cdot 0,5 \cdot 31,876 = 7,969 \text{ кг/т}$$

$$M_{CO}=0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot (1 - q_4/100)$$

$$M_{CO}=0,001 \cdot 7,969 \cdot 14,16 \cdot (1 - 0,5/100) = 0,112 \text{ т/йил}$$

$$W_{CO}=(0,112277 \cdot 10^6)/(3144 \cdot 3600) = 0,00992 \text{ г/сек.}$$

Азот оксидларининг ташламалари, жами:

$$M_{NOx}=B \cdot Q_H \cdot K_{NOx} \cdot (1-\beta) \cdot 0,001 \text{ т/йил}$$

$$M_{NOx}=14,16 \cdot 31,876 \cdot 0,06 \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 = 0,027 \text{ т/йил}$$

$$W_{NOx}=(0,02708 \cdot 10^6)/(3144 \cdot 3600) = 0,00239 \text{ г/сек.}$$

Газ-ҳаво аралашмасининг кўрсаткичларини қуйидагича аниқлаймиз:

$$V_r=7,84 \cdot 1,1 \cdot 1,62 \cdot 0,0001767 = 0,0025 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Ҳароратни ҳисобга олган ҳолда тутунли аралашманинг чиқиш ҳажми:

$$V=0,0025 \cdot \frac{273+150}{273} = 0,0039 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Аралашма газларнинг чиқиш тезлиги:

$$W=(4 \cdot 0,0039) : (3,14 \cdot 0,2^2) = 0,124 \text{ м/сек.}$$

Хулоса. Ушбу атмосферага ташланадиган чиқиндилар аниқ миқдори, меъёри ва нормативларини объект лойиҳаланганда ва керакли жихозлар ўрнатилгандан сўнг тадбирлар тавсия этилади.

Адабиётлар

- [1]. Справочник эколога - эксперта. Узбекистон Республикаси табиатни муҳофаза қилиш қўмитаси. Тошкент 1997.
- [2]. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными предприятиями. Ленинград 1986 г.
- [3]. Домуладжанов И.Х., Попспирова Н.М., Домуладжанова Ш.И. Охрана труда. /Дарслик/.- Ф.: Алра Принт, 2022.-157 б.
- [4]. Домуладжанов И. Х., Домуладжанова Ш. И., Латипова М. И. Характер воздействия специализированной школы на окружающую среду //Универсум: технические науки. – 2020. – №. 8-1 (77). – С. 5-9.
- [5]. Домуладжанов И. Х., Умарова М. М. К., Домуладжанова Ш. И. Переработка отходов //Универсум: технические науки. – 2021. – №. 12-1 (93). – С. 26-31.
- [6]. Домуладжанов И. Х. и др. Оценка степени загрязнения атмосферы ООО «А-Сервис» //Универсум: технические науки. – 2020. – №. 7-1 (76). – С. 10-14.
- [7]. Домуладжанов И. Х. и др. «ДЕУ ТЕКСТАЙЛ КОМПАНИ» корхонаси ва атроф муҳит //Academic research in educational science. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 1071-1081.
- [8]. Домуладжанов И. Х., Домуладжанова Ш. И., Латипова М. И. АЁКШ ва атроф муҳит // Academic research in educational science. – 2021. – Т. 2. – №. 10. – С. 572-578.
- [9]. Ibragimjon Domuladjanov, Odiljon Ibragimov, Shahlo Domuladjanova The Especially Hazardous Pesticides in Uzbekistan Journal of Survey in Fisheries Skinces 10(S) 2064-2072
- [10]. <https://www.scopus.com/sourceid/21100905326#tabs=2>, <https://mjl.clarivate.com/search-results?issn=2368-7487>, <https://sifisheressciences.com/journal/index.php/journal/article/view/783>

- [11]. Ibragimov Odiljon Olimjanovich, Ibragimjon Xadjimuxamedovich Domuladjanov On The Issue of Growing Agricultural Crops. *Neuroquantology* | otober 2022 | Volume 20 | Issue 12 | Page 3051-3057 | DOI: 10.14704/NQ.20.12.NQ77304. <https://www.neuroquantology.com/article.php?id=8928>
- [12]. https://www.scopus.com/sourceid/11600154151?dgcid=sc_widget_citescore
- [13]. Ibragimov Odiljon Olimjanovich, Domuladjanov Ibragimjon Xadjimuxamedovich On The Issue of Growing Agricultural Crops. *Neuroquantologi* |oktober 2022| Valume 20| Issue 12| Pege 3051-3057| DOI: 10/10704/NQ.2022.20.12.NQ7734. <https://www.neuroquantology.com/article.php?id=8928>, https://www.scopus.com/sourceid/11600154151?dgcid=sc_widget_citescore
- [14]. Odiljon Ibragimov, Ibragimjon Domuladjanov, Shahlo Domuladjanova Soil fertility in agriculture: Main tasks. *E3S Web of Conferences* **431**, 01057 (2023) *ITSE-2023*
- [15]. E3S Web Conf., 431 (2023) 01057 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343101057>, https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/68/e3sconf_itse2023_01057/e3sconf_itse2023_01057.html, <https://www.scopus.com/sourceid/21100795900>
- [16]. Shahlo Domuladjanova. Problems of industrial waste disposal in the Fergana region. *E3S Web Conf.*, 431 (2023) 04013
- [17]. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343104013>
- [18]. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/68/e3sconf_itse2023_04013/e3sconf_itse2023_04013.html, <https://www.scopus.com/sourceid/21100795900>

SANOATDA YONUVCHI SLANETS RESURSLARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

A.S. Xasanov¹., B.Z. Adizov¹., R.J. Eshmetov²., X.N. Xalboyev³., U.X. Sodikov⁴

¹Umumiy va noorganik kimyo instituti,

²Toshkent kimyo texnologiya institute

³Namangan davlat texnologiya universiteti

⁴Farg'ona davlat texnika universiteti u.sodiqov@ferpi.uz
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekistonning yoqilg'i slanetsi konlarining mineralogik va kimyoaviy tarkibi, shuningdek, ularni qayta ishlashning istiqbolli yo'nalishlari kompleks ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda zamonaviy analitik usullar (SEM-EDS, rentgen-fazaviy tahlil) yordamida yoqilg'i slanetslarining tarkibiy qismlari aniqlandi. Maqolada kerogen miqdori, issiqlik qiymati, piroliz va gidrogenizatsiya jarayonlari samaradorligi tahlil qilindi. Olingan natijalar yoqilg'i slanetslarini energiya va kimyo sanoatida qo'llash, shuningdek import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: yoqilg'i slanetsi, kerogen, energiya xom ashyosi, piroliz, SEM-EDS tahlili.

Аннотация. В данной статье комплексно рассмотрены минералогический и химический составы топливных сланцев Узбекистана, а также перспективные направления их переработки. В исследовании с использованием современных аналитических методов (SEM-EDS, рентгенофазовый анализ) были определены составные части топливных сланцев. В статье проанализированы содержание керогена, теплотворная способность, эффективность процессов пиролиза и гидrogenизации. Полученные результаты показывают возможности использования топливных сланцев в энергетике и химической промышленности, а также для производства импортозамещающей продукции.

Ключевые слова: топливный сланец, кероген, энергетическое сырьё, пиролиз, анализ SEM-EDS.

Annotation. This article comprehensively examines the mineralogical and chemical composition of Uzbekistan's oil shales, as well as the promising directions for their processing. Using modern analytical methods (SEM-EDS, X-ray phase analysis), the components of the oil shales were identified. The article analyzes the kerogen content, calorific value, and the efficiency of pyrolysis and hydrogenation processes. The obtained results demonstrate the potential of using oil shales in the energy and chemical industries, as well as for the production of import-substituting products.

Key words: oil shale, kerogen, energy raw material, pyrolysis, SEM-EDS analysis.

Kirish. Hozirgi davrda ishlab chiqarishning ortishi bilan va an'anaviy uglevodorod zaxiralarining kamayib borishi muqobil yoqilg'i manbalaridan samarali foydalanishni talab etmoqda. Shu nuqtai nazardan, yonuvchi slanets resurslari sanoat uchun istiqbolli organik xomashyo sifatida alohida ahamiyat kasb etadi. Ular nafaqat neft mahsulotlari, balki kelajakda yonuvchi slanetslarning tarkibiy xususiyatlaridan kelib chiqib, ularga termik va kimyoviy ishlov berish jarayonida sanoatda qo'llashi mumkin bo'lgan turli maxsulotlarni ishlab chiqarishning samarali yo'llari o'rganilmoqda. Yonuvchi slanets nafaqat yoqilg'i sifatidagi afzalliklari balki sanoatning turli soahalarida qo'llash mumkinligi olimlar tomonidan ishlab chiqilmoqda. Ushbu maqolada sanoatda mahalliy xomashyo resurslaridan keng foydalanish yani aynan yonuvchi slanets imkoniyatlari yoritadi va ekologik xavfsizlikni ta'minlash yuzasidan asoslar keltirildi. O'zbekiston uchun energiya xavfsizligini ta'minlash, kimyo xom ashyosi importini kamaytirish olimlar oldida turgan asosiy vazifalardan biridir. Butun dunyo bo'ylab an'anaviy yonuvchi va gaz konlarining tezda tugashi dunyoni alternativ, jumladan, mahalliy uglevodorod xom ashyo manbalariga e'tibor qaratishga majbur qilmoqda [1]. Mamlakatimizda, xususan Boysun va Sangruntau rayonlarida, milliardlab tonnaga baholanadigan yonuvchi slanetslari zahirasi mavjud.

O'zbekistondagi yonuvchi slanets konlari zaxiralari

1-jadval

№	Kon Nomi (Hudud)	Umumiy slanets zaxirasi (million tonna)	Tarkibidagi yonuvchi slanets (million tonna)	Manba
1.	Sangruntau (Navoiy viloyati) *	900.0	405.0	[3], [4]
2.	Baysun (Surxondaryo viloyati)*	250.0	112.5	[3], [5]
3.	Uchqir-Qulbeshoq (Surxondaryo viloyati)	318.2	143.2	[6]
4.	O'rtabuloq (Surxondaryo viloyati)	248.4	111.8	[6]
5.	Aktau (Navoiy viloyati)*	180.0	81.0	[3], [7]
6.	Qushchiston (Farg'ona viloyati)	150.0	67.5	[3], [8]
7.	Quljuqtov (Surxondaryo viloyati)	120.0	54.0	[3], [5]
8.	Sho'rsuv (Farg'ona viloyati)	85.0	38.25	[3], [9]
9.	Oltinsoy (Toshkent viloyati)	75.0	33.75	[3]
10.	Zirabulok-Ziadin (Qashqadaryo viloyati)	50.0	22.5	[3], [5]
11.	Beshbulok (Farg'ona viloyati)	40.0	18.0	[3]
	JAMI	2,416.6	1,087.5	

**sanoat darajasidagi tasdiqlangan zaxiralar (C1 + C2 kategoriyalari) miqdorini e'lon qilgan*

Jadvaldagi barcha raqamlar, taxminiy qiymatlardir. Faqatgina Baysun konining bir qismi (47mln. tonna) Saneg kompaniyasi tomonidan sanoat zaxiralari (C1, C2) darajasida tasdiqlangan. Slanetsning turiga va texnologiyasiga qarab 5-25% atrofida bo'lishi mumkin. Mamlakat bo'ylab 600 metr chuqurlikkacha bo'lgan geologik resurslar 47 milliard tonna atrofida baholanadi.

Uchqun(Aktau) konida yonuvchi slanets tasdiqlangan zaxiralari taxminan 2 milliard tonnani tashkil etadi. Ushbu resurslar mamlakatning energetika balansini xilma-xillash va kimyo sanoatini mahalliy xom ashyo bilan ta'minlash uchun strategik ahamiyatga ega. Boshqa qattiq yoqilg'ilardan farqli o'laroq, yonuvchi slanets organik modda (kerogen) tarkibli vodorodning yuqori miqdoriga va mineral komponentlarning (80-90% gacha) katta ulushiga ega [2]. Bu ularni qayta ishlashda kompleks yondashuvni talab qiladi, bunda organik qism energiya va kimyoviy mahsulotlar olish uchun, mineral qism esa qurilish materiallari yoki sorbentlar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi [3]. Yoqilg'i slanetsi kvars, dala shpati, karbonatlar, gil minerallari va boshqa cho'kindi jins komponentlaridan iborat. Ular asosiy massasini tashkil etadi [4]. Organik qismi – uglevodorod zanjirlari, kislorodli, azotli va oltingugurtli birikmalardan iborat. Kerogen miqdori ko'pincha 10–30% ni tashkil etib, yoqilg'i olish jarayonining asosiy manbasi hisoblanadi [5]. O'zbekiston slanetslarida organik modda miqdori o'rtacha 18–22% bo'lib, ularni qayta ishlash orqali sorbent materiallar olish mumkin.

Metodologiya. Tadqiqotning obyekti sifatida O'zbekistonning Navoiy viloyatida joylashgan Aktau konining 26-30 metr chuqurlikdan olingan yonuvchi slanets namunasi olingan. Yonuvchi slanets dastlab maydalanib ikki mikrometr va unndan kichik o'lchamga keltirildi. Zamonaviy analitik usullar, jumladan, uning mikrostruktura va morfologik xususiyatlarini ko'rildi.

1. Skanerlovchi elektron mikroskop (SEM-EDS) yordamida komponent tarkibi batafsil aniqlandi. Zarrachalar shakli, yuzasining dag'al yoki silliqdagi aniqlandi, yoriqlar va qatlamlar aniqlandi, ishlov berilgandan keyingi tuzilishini baholashdi va g'ovaklarning real shakli va joylashishini o'rganildi, yonuvchi slanets, adsorbent sifatini baholandi, yuzasidagi element tarkibianiqlandi. 2. IQ-Fure spektrometr Spectrum Two (Perkin Elmer) yordamida quidagilar tekshirildi. Organik komponent (kerogen)ni aniqlandi, funksional guruhlarning mavjudligi va boshqa namunalar solishtirishirildi, yonuvchi slanetsning mineral asosini, kompleks tahlil qilindi, kimyoviy faol markazlarni aniqlandi, yonuvchi slanets hom ashyosini to'liq baholashndi. IQ-Fure spektrometr Spectrum Two (Perkin Elmer) yordamida tekshirildi. 3. Yonuvchi slanetsni Autosorb IQ avtomatik gaz sorbsion analizatori yordamida tekshirishning sababi – uning g'ovak tuzilishi va yuzasining fizik-kimyoviy xossalarini aniqladi. BET usuli orqali slanetsning umumiy yuzasi (m^2/g) aniq o'lchanadi, g'ovak hajmi va teshiklarning taqsimoti, mikrog'ovaklar, mezog'ovaklar, makrog'ovaklar, hajmi va ulushi aniqlanadi, Qurilma azot gazini yutish va chiqish jarayonini o'lchab, g'ovaklarning shakli va o'ziga xos xususiyatlari haqida ma'lumot beradi, Yonuvchi slanetsni qayta ishlash Yonuvchi slanetsni qayta ishlash orqali Yonuvchi slanetsni qayta ishlash orqali faollashtirilgan sorbent olish mumkinligi aniqlandi. Sorbsiya analizatori shu materialning qanchalik samarali iflosliklarni ushlashi yoki gazlarni yutishi mumkinligini oldindan ko'rsatadi. BET natijalari shuni ko'rsatadi: yuqori harorat (350 °C)da g'ovaklar ko'proq ochilib, BET yuzasi maksimal qiymatga yetadi.

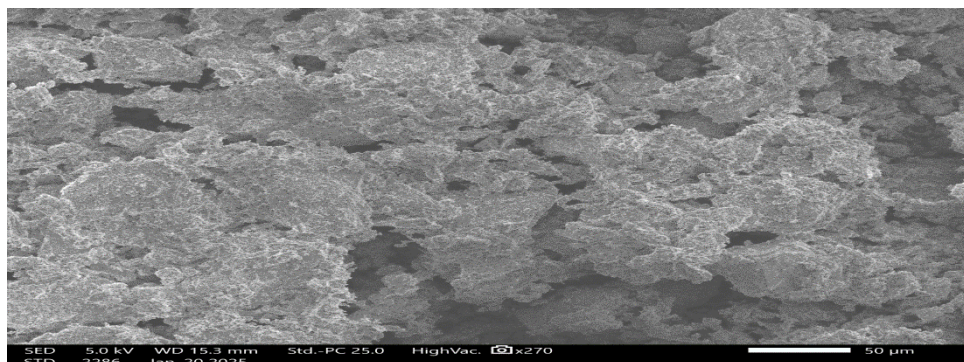
Natija va muhokamarlar. 2-jadvalda skaynerlovchi elektron mikraskopning tahlilidan **kislorod (O):** 44.99% - namunada eng ko'p miqdorda oksidlar va silikat minerallari mavjudligini ko'rsatadi, **uglerod (C):** 21.04% - Yuqori uglerod miqdori organik modda (kerogen) mavjudligini tasdiqlaydi, **kremniy (Si):** 8.95% - Kvarts va boshqa silikat minerallari mavjudligini ko'rsatadi, ikkinchi darajali elementlar: **Alyuminiy (Al):** 4.52% - Alyumosilikat minerallari (glaukonit, illit) mavjud, **temir (Fe):** 5.10% - Pirit (FeS_2) yoki boshqa temir minerallari; **Kalsiy (Ca):** 3.32% - Karbonat minerallari (kalsit) mavjudligidan darak beradi. Kam miqdordagi elementlar: natriy (Na): 0.71%, magniy (Mg): 1.06%, fosfor (P): 1.42%, oltingugurt (S): 2.57%, kaliy(K):0.12%, titan (Ti): 0.29%. **Namuna tarkibi:** Bu yoqilg'i slanetsi namunasida organik modda (kerogen) va mineral qism mavjud. **Mineralogik tarkib:** Kvarts, glaukonit, illit, pirit va kalsit minerallari mavjud. **Organik modda:** 21% uglerod tarkibi namunaning yoqilg'i slanetsi ekanligini tasdiqlaydi. **Aniqlik darajasi:** Barcha elementlar uchun $\pm$ xatolik qiymatlari keltirilgan. **Fitting ratio:** 0.0113 - bu juda past qiymat, yuqori sifatli ma'lumotlarni ko'rsatadi.

2-jadval

Aktao konidan olingan yonilg'i slanetsning element tarkibi

Element nomi	Mass% ($\pm$)	Atom% ($\pm$)
C	21.04 $\pm$ 0.10	31.03 $\pm$ 0.14
O	44.99 $\pm$ 0.16	49.81 $\pm$ 0.17
Na	0.71 $\pm$ 0.02	0.55 $\pm$ 0.01
Mg	1.06 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01
Al	4.52 $\pm$ 0.03	2.97 $\pm$ 0.02
Si	14.20 $\pm$ 0.05	8.95 $\pm$ 0.03
P	0.77 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.01
S	2.57 $\pm$ 0.02	1.42 $\pm$ 0.01
Cl	0.12 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.00
K	1.30 $\pm$ 0.02	0.59 $\pm$ 0.01
Ca	5.10 $\pm$ 0.03	2.25 $\pm$ 0.01
Ti	0.29 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.00
Fe	3.32 $\pm$ 0.04	1.05 $\pm$ 0.01
Total	100.00	100.00

1-rasmda. Yonuvchi slanets namunasining SEM tasviri (SED, 5 kV, WD 15.3 mm, $\times 270$). shkala chizig'i 50 μ m ni ko'rsatadi. Past kuchlanish (5 kV) yordamida namuna sirtining nozik tafsilotlari aniq ko'rsatilgan, bu esa Yonuvchi slanets strukturasi morfologiyasini o'rganish imkoniyatini berdi. 50 μ m shkala chizig'i namunadagi tuzilmalarning mikrometr o'lchamlarini baholash imkoniyatini yaratadi.



1-rasm. O'zbekistondagi Aktao konidan olingan yonuvchi slanetsning skaynerlovchi elektron mikroskopda olingan ko'rinishi.

2-rasmda Umumiy ko'rinish: Spekrda ikkita dominanta pik (cho'qqi) mavjud bo'lib, ularning energiyasi 1.5 keV va 8.5 keV atrofida joylashgan. Bu piklar namunaning asosiy tarkibiy elementlariga tegishli.

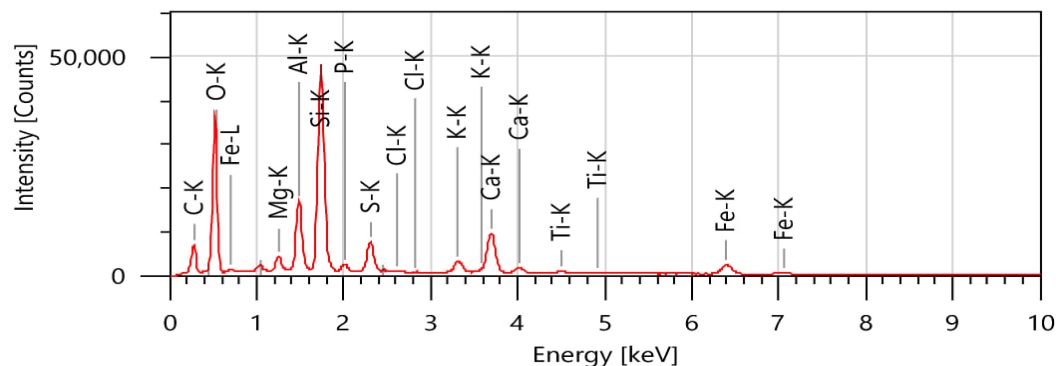
Piklar identifikatsiyasi:

~1.5 keV energiyadagi pik kremniy (Si) elementining $K\alpha$ chizig'iga mos keladi.

~8.5 keV energiyadagi pik temir (Fe) kabi og'irroq elementlarning $K\alpha$ chizig'iga tegishli bo'lishi mumkin. Biroq, aniq identifikatsiya qilish uchun qo'shimcha kalibratsiya yoki ma'lumotlar talab qilinadi. Boshqa elementlar: Spekrda past intensivlikdagi qo'shimcha piklar (masalan, ~3 keV va ~6keV atrofida) ham kuzatilgan. Bu piklar namunada kam miqdorda mavjud bo'lgan qo'shimcha elementlar (masalan, alyuminiy (Al), temir (Fe), kalsiy (Ca))ga ishora qilishi mumkin. SEM-EDS tahlili shuni ko'rsatadiki, yonuvchi slanets namunasining asosiy tarkibi kremniy (Si) va og'irroq metallardan (ehtimol mis yoki nikel) iborat. Namunada shuningdek, yengil elementlar (masalan, kislorod) ham mavjud bo'lishi mumkin, ammo ular EDS spektrida past energiya tufayli aniq ko'rinmasligi mumkin. **Energetikada** – piroliz jarayonida 500–600 °C haroratda slanetsdan suyuq yonilg'i (40–50%), gaz (10–15%) va qattiq qoldiq (35–45%) olish mumkin [5]. **Kimyo**

sanoatida – kerogenni qayta ishlash orqali smola, fenollar, aromatik uglevodorodlar va boshqa qimmatbaho kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqariladi [6]. **Qurilish materiallari ishlab chiqarishda** – slanets qoldiqlari asosida sement, keramzit va issiqlik izolyatsiya materiallari tayyorlanishi mumkin [7].

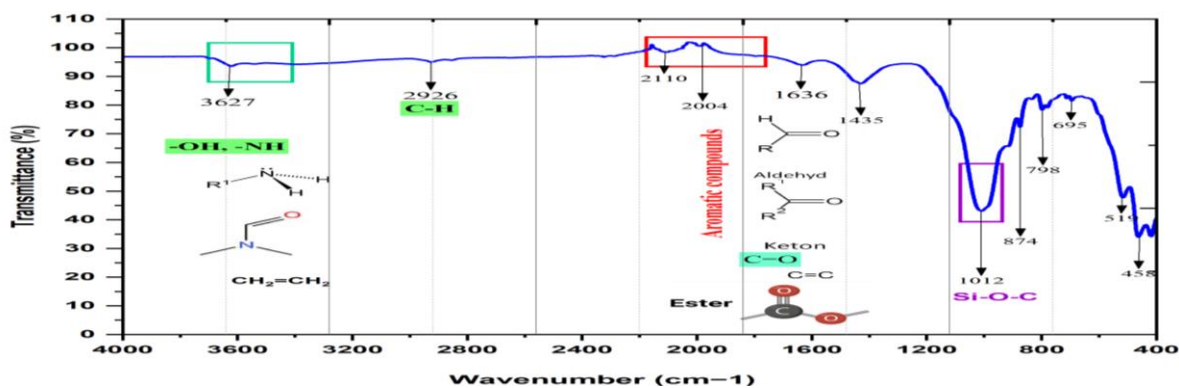
Qishloq xo‘jaligida – kul va qattiq qoldiqlar mineral o‘g‘it sifatida ishlatiladi.



2-rasm. Yonuvchi slanets namunasining SEM-EDS spektri.

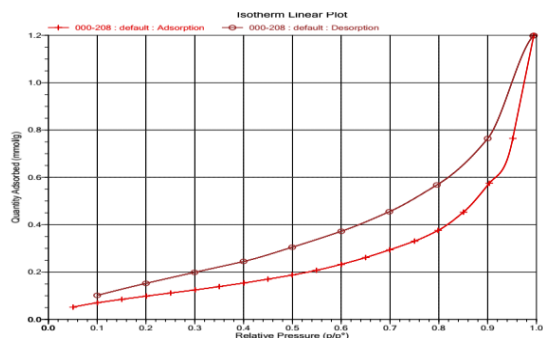
So‘nggi tadqiqotlarda yoqilg‘i slanetsini qayta ishlash samaradorligini oshirish uchun **piroliz va gidrotermal usullar** ustida ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borilmoqda [4]. O‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatadiki, mahalliy slanetslardan yuqori samarali sorbent materiallar ishlab chiqish imkoniyatlari ham tadqiq qilinmoqda.

IQ-Fure spektrometr yordamida quidagilar aniqlandi: Spektr tahlili: 3627 cm^{-1} — $-\text{OH}$, — NH guruhleri, bu cho‘qqilar gidroksil (spirt, fenol) va amin guruhlarini ko‘rsatadi. Yonuvchi slanets tarkibidagi organik va noorganik komponentlar (minerallar) tarkibida bo‘lishi mumkin. 2926 cm^{-1} — C-H bog‘lanishlari alifat zanjirlaridagi uglevodorodlarning mavjudligini bildiradi. Bu yonuvchi slanets tarkibidagi kerogendan kelib chiqadi. $2110\text{--}2004\text{ cm}^{-1}$ — aromatik birikmalar, $\text{C}\equiv\text{C}$ yoki aromatik halqalar mavjudligini ko‘rsatadi. Bu yonuvchi slanetsdagi smola va qatronli moddalarga xos. 1636 cm^{-1} — C=O (keton/ester/aldehid) hamda C=C karbonil guruhleri mavjudligini bildiradi. Yonuvchi slanetsdagi organik komponentlarning oksidlanish mahsulotlari sifatida izohlanadi. 1435 cm^{-1} — Aldegid, keton, aromatik C=C Yonuvchi slanetsdagi turli oksigenli guruhlarini bildiradi. 1012 cm^{-1} — Si-O-C bog‘lanishi Bu cho‘qqi minerallari (masalan, kaolinit, illit) tarkibiga xos. Yonuvchi slanetsning mineral asosini ko‘rsatadi. $874, 798, 695\text{ cm}^{-1}$ — Si-O-Si va aromatik halqa tebranishlari Silikat minerallari hamda aromatik uglevodorodlarni bildiradi. 519 va 458 cm^{-1} — Si-O tebranishlari yonuvchi slanetsdagi asosiy silikat minerallarga tegishli.

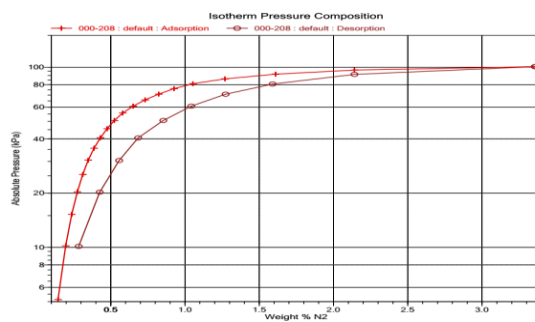


3-rasm. O‘zbekistondagi Aktao konidan olingan yonuvchi slanetsning FTIR spektri.

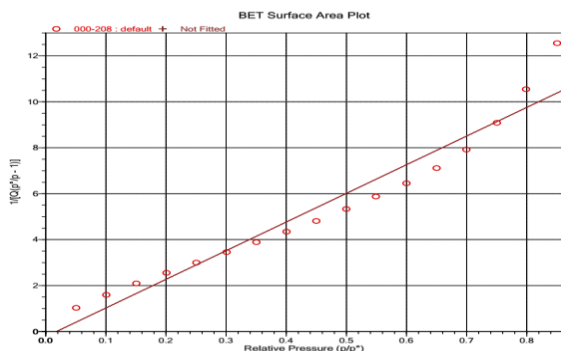
Isitish ta’siri: Yonuvchi slanets tarkibida organik komponentlar (kerogen, uglevodorodlar, aromatik birikmalar, oksigenli guruhlar: $-\text{OH}$, $-\text{NH}$, $-\text{C=O}$) mavjud. Mineral komponentlar (silikatlar, Si-O bog‘lanishlari) aniqlandi. Bu natijalar yonuvchi slanetsning qayta ishlash orqali adsorbent olish imkonini, hamda organik komponentlardan yoqilg‘i yoki kimyoviy moddalar ishlab chiqarish mumkinligini ko‘rsatadi.



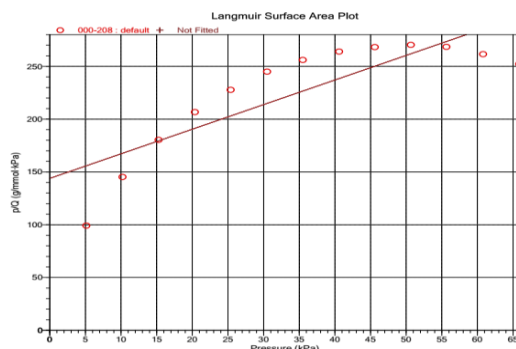
4-rasm Yonuvchi slanetsning sirt maydoni



6-rasm Adsorbsiya-desorbsiya isoterma tahlili.

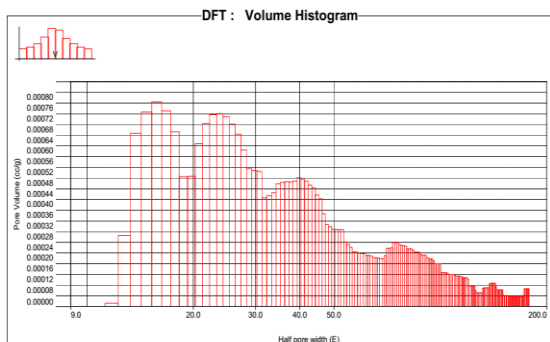


5-rasm N₂ adsorbsiya izoterma tahlili.

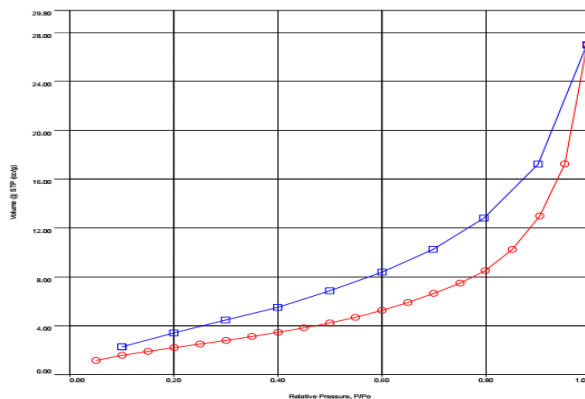


7-rasm porli strukturasini.

BET metodi o'rta sirt maydonini aniqlovchi standart usul bo'lib, bu natija 12.93m²/g ni ko'rsatadi — bu odatda nisbatan past qiymat, lekin mineral komponentlarning mavjudligi sababli normaldir. Langmuir metodi esa maksimal adsorbsiya hajmini hisoblaydi va 250–260 m²/g ga yaqin natijani beradi, bu slantseyning mikro-va mezoporli strukturiga ega ekanligini ko'rsatadi. Bu ikki qiymat orasidagi farq yonuvchi slanetsning geterogen sirt maydoni va porlar tarkibiga bog'liq. 5-rasmda Adsorbsiya-desorbsiya isoterma yonuvchi slanetsning parcha shaklidagi porlar mavjudligini aytadi, bu asosan kvars, illit, glaukonit kabi mineralga bog'liq [10]. Bu struktura sorbent sifatida foydalanish imkonini ochadi. 6-rasm BET grafikida to'g'ri chiziqli ko'rinadi, bu BET modelining o'rinli ekanligini tasdiqlaydi. R² > 0.99 — bu analizning yuqori sifatini anglatadi. Natijada 12.93 m²/g sirt maydoni hosil bo'ladi, bu yonuvchi slanetsning organik modda miqdori kam, mineral qism dominant ekanligini ko'rsatadi [11]. 7-rasm Bu grafik mikroporlar to'ldirilish jarayonini namoyon qiladi. 2.5% N₂ massasi bilan to'ldirilish tugaydi, bu slantseyning mikroporlar hajmi cheklangan ekanligini ko'rsatadi. Bu sorbent sifatida foydalanishda optimallikni anglatadi. [12]. 7-rasm Yonuvchi slantseyning porli strukturasiga ega ekanligi, shuningdek, mikroporlar va mesopora mavjudligi, uning sorbent sifatida foydalanish imkoniyatini ta'minlaydi. Shu sababli, yonuvchi slants termik ishlashdan keyin hosil bo'lgan kul qoldiqlarini suvni tozalash uchun natural sorbent sifatida qo'llash imkoniyati mavjud [13].



8-rasm Yonuvchi slanetsning porli xususiyatlari.



9-rasm izoterma xususiyatlari.

8-rasm DFT (Density Functional Theory) usuli yordamida aniqlangan sirt maydoni $9.405 \text{ m}^2/\text{g}$ ni tashkil qiladi, bu past qiymatdir va slanetsning mineral qismi dominant ekanligini ko'rsatadi. Por hajmi $0.036 \text{ cm}^3/\text{g}$ bo'lib, bu ham past, ammo 1.585 nm atrofida porlar — mikroporlar ($\leq 2 \text{ nm}$) va boshlang'ich mezoporlar ($2\text{--}10 \text{ nm}$) aralashmasini anglatadi. Bu tuzilma sorbent sifatida qo'llash uchun cheklangan, lekin piroliz yoki yonishdan keyin hosil bo'ladigan kul yuqori sirt maydoniga ega bo'lishi mumkin 9-rasm Izoterma Type II turi bo'lib, bu no-porli yoki keng porli materiallarga xosdir. Biroq, desorbsiya va adsorbsiya egri chiziqlari orasidagi farq porlar borligini ko'rsatadi — bu asosan mineral agregatlar (kvars, glaukonit) orasidagi bo'shliqlardan kelib chiqadi. Bu tuzilma yirik molekulalarni (masalan, neft mahsulotlarini) ushlab qolish qobiliyatiga ega, ammo kichik molekulalar uchun (masalan, CO_2) samarasiz bo'lishi mumkin.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari O'zbekistonning yoqilg'i slanetsi konlarini kompleks o'rganish va ulardan samarali foydalanishning ilmiy-asosiy yo'nalishlarini ishlab chiqishga qaratilgan bo'lib, quyidagi asosiy xulosalar olingan: Aktao koni yoqilg'i slanetslarining batafsil SEM-EDS tahlili o'tkazilib, uning tarkibida uglerod (21.04%), kislorod (44.99%), kremniy (14.20%), alyuminiy (4.52%), temir (3.32%) va kalsiy (5.10%) ning mavjudligi aniqlandi. Namunaning mineralogik tarkibi kvarts, alyumosilikatlar, temir birikmalari va karbonatlardan iborat ekanligi eksperimental isbotlandi. Mahalliy yoqilg'i slanetslarida organik modda (kerogen) miqdorining 18-22% atrofida ekanligi va yuqori issiqlik qiymatiga ega ekanligi tasdiqlandi. Autosorb iQ analizatorida o'tkazilgan BET va DFT tahlillari natijasida O'zbekistonning Aktao konidan olingan yonuvchi slanets namunasi $9.405 \text{ m}^2/\text{g}$ sirt maydoniga va $0.036 \text{ cm}^3/\text{g}$ umumiy por hajmiga ega ekanligi aniqlandi. Porlar o'lchami 1.585 nm atrofida bo'lib, bu mikroporlar va boshlang'ich mezoporlarning aralashmasini ko'rsatadi. N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasi por tuzilmasi mavjudligini tasdiqlaydi. Bu xususiyatlar slanetsni to'g'ridan-to'g'ri sorbent sifatida emas, balki termik ishlov berishdan keyin hosil bo'ladigan kul qoldiqlarni import o'rnini bosuvchi sorbentlar ishlab chiqarishda qo'llash imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Dyni J.R. Geology and resources of some world oil-shale deposits. – U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 2006.
- [2]. Стрижакова Ю.А. Горючие сланцы – потенциальный источник сырья для топливно-энергетической и химической промышленности / Ю.А.Стрижакова, Т.В.Усова, В.Ф.Третьяков // Химия и технология органических веществ: Вестник МИТХТ. 2006. № 4. С.76-85.
- [3]. O'zbekiston Respublikasining qattiq foydali qazilmalar konlari to'g'risida ma'lumotnoma. O'zbekiston Respublikasi Geologiya va mineral resurslar davlat qo'mitasi. Toshkent.
- [4]. Babaev, A.G., Xudoyberdiyev, T.Sh. Sangruntau yonuvchi slanets konining geologik-iqtisodiy bahosi. Xorijiy tajriba va yangi texnologiyalar, 2019.
- [5]. Xudoyberdiyev, T.Sh. O'rta Osiyoda, jumladan O'zbekistonda yonuvchi slanetslarni qidirish va o'rganish istiqbollari. Geologiya va mineral resurslar jurnali, 2020.
- [6]. Davlat qo'mitasining rasmiy hisoboti. Surxondaryo viloyati yonuvchi slanetslari.
- [7]. Navoiy viloyati geologiya boshqarmasining hisobot materiallari. Navoiy viloyatining foydali qazilmalari xaritasi va tahlili. 2015 yil.
- [8]. Xojiyev, G'P., Yo'ldoshev, Sh.T. Farg'ona vodiysi janubidagi yonuvchi slanetslarning petrografik xususiyatlari. O'zbekiston geologiya jurnali, №4, 2018.
- [9]. Farg'ona viloyati geologiya boshqarmasining loyiha materiallari. Farg'ona viloyati foydali qazilmalarining perspektivli maydonlari. 2015 yil hisoboti.
- [10]. Barrett E.P., Joyner L.G., Halenda P.P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms. // J. Am. Chem. Soc. 1951. Vol. 73. No. 1. P. 373–380.
- [11]. Langmuir I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. // J. Am. Chem. Soc. 1918. Vol. 40. No. 9. P. 1361–1403.
- [12]. Cao Z., Zhang W., Liu Q. Adsorption behavior of heavy metals on oil shale ash. // Journal of Hazardous Materials. 2010. Vol. 176. No. 1–3. P. 763–769.
- [13]. Korkunov V., et al. Oil shale pyrolysis and product applications. // Energy Reports. 2021. Vol. 7. P. 889–897.

UO‘T. 621.01.20

YONG‘OQ MAG‘IZINI SARALASH MASHINASI KONSTRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Z.G‘. Xurramova¹, O.N. Sulaymonov²

¹Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiya instituti

²Farg‘ona davlat texnika universiteti

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada yong‘oq mag‘izlarini yuqori aniqlikda geometrik o‘lcham bo‘yicha saralaydigan, doira ko‘rinishdagi tuynuqlar bilan jihozlangan saralash mashinasining konstruksiyasi ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqot natijalari yoritilgan.

Kalit so‘zlar. yong‘oq mag‘izi, tuynuqlar, saralash mashinasi, geometrik shakli, elak, ishqalanish kuchi.

Abstract. The article presents the results of research aimed at developing a design for a sorting machine equipped with circular holes that can sort walnut kernels by geometric size with high accuracy.

Keywords. walnut kernel, holes, sorting machine, geometric shape, sieve, friction force.

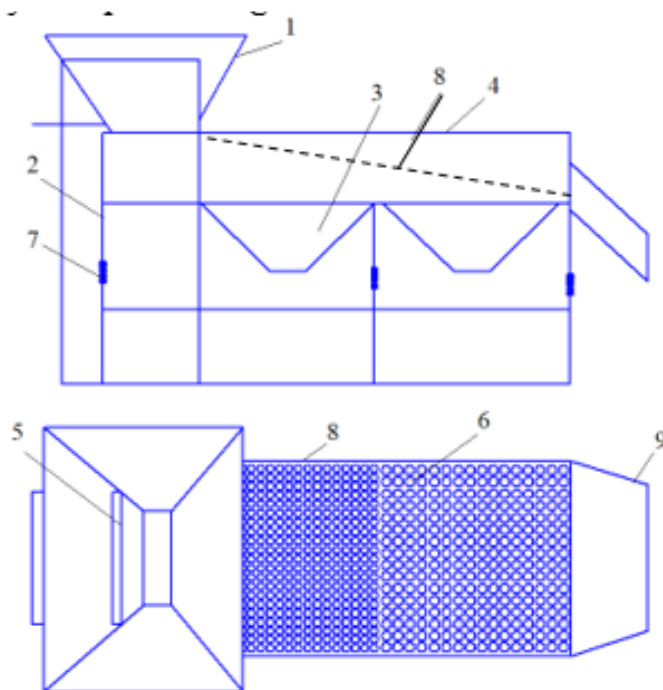
Аннотация. В статье представлены результаты исследований, направленных на разработку конструкции сортировочной машины с круглыми отверстиями, позволяющей сортировать ядра грецкого ореха по геометрическим размерам с высокой точностью.

Ключевые слова. ядро грецкого ореха, отверстия, сортировочная машина, геометрическая форма, сито, сила трения.

Kirish. Bugungi kunda dunyo miqyosida yong‘oqni yetishtirish va qayta ishlash miqdori 2,8 million tonnaga yetgan [5]. Biroq, yong‘oq mag‘izlarini sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha saralash qurilmalarini yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi sababli ko‘plab mamlakatlarda saralash ishlari qo‘l mehnati orqali amalga oshirilmoqda. Mavjud ishlab chiqilgan saralash mashinalari sanoat miqyosidagi katta hajmdagi mag‘izlarni qayta ishlashga mo‘ljallangan va narxi mavsumiy ishlaydigan kichik ishlab chiqaruvchi xo‘jaliklar uchun juda qimmatligi sababli bunday mashinalardan keng miqyosda foydalanilmayapdi. Shuning uchun mavjud saralash qurilmalarining arzon kichik modellarini yaratish, mavjudlarini takomillashtirish dolzarb vazifalardan birini tashkil etadi.

Jahonda yong‘oq mag‘izlarini qayta ishlash, sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha saralash, energiyatejamkor, saralash aniqligi va ish unumi yuqori bo‘lgan mashinalarni ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. O‘zbekiston respublikasida ham yiliga o‘rtacha 600 000 tonna grek yong‘og‘i yetishtiriladi [6]. Ularni qayta ishlashga bo‘lgan talab kun sayin ortib borayotganligi sababli saralash qurilmalarining yangi unumdor, energiyatejamkor avlodlarini yaratish dolzarb hisoblanadi [1,2].

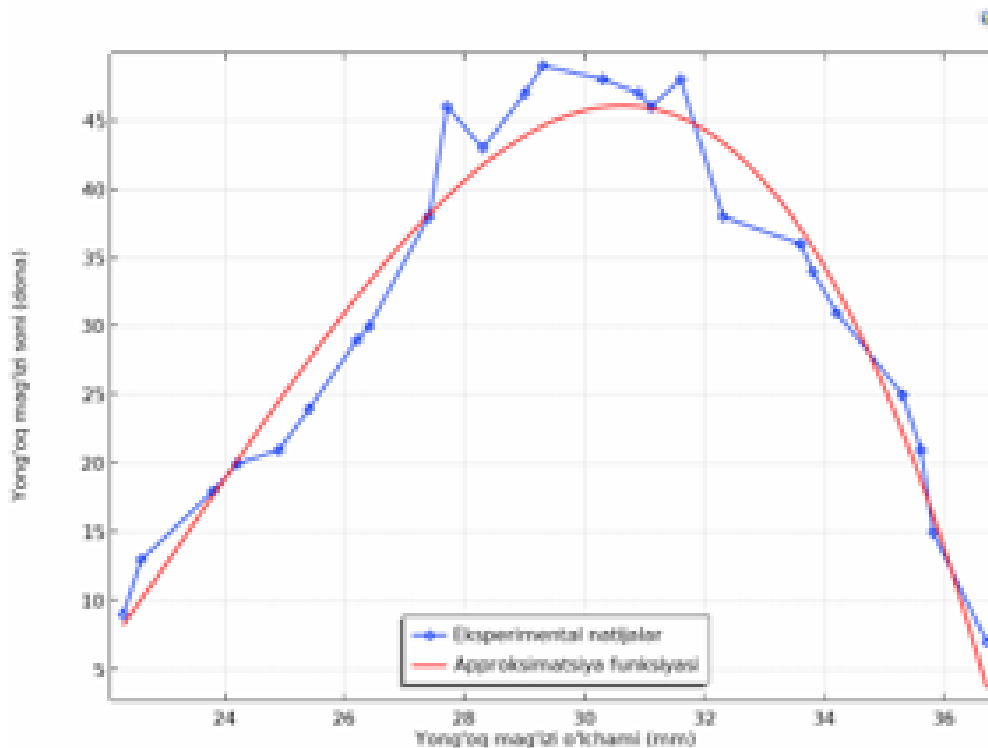
Yong‘oq mag‘izini saralashda ishlatiladigan saralash uskunalarini mexanizatsiyalash hamda mavjud mashinalarni takomillashtirish, ishlab chiqiladigan mashina konstruksiyasi va ishchi qismlarining parametrlarini nazariy asoslash bo‘yicha olib borilgan tadqiqot



1-rasm. Taklif etilayotgan yong‘oq mag‘izini saralash mashinasining sxemasi.

natijalari keltirilgan. Nazariy tadqiqotda saralash mashinasida uchta o'lcham bo'yicha saralash ko'zda tutilgan bo'lib, doirasimon tuynuklarga ega bo'lgan elagini kichik amplitudalardagi tebranma harakati tahlil etilgan. Olingan natijalar asosida saralash mashinasining geometrik o'lchamlari, elakning gorizontaal yo'nalishga nisbatan joylashuv burchagining maqbul qiymatlari matematik modellashtirish orqali aniqlangan [3,4].

Taklif etilayotgan yongʻoq magʻizini saralash mashinasi quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topgan: 1-yongʻoq magʻizi solinadigan bunker, 2- magʻiz saralash mashinasi ramasi, 3-saralangan magʻizlar uchun tushish bunkeri, 4-magʻiz saralash elagi devori, 5-magʻizni belgilangan darajada tushishini taʼminlovchi miqdorlagich, 6-elak ishchi qismining aylanma shakldagi tuynugi, 7-prujina, 8-elak va 9-butun va yarim pallak magʻizlar tushish tarnovidan iborat (1-rasm).



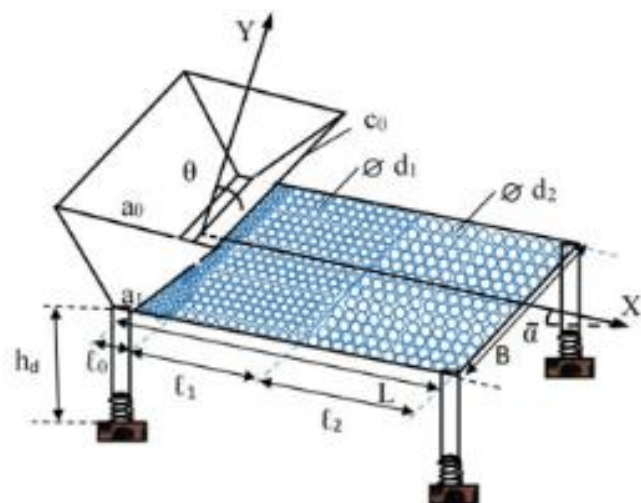
2-rasm. Mag‘iz soni va o‘lchamlari orasidagi bog‘lanish grafigi.

Yon'og mag'izini saralash mashinasi tuynuk qismi o'lchamlari ko'p sonli tajribalar assosida aniqlandi. Bunda yong'og mag'izining o'lchami 22 mm dan 37 mm gacha oraliqda o'zgargani uchun 3 mm oraliqlar bilan farqlanadigan 5 ta guruhga ajratildi. Har bir guruxdagi yong'og mag'izini o'rtacha o'lchamlari va massalari ehtimoliy matematik statistika usulida baholandi va tuynuk o'lchamlari belgilab olindi (2-rasm).

Tadqiq etilayotgan mashinaning tebranma harakatlanishi og'irlik markaziga nisbatan tahlil etilib, qurilma uchun 2-tur Lagranj tenglamasi tuzildi. Bunda 3-rasmda keltirilgan mashinaning umumiy sxemasidan foydalanildi.

Qaralayotgan mashinaning O_1 nuqtaga nisbatan gorizontal yo'nalishdagi tebranishining differensial tenglamasini olamiz:

$$\frac{I}{y_c^2} \ddot{x} + C_t x = -b\dot{x} + F_0 \sin(\omega t + x_1) \quad (1)$$



3-rasm. Mashinaning umumiy sxemasi.

(1) tenglamani normal ko'rinishga keltiramiz:

$$b\dot{x} = \beta \frac{h_d}{y_c} \dot{x};$$

Dempferlash ko'effitsienti:

$$b = \frac{h_d}{y_c} \beta$$

$$\beta = \frac{y_c}{h_d} b \quad (2)$$

$$\ddot{x} + \frac{C_t y_c^2}{I_t} x + \frac{b y_c^2}{I_t} \dot{x} = \frac{F_0 y_c^2}{I_t} \sin(\omega t + \gamma_0)$$

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + k^2 x = h_0 \sin(\omega t + \gamma_0) \quad (3)$$

$$2n = \frac{b y_c^2}{I_t} - \text{ikkilangan suniy ko'effitsient}; \quad (4)$$

$$k^2 = \frac{C_t y_c^2}{I_t} - \text{tebranish siklik chastotasi kvadrati};$$

$$h_0 = \frac{F_0 y_c^2}{I_t} - \text{tezlanish ko'effitsienti}.$$

(3) tenglama yechimini birjinsli tenglamaning umumiy yechimi va bir jinsli bo'lmagan tenglamaning xususiy yechimlari yig'indisi orqali aniqlaymiz. Natijada qurilmaning tebranma harakati $t = 0$; $x = x_0$, $\dot{x} = \dot{x}_0$ boshlang'ich shartlarni qo'llab quyidagi tebranish qonuniyatini olamiz:

$$x = e^{-nt} \left(x_0 \cos k_1 t + \frac{\dot{x}_0 + n x_0}{k_1} \sin k_1 t \right)$$

$$k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}$$

(3) tenglamaning bir jinsli bo'lmagan holdagi yechimi x_2 uchun quyidagi natijani olamiz:

Natijaviy elak tizimining tebranma harakati tenglamasi:

$$x_2 = \frac{h_0}{\sqrt{(k^2 - \omega_2^2)^2 + 4n^2 \omega_2^2}} \sin(\omega_2 t + \delta - \varepsilon) \quad (4)$$

Maksimal tebranish ampitudasiga erishish uchun ildiz ostidagi ifoda eng kichik bo'lishi kerak:

$$f(\omega_2) = (k^2 - \omega_2^2)^2 + 4n^2 \omega_2^2 \rightarrow \min, \quad \text{yani} \quad \frac{df(\omega_2)}{d\omega_2} = 0 \quad (5)$$

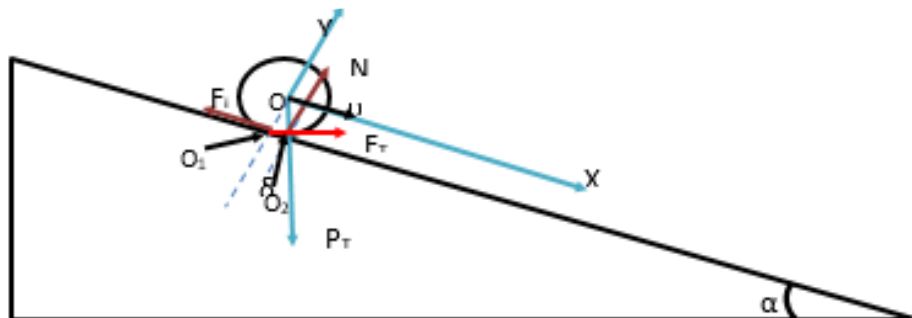
Natijada amplituda-chastota, faza-chastota xarakteristikasini olamiz:

$$A = \frac{\frac{h_0}{k^2}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega_2}{k}\right)^2\right)^2 + 4\left(\frac{n}{k}\right)^2 \left(\frac{\omega_2}{k}\right)^2}}$$

$$\varepsilon = \arctg \left(\frac{2 \frac{n}{k} \frac{\omega_2}{k}}{1 - \frac{\omega_2^2}{k^2}} \right); \quad (6)$$

Saralash mashinasi elagi gorizontol yo'nalishga nisbatan burchak ostida joylashgan holda

elakda harakatlanadigan mag'izlarga og'irlik kuchi, dumalanish va sirpanishdagi ishqalanish kuchi va elakning tebranma harakati natijasida mag'izga davriy garmonik kuch impulsi ta'sir etadi. Bu kuchlarni tabiatiga bog'liq holda ularni guruhlash mumkin. Elakning tebranma harakatiga bog'liq kuchlarni F_T , ishqalanish kuchlari yig'indisini F_i deb belgilaymiz (4-rasmga qarang).



4-rasm. Mashinaning tebranma harakatini hisoblash sxemasi.

Ma'lumki, butun yong'oq mag'izini aksariyat qismining geometrik shakli ovalsimon bo'lib, turli darajadagi suyri chuqurliklar va do'ngliklardan iborat. Elak bo'ylab harakatlanganda bu notekisliklar elak tuynuklariga ilinadi, ta'sirlashuv natijasida kontakt nuqtasiga nisbatan aylantiruvchi kuch momenti hosil bo'ladi. Natijada uning harakatlanishi mumkin bo'lgan yo'nalishlari soni cheklanadi. Ovalsimon mag'izning qiya joylashgan elakning uzunligi bo'ylab dumalash imkoniyati boshqa yo'nalishlarda harakatlanishga nisbatan juda katta. Chunki uning turg'un muvozanat holati uzunligi bo'yicha yotgan holda mavjud. Shuning uchun qiya tekislikda dumalaganda mag'izning uzun yo'nalishi harakatlanish yo'nalishiga perpendikulyar bo'ladi. Ushbu fikrdan mag'izni dumalash yo'nalishi OX yo'nalishda bo'ladi deb ayta olamiz. Hisoblashlarni mag'izning og'irlik markaziga nisbatan bajaramiz. Uni oval shaklini hajmi va massasi teng bo'lgan sharga almashtiramiz. Elak bilan ilashish ta'sirlashuvini koeffitsientlarini hisoblashda e'tiborga olamiz.

4-rasmda elakdagi sharga ta'sir etuvchi kuchlar keltirilgan. Ularni e'tiborga olib OXY koordinata o'qlariga nisbatan Nyutonning ikkinchi qonuni yozamiz:

$$\begin{cases} m_y \ddot{x} = F_T \cos \alpha + P \sin \alpha - F_i \\ I \ddot{x} = F_i r + F_T r \cos \alpha = F_s r \\ m \ddot{x} = F_T \sin \alpha + N - P \cos \alpha \end{cases} \quad (7)$$

Mag'izga ta'sir etadigan ishqalanish kuchi elakning tebranishidan hosil bo'ladigan F_T garmonik kuchning va tebranish yo'q bo'lgandagi dumalashdagi ishqalanish kuchlarini yig'indisidan iborat bo'ladi. Elakning tebranishidan yuzaga kelgan kuchni prujina xususiyatiga ega deb Guk deformatsiyasi va dempferlash kuchlarining yig'indisi shaklida ifodalash mumkin:

$$F_T = -cx_e - \beta \dot{x}_e \quad (8)$$

bunda, s – prujina bikirligi; β – dempferlash koeffitsienti; x_e -elakning tebranish evaziga siljishi.

Ishqalanish kuchi dumalashdagi ishqalanish kuchi F_i va tebranma harakatdagi kuch impulsini OX o'qiga proeksiyalarini yig'indisidan iborat deyish mumkin:

$$F_i = \frac{\mu N}{r} \quad (9)$$

Natijaviy ishqalanish kuchi

$$F_f = F_T \cos \alpha - F_i \quad (10)$$

Tebranayotgan elak va mag'iz ta'sirlashuvini Bingomning plasto-elastik modeli bo'yicha aniqlash mumkin. Chunki ushbu model muhitning elastik-plastik-qovushqoq xususiyatlari elementlarining parametrlari va kombinatsiyalari orqali aniqlanadi. Mag'izdagi teshiklarda ilashib qolish kuchini elastik – qovushqoqlik kuchi deb qarash mumkin.

Shuning uchun elak va mag'iz ta'sirlashuvi elastik – qovushqoq va elastik – plastik elementlar sifatida qaralishi mumkin.

Mag'izlarni elak yuzasini egallashi kichik, ya'ni siyrak bo'lganda mag'izlarni bir-birini tutib qolish kuchi bo'lmaydi deb hisoblash mumkin. Biroq, elak tebranishi evaziga tuynuklarga tiralgan mag'izlarga elak tomonidan ta'sir etadigan kuch ahamiyatga ega bo'ladi. Bu kuch ta'sirida mahiz elakda sakrashi, harakat yo'nalishi va tezligini o'zgartiradi. Tuynukga tiqilmagan joyida esa elak tomonidan tezligiga proporsional garmonik kuch ta'sir etadi. Bu kuch elakning tebranish fazasiga mos holda yo'nalishini davriy holda o'zgartirib turadi.

Tebranma xarakatdagi elak tomonidan juda kichik yuzada ta'sir etadigan kuch yong'oq mag'izini OX yo'nalishida nisbatan aylanma harakatga keltiradi. OY yo'nalishga nisbatan esa yuqoriga sakrashga sabab bo'ladi. Demak, elakning tebranma xarakatini uning tezligiga proporsional deb qarab

$$F_T \sim \dot{x}_y$$

Proporsionallik koeffitsientida yong'oq mag'izining elak sirti orasidagi ishqalanish koeffitsienti orqali berib bu kuchni baholash mumkin:

$$F_T = \mu_1 \dot{x}_y \quad (11)$$

U holda (7) tenglamalar sistemasi quyidagi yechimlarga ega bo'ladi:

OX bo'yicha

$$x = \frac{bt^2}{2} + \left(v_0 + \frac{a}{\omega_2} \sin \gamma_0 \right) t - \frac{a}{\omega_2^2} \cos(\omega_2 t + \gamma_0) + \frac{a}{\omega_2^2} \cos \gamma_0 \quad (12)$$

Aylanma harakat tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi = -\frac{A_\varphi}{\omega_2} \cos(\omega_2 t + \gamma_0) + \frac{b_\varphi t^2}{2} - \frac{A_\varphi}{\omega_2} \sin \gamma_0 \cdot t + \frac{A_\varphi}{\omega_2^2} \cos \gamma_0 \quad (13)$$

Yong'oqni elakda vertikal yo'nalishdagi harakati uchun

$$y = -\frac{\mu_1 A}{m \omega_2} \sin \alpha \cos(\omega_2 t + \gamma_0) + \left[\frac{N}{m} - g \cos \alpha \right] \frac{t^2}{2} - \frac{\mu_1 A}{m} \sin \gamma_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{\mu_1 A}{m \omega_2} \sin \alpha \cos \gamma_0; \quad (14)$$

Hisoblash tenglamalaridan olingan analitik ifodalar asosida mag'izni saralash mashinasining xarakterli parametrlarini asoslash maqsadida “Comsol multiphysics 6.1” platformasining “Solid mechanics” bo'limining [“Multibody Dynamics”](#) fizika intefeysida hisoblashlar bajarildi. Mashina harakatlanmaydigan asosga to'rtta prujinaga ega tayanch orqali biriktirilgan va tayanchning quyi qismida prujina mavjud deb qaraldi.

Olib borilgan ilmiy izlanishlar natijasida tebranma harakat hosil qilib, ma'lum gradus ostida joylashgan hamda doira simon tuynuklardan iborat ishchi qismdan tashkil topgan takomillashgan yong'oq mag'izini saralash mashinasi konstruksiyasini ishlab chiqish va parametrlarini asoslash vazifasi belgilandi.

Tebranayotgan elak bilan mag'iz ta'sirlashuvida reaksiya kuchining qiymati mag'iz massasiga proporsional bo'lib, $\pm 0,07$ N amplituda bilan tebranishi hamda reaksiya kuchining amplitudasi maqbul qiymati 0,01 N bo'lishi aniqlandi.

Reaksiya kuchining 0,01 N qiymatida elakning o'rnatilish qiyalik burchagi 200 bo'lishi aniqlandi.

Mag'izning elak bo'ylab harakatlanishida birlik vaqtda bosib o'tadigan masofasi 1200 mm ni tashkil qilib bu vaqt oralig'ida mag'izning butun holati 10 marotaba tuynuk darchalari bilan uchrashadi va bu masofada to'liq elak tuynugidan pastga o'tishga ulguradi. Shuning uchun elak uzunligi 1200 mm bo'lishi aniqlandi.

Yong'oq mag'izini saralash mashinasida tebranma harakatni hosil qilish uchun qo'yilgan prujinaning elastiklik kuchiga bog'liq holatda tebranma harakatdagi amplituda qiymati 12 mm

bo‘lishi nazariy hisoblardan aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Xurramova Z.G‘., Mirzayev O.A. Yong‘oq chaqish mashinasidan foydalanishning iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari // Andijon mashinasozlik instituti “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali №4 2022 y. Andijon 558-563.
- [2]. Xurramova Z.G‘., Mirzayev O.A. Yong‘oq mag‘izlarining fizik xossalarini saralash qurilmasiga ta‘sirini o‘rganish // Andijon mashinasozlik instituti “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali №2 2023 y. Andijon 31-37.
- [3]. Xurramova Z. G‘. Analysis of Sieve Sizes to Improve the Accuracy of the Walnut Kernel Sorting Process // Global Scientific Review Peer Reviewed, Open Access, International Journal Volume 21, November 2023. pp 55-59, Portugaliya.
- [4]. Xurramova Z. G‘. Yong‘oq mag‘izini saralash mashinasi ishchi qismi parametrlarini asoslash // Namangan muhandislik-qurilish instituti “Mexanika va texnologiya” ilmiy jurnali №2 2023 y. Namangan 321-328.
- [5]. Shahbandeh M. Walnut production worldwide 2012/13-2024/24 // Published by, Nov 6, 2023
(<https://www.statista.com/statistics/675967/walnut-production-worldwide>)
- [6]. Mirzayev O.A. Yong‘oq chaqish mashinasi konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash: Dissertatsiya (PhD) – Andijon, 2020 .- B. 120

PUBLICISTIC STYLE AND ITS FEATURES

G.M. Madaminova

Fergana State Technical University,
(Received on September 15 th, 2025.)

Annotatsiya: Paremiologik birliklar, ya'ni maqollar, matallar va idiomatik iboralar tilning muhim tarkibiy qismi bo'lib, ular xalq donoligi, madaniy qadriyatlar hamda umuminsoniy haqiqatlarni o'zida mujassam etadi. Publitsistik matnlarda ushbu birliklar ta'sirchanlik, ishonitirish va murakkab g'oyalarni lo'nda hamda esda qolarli shaklda ifodalash vositasi sifatida qo'llanadi. Paremiologik birliklarning publitsistik nutqda qo'llanishi nafaqat uslubiy tanlov, balki matnning ritorik ta'sirini kuchaytiruvchi, auditoriyani jalb etuvchi va xabar mazmunini chuqurlashtiruvchi strategik vosita hamdir.

Kalit so'zlar: paremiologik birliklar, publitsistik nutq, maqollar, matallar, idiomatik iboralar, ritorik ta'sir, lingvistik vositalar, madaniy qadriyatlar, uslubiy tanlov, strategik qo'llanish, ta'sirchanlik, auditoriyani jalb etish.

Abstract: Paremiological units, more commonly known as proverbs, sayings, and idiomatic expressions, are integral components of language that encapsulate collective wisdom, cultural values, and universal truths. In publicistic writing, these units serve as powerful tools for emphasis, persuasion, and the communication of complex ideas in a succinct, memorable form. The use of paremiological units in publicistic discourse is not just a stylistic choice but also a strategic device that enhances the rhetorical effect of the text, engages the audience, and deepens the impact of the message.

Key words: Paremiological units, proverbs, publicistic style, rhetorical devices, cultural resonance, emotional appeal, persuasion, editorial writing, journalistic discourse

Аннотация: Паремнологические единицы, более известные как пословицы, поговорки и идиоматические выражения, являются неотъемлемыми компонентами языка, которые отражают коллективную мудрость, культурные ценности и универсальные истины. В публицистических текстах эти единицы служат мощными средствами для усиления выразительности, убеждения и передачи сложных идей в лаконичной и запоминающейся форме. Использование паремнологических единиц в публицистическом дискурсе является не просто стилистическим приёмом, но и стратегическим инструментом, который усиливает риторический эффект текста, привлекает внимание аудитории и углубляет воздействие сообщения.

Ключевые слова: паремнологические единицы, пословицы, публицистический стиль, риторические приёмы, культурный резонанс, эмоциональное воздействие, убеждение, редакционная публицистика, журналистский дискурс.

Research Methodology: This study employs a qualitative research design to analyze the role and function of paremiological units in publicistic style. The research focuses on proverbs, sayings, idioms, and maxims as linguistic phenomena that encapsulate cultural values, collective wisdom, and rhetorical effectiveness in public communication.

Data for the study were collected from various sources, including political speeches, journalistic articles, and editorial writings. These texts were selected using purposive sampling to ensure the inclusion of materials where publicistic style is most evident and the occurrence of paremiological units is frequent.

The analysis involves two main stages:

1. Linguistic Analysis – Identifying and categorizing paremiological units according to their structure, semantics, and pragmatic functions within the text.

2. Stylistic and Functional Analysis – Examining how these units contribute to the persuasive, informative, and emotive impact of publicistic discourse.

The methodology integrates elements of discourse analysis and stylistics, allowing for a comprehensive interpretation of the role of paremiological units in shaping public opinion and enhancing textual expressiveness.

Introduction

Paremiological units, including proverbs, sayings, and idiomatic expressions, constitute a vital

part of human communication. Their brevity, universality, and cultural resonance enable speakers and writers to convey complex ideas effectively. In publicistic discourse, which encompasses journalism, political speeches, and opinion pieces, these units function as powerful rhetorical tools that enhance clarity, emotional depth, and persuasive impact. This study explores the significance, adaptability, and rhetorical function of paremiological units in publicistic discourse.

Paremiological units are linguistic expressions that carry specific meanings and are often used to encapsulate general truths, moral lessons, or shared cultural beliefs. These units typically have a figurative meaning that transcends the literal, drawing on cultural and historical contexts. They include proverbs, idioms, aphorisms, and maxims. For example, the English proverb "A bird in the hand is worth two in the bush" conveys the idea that it is better to value and hold onto what you have than to risk it for something uncertain.

Paremiological units refer to fixed, often metaphorical expressions that convey general truths, moral lessons, or widely recognized ideas. These units are integral to human communication because they distill complex concepts into short, memorable phrases. They include proverbs, idioms, sayings, and aphorisms. For example, the proverb "A stitch in time saves nine" imparts the value of addressing problems early to prevent them from worsening.

In the context of publicistic writing, paremiological units are not mere decorative elements of language; they carry weight in shaping discourse and enhancing the clarity and emotional impact of a message. Publicistic style encompasses various forms of written communication, such as journalistic articles, opinion pieces, editorials, and speeches, all of which require effective tools to engage and persuade the audience. Paremiological units fulfill this role by offering familiarity, simplicity, and resonance.

In the realm of publicistic writing—whether in journalism, opinion pieces, editorials, or speeches—paremiological units are employed to provide clarity, enrich meaning, and evoke emotional responses from the audience. Their ability to distill complex ideas into concise, relatable phrases makes them invaluable tools for publicists, writers, and speakers.

Features of Paremiological Units in Publicistic Style

1. Brevity and Clarity One of the defining features of paremiological units is their conciseness. Proverbs and sayings distill complex ideas into short, often memorable phrases. In publicistic writing, this brevity aids in driving home a point with clarity. For instance, an editorial discussing economic downturns might use the proverb "Every cloud has a silver lining" to convey hope and the potential for recovery, encapsulating a complex emotional response in just a few words. The succinct nature of paremiological units ensures that the message is not only clear but also sticks with the reader long after they have finished reading. The most defining feature of paremiological units is their brevity. In publicistic writing, where conciseness and clarity are paramount, paremiological units offer a powerful means of expression. Proverbs and sayings condense complex ideas into a few words, making them easy to understand and remember. For instance, the phrase "You reap what you sow" succinctly communicates the idea of cause and effect, making it highly effective in moral or social commentary. This brevity allows writers to convey profound messages without lengthy explanations, which is particularly useful in the fast-paced world of journalism and public communication.

2. Cultural Resonance Paremiological units are deeply embedded in cultural contexts and carry with them a shared cultural resonance. When used in publicistic writing, they draw on the audience's collective cultural knowledge and understanding. In the case of an English-speaking audience, idiomatic expressions like "Rome wasn't built in a day" can evoke images of perseverance and hard work. This cultural resonance allows the writer or speaker to connect with their audience on a deeper level, tapping into shared beliefs, experiences, and values. Paremiological units carry cultural significance and often reflect the values, traditions, and collective knowledge of a particular society. They are deeply embedded in the culture from which they originate and thus hold a certain resonance with the audience familiar with that culture. In publicistic writing, this cultural weight can be leveraged to establish common ground with the audience. For example, in a political speech aimed at an American audience, a reference to "The

American Dream" invokes powerful associations with freedom, opportunity, and success, even though the phrase is not explicitly defined. Publicists and writers use these culturally-loaded expressions to connect with the values and beliefs of their readers.

3. Emotional Appeal Paremiological units often evoke strong emotions due to their universality and age-old wisdom. In publicistic writing, this emotional appeal is particularly valuable for persuasion. For example, the proverb "Actions speak louder than words" can be used to criticize politicians or public figures whose actions contradict their promises. The use of such a saying appeals to the audience's sense of fairness and justice, strengthening the writer's argument by evoking a moral judgment. Many paremiological units evoke emotional responses because they often touch on universal human experiences and feelings. In publicistic writing, this emotional resonance is used to strengthen the persuasive power of the message. Proverbs like "Actions speak louder than words" can be used to criticize public figures whose actions contradict their rhetoric, invoking feelings of frustration or indignation in the audience. This emotional connection is a powerful tool in persuasive communication, as it prompts readers or listeners to reflect on their own experiences and feelings, aligning them with the writer's argument.

4. Rhetorical Power Proverbs and sayings possess considerable rhetorical power. They can serve as a persuasive tool to reinforce a writer's argument or to offer a moral judgment on a particular issue. In the case of public speeches, figures like Winston Churchill or Martin Luther King Jr. often employed paremiological units to stir emotions, emphasize key points, and create memorable moments. These units are persuasive not just because of their content, but also because they tap into the audience's understanding of widely shared truths or common sense.

5. Universal Applicability Paremiological units often express universal truths that can transcend individual contexts. This universality makes them particularly effective in publicistic writing, where the goal is often to appeal to a broad audience. Whether discussing politics, society, or human nature, proverbs and idiomatic expressions provide a shorthand for widely accepted ideas. Take the proverb "What goes around comes around," for instance; it speaks to the idea of justice and karma that resonates across cultures. Publicists use such expressions to create common ground with their audience, fostering a sense of unity and shared understanding.

6. Flexibility and Adaptability A key characteristic of paremiological units in publicistic style is their adaptability. Writers and speakers often alter or adapt these sayings to suit the particular needs of their message or to create a more contemporary resonance. For instance, in a modern political context, a writer might adapt the old saying "A penny saved is a penny earned" to a more urgent appeal about saving resources or energy in response to environmental challenges. This adaptability ensures that paremiological units remain relevant, powerful, and engaging, even as they are repurposed for new contexts.

The Role of Paremiological Units in Publicistic Discourse

The use of paremiological units in publicistic discourse is multifaceted. At a fundamental level, these units serve as effective rhetorical tools that enhance clarity, emotional resonance, and cultural connection. They allow the writer or speaker to present complex ideas in an accessible way, often making an argument more persuasive by tying it to universally acknowledged truths.

Moreover, paremiological units can also serve to align the writer with the audience, reinforcing shared values or moral standards. By using familiar sayings or proverbs, the writer positions themselves as a voice of common sense, wisdom, or authority, building credibility with the audience.

In political discourse, for instance, a speech might rely heavily on such expressions to resonate with nationalistic sentiment or to critique a particular policy. Consider the use of the phrase "The pen is mightier than the sword," which emphasizes the power of words over violence—an apt slogan for campaigns promoting peace or diplomacy. In this case, the proverb not only reinforces the central message but also taps into a larger historical context of intellectual freedom and the value of communication.

Methods

The analysis is based on qualitative examination of paremiological units used in publicistic

texts, political speeches, and journalistic writing. Examples were drawn from contemporary media and political discourse to illustrate how traditional expressions are adapted to modern contexts while preserving their rhetorical strength. The study focuses on three main aspects:

1. Adaptability – how proverbs and sayings are modified for modern relevance;
2. Rhetorical and emotional appeal – the role of these units in persuasion and audience engagement;
3. Cultural and ideological alignment – how shared wisdom reinforces common values between author and audience.

Results

The analysis revealed several key findings: Adaptability and Flexibility: Paremiological units demonstrate remarkable adaptability. For instance, the traditional saying “A penny saved is a penny earned” can be reframed in modern contexts to emphasize saving energy or environmental resources, maintaining relevance across time and issues.

Rhetorical and Emotional Resonance: Expressions such as “The pen is mightier than the sword” carry both historical and emotional weight, strengthening arguments for peace, diplomacy, or intellectual freedom.

Cultural Connection: By using familiar proverbs, authors and speakers align themselves with the audience’s values and collective wisdom, creating trust and a sense of shared identity.

Discussion

The findings highlight the multifaceted role of paremiological units in publicistic discourse. Their rhetorical power lies in their ability to combine brevity with universality, making complex arguments accessible and emotionally engaging. Politicians and journalists often employ these units to resonate with cultural traditions, appeal to moral authority, or critique policies effectively. Moreover, the adaptability of proverbs ensures their ongoing relevance in contemporary discourse, as they can be reshaped to address modern social, political, and environmental challenges.

Conclusion

Paremiological units remain indispensable in publicistic writing due to their brevity, rhetorical strength, and cultural resonance. By offering a concise yet powerful means of communication, these expressions enrich public discourse, ensuring that messages are not only understood but also remembered. As society continues to evolve, the adaptability of paremiological units guarantees their enduring significance in journalism, political rhetoric, and beyond.

Paremiological units are powerful tools in publicistic writing, offering a way to condense complex ideas into brief, emotionally resonant expressions. Their brevity, cultural significance, rhetorical power, and universal applicability make them indispensable in persuasive communication. In journalism, speeches, and opinion pieces, these units not only help clarify points but also engage the audience on a deeper emotional level, fostering connection and understanding. As such, the use of paremiological units continues to be a hallmark of effective public discourse.

References

- [1]. Mirxamidovna G.M., Musinovna S.H. (2022). Communicative characteristics of proverbs and languages. International journal of formal education, 1(10), 11-17.
- [2]. Mirxomidovna G.M. (2022). Maqol va matallarning kommunikativ xususiyati. Евразийский журнал социальных наук, философии и культуры, 2(2), 125-129.
- [3]. Musinovna S.H., Mirxomidovna G.M. (2022). Paremiological units in uzbek, English and Russian. International journal of formal education, 1(10), 18-21.
- [4]. Tannen, D. (2007). Talking Voices: Repetition, Dialogue, and Imagery in Conversational Discourse. Cambridge University Press.
- [5]. Mieder, W. (1993). Proverbs are Never Out of Season: Popular Wisdom in the Modern Age. Oxford University Press.

ЗНАЧЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ АНТРОПОНИМОВ И ПРОЗВИЩ В УЗБЕКСКИХ И АНГЛИЙСКИХ НАРОДНЫХ СКАЗКАХ

Л.Р. Тешебаева

Ферганский государственный технический университет
(Получена 15.09.2025 г.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada xalq va badiiy ertaklarda tarixiy antroponimlar va laqablarning qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Ayniqsa, real tarixiy shaxslarning ismlari va laqablarining ertaklardagi qahramonlar, syujet va madaniy kontekstni shakllantirishdagi o'rni alohida ta'kidlanadi. Tadqiqotda atoqli otlar orqali qahramonlarning xarakteri, ijtimoiy maqomi va kelib chiqishi qanday ifodalanishi, shuningdek, laqablar obrazlarning ifodaviyligini qanday kuchaytirishi tahlil qilinadi. Antroponimlardan foydalanish nafaqat badiiy uslub sifatida, balki tarixiy xotira va milliy o'zlikni saqlab qolish vositasi sifatida ham xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: real antroponimlar, majoziy, ertak, ekvisentrik, egzosentrik, endosentrik, laqab, personaj, onomastika.

Abstract. This article analyzes the use of historical anthroponyms and nicknames in folk and literary fairy tales. Special attention is given to the role of real historical figures' names and nicknames in shaping characters, plots, and the cultural context of tales. The study analyzes how personal names convey the character traits, social status, and origins of protagonists, and how nicknames enhance the expressiveness of their images. The use of anthroponyms serves not only as a literary device but also as a means of preserving historical memory and national identity.

Key words: real anthroponyms, figurative, fairy tale, equicentric, exocentric, endocentric, nickname, character, onomastics.

Аннотация. В данной работе рассматривается использование исторических антропонимов и прозвищ в народных и литературных сказках. Особое внимание уделяется роли имён и прозвищ реальных исторических личностей в формировании персонажей, сюжета и культурного контекста сказок. Анализируется, как посредством имен собственных передаются характер, социальный статус и происхождение героев, а также каким образом прозвища усиливают выразительность образов. Преминение антропонимов служит не только художественным приёмом, но и средством сохранения исторической памяти и народной идентичности.

Ключевые слова: реальные антропонимы, образное, сказочное, эквицентрическое, экзоцентрическое, эндоцентрическое, прозвище, персонаж, ономастика.

Введение.

Во всех видах художественных текстов, в том числе и в сказках, используются реальные исторические имена. Такие названия создают впечатление, что события действительно происходили, и помогают обеспечить жизненность и правдоподобность сказки.

Прозвища добавляются к антропонимам и представляют собой имена, неформально описывающие личные характеристики и аспекты внешности. Прозвище можно охарактеризовать как неформальное экспрессивно-образное или эмоционально-оценочное имя, употребляемое в дополнение или вместо антропонима.

Литературный обзор.

В области исследования структурных особенностей узбекской и английской антропонимии проведен ряд научных исследований. Однако отсутствие анализа структурной модели антропонимов в сказках в исследуемых языках требует проведения научных исследований в данном направлении.

Э. Бегматов в своей книге «Антропонимика узбекского языка» проанализировал грамматическую структуру и композиционные особенности антропонимов в узбекском языке. Лингвист делит имена в узбекском языке на три группы в зависимости от их языковой структуры [2].

Антропонимы составляют лексическое богатство языка, поэтому подчиняются законам строения и формирования этого языка. По мнению В. Красика, «Хотя все права мира составляют единое человечество, различия между отдельными культурными народами, племенами и социальными группами порой очень важны» [7].

При лексико-семантическом способе образования антропонимов исследуются законы субстантивации и адвербиализации [3,4]. Любое слово, перешедшее в функцию имени, утрачивает принадлежность к своей изначальной морфологической категории и переходит в категорию существительных (собственных имен). При этом прилагательные становятся существительными, и из них методом субстантивации образуются имена.

Методы исследования.

Для анализа ономастических единиц в узбекских и английских народных сказках использовались следующие методы: метод описания, наблюдения, сопоставительного анализа, приёмы прагматического и контекстного анализов, а также статистический методы.

Обсуждение результатов исследования.

В художественном тексте имена исторических личностей и реальные топонимы становятся составной частью литературной ономастики и начинают «говорить». Например, образы Наполеона в разных произведениях не похожи друг на друга и, возможно, не могут быть адекватны его историческому прототипу. Историческая информация, заключённая в имени, сохраняется лишь в той степени, которая необходима писателю, и дополняется информационными и эмоциональными «дополнительными нагрузками», характерными для конкретного произведения [8].

В узбекских народных сказках встречаются антропонимы Алишера Навоий и Хусейна Бойкаро. В частности, антропоним Алишера Навоий, как известного поэта и визиря, стал основой для формирования ряда сказок. К таким сказкам относятся: «Навоий и наёмный рабочий», «Навоий и пастух», «Навоий и сын портного», «Кого не любил Навоий?» и другие.

Также в сказках «Что самое приятное на свете?» и «Навоий и Хусайн» используются антропонимы Алишера Навоий и Хусайна Бойкаро. В одной из них рассказывается, что у Хусайна Мирзо было сорок визирей, и сороковым был Алишер Навоий. Однако остальные тридцать девять визирей постоянно наговаривали на Навоий перед Хусайном Мирзо. В результате Хусайн Мирзо освободил Алишера от должности визиря («Что самое приятное на свете?»).

Они, охотясь несколько дней, добрались до одного города. Этот город назывался Герат. В этом месте правителем был султан Хусайн Мирзо.

Кузнец, задумавшись:

Кузнец, задумавшись, сказал:

– Есть один способ, – сказал он, – ты встретишься с визирем падишаха Алишером Навоий, расскажешь ему всю свою тайну, и только он сможет найти лекарство от твоей беды («Зиёд батыр»).

В сказке «Где нет комаров?» визирь Хусайна Бойкаро представлен под именем Шерали. В ней рассказывается:

«В давние времена жил падишах по имени Хусайн Бойкаро. У него был визирь Шерали...» («Где нет комаров?»).

На наш взгляд, имя Алишер в данном случае изменено и представлено в виде Шерали. Ведь, как известно из истории, Алишер Навоий был самым известным визирем Хусайна Бойкаро, а о каком-либо визире по имени Шерали исторических сведений не существует.

Прозвища присоединяются к антропонимам и являются неофициальными именами, которые описывают характерные черты личности или внешнего вида. Прозвище может быть дополнительным к антропониму или использоваться вместо него как выразительное, метафорическое или эмоционально-оценочное обозначение.

Д. Ермолович классифицировал прозвища на три группы [5]. На основе этой классификации мы проанализировали прозвища, использованные в сказках, и разделили их на группы:

1. Прозвища, созданные путем изменения антропонимов

Эта группа включает два типа прозвищ:

- а) Сокращение фамилий. Например, из фамилии Соорег формируется прозвище Соор.
б) Аббревиации, в которых используются отдельные буквы или слоги имен и фамилий. Например, известный английский писатель Джордж Бернард Шоу известен под прозвищем GBS.

2. Прозвища смешанного типа, состоящие из антропонима и прилагательного

- а) Эквисцентрические прозвища, в которых антропонимический элемент (реальное имя человека) является основным индивидуализирующим компонентом, а общий компонент описывает внешность или деятельность человека.

Примеры: «Божественная Сара» (знаменитая французская актриса Сара Бернар), «Длинный Том» (Томас Джефферсон).

Эквисцентрические прозвища часто встречаются в сказках. Их можно разделить на:

- а.1) Прозвища, связанные с внешностью героя. В узбекских народных сказках часто используется прозвище Кал (лысый): Юз Мухаммад Кал («Глупые друзья»), Насир Кал («Чаша красоты»), Кал Абдулла («Щедрый и жадный»).

Слово «Кал» не является именем, а представляет собой древний термин, возникший в результате табу, который имеет значение прозвища и приобретает социальное значение. Оно указывает на острый ум, справедливость и честность. Таким образом, слово «Кал» описывает моральный облик героя, особенно его справедливость, находчивость и хитрость. Социальное происхождение героя – бедный слой общества, а его цели – разоблачение несправедливости и насилия, порицание недостатков и возвышение разума и предприимчивости [6].

В сказке «Герой земли Солнца» встречается антропоним Бури Косса. Слово «Косса» используется в отношении мужчин, у которых нет бороды. Поэтому это прозвище связано с внешностью.

- а.2) Прозвища, связанные с чертами характера героя: Ходжа Лентяй («Ходжа Лентяй»), Абдулла Быстрый («Клевета»), Абдулла Хитрый («Клевета»), Простак Питер («Простак Питер»), Лентяй Джек («Лентяй Джек»). Слово «Мумсик» означает жадного человека: Саки Мумсик и Баки Мумсик – два героя из сказки «Саки Мумсик и Баки Мумсик».

- а.3) Прозвища, связанные с умственной деятельностью героя. В сказках слово Донишманд (мудрец) часто используется в качестве антропонима или прозвища. Примеры: Захид Донишманд, Акрам Донишманд («Черноволосая фея»), Простак Вилли («Глупый Вилли»).

- б) Эндоцентрические прозвища, где антропоним играет ведущую роль, а второй элемент условно описывает референта, уделяя основное внимание звуковой гармонии. Примеры: Dennis The Menace, Tricky Dickie.

В узбекской сказке «Сорок лжецов» встречаются прозвища с подобной звуковой гармонией:

– Давным-давно, в густом лесу, где не было ни травинки, ни деревца, жили три охотника. Одного звали Абдусамад Аканынг Угли Эрали Эрган, второго – Мирсаид Аканынг Угли Шерали Шерган, третьего – Нурмат Аканынг Угли Нурали Нурган.

3. Экзоцентрические прозвища, где ведущую роль играет общий элемент, выражающий значимую характеристику героя (внешнюю или связанную с его деятельностью).

Экзоцентрические прозвища также часто встречаются в сказках. Их можно классифицировать на группы:

- с.1) Прозвища, связанные с профессиональной деятельностью героев: Хаким Рыбак («Хаким Рыбак»), Сиддик Портной («Герой земли Солнца»), Рустам Дровосек («Герой земли Солнца»), Абдураим Дровосек («Лукман Хаким»), Колдош Пастух («Кувшин

золота»), Ахмад Ткач («Ахмад и богатство»), Кобил Гончар («Черноволосая фея»), Устабой Гончар («Ворон и ягненок»), Усто Олим («Царевна Черноволосая»), Юсуфбой Врач («Два врача»), Махмуд Портной («Махмуд Портной»), Нормат Портной («Навоий и сын портного»), Навруз Разбойник («Навруз Разбойник»), Бегмат Охотник («Несчастный ребенок»), Абдусаттор Пекарь («Аяз»), Содик Купец («Мохистара»).

В выражении Устабой Гончар («Ворон и ягненок») мы видим принцип от общего к частному: «Уста» – общее имя, «Гончар» – частное.

В узбекских народных сказках встречаются такие выражения, как визирь по имени Уста Тойиржон («Лукмони хаким»), визирь Касым-казнь («Клевета»), пастух Али-певец («Жестокий хан и пастух») и подобные, где указывается на прежний и нынешний статус персонажа. То есть, подчеркивается, что визирь Тойиржон раньше был мастером, визирь Касым — бывшим палачом, а пастух Али — певцом.

В английских сказках встречаются такие имена, как Красная Шапочка (Red Riding Hood), Белоснежка (Snow White), Красная Роза (Rose Red), которые на самом деле не являются настоящими именами, а являются прозвищами, указывающими на одежду, внешний вид или то, с чем персонаж ассоциируется. Эти герои также представлены без настоящих имен.

К группе прозвищ в английских народных сказках, обозначающих внешний вид персонажа, относятся такие, как Cap o' Rushes (Камышовая Шляпа), Tattercoats (Потрёпанное Пальто), Teeny-tiny (Крошечка) и другие. Например, героиня сказки «Cap o' Rushes» получила это прозвище, потому что она сделала себе одежду из камыша и всегда была полностью в неё закутана [3].

Вывод.

Основная функция антропонимов в сказках заключается не только в назывании. И в узбекском, и в английском языках имена собственные вызывают у читателя определённые эмоции, оказывают влияние, несут информацию, а также с их помощью рассказчик передаёт свои намерения и цели будущим поколениям.

В узбекских сказках встречаются исторические антропонимы, такие как Доро, Искандер Зулкарнайн, Алишер Навои, Хусайн Бойкара, Абу Али ибн Сино, а в английских — Король Артур, Король Эдвард III, Король Генрих V, сэр Уиттингтон. Это говорит о том, что в сказках обоих языков часто упоминаются имена царей, королей и высокопоставленных, уважаемых личностей.

Наряду с антропонимами в сказках также широко используются прозвища. Прозвища отражают характерные особенности сказочных персонажей. В английских сказках прозвища используются относительно редко, тогда как в узбекских — гораздо чаще.

В узбекских и английских сказках антропонимы в большинстве случаев отражают характерные черты или внешний облик героя. В отдельных случаях имя в сказке может нести противоположное значение.

Список литературы

- [1]. Абдурахмонов Ф. Ўзбек тилида субстантивация (отлашиш) // Тилшунослик масалалари. 1-китоб. – Тошкент: ЎзФА нашриёти, 1960. – Б.78-79.
- [2]. Бегматов Э. Ўзбек тили антропонимикаси. – Тошкент: Фан, 2013. – Б.217.
- [3]. Галковская Ю.М. Имена персонажей британских народных сказок и их использование в учебном процессе.
- [4]. Гулямов А. К вопросу об адвербиализации в узбекском языке / Учёные записи. ТашГПИ. Вып. второй. Ташкент: Учпедиз, 1954.
- [5]. Ермолович Д. И. Имена собственные на стыке языков и культур. –М., 2001. – С.88-90.
- [6]. Имомов К. Ўзбек халқ наصري поэтикаси. –Тошкент: Фан, 2008. – Б.182.
- [7]. Карасик В. Языковой круг: личность, концепты, дискурс. – Волгоград: Перемена, 2002. – С.73-85
- [8]. Карпенко Ю.А. Имя собственное в художественной литературе / Ю. А. Карпенко // Филологические науки.1986. – № 4. – С.38.

INKLYUZIV TA'LIMDA INNOVATSION YONDASHUVLAR VA RAQAMLI
TEKNOLOGIYALARNING IMKONIYATLARI

М.А. Махмудова, Ж.Х. Каримов

Farg'ona davlat texnika universiteti
muqaddasxonmahmudova2020@gmail.com

zasurk07@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация: В данной статье рассматриваются инновационные подходы и возможности использования цифровых технологий в процессе инклюзивного образования. Эффективное вовлечение учащихся с различными потребностями в систему образования сегодня является одним из приоритетов образовательной политики. В этой связи цифровые ресурсы, инструменты на основе искусственного интеллекта, платформы дистанционного обучения и интерактивные учебные программы становятся важными факторами поддержки инклюзивного образования. В статье анализируются инновационные методические подходы, пути развития компетентности педагогов и результаты практического применения цифровых технологий. Результаты исследования показывают, что более широкое внедрение цифровых технологий в инклюзивное образование имеет большое значение для повышения качества образования и обеспечения равных возможностей.

Ключевые слова: Инклюзивное образование, инновационный подход, цифровые технологии, искусственный интеллект, дистанционное обучение, интерактивные платформы, педагогическая компетентность, равные возможности.

Abstract: This article discusses innovative approaches and the possibilities of using digital technologies in the process of inclusive education. Today, the effective involvement of students with diverse needs in the education system is one of the priorities of education policy. In this regard, digital resources, artificial intelligence-based tools, distance learning platforms, and interactive curricula are emerging as important factors in supporting inclusive education. The article analyzes innovative methodological approaches, ways to develop teacher competence, and the results of the practical application of digital technologies. The research results show that the wider introduction of digital technologies in inclusive education is of great importance in improving the quality of education and ensuring equal opportunities.

Keywords: Inclusive education, innovative approach, digital technologies, artificial intelligence, distance learning, interactive platforms, pedagogical competence, equal opportunities.

Annotatsiya: Ushbu maqolada inklyuziv ta'lim jarayonida innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari yoritiladi. Bugungi kunda turli ehtiyojlarga ega bo'lgan o'quvchilarni ta'lim tizimiga samarali jalb qilish ta'lim siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, raqamli resurslar, sun'iy intellekt asosidagi vositalar, masofaviy o'qitish platformalari hamda interaktiv o'quv dasturlari inklyuziv ta'limni qo'llab-quvvatlashda muhim omil sifatida maydonga chiqmoqda. Maqolada innovatsion metodik yondashuvlar, o'qituvchilar kompetensiyasini rivojlantirish yo'llari va raqamli texnologiyalarning amaliy qo'llanilish natijalari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari inklyuziv ta'limda raqamli texnologiyalarni kengroq joriy etish ta'lim sifatini oshirish va teng imkoniyatlarni ta'minlashda katta ahamiyat kasb etishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Inklyuziv ta'lim, innovatsion yondashuv, raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, masofaviy o'qitish, interaktiv platformalar, pedagogik kompetensiya, teng imkoniyatlar.

Kirish. Zamonaviy ta'lim tizimida har bir o'quvchining individual qobiliyatlari, ehtiyojlari va imkoniyatlarini hisobga olish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, inklyuziv ta'lim konsepsiyasi ta'lim siyosatida markaziy o'rinni egallab, barcha qatlamdagi bolalarga teng imkoniyat yaratishga qaratilmoqda. Inklyuziv ta'lim nafaqat ijtimoiy adolatni ta'minlash, balki jamiyatning intellektual salohiyatini yuksaltirishda ham muhim o'rin tutadi.

So'nggi yillarda innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalarni joriy etish inklyuziv ta'lim samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biriga aylandi. Xususan, raqamli resurslardan foydalanish, onlayn ta'lim platformalari, mobil ilovalar, kengaytirilgan va virtual reallik vositalari turli imkoniyatlarga ega o'quvchilarning bilim olish jarayonini qulaylashtirmoqda. Bunday texnologiyalar o'quvchilarning o'zlashtirish darajasini monitoring qilish, o'qituvchilar uchun

metodik yordam ko'rsatish va individual ta'lim trayektoriyasini shakllantirish imkonini beradi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalarni inklyuziv ta'limga integratsiya qilish o'qituvchilardan yangicha pedagogik kompetensiyalarni talab qiladi. Shu bois, innovatsion metodlarni joriy etish, o'quv dasturlarini moslashtirish va zamonaviy o'qitish strategiyalarini ishlab chiqish dolzarb masala sifatida ko'rilmogda. Ushbu maqolada inklyuziv ta'limda raqamli texnologiyalar imkoniyatlari, innovatsion yondashuvlarning samaradorligi hamda ularning ta'lim sifatiga ta'siri tahlil qilinadi.

So'nggi yillarda inklyuziv ta'lim masalalari xalqaro ilmiy hamjamiyatning e'tibor markazida turibdi. UNESCO va UNICEF tomonidan chop etilgan hisobotlarda inklyuziv ta'limning asosiy tamoyillari va amaliy qo'llanilish mexanizmlari keng yoritilgan bo'lib, unda barcha bolalarning, xususan imkoniyati cheklangan o'quvchilarning ta'limga teng huquqlari kafolatlanishi zarurligi ta'kidlanadi. Shuningdek, xorijiy tadqiqotlarda raqamli texnologiyalarni qo'llash orqali ta'lim jarayonida teng imkoniyat yaratish samaradorligi ilmiy asosda isbotlangan.

Mahalliy olimlar tadqiqotlarida ham inklyuziv ta'limni rivojlantirish dolzarb muammo sifatida ko'rilmogda. Jumladan, o'zbek pedagog olimlari tomonidan olib borilgan izlanishlarda raqamli vositalarning ta'lim jarayoniga joriy etilishi o'quvchilarning motivatsiyasini oshirish, individual yondashuvni ta'minlash va ularning ijtimoiy moslashuvini yengillashtirishda muhim omil sifatida e'tirof etiladi. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda inklyuziv ta'limda o'qituvchilarning metodik tayyorgarligi yetarli emasligi hamda texnologik infratuzilma cheklanganligi muammoli jihatlar sifatida ko'rsatib o'tiladi.

Shuningdek, innovatsion yondashuvlarning o'rni bo'yicha turli ilmiy manbalarda turfa fikrlar ilgari surilgan. Masalan, ayrim mualliflar gamifikatsiya va mobil ilovalar yordamida o'quvchilarning o'zlashtirish darajasini oshirish mumkinligini ta'kidlasalar, boshqalar esa kengaytirilgan reallik va sun'iy intellekt asosidagi tizimlarning samaradorligiga urg'u beradilar. Bu esa, inklyuziv ta'lim jarayonida raqamli texnologiyalarni qo'llashning kompleks yondashuv talab etishini ko'rsatadi.

Inklyuziv ta'limning samaradorligini ta'minlashda innovatsion yondashuvlarning o'rni beqiyosdir. Avvalo, bunday yondashuvlar o'quvchilarning individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda ta'lim jarayonini moslashtirish imkonini beradi. Masalan, maxsus pedagogik dasturlar, moslashtirilgan o'quv materiallari va turli interaktiv vositalar orqali imkoniyati cheklangan bolalar bilimlarni o'zlashtirishda qulay sharoitga ega bo'ladilar. Bu esa ularning ta'lim jarayonida faol ishtirokini ta'minlashga xizmat qiladi.

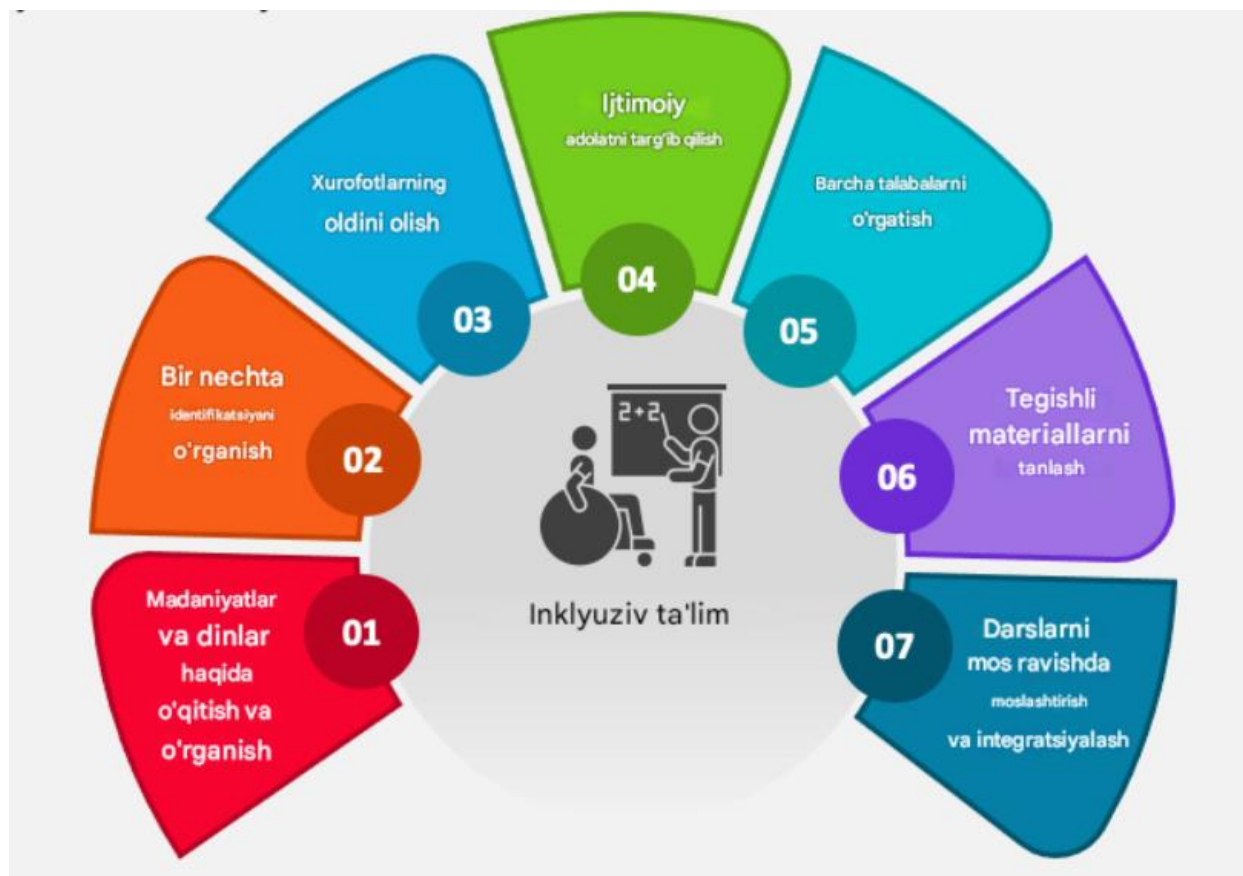
Raqamli texnologiyalar inklyuziv ta'limning amaliyotiga keng imkoniyatlar ochib bermoqda. Onlayn o'quv platformalari, mobil ilovalar va interaktiv dasturlar yordamida o'quvchilarga individual ta'lim trayektoriyasi ishlab chiqilishi mumkin. Masalan, sun'iy intellekt asosidagi dasturlar o'quvchilarning bilim darajasini tahlil qilib, ularga moslashtirilgan topshiriqlarni taqdim etadi. Shuningdek, audio va video materiallardan foydalanish eshitish yoki ko'rish imkoniyati cheklangan o'quvchilar uchun qo'shimcha yordam beradi.

Bundan tashqari, virtual va kengaytirilgan reallik texnologiyalari inklyuziv ta'limda katta amaliy ahamiyat kasb etmogda. Ular orqali o'quvchilar murakkab jarayonlarni vizual tarzda kuzatishlari, nazariy bilimlarni real hayotiy vaziyatlarga tatbiq etishlari mumkin. Misol uchun, biologiya fanida organlarning 3D modeli bilan ishlash yoki tarixiy voqealarni virtual muhitda ko'rish o'quvchilarda yanada chuqurroq tasavvur hosil qiladi.

O'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish ham inklyuziv ta'limda innovatsion yondashuvlarni samarali qo'llashning muhim sharti hisoblanadi. Chunki zamonaviy texnologiyalardan to'g'ri foydalanish o'quvchilarning o'quv motivatsiyasini oshiradi va ta'lim jarayonining interaktivligini ta'minlaydi. Shu bois, pedagoglarni muntazam ravishda malaka oshirish kurslariga jalb etish, ularga metodik qo'llanmalar yaratish va tajriba almashish imkoniyatlarini kengaytirish dolzarbdir.

Shu bilan birga, raqamli texnologiyalarni inklyuziv ta'limga tatbiq etishda ayrim muammolar ham mavjud. Xususan, texnik infratuzilmaning yetarli emasligi, internet tarmog'ining sifati, o'qituvchilarning raqamli vositalardan foydalanish ko'nikmalari pastligi jarayon samaradorligini cheklaydi. Shuning uchun davlat miqyosida qo'llab-quvvatlash siyosatini kuchaytirish, ta'lim

muassasalarini zamonaviy texnologiyalar bilan ta'minlash va pedagoglarni qayta tayyorlash ishlarini jadallashtirish zarurdir.



1-rasm. Inklyuziv ta'lim tamoillari.

Natijalar. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalar inklyuziv ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Xususan, onlayn platformalar, mobil ilovalar, kengaytirilgan va virtual reallik vositalari yordamida o'quvchilarga individual ta'lim trayektoriyasi yaratish, ularning o'zlashtirish darajasini muntazam monitoring qilish va moslashtirilgan topshiriqlar taqdim etish mumkin. Bunday yondashuvlar imkoniyati cheklangan o'quvchilarning ta'lim jarayonida faol ishtirokini ta'minlab, ular uchun qulay muhit yaratadi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalarni joriy etish o'qituvchilardan yangi pedagogik kompetensiyalarni shakllantirishni talab qilishi aniqlandi. Shu sababli pedagoglarni muntazam ravishda raqamli savodxonlik bo'yicha tayyorlash, metodik qo'llanmalar yaratish va ta'lim muassasalarini texnik infratuzilma bilan ta'minlash muhim vazifa sifatida ko'riladi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, inklyuziv ta'limda innovatsion texnologiyalarni qo'llash nafaqat ta'lim sifatini oshiradi, balki teng imkoniyatlar tamoyilini amalda ta'minlashga xizmat qiladi.

Xulosa. Inklyuziv ta'lim jarayonida innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim sifatini oshirishning eng samarali vositalaridan biri ekani aniqlandi. Raqamli platformalar, interaktiv dasturlar, virtual va kengaytirilgan reallik vositalari imkoniyati cheklangan o'quvchilar uchun individual ta'lim trayektoriyasini yaratishga yordam beradi hamda ularning bilim olish jarayonini yanada qulaylashtiradi.

Shu bilan birga, bunday texnologiyalarni samarali tatbiq etish o'qituvchilardan raqamli kompetensiyalarni rivojlantirishni va ta'lim muassasalarida zamonaviy texnik infratuzilmani yaratishni talab etadi. Demak, davlat siyosati va pedagogik hamjamiyat sa'y-harakatlari uyg'unlashgan taqdirda, inklyuziv ta'limda innovatsion texnologiyalarning joriy etilishi teng imkoniyatlarni ta'minlash va ta'lim samaradorligini yangi bosqichga olib chiqishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Mahmudova, M., & Abdullayev, A. (2023, October). HAR BIR WEB-ISHLAB CHIQUVCHI BILISHI KERAK BO 'LGAN WEB-TEKNOLOGIYALAR. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [2]. Mahmudova, M. (2023, October). MA'LUMOTLAR TUZILMASI VA ALGORTIMLASHNING TAHLILI JARAYONI. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [3]. Mahmudova, M., & Toxirova, S. (2023, October). MULTISERVISLI TARMOQ XAVFSIZLIGIDA NEYRON TARMOQLARINI O 'RNI. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [4]. Zulunov, R. M., & Mahmudova, M. (2022). Sun'iy intellektning insoniyat faoliyatida tutgan o 'rni va neyrokibernetika sohasi. Journal of Integrated Education and Research, 1(7), 2-7.
- [5]. Mahmudova, M., & Kodirov, A. (2023, October). ANALYSIS OF SOFTWARE VERSION CONTROL SYSTEMS. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [6]. Mahmudova, M., & Zulunov, R. (2023). TIBBIYOT MUASSASALARIDA ELEKTRON NAVBAT TIZIMI. Потомки Аль-Фаргани, 1(2), 53-57.
- [7]. Holmatov, A. A., Karimov, J. X., & Xayitov, A. M. (2021). Effect of crystallizer catalyst on properties of glass-crystalline materials. EPRA International Journal of Research and Development (IJRD), 273-275.
- [8]. Каримов, Ж. X., & Фозилов, И. Р. (2020). Управление многостадийными процессами путём оптимизации глобальных целей системы. Universum: технические науки, (3-1 (72)), 16-20.
- [9]. Karimov, J. (2022). Software Technologies for Research and Development of Linguistic Models. AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL AND HUMANITARIAN RESEARCH.
- [10]. Каримов, Ж. X. (2021). Процедуры оптимизации глобальных целей системы управления многостадийными процессами. Universum: технические науки, (11-1 (92)), 48-52.
- [11]. Abdullaevich, H. E., & Karimov, J. X. (2022). Principles of Development of the Modeling Process. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 7, 391-393.
- [12]. Karimov, J., & Raximov, A. (2023, October). ISHONCHLI BARDOSHLI KRIPTO ALGORITMLAR SHIFRLARINI DESHIFRLASH MASALALARI. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".
- [13]. Karimov, J. (2023, October). OCHIQ TIZIMLARNING ETALON MODELI VA AXBOROT XAVFSIZLIGINI TAMINLASH USULLARI. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".

FIZIKA KURSINI FANLARARO INTERFAOL O'QITISHDA TRANSPORT VOSITALARI MUHANDISLIGI KASBIGA YONALTIRISHNING DOLZARBLIGI

A.O. Umarov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
fiz.umarov1953@mail.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada dunyoda avtomobil transporti sanoatining rivojlanishi va shu qatori mamlakatimizda avtomobil ishlab chiqarishni takomillashtirish uchun malakali muhandislarni yetishtirishda fizika kursining fanlararo aloqadorlikda interfaol o'qitishni dolzarb vazifalari yoritilgan.

Kalit so'zlar: avtomobil sanoati, muhandis, transport vositasi, ichki yonuv dvigateli, dizel dvigateli, mexanizm, foydali ish ko'fitsiyenti,

Аннотация: В данной статье освещаются актуальные задачи междисциплинарного и интерактивного обучения физике в процессе подготовки квалифицированных инженеров для совершенствования производства автомобилей в нашей стране, а также развитие автомобильной промышленности в мире.

Ключевые слова: автомобильная промышленность, инженер, транспортное средство, двигатель внутреннего сгорания, дизель, механизм, коэффициент полезного действия.

Abstract: This article highlights the current tasks of interdisciplinary and interactive teaching of physics in the process of training qualified engineers to improve automobile production in our country, as well as the development of the automotive industry in the world.

Key words: *automotive industry, engineer, vehicle, internal combustion engine, diesel, mechanism, efficiency.*

KIRISH

Fizika fanini o'qitishni rivojlantirish konsepsiyasi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 29 apreldagi PF-5712-sonli Farmoni asosida qabul qilingan "O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi" da belgilangan vazifalar ijrosi yuzasidan ishlab chiqilgan. Konsepsiya xalq ta'limi tizimida fizika fanini o'qitishni rivojlantirishning asosiy tendensiyalarini belgilab berdi. Ta'lim sohasi rivojlangan xorijiy mamlakatlar: Yaponiya, Buyuk Britaniya, Fransiya, Germaniya, AQSh, Janubiy Koreya Singapur va Finlandiya mamlakatlarida ta'lim sohasining me'yorlarini belgilash tajribasidan, milliy xususiyatlarni va mamlakatda amalga oshirilayotgan islohotlarni hisobga olgan holda mamlakatimizda fanlararo o'qitishning takomillashtirishni amalga oshirishdir. 2001 – yilda o'nbesh yoshli fin o'quvchilari o'qish, matematika va tabiiy fanlar bo'yicha tanqidiy fikrlash ko'nikmalarini baholash uchun mo'ljallangan «Xalqaro o'quvchilarni baholash dasturi» (PISA)da eng yuqori ball olib dunyoni hayratda qoldirdi.

ADABIYOTLAR METADOLOGIYASI

PISA testi natijalari sabab Finlandiya maktablarining ta'lim tizimi eng yaxshi deb tan olingach, dunyoning barcha qit'alaridagi pedagoglar fin hamkasblarining siri nimada ekanligini bilish uchun ularning tajribalarini o'ganishga kirishdilar. Xelsingidagi maktabda ikki yil ishlagan amerikalik o'qituvchi Timoti Uoker fin maktablaridagi muvofaqiyatning zamirida juda oddiy tamoyil – o'quv jarayonidagi quvonchni ta'kidlaydi [2]. Xuddi shuningdek fizika fani zamonaviy texnik vositalar va jihozlarni egallashga, ilm-fan yutuqlari va tadqiqotlaridan foydalanish uchun zarur bo'lganligidan o'qitilgan kadrlar bilan ta'minlaydi, shuningdek, tabiat haqidagi bilimlarimiz chegaralarini kengaytiradi. Maktab fizika kursini fanlararo interfaol o'qitish, bakalavr texnika yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalarning ixtisoslik fanlarini chuqur o'rganishi uchun poydevor sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Oliy ta'limda o'qitilayotgan fizika kursining poydevori bo'lgan maktab fizika fanidan umumiy o'rta va professional ta'lim muassasalarida fundamental bilim berish, yani jarayonlari o'rganish va hodisalarni kuzatish, qonuniyatlarni amaliyotga qo'llash uning texnologiyadagi, texnikadagi, tibbiyotdagi va hayotdagi ahamiyatini tushintiradi.

METADOLOGIK TAHLIL

Umumiy o'rta ta'lim maktablarida o'quvchilarga bilim berishning zamonaviy pedagogik innovatsion uslublarini joriy etish O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyoti keyingi 10 yil ichida dunyoning taraqqiy etgan mamlakatlar qatoriga kirishi, ya'ni 2030 yilga kelib iqtisodiyotning fan va texnika yo'nalishi bo'yicha jahonda yetakchi davlatlardan biriga aylanishiga zamin yaratishda muhim shartlardan hisoblanadi.

Timoti Uokerning "Finlandiya ta'lim mo'jisasi. Hamma gap tanaffusdami ? Maroqli dars o'tishning 33 siri" nomli kitobida shunday satrlar bor: "Siyotchilar ta'limni o'rni kelsa deyarli urinishlarsiz, shunchaki hamiyonni ochib, hal etish mumkin bo'lgan vazifaga aylanishini hohlaydilar. Ular taxminan quyidagicha mulohaza qiladilar: agar ta'lim texnologiyalariga qanchadir sarmoya kiritsak, o'shanda mana shuncha natija olamiz. Bizning reytinglarimiz birdaniga osmonga chiqib ketadi, shuning uchun keling, manabu tugmachani bosamiz" [2].

Timoti yuqoridagi fikrlari oqali, butun dunyoda saqlanib qolayotgan bilim berishning texnik vositalarini suiste'mol qilish, o'qituvchi va o'quvchilarga ishonmaslik, ta'lim tizimini biznesga aylantirish, hozirgi biz ko'rib turgan manzaralarni tasvirlab bergan.

Shuningdek mamlakatimizning Xalq ta'limi vazirligi tizimida 11 yillik ta'limni joriy qilinishi va umumiy o'rta va professional ta'lim tizimining funksiyalarini o'zgarishi hisobiga fizika fanini o'qitish mazmuni va metodikasining rivojlanishida ayrim bo'shliq va kamchiliklar yuzaga kelgan, jumladan:

fizika fanining o'quv metodik ta'minoti (o'qituvchi kitobi, multimedia ilovalar, didaktik materiallar) yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi;

o'quvchilarning yosh, psixologik xususiyatlarini inobatga olgan holda, fan bo'limlari va mavzularini o'qitish ketma-ketligi hamda murakkablik darajasini qaytadan ko'rib chiqish;

fizika eksperimental fan bo'lishiga qaramay fizika xonasining moddiy-texnik ta'minotiga kam e'tibor qaratilayotganligi;

fizika fanini o'qitishda mavzular kesimida zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llash metodikasining yetarli emasligi;

STEAM zamon talablari asosida xalqaro miqyosida o'quvchilarga ta'lim-tarbiya berishda umumta'lim fanlari bo'yicha fanlararo bog'lanish va amaliy yondashuvga e'tibor qaratilmaganligi;

o'quvchilarning tanqidiy, mantiqiy fikrlashi va amaliy ko'nikmasini shakllantirishga yo'naltirilgan xalqaro baholash dasturi (PISA, TIMSS) talablariga mos keladigan mashg'ulotning shakl va usuli ishlab chiqilmaganligi;

mavjud oliy ta'lim muassasalarida fizika fani yo'nalishida pedagog-kadrlarning bilimi bugungi kun talablariga mos kelmasligi, ularni o'qitishni tubdan qayta ko'rib chiqish va zamon talabiga mos kompetent kadrlarni tayyorlashni taqazo etmoqda.

NATIJALAR

XVII asr boshlarida Fransiyada issiqlik hodisalarining kashf etilishi fizika fanining rivojlanishiga qattiq turtki bo'ldi. Birinchi bug' mashinasining yaratilishi fizika faniga fizik qonunlar, tajribalar, jarayonlarni amaliyotga qo'llab harakatlanuvchi mexanizmlar ixtiro qilish talabini qo'ydi. Fransiyada yaratilgan 1 – bug' mashinasi, to'rtta g'ildirakli arava ustiga kolbasimon metal idishning og'zi tomoni gorizontal o'rnatilgan bo'lib aravaga mahkamlangan va ostiga yoqilg'i yoqish uchun joy ham qoldirilgan o'tin yonishi natijasida suv bug'lanib, idishdan chiqqan bug'ning harakati reaktiv harakatni vujudga keltirishi natijasida bug'ning harakatiga aravacha qarama – qarshi tomonga harakatlanadi. Bu mexanizmini birinchi bug' mashinasi deb atalgan. Birinchi bug' mashinasining foydali ish ko'effitsiyenti (3%) juda kam va harakati inson harakatidan kishik bo'lgani uchun harakatni tezlashtirish maqsadida bug' mashinasining tashqariga chiqqan foydasiz issiqlik harakatidan unumli foydalanish uchun bug' harakatini aravaning g'ildiraklariga beriladi va aravachaning tezligi o'rnatiladi shu tufayli foydali ish ko'effitsiyenti ham 4% ga ortib eng yuqori F.I.K 7% ga teng bo'ldi.

Fizika fanining tadqiqotlari natijasida g'ildirakni tsilindir ichidagi porshenga berish, porshenga ulangan shatun orqali g'ildirakka berish va porshenni ilgariqlama va qaytma (tebranma) harakatini vujudga keltirilishi natijasida, yani silindrga navbat bilan porshenni oldinga, so'ng orqaga harakatlantirish maqsadida kiritish hamda chiqarish klapanlaridan foydalanilishi natijasida krevoship mexanizmi yaratildi. Bunday tadqiqotlar natijasida "Paravoz", yani bug'ning issiqlik harakati ta'sirida harakatlanuvchi mashina paydo bo'ldi, lekin ularning eng katta F.I.K 13 %gacha ortdi.

Ko'mir yoqib suvni bug'latib, bug'ni krivoship – shatun mexanizmiga bergandan, yoqilg'ini silindirda yondirib, so'ng yoqilg'i energiyasini porshenga, o'z navbatida shatunga, shatun orqali tirsakli valga berish ixtiro qilinishi natijasida ichki yonuv dvigateli yaratildi. Yuqorida keltirilgan ixtirolarni yaratilishi fizika fanining rivojlanishi asosida amalga oshgan. Shuning uchun fizika fanini o'qitishda fanlararo aloqadorligida ilmiy yangiliklar bilan fanning mazmunini boyitish va interfaol metodlardan foydalanib o'qitishda o'quvchilarni transport vositalari muhandisligi kasbiga yo'naltirsak kelajakda yetuk muhandis yaratishga xizmat qilgan bo'lamiz.

Ichki yonuv dvigatelinii 1860 – yilda fransuz mexanigi Et'enom Leunarm yaratdi. Uning quvvati 8,8 kVt (120 o. k.), F.I.K. 4,65%ga teng bo'lib gorizontal joylashgan.

1863 – yilda nemis konstruktori Nikola August Otto vertical ikki taktili ichki yonuv dvigatelinii yaratdi (F.I.K. 15%).

1880 – yilda Ogeneslab Stepanovich Kostokovich Rossiyda biribchi marta korbyuratorli benzina ishlaydigan ichki yonuv dvigatelinii yaratdi va unga "Karbyuratorli dvigatel" deb nom berdi

1897 – yilda nemis injeneri Rudolf Dizel ishchi jism sifatida havodan foydalanib ichki yonuv dvigatelini yaratdi. Uning yaratgan dvigatelida siqilgan va qizigan havoga dizel yoqilg'isini forsunka chang zarralaridek holatda purkaydi va yonish takti amalga oshadi. Rudolf yaratgan quvvati va foydali ish ko'rfitsiyenti keskin ortgan. Ushbu dvigatelga "Dizel dvigateli" deb nom berildi. Yuqoridagi ixtirolar fizikaning rivojlanishi asosida yaratilgan va fizik jarayonlar qo'llanilgan. Dizel dvigateli ishlash taktlari ikkita adiabat va ikkita izotermik jarayondan iborat bo'lgan berk sikldir.

Bugungi kundagi texnikaning rivojlanish davrini transport vositasiga qo'ygan talabi ichki yonuv dvigatellarining mexanizmlariga o'zgartirish kiritib quvvatini va foydali ish ko'rfitsiyentini orttirishdir. Olimlar tabiri bilan aytganda "Mamlakatning rivojlanishi transport yo'llarini qurish va transport ishlab chiqarish sanoatiga bog'liqdir, chunki transport yollari mamlakatning qon tomiri bo'lsa, transporti vositasi qon tomirida oqayotgan qonidir".

Demak maktab fizika kursini fanlararo o'qitishimizda ixtirochilarning yangiliklaridan foydalanib o'quvchilarning olgan bilimlarini amaliyotga qo'llashni o'rgatish orqali transport vositalari muhandisligi kasbiga yo'naltirish hozirgi kunning dolzarb masalasi ekan.

Transport vositasining harakati tezligi, tezlanishi, g'ildiragining burchak tezligi va burchak tezlanishlarini fizika kursining kinematika tenglamalari bilan hisoblaniladi. Uning kuch tasirida olgan tezlanishini Nyutonning ikkinchi qonuni tenglamasi asosida hisoblaniladi, g'ildiragi bilan yo'l orasida ishqalanish kuchi bo'lmasa umuman harakatlanmaydi, podshebnyklar orqali ishqalanish kamaytirilib yeyilishlarning oldi olinadi. Moylash orqali ishqalanish kamayishi natijasida energiy tejraladi.

Avtomobil kuzovining sirt yuzasini tanlashda aerodinamik kuchlarning hisobga olib sirt egiriligi hosil qilinadi.

Ichki yonuv dvigatellarining foydali ish ko'rfitsiyentini termodinamika qonunlaridan foydalanib, Yung modulini hisobga olib transport vositalarining mustahkamligini, tirsakli valning inersiya momentini Shteyner teoremasidan foydalanib, maxovikning massasi va o'lchamlarini tanlashda diskning inersiya momentini hisoblash amalga oshiriladi [4].

Avtomashinaning yondirish va o't oldiridish toklarini Om qonunlari va Kirxgof qoidalarini qo'llab hisoblaniladi va uning aniq qiymatlariga asosan o'lchov asboblari tanlanadi. Geometrik optika qonunlaridan foydalanib yoritish chiroqlari yaratiladi. Uzoqni yoritish va yaqinni yoritish chiroqlarini yorug'likning qaytish qonunini qollab ishlab chiqariladi. Shuning uchun fizika kursining barcha mavzusini o'qitishda fanlararo aloqadorlik usulini qo'llab interfaol o'qitishda o'quvchilarni bugungi kun davrning talablaridan biri bo'lgan transport vositalari muhandisligiga yo'naltirsak yaxshi bo'ladi [6 – 11]

Fizika fanini fanlararo interfaol o'qitishda transport vositalari muhandisligi kasbiga yo'naltirishning ahamiyatini quyidagicha tushuntirishimiz mumkin.

MUHOKAMA

"Fizika" fanini o'qitishdan maqsad - o'quvchilarga umumiy o'rta va professional ta'lim asosida umumiy fizika kursidan fundamental nazariy, amaliy bilim va tushunchalarni, ularni tarkibi, maqsadi, amal qilishi va qo'llanish sohalarini o'rganish bo'yicha yo'nalishiga oid mos bilimlar, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

Ushbu maqsadga erishish uchun o'quvchilarda fan talabalarini nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalalar, fizik hodisa va jarayonlarga uslubiy yondashuv asosida ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Maktab fizika kursining elektr toki qonunlarini fanlararo o'qitishda kasbga yo'naltirishning maqsadi va vazifalarini bajarilishda o'qituvchi o'quvchi uchun quyidagi ishlarni amalga oshiradi:

fizika fanidan nazariy bilim berish va adabiy manbalar bilan ta'minlash, ularni elektron darslik va qo'llanmalardan foydalanishga yo'naltirish ;

fizika fani mavzulari bo'yicha tarqatma materiallar dars jarayonida va fan to'garaklarida foydalanish;

fizika faninidan bilim berishda interfaol metodlardan foydalanib fanga qiziqishini orttirish va ta'limning samarador usullarini qo'llash;

fizika fanini o'qitishda interfaol o'qitish yordamida o'quvchilarda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish va modellar yasash orqali yartuvchanlik qobiliyatini rivojlantirish;

o'qituvchining rahbarligidagi o'quvchining mustaqil ishini va o'qituvchini qo'shimcha maslahat darslarini tashkil etish;

o'qituvchi tomonidan mustaqil ta'limni o'quv-uslubiy jihatdan ta'minlash va nazoratini reja asosida amalga oshirish;

o'quvchining mustaqil bilim olishini rag'batlantirish asosida innovatsion g'oyalarini rivojlantirish va innovatsion loyihalar bilan davlat grantlarida qatnashishga o'rgatish;

fizika fanini o'qitishda masofaviy ta'lim, elektron dastur va mobil aloqalardan to'g'ri foydalanishni targ'ib qilish va undan samarali foydalanib o'quvchilar bilimni chuqurlashtirish;

o'qituvchi tomonidan mavzular bo'yicha o'quvchining o'zlashtirishini muntazam nazorat qilish va o'z vaqtida baholab borish;

fizika fan dasturi texnika sohasining barcha yo'nalishlari uchun zamonaviy, fizika fani Davlat ta'lim standarti talablarini ta'lim sifati va kadrlar tayyorlashga qo'yiladigan xalqaro talablarga muvofiqligini ta'minlash;

fizika faniga oid bilimlarni o'rgatishda umumiy o'rta ta'lim muassasalari bitiruvchilariga qo'yiladigan malaka talablarini amaliyotga to'g'ri tadbiq etishni amalga oshirish;

umumiy o'rta va professional ta'lim muassasalarining metodik va moddiy-texnika bazasini mustahkamlash;

fizika kursi darsliklari mazmunini sifat jihatidan yangilash va o'qitish metodikasini takomillashtirishda hissasini qo'shish;

fizika fanini fanlararo aloqadorlik va rivojlangan mamlakatlar ta'lim tizimining samarador o'quv modullaridan foydalanib interfaol usullarni ishlab chiqish;

fizika fanidan o'quvchilarni innovatsion loyiha va ilmiy-tadqiqotchilik faoliyatiga jalb etishning metodikasini yaratish;

fizika fani o'qituvchilari ta'lim jarayoniga oid milliy, umuminsoniy va ma'naviy qadriyatlar asosida o'quvchilarni tarbiyalashning samarali shakli, usuli va vositalarini keng joriy etish vazifasini to'g'ri yo'ga qo'yishni amalga oshirish;

fizika fanini fanlararo o'qitishda olimlarning ixtirolaridan foydalanib o'quvchilarni kasb – hunarga, yartuvchanlik muhandisligiga yo'naltirishni amalga oshirish;

o'quvchi-yoshlarni tarbiyalashda fizika fani bo'yicha sinfdan va maktabdan tashqari ta'limning zamonaviy usullari va yo'nalishlarini joriy etish;

fizika fani o'quv jarayoniga raqamli texnologiyalar va zamonaviy usullarni joriy etish orqali o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishlarini orttirish hamda sinflararo qiziqarli kechalarni tashkillashtirish;

o'quv-tarbiya jarayoni samaradorligini va natijaviyligini ta'minlashda fizika ta'limi jarayoniga axborot-kommunikatsiya texnologiyalar vosita va dasturlarini hamda o'qitishning zamonaviy usullarni tatbiq etish;

davlat ta'lim standartlarida ko'zda tutilgan kompetensiyalarga asoslangan baholash mezonlarini joriy etishdir [3]

Yuqoridagilarni amalga oshirish natijasida maktab fizika kursiga oid o'quvchilarning avtomobil transporti ehtiyot qismlarini ishlab chiqaradigan zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarini boshqaradigan va uni takomillashtiradigan muhandislarni yetkazib berishda xizmat qiladigan umumiy fizika kursining bilim poydevori yaratiladi.

XULOSA

Yuqoridagi natijalarga asoslanib quyidagi xulosalarga kelindi:

Maktab fizika kursini fanlararo o'qitishda o'quvchilarni fanning mavzularini avtomobil transporti muhandisligi kasbiga fanlararo aloqadorlikda o'qitilsa avtomobil transporti muhandisligi kasbiga oid fanlarga qiziqishi ortadi va ular shu kasbni mukammal egallashga intiladilar.

Maktab fizika kursidan olgan bilimlari asosida Oliy ta'limda umumiy fizika kursidan avtomobil transporti muhandisligiga oid bilimlarni egallashda uzliksizlik ta'min amalga oshadi.

Fanlararo aloqadorlikda o'qitish davrida o'quvchilar mutaxassislik fanlarini o'rganish davrida rejalashtirilgan bilimni puxta egallaydilar va oliy ta'lim muassasasida o'qitish davrida ham olgan bilimlarini amaliyotga qo'llashda xatoga yo'l qo'ymaydilar va takomillashgan texnologiyalarni boshqarish hamda uni takomillashtirish uchun yetarli bilimga ega bo'ladilar.

Maktab fizika kursini fanlararo aloqadorlikda o'qitilganda innovatsion g'oyasi rivojlanadi va ishlab chiqarish modelarini yaratish hamda uni rivojlantirishga intiladi.

Adabiyotlar

- [1]. "O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030 – yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni. 2019 – yil. — PF – 5712 – son.
- [2]. Timoti. U. Finlandiya ta'lim mo'jizasi. Hamma gap tanaffusdami? Maroqli dars o'tishning 33 siri. – "Global books", 2023 – yil. B. 272.
- [3]. Fizika fani bo'yicha O'zbekiston Respublikasi uzluksiz ta'lim dasturi majmuasi (loyiha). Toshkent – 2021y. B. 61
- [4]. Трофимова Т.И. Курс физики. Издательство «Высшая школа», 1985г. 219 с.
- [5]. Турдиев Н.Ш. ва бошқалар. Физика 10 синф. Умумий ўрта таълим мактаблари учун дарслик. –Т.: "Niso Poligraf" нашриёти, 2017. B. 156
- [6]. Umarov A.O., Zaxidov I.O., Axunov Q.X., Jo'rayev I.A. Elektromagnit to'lqinlar chastotasini "C++" dasturini qo'llab aniqlash. DGU 14305 O'zbekiston Respublikasining Dasturiy mahsulotlar davlat reyestrda 21.01.2022 yil.
- [7]. Umarov A.O., Zoxidov I.O. DETERMINATION OF THE FREQUENCY AND PERIOD OF ELECTRIC CURRENT OSCILLATIONS USING THE "C++" PROGRAM. Neuro Quantology Jul 2022 Volume 20 Issue 7 Page 432-435
- [8]. Umarov Abdusattor and Ibrahimjon Zohidov. "TEACHING CHAPTER "ELECTRIC RESISTANCE" 8th-CLASS, PHYSICS COURSE". Збірник наукових праць ЛОГОС (2020): 110-114.
- [9]. Umarov A.O., Zoxidov I.O. O'ZINDUKSIYA HODISASIGA ELEKTR TOKI QONUNLARINING QO'LLANILISHI. SCIENCE AND INNOVATION 2022.№2. 86-89.
- [10]. Ortikovich UA, Obidjonovich ZI Maktab fizika kursida o'zgaruvchan tokni o'rganish // Sharq renessansi: Innovatsion, pedagogik, tabiiy va ijtimoiy fanlar. - 2021. - 1jild. - Yo'q. 3. - S. 433-436.
- [11]. Umarov Abdusattor and Ibrahimjon Zohidov. "«ELECTRIC CONDUCTIVITY. DEPENDENCE ON CURRENT STRENGTH» TEACHING THE SUBJECT. ACCORDING TO 10th FORM." Збірник наукових праць ЛОГОС (2020): 7-8.

UDK 621.315.592.

FIZIKA DARSLARIDA INTERAKTIVLIKNI TA'MINLASHDA VR TEXNOLOGIYALARINING ROLINI KUCHAYTIRISH USULLARI

M.D. Fozilova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
fozilovamoxichexra@gmail.com, tel: 91 665 52 82
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. *Fizika fani bizni hayotimizni ajralmas bo'lagi hisoblanadi. Lekin ushbu fanni talabalarga o'qitishda biz bir qator muammolarga duch kelamiz. Ushbu muammolardan biri fizikadagi abstrakt hodisalar bo'yicha talabalarda to'liq tushunchani hosil qilish. Hozirgi zamonaviy axborot davrida ushbu muammoning ham bir nechta yechimlari topildi. VR texnologiyalardan foydalangan holda darslarni tashkil etish aynan shu usullardan biri hisoblanadi. Biz maqolamizda VR darslarini ta'lim jarayoniga kiritish, talabalarni bilim ko'rsatkichlariga qay darajada ta'sir qilishini o'rgandik. Bu holda an'anaviy usuldagi o'tilgan darslar va VR texnologiyalardan foydalanilgan holda interaktiv usulda o'tilgan darslarni bir biri bilan taqqosladik. Va ushbu natijalarni statistik jihatdan tahlil qildik.*

Kalit so'zlar: *Interaktivlik, VR texnologiyalari, an'anaviy dars, eksperimental metod, tahliliy metod, eksperimental so'rovnoma, X-kvadrat testi,*

Abstract. Physics is an integral part of our lives. However, in teaching this subject to students, we encounter a number of challenges. One of these challenges is helping students develop a complete understanding of abstract phenomena in physics. In today's modern information era, several solutions to this problem have been found. One such solution is organizing lessons using VR technologies. In our article, we studied the integration of VR lessons into the educational process and how they affect students' academic performance. In this context, we compared traditional teaching methods with interactive lessons using VR technologies. We then analyzed the result statistically.

Key words: Interactivity, VR technologies, traditional lesson, experimental method, analytical method, experimental survey, Chi-square test.

Аннотация. Физика является неотъемлемой частью нашей жизни. Однако при обучении этому предмету студентов мы сталкиваемся с рядом проблем. Одна из таких проблем – формирование у студентов полного понимания абстрактных физических явлений. В современную информационную эпоху были найдены несколько решений этой проблемы. Одним из таких решений является проведение занятий с использованием VR-технологий. В нашей статье мы исследовали внедрение VR-уроков в образовательный процесс и их влияние на успеваемость студентов. В этом контексте мы сравнили традиционные методы обучения с интерактивными уроками, проведёнными с использованием VR-технологий. Затем мы провели статистический анализ полученных результатов.

Ключевые слова: Интерактивность, VR-технологии, традиционный урок, экспериментальный метод, аналитический метод, экспериментальный опрос, критерий Х-квадрат.

Hozirgi vaqtda ta'lim tizimi va unda olib borilayotgan islohotlar tez sur'atlarda rivojlanib, zamonaviy texnologiyalarni o'z ichiga olgan holda yangi bosqichlarga ko'tarilmoqda. Ayniqsa, fizika kabi murakkab va abstrakt tushunchalarga boy fanlarni talabalarga samarali o'rgatish uchun innovatsion yondashuvlar zarur bo'lmoqda. Fizika fani o'zining murakkabligi va amaliy hayotdagi ahamiyati bilan boshqa fanlardan ajralib turadi. Shu bois, ta'lim jarayonining asosiy maqsadlaridan biri – talabalarning fizika faniga bo'lgan qiziqishini oshirish va uning nazariy asoslarini interaktiv va samarali usullar orqali yetkazishdir.

An'anaviy darsliklar, ma'ruza matnlari va laboratoriya mashg'ulotlari orqali nazariy bilimlarni berish samarali hisoblangan bo'lsa-da, ular fizikadagi ba'zi murakkab hodisalar va tushunchalarni to'la yoritib bera olmaydi. Zamonaviy axborot texnologiyalari, xususan, Virtual Haqiqat (VR) texnologiyalari, fizikaning murakkab kontseptsiyalarini talabalarga interaktiv va qiziqarli tarzda o'rgatish imkonini yaratmoqda. VR texnologiyalari yordamida fizikadagi abstrakt tushunchalarni 3D vizualizatsiya qilish nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni ham mustahkamlashga xizmat qiladi. Shuningdek, o'quv jarayonida yondashuvlarning diversifikatsiyasiga e'tibor qaratish muhimdir. Turli metodlarni qo'llash orqali talabalarning o'qishga bo'lgan qiziqishi oshadi va o'zaro faoliyat kuchayadi [1]. O'qituvchilar mustaqil ish, jamoaviy faoliyat va individual yondashuvlar orqali bilimlarning chuqurlashishini ta'minlaydilar. Talabalar esa o'rganganlarini amaliyotda qo'llashga ko'proq e'tibor qaratadilar, bu esa ta'lim sifatini yaxshilashga yordam beradi. Interaktiv metodlar, guruh ishlari va masalalarni yechish orqali talabalar o'z bilimlarini mustahkamlash imkoniga ega bo'ladilar.

Mazkur maqolada fizika darslarini interaktiv tashkil etishda VR-texnologiyalarining roli, undan samarali foydalanish usullari va talabalarning bilim, ko'nikma hamda kompetensiyalarini rivojlantirishdagi ahamiyati batafsil tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida ilg'or tajribalar, amaliy misollar hamda VR texnologiyalarini ta'lim jarayoniga joriy etishda yuzaga keladigan muammolar ko'rib chiqiladi. Ushbu maqolada Oliy ta'limda texnika yo'nalishi talabalari uchun fizika mavzularini o'rganish usullarini interaktiv metodlar va VR texnologiyalardan foydalanilgan holda o'tish orqali talabalarni bilim olish ko'rsatkichlarini oshirish bo'yicha amaliy tadqiqot olib borildi. Ushbu tadqiqotni o'tkazish jarayonida "Eksperimental" hamda "Kuzatuv-tahliliy" metodlardan birgalikda foydalanildi [2]. Ya'ni ma'lum bir sondagi fizika darslari an'anaviy usulda olib boriladigan talabalar guruhi tanlab olindi. Ularga VR texnologiyalaridan foydalangan holda mashg'ulotlar o'tkazila boshladi. Hamda ushbu talabalarni interaktiv usulda o'qitish boshlanganidan avvalgi va keyingi test natijalari hamda ularni fikr mulohazalarini tekshirish orqali ma'lum bir hulosaga kelindi ushbu jarayonda biz eksperimental metoddan foydalanadik.

Bundan tashqari talabalarni ushbu eksperiment davomida ma'lumotlarni qay darajada va qay tartibda o'zlashtirganini kuzatish va ularning faolligi qanday o'zgarganini qayd qilish uchun tadqiqotda "Kuzatuv-tahliliy" metoddan foydlandildi va olingan barcha natijalar statistik tahlil qilindi.

Natija va muhokamalar. M.D.Fozilova tomonidan o'tkazilgan tadqiqotning asosiy maqsadi-fizika darslarini samarali tashkil etishda VR texnologiyalarning ta'sirini o'rganish va ushbu texnologiyalar va usullardan foydalanilgan holda talabalarning bilm darajasini oshirish hisoblanadi. Eksperimentda Farg'ona Davlat texnika Universiteti talabalaridan 4ta guruh tanlab olindi. Bular: 79-25, 80-25, 81-25 hamda 82-25 guruh talabalari jami 95 ta talaba ishtirok etgan bo'lib, ular 2 ta guruhga bo'lindi:

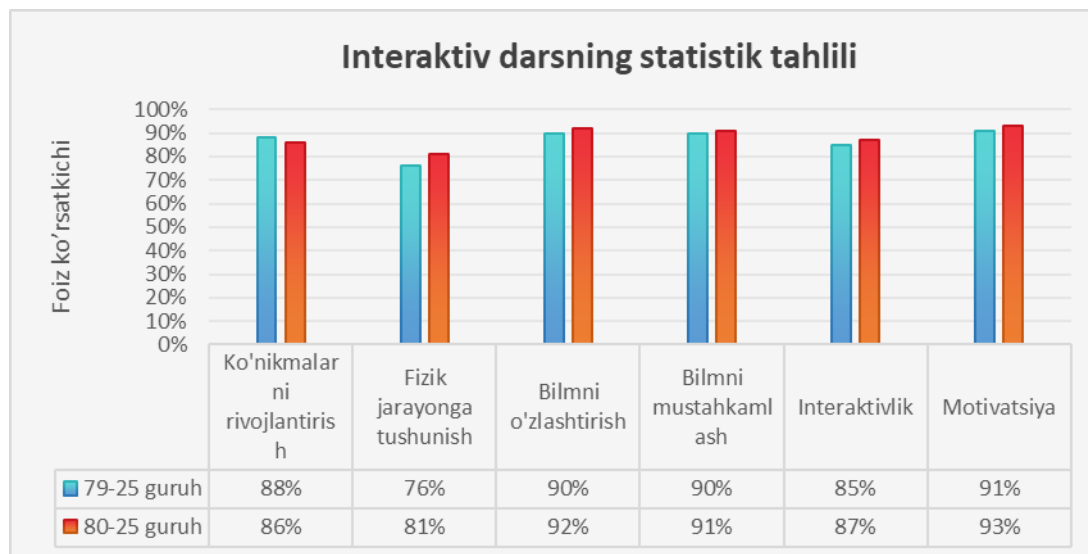
- 1-nazorat guruhi: 81-25 va 82-25 guruh talabalari (jami 47 nafar talaba)
- 2-eksperimental guruh: 79-25 va 80-25 guruh talabalari (jami 48 nafar talaba)

Ushbu tadqiqotda an'anaviy darslar bilan virtual reallik (VR) texnologiyalari asosida tashkil qilingan interaktiv darslar taqqoslandi. Tadqiqot jarayoni va natijalari bosqichma-bosqich ko'rib chiqildi.

Nazorat guruhi talabalariga darslar an'anaviy usulda olib borildi. Bunda qora doska, darsliklar, ma'ruza matnlari va boshqa an'anaviy o'quv materiallaridan foydalanildi. Talabalarga mavzular odatiy tarzda tushuntirildi. Eksperimental guruhda esa mashg'ulotlar VR texnologiyalar yordamida tashkil qilindi. Bu guruhda an'anaviy o'quv materiallari bilan bir qatorda, simulyatsiyalar va interaktiv VR muhitlardan keng foydalanildi. Xususan, murakkab va abstrakt fizika tushunchalari, jumladan, elektr, magnitizm, atom va yadro fizikasi kabi mavzular "Labster" dasturi orqali yaratilgan virtual laboratoriya muhitida ko'rsatilib, talabalarga interaktiv tarzda o'rgatildi.

Mazkur tajriba davomida talabalar VR texnologiyasi yordamida fizik hodisalarni nafaqat ko'rish, balki ularni o'lchash, tajriba o'tkazish va natijalarni hisoblash imkoniyatiga ega bo'ldilar. Shu tariqa, ular o'rganilayotgan mavzularni yanada chuqurroq anglab yetdilar. Har ikkala guruhdagi darslardan so'ng, barcha talabalar bir xil shakldagi nazorat testidan o'tkazildi. Shuningdek, talabalar o'rtasida an'anaviy va VR texnologiyalari asosidagi darslarning farqlari, ularning qiziqish va faolligiga ta'siri haqidagi so'rovnoma ham o'tkazildi.

So'rovnoma va test natijalari shuni ko'rsatdiki, VR texnologiyalar asosida tashkil qilingan darslar talabalar orasida sezilarli darajada qiziqish uyg'otdi va ularning darsdagi faolligini oshirdi. Talabalar ushbu interaktiv muhitda ko'proq vaqt sarflashni istashdi va o'rganish jarayoniga yanada faol, qiziqish bilan yondoshdilar. Bu esa VR texnologiyalarining o'quv jarayonini samaraliroq, ta'sirchanroq qilishda katta rol o'ynashini ko'rsatdi.



2-diagramma. 79-25 va 80-25 eksperimental guruhlardagi dars so'ngida o'tkazilgan test va so'rovnoma natijalari.

Ushbu tadqiqot natijalarini 1- va 2- guruhdagi darslar bilan taqqoslangan holatining foiz ko'rsatkichlari yuqoridagi diagrammalar orqali berilgan.

Bu diagrammalardagi natijalardan hulosa qilishimiz mumkinki an'anaviy darslar va VR orqali o'tkazilgan darslar bir nechta parametrlarga ko'ra bir biri bilan farqlanadi.

- Fizik hodisalarni tushunish bo'yicha an'anaviy darslarda faqat nazariy bilimlar berilgan, VR darslari esa jarayonni his qilgan holda tushunishga imkon yaratgan
- Interaktivlik-an'anaviy darslarda passiv o'rganish mavjud bo'lsa, VR darslari o'quvchilarga o'zaro faoliyatlar va amaliyotlar orqali o'rganish imkonini beradi
- Bilmlarning o'zlashtirilishi-an'anaviy darslarda o'rtacha darajada bilm o'zlashtiriladi, VR darslarida esa talabalar sifatli va tezkor bilm olishlari mumkin bo'ldi

Ushbu pedagogik-tajribadan olingan natijalarning ishonchligini va tanlangan usulning qay darajada samara ko'rsatganligini aniqlash uchun "XI-kvadrat" mezonidan foydalanildi. Talabalar dars mobaynida olgan bilimlari bo'yicha 3 ta kategoriyaga bo'lamiz: yaxshi, o'rta va past. chi-kvadrat testining natijasiga ko'ra 1-va 2-guruh o'rtasidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi statistik jihatdan tahlil qilinadi. Uni ko'rib chiqaylik:

Guruh	yaxshi	o'rta	past	Jami
Nazorat	12	18	6	36
Eksperimental	24	10	5	39
Jami	36	28	11	75

Keltirilgan qiymatlar orqali ko'rsatilgan statistik mezonning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Q_1 - Q_2)^2}{Q_2}$$

Bu holatda: Q_1 -kuzatilgan ya'ni tajriba natijasida olingan qiymat; Q_2 -kutilgan ya'ni bizni tajribadan kutayotgan natijamiz, hisob-kitob qiladigan bo'lsak

$$\chi^2 = 1,63 + 1,56 + 0,10 + 1,53 + 1,30 + 0,09 = 6,21$$

Natijani olamiz. bizni olgan natijamiz statistik jadvaldagi kritik qiymat-5,99 dan katta chiqsa demak bu natija statistik jihatdan ahamiyatli deb hisoblashimiz mumkin bo'ladi. Chi-kvadrat testi yortamida ushbu tajribaning natijalari statistik jihatdan ishonchli ekani isbotlandi ($\chi^2 = 6,21, p > 0,05$). Yuqoridagi natijalardan ko'rinadiki eksperimental guruhning akademik natijalari nazorat guruhining akademik natijalaridan baland ekanligini ko'rishimiz mumkin. Demak VR texnologiyalar va simulyatsilardan samarali foydalanilgan holda dars mashg'ulotlarini olib borish, talabalar bilimni oshirishga yordam beradi.

Endi esa masalaning boshqa tomoniga ham e'tiborimizni qarataylik. VR texnologiyalar asosida dars o'tish darsning sifatini oshirishini ko'rib o'tdik, ammo VR muhitida interaktiv darslarni tashkil qilishda biz bir qancha muammo va kamchiliklarga duch kelamiz. Eng avvalo texnik jixozlarni yetishmasligi va internet infratuzilmasining zaifligi ham ko'p hollarda to'siq bo'lyapti. Bundan tashqari VR uskunalarning yuqori narxi va dasturiy ta'minot harajatlari ham moliyaviy yuk bo'lib qolmoqda. O'qituvchilarning bu texnologiyalar bilan ishlash malakasi yetarli bo'lmasligi darsning sifatiga salbiy ta'sir qiladi. Fizika faniga mos, o'zbek tilidagi VR kontentlarning kamligi ham samaradorlikni pasaytiradi. Sog'liq bilan bog'liq muammolar ko'z charchashi, bosh aylanishi kuzatilishi mumkin. Manashu keltirgan misollarimiz sdababidan ham VR texnologiyalardan foydalanishda muvozanatli va extiyotkor yondashuv zarur.

Xulosa qiladigan bo'lsak, VR texnologiyalari zamonaviy fizika ta'limida yangi yondashuv sifatida katta ahamiyat kasb etadi. U talabalarni mavzuni chuqurroq tushunishga va dars jarayonida faol ishtirok etishga undaydi. Umumiy fizika kursining har bir bo'limida asosiy qonun-qoidalarni yetarlicha egallash uchun o'qituvchi dars materiallarini nafaqat og'zaki tushuntirib berishi, balki mavzuga oid amaliy tajribalarni namoyish qilishi kerak. Bu orqali o'rganilayotgan hodisalar talabaning ko'z oldida jonlanadi va ularning fikrlash qobiliyati rivojlanadi. [3] Agar talabalar bunday ko'nikmalarni VR texnologiyalari va simulyatsiyalar yordamida egallasa, bu virtual darslar ularning

ilmiy bilimlarini va tushunchalarini samarali ravishda boyitadi hamda mavzuni yaxshiroq anglashlariga imkon yaratadi. Shuningdek, VR texnologiyalarini ta'lim jarayoniga muvaffaqiyatli kiritish bir qator omillarga bog'liq: o'qituvchilarning malakasini oshirish, mavjud dasturiy ta'minotni muntazam yangilab borish, va ushbu texnologiyalardan foydalanish uchun metodik qo'llanmalar hamda darsliklarni ishlab chiqish kabi. Interaktiv o'quv muhitini yaratish nafaqat talabalar bilim darajasini oshiradi, balki ularning tanqidiy fikrlash, ijodiy yondashuv va muammolarni hal qilish ko'nikmalarini ham rivojlantirishga yordam beradi. Kelajakda VR texnologiyalarini keng ko'lamda qo'llash ta'lim sifatini sezilarli darajada oshirishga, xususan STEM yo'nalishlarida yangi imkoniyatlar yaratishga xizmat qiladi. Fizika darslarining interaktiv va vizual ko'rinishga ega bo'lishi esa talabalarda ushbu fan bo'yicha ijobiy motivatsiyani shakllantiradi.

Adabiyotlar

- [1] B.Z.Polvonov Inter Education& Global Study 2025-yil 2-son "Atomning nurlanish spektrini o'rganish" Laboratoriya mashg'ulotlarini it texnologiyalar asosida namoyish etish
- [2] B.Z.Polvonov "Tibbiyot oliygohlarida "Nurlanishlarni moddalar bilan o'zaro ta'siri" fanini o'qitishning ilg'or metodlari" Maktabgacha va maktab ta'limi; 2025-yil 2-son
- [3] Mirzaxmedov B., G'ofurov N., Ibragimov B., Sagatova G. Fizika o'qitish metodikasi. T.: «O'qituvchi», 2007. - 38 bet
- [4] Юсупова, Д. А., & Фозилова, М. Д. К. (2021). Основные характеристики и особенности полупроводниковых пленочных тензорезистивных преобразователей. *scientific progress*, 2(1), 441-447.
- [5] B.Z.Polvonov, N.K. Yuldashev, M.H.Nasirov, F.K. Mirzarakhimova. "Diagnostics of semiconductor materials such as Cadmium chalcogenides by the method of low-temperature polariton luminescence"//Journal of International Scientific Review, Boston, USA 11(53).(2018):24.
- [6] B.Z.Polvonov, M.Kh.Nasirov, O.Z.Polvonov, B.K.Tuychibaev "Osobennosti povisheniya moshnosti fotovoltaicheskikh plenochnix struktur chalkogenidov cadmiya"// Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences 1(11).(2021):1046.

UDK: 37(075.32)

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ПЕДАГОГИКИ КАК НАУКИ

Д.Ё. Эргашева

Азиатский международный университет

dilrabothonergasheva84@gmail.com

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация. В статье рассматривается процесс становления педагогики как самостоятельной науки, начиная с философских идей античности и до формирования современной научной системы воспитания и образования. Особое внимание уделено этапам развития педагогических теорий и методологии, влиянию общественных преобразований на образовательные процессы, а также вкладу выдающихся женщин-педагогов. Подчеркивается роль женщин в развитии педагогической мысли, их научных исследований, практической деятельности и просветительской миссии, способствовавших укреплению гуманистических основ образования. Анализируется значение педагогического наследия таких деятелей, как Мария Монтессори, Софья Ковалевская и других, внесших существенный вклад в обновление подходов к воспитанию и обучению.

Ключевые слова: педагогика, женщины-учёные, образование, дидактика, история педагогики, методология обучения.

Annotatsiya. Ushbu maqolada pedagogikaning mustaqil fan sifatidagi taraqqiyoti antik davr falsafiy g'oyalaridan boshlanib, ta'lim va ta'limning zamonaviy ilmiy tizimining shakllanishigacha davom etadi. Pedagogik nazariya va metodikaning rivojlanish bosqichlari, ijtimoiy o'zgarishlarning ta'lim-tarbiya jarayonlariga ta'siri, atoqli pedagog ayollarning hissalariga alohida e'tibor qaratilgan. Pedagogik tafakkur rivojida xotin-qizlarning o'rni, ularning ilmiy izlanishlari, amaliy faoliyati, ta'lim-tarbiyaning gumanistik asoslarini mustahkamlashga xizmat qilgan tarbiyaviy missiyasi alohida ta'kidlanadi. Mariya Montessori, Sofiya Kovalevskaya va boshqalar tarbiya va ta'limga yondashuvlarni yangilashga katta hissa qo'shgan arboblarning pedagogik merosining ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: pedagogika, olimlar ayollar, ta'lim, didaktika, pedagogika tarixi, o'qitish metodikasi.

Abstract. This article examines the development of pedagogy as an independent science, beginning with the philosophical ideas of antiquity and continuing to the formation of the modern scientific system of upbringing and education. Particular attention is paid to the stages of development of pedagogical theories

and methodology, the influence of social transformations on educational processes, and the contributions of outstanding women educators. The role of women in the development of pedagogical thought, their research, practical activities, and educational mission, which contributed to strengthening the humanistic foundations of education, is emphasized. The significance of the pedagogical legacy of figures such as Maria Montessori, Sophia Kovalevskaya, and others, who made significant contributions to the renewal of approaches to upbringing and education, is analyzed.

Keywords: pedagogy, women scientists, education, didactics, history of pedagogy, teaching methodology.

Существование человеческого общества и его поступательное развитие становится возможным благодаря тому, что каждое новое поколение усваивает накопленный социальный опыт своих предшественников, приумножает его и передает потомкам в более развитой форме. Со временем накопление знаний и практики воспитания привело к формированию особой науки — педагогики.

Педагогика представляет собой науку о воспитании, обучении и образовании человека, охватывающую все этапы его личностного становления и профессионального роста.

Само слово «педагогика» имеет греческое происхождение: «пайдос» означает «ребенок», а «аго» — «вести». В буквальном переводе термин трактуется как «ведение ребенка». В древнегреческом обществе педагогом называли раба, сопровождавшего детей хозяина в школу, помогающего им во время занятий и в быту. Однако с развитием цивилизации роль педагога приобрела иное значение: это стало не просто сопровождение ребенка, а искусство его обучения, воспитания и гармоничного развития — как духовного, так и физического.

Элементы педагогической мысли возникли вместе с первыми формами воспитания еще на ранних стадиях развития общества. Тогда зародились своеобразные «педагогические заповеди», которые передавались из поколения в поколение в форме пословиц, поговорок и крылатых выражений. С появлением письменности народная мудрость получила форму конкретных правил и советов, что привело к возникновению народной педагогики. До наших дней дошли такие выражения, как: «Век живи — век учись», «Повторение — мать учения», «Корень учения горек, да плод сладок».

Поначалу педагогические знания были частью философии. Идеи воспитания и формирования личности человека находят отражение в трудах выдающихся мыслителей Древней Греции — Пифагора, Сократа, Платона и Аристотеля.

Выделение педагогики в самостоятельную науку произошло в XVII веке и связано с деятельностью чешского педагога Яна Амоса Коменского (1592–1670). Именно он впервые четко определил предмет и задачи педагогики, разработал основные ее категории. Огромное значение имеет его идея всеобщего образования, согласно которой учиться должны все дети независимо от пола, социального положения или религии. Коменский также заложил основы классно-урочной системы, которая используется и в современном образовании.

Его труды до сих пор сохраняют актуальность, а предложенные методы и принципы обучения стали фундаментом педагогической науки.

Для того чтобы глубже понять сущность педагогики, необходимо определить ее объект и предмет.

Объект педагогики — это та область действительности, на которую направлено исследование. Объектом выступают явления, связанные с развитием человека в процессе воспитания и целенаправленного воздействия общества. Главным таким явлением является образование — сознательный процесс обучения и воспитания в интересах личности, общества и государства.

Предмет педагогики — это взгляд на объект через призму самой науки. Иначе говоря, предметом педагогики является педагогический процесс, который специально организуется и направляется для достижения определённых воспитательных и образовательных целей.

Педагогика как наука на протяжении веков развивалась благодаря вкладу множества выдающихся учёных, среди которых значительную роль играли женщины. Несмотря на

трудности, связанные с гендерными предубеждениями, они внесли неоценимый вклад в формирование теоретических и практических основ образования.

Историческая ретроспектива

Вплоть до XIX века женщины редко могли заниматься научной деятельностью, однако со временем ситуация изменилась. С развитием системы образования и демократизации общества женщины стали получать доступ к университетам и академическим исследованиям. В педагогике их роль особенно значима, так как образование и воспитание всегда были тесно связаны с женской деятельностью.

Отметим вклад выдающихся женщин в педагогику

Мария Монтессори (1870–1952)

Мария Монтессори — одна из наиболее известных женщин в педагогической науке. Она разработала уникальную систему обучения, основанную на принципах свободы, самостоятельности и индивидуального подхода к ребёнку. Её методика оказала влияние на образовательные программы по всему миру и продолжает использоваться в современных школах.

Софья Русова (1856–1940)

Украинская педагог и общественная деятельница Софья Русова сыграла важную роль в развитии дошкольного и школьного образования. Она отстаивала идеи национального воспитания, гуманизма и демократизации образовательного процесса.

Джон Дьюи и его последователи

Хотя Джон Дьюи считается ключевой фигурой в реформировании образования, его идеи активно развивали и женщины-учёные. Например, Эллен Кей (1849–1926) предложила концепцию "века ребёнка", подчеркивая важность детоцентрического подхода в обучении.

Вспомним Анну Выготскую

Хотя Лев Выготский является более известным, его идеи о культурно-исторической психологии активно развивались и его учениками, в том числе женщинами. Например, Надежда Кравцова и Лидия Божович внесли значительный вклад в развитие концепций возрастной психологии и обучения.

Обратим внимание на современный вклад женщин в педагогическую науку

В XXI веке женщины продолжают играть ведущую роль в развитии педагогики. Они занимаются исследованием инклюзивного образования, цифровых технологий в обучении, когнитивной педагогики и методик преподавания.

Среди современных исследовательниц можно отметить Линду Дарлинг-Хаммонд, работающую в области образовательной политики, и Карол Двек, изучающую мотивацию и развитие интеллекта.

Современная наука не могла бы сформироваться без всестороннего развития системы образования. Культурный и цивилизационный прогресс общества всегда сопровождался реформами в области просвещения. Функционирование школьной системы зависело от политической ситуации, а на характер учебных заведений, объем знаний и уровень подготовки учащихся оказывали влияние три ключевых фактора: уровень развития цивилизации, общество и государственная власть. При изменении политических и социальных структур система образования адаптировалась к новым условиям, играя важную роль в общественной жизни через взаимодействие между учителями и учениками.

Приведём образовательную систему средневековой Европы

Формирование европейской системы образования было тесно связано с распространением христианства. Возникла необходимость подготовки монахов и других людей, способных участвовать в латинских богослужениях и влияющих на политическую сферу. В результате в течение нескольких веков образование находилось под контролем церкви.

Учебные программы средневековых школ, сформулированные в решениях Ахенского синода 789 года, были строгими и догматичными. Они включали в себя дисциплины, основанные на концепции *artes liberales*, унаследованной от Древнего Рима, которая

подразделялась на *trivium* (грамматика, риторика, диалектика) и *quadrivium* (арифметика, геометрия, астрономия, музыка). Обучение велось на латыни, а доминирующим методом оставалась схоластика.

В приходских и соборных школах основное внимание уделялось обучению на среднем уровне. Тем не менее, лишь немногие монастырские школы в своих первых программах выходили за рамки ограниченного понимания риторики и других дисциплин. Лишь в XIV–XV веках учебные программы начали расширяться, включая элементы философии, логики, грамматики, музыки и математики.

Обратим внимание на развитие университетского образования

Для развития педагогики требовалась не только подготовка преподавателей, но и создание ученых, способных обобщать наблюдения и формулировать научные теории. Эту роль взяли на себя университеты, возникшие в XI веке вокруг монастырских центров. Первоначально это были объединения ученых и студентов, которые со временем превратились в главные образовательные и научные центры.

Университеты сочетали дидактические и научные функции, выдавали ученые степени и включали четыре основных факультета: свободных искусств, права (канонического и гражданского), медицины и богословия.

Из-за тесной связи с церковью естественнонаучные дисциплины преподавались в схоластическом ключе, опираясь на признанные богословские авторитеты. Прямые наблюдения за природой оставались в тени, поскольку их интерпретация ограничивалась догматическими канонами. Страх обвинения в ереси сдерживал ученых, и только авторитетные мыслители могли позволить себе самостоятельные комментарии.

Термин «университет» впервые был использован в отношении Парижского университета, основанного около 1200 года. Однако старейший европейский университет – Болонский – появился в 1088 году на базе римских школ права, существовавших еще со времен Великого Теодозия I. Со временем Болонский университет стал образцом для других учебных заведений, особенно в области философии и теологии.

Следуя примеру Парижского университета, в 1167 году был основан Оксфордский университет, а его ответвлением стал Кембриджский университет (1209 г.). В 1222 году по образцу Болонского университета был открыт университет в Падуе, а в 1224 году – в Неаполе.

В XIV веке появились университеты в Праге (1347 г.), Кракове (1364 г.), Вене (1365 г.), Пече (1367 г.), Хайдельберге (1386 г.), Кёльне (1388 г.), Ферраре (1391 г.) и Эрфурте (1392 г.). К концу XV века в Европе насчитывалось около 80 университетов, учрежденных как церковными, так и светскими властями.

В 1579 году польский король Стефан Баторий основал университет в Вильнюсе. В Северо-Западной Европе массовое открытие университетов началось в XVII–XVIII веках: университет в Тарту (1632 г.), Хельсинкский университет (1649 г.). В России высшее образование берет начало с указа Петра I об основании Санкт-Петербургского университета (1724 г.). В 1755 году был основан Московский университет, который впоследствии стал крупнейшим в стране.

В Северной Америке первые университеты возникли в XVII–XVIII веках. Самым старым считается Гарвардский университет (основан в 1636 году), затем появились Йельский университет (1701 г.), Колумбийский университет (1754 г.) и Чикагский университет (1857 г., открыт в 1890 г.).

Отметим роль университетов в современном мире.

Как отмечает Л. А. Вербицкая, «высшим качеством обладает только университетское образование, и именно университеты способны удовлетворить потребности общества в образовании, науке и культуре, какими бы разными они ни были». Университеты играют ключевую роль в развитии общества, формируя его интеллектуальную и культурную элиту. Современные университеты не только обучают, но и определяют направления научного и социального прогресса.

Заключение

В заключение следует отметить, что педагогика прошла долгий и сложный путь развития — от народных заповедей и философских размышлений древних мыслителей до формирования в XVII веке в качестве самостоятельной науки. Она вобрала в себя накопленный человечеством опыт воспитания и обучения, систематизировала его и превратилась в теоретическую основу образовательной практики.

Заслуга Яна Амоса Коменского заключается в том, что он впервые определил предмет и задачи педагогики, разработал универсальные принципы и методы обучения, многие из которых не потеряли своей значимости до настоящего времени. Сегодня педагогика выступает неотъемлемой частью общественного развития, поскольку именно образование обеспечивает подготовку новых поколений, передачу культурных ценностей и формирование личности, способной к активному и созидательному участию в жизни общества. Таким образом, педагогика является не только наукой о воспитании и обучении, но и важным фактором прогресса человеческой цивилизации.

Женщины-учёные внесли огромный вклад в развитие педагогики, отстаивая права детей на качественное образование, разрабатывая новые методики обучения и внедряя инновационные подходы в образовательный процесс. Их работы продолжают вдохновлять современных исследователей, делая образование более доступным, гибким и ориентированным на личность каждого ученика.

Список литературы

- [1]. Глухий, Я. А., Качалов, Я. Н., & Качалова, О. И. (2013). Становление и развитие педагогики как науки. Вестник Томского государственного педагогического университета, (9 (137)), 13-17.
- [2]. Алаева, З. М. (2020). Педагогика как наука и искусство воспитания. Вестник науки и образования, (21-2 (99)), 78-81.
- [3]. Кудакеев, Т. Х., & Ягафаров, Р. Г. (2022). Что такое педагогика. In Молодежь и XXI век-2022 (pp. 273-276).
- [4]. Usmanova, Z. M. (2023). Воздействие художественной литературы на воспитание личности. Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali, 3(3), 84-90.

СПЕКТРЫ DLTS КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО СЕЛЕНОМ

Н.А. Султанов

Ферганский государственный технический университет

n.sultanov@gmail.com

(Получена 15.09.2025 г.)

Abstract: The paper presents the results of DLTS investigations of selenium-doped silicon (Si:Se). Selenium acts as a double donor in silicon, forming deep levels at $E_c-0.51$ eV and $E_c-0.29$ eV corresponding to Se^+ and Se^0 states. At high doping concentrations, selenium atoms can associate into Se_2 or Se_x complexes with ionization energies of 0.19 and 0.10 eV, respectively. DLTS measurements revealed that selenium doping significantly modifies the spectrum of deep levels, while γ -irradiation leads to a decrease in their concentration and formation of radiation defects such as A- and E-centers. The parameters of these centers were determined from Arrhenius plots, and their concentration growth with irradiation dose was analyzed. The results confirm that selenium enhances the formation of A-centers under γ -irradiation.

Keywords: DLTS, selenium-doped silicon, deep levels, radiation defects, A-centers, E-centers, γ -irradiation.

Аннотация: Приведены результаты DLTS-исследования кремния, легированного селеном (Si:Se). Показано, что селен является двойным донором и образует глубокие уровни при $E_c-0,51$ эВ и $E_c-0,29$ эВ, соответствующие состояниям Se^+ и Se^0 . При высокой концентрации возможно образование ассоциаций Se_2 и Se_x с энергиями ионизации 0,19 и 0,10 эВ соответственно. DLTS-измерения показали, что легирование селеном существенно изменяет спектр глубоких уровней, а γ -облучение приводит к уменьшению их концентрации и образованию радиационных дефектов, таких как А- и Е-центры. Параметры центров определены по прямым Аррениуса, установлена зависимость концентрации от дозы облучения. Результаты подтверждают, что присутствие селена способствует образованию А-центров при γ -облучении.

Ключевые слова: DLTS, кремний, легирование селеном, глубокие уровни, радиационные дефекты, А-центры, Е-центры, γ -облучение.

Annotatsiya: Ushbu maqolada selen bilan legirlangan kremniy (Si:Se) namunalarining DLTS usulida o'rganilgan natijalari keltirilgan. Selen kremniyda ikki marta donor xususiyatiga ega bo'lib, $E_c-0,51$ eV va $E_c-0,29$ eV chuqur sathlarni (Se^+ va Se^0 holatlari) hosil qiladi. Yuqori konsentratsiyalarda Se atomlari Se_2 yoki Se_x komplekslarini shakllantiradi, ularning ionlanish energiyasi mos ravishda 0,19 va 0,10 eV ni tashkil etadi. DLTS o'lchovlari shuni ko'rsatdiki, selen bilan legirlanish chuqur sathlar spektrini sezilarli darajada o'zgartiradi, γ -nurlanish esa ularning konsentratsiyasini kamaytirib, A- va E-markaz kabi nurlanish defektlarini hosil qiladi. Arrhenius grafigi asosida defekt parametrlarining qiymatlari aniqlanib, ularning konsentratsiyasi nurlanish dozasiga bog'liqligi tahlil qilindi. Olingan natijalar selenning γ -nurlanish sharoitida A-markazlar hosil bo'lishini kuchaytirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: DLTS, selen bilan legirlangan kremniy, chuqur sathlar, nurlanish defektlari, A-markaz, E-markaz, γ -nurlanish.

Селен в кремнии является двойным донором и образует уровни $E_c-0,51$ и $E_c-0,29$ (Se^+ и Se^0 соответственно) [1-5]. При высокой концентрации возможно образование ассоциации из 2-х(Se_2) или нескольких (Se_x) атомов. Эти ассоциации имеют энергии ионизации 0.19 и 0.1 эВ, соответственно[6].

Целью данной работы было исследование влияния ГУ селена в кремнии на спектры DLTS и ФЛ, а также влияние γ -облучения.

Легирование селеном производилось диффузионным методом при 1100-1200⁰С в течение 5-140 часов. Для изготовления фоторезисторов был использован исходный *p*-Si с удельным сопротивлением $\rho=2\div 200$ Ом.см. После диффузии селена тип проводимости таких образцов изменялся, а ρ при 300 К было в пределах от 10 до 10⁵ Ом.см. в зависимости от режима легирования. Образцы для измерения параметров глубоких уровней с помощью нестационарной емкостной спектроскопии (DLTS) были изготовлены из *n*-Si с относительно небольшой концентрацией электрически активного селена.

Методика и результаты эксперимента

Измерения температурной зависимости ЭДС Холла показали, что концентрация электронов в разных образцах контролируется уровнями $E_c-0,28$ эВ и $E_c-0,52$ эВ [1]

Измерения параметров ГУ производились также с помощью DLTS в режиме постоянной емкости в диапазоне температур 77-300 К (см.табл.1) На рис.1. приведены зависимости DLTS в диодах из *n*-(Si) до после облучения при $T=300$ К γ -квантами изотопа ⁶⁰Co.

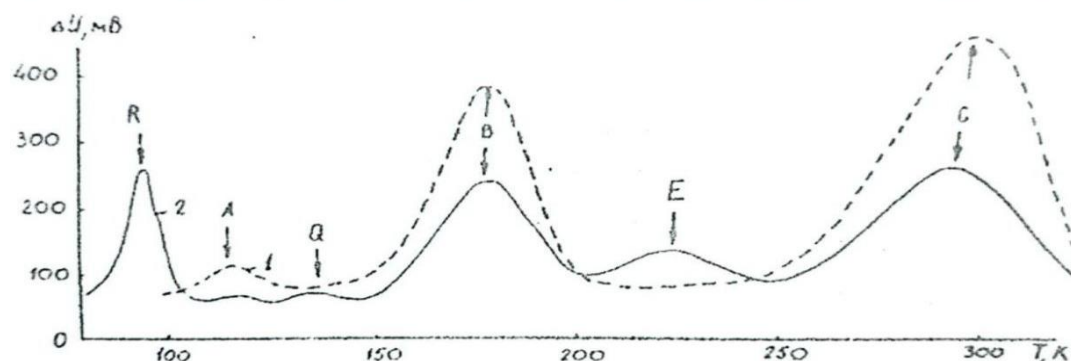


Рис.1 Зависимости DLTS в диодах из *n*-Si(Si) до (кривая 1) и после (кривая 2) облучения при γ -квантами изотопа ⁶⁰Co.

Из рисунка видно, что до облучения селен образует 3 ГУ (рис.1, кривая 1). Параметры их, определенные из прямых Аррениуса $I_g \theta T^2 = f(1/T)$, где θ постоянная времени перезарядки ГУ, приведены в таблице 1. Концентрации уровней B и C, вычисленные с учетом области неполной ионизации ГУ [7] были практически одинаковыми во всех исследованных образцах. Это подтверждает предположение, что указанные ГУ связаны с 2-х зарядным центром. Приведенные в таблице параметры ГУ хорошо согласуются с литературными данными [1-6].

Облучение γ - квантами Si (Se) приводит к некоторому уменьшению концентрации уровней селена (Рис.1.кривая 2). При дозе $5 \cdot 10^{18}$ квант/см² начальная концентрация всех ГУ падает примерно вдвое. При облучении происходит образование известных радиационных дефектов (РД); А-центров (R) и E – центров (их параметры приведены в табл.1) а также уровня Q, параметры которого установить с достаточной для идентификации точностью не удалось. Концентрации других РД еще меньшие, и связанная с ними релаксация не заметна на фоне релаксации заряда на уровнях смена. Концентрация РД линейно растут с дозой облучения в Si (Se) и в контрольных диодах без селена, но скорость образования А – центров в диодах из Si (Se) в 5-6 раз выше, чем в контрольных диодах.

Контрольные диоды были изготовлены из того же исходного кремния и прошли такую же термообработку, как и при легировании селеном. Таким образом, присутствие селена способствует образованию А-центров

уровень	Т.К при $t_1=2\text{мс}$	E, эВ	$\sigma_n(T_m)\text{см}^2$	$N_t\text{см}^{-3}$	$N_i\text{см}^{-3}$
A	115	0.19	$2 \cdot 10^{-15}$	$2 \cdot 10^{13}$	$1.2 \cdot 10^{14}$
B	170	0.29	$1.5 \cdot 10^{-16}$	$3.1 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{15}$
C	280	0.51	$5 \cdot 10^{-16}$	$3 \cdot 10^{15}$	$3.8 \cdot 10^{15}$
R	300	0.17	$3 \cdot 10^{-14}$	$1.5 \cdot 10^{14}$	A- центр
E	300	0.44	$4 \cdot 10^{-15}$	$2 \cdot 10^{12}$	E- центр

Список литературы

- [1]. Султанов Н.А. Фотоэлектрические свойства кремния с примесью селена ФТП.1974.Т.8.Вып.9.с.1977-1980.
- [2]. Grimmeiss H.G. Skarstam B, Excited stats at deep centers in Si: S and Si:Se//Phys.Rev.B: Condens Mater.1981.Vol.23.N4.p.1947-1960.
- [3]. Grimmeiss H.G., Janzen E., Skarstam B. Electronic properties of selenium-doped silicon//J.Appl. Phys.1980.Vol.51.N7.P.3740-3745.
- [4]. High-resolution studies of sulfur-and selenium-related donor centers in silicon/Janzen E., Stedman R., Grassman G., Grimmiss H.G//Phys.Rev.B1984. Vol.29.N4.P.1907-1918.
- [5]. Chemical identification of deep energy levels in Si:Se/Grimmeiss H.G., Janzen E., Skarstom B., Lodding A.//J.Appl.Phys.1980.Vol.51.N12.P6238-6242.
- [6]. Астрова Е.В., Большаков И.Б., Лебедев А.А., Махно О.А. Фотопроводимость кремния, легированного селеном-ФТП, 1985, т.19, в.5,с.919-922.
- [7]. Лебедев А.А., Экке В. Определение концентрации ГУ в объеме полупроводника из измерений нестационарной емкостной спектроскопии при постоянной емкости,-ФТП,1986, т.20, в.10,с.1806-1810.

МЕХАНИК ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ В $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ ПЛЕНКАХ НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ СЛЮДЫ

V.T. Mirzayev

Farg'ona davlat texnika universiteti,
valijon.mirzayev@bk.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация. В данной работе поликристаллические тонкие пленки $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ размерами $5 \times 20 \text{ мм}^2$ были получены методом вакуумного напыления порошков CdSe и CdS для полупроводников на подложку из слюды, нагретую до $\sim 550 \text{ K}$. Для повышения фоточувствительности тонкие пленки подвергали термообработке в присутствии паров CdCl_2 на воздухе при температуре $700 \div 750 \text{ K}$ в течение $3 \div 5$ минут и получали фототоковые характеристики деформации полученных тонких пленок при освещенном и неосвещенном районах ВАХ и ЛАХ.

Ключевые слова: $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ поликристаллические тонкие пленки, деформация растяжением, термическое испарение, фоточувствительность, фототок, температура плавления, потенциальный барьер

Abstract. In this paper, polycrystalline $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ thin films with dimensions of $5 \times 20 \text{ мм}^2$ were obtained by vacuum evaporation of powdered CdSe and CdS brand for semiconductors on a mica substrate heated to $\sim 550 \text{ K}$. To increase the photosensitivity, the thin films were thermally treated in the presence of CdCl_2 vapor in air at a temperature of $700 \div 750 \text{ K}$ for $3 \div 5$ minutes, and the photocurrent deformation characteristics of the obtained thin films were obtained for illuminated and non-illuminated areas VACH and LACH.

Keywords: $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ polycrystalline thin films, stretching deformation, thermal evaporation, photosensitivity, photocurrent, melting temperature, potential barrier

Annotatsiya. Ushbu maqolada o'lchamlari $5 \times 20 \text{ mm}^2$ bo'lgan polikristalli $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ yupqa pardalari $\sim 550 \text{ K}$ gacha qizdirilgan slyuda substratida yarimo'tkazgichlar uchun kukunli CdSe va CdS markasini vakuumda bug'lash orqali olingan. Fotosezgirlikni oshirish uchun yupqa pardalar havoda CdCl_2 bug'i ishtirokida $700 \div 750 \text{ K}$ haroratda $3 \div 5$ daqiqa davomida termik ishlov berilib, olingan yupqa pardalarning fototokning deformatsiya xarakteristikalari VAX va LAX yoritilgan va yoritilmagan sohalar uchun olindi.

Kalit so'zlar: $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ polikristall yupqa pardalar, cho'zilish deformatsiyasi, termal bug'lanish, fotosezgirlik, fototok, toblanish harorati, potensial to'siq

O'lchamlari $5 \times 20 \text{ mm}^2$ bo'lgan polikristalli $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ yupqa pardalari $\sim 550 \text{ K}$ gacha qizdirilgan slyuda substratida yarimo'tkazgichlar uchun kukunli CdSe va CdS markasini vakuumda bug'lash orqali olingan. Fotosezgirlikni oshirish uchun yupqa pardalar havoda CdCl_2 bug'i ishtirokida $700 \div 750 \text{ K}$ haroratda $3 \div 5$ daqiqa davomida termik ishlov berildi. [1-5]. Keyin yupqa pardalar yupqa parda elementlari uchun deformatsiya qiluvchi qurilmaning balkalariga yopishtirilgan (1-rasm). [6].

Fototokning deformatsiyaga sezgirlik koeffitsienti (FDSK) quyidagi formula bilan aniqlandi.

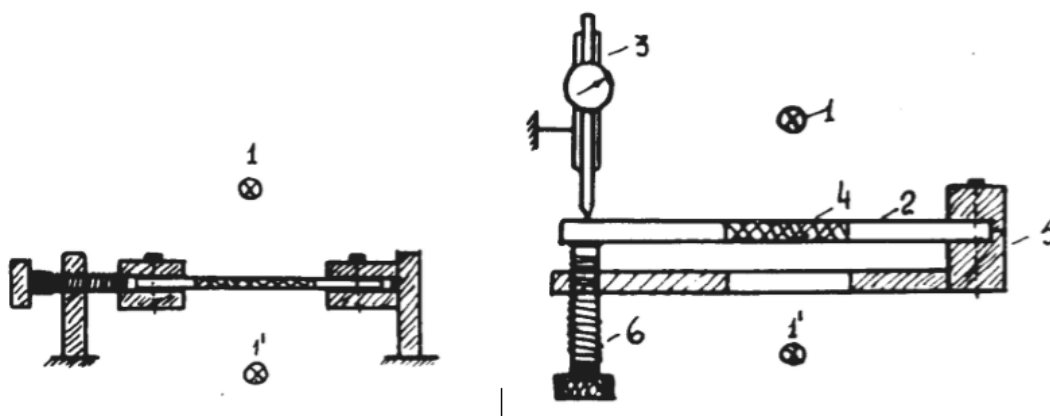
$$K = \frac{\Delta I_\phi}{I_\phi \cdot \varepsilon} \quad (1)$$

Bu yerda ΔI_ϕ - deformatsiyaning mavjudligi va yo'qligida namunada hosil bo'lgan fototokning farqi, ε – nisbiy deformatsiya. Bu formula bo'yicha hisoblab chiqilgan [7]

$$\varepsilon = \frac{3xd}{\ell^3} \cdot \Delta y \quad (2)$$

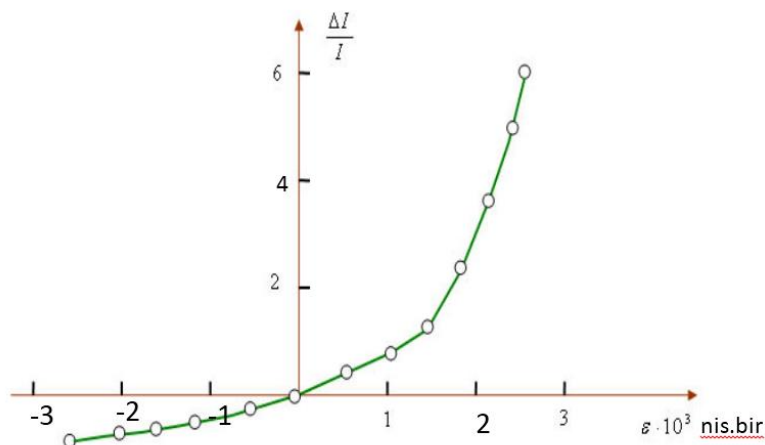
d -plitaning neytral o'qidan yupqa pardagacha bo'lgan masofa; Δy - kuch qo'llash nuqtasida plastinkaning erkin uchining egilishi; x - kuch qo'llash joyidan yupqa parda namunasining o'rtasigacha bo'lgan masofa; ℓ - kuchning tasir nuqtasidan tayanchgacha bo'lgan masofa.

E'tibor bering, mexanik deformatsiyalarning fotosezuvchi namunalar xususiyatlariga sezilarli ta'siri asosan yupqa pardalar uchun topilgan aralashmadan tayyorlangan shtammlar CdSe (20%)+ CdS (80%) va toblanich harorati $T_T \geq 500^\circ \text{ C}$.

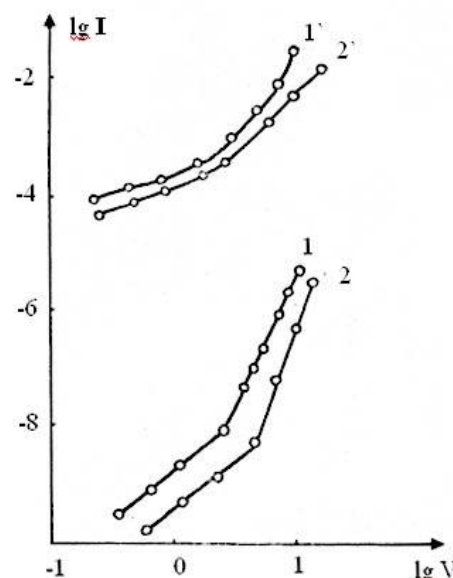


1-rasm. Namunalarning elektromexanik xususiyatlarini o'rganish uchun qurilma. 1,1' - yoritgichlar, 2 – plastinka, 3 – mikrometr, 4- taglik va plyonka, 5 – tayanch, 6 – vint.

Ikki bosqichli issiqlik bilan ishlov berishdan tayyorlangan va galoidlarning gaz muhitida faollashtirilgan $\text{CdSe}_{0,2}\text{S}_{0,8}$ yupqa pardalar $\varepsilon = -3 \cdot 10^{-3}$ $\varepsilon = +3 \cdot 10^{-3}$ oraliq'ida cho'zilish va siqilish deformatsiyasiga uchragan. 2-rasmdagi egri chiziqdan. E'tibor bering, yupqa pardaning tortishish kuchlanishi ostidagi (FDSK) siqish kuchlanishiga qaraganda sezilarli darajada yuqori, bu yupqa parda-substrat tizimida ichki mexanik shtammlarning mavjudligi bilan bog'liq.



2-rasm. $\text{CdSe}_{0,2}\text{S}_{0,8}$ yupqa pardada fototokining deformatsiya xarakteristikasi.



3-rasm. CdSe (20%) + CdS (80%) yupqa pardasining yoritilmagandagi VAX (1, 2) va yuritilgandagi ($1'$, $2'$). Cho'zilish deformatsiyasining qiymati $\varepsilon=0$ (1, $1'$); $3 \cdot 10^{-3}$ nis.bir (2, $2'$).

Bundan tashqari, katta > 0 bo'lgan fototokning deformatsiya xarakteristikasi superchiziqli bog'liqlikka o'tadi. Tabiiyki, bu tortishish deformatsiyasi paytida granulararo (drift) to'siqlar balandligining kuchliroq o'zgarishi bilan bog'liq. Har xil yorug'lik va mexanik deformatsiyalarda VAX va LAXni o'rganish shuni ko'rsatdiki, barcha holatlarda yupqa pardalar cho'zilganida namunadan o'tadigan oqim kamayadi va siqilganda u kuchayadi, bu yupqa parda fototokining deformatsiya egri chizig'ida yaxshi aks etadi. (3-rasm).

Mexanik deformatsiyaning turli qiymatlarida o'rganilayotgan namunalarning lyuks-amper xarakteristikasi 4-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, $\varepsilon=0$ da chiziqli LAX $\varepsilon>0$ da superchiziqligiga, $\varepsilon < 0$ da esa pastki chiziqli bog'liqlikka aylanadi, bu esa fotoo'tkazuvchanlikning to'siq mexanizmi bilan izohlanadi.

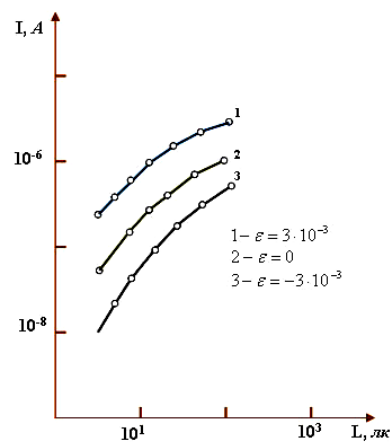
Namunalarning qorong'ulikga va yorug'lik ostida ($1'$, $2'$) cho'zilish deformatsiyasidan oldingi (3-rasmda 1-chi egri chiziq) va keyin (2-chi egri chiziq) tok kuchlanish xarakteristikalari 3-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, tortishish deformatsiyasi paytida qorong'u tok ham, namuna orqali yorug'lik toki ham kamayadi, bundan tashqari, bu erda yorug'lik tokii biroz kamayadi.

Har bir potentsial to'siq bo'ylab kuchlanishning pasayishi $\frac{V}{m}$ (m - tokning o'tish yo'nalishidagi to'siqlar soni) deb faraz qilaylik, u holda namunalarning VAX xarakteristikalari quyidagicha yozilishi mumkin [8]:

$$I = I_0 \exp \left[-e \left(\varphi - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (3)$$

bu yerda $e\varphi$ - potentsial to'siq balandligi. (3) ifodadan namunaning qarshiligini topsak,

$$R = R_0 \exp \left[e \left(\varphi - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (4)$$



4-rasm. Deformatsiya tasiridagi LAX: $\varepsilon = -3 \cdot 10^{-3}$ (1-egri chiziq), 0 (2- egri chiziq), $3 \cdot 10^{-3}$ (3- egri chiziq) nis.bir.

Cho'zilish deformatsiyasi vaqtida potensial to'siq balandligi ortishi xisobiga namunadan o'tayotgan tokning kamayishi kuzatildi. Namunaning deformatsiya vaqtidagi VAX (3) va (4) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$I^{\varepsilon} = I_0 \exp \left[-e \left(\phi^{\varepsilon} - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (5)$$

yoki

$$R^{\varepsilon} = R_0 \exp \left[e \left(\phi^{\varepsilon} - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (6)$$

(3), (4) ifoda va 4-rasmdan, potensial to'siq balandligini aniqlash mumkin. Eksperiment va xisoblashlar shuni ko'rsatdiki, [9] CdSe_{0,2}S_{0,8} foto va tenzoqarshiliklari yupqa pardalarning kristallararo potensial to'siqlari cho'zilish deformatsiyasida quyidagi oraliqda $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-3}$ nis.bir. $0,3 \pm 0,03$ эВ dan $0,35 \pm 0,03$ эВ gacha o'zgaradi.

Shuni ta'kidlash kerakki, namunalar yoritilganda deformatsiya sezuvchanligining pasayishi va harakatchanlikning haroratga zaif bog'liqligi borligi, aftidan, yorug'lik ta'sirida to'siq balandligining pasayishi bilan bog'liq. Ba'zi hollarda yupqa pardalarning kuchlanish sezgirliги yuqori yorug'lik intensivligida ham yo'qoladi.

Adabiyotlar

- [1]. Мирзаев, В. Т., Рузиматова, Б. С., Мадрахимов, М. М., & Ахмаджонов, М. Ф. (2019). Магнитооптические свойства редкоземельных (P3)-ионов в парамагнитных гранатах. In Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации (pp. 34-36).
- [2]. Полвонов, Б. З., Насиров, М., Мирзаев, В., & Расулов, В. Р. (2019). Исследование низкотемпературной фотолюминесценции кристаллов в области экситонного резонанса. In Наука России: цели и задачи (pp. 8-11).
- [3]. Юлдашев, Н. Х., Ахмаджонов, М. Ф., Мирзаев, В. Т., & Нурматов, О. Р. У. (2019). Фотоэлектретные пленки CdTe: Ag и Sb2Se3 при собственном и примесном поглощении света. Евразийский Союз Ученых, (3-4 (60)), 72-78.
- [4]. Полвонов, Б. З., Насиров, М., Мирзаев, В., & Разиков, Ж. (2019). Диагностика полупроводниковых материалов методом поляритонной люминесценции. In General question of world science (pp. 39-42).
- [5]. Полвонов, Б. З., & Насиров, М. (2018). Температурное исследование спектральной зависимости фототока короткого замыкания пленок. Редакционная коллегия, 60.
- [6]. Tolaboyev, D. X. O. G. L., Mirzayev, V. T. L., Axmadjonov, M. F., Abdullayev, S. S. O. G. L., & Raximjonov, J. S. O. G. L. (2022). Yarimo'tkazgichlarda ichki nuqtaviy nuqsonlarining termodinamikasi. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(4), 231-240.
- [7]. Султанов, Н. А., Рахимов, Э. Т., Мирзажонов, З., & Мирзаев, В. Т. (2019). Влияние ориентационной деформации на глубокие уровни примесей и радиационных дефектов в кремнии. Евразийский союз ученых (ЕСУ), 46.
- [8]. Zaylobidinovich, P. B., Mardon, N., Valijon, M., & Jurabek, R. (2018). Spectrum of the short circuit photo current of cdte, cdte: inphotololatic films depending on the temperature. European science review, 1(11-12), 108-110.
- [9]. Расулов, Р., Мирзаев, В., & Тиллабоева, М. (2009). К теории поверхностного фотогальванического эффекта в полубесконечном многодолинном полупроводнике. Естественные и технические науки, (3), 51-52.

SUPERO'TKAZUVCHAN TIZIMLARDA YAGONA MIKROTO'LQIN FOTONLARINI ANIQLASH VA KUCHAYTIRISH MEXANIZMLARINING NAZARIY MODELLASHTIRILISHI

J.A. Axmadaliyev

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada supero'tkazuvchan tizimlarda yagona mikroto'lqin fotonlarini aniqlash va ularning kuchaytirish mexanizmlarini nazariy modellashtirish natijalari bayon etilgan. Mikroto'lqin diapazonida yagona fotonlarni aniqlash murakkab muammo hisoblanadi, chunki bu diapazondagi fotonlar energiyasi juda past bo'lib, ularni bevosita sezish uchun mavjud optik detektorlar yetarli sezuvchanlikka ega emas. Shu sababli, energiyani ko'paytiruvchi kvant mexanizmlarini qo'llash zarur bo'ladi. Tadqiqotda Josephson birikmalarida Cooper juftliklarining noelastik tunnellanishi asosida ishlaydigan foton ko'paytiruvchi (Inelastic Cooper-Pair-Tunneling Photon Multiplier, ICTPM) qurilma

nazariy jihatdan tahlil qilindi. Kvant trajektoriyasi usuli va Mølmer formalizmi asosida yagona kiruvchi fotonning ko'p chiqish fotonlariga aylanish jarayoni raqamli modellashtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ikki bosqichli kuchaytirish sxemasi yordamida aniqlash ehtimoli 84–86 % gacha yetishi, soxta signallar (dark count) chastotasi esa $10^{-3}/T$ dan oshmasligi mumkin. Bu yondashuv supero'tkazuvchan kvant tizimlarda yagona mikroto'lqin fotonlarini ro'yxatga olish uchun samarali usul sifatida tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar. Josephson birikmasi, Cooper juftlik, mikroto'lqin fotoni, kvant kuchaytirish, supero'tkazuvchan rezonator, heterodin o'lchov, foton ko'paytiruvchi qurilma.

Аннотация. В данной статье представлены результаты теоретического моделирования механизмов обнаружения и усиления одиночных микроволновых фотонов в сверхпроводящих системах. Обнаружение отдельных фотонов в микроволновом диапазоне представляет собой сложную задачу, поскольку энергия таких фотонов чрезвычайно мала, и существующие оптические детекторы не обладают достаточной чувствительностью для их прямой регистрации. Поэтому возникает необходимость применения квантовых механизмов, обеспечивающих усиление энергии сигнала. В работе теоретически исследовано устройство фотонного умножителя, основанное на неупругом туннелировании куперовских пар в джозефсоновском переходе (Inelastic Cooper-Pair-Tunneling Photon Multiplier, ICTPM). С использованием метода квантовых траекторий и формализма Мёлмера проведено численное моделирование процесса преобразования одного входного фотона в несколько выходных фотонов. Полученные результаты показывают, что при использовании двухступенчатой схемы усиления вероятность обнаружения достигает 84–86 %, а частота ложных срабатываний (dark count) не превышает $10^{-3}/T$. Предлагаемый подход рекомендуется как эффективный метод регистрации одиночных микроволновых фотонов в сверхпроводящих квантовых системах.

Ключевые слова: джозефсоновский переход, куперовские пары, микроволновый фотон, квантовое усиление, сверхпроводящий резонатор, гетеродинное измерение, фотонный умножитель.

Abstract. This paper presents the results of theoretical modeling of the mechanisms for detecting and amplifying single microwave photons in superconducting systems. Detecting individual photons in the microwave range is a challenging task, since the photon energy in this range is extremely low, and existing optical detectors lack sufficient sensitivity for direct detection. Therefore, it is necessary to employ quantum mechanisms capable of amplifying the photon energy. In this study, a photon-multiplying device operating on the basis of inelastic Cooper-pair tunneling in a Josephson junction (Inelastic Cooper-Pair-Tunneling Photon Multiplier, ICTPM) was theoretically analyzed. Using the quantum trajectory method and the Mølmer formalism, the process of converting a single incoming photon into multiple output photons was numerically modeled. The results show that with a two-stage amplification scheme, the detection probability can reach 84–86%, while the dark count rate does not exceed $10^{-3}/T$. This approach is recommended as an effective method for the registration of single microwave photons in superconducting quantum systems.

Keywords: Josephson junction, Cooper pair, microwave photon, quantum amplification, superconducting resonator, heterodyne measurement, photon multiplier.

Kvant texnologiyalarining tez rivojlanishi natijasida yagona fotonlarni aniqlash, ularning kvant holatini o'lchash va nazorat qilish masalalari zamonaviy fizikaning eng muhim yo'nalishlaridan biriga aylandi. Ayniqsa, kvant aloqa, kvant hisoblash va kvant sezuvchanlik (quantum sensing) tizimlarida yagona fotonlar axborot tashuvchi sifatida ishlatiladi. Optik diapazonda bu masala ancha muvaffaqiyatli hal etilgan: avalanche fotodiodlari yoki supero'tkazuvchan nanoto'rli foton detektorlari yordamida yagona fotonlarni ro'yxatga olish keng qo'llanilmoqda. Biroq supero'tkazuvchan kvant sxemalar, masalan, Josephson kubitlari, mikroto'lqin diapazonida ishlaydi, bu esa yangi muammolarni keltirib chiqaradi. Mikroto'lqin fotonining energiyasi $E = h\nu$ juda kichik ($\approx 10^{-5}$ eV) bo'lgani uchun u issiqlik shovqinidan osonlikcha ajralib chiqmaydi. Shu sababli, yagona fotonni "ko'rish" uchun oddiy termal yoki optik detektorlar mos emas.

So'nggi yillarda ushbu sohada turli yechimlar taklif qilinmoqda: threshold detektorlar, bolometrik sezgichlar, Josephson parametrik kuchaytirgichlari, va inelastik Cooper-juft tunnellanishga asoslangan foton ko'paytiruvchilar. Eng istiqbolli yo'nalishlardan biri — **ICTPM** (Inelastic Cooper Pair Tunneling Photon Multiplier) — bo'lib, u kiruvchi yagona foton energiyasini ko'paytirilgan fotonlar to'plamiga aylantiradi. Shu tariqa, aniqlash uchun qulay signal hosil bo'ladi. Ushbu maqolada aynan shu mexanizmning nazariy modellashtirilgan tahlili keltiriladi.

ICTPM qurilmasi doimiy kuchlanish bilan oziqlanadigan Josephson birikmasi va unga ketma-ket ulangan ikki yoki uchta mikroto'ldin rezonator (LC kontur) dan tashkil topgan. Birinchi rezonator kiruvchi yagona fotonni "ushlab oladi", ikkinchisi esa ko'paytirilgan fotonlarni chiqaradi. Qurilmaning ishlash prinsipi Cooper juftliklarning noelastik tunnellanish hodisasiga asoslanadi: tunnellanish jarayonida Cooper juft energiyasi kiruvchi foton energiyasi bilan qo'shib, ko'p fotonli chiqish holatini yaratadi.

Tizim Hamiltoniani quyidagicha yoziladi:

$$\hat{H}_{int} = E_J \frac{\alpha_0 \beta_0^n}{2n!} (\hat{a} \hat{b}^{\dagger n} + \hat{a}^{\dagger} \hat{b}^n)$$

Bu ifoda yagona fotonning n ta chiqish fotoniga aylanish jarayonini tavsiflaydi. Tizimni to'liq ifodalash uchun Lindblad master-tenglamalari va kvant-traektoriya yondashuvi ishlatildi.

Kvant trajektoriyasi usuli tizimning vaqt bo'yicha o'zgarishini stokastik Shredinger tenglamalari orqali modellashtiradi. Bunda har bir individual tajriba natijasi (traektoriya) alohida ko'rib chiqiladi, so'ngra ularning o'rtacha qiymati statistik tarzda olinadi. Ushbu yondashuv yagona foton kirish holatlari uchun ayniqsa qulay, chunki u vakuum holatlari bilan interferensiyani ham hisobga oladi.

Dastlab yagona bosqichli ($a \rightarrow b$) tizim modellashtirildi. Simulyatsiya natijalariga ko'ra, yagona kiruvchi foton rezonator a tomonidan yutilgach, Josephson o'tish orqali rezonator b ga n ta foton sifatida uzatiladi. Chiqish signallari ko'p modli xarakterga ega bo'lib, fotonlar turli vaqt intervallarida paydo bo'ladi. Bu esa detektor sezuvchanligini pasaytiradi.

Masalan, $n = 9$ holatda chiqishdagi o'rtacha fotonlar soni 8.7 ta bo'ldi, lekin ularning taqsimoti bir necha modlarga yoyildi. Bu holatda heterodin o'lchov yordamida signallarni vakuumdan ajratish qiyinlashadi.

Keyinchalik, tizimga uchinchi rezonator (c) qo'shib, ikki bosqichli kuchaytirish sxemasi sinovdan o'tkazildi. Birinchi bosqichda yagona kiruvchi foton $n_1=3n$ ta fotonga, ikkinchisida esa har biri $n_2=3n$ fotonga aylantirildi. Natijada chiqishda jami $n_1 \times n_2=9$ foton hosil bo'ldi. Bu sxemada chiqish modlarining uyg'unligi oshdi: asosiy modda foton to'planish ehtimoli 70–80 % gacha ko'tarildi. Husimi-Q funksiyasi orqali chiqarilgan signallar vakuum holatlaridan keskin farq qildi, bu esa yagona foton mavjudligini aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Josephson birikmasiga asoslangan foton ko'paytiruvchi tizimlar mikroto'ldin diapazonida yagona fotonlarni aniqlash uchun yuqori samaradorlikka ega.

Asosiy xulosalar:

Noelastik Cooper-juft tunnellanish jarayoni kiruvchi yagona foton energiyasini ko'p fotonli chiqish signaliga aylantira oladi.

Ikki bosqichli ICTPM sxemasi chiqish modlarining uyg'unligini oshirib, aniqlash aniqligini 84–86 % gacha yetkazadi.

Qurilma issiqlik shovqinidan mustaqil ishlaydi va soxta signal chastotasi $10^{-3}/T$ dan oshmaydi.

Supero'tkazuvchan texnologiyalar uchun mavjud parametrlar ushbu tizimni amaliyotda yaratish imkonini beradi.

Shunday qilib, Josephson foton ko'paytirgichlar kvant aloqa, supero'tkazuvchan hisoblash va yuqori aniqlikdagi o'lchash tizimlari uchun istiqbolli texnologiya hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Danner L. va boshq. Amplification and Detection of Single Itinerant Microwave Photons. arXiv:2510.08030v1 (2025).
- [2]. Hofheinz M., Albert R., Bourlet N. Microwave Photon-Number Amplification. Phys. Rev. X 14, 011011 (2024).
- [3]. Kiilerich A. H., Mølmer K. Input-Output Theory with Quantum Pulses. Phys. Rev. Lett. 123, 123604 (2019).
- [4]. Karimi B., Pekola J. P. Quantum Trajectory Analysis of Single Microwave Photon Detection. Phys. Rev. Lett. 124, 170601 (2020).
- [5]. Pankratov A. L. va boshq. Towards a Microwave Single-Photon Counter for Searching Axions. npj Quantum Information 8, 61 (2022).
- [6]. Braggio C. va boshq. Quantum-Enhanced Sensing of Axion Dark Matter with a Transmon-Based Single Microwave Photon Counter. Phys. Rev. X 15, 021031 (2025).

[7]. Billaud E. va boshq. Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy of a Scheelite Crystal Using Microwave Photon Counting. Phys. Rev. Research 7, 013011 (2025).

Ca (H₂ PO₄) BILAN LEGIRLANGAN INGICHKA TOLALI «SURXON-18» PAXTA NAVI TOLALARINING ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARINI TADQIQ QILISH

D.T. Mamadiyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация. В статье исследованы электрофизические свойства волокон тонковолокнистого хлопка сорта «Сурхон-18», легированного Ca(H₂PO₄). В результате электрических испытаний было установлено, что VAX является линейным. Установлено, что температурная зависимость электропроводности тонковолокнистого хлопкового волокна «Сурхан-18» изменяется по экспоненциальному закону.

Ключевые слова: природные полупроводниковые волокна, электрофизические свойства, легирование, вольт-амперные характеристики, энергия активации.

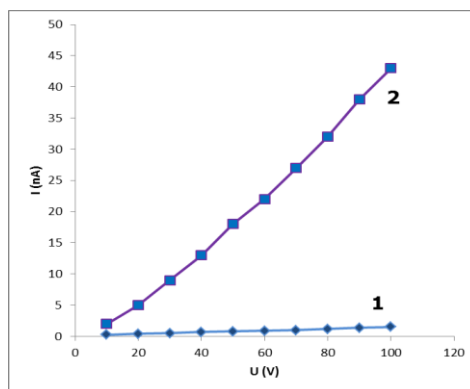
Abstract. The article examines the electrophysical properties of fibers of fine fiber "Surkhon-18" cotton variety doped with Ca(H₂PO₄). As a result of electrical tests, it was found that VAX is linear. The temperature dependence of the electrical conductivity of thin fiber "Surkhan-18" cotton fiber was observed to change according to the exponential law.

Key words: natural semiconductor fibers, electrophysical properties, ligation, volt-ampere characteristics, activation energy.

Annotatsiya. Maqolada Ca(H₂PO₄) bilan legirlangan ingichka tolali «Surxon-18» paxta navi tolalarining elektrofizik xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Elektr o'tkazishlar natijasida VAX chiziqli ekanligi kelib chiqdi. Ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolasining elektro'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liqligi eksponentsial qonun bo'yicha o'zgarishi kuzatildi.

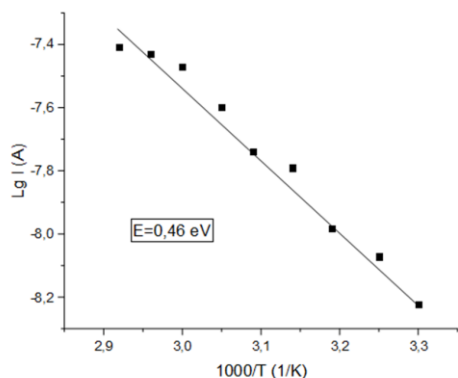
Kalit so'zlar: tabiiy yarimo'tkazgichli tolalar, elektrofizikaviy xususiyatlar, ligerlash, volt-amper xarakteristikalar, aktivatsiya energiyasi.

So'nggi paytlarda elektronika uchun elektrofizik xossalarga ega polimer materiallar ishlab chiqarish bilan bog'liq ilmiy yo'nalish jadal rivojlanmoqda. Organik yarimo'tkazgichlarni o'rganish, organik displeylar, fotoelementlar va boshqa elektr-elementlar yaratilmoqda. Paxta va ipak tolalari dunyoda birinchi marta yarimo'tkazgich xossalarga ega ekanligi aniqlandi. Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki paxta navlariga qarab uning xususiyatlari har xil bo'lar ekan. Tabiiy yarimo'tkazgich tolalarni keng miqyosda va kompleks tadqiq qilish yangi fizikaviy qonuniyatlarini namoyon qilish va ular asosida elektron texnikani butunlay yangi diskret elementlarini yaratish imkoniyatini beradi. Bu yo'nalishda eng muhim vazifalardan biri, quyidagi maqsadli ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish: tabiiy yarimo'tkazgichli tolalarning fundamental parametrlarini aniqlash; elektro'tkazuvchanlikni temperaturga bog'liqlik qonuniyalarini namoyon qilish; legirlangan paxta tolalarini yarimo'tkazgichli xossasining fotoo'tkazuvchanlik kinetikasini aniqlash; elektron texnikani yangi elementlarini yaratish; har xil tabiiy yarimo'tkazgichli tolalarda kechadigan elektron jarayonlarning mexanizmlarini o'rganish dolzarb ilmiy



1-rasm. Ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolalariga Ca(H₂PO₄) ni 5% li suvdagi eritmasi bilan legirlanmagan (a) va legirlangan (b) sinov namunalariining volt-amper xarakteristikalar. T=300 K.

muammolardan hisoblanadi. Elektr o'tkazuvchan polimerlarni ishlab chiqish va tadqiq qilishdagi so'nggi yutuqlar bunday materiallarning sifatini, ularning o'tkazuvchanlik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshiladi. Tabiiy polimer tolalari, xususan, yarimo'tkazgichli xususiyatlarga ega bo'lgan paxta tolalari alohida qiziqish uyg'otadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, paxta tolalarining elektrofizikaviy xususiyatlari naviga bog'liq ekan.[1-6] Shu vaqtgacha ingichka tolali paxta navlarining elektrofizik xossalari tadqiq etilmagan. Shuning uchun tadqiqot obyekti sifatida ingichka tolali "Surxon-18" paxta navi tanlab olindi va uning elektrofizik xususiyatlari aniqlandi.



2-rasm. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ni 5% li distillangan suvdagi eritmasi bilan legirlangan ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolalarining elektro'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liqligi $U=100\text{V}$. Aktivatsiya energiyasi $E_a=0.46\text{eV}$ ga teng.

Ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolasining ni 5% li distillangan suvdagi eritmasidan foydalanib namuna tayyorlandi. Legirlash jarayonida namuna 750°C temperaturada 4-5 soat davomida termostatda quritiladi. So'ng, kontakt qorishmasi tayyorlanadi. Buning uchun maydalangan grafit kukuni suyuq shisha bilan quyuq holatga kelguncha aralashtirildi va namunaning ikki chetiga sim yordamida kontakt hosil qilinib xona xaroratida (290K) quritiladi. Tayyor namunadan volt-amper xarakteristikalari (VAX) o'lchandi. Elektr o'tkazishlar natijasida VAX chiziqli ekanligi kelib chiqdi, jarayon boshqa namuna bilan o'lhaganda ham VAX chiziqli qonuniyat o'zgarmadi. Yarimo'tkazgichli moddalarda elektro'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liqligi eksponensial ravishda o'zgaradi va ingichka tolali "Surxon-18" navli paxta tolasida ham shu xususiyatni nomoyon qilishini ko'rishimiz mumkin.

Tajribada 2 xil turdagi namuna tayyorlandi: Ligirlanmagan namunaga 100V kuchalanish berilganda tok kuchi $I_{\max} = 1.5\text{nA}$ (1) va bilan legirlangan namunada esa tok kuchi $I_{\max} = 43\text{nA}$ (2) ni tashkil qildi(1-rasm). "Surxon-18" paxta tolalariga kirishma kiritib, biz uning elektr-o'tkazuvchanligini boshqarishimiz va o'zimizga kerak bo'ladigan xususiyatni olishimiz mumkin. O'lchashlar natijasida namunalarni volt-amper xarakteristikasi chiziqli ekanligi ma'lum bo'ldi. Bir necha marta qayta o'lhaganda ham, volt-amper xarakteristikasida o'zgarishlar kuzatilmadi.

Ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolasining elektro'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liqligi eksponensial qonun bo'yicha o'zgarishi kuzatildi.(2-rasm) Ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolasining elektro'tkazuvchanligi temperaturaning $30-700^\circ\text{C}$ oralig'ida aktivatsiyanish energiyasi eksponensial qonun bo'yicha o'sishi kuzatildi.

Xulosa. Tajribalar natijasi legirlanmagan va $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ni 2% li distillangan suvdagi eritmasi bilan legirlangan ingichka tolali "Surxon-18" paxta tolalari yarimo'tkazgichli xossaga ega ekanligini namoyon qildi. Kelgusida tajribalar davom ettirilib, o'rganish natijalari bayon qilib boriladi.

Adabiyotlar

- [1] X.U.Usmonov, G.V.Nikonovich. Tsellyulozaning elektron mikroskopiysi. Toshkent, Fan nashriyoti, 1962 yil.
- [2] Mamadalimov A.T., Shermatov M., Xabibullaev P.K. Paxta tolalarining fizik xususiyatlarini o'zgartirish. Yarimo'tkazgichli qurilmalar fizikasining dolzarb muammolari. Toshkent, 1997, Toshkent Davlat universiteti, 22-24-betlar.
- [3] A.T.Mamadalimov, B.L.Oksegendler., Sh.O.Otazhynov, B.E.Turaev, T.A.Usmanov, N.K.Khakimova., Zh.A.Kadirov. Features of the photoconductivity of iodine-doped cotton fibers illuminated in the fundamental absorption range. Technical Physics Letters, 2002, Vol.28, №7, 581-583.
- [4] A.T.Mamadalimov, P.K.Khabibullaev, M.Shermatov. Some problems of modification of cotton fibers physical properties. Uzbek Physical Journal, 1999, Vol.1, №6, 465-479.
- [5] Giorgio Mattana, Piero Cosseddu, Beatrice Fraboni, G.George. Malliaras, P.Juan. Hinestroza, Annalisa Bonfiglio. Organic electronics on natural cotton fibers. Organic electronics. 2011, 12, 2033-2039.
- [6] Н.К.Хакимова. Свойства природных полупроводниковых волокон. Монография.Тошкент "KOLEON PRESS" 2021г. ,112 стр.

ZEEMAN EFFEKTINING ASTROFIZIKADA QO'LLANILISHI

Х.М. Сулаймонов

Farg'ona davlat texnika universiteti,
uzferfizika@mail.ru, тел: 90 303 34 23
 (Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Zeeman effekti, magnit maydonlarning atom va molekulyar tizimlar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan chuqur hodisa bo'lib, astrofizika sohasida ajoyib qo'llanmalarni topdi. Ushbu maqola samoviy jismlardagi magnit maydonlarni o'rganishda Zeeman effektining turli xil qo'llanilishini o'rganadi. Zeeman effekti yulduzlar shakllanishi va evolyutsiyasi sirlarini ochishdan tortib galaktikalar dinamikasini ochishgacha bo'lgan davrda koinotning murakkab magnit tuzilmalarini tushunish uchun kuchli vosita bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Zeeman effekti, astrofizika, magnit maydonlar, spektroskopiya, yulduz magnit maydonlari, quyosh magnit maydonlari, yulduz atmosferalari, magnit maydon o'lchovlari, spektral chiziqli bo'linishi, aylana qutblanish, chiziqli polarizatsiya, Zeeman-Doppler tasviri, magnit maydon topologiyasi, magnit maydon kuchi, magnit maydon kuchi yulduzlar faolligi.

Аннотация: Эффект Зеемана, глубокое явление, основанное на взаимодействии магнитных полей с атомными и молекулярными системами, нашёл впечатляющее применение в астрофизике. В данной статье рассматриваются различные применения эффекта Зеемана при изучении магнитных полей небесных тел. Эффект Зеемана служит мощным инструментом для понимания сложных магнитных структур Вселенной, от разгадки тайн звездообразования и эволюции до изучения динамики галактик.

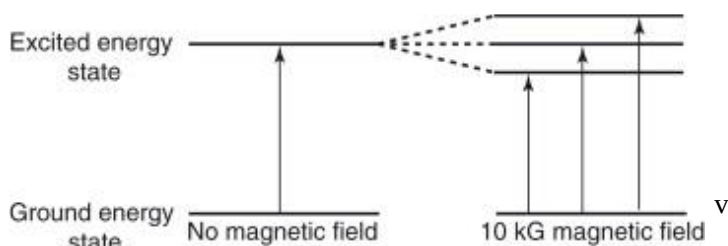
Ключевые слова: эффект Зеемана, астрофизика, магнитные поля, спектроскопия, звездные магнитные поля, солнечные магнитные поля, звездные атмосферы, измерения магнитного поля, расщепление спектральных линий, круговая поляризация, линейная поляризация, зееман-доплеровское картирование, топология магнитного поля, напряженность магнитного поля, звездная активность.

Abstract: The Zeeman effect, a profound phenomenon based on the interaction of magnetic fields with atomic and molecular systems, has found impressive applications in astrophysics. This article examines various applications of the Zeeman effect in studying the magnetic fields of celestial bodies. The Zeeman effect serves as a powerful tool for understanding the complex magnetic structures of the Universe, from unraveling the mysteries of star formation and evolution to studying the dynamics of galaxies.

Key words: Zeeman effect, astrophysics, magnetic fields, spectroscopy, stellar magnetic fields, solar magnetic fields, stellar atmospheres, magnetic field measurements, spectral line splitting, circular polarization, linear polarization, Zeeman-Doppler mapping, magnetic field topology, magnetic field strength, stellar activity.

Kirish: Osmon jismlari va ularning xossalarini o'rganuvchi astrofizika Zeeman effektini qo'llashdan katta foyda keltirdi. 19-asr oxirida Piter Zeeman tomonidan kashf etilgan bu hodisa turli astronomik ob'ektlarda mavjud bo'lgan magnit maydonlarni o'lchash va tahlil qilishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Zeeman effektidan foydalanib, astrofiziklar ushbu kosmik tizimlarning shakllanishi, evolyutsiyasi va dinamikasi haqida muhim tushunchalarga ega bo'lishdi.

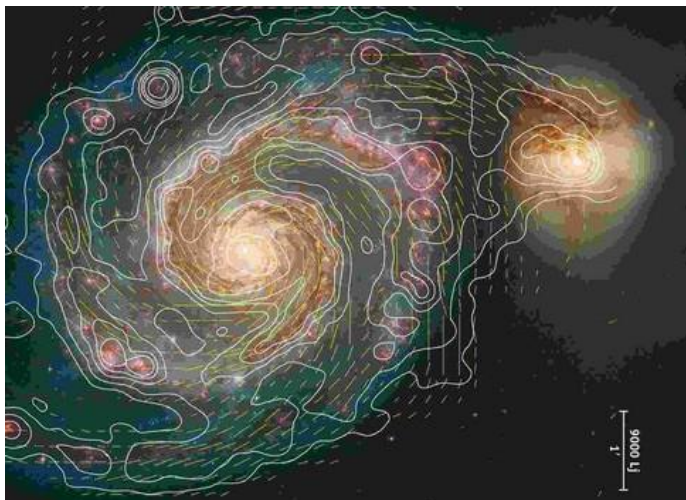
Yulduzlardagi magnit maydonlar: Zeeman effektining astrofizikadagi muhim qo'llanilishidan biri yulduzlardagi magnit maydonlarni o'rganishdir. Magnit maydonlar ta'sirida spektral chiziqlarning bo'linishi va qutblanishini tahlil qilib, olimlar yulduz magnit tuzilmalari haqida muhim



ma'lumotlarni olishlari mumkin. Keng qamrovli kuzatishlar va murakkab asboblarni ishlab chiqish orqali tadqiqotchilar magnit maydon kuchlari, topologiyalari va ularning yulduz faolligiga, yulduz shamollariga va hatto yulduz shakllanishi jarayonlariga ta'sirini aniqladilar.

Galaktik magnit maydonlar: Ayrim yulduzlardan tashqari, Zeeman effekti galaktik miqyosdagi magnit maydonlarni tushunishga ham yordam beradi. Yulduzlararo gaz bulutlari

chiqaradigan spektral chiziqlarni kuzatish orqali astrofiziklar galaktikalar ichida mavjud bo'lgan murakkab magnit maydonlarni xaritalashlari mumkin. Ushbu o'lchovlar magnit maydonlarning galaktika shakllanishidagi rolini, magnit maydonlar va kosmik nurlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni va galaktika evolyutsiyasini boshqaradigan jarayonlarni tushunishga yordam beradi.



Ekstragalaktik magnit maydonlar: Zeeman effekti hatto ekstragalaktik miqyoslarga ham o'z ta'sirini kengaytirdi. Uzoq galaktikalardan yorug'likning qutblanishini o'rganish orqali tadqiqotchilar galaktikalararo muhitda magnit maydonlarining mavjudligi va xususiyatlari haqida tushunchaga ega bo'lishlari mumkin. Bu magnit maydonlarining keng ko'lamlı kosmik tuzilmalarga ta'sirini, galaktika klasterlari dinamikasini va kosmik tarmoqni tushunishga yordam beradi. Asboblار va texnikalar: Astrofizik kuzatishlarda Zeeman effektidan samarali foydalanish

uchun maxsus asboblار va texnikalar ishlab chiqilgan. Yuqori aniqlikdagi spektrograflar, sezgir polarimetrlar va ilg'or tasvirlash tizimlari turli to'liq uzunliklari va qutblanishlarda Zeeman effektini aniq o'lchash imkonini beradi. Ushbu zamonaviy asboblار astrofiziklarga magnit maydonlarni misli ko'rilmagan tafsilotlar va aniqlik bilan xaritalash va tahlil qilish imkonini beradi.

Xulosa: Zeeman effektining astrofizikada qo'llanilishi bizning kosmik magnit maydonlar haqidagi tushunchamizda inqilob qildi. Ayrim yulduzlardan tortib galaktikalargacha va undan tashqarida bu hodisa koinot sirlarini ochishda kuchli vosita bo'lib xizmat qiladi. Asboblار va texnikada davom etayotgan yutuqlar tufayli Zeeman effekti yangi kashfiyotlarga va astrofizik hodisalar haqidagi bilimimizni oshirishga hissa qo'shishda davom etmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. Stenflo, J. O. (2012). Yulduzlar spektroskopiyasida Zeeman effekti. Quyosh fizikasida tirik sharhlar, 9(3). doi: 10.12942/lrsp-2012-3
- [2]. Donati, J.-F. va Landstreet, J. D. (2009). Degeneratsiyalanmagan yulduzlarning magnit maydonlari. Astronomiya va astrofizikaning yillik sharhi, 47(1), 333-370. doi: 10.1146/annurev-astro-082708-101833
- [3]. Landi Degl'Innocenti, E. va Landolfi, M. (2004). Spektral chiziqlardagi qutblanish. Kluwer Akademik nashriyoti. ISBN: 978-1-4020-2164-1
- [4]. Semel, M. (1989). Quyosh va yulduzlar fizikasidagi Zeeman effekti. T. Lanz va V. V. Vayssda (Tahrirlar), Yulduzli magnit maydonlari (111-122-betlar). Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-75275-7_7
- [5]. Valenti, J. A. va Jons-Krull, C. M. (2004). Quyoshdan tashqari sayyoralarining magnit maydonlari. C. G. Tinney (Ed.), Quyoshdan tashqari sayyoralar bo'yicha tadqiqotlardagi ilmiy chegaralar (83-116-betlar). Tinch okeani astronomiya jamiyati. ISBN: 978-1-58381-192-5
- [6]. Wade, G. A. (2010). Quyosh atrofidagi kimyoviy jihatdan o'ziga xos yulduzlarning Zeeman effekti tadqiqotlarini ko'rib chiqish. S. G. Sousa & C. A. R. Valdez (Eds.), Zamonaviy quyosh inshootlari - ilg'or quyosh fanlari (139-147-betlar). AIP nashriyoti. doi: 10.1063/1.3505306.

УДК 621.315.592.

KINETICS OF DEGRADATION LIGHT-EMITTING DIODES BASED ON A^{III}B^V MATERIALS

J.S. Abdullayev

Farg'ona davlat texnika universiteti,
jamoliddin196005@gmail.com, Telefon: +998 (90) 408-76-34
 (Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada suyuqlik fazali epitaksiya natijasida olingan heterostrukturalar asosida yorug'lik chiqaradigan diodlarning (LED) degradatsiya jarayonini o'rganish natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: yorug'lik chiqaruvchi diodlar, suyuqlik fazali epitaksiya, fotoluminesans, tok kuchlanish xarakteristikasi, sig'im-kuchlanish xarakteristikasi, elektroluminesans, chuqur markazlar.

Аннотация: В работе приведены результаты исследования процесса деградации светодиодов (СД) на основе $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}:\text{Te}(x > 0,34) - \text{Al}_{0,34}\text{Ga}_{0,66}\text{As}:\text{Zn}-\text{GaAs}:\text{Zn}$ гетероструктур, полученных методом жидкофазной эпитаксии.

Ключевые слова: светоизлучающие диоды, жидкостнофазная эпитакция, фотолюминесценция, вольт-амперная характеристика, вольт-фарадная характеристика, электролюминесценция, глубокие центры.

Annotation. The paper presents the results of a study of the degradation of LEDs (SD) based on $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}:\text{Te}(x > 0,34) - \text{Al}_{0,34}\text{Ga}_{0,66}\text{As}:\text{Zn}-\text{GaAs}:\text{Zn}$ heterostructures obtained by liquid-phase epitaxy.

Key words. light-emitting diodes, liquid-phase epitaxy, photoluminescence, volt-ampere characteristic, volt-farad characteristic, electroluminescence, deep centers.

Introduction

This study presents the results of a study of the degradation process of industrial LEDs (SD) based on $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}:\text{Te}(x > 0,34) - \text{Al}_{0,34}\text{Ga}_{0,66}\text{As}:\text{Zn}-\text{GaAs}:\text{Zn}$ heterostructures. Epitaxial layers were sequentially built up on p^+ - GaAs substrates. The part of the CD with the mesastructure had a protective coating of Si_3N_4 [1].

These LEDs were obtained by liquid phase epitaxy.

Deep centers (HCs) affect the parameters of semiconductor materials and devices. The presence of deep centers: impurities with deep levels, radiation defects (RD), heat treatment defects (TDP) - in some cases gives semiconductor materials and devices useful or, conversely, undesirable properties [2]. Therefore, the study of the properties of GCs is one of the main areas of modern semiconductor physics.

Thanks to the development of various methods for the study of deep centers, it has become possible to determine the energy spectrum of deep levels in the active DM region in the process of degradation. These methods include the method of thermally stimulated current (TST) and thermally stimulated capacitance (TCE), tunneling spectroscopy (TS), as well as deep level relaxation spectroscopy (RSGU), the so-called DLTS method in foreign literature, etc.

Materials and methods

Degradation of CD batches (from 15-25 devices) occurred when a forward current was passed from 5 to 55 A /cm and an ambient temperature of 70, 85 and 100 ° C for 5000 hours.

During the study of the degradation process, all the main electrical characteristics of the SD were measured. The electroluminescence (EL) spectrum of the studied CDs contained two bands of luminescence: red (K) $h\nu_m = 1.82$ eV with a half-width of 0.06 eV and infrared (IR) $h\nu_m = 1.39-1.4$ eV with a half-width of 0.07 eV. Studies have shown that if the IR band in SD had a maximum of 1.39 eV, then the spectral position of both bands did not change during degradation. If the maximum of the IR band corresponded to 1.4 eV, then in the process of degradation, along with a decrease in the magnitude of both bands, a shift of the IR glow band to the long-wavelength side was observed.

There was a change in intensity and a shift of the IR band to the long-wavelength side, which occurs simultaneously with an increase in excess thermal tunnel current on the reverse branch of the volt-ampere characteristic (VAC). An increase in excess current during operation characterizes an increase in the concentration of defects in the area of the spatial charge (OPC) of the $p - n$ junction, at the same time, a change in the intensity of the IR band indicates an increase in the concentration of defects at the heterogroup GaAs-AlGaAs [3-6].

In the course of the study, it has found that the more the excess current increased, the more the intensity of the IR band decreased, which allows us to consider these processes related. This

leads to the fact that an increase in excess current and a decrease in IR intensity are due to one reason, namely, stress relaxation in the heterosystem, accompanied by the introduction of structural defects at the interface between $\text{Al}_{0,34}\text{Ga}_{0,66}\text{As}$ - GaAs and $\text{Al}_{0,34}\text{Ga}_{0,66}\text{As}$ - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($x=0,34$). It is known that an increase in the density of structural defects in the p-n junction leads to an increase in excess currents at the reverse branch of the VAC [7,11].

To study the changes in the parameters of deep centers (HZ) during the degradation of LEDs, the degradation process was carried out when direct current with a density of $J_g = 16 \text{ A/cm}^2$ was passed through samples at a temperature of 50°C for 3000 hours. At certain stages of degradation, the integrated luminescence efficiency, electroluminescence spectra, volt-ampere and volt-farad characteristics (VFC) have monitored.

In addition, the parameters of the deep centers in the active region of the SD have also measured. The measurements have carried out by relaxation capacitive spectroscopy of deep levels. Known in the literature as the DLTS method. Eight peaks corresponding to traps for main carrier (OH) holes and one peak associated with traps for non-main carrier (NH) electrons in the active p-layer of the CD have detected in the DLTS spectrum. According to the temperature dependences of the position of the maxima of these peaks on the constant recharge time of the deep centers, their energy position and carrier capture cross sections were determined. The H_z concentration has estimated by the magnitude of the DLTS signal[1].

To analyze the kinetics of degradation of the studied DM, the degradation process is conditionally divided into periods (intervals A – B, B – C and C – D) corresponding to the characteristic changes in the parameters of DM during operation.

Results

Analysis of the degradation kinetics of the studied LEDs shows that during the operating period corresponding to the intervals A-B, B-C, C-D on the curves of Figure -1, a, the decrease in the intensity of the red luminescence band is due to various reasons. Indeed, in the period A-B, the

value of W_k practically does not change (Fig- 1, a, curve 2), and in some diodes it even increases. At the same time, an increase in forward and reverse tunneling-thermal and thermorecombination currents is observed at the I-V (Fig-1, b, curves 1-3). At the same time, the current increases in the area where the thermionic component dominated, and the parameter m increases from 1.3 to 1.5, which indicates an increase in the share of the recombination current there and a decrease in the injection coefficient nI (Fig- 1, b, curve 2). This effect causes a decrease in the luminescence efficiency measured at a low current through the diode (Fig1- 2, a, curve 1).

1. During the A – B period, the luminescence efficiency of the main K – band of electroluminescence practically does not change. At the same time, an increase in forward and reverse tunneling – thermal and thermorecombination currents have observed on the VAC. At the same time, the current increases in the area dominated by the thermal emission component, which indicates an increase in the proportion of recombination current and a decrease in the injection coefficient.

In those light-emitting diodes in which

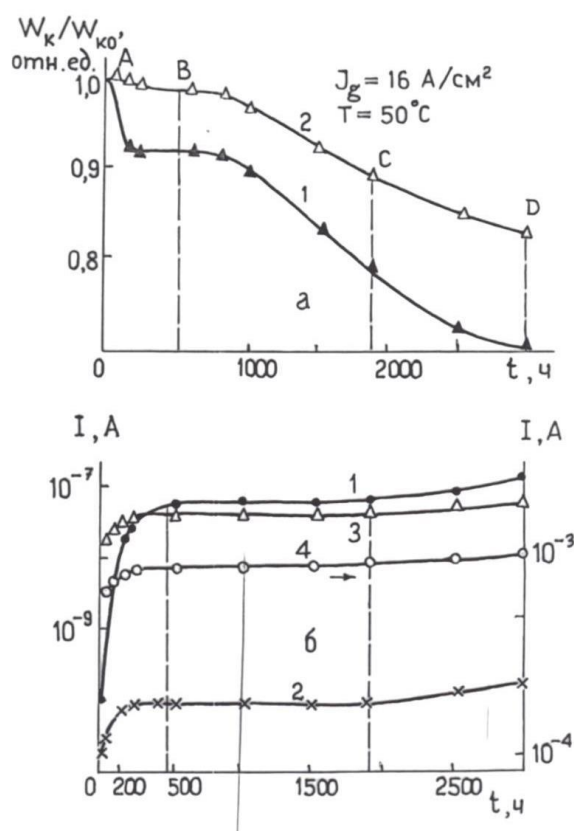


Fig. 1. Kinetics of relative change $W_k/W_{k0'}$ measured at t_q equal to 10 (1) and 60 mA (2). Operating time was carried out at $T = 50^\circ \text{C}$ and $I = 40 \text{ mA}$ (a); kinetics of changes in currents (1), (2), (3) and (4) on the forward and reverse branches of BAX (b).

the recombination current did not increase in the A – B section, the value remained constant and an increase in the concentration of only H₃ and H₄ traps and a decrease in the number of H₁ and E traps were observed in the DLTS spectrum. In those CD in which the recombination current increased significantly and the value decreased in the A – B section, simultaneously with the increase in the number of H₃ and H₄ traps, the concentration of H₇ and H₈ centers in the DLTS spectrum increased.

It has known that the process of recombination – stimulated reproduction of structural defects in the A3B5 material has accompanied by the birth of vacancies. The authors of [3], with the VGA defect, associate a negatively charged hole trap with an energy depth of 0.64 0.01 eV. This value is in satisfactory agreement with the ionization energy of the hole trap H₇ that we have discovered.

2. During the B – C period, degradation is due to a decrease in the volumetric quantum efficiency of the glow at a constant value of currents on the VAC. In the DLTS signal spectrum, at this time, there is a decrease in the number of H₃, H₄ traps and an increase in the concentration of E, H₅ and H₆ centers.

We associate section B – C of the CD degradation process with a decrease in the internal quantum yield of the K – band of luminescence in the active p– region of the diode.

3. Finally, in the C – D section of the operating time, the rate of decrease in the volumetric efficiency of the glow decreases. At the same time, tunnel–thermal and recombination currents begin to grow again on the forward and reverse branches of the VAC, and the concentration of H₃, H₇, H₈ centers increases in the DLTS signal spectrum and the number of electronic traps decreases. During the period of C – D operation, the change in all characteristics is similar to the changes occurring in the CD degradation site A – B.

The described kinetics of reducing the efficiency of CD luminescence during degradation becomes understandable if we assume that during the period of CD degradation it is due to the diffusion of mobile impurities or defects from regions of the heterostructure remote from the p – n junction, and therefore highly alloyed. Easily mobile (donor) defects in are, as is known, internode Zn atoms. The diffusion of the latter through the active region probably leads to an increase in the concentration of complex impurity complexes – H₅ and H₆ recombination centers, possibly formed from H₃ and H₄ traps.

Conclusions

The simultaneous slight increase in the number of electronic traps E close in parameters to the known donor centers b testifies in favor of the assumption made about diffusion from the substrate during the operation of donors. In turn, an increase in the concentration of donors in the p – n junction again leads to the proliferation of structural defects there, accompanied by an increase in tunneling–thermal and recombination currents (section C – D) and at the same time an increase in the concentration of traps H₃, H₇ and H₈.

AlGaAs is not recombination-stimulated. At the same time, the process of relaxation of elastic stresses in AlGaAs - GaAs heterostructures turned out to be recombinationally stimulated.

The degradation model of red AlGaAs LEDs proposed here cannot be considered fully proven. However, the considerations expressed make it possible to uncontradictorily explain the complex nature of changes in the parameters of DM and shed light on the physicochemical nature of the forming centers.

Reference

- [1]. Торчинская Т.В., Шейнкман М.К. Физическая природа деградации 1983. – 38, вып.3. – С.371-380.
- [2]. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. – М.: Мир, 1977. – 564 с.
- [3]. Птащенко А.Л. Деградация светоизлучающих диодов //Ж.прикл. спектроскопии. -1980. – 33, вып. 5. –С. 781-803.
- [4]. Сушков И.П., Шепетилова Л.А. Деградация интенсивности излучения инжекционных источников света // Электрон.техника. Сер.2. Полупроводниковые приборы. – 1971. – Вып. 5 (62). –С.3-7.
- [5]. Longini R.L. Rapid Zink diffusion in gallium arsenide // Sol. Stat. Electr. -1961/- 5, N2. – P.123-130.
- [6]. Hayashi I. // j/ Phys. Sol. Jap. Suppl. A. – 1980. – Vol. 49, N1. – P.57 – 60
- [7]. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. – М.: Мир, 1977. – 564 с.
- [8]. Елисеев П.Г., Пинскер И.З., Федров Ю.Р. О деградации инжекционных лазеров в процессе работы и под действием быстрых частиц // Квантовая электроника. – 1974. – 1, №5. – С.1271-1279.
- [9]. Tell B., van Opdorp C. Capacitance spectroscopy of degraded GaAsP light – emitting diodes. // J.Appl. Phys. – 1978. – v. 49, N5. – P. 2974 – 2947.

- [10]. Abdullaev, J. S., Gusev, M. Yu., Zyuganov, A. N., Torchinskaya, T. V. Parametri glubokix sentrov v svetodiodax AlGaAs, otsenyonnye metodami yomkostnoyiinjeksionnoy spektroskopii. Ukr. fiz. Jurnal, 1989, 34(8), 1220.
- [11]. Torchinskaya T.V., Broilovskiy Ye.Yu., Mirzajonov M.A. idr. Izbitochnie toki I strukturnie defekti v InGaAs: Si svetodiodax. // FTP. – 1984. -T.18, №8. –S. 1397-1402.

UDK: 517.95

UCHINCHI TARTIBLI PSEVDOPARABOLIK MODEL TENGLAMA UCHUN 1-CHEGARAVIY MASALA

G.I. Alimjonova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
e-mail: alimjonovagulnozaxon@gmail.com, +998997990207
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada uchinchi tartibli psevdoparabolik tenglama uchun xarakteristik to'rtburchakda birinchi chegaraviy masala o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Gursa masalasi, Riman usuli, psevdoparabolik tenglama, Grin formulasi, differensial tenglama, model tenglama.

Аннотация. В данной статье исследуется первая краевая задача в характеристическом прямоугольнике для псевдопараболического уравнения третьего порядка.

Ключевые слова: Задача Гурса, метод Римана, псевдопараболическое уравнение, формула Грина, дифференциальное уравнение, модельное уравнение.

Abstract: In this article, the first boundary-value problem in a characteristic rectangle for a third-order pseudoparabolic equation is studied.

Keywords. Goursat problem, Riemann method, pseudoparabolic equation, Green's formula, differential equation, model equation.

1-chegaraviy masala. $\Omega = \{(x, y) : 0 < x < l, 0 < y < h\}$ sohada

$$L(u) \equiv u_{xxy} + cu = f(x, y), \quad c = \text{const} \in \mathbb{R} \quad (1)$$

tenglamaning quyidagi

$$u(x, 0) = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad u(0, y) = \varphi_1(y), \quad u(l, y) = g(y), \quad 0 \leq y \leq h \quad (2)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi $u(x, y)$ regular yechimi topilsin, bu yerda $\psi(x)$, $g(y)$ va $\varphi_1(y)$ berilgan silliq funksiyalar.

(1) tenglamaning (2) shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini topishda quyidagi yordamchi Gursa masalasidan foydalanamiz.

G masala. $\Omega = \{(x, y) : 0 < x < l, 0 < y < h\}$ sohada (1) tenglamaning (2) chegaraviy shartdagi $u(l, y) = g(y)$ shart o'rniga quyidagi

$$u_x(0, y) = \varphi_2(y), \quad 0 \leq y \leq h, \quad (3)$$

shartga almashtirilgandagi regular yechimi topilsin, bu yerda $\varphi_2(y)$ noma'lum funksiya.

Ushbu Gursa masalasini Riman funksiyasi usuli bilan [1] maqolada yechilgan va uning yechimi (10) formula orqali topiladi.

(10) formula bilan aniqlangan $u(x, y)$ funksiyani $u(l, y) = g(y)$ shartga qo'yamiz va quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$u(l, y) = \psi(l) + \varphi_1(y) - \psi(0) {}_0F_2\left(1, \frac{1}{2}; -\frac{c}{4}l^2y\right) + \\ + cy \int_0^l {}_0F_2\left(2, \frac{3}{2}; -\frac{c}{4}y(\xi - l)^2\right)(\xi - l)\psi(\xi)d\xi + cl \int_0^y {}_0F_2\left(1, \frac{3}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y)\right)\varphi_2'(\eta)d\eta -$$

$$-\frac{c}{2}l^2 \int_0^y F_2(2, \frac{3}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y))\varphi_1(\eta)d\eta - \int_0^l \int_0^y v(l, y; \xi, \eta) f(\xi, \eta)d\eta d\xi \quad (4)$$

(4) tenglikni quyidagi ko‘rinishda yozib olamiz:

$$cl \int_0^y F_2(1, \frac{3}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y))\varphi_2'(\eta)d\eta = G(y) \quad (5)$$

Bu yerda

$$\begin{aligned} G(y) = & g(y) - \psi(l) - \varphi_1(y) - \psi(0) {}_0F_2(1, \frac{1}{2}; -\frac{c}{4}l^2y) - \\ & - cy \int_0^l [{}_0F_2(2, \frac{3}{2}; -\frac{c}{4}y(\xi - l)^2)(\xi - l)]\psi(\xi)d\xi + \\ & + \frac{c}{2}l^2 \int_0^y F_2(2, \frac{3}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y))\varphi_1(\eta)d\eta + \int_0^l \int_0^y v(l, y; \xi, \eta) f(\xi, \eta)d\eta d\xi. \end{aligned}$$

(5) ni bir marta η bo‘yicha bo‘laklab integrallab $\varphi_2(y)$ ga nisbatan ushbu

$$\varphi_2(y) = \frac{G(y)}{cl} + \int_0^y \frac{c}{6}l^2 {}_0F_2(2, \frac{5}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y))\varphi_2(\eta)d\eta$$

integral tenglamani hosil qilamiz.

Hosil bo‘lgan bu tenglik Volterra 2-tur integral tenglamasidir. Uning yadrosi $\frac{c}{6}l^2 {}_0F_2(2, \frac{5}{2}; \frac{c}{4}l^2(\eta - y))$ ko‘rinishga ega va o‘ng tomoni uzluksiz. Volterra 2-tur integral tenglamasining umumiy nazariyasiga asosan bu tenglama yagona yechimga ega. U holda unga teng kuchli bo‘lgan birinchi chegaraviy masala ham yagona yechimga ega bo‘ladi.

Adabiyotlar

- [1]. Г.И.Алимжонова. Учинчи тартибли псевдопараболик модел тенглама учун Гурса масаласини Риман усули билан ечиш //Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024,Т.28. спец.выпуск №16)
- [2]. Каримов, Ш. Т., & Хожиакбарова, Г. (2017). Аналог задачи гурса для одного неклассического уравнения третьего порядка с сингулярным коэффициентом. *Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti*, 121.
- [3]. Водахова В. А. Краевая задача с нелокальными условиями А.М. Нахушева для одного псевдопараболического уравнения влагопереноса // Дифференциальные уравнения. 1982, Т.18, №2.

УДК: 621.01

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

А.Д. Джураев¹, Б.Н. Давидбаев², С.М. Зулпиев³

¹Ташкентский институте текстильной и легкой промышленности,

anvardjurayev1948@mail.ru

²Ферганский государственный технический университет,

davidboev@inbox.ru

³Баткенский государственный университет

(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация. В работе приведены эффективной конструкции ременной передачи и принцип работы ременной передачи, который обеспечивает более плавных изменений

угловых скоростей зубчатых шкивов ременной передачи, за счет увеличения количества зацеплений зубьев шкивов и ременной передачи.

Ключевые слова: конструкции, ведущий, ведомый, смещения, равномерность, движения, мощность, передача, шкив, составной, нагрузка, спаренных, скорость, крутящий момент, машина, зацепления, зубья, шаг, передаточные отношение, равномерность, увеличения.

Abstract. The paper presents an effective design of a belt drive and the principle of operation of a belt drive, which provides smoother changes in the angular velocities of the toothed pulleys of a belt drive, due to an increase in the number of engagements of the teeth of the pulleys and the belt drive.

Key words: design, driver, driven, displacement, uniformity, movement, power, transmission, pulley, compound, load, paired, speed, torque, machine, engagement, teeth, step, gear ratio, uniformity, increase.

Известная конструкция ременной [1] состоит из ведущего и ведомого шкивов, ремня. Недостатком данной конструкции является низкий коэффициент полезного действия, переменность передаточного отношения из-за скольжения ремня, и неоднородности деформации ремня.

В другой известной конструкции ременной [2] содержится ведущий и ведомый шкивы и ремень, которые выполнены зубчатыми. Конструкция фактически ликвидирует скольжение ремня. Но, из-за прерывистого зацепления зубьев шкивов с зубьями ремня происходят изменения угловых скоростей шкивов, что и неравномерности вращения шкивов. Это отрицательно может влиять на технологический процесс в машине.

В конструкции ременной передачи [3] содержащиеся ведущий и ведомый зубчатые шкивы, охватывающий их зубчатый ремень и натяжной ролик в виде шкива, при этом ремень имеет зубья и по наружной поверхности, которые зацепляются с зубчатым натяжным роликом, причем натяжной ролик кинематический связан в ведущим шкивом посредством дополнительной зубчатой ременной передачи.

Конструкция хотя обеспечивает необходимое среднее значение передаточного отношения, но и в этой передаче угловые скорости шкивов также будут изменяться циклически за один их оборот равном количеству зубьев в шкивах.

Задачей исследования является обеспечение более плавных изменений угловых скоростей зубчатых шкивов ременной передачи, за счет увеличения количества зацеплений зубьев шкивов и ременной передачи.

Сущность конструкции ременной передачи заключается в том, что передача содержит по две спаренные ведущие и ведомые зубчатые шкивы с различными диаметрами и охватывающие их два ремня с зубьями. При этом передаточные отношения каждой пары передачи равны между собой. Шаг между зубьями шкива с большим диаметром и соответствующего ремня выбран большим, а шаг между зубьями шкива с меньшим диаметром выбран таким образом, что зуб этого шкива находится по середине между зубьями шкива с большим диаметром. Зубья ремней выбраны соответственно конструкциям шкивов. Передаточные отношения передач со спаренными шкивами выбраны равным 1,0 (могут быть выбраны в пределах $1,0 \div 3,0$). Конструкция позволяет равномерность передаточного оснащения и постоянство угловой скорости ведомых шкивов. При этом угловая скорость ведомого шкива выравнивается в два раза за счет увеличения пар зацепления зубьев ремня со шкивами за счет увеличения пар зацепления зубьев ремня со шкивами и за счет сдвига шага на половину шага зубьев ремня передачи.

Ременная передача (Рис.1) содержит ведущий 1 и ведомый 2 спаренные посредством втулок 15 шкивы, установленные на ведущем 7 и ведомом 8 валах. Ведущий шкив 1 состоит из двух с большим диаметром 3 и с меньшим диаметром 5 спаренных шкивов с канавками 13,14. Соответственно ведомый шкив 2 состоит из двух спаренных 4 и 6 шкивов с канавками

13,14. Канавки шкивов 3 и 4 установлены с шагом t , а канавки шкивов 5 и 6 смещены на половину шага $t/2$.

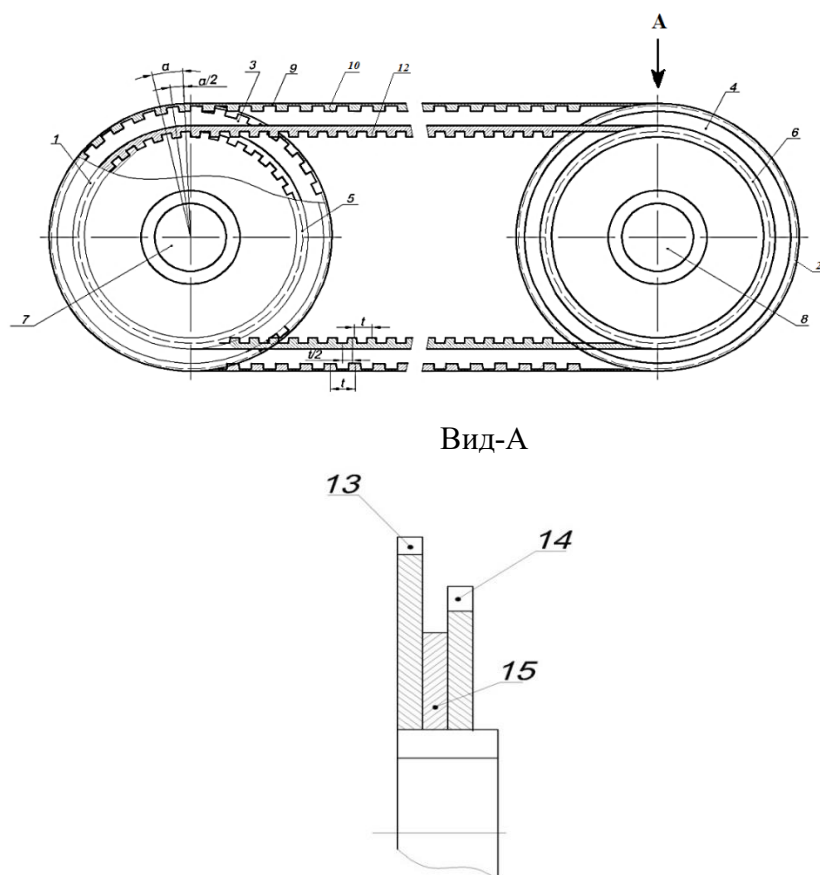


Рис.1. Общая схема ременной передачи.

Ременная передача работает следующим образом. При вращении шкива 1 через зубчатые ремни 9 и 11 шкива 1 через зубчатые ремни 9 и 11 спаренные шкивы 3 и 5 движение передается к ведомому шкиву 2 через спаренные шкивы 4 и 6. При этом вращательное движение передается двумя параллельно работающими ременными передачами с одинаковыми передаточными отношениями. Фактически передаваемые мощности, моменты распределяются по двум этим передачам. Нагрузка распределяется на две части при передаче движения ременной передачей с большими шкивами в канавки 13 шкивов 3 и 4 входят зубья 10 ремня 9. При этом пиковые значения угловой скорости шкива приходится в зонах зацепления зубьев 9 ремня 10 с канавками 13 шкивов 3 и 4, шаг между пиковыми значениями изменения угловой скорости соответствует шагу t зубьев 10 ремня 9. Подобным образом происходит передача движения от вала 7 к валу 8 и ременной передачей с меньших диаметров шкивов 5 и 6. При этом максимальные значения угловой скорости ведомого шкива 2 приходится относительно первой передачи со сдвигом на $t/2$. То-есть происходит сложение движений ременными передачами. Это позволяет сглаживание изменения угловой скорости шкива 2. Конструкция также позволяет увеличение ресурса работы элементов передач за счет распределения нагрузок по передачам, а также увеличивается надежность работы передачи.

Выводы: Разработка эффективной конструктивной схема ременной передачи с зубчатым ременным и шкивами. В конструкции зачёт смещения зубьев спаренных шкивов в передаче обеспечивается увеличение равномерных угловых скоростей ведомого шкива, позволяет постоянство тяговой способности ремня в передаче. Передачу рекомендуется

использовать в приводах технологических машин при переменных технологических нагрузках.

Список литературы

- [1]. Ачеркана С.М. Детали машин сб. материалов по расчету и конструкции. Кн.1 под ред., 1953, с.548-562.
- [2]. Воробьев И.И. Ременные передачи, «Машиностроение» М., 1979, с. 129-142.
- [3]. К. Жуманиязов и др. Ременная передаче, Патент FAP00557, Бюлл. №6, 2010.

**FLYUS OSTI AVTOMAT YOYLI QUYIB PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASINI
QUVIRLAR ISHLAB CHIQRISHDA VA TA'MIRLASHDA QO'LLASH
TEXNOLOGIYASI**

R.M. Tadjikuziyev, S.R. Mamatqulova

Farg'ona davlat texnika universiteti, Farg'ona,

E-mail: rahmatjontadjikuziev@gmail.com

E-mail: saida.mamatqulova.1989@gmail.com

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur maqolaning mohiyati, mamlakatimizda barcha sanoat tarmoqlari ishlab-chiqarish korxonalarida qurilish konstruksiyalari, neft va neft maxsulotlarini joylarga yetqazib berish konstruksiyalarida, Respublika hududlarida ichimlik suvi va suv-oqava komplekslari yer ustki va ostki magistral quvirlarni tortishda, chet-el kompaniyalaridan keltirilib foydalanilayotgan jixozlar, ular qismlari va mexanizmlarida barcha xildagi quvir, truba va potrubkalarini ishlab chiqarish, ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatishda muammolar kelib chiqmoqda. Ushbu maqolada mashinasozlik sanoatida xam naqadar bunday muammo muhim ahamiyatga ega ekanligi va Flyus osti avtomat yoyli quyib payvandlash texnologiyasini faoliyat olib borilishi yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: Flyuslar, shlaklar, yoyli payvandlash, rangli metal, kukunlar, listli plankalar, kimyoviy ishqorlar, purkash mexanizmi, quvir, nometal materiallar, potrubkalar, elektrod, similar o'rami, metal qatlami, po'lat, qotishmalar, elementlar, qoldiq, mashimasozlik, qishloq xo'jaligi, priborlar, dastgox. jixozlar, uskuna, qurilma, gidravlik, pnevmatik, operatsiya, texnika, texnologiya, shakl, parametrlar, ichki va tashqi teshik, chok, yamoq.

Abstract: The essence of this article is that in our country, problems arise in the production, repair and maintenance of all types of pipes, pipes and pipelines in the production and operation of all types of industrial enterprises in all sectors of industry, in construction structures, structures for transporting oil and oil products to places, in the laying of above-ground and underground main pipelines of drinking water and water and sewage complexes in the regions of the Republic, in the production, repair and maintenance of all types of pipes, pipes and pipelines in equipment, parts and mechanisms imported from foreign companies. This article highlights the importance of such a problem in the mechanical engineering industry and the use of flux-cored automatic arc welding technology.

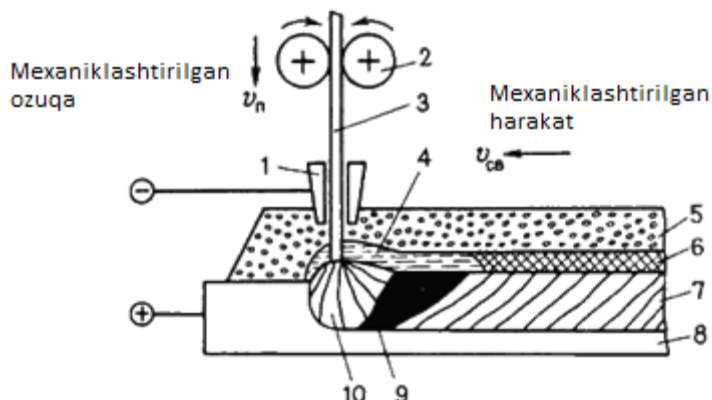
Keywords: Fluxes, slags, arc welding, non-ferrous metal, powders, sheet metal, chemical alkalis, spraying mechanism, pipe, non-metallic materials, pipes, electrode, similar packaging, metal layer, steel, alloys, elements, residue, mechanical engineering, agriculture, tools, machine tools. equipment, device, hydraulics, pneumatics, operation, technique, technology, shape, parameters, internal and external hole, seam, patch.

Аннотация: Суть данной статьи заключается в том, что в нашей стране возникают проблемы при производстве, ремонте и обслуживании всех видов труб, трубопроводов и изделий из них, при производстве и эксплуатации всех видов промышленных предприятий всех отраслей промышленности, при строительстве, при транспортировке нефти и нефтепродуктов, при прокладке надземных и подземных магистральных трубопроводов питьевой воды и водопроводно-канализационных комплексов в регионах республики, при производстве, ремонте и обслуживании всех видов труб, изделий и изделий из них, входящих в состав оборудования, деталей и механизмов, импортируемых из-за рубежа. В данной статье подчеркивается важность этой проблемы в машиностроительной отрасли и применение технологии автоматической дуговой сварки порошковой проволокой.

Ключевые слова: Флюсы, шлаки, дуговая сварка, цветной металл, порошки, листовый металл, химические щелочи, распылительный механизм, труба, неметаллические материалы, трубы, электрод, аналогичная упаковка, металлический слой, сталь, сплавы, элементы, отходы, машиностроение, сельское хозяйство, инструменты, станки. оборудование, устройство, гидравлика, пневматика, эксплуатация, техника, технология, форма, параметры, внутреннее и наружное отверстие, шов, заплатка.

Payvandlash uchun, yoy va payvand choklarini elektrod bilan himoya qilish uchun qoplamasizda sim o'ramlari, eritilgan flyus-metal kukunlarini purkash mexanizmi va tok oqimi ishlatiladi.

Avtomatik flyus ostida payvandlash boshlang'ich jarayonlari sxemasi 1- rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Avtomat flyus ostida yoyli quyib payvandlash sxemasi.

Elektrod simining ta'minoti va harakati mexanizatsiyalashgan. Yoyni yoqish va payvand oxirida kraterni payvandlash jarayonlari avtomatlashtirilgan. Yoy 10 sim 3 va asosiy metall 8 o'rtasida yonib yoy ustuni va suyuq metall 9 metall hovuz mahkam 5 qalinlikda 30 ... 50 mm qalinlikdagi oqim qatlami bilan har tomondan qoplangan. Ko'rsatilgan oqimning bir qismi eriydi va suyuq metallni havodan himoya qiladigan suyuq shlag 4 hosil bo'ladi. Himoya

sifati qo'lda boshqarilib payvandlashdan yaxshiroqdir. Elektrod oldinga siljiganida, metall va shlakli vannalar qattiq shlak qobig'i bilan qoplangan payvand 7 hosil bo'lishi bilan qattiqlashadi 6. Simlarni yoyga mexanizmlar yordamida uzatiladi 2. O'tkazgich orqali oqim elektrodga beriladi 1 [1].

Flyus ostida payvandlash asosiy metallning chuqur kirib borishi bilan tavsiflanadi.

Qo'lda payvandlash bilan solishtirganda avtomatik flyus ostida payvandlashning afzalliklari quyidagilardan iborat: payvandlash jarayonining unumdorligini 5...20 baravar oshirish, payvandlangan bo'g'inlarning sifatini yaxshilash va payvand chokining 1 m narxini pasaytirishi bilan afzal.

Payvandlanadigan ish qismlari 1 vertikal holatda o'rnatiladi. Flyus suv bilan sovutilgan mis polzunlar 6 va mahsulotlarning vertikal ravishda o'rnatilgan qirralari orasidagi yopiq bo'shliqqa quyiladi va elektrod simi 2 maxsus uzatish mexanizmi yordamida oziqlanadi [2].

Jarayon boshida yoy qo'zg'atiladi, oqim erib ketadi va elektr o'tkazuvchi shlak 3 hosil bo'ladi. Shlak yoyni o'tkazadi, bu o'chadi, shlak orqali quvvat manbaining chiqish sxemasi yopiladi. Shlakdan o'tadigan oqim uni qizdiradi, bu esa asosiy metallning va elektrodning qirralarini parchalanishiga olib keladi. Eritma pastga oqadi va shlakni yuqoriga siqib, 4 gachasi payvand choklarini hosil qiladi va qotib qoladi.

Chokning dastlabki va oxirgi qismlarida nuqsonlar hosil bo'ladi: chokning boshida - qirralarning defekt yo'qligi, tikuv oxirida - qisqarish bo'shlig'i va metall bo'lmagan qo'shimchalar. Shuning uchun, payvandlash maxsus qo'rg'oshin chiziqlarida boshlanadi va tugaydi, keyinchalik ular gazni kesish orqali chiqariladi.

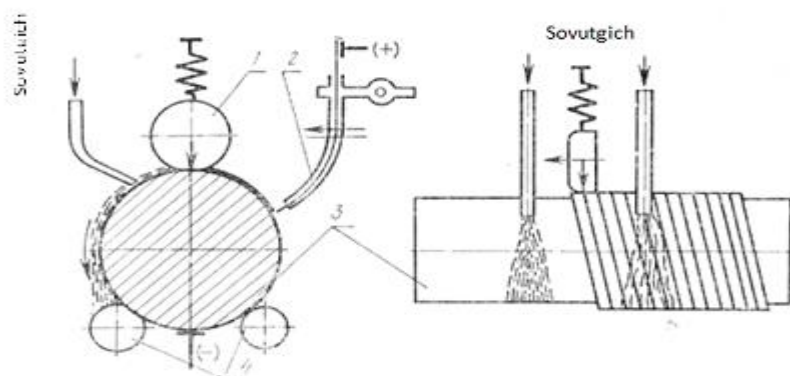
Afzalliklari: har qanday qalinlikdagi metallni payvandlash mumkin (16 mm dan). Qalinligi 150 mm gacha bo'lgan ish qismlari birlashma tekisligida ko'ndalang tebranadigan bitta elektrod bilan payvandlanishi mumkin, qalinligi 150 mm dan ortiq bo'lgan bir nechta simlar ishlatiladi. Qalinligi 2 m gacha bo'lgan payvandlash bo'yicha tajriba oshirildi [3].

Ushbu usulning nochorligi qizitish va sovutishning kechikishi tufayli tikuv va issiqlik ta'sirlangan zonada katta donalarning shakllanishi hisoblanadi. Issiqlik bilan ishlov berishni amalga oshirish kerak: donni tozalash uchun normallashtirish yoki kuydirish.

Elektroshlakli payvandlash og'ir mashinasozlikda zarb-payvandlangan va quyma payvandlangan konstruksiyalarni ishlab chiqarish uchun keng qo'llaniladi; kuchli presslar va dastgohlarning ramkalari va qismlari, dengiz dizel dvigatellarining tirsakli vallari, gidravlik turbinalar rotorlari va vallari, yuqori bosimli qozonlar va boshqalar.

Eritib quyish jarayonida asosiy sirt yuzasi metallining asosiy metall bilan minimal suyultirilishini ta'minlash kerak [4]. Avtomatik flyus ostida eritib quyish qoplamasi nafaqat eskirgan qismlarning asl o'lchamlarini tiklashga, balki cho'ktirilgan metallni oqim yoki elektrod orqali qotishma bilan qoplash, tiklangan sirtlarga kerakli xususiyatlar to'plamini (qattiqlik, yiyilishga bardoshli, charchoqqa chidamlilik) berishga imkon ham yaratadi. Shu bilan birga, flyus osti yoyi qoplamasining bir qator kamchiliklari ham bor: tez va chuqur eritilashi oqibatida qismlarning fizik-mexanik xususiyatlarining o'zgarishiga va deformatsiyaga olib keladi, kichik qismlar yuzasida erigan metall oqimi va flyuslarni ushlab turishini qiyinlashtiradi, diametri (50 ... 60 mm dan kam), oqimning sezilarli iste'moli oshadi va flyus narxi ta'sir ko'rsatadi.

Mamlakatimizda barcha sanoat tarmoqlari ishlab-chiqarish korxonalari qurilish konstruksiyalari yaratish, neft va neft maxsulotlarini joylarga yetqazib berish konstruksiyalarini tortib olib kelish jarayonlari, Respublika hududlarida ichimlik suvi va suv-oqava komplekslarining yer ustki va ostki magistral quvirlarni tortishda, chet-el kompaniyalaridan keltirilib foydalanilayotgan jixozlar, ular qismlari va mexanizmlarida barcha xildagi metal, nometal quvir, truba va potrubkalarini ishlab chiqarish, ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatishda muammolar kelib chiqishini oldini olishda bunday mexanizmlar dolzarb hisoblanadi [5].



2-rasm. Vibroyoyli eritib quyish bilan termomexanik ishlov berishni birlashtirish sxemasi.

Qismlarni flyus ostida payvandlash uchun turli konstruksiyadagi yarim avtomatik va avtomatik payvandlash kallaklari ishlab chiqarilgan (PSh-5, PSh-54, PDSM-500, ABS, A-580M, A-874N, A-384MK, ADS-1000- 4).

Avtomatik qoplamaning o'rnatish sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan. 4.Qismning tezligini 0,25 dan 4 minutgacha o'zgartirish uchun reduktor bilan

jihozlangan tokarlik dastgohining tayanchiga sirt qoplamasi o'rnatiladi -1. Oqim qismga mis-graftitli cho'tkalar va mashinaga o'rnatilgan halqali mis shinasini orqali elektr toki dastgox patronidagi o'rnatilgan detalga o'tkaziladi. Eritib quyishlovchi kallak bo'ylama support xarakati orqali metal eritiladi. Elektr taminoti uchun o'tkazgichlar VDG-301, VDU-301UE, VDU-504, VDU-1001, VS-600, VSS-400, VKSM-500, VKSM-1000 dan, doimiy tok manba generatorlari (PSO 300/500, PSU-300/530, PSU-530, /500) dan foydalaniladi [6].

Biroq, bunday o'rnatishlarda sirt qo'yilishida, flyus shlaglari dastgox staninasuga tushishi oqibatida uni tez eskirishga va yiyilishiga olib keladi; eritilmagan flyusni qiyin so'rish; murakkab konfiguratsiyadagi eritib quyishni qoplash imkoniyatlari cheklangan va boshqa kamchiliklari mavjud [7]. Bundan tashqari, tebranuvchi elektrodli umumiy maqsadli mashinalar ishlab chiqilgan: U-651 (diametri 20-50 mm "va uzunligi 1300 mm bo'lgan qismlarning eskirgan sirtlari va spindellarni ochiq yoy bilan qoplash uchun. Diametri 1 ... 2 mm bo'lgan elektrodli sim yoki oqim o'tkazgichli. diametri 2 ... 3 mm bo'lgan sim ishlatiladi);

U-652 (bo'yin diametri 100 mm gacha va mil uzunligi 1300 mm gacha bo'lgan tirsakli vallarni suv ostida payvandlash yo'li bilan tiklash uchun qattiq (1 ... 2 mm) yoki diametri 2 bo'lgan oqim o'tkazgichli simli) ... 2,5 mm); U-653 va U-654 (diametri 50 dan 800 mm gacha va uzunligi 8300 mm gacha bo'lgan qismlarning tashqi, ichki, silindrsimon, konusli va sirt yuzalarini suv osti yoyi va ichki oqim, yer ustku suv va gazsimon quvirlar o'tkazgichli simli eritish va kukunlarni purkash qoplamasi bilan o'rash). Elektrodning ko'ndalang tebranishi mehnat unumdorligini oshirish va qoplama sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. R.M.Tadjikuziyev, “Texnologik jixozlarni ta’irlash va ishlab chiqarish texnologiyasi asoslari”, AB., Farg’ona, 2023 y., 348 b.
- [2]. R.M.Tadjikuziyev, “Texnologik jihozlarni o’rnatish, texnik xizmat ko’rsatish va ta’irlash tizimlari”, AB., Farg’ona, 2023 y., 322 b.
- [3]. Raxmatovna.M.S.(2022).Research on the development of norms of time spend on the technological process of sewing and knitting production; basic raw materials, their composition and properties.Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(03), 28-32. ISSN:2776-0987, Volume3, Issue5,May,2022.7
- [4]. Raxmatovna.M.S.(2021). The description of perspective fashion trends in men’s clothing. Innovative Technological:Methodical Research Journal,2(10),15-20.
- [5]. Tadjikuziev R., Rubidinov S., Mamatqulova S. Advancements in energy-efficient welding production techniques: Innovative models and methods for combined workpiece fabrication //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 583. – C. 05005.
- [6]. Saida Mamatkulova, Shakhlo Tursumatova, Makhmudjon Turdiyev, Manzura Abdurakhimova, Makhmudjon Abdullayev, Rano Berdiyeva Research of materials for clothing in the production of various sewing products //E3S Web of Conferences. - EDP Sciences 538, 04003 (2024)
- [7]. Saida Mamatkulova, Gulhayo Mirbobayeva1, Mavjudaxon Ulug’boboyeva, Nosirjon Yakubov, Barno Nizamova, Xilola Tursunova. Importance of design in dresses // E3S Web of Conferences 538, 04001 (2024).

УДК 539.3; 627.8

**КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ ТРЕУГОЛЬНЫХ ЯЧЕЕК
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН.**

О.М. Хайдарова

Ферганский государственный технический университет

Ozodamuso@gmail.com +998911162785

(Получена 15.09.2025 г.)

Ushbu ishda seysmik faol hududlarda joylashgan gruntli to'g'onlarning dinamik kuchlar ta'sirida ustuvorlikka tekshirish usullarini takomillashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. Shu nuqtai nazardan, dinamik kuchlar ta'sirida gruntli to'g'onlarining kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini baholash maqsadida sonli usullardan foydalanib olingan hulosalar keltirilgan. Dinamik kuchlar ta'sirida gruntli to'g'onlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini tahlil qilishda aniqlash usullarini takomillashtirish muhim va dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: usul, seysmik qarshilik, chekli ayirmalar usuli, approbatsiya, yacheyka, tugun.

По развитию методов расчета сейсмостойкости грунтовых плотин при динамических воздействиях, расположенных в сейсмически активных регионах. В этой связи для прогнозной оценки напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин под действием динамических нагрузок совершенствуются современные методы определения напряженно деформированного состояния и расчета их на устойчивость. Для прогнозирования НДС грунтовых плотин при динамических воздействиях, важное актуальное значение имеет методов их определения.

Ключевые слова: метод, сейсмостойкость, метод конечных разностей, аппробация, ячейка, узел.

On the development of methods for calculating the seismic resistance of earth dams under dynamic loads located in seismically active regions. In this regard, modern methods for determining the stress-strain state and calculating their stability are being improved for predictive assessment of the stress-strain state of earth dams under dynamic loads. Methods for determining the stress-strain state are of great importance for predicting the stress-strain state of earth dams under dynamic loads.

Keywords: method, seismic resistance, finite difference method, approval, cell, node.

Определение напряжённо-деформированного состояния (НДС) грунтовых плотин при действии статических и динамических нагрузок является одной из приоритетных задач современного гидротехнического строительства. Достоверный прогноз НДС обеспечивает возможность выявления критических зон, своевременного предупреждения аварийных ситуаций и повышения надёжности сооружений, особенно в сейсмоопасных регионах [1].

Среди численных методов анализа наибольшее распространение получил метод конечных разностей, который отличается универсальностью и простотой реализации. Важным этапом данного метода является разбиение расчётной области на элементарные ячейки. Использование треугольных элементов позволяет более точно аппроксимировать сложные геометрические формы плотины и учитывать неоднородность грунтового массива [2].

Такая дискретизация обеспечивает высокую точность расчёта напряжений, деформаций и перемещений, а также создаёт условия для моделирования различных сценариев сейсмических воздействий. Результаты исследований показывают, что применение треугольных ячеек в методе конечных разностей значительно повышает достоверность прогноза и служит основой для разработки инженерных рекомендаций по обеспечению устойчивости грунтовых плотин [4].

Следовательно, совершенствование методов расчёта НДС грунтовых плотин на основе конечных разностей с использованием треугольных элементов имеет высокую научную и практическую значимость, а также требует дальнейших исследований и апробации на реальных объектах.

Для построения разностных соотношений уравнения движения [6]

$$\begin{aligned}\rho \frac{dv_x}{dt} &= \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \rho F_x, \\ \rho \frac{dv_y}{dt} &= \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \rho F_y;\end{aligned}\quad (1)$$

уравнение неразрывности

$$\rho \frac{dv_x}{dt} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt}; \quad (2)$$

связь между кинематическими параметрами, т.е. соотношения Коши в следующем виде:

$$\dot{\varepsilon}_{xx} = \frac{\partial v_x}{\partial x} = \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}, \quad \dot{\varepsilon}_{yy} = \frac{\partial v_y}{\partial y} = \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}, \quad \dot{\varepsilon}_{xy} = \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} = \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}. \quad (3)$$

где

$\rho = \rho(x, y, t)$ плотность среды;

$v_x = \dot{x}$, $v_y = \dot{y}$, компоненты вектора скорости $\vec{v} = \vec{v}(x, y, t)$;

$\sigma_{xx}, \sigma_{xy} = \sigma_{yx}, \sigma_{yy}$ компоненты тензора напряжений $\hat{\sigma} = \hat{\sigma}(x, y, t)$;

$V(x, y, t)$ относительный объем, связанный с плотностью грунта;

$\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx}, \varepsilon_{yy}$, компоненты тензора деформаций $\hat{\varepsilon} = \hat{\varepsilon}(x, y, t)$;

F_x, F_y -проекции плотности внешних массовых сил в направлении соответствующих координат.

(1)-(3) интегрируются на некоторой площадке, состоящей из частей ячеек, окружающих рассматриваемый узел сетки (схематическое изображение сеток показано на рис.1, причем составляющие напряжения и плотность материала считаются постоянными в каждой ячейке. Воспользуемся интегральными определениями частных производных:

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \lim_{A \rightarrow 0} \frac{\oint_C F \cdot (\vec{n} \cdot \vec{i}) ds}{A}, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = \lim_{A \rightarrow 0} \frac{\oint_C F \cdot (\vec{n} \cdot \vec{j}) ds}{A}, \quad (4)$$

где C —граница области A ,

s —длина дуги,

$\vec{n}, \vec{t}$ - вектор нормали и касательной (рис.1.а);

$$\text{Здесь } \vec{n} = \vec{i} \cdot dx/dn + \vec{j} \cdot dy/dn = \vec{i} \cdot dy/ds - \vec{j} \cdot dx/ds \quad (5)$$

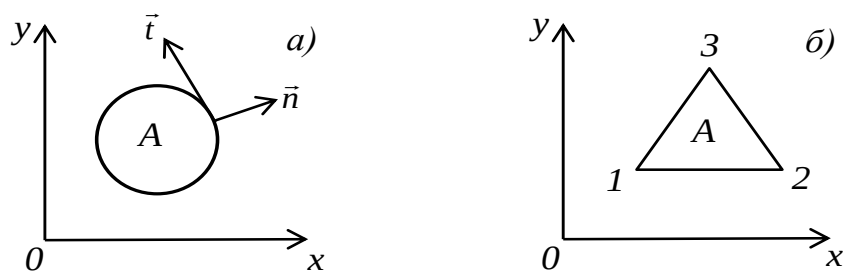


Рис.1 Ячейки для вычисления частных производных в центре ячеек.

Применяя формулу (2) и теорему о среднем [5] к треугольнику 1,2,3 с площадью A (рис.1, б) для функции F , определенной в точках 1,2,3, получим

$$\oint_C F \cdot (\vec{n} \cdot \vec{i}) ds = \oint_C \left(F \cdot \frac{\partial y}{\partial s} \right) ds = F_{23}(y_3 - y_2) + F_{31}(y_1 - y_3) + F_{12}(y_2 - y_1),$$

где $F_{ij} = (F_i + F_j)/2$, $(i, j = 1, 2, 3)$,

или из (4) получим

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{y_1(F_3 - F_2) + y_2(F_1 - F_3) + y_3(F_2 - F_1)}{2A}$$

или

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{F_1(y_2 - y_3) + F_2(y_3 - y_1) + F_3(y_1 - y_2)}{2A} \quad (6)$$

Аналогично находим

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \frac{x_1(F_3 - F_2) + x_2(F_1 - F_3) + x_3(F_2 - F_1)}{2A}$$

Или

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \frac{F_1(x_2 - x_3) + F_2(x_3 - x_1) + F_3(x_1 - x_2)}{2A} \quad (7)$$

Введенные таким образом величины дают производные $\partial F / \partial x$ и $\partial F / \partial y$ в центре треугольника (см. рис.1, б). Используя введенные (4)-(5), можем аппроксимировать выражения для $\partial v_x / \partial x$, $\partial v_y / \partial x$, $\partial v_x / \partial y$ и $\partial v_y / \partial y$ в заданной точке пространства в данный момент времени.

Для вычисления ускорения параметр F из уравнений (3) определяется в центре шести треугольников. Площадью интегрирования теперь будет служить площадь 1,2,3,4,5,6, указанная на рис.2. Соответствующие конечно-разностные соотношения примут вид:

$$\begin{aligned} \oint_C F(\vec{n} * \vec{i}) ds &= - \left[F_I(y_2 - y_1) + F_{II}(y_3 - y_2) + F_{III}(y_4 - y_3) + \right. \\ &\quad \left. + F_{IV}(y_5 - y_4) + F_V(y_6 - y_5) + F_{VI}(y_1 - y_6) \right] \\ \oint_C F(\vec{n} * \vec{j}) ds &= + \left[F_I(x_2 - x_1) + F_{II}(x_3 - x_2) + F_{III}(x_4 - x_3) + \right. \\ &\quad \left. + F_{IV}(x_5 - x_4) + F_V(x_6 - x_5) + F_{VI}(x_1 - x_6) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

В качестве площади 1,2,3,4,5,6 берется сумма из площадей шести треугольников, ограниченных точками 1,2,3,4,5,6.

Таким образом, частные производные по координатам в (1) определяются из приведенных соотношений (4), (6). Разностные соотношения по времени определяются с помощью

центральных разностных схем следующим образом (значения параметров F в момент времени $t = t_n$ обозначены через F^n)

$$\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^n = \frac{v_x^{n+1/2} - v_x^{n-1/2}}{\Delta t^n}, \quad x^{n+1} = x^n + v_x^{n+1/2} \cdot \Delta t^{n+1/2}, \quad (9)$$

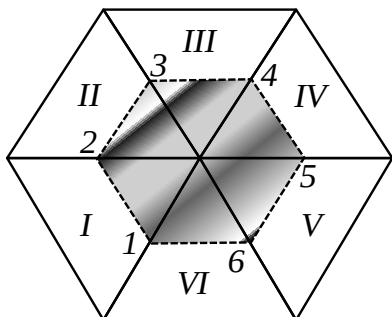


Рис.2. Ячейки для вычисления частных производных в узловых точках.

где значения скоростей вычисляются при приращении времени на полшага, а значения координат при изменении времени на полный шаг. Введенные таким образом конечно-разностные формулы (4),(6) имеют второй порядок погрешности аппроксимации.

Модифицирован метод решения задачи для треугольных ячеек, позволяющий применять более сложные уравнения состояния для грунтов, учитывающие структурные изменения и увлажненность среды. Построены конечно-разностные соотношения и разработан алгоритм для получения численных результатов.

Список литературы

- [1]. Мустафаев А.А. Расчет оснований и фундаментов на просадочных грунтах. – М.: Высшая школа, 1979. – 369 с.
- [2]. Бабенко К.И. Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов задач математической физики. Москва «Наука» Главная редакция физико-математической литературы 1979. – С. 175-185.
- [3]. Ломбардо В.Н. Статический расчет грунтовых плотин.-М. «Энергия», 1983.-200 с.
- [4]. Khusanov B., Khaydarova O. Stress-strain state of earth dam under harmonic effect // E3S Web of Conference.- 2019.- Vol.97.- P.05043. <https://doi.org/10/1051/e3sconf/20199705043>. (Scopus, SJR 0.182)
- [5]. Khusanov B.E., Khaydarova O.M., Normatov Sh.I. On one Method for Assessing the Soil Slopes Stability // AIP Conference Proceedings.- 2022.- Vol.2637.- P.030012. (Scopus, SJR 0.164)
- [6]. Умархонов С.И., Хайдарова О.М., Норматов Ш.И. Расчет грунтовых плотин при сейсмических воздействиях // Проблемы механики.- 2021.-№4.- С. 26-33. (01.00.00; №4)
- [7]. Умархонов С.И., Хайдарова О.М., Норматов Ш.И. Методики определения параметров круглоцилиндрической поверхности скольжения и оценки устойчивости грунтовых откосов // Проблемы механики. - 2022.- №1.- С. 33-42. (01.00.00; №4)
- [8]. Haydarova O.M., Normatov SH.I., Davidbaeva N.B. Gruntli inshootlarda kuchlanish-deformatsiyalanlik holatini aniqlash algoritmi.// FarPI Ilmiy texnika jurnali.- 2021.- №2.- B.57-64.
- [9]. Хайдарова О.М., Рихсиева Б.Б. Расчёт грунтовой плотины при действии гармонической нагрузки. // O'zR FA Yosh olimlar kengashi "Yosh olimlar axborotnomasi" №4(4)2022. S. 23-27.

DEVICES USED TO PREVENT CUTTING-EDGE WEAR IN EQUIPMENT

E.V. Koraboev, J.S. Xomidov

Fergana State Technical University
koraboyeveldorbek@gmail.com tel: 913981397
 Fergana State Technical University,
 (Received on September 15 th, 2025.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada detallarga ishlov berish jarayonida metallga ishlov berish bilan shug'ullanadigan har bir kishi uchun juda tanish bo'lgan narsa - kesish xatolari haqida. Kesish deganda asbobning qismga yoki materialga ishlov berishda kesgichni kirib borishi, shuningdek, metallga ishlov berish paytida dastgohning ishchi qismlarining to'qnashuvi bilan bog'liq bo'lgan barcha narsalar tushuniladi. Shunga ko'ra, kesgichni kiritish xatosi ishlov berish

jarayonida nazarda tutilgan shartlarning buzilishi hisoblanadi. Bunday xatolarning paydo bo'lish chastotasi juda boshqacha bo'lishi mumkin va ko'plab omillarga bog'liq - xodimlarning malakasiga, ishlab chiqarish jarayonlarini tashkil etishga, ishlab chiqarilgan qismlar partiyasining hajmlariga e'tibor berish muxim.

Kalit so'zlar: RDB dastgohlari, ishlov berish, resurs tejash, samaradorlik, texnologik yechimlar.

Аннотация. В этой статье речь пойдет о проблеме, хорошо знакомой каждому, кто занимается металлообработкой в процессе детализации — об ошибках резки. Под резанием понимают все, что связано с проникновением инструмента в деталь или резца в процессе обработки, а также соударением рабочих органов станка в процессе металлообработки. Соответственно, ошибка вставки резца является нарушением условий, предусмотренных технологическим процессом обработки. Частота возникновения таких ошибок может быть самой разной и зависит от многих факторов — важно обращать внимание на квалификацию сотрудников, организацию производственных процессов, объемы партии изготавливаемых деталей.

Ключевые слова: станки с ЧПУ, обработка деталей, ресурсосбережение, эффективность, технологические решения.

Annotation. This article is about something very familiar to anyone involved in metalworking during the detailing process - cutting errors. Cutting is understood as everything related to the penetration of the tool into the part or the cutter during machining, as well as the collision of the working parts of the machine during metalworking. Accordingly, a cutter insertion error is a violation of the conditions stipulated in the machining process. The frequency of occurrence of such errors can be very different and depends on many factors - it is important to pay attention to the skills of employees, the organization of production processes, the volumes of the batch of manufactured parts.

Keywords: CNC machines, part processing, resource saving, efficiency, technological solutions.

Today, improper storage of tools or incorrect, careless handling of the tool often leads to changes in its geometric dimensions (deviations, curvatures, etc.) or changes in the physical properties of the material, which leads to errors during cutting. For example, uneven cutting edges on a part result in a hole larger than the diameter of the part and increased load on the machine spindle. The same can be observed in the bent position. Incorrect installation of the tool in the holder or selection of the wrong cutting mode can lead to overheating of the cutting part, its partial or even complete destruction, which will inevitably lead to damage to the workpiece. Of course, an incorrectly installed part will also be processed with errors and rejected. Choosing a cutting tool. There are also cases when the operator, relying more on his experience than on the working documentation, uses not the tool specified in the technology, but the one that, in his opinion, is "more suitable". In such cases, errors are not inevitable, but they are very important and should definitely be avoided.

The condition of the cutting edge of the tool. During the machining process, especially for finishing tools, the cutting edges of the tool are subject to wear, and accordingly, this wear must be corrected in the machine tool's RDB system. There is no need to increase the coefficient values to large values, as the wear process can go from predictable to catastrophic, leading to damage to the tool and/or part itself, as well as excessive stress or overheating of the machine's drive gears. It is necessary to constantly monitor the condition of the cutting part and replace the tool in a timely manner. Machine setup error, so what can be done to reduce the risk of such errors? First of all, staff training. Developing rules for storing tools, monitoring compliance with technological discipline, rules for handing over shifts, and monitoring the implementation of the above will also help reduce their number. However, we cannot influence these factors 100%. The current stage in the development of systems for monitoring the condition of cutting equipment is the use of a technique that allows monitoring of cutting tools used in lathes based on microsenors installed on

the tool and laser beams. It should be noted that this technique has an undoubted advantage, but the main drawback may be the complexity of manufacturing instrumental equipment with only embedded microsensors. But in general, this direction is considered promising at the stage of development of diagnostic tools for modern machinery. Machining of the cutter inevitably leads to deformation and destruction of metals. These processes contribute to the emergence of vibroacoustic radiation and the formation of a vibroacoustic signal. Many domestic and foreign works describe the technique of controlling cutting tools using vibroacoustic signals.

This method is based on the registration of acoustic emission waves accompanying the cutting process using a microphone or piezoelectric accelerometer located in the cutting zone. The received vibroacoustic signal is divided into components, the ratio of which is used to estimate the state of the cutting tool. The advantage of this method is that it allows you to detect cracks in the tool, preventing it from eating the cutting edge. The disadvantages of such methods of monitoring the state of cutting processes include the fact that the change of at least one technological factor leads to a change in the main characteristics of the signal (amplitude and frequency). Another disadvantage of this method is the need to place the sensors near the cutting zone, because the signal is significantly weakened when passing through the joints of the elastic system of the technological equipment, which is often difficult to implement in practice. It should also be noted that many defects of changes in the acoustic signal are currently poorly studied. The use of pneumatic converters is very effective, which allows for non-contact, continuous control of the cutting tools of lathes and their feed rate. In particular, some works describe the method of indirect assessment of the tool position when measuring the diameter of the workpiece on a lathe using a converter. Lathe machines are mainly used for processing cylindrical details. It is known that in order to prepare the detail according to the given drawing, that is, according to the required dimensions, it is necessary to follow several standards. Here, before performing preliminary alignment or other actions, it is necessary to direct the chisel perpendicularly to the transverse surface of the material and at the same time prevent the deviation of the chisel relative to the material. If our chisel is not properly aligned to the chisel holder, if the parameters of the chisel installation or the above-mentioned standards are not observed, it will affect the accuracy of processing and the dimensions of the part. A few more problems can arise here, for example - Vibration. The vibration that occurs in the cutter has a serious effect on the processing process. This will cause the quality of the detail we are preparing to come out. As we know, economy is a very important factor in machine building. In order to avoid these problems, we aimed to use a laser device. This device is used to optimize the finding of the center of the detail by means of a laser light on the turning machine during processing of the part being prepared, to prevent the effect on the accuracy of the part by reducing the cutting edge wear. The laser device is made of Steel 3 (Stal' 3) material. The laser holder consists of a special part that is parallel to each other for installation on the workbench, a device that provides movement of the laser device along the x-axis, y-axis and z-axis, and a special part designed to turn the laser device on and off. The size and shape of this device is very compact, so it is easy to install and remove it on the work table. That is, we install the material on the cartridge located on the left side of the lathe, and we place the laser device on the machine frame. We turn on the laser and direct it to the center of the detail. We adjust the laser beam along the above directions. And by directing the cutter perpendicularly along the direction of this beam, we adjust the processing from the center of the cross section of the material. Natural thermocouple method of cutting temperature during cutting of metals. To carry out the cutting process, it is necessary to spend a certain mechanical work, which in practice turns into complete heat. The sum of the work spent on cutting the slag consists of the following main contributors.

$$W = W_{def} + W_{o.y.b.i.} + W_{o.y.b.i.} \quad (1)$$

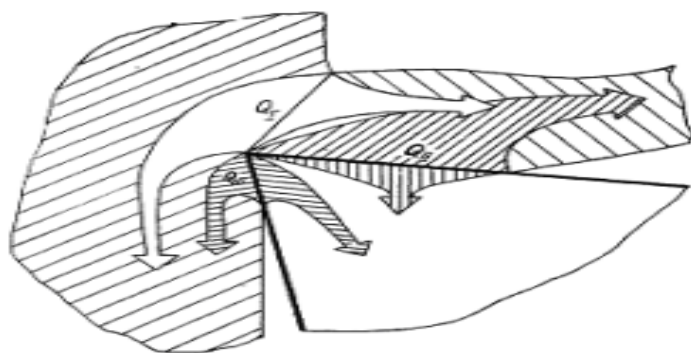
W_{def} is the work spent on elastic and plastic deformation of the cutting layer: $W_{o.y.b.i.}$ and $W_{o.y.b.i.}$ - the work spent on the frictional forces on the front and back surfaces of the tool. The

three determinants of this cutting work are the three main heat sources in the cutting zone. The amount of heat released from them:

According to the law of conservation of energy, the heat and mechanical energy balance equation can be written in this form:

$$W_{def} + W_{o.y.b.i.} + W_{o.y.b.i.} = Q_q + Q_a + Q_d + Q_{ya} \quad (2)$$

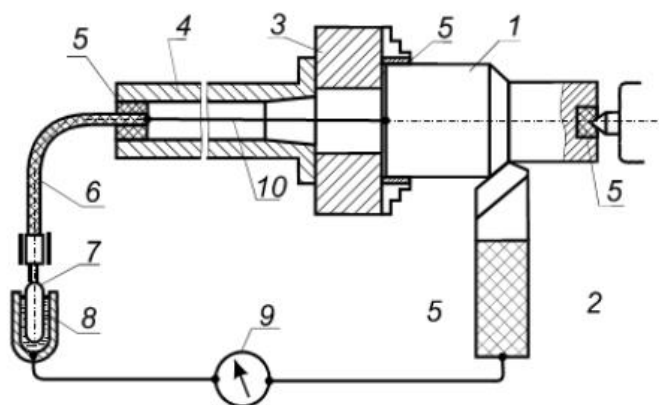
In that article, Q_q , Q_a , Q_d , Q_{ya} , is the accumulated amount of heat, the parts of Q that pass to the core, tool, detail and environment and increase their temperature. As a result of this heat exchange, the working surfaces of the tool at different points, the temperature of the cutting and details are



1st – Figure. Scheme of movement of heat flow.

different, depending on the working conditions, it can be 300-900°C. High temperature changes the properties of the tooling material, determines its corrosion resistance, and affects the accuracy and quality of the processed details. Therefore, it is of great importance to measure the cutting temperature, and to determine its amount under the influence of various factors, the character and the laws of distribution of heat flows. In addition, it is necessary to check and correct the results of theoretical

calculation of the temperature or the character of heat flows. Despite the fact that there are many methods of experimental determination of heat flows and temperatures in the cutting zone, A two-wire (usually copper) insulated thermocouple, usually unrelated to the tool material or part, is inserted into this hole and connected to a thermoelectric circuit that is in reliable contact with the second wire (usually a contact). The heat released during cutting heats the thermocouple, as a result of which a thermoelectric driving force is formed in the circuit, this current is indicated by the galvanometer.



Measuring the temperature during shearing using a natural thermocouple method scheme. 1st material; 2nd sharp; 3rd cartridge; 4.5th -pin; 6.7.8th -current conductor; 9th galvanometer; 10th current conductor.

The method of natural thermocouples makes it possible to measure the temperatures generated on the cutting surface in a more accurate way, because the material being guided by the cutting tool is used as the thermocouple elements, but they must be made of different materials. The point of contact of the cutting tool with the target surface serves as the welding point in the cutting zone. In the process of cutting, as a result of heating of the welded area (workpiece), a thermoelectric driving force is generated, the value of this current is indicated by a millivoltmeter.

Reference

- [1]. O'rinov N.F., Norqulov A.A., Saidova M.X., «Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi». Toshkent «Fan». 2003 y
- [2]. Nosirov. Materialshunoslik. Oliy o'quv yurti talabalari uchun darslik. T.: O'zbekistan 2001 y. -352 b.
- [3]. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Машиностроение, 1984 г.
- [4]. Кишуров В.М. Резание материалов. Режущий инструмент: учеб. пособие для студентов вузов /
- [5]. В.М.Кишуров. – М.: Машиностроение, 2009. – 492 с.
- [6]. Fayzimatov B.N.,Mirzaev A.A. Materiallarni kesib ishlash asoslari.-Farg'ona: Texnika, 2003.-194 b.

DRYING KINETICS OF DISPERSED MATERIALS ANALYZED

A.A. Axunbayev E.V. Koraboev Sh.U. Djuraev

Fergana State Technical University
koraboyeveldorbek@gmail.com tel: 913981397
 (Received on September 15 th, 2025.)

Abstract: The article analyzes the experimental kinetics of the thermal drying process of dispersed materials. Experimental methods for determining drying periods and kinetic curves are analyzed. The rate of evaporation of moisture from the material, i.e., the kinetics of drying, is obtained experimentally without changing the parameters of the drying agent (temperature, moisture content, and speed) during the experiment. During the experiment, the weight of the material is weighed continuously or intermittently (by sampling method), and its moisture content is determined. The temperature of the material should also be measured continuously.

Keywords: drying process, drying kinetics, drying cycles, drying rate.

Аннотация: В статье анализируется экспериментальная кинетика процесса термической сушки дисперсных материалов. Проанализированы экспериментальные методы определения периодов сушки и кинетических кривых. Скорость испарения влаги из материала, т.е. кинетика сушки, определяется экспериментально без изменения параметров сушильного агента (температуры, влажности и скорости) в ходе эксперимента. В ходе эксперимента непрерывно или периодически (выборочным методом) взвешивается масса материала и определяется его влажность. Температура материала также должна измеряться непрерывно.

Ключевые слова: процесс сушки, кинетика сушки, циклы сушки, скорость сушки.

Annotatsiya: Maqolada dispers materiallarni termik quritish jarayonining tajribaviy kinetikasi taxlil qilingan. Quritishning davrlari va kinetik chiziqlarni aniqlashning tajriba metodlaritaxlil qilingan. Namlikni materialdan buglatishi tezligi, ya'ni quritishning kinetikasi natijalari tajriba y'uli bilan eksperiment davrida qurituvchi agentning parametrlari (temperatura, nam saqlash va tezlik) ўzgartirib olinadi. Tajriba vaqtida material ogirligi uzluksiz ёки uzlukli (proba olini usuli bilan) ravniida tortilib turib, uning namligi aniqlanadi. Materialning temperaturasi ham uzluksiz ўlchab turishi kerak.

Kalit so'zlar: quritish jarayoni, quritish kinetikasi, quritish davrlari, quritish tezligi.

Experimentally determined drying kinetic curves can provide accurate information for a specific material, taking into account various physical factors of drying under given conditions for a specific material. However, these kinetic curves are considered reliable for the conditions under which the experiment was conducted.

The appearance of the drying curves is shown in Figure 1. In most cases, these curves have a period of heating the material to the wet bulb temperature in a short time. During this period, the moisture content of the material remains practically unchanged, and at the end of the heating period, the moisture content of the material is taken to be equal to the initial moisture content of the material. After the material reaches the wet bulb temperature, a period of constant drying rate, that is, the first period, begins. During this period, the parameters T_m , T , W and X are constant, and the amount of heat supplied to the material is completely spent on evaporating the liquid. This period is the constant drying rate period

During the first period of drying, the diffusion resistance of water vapor formed on the surface of the material to the flow of the drying agent determines the drying rate. During this period, since the large capillaries are filled with liquid, the resistance to the movement of liquid in the capillary-like material through the capillaries is small.

During drying, moisture in large capillaries evaporates, their fluidity decreases, and in the process of evaporation, liquid begins to evaporate in small capillaries, where the hydraulic resistance is high. As a result of the inability of the liquid movement in the capillaries to provide the flow of evaporating liquid, the drying rate decreases, and the internal resistance to moisture movement in the capillary-waxy material structure increases. The drying boundary moves to the inner layers of the material. In the second period of drying, the temperature of the drying material

increases and asymptotically approaches the temperature of the drying agent. The moisture retention of the material also asymptotically approaches the equilibrium moisture retention of the drying agent (Fig. 1).

$$\left(-\frac{dW}{dt} = \text{const}\right) \text{ is considered.}$$

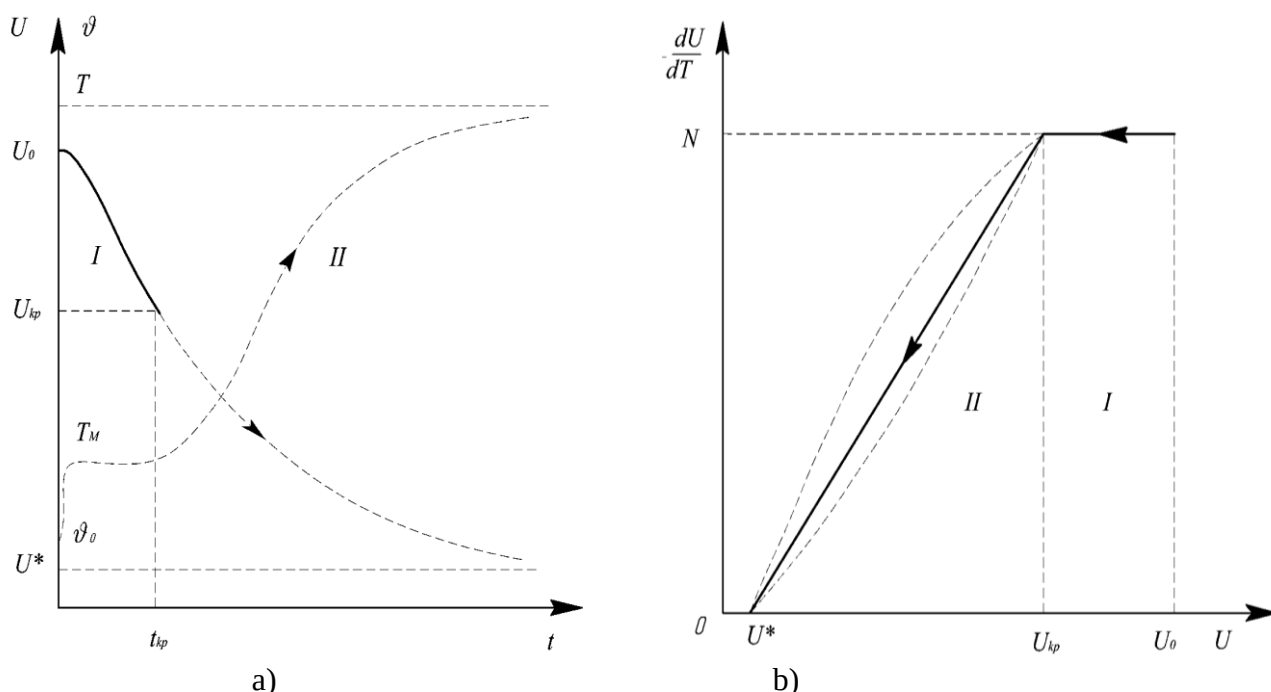


Figure 1. Material experimental drying lines and drying speed lines.

$$t_{ym} = t_{kp} + t_k = \frac{1}{N} \left[(U_0 - U_{kp}) + (U_{kp} - U^*) \ln \frac{U_{kp} - U^*}{U_k - U^*} \right] \quad (3)$$

where: The coefficient K is determined by N from the condition that the drying rates at the end of the first period and the beginning of the second period are equal. The experimental results are not always in the form of a straight line. Therefore, for cases not in the first period, we can determine the drying rate in a more complex form as follows:

$$-\frac{1}{N} \frac{dU}{dt} = \frac{(U - U^*)^m}{A + B(U - U^*)^m} \quad (4)$$

where: A , B and m are approximation coefficients. The coefficient m depends on the methods of moisture binding and moisture permeability of the material. The coefficients A and B depend on the shape and size of the material being dried. To generalize the experimental drying curves for different external parameters and for the material with the same initial moisture content, they are brought to a single coordinate $(U - U^*) - Nt$ and a single drying curve is obtained for the material.

$$N_1 t_1 = N_2 t_2 = \dots = N_n t_n = \text{const} \quad (5)$$

where: $t_1, t_2, \dots, t_n$ – drying intervals for different drying modes of the material from the initial

moisture content U to the specified moisture content. For each mode, the constant $N=a$ certain value corresponds.

In the absence of the first drying period ($U_{start} < U_{start}$), there is the following way to generalize the experimental results:

$$\frac{t_1}{t_{m1}} = \frac{t_2}{t_{m2}} = \dots = \frac{t_n}{t_{mn}} = const \quad (6)$$

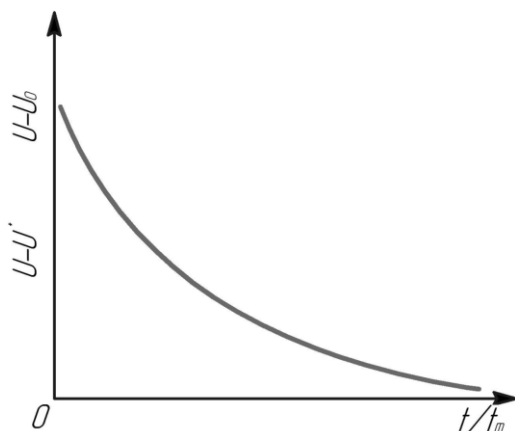


Figure 2. Generalized drying lines of the material during the period of decreasing drying speed.

where: $t_{m1}, t_{m2}, \dots, t_{mn}$ – drying time of the material from U_{base} to U_{oh} under different external conditions.

Experimental determination of the numerical values of the constant in equation (5) allows to calculate the drying process through generalized drying lines at different temperature, moisture storage and speed indicators of the drying agent for the studied material.

Some researchers give the wet storage value as a fractional-linear function: $U = U_0 - \frac{t}{A_1 + B_1 t}$. Here, the experimental coefficients A_1 and B_1 depend on the

material and drying modes [1,5].

Reference

- [1]. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов. //Л., Химия, 1987. - 208 с.
- [2]. Mirsharipov R.X., Axunbayev A.A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 11, November 2020.
- [3]. Михайлов Ю.Ю. Сушка компонентов шихты стекольных и керамических производств в барабанной сушилке. – дис. Иваново. 2009 г.
- [4]. Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А., Миршарипов Р.Х. Термическая сушка дисперсных материалов в барабанных сушилках. // ФарПИ Илмий-техника журнали. 2019 й. Махсус сон №3. 129-132 б.
- [5]. Першин В.Ф., Однолько В.Г., Першина С.В. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа. / Монография // – М.: Машиностроение, 2009. – 220 с.

QURILISH MATERIALLARI VA BUYUMLARI ISHLAB CHIQUARUVCHI KORXONALARNI JOYLASHTIRISHNING ASOSIY QOIDALARI

I.A. Abdullayev ¹, U.R. Raximjonov ²

¹Andijon davlat texnika instituti,

²Farg‘ona davlat texnika universiteti

abdullayevikrom934@gmail.com

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalari hudud rejalashtirish sxemasiga va aholi punktining bosh rejasiga muvofiq, odatda sanoat markazlari yoki sanoat zonlari doirasida joylashtiriladi. Bu yordamchi ishlab chiqarish, saqlash, tashish va boshqa umumiy markazlardan samarali foydalanish imkonini beradi. Ushbu maqolada qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: korxona, ishlab chiqarish, zararli ajratma, xavfsizlik, kategoriya, sinf

Аннотация: Предприятия по производству строительных материалов, как правило, размещаются в пределах промышленных центров или промышленных зон в соответствии со схемой территориального планирования и генеральным планом населённого пункта. Это позволяет эффективно использовать вспомогательные производственные, складские, транспортные и другие

общие узлы. В данной статье рассматриваются вопросы размещения предприятий по производству строительных материалов.

Ключевые слова: предприятие, производство, опасные отходы, безопасность, категория, класс

Abstract: Building materials production enterprises are usually located within industrial centers or industrial zones in accordance with the territorial planning scheme and the general plan of the settlement. This allows for the effective use of auxiliary production, storage, transportation and other common centers. This article considers the issues of locating building materials production enterprises.

Keywords: enterprise, production, hazardous waste separation, safety. category, class.

Qurilish materiallari sanoati — uy-joy qurilishi, sanoat, qishloq xo‘jaligi va boshqalardagi qurilish sohalari uchun qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi sanoat. Bir qancha tarmoqlarni o‘z ichiga oladi. Sement, asbest-sement shiferi, asbest-sement quvurlari, devor materiallari (g‘isht), ohak, gips, deraza oynalari, yumshoq yopma materiallar, tabiiy toshlardan qoplama materiallar, bezak hamda pol uchun sopol (keramik) plitalar, isitgich radiatorlar va konvektorlar, chinni-fayans sanitariya-qurilish buyumlari, linoleum, yig‘ma temir-beton konstruksiyalar va detallar, noruda qurilish materiallari (maydalangan, chaqilgan tosh, qum, shag‘al, qum-shag‘al aralashmasi) va boshqa Qurilish materiallari sanoatis.ning asosiy mahsulotlari hisoblanadi.

Qadimda g‘isht, cherepitsa, sopol plita, sopol vodoprovod quvurlari, gips va ohakli yopishqoq materiallar va boshqa qurilish materiallari ma‘lum edi. 19-asrning 1-choragida mexanik chidamliligi yuqori bo‘lgan, suvda qotadigan portlandsement kashf etilib, qurilishda beton va temir-beton ishlab chiqarish va ularni ishlatishga sharoit yaratdi. 19—20-asrlarda qurilish hajmining keskin oshishi natijasida Qurilish materiallari sanoati. mahsulotlari tur tarkibi va ishlab chiqarish hajmlari yuqori sur‘atlarda yuksaldi. O‘zbekistonda tabiiy xom ashyolardan qurilish materiallari sifatida foydalanish tarixi uzoq o‘tmishga borib taqaladi. Ayniqsa, binolar qurilishida xom g‘isht, guvala, yog‘och sinch, ganch, oddiy tuproq (loy)dan tiklanadigan paxsa asrlar davomida asosiy qurilish materiallari bo‘lib kelgan. Humdonlarda pishirilgan g‘isht, sopol, chinni koshin, ganch, yo‘nilgan granit, marmar toshlar saroy, madrasa, masjid, rabotlar qurilishida keng qo‘llangan [1].

Ishlab chiqarish ob‘ektini joylashtirishda qurilish hududidagi ekologik sharoitlarni, shuningdek, ijtimoiy-demografik va iqlim sharoitlarini hisobga olish kerak.

Shaharlarda sanoat ob‘ektlarini joylashtirishda quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Ob‘ektning shahar atrof-muhitiga va mikroiklimga salbiy ta‘sirini bartaraf etish yoki minimallashtirish.

2. Turar-joy mavzesi va sanoat maydonchasi o‘rtasidagi eng qisqa transport aloqalarini ta‘minlash.

3. Yerdan unumli foydalanish va qurilish maydonchasining relyefi va tuproqlari uchun sanoat qurilishi talablariga javob berish.

4. Sanoat markazi yoki sanoat zonasining umumiy hududida qurishni rejalashtirish va ob‘ektlarni joylashtirish.

Sanoat korxonalarining salbiy ta‘siriga quyidagilar kiradi:

- zararli yoki yomon hidli moddalarni (tutun, uglerod, bug‘lar, yoqimsiz hidlar va boshqalar) chiqarish;

- tebranish va shovqin ta‘siri;

- elektromagnit to‘lqinlar, radiochastotalar, radiomagnit nurlanish va nurlanish ta‘siri [2].

Sanitariya muhofazasi zonasini tashkil qilishda ifloslanish darajasini va zararli moddalar kontsentratsiyasining ajralish manbalaridan turli masofalarda tarqalishini hisobga olish kerak. Baland quvurlardan chiqadigan chiqindilar kattaroq masofalarda umumiy ifloslanish darajasini oshiradi: yuqori va issiq chiqindilar uchun maksimal ifloslanish zonasi quvur balandligining 10 dan 40 barobariga teng masofada joylashgan bo‘ladi. Sovuq, past ajralmalar, shuningdek, past deb tasniflanishi mumkin bo‘lgan kutilmagan ajralmalar uchun maksimal ifloslanish zonasi quvur balandligidan 5 dan 20 barobarga teng masofada joylashgan bo‘ladi.

Chiqaradigan xavfli ajratmalar darajasiga qarab, barcha korxonalarni beshta sinfga bo'lish mumkin. Har bir sinf o'zining sanitariya muhofazasi zonasiga ega - turar-joy hududi chegarasidan korxona chegarasigacha bo'lgan masofa:

1-sinf – 1000 m (magnezit, dolomit, shamot, asbest va asbest mahsulotlarini ishlab chiqarish);

2-sinf – 500 m (statsionar zavodlarda portlend sement, gips, ohak, asfalt-beton ishlab chiqarish);

3-sinf – 300 m (ruberoid, qurilish polimer materiallari, qurilish o'tga chidamli buyumlar, uy qurilishi zavodi, sun'iy tosh ishlab chiqarish, gips buyumlari, bitum ishlab chiqarishkorxonalari);

4-sinf - 100 m (marmarga mexanik ishlov berish, loydan mahsulot ishlab chiqarish, shag'al, qum va loy karerlari, beton ishlab chiqarish zavodlari);

5-sinf – 50 m [3].

Korxonalarni joylashtirishda shamol yo'nalishini hisobga olish shaharni sanoat ishlab chiqarishining zararli ta'siridan himoya qilishning samarali vositasi hisoblanadi. Atmosfera havosini ifloslantiruvchi manbalar bo'lgan ob'ektlar aholi punktlaridan shamol yo'nalishiga teskari joylashgan bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda elektr issiqlik stansiyalarida asosan ko'mir yoqilg'isidan foydalanib kelinmoqda. Ko'mir yoqilg'isidan foydalanish natijasida ushbu elektr issiqlik stansiyalarida katta miqdordagi sanoat chiqindilar kultoshqol (zoloshlak) paydo bo'ladi. Bu sanoat chiqindisi o'z o'rnida atrof muhitga ya'ni tabiatga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. O'zbekistondagi ko'mirning o'rganilgan zahiralari 1900 million tonnani tashkil etadi, shu jumladan ko'mir - 1853, tosh ko'mir - 47, taxmin qilingan resurslar - 5760, shundan jigarrang ko'mir - 5188,2; tosh - 571 million tonna.

Yuqorida aytib o'tilganlardan ko'rinib turibdiki, qazib olinadigan ko'mirning 70% dan ortig'i Angren konining jigarrang ko'miridir, unda kaloriya miqdori kam va kul miqdori ko'p. Bundan tashqari, asosiy tadqiqotlar Farg'ona va Pop IES kullarida, shuningdek Angren konidan olinadigan jigarrang ko'mir ishlatiladigan Angren IES kultoshqolida olib borildi. Ushbu turdagi chiqindilarning kimyoviy tarkibi ba'zi qurilish materiallarining texnologik xususiyatlarini oshirishi, bu esa qurilish jarayonida sezilarli ustunlikka ega ekanligi ma'lum bo'ldi. Beton ishlab chiqarishda kul va shlakdan foydalanish masalasida mahalliy va xorijiy olimlarning asarlari o'rganildi. Ushbu maqolalar mualliflari qurilishda kul va yoqilg'i shlaklaridan samarali foydalanish usullarini batafsil tahlil qilishadi. Sanoat chiqindilarining eng katta potensial iste'molchisi bu qurilish materiallari sanoatidir, bu yerda xom ashyoning ulushi 50% ga yetadi. Qurilish sanoatida, sanoat chiqindilaridan foydalanish mahsulot tannaxsini pasaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishning istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. Shu bilan birga, chiqindilarni ishlatish tabiiy xom ashyoga qaraganda 2-3 baravar arzon ekanligi ma'lum. Qurilish materiallari bozorida eng kam va energiya talab qiladigan beton komponenti sement hisoblanadi. Yetakchi ilmiy-tadqiqot institutlari va boshqa tashkilotlarning uzoq muddatli nazariy va eksperimental tadqiqotlari IESlardan chiqadigan kul va shlak chiqindilarini beton va temir-beton ishlab chiqarishga joriy etishning yuqori samaradorligini isbotladi. Masalan, kvarts qumi o'rniga issiqlik elektr stansiyalarida paydo bo'ladigan kul va shlak chiqindilaridan foydalanish hamda uning zichligini 40-80 kg / m³ ga va 1m³ beton uchun sement sarfini 15-50 kg ga kamaytirishi mumkin. Bu betonning korroziyaga chidamliligini va issiqlik ko'rsatkichlarini oshiradi. Paydo bo'ladigan kuldan foydalanish sementda maksimal tejamkorlikni beradi (agregatlarning turiga, sifatiga va konstruksiyalar turiga qarab 10-25%). Kultoshqol yuqori darajada maydalagichga va ozgina aniq sirt maydoniga ega bo'lganligi sababli, ular aralashmada teng ravishda tarqalib, sement zarralari orasidagi bo'shliqlarni samarali ravishda to'ldiradi. Mikro plomba moddasi beton donalari orasidagi bo'shliqlarni zichroq to'ldirish hisobiga aralashmaning zichligini oshiradi. Bunday betonning bo'shliqlari kichikligi sababli, mahsulotning yuzasi silliq bo'ladi. Sementga kul qo'shilganda betonning sovuqqa chidamliligi o'zgarmaydi. Bundan tashqari, kul ishlov berish qobiliyatini yaxshilashi mumkinligi ta'kidlangan. Buning sababi kulning vitriflangan yuzasiga ega bo'lishi, bu zarrachalarning bir-biriga ishqalanishini kamaytiradi va umumiy yopishqoqlikni oshirishga olib keladi. Kul miqdori 30% dan oshmasligi kerak, chunki bunday moddaning kiritilishi betonning harakatchanligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. 30% dan ortiq kul miqdori bilan biriktirgichning iste'moli oshadi va betonning mustahkamligi pasayadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, kundan foydalangan holda beton iqtisodiy nuqtai nazardan ancha foydalidir, chunki aralashmaning tarkibiga arzon xom ashyo qo'shilishi sababli sement miqdori kamayadi. Qurilish materiallarining yengilligi ularni poydevor qo'yishda to'ldiruvchi sifatida ishlatishga imkon beradi. Mutaxassislarning ta'kidlashicha, mahsus yelim zolobeton bloklari bilan ishlashda bir qator afzalliklarga erishishga imkon beradi [4].

Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalarni joylashtirishda yuqorida aytib o'tilgan tartib va qoidalarga amal qilish qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarini barqaror ishlashini ekologiya va atrof -muhitga zararini minimallashtirishga olib keladi. Korxonalarni joylashtirishda shamol yo'nalishini hisobga olish shaharni sanoat ishlab chiqarishining zararli ta'siridan himoya qilishning samarali vositasi hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Проектирование промышленных зданий предприятий стройиндустрии: учебное пособие / Л. И. Гулак, В. В. Власов, М. В. Агеенко; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 75 с
- [2]. Рубинов Ю.М «Организация и планирование заводского производства. Управление предприятием». Изд-во ПГТУ, 2011.-420
- [3]. ShNQ 1.01.01-09 Qurilish sohasidagi normativ hujjatlar tizimi.
- [4]. SHNQ 1.03.01-03 Korxonalar, binolar va inshootlar uchun kapital qurilishning loyiha hujjatlari tarkibi, uni tayyorlash, ishlab chiqish, kelishish va tasdiqlash

METHODS FOR STABILIZING THE OUTPUT VOLTAGE OF LOW-POWER WIND GENERATORS AND ANALYSIS OF ECONOMIC EFFICIENCY

S.F. Ergashev, N. Umaraliev, A.A. Rakhimov

*Fergana State Technical University,
(Received on September 15 th, 2025.)*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada chekka va tog'li hududlardagi aholi va kichik korxonalarda shamol elektr stansiyalarida chiqish kuchlanishini barqarorlashtirish va undan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi tahlil qilingan va natijalardan foydalanilib xulosalar keltirilgan.*

Kalit so'zlar: *Shamol energiyasi, shamol tezligi, shamol generatori, chiqish kuchlanishi va oqim quvvati.*

Аннотация. *В данной статье анализируется экономическая эффективность стабилизации и использования выходного напряжения на ветряных электростанциях у населения и малых предприятий в отдаленных и горных районах и приводятся выводы с использованием полученных результатов.*

Ключевые слова: *энергия ветра, скорость ветра, ветрогенератор, выходное напряжение и сила тока.*

Abstract. *This article analyzes the economic efficiency of stabilizing and using the output voltage at wind farms for the population and small businesses in remote and mountainous areas and draws conclusions using the results obtained.*

Keywords: *wind energy, wind speed, wind turbine, output voltage and amperage.*

Among alternative energy sources, wind energy is considered one of the most promising options for remote and mountainous regions. The first group of consumers includes those that do not require constant voltage and frequency. These primarily include water and air heaters (electric boilers, dryers, etc.), asynchronous motors in simple mechanisms, street and emergency lighting with incandescent lamps, and others. The second group includes consumers that require constant voltage at any frequency. This group (in addition to the consumers mentioned above) includes irons, modern audio and television equipment, DC motors, and accumulator batteries (after conversion). The third group includes consumers that require both constant voltage and frequency. These include asynchronous motors in many mechanisms (pumps, fans, grindstones, electromechanical tools,

household appliances and mechanisms—washing machines, vacuum cleaners, coffee grinders, refrigerators, etc.), high-quality lighting, and outdated audio and television equipment [1].

The reason for this is that wind currents in mountainous areas are significantly stronger and more stable compared to plains. For example, in the mountainous regions of Uzbekistan, wind speeds typically range from 4–10 m/s, and in some cases can reach up to 20 m/s. Such conditions significantly enhance the potential for efficient use of wind energy [2].

The instability of wind flow and loads often prevents consumers from being supplied with the required quality of electrical energy. Thus, changes in wind speed and direction lead to variations in the rotational speed of the wind turbine, and consequently, the rotational speed of the electric generator's rotor. In turn, changes in the rotor's rotational speed result in variations in the amplitude of the generated voltage or both the amplitude and frequency, depending on the type of generator.

In remote and mountainous areas, where population density is low and the demand for electrical energy is relatively small, the use of low-power wind generators is appropriate. When utilizing wind or solar energy, a system typically consisting of three main technical components is employed:

The output voltage parameters of a wind energy device can generally be stabilized using the following three methods:

1. Stabilizing the rotor speed of the wind energy device's generator regardless of wind speed and the load of electricity consumers (mechanical stabilization);
2. Stabilizing the output voltage parameters of the wind energy device under variable rotor speed and variable load conditions (electrical stabilization);
3. A hybrid method combining the above two approaches.

Another method for stabilizing the rotor speed of a generator is as follows: The wind turbine rotates at a variable frequency that corresponds to the speed for maximum utilization of wind energy. Synchronous generators have a high power factor ($\cos\varphi$) and do not degrade the operating conditions of the grid (when operating in parallel with the grid). However, a significant drawback of synchronous generators is the need for precise stabilization of the rotor's rotational speed. During operation, only minor amplitude fluctuations in rotational speed, equivalent to 1-2% of the nominal value, are allowed for short durations (in fractions of a second) [3]

The advantages of asynchronous generators include their low cost, simple, and reliable design. A notable advantage of asynchronous generators over synchronous ones is their ability to operate within a certain range of rotor rotational speeds. They allow for unlimited operation over time, with fluctuations in rotor speed not exceeding 2% of the specified value. The main disadvantage of asynchronous generators is that they require a source of reactive power, which they draw from the grid or specially connected capacitors, thereby reducing the grid's power factor.

In this case, the following types of generators can be used as electrical energy generators: synchronous, permanent magnet synchronous, asynchronous with a wound rotor, and DC collector generators [4].

Stabilization using electronic control systems: The stabilization of the output voltage parameters of a wind energy device under variable rotor speed and load conditions can be achieved either through generator control or by using a specialized inverter that converts the generator's variable amplitude and frequency voltage into stabilized voltage with the desired parameters. The most promising methods for voltage and frequency stabilization include:

Voltage stabilization, rectification, and inversion: The generator's voltage with variable amplitude and frequency is first stabilized and rectified using a controlled rectifier, then converted by an inverter (either autonomous or grid-controlled) into voltage with the required parameters.

Direct conversion using a thyristor converter: A thyristor-based frequency converter with a variable control angle directly converts the generator's voltage into stabilized voltage with the desired frequency. Use of a Modulating Generator with Thyristor Demodulation: A modulating generator is used, followed by demodulation via a thyristor demodulator [5].

Application of synchronous and asynchronized synchronous generators with dual-axis excitation: These generators are employed to achieve stabilization.

In the first method, the generator's voltage with variable amplitude and frequency is initially stabilized and rectified using a controlled rectifier, then transformed by an inverter into voltage with the required parameters.

Importance of wind speed measurement in generator selection: Accurate measurement of wind speed in a given region is crucial when selecting a wind generator, as wind speed varies over time. Therefore, observations are conducted at different times of the day, across different months, and even seasons to determine the average wind speed. Based on this average, the appropriate power capacity of the wind generator is selected.

Wind energy in remote and mountainous areas: Wind energy is one of the most viable alternative energy sources in mountainous and remote areas, where small-scale wind turbines are particularly cost-effective and technically efficient for individual households and farms. Regular monitoring of wind speed, proper selection of equipment, and equipping the energy system with energy storage and protective components ensure reliable energy utilization.

Although the electricity demand in remote areas is generally lower than in large industrial zones, peak consumption in households typically occurs in the morning and evening. During these periods, multiple electrical appliances may be used simultaneously, resulting in a total load of approximately 4 kW.

Extending centralized power lines to such areas requires significant investment, making it economically unfeasible for individual households or small rural farms. In such cases, local energy sources—such as wind generators, solar panels, or hybrid systems combining both—are the most practical solutions. Determining energy consumption for battery integration

To determine the power supply requirements for accumulator batteries, hourly energy consumption is calculated.

$$P_{\text{hour}} = P_{\text{month}} / n_{\text{day}} * 24$$

The total energy is calculated as $400/30/24 = 555$ kWh (kilowatt-hours). If the average wind speed in the region is around 4 m/s, the generator can produce energy at 30-40% of its rated capacity. For the generated energy at 30-40% to equal 555 kWh, the generator's rated power should be approximately 1700-2000 W.

If the annual average wind speed is less than 6.5 m/s, the wind generator operates at 40% of its rated capacity. When selecting the generator's power, the calculation is as follows: $7.64 \text{ kWh} / 40\% = 19.1 \text{ kWh}$. Therefore, the generator's capacity must be at least 19.1 kW. In this case, we can choose a single 20 kW wind generator or, considering sufficient wind speed and the availability of space for installation, opt for two 10 kW wind generators.

Conclusion: For scenarios where consumers can obtain energy from a wind generator, we have selected wind generators suitable for individual households and small guesthouses. However, their efficiency coefficient must be taken into account. In micro-hydropower stations, this coefficient ranges from 60-75% (when the flow is seasonally stable), while for solar panels, it ranges from 14-17%.

References

- [1]. Abhishiktha Tummala, Ratna Kishore Velamati, Dipankur Kumar Sinha, V. Indrāja, V. Hari Krishna, “A review on small scale wind turbines” Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016.
- [2]. Wang D., Chang L. «An intelligent maximum power extraction algorithm for inverter-based variable speed wind turbine systems», IEEE Transactions in Power Electronics, vol. 19, no. 5, pp. 1242-1249, September 2004.
- [3]. Paula Peña-Carro, Óscar Izquierdo-Monge, Luis Hernández-Callejo, Gonzalo Martín-Jiménez, “ Small wind turbines study and integration in a peri-urban microgrid” Paula Peña-Carro 2021.
- [4]. Arifujjaman M, Iqbal M. T, Quaicoe J. E. “Reliability analysis of grid connected small wind turbine power electronics” Applied Energy, 2009.
- [5]. Pirmatov N, Saitov E, Dungboev Sh, Abduganiev J. “Shamol elektr stansiyalarining chiqish kuchlanish parametrlarini rostdlash usullarini tadqiq etish” Tashkent 100149, Uzbekistan January 8, 2024.

TEXNIK TIZIMLARDA AXBOROT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH USULLARI

O.S. Olimova

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
odinakhonolimova68@gmail.com, 91 120 11 60
 (Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnik tizimlarda axborot xavfsizligini ta'minlash masalasi ko'rib chiqiladi. Dasturiy va apparat vositalarining integratsiyalashgan holatda ishlashi, ularning kiberxavfsizlik tahdidlariga qarshi himoyalanganligi hozirgi davrda muhim omilga aylangan. Maqolada axborot xavfsizligining asosiy tushunchalari, tahdid turlari, zamonaviy himoya usullari hamda foydalanuvchining roli ilmiy-nazariy va amaliy asosda tahlil qilinadi. Xususan, kriptografik algoritmlar, autentifikatsiya vositalari, tarmoq xavfsizligi, xavfsizlik naxshalari va monitoring texnologiyalari asosida axborotni muhofaza qilish yondashuvlari yoritilgan.

Kalit so'zlar: axborot xavfsizligi, texnik tizimlar, kriptografiya, tarmoq xavfsizligi, autentifikatsiya

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения информационной безопасности в технических системах. Современные технологические решения требуют комплексной защиты данных от внутренних и внешних угроз. Анализируются основные понятия информационной безопасности, виды угроз, современные методы защиты, а также значение человеческого фактора. Особое внимание уделяется криптографическим алгоритмам, системам аутентификации, сетевой безопасности, резервному копированию и технологиям мониторинга.

Ключевые слова: информационная безопасность, технические системы, криптография, сетевая безопасность, аутентификация

Annotation. This article explores the issue of ensuring information security within technical systems. The integration of software and hardware requires robust protection against cybersecurity threats. The study presents an overview of fundamental information security concepts, types of threats, modern protection techniques, and the role of users. Special emphasis is placed on cryptographic algorithms, authentication mechanisms, network security, data backups, and monitoring technologies.

Keywords: information security, technical systems, cryptography, network security, authentication.

Texnologiyalar tobora murakkablashib borar ekan, texnik tizimlarning ishonchli ishlashi ko'p jihatdan axborot xavfsizligiga bog'liq bo'lib qoldi. Bugungi kunda sanoat, energetika, transport, tibbiyot va boshqa ko'plab sohalarda qo'llanilayotgan avtomatlashtirilgan tizimlar nafaqat funksional jihatdan, balki xavfsizlik nuqtai nazaridan ham talabchanlikni oshirmoqda. Har qanday axborot tizimida mavjud bo'lgan ma'lumotlar uni ishlatuvchi shaxslar va tashkilotlar uchun katta qiymatga ega. Shu sababli ularni himoya qilish texnik va tashkiliy chora-tadbirlar asosida kompleks ravishda amalga oshiriladi.

Texnik tizimlar doimiy ravishda axborot almashinuvida qatnashadi. Bu axborotlar tarmoq orqali uzatilayotganda, saqlanayotganda yoki qayta ishlanayotganda turli tahdidlarga duch keladi. Tahdidlar tashqi va ichki manbalardan kelib chiqishi mumkin. Masalan, zararli dasturlar, xizmat ko'rsatishni to'xtatuvchi hujumlar (DoS), ma'lumotlarni o'g'irlash, foydalanuvchi xatolari yoki ataylab qilingan harakatlar axborot xavfsizligini buzishi mumkin[1]. Aynan shunday holatlarning oldini olish maqsadida axborotni himoya qilishning bir nechta samarali usullari ishlab chiqilgan.

Avvalo, ma'lumotlarni shifrlash orqali himoya qilish keng tarqalgan va ishonchli yondashuv hisoblanadi. Kriptografiya usullari yordamida axborot maxfiyligi saqlanadi, ya'ni ruxsatsiz shaxslar tomonidan o'qilishi yoki o'zgartirilishi imkonsiz bo'ladi. Simmetrik va assimetrik algoritmlar, masalan, **AES**(*Advanced Encryption Standard*)¹ va **RSA**(*Rivest-Shamir-Adleman*)², real tizimlarda

¹ **AES** – bu simmetrik kalitli shifrlash algoritmi bo'lib, ma'lumotlarni tez va ishonchli tarzda shifrlash uchun ishlatiladi. U 128, 192 yoki 256 bitli kalitlar bilan ishlaydi va ko'plab davlat va tijorat tizimlarida ma'lumotlarni himoya qilishda qo'llaniladi.

² **RSA** – bu assimetrik kalitli shifrlash algoritmi bo'lib, oxhiq va yopiq kalitlar yordamida ishlaydi. U xavfsiz ma'lumot uzatish, raqamli imzo va autentifikatsiyada keng qo'llaniladi. Ma'lumotlarni shifrlash uchun bir kalit (oxhiq), yexhish uchun esa boshqa kalit (yopiq) ishlatiladi.

qo'llaniladi. Shuningdek, xabarning yaxlitligini ta'minlash uchun xesh-funksiyalar[2], raqamli imzo va sertifikatlar tizimi ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Shaxsni aniqlash va unga kirish huquqlarini belgilash ham axborot xavfsizligining muhim komponentidir. Kuchli parollar, biometrik autentifikatsiya (barmoq izi, yuzni aniqlash), va ikki bosqichli tekshirish foydalanuvchini noto'g'ri kirishlardan himoya qilishda katta rol o'ynaydi.

Tarmoq xavfsizligini ta'minlash uchun esa zamonaviy vositalar – xavfsizlik devorlari (firewall), tarmoq trafikini nazorat qiluvchi tizimlar (IDS/IPS), virtual xususiy tarmoqlar (VPN) va xavfsiz aloqa protokollari (HTTPS, SSL/TLS) keng qo'llaniladi. Bu texnologiyalar orqali ma'lumotlar tarmoq bo'ylab uzatilayotganida himoya qilinadi.

Bundan tashqari, texnik tizimlarda ma'lumotlarni yo'qotmaslik uchun doimiy zaxira nusxalarini yaratish muhim hisoblanadi. Bu, ayniqsa, kiberhujumlar yoki texnik nosozliklar natijasida yuzaga keladigan talafotlarni kamaytiradi. Zaxira nusxalar saqlash uchun bulutli texnologiyalar, tashqi ombor qurilmalari yoki maxsus serverlar qo'llaniladi.

Yana bir muhim jihat — foydalanuvchilarning xatti-harakatlarini monitoring qilishdir. Har qanday shubhali harakatlar avtomatik tizimlar orqali aniqlanib, zarur choralar ko'riladi. Sun'iy intellekt asosidagi tahdidlarni aniqlash tizimlari yirik korporativ tarmoqlarda ayniqsa samarali hisoblanadi. Monitoring tizimlari foydalanuvchi faoliyatini log fayllar orqali doimiy kuzatadi. Shuningdek, texnik tizimlarning xavfsizligini ta'minlashda foydalanuvchilarni axborot madaniyatiga o'rgatish[3], xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish va qat'iy rioya etish ham zarur hisoblanadi.

Respublikamizda mustaqillik yillaridan boshlab axborot xavfsizligini milliy xavfsizlikning ajralmas tarkibiy qismi sifatida qarab kelinmoqda. Xususan, so'nggi yillarda raqamli transformatsiya jarayonlarining tezlashuvi, elektron hukumat tizimlarining kengayishi va onlayn xizmatlarning ko'payishi axborot xavfsizligini ta'minlash masalasini ustuvor yo'nalishga aylantirdi. Shu sababli hukumat tomonidan muhim normativ-huquqiy hujjatlar qabul qilinib, zamonaviy texnologik yechimlar joriy etilmoqda.

2022-yilda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Axborot xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi qarori asosida "Axborot xavfsizligi konsepsiyasi" tasdiqlandi. Ushbu konsepsiyada davlat axborot resurslarini himoya qilish, tarmoq infratuzilmasining xavfsizligini mustahkamlash, muhim axborot infratuzilmasini hujumlardan himoya qilish va kiberxavfsizlik bo'yicha kadrlar tayyorlash asosiy ustuvor yo'nalishlar sifatida belgilab qo'yilgan.

Shuningdek, 2023-yil dekabr oyida qabul qilingan "Kiberxavfsizlik to'g'risida"gi qonun axborot va texnologik infratuzilmalarni himoya qilishga oid aniq huquqiy normalarni belgilab berdi. Ushbu qonun doirasida muhim axborot infratuzilmasi ob'ektlari ro'yxati shakllantirilib, ularni hujumlardan himoya qilishda davlat va xususiy sektorlar o'rtasida hamkorlik mexanizmlari yo'lga qo'yildi[4].

Bundan tashqari, "O'zbekiston kiberxavfsizlik markazi"ning tashkil etilishi orqali davlat organlari, banklar, oliy ta'lim muassasalari va boshqa tashkilotlar uchun doimiy monitoring, xavflarni aniqlash va ularni bartaraf etish xizmatlari yo'lga qo'yildi. Markazda xalqaro standartlarga mos ravishda tahdidlarni baholash, xodimlarni sertifikatlash va axborot tizimlarining himoya darajasini oshirish ishlari olib borilmoqda.

Ta'lim tizimida esa "Axborot xavfsizligi" mutaxassisligi bo'yicha alohida bakalavriat va magistratura yo'nalishlari ochilib, yoshlar bu sohada chuqur bilim va amaliy ko'nikmalarga ega bo'lishmoqda. Bu esa kadrlar salohiyatini oshirish va milliy xavfsizlikni ichki resurslar hisobidan ta'minlashga xizmat qilmoqda.

Texnik tizimlarda axborot xavfsizligini ta'minlash ko'p bosqichli, murakkab va barqaror yondashuvlarni talab etadi. Bunda texnologik yechimlar bilan bir qatorda inson omili ham katta rol o'ynaydi. Kriptografik himoya, autentifikatsiya, tarmoq xavfsizligi, ma'lumotlarni zaxiralash, foydalanuvchi monitoringi kabi usullar birgalikda qo'llanilgandagina to'liq xavfsizlik tizimini yaratish mumkin. Axborot xavfsizligi — bu texnik tizimlarni ishonchli ishlatishning asosi va zamonaviy jamiyatda har bir foydalanuvchining javobgarligidir.

Adabiyotlar

- [1] Andress J. (2019). The Basixs of Information Sexurity. Elsevier.
- [2] Халилов К.К. (2020). Информационная безопасность: методы и средства защиты. Москва: Горячая линия.
- [3] O‘zbekiston Respublikasi Axborot xavfsizligini ta’minlash konsepsiyasi, 2022-yil.
- [4] ISO/IEX 27001:2022 - Information sexurity management systems – Requirements.

**AXBOROT TIZIMLARIDA XAVFSIZLIK BUZILISHLARI VA ULARNING
OQIBATLARINI KAMAYTIRISH USULLARI**

S.A. G‘anijonov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
ganijonovsarvarbek2@gmail.com, tel: +99891 114-97-98
[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Maqolada zamonaviy axborot tizimlari va internet tarmoqlarida uchraydigan asosiy tahdidlar: kiberhujumlar, ziyonli dasturlar, firibgarlik, hamda ma'lumotlarni o'g'irlash kabi xavflar batafsil yoritiladi. Shuningdek, bu muammolarni bartaraf etish uchun ishlatilayotgan himoya usullari, jumladan, shifrlash texnologiyalari, xavfsizlik devorlari (firewall), antivirus dasturlari va xodimlar uchun axborot xavfsizligi bo'yicha o'quv dasturlarining ahamiyati tahlil qilinadi. O'zbekistonda va dunyo miqyosida axborot xavfsizligi bo'yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar, xalqaro standartlar va milliy qonunchilikdagi so'nggi o'zgarishlar ham ko'rib chiqiladi. Maqola, ayniqsa, raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan davrda davlatlar va kompaniyalar uchun axborot xavfsizligining qanchalik muhim ekanligini ko'rsatib beradi.

Kalit so'zlar: axborot xavfsizligi, kiberhujumlar, shifrlash, antivirus, xalqaro standartlar, ma'lumotlarni himoya qilish.

Аннотация: В статье подробно описаны основные угрозы современным информационным системам и сетям Интернет: кибератаки, вредоносное ПО, мошенничество и кража данных. Также анализируется важность методов защиты, используемых для преодоления этих проблем, включая технологии шифрования, межсетевые экраны, антивирусное программное обеспечение и программы обучения сотрудников информационной безопасности. Меры информационной безопасности, международные стандарты и последние изменения в национальном законодательстве также рассматриваются в Узбекистане и во всем мире. В статье показано, насколько важна информационная безопасность для стран и компаний, особенно в эпоху стремительного развития цифровых технологий

Ключевые слова: информационная безопасность, кибератаки, шифрование, антивирус, международные стандарты, защита данных.

Abstract: The article details the main threats to modern information systems and Internet networks: cyber-attacks, malware, fraud, and data theft. It also analyzes the importance of protection methods used to overcome these problems, including encryption technologies, firewalls, anti-virus software, and information security training programs for employees. Information security measures, international standards and recent changes in national legislation are also considered in Uzbekistan and globally. The article shows how important information security is for countries and companies, especially in the era of rapid development of digital technologies.

Key words: information security, cyber attacks, encryption, antivirus, international standards, data protection.

Bugungi kunda axborot xavfsizligi sohasida tahdidlar faqat texnologik muammolarni emas, balki iqtisodiy, ijtimoiy va hatto siyosiy ta'sirlarni ham o'z ichiga oladi. Kiberjinoyatchilik va axborot urushlari ko'plab davlatlar va kompaniyalar uchun real tahdid bo'lib, global xavfsizlik uchun jiddiy xavf tug'diradi. Shu sababli, axborot xavfsizligini ta'minlash usullari va texnologiyalariga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Maqolada ushbu tahdidlar va ularga qarshi kurashish usullari, jumladan, shifrlash texnologiyalari, xavfsizlik devorlari, monitoring tizimlari va kiberhujumlardan himoyalaniş texnikalari batafsil yoritiladi.

Axborot xavfsizligi milliy va xalqaro darajada standartlashtirilgan qonunchilik va siyosiy

chora-tadbirlar orqali ham mustahkamlanib borayotgan bo‘lib, bu sohada ko‘plab rivojlanish tendensiyalari kuzatilmoqda. O‘zbekiston ham bu borada jiddiy qadamlar tashlamoqda, milliy qonunchilik va xalqaro hamkorliklar orqali axborot xavfsizligi darajasini oshirishga harakat qilmoqda.

Axborot xavfsizligi bugungi kunda har bir tashkilot va davlat uchun strategik ahamiyat kasb etmoqda. Digital texnologiyalarning tez rivojlanishi bilan bir qatorda, axborotga nisbatan xavf-xatarlar ham sezilarli darajada ortmoqda. Korxonalar, davlat organlari, hatto oddiy fuqarolar ham bu zamonaviy tahdidlar qarshisida o‘z axborotlarini himoya qilishga majbur. Ushbu maqolada zamonaviy axborot xavfsizligi tahdidlari, ular bilan bog‘liq xavflar va ularni bartaraf etish uchun qo‘llaniladigan usullar haqida ma‘lumot beriladi.

Axborot xavfsizligiga tahdidlar kundan kunga o‘zgarib bormoqda. Quyidagi tahdidlar zamonaviy davrda eng keng tarqalganlari hisoblanadi:

1. **Kiberhujumlar:** Kiberjinoatchilar shaxsiy va tijorat axborotlariga ruqsatsiz kirishga intiladilar. Ular ma‘lumotlarni o‘g‘irlash, o‘zgartirish yoki yo‘q qilish uchun turli xil viruslar, zararli dasturlar, phishing hujumlaridan foydalanadilar.
2. **Phishing va Spear-Phishing:** Phishing – aldov yo‘li bilan axborotni o‘g‘irlash. Spear-Phishing esa aniq bir shaxs yoki tashkilotga qaratilgan xususiylashtirilgan hujum bo‘lib, foydalanuvchi shaxsiy yoki moliyaviy ma‘lumotlarni oshkor qilishga majbur qilish uchun mo‘ljallangan.
3. **Ransomware (Vikuflash dasturlari):** Ushbu dasturlar tizimdagi ma‘lumotlarni shifrlab qo‘yib, foydalanuvchidan ma‘lum bir pul to‘lashni talab qiladi. Ushbu turdagi tahdidlar tashkilot va korxonalarga katta zarar yetkazadi.
4. **DoS va DDoS hujumlari:** DoS (Denial of Service) va DDoS (Distributed Denial of Service) hujumlari tizimni uzoq vaqt davomida foydalanishga yaroqsiz holga keltiradi. Bu holatda serverlar va tarmoq resurslari ortiqcha yuklanish natijasida ishlamay qoladi.
5. **Ichki tahdidlar:** Tashkilot ichida ishlayotgan xodimlar tomonidan sodir etiladigan tahdidlar. Bu turdagi tahdidlar ichki ma‘lumotlarni sotish yoki maxfiylikni buzish ko‘rinishida bo‘ladi. Zamonaviy tahdidlarga qarshi samarali kurashish uchun axborot xavfsizligi bo‘yicha muhim choralar ko‘rilishi kerak:
1. **Ma‘lumotlarni shifrlash:** Shifrlash texnologiyalari yordamida axborot shunday o‘zgartiriladiki, uni faqat ruqsat berilgan shaxslar o‘qiy oladi. Bu usul axborotning ruqsatsiz o‘qilishining oldini oladi.
2. **Firewall va antiviruslar:** Firewall dasturlari tarmoqqa ruqsatsiz kirishni oldini oladi, antiviruslar esa zararli dasturlarni aniqlash va yo‘q qilish imkonini beradi. Ular axborotni himoya qilishning asosiy texnologik vositalaridir.
3. **Autentifikatsiya va identifikatsiya:** Tizimlarga kirish uchun foydalanuvchilardan ikki bosqichli autentifikatsiya talab qilish orqali xavfsizlik darajasini oshirish mumkin. Ushbu usul foydalanuvchini tasdiqlash uchun ikki xil omildan foydalanishni o‘z ichiga oladi: masalan, parol va SMS kod.
4. **Kiber xavfsizlik xodimlarini o‘qitish:** Xodimlar kiberxavfsizlik sohasida muntazam o‘qitilishi kerak. Phishing hujumlarini tanish, xavfsiz parollar yaratish, maxfiy ma‘lumotlarni saqlash borasida xabardorlik darajasini oshirish orqali ichki xavflarni kamaytirish mumkin.
5. **Backup va data rezervatsiyasi:** Zararli hujumlar natijasida yo‘qotilishi mumkin bo‘lgan ma‘lumotlarni qayta tiklash uchun muntazam zaxira nusxalar olish zarur. Bu usul orqali ransomware va boshqa tahdidlardan zararsiz chiqish osonlashadi.

Narsalar Interneti (IoT) tarmoqlariga qarshi kiber tahdidlarni kamaytirishning innovatsion usuli Nour Moustafa va boshqalarning "Internet of Things (Internet of Things) tarmoq trafigini himoya qilish uchun taklif qilingan statistik oqim xususiyatlariga asoslangan ensambli hujumni aniqlash texnikasi" maqolasida taqdim etilgan. U DNS, HTTP va MQTT protokollariga qaratilgan. Tadqiqot ushbu protokollardan statistik oqim xususiyatlarini ajratib olish va Decision Trees, Naive Bayes va Sun'iy neyron tarmoqlarini birlashtirgan AdaBoost

ansamblini o'rganish usulini qo'llash orqali zararli hodisalarni, ayniqsa botnet hujumlarini aniqlashni yaxshilashga qaratilgan. Individual tasniflash usullari va boshqa ilg'or usullar bilan solishtirganda, tavsiya etilgan texnika yuqoriroq aniqlash tezligi va kamroq noto'g'ri musbatlar nuqtai nazaridan va'da beradi. Hujjat xulosada buni qanday kengaytirish mumkinligi haqida ba'zi fikrlarni taqdim etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Hildebrandt, M. and Tieleman, L. (2013) Data Protection by Design and by Default: A New Paradigm for the Information Society. In: Hildebrandt, M., O'Hara, K. and Waidner, M., Eds., Digital Enlightenment Yearbook 2013 (pp. 165-184), IOS Press, (Paper on Data Protection by Design and by Default).
- [2]. Thaler, R.H. and Sunstein, C.R. (2008) Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness. Penguin Books. (Influential Book on Nudging and Behavioral Economics)
- [3]. Aloq va axborotlashtirish sohasida axborot xavfsizligi. Atamalar va tariflar. Tarmoq standarti: TSt 45-010-2010
- [4]. "Axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarning joriy etilishini nazorat qilish, ularni himoya qilish tizimini takomillashtirish chora tadbirlari to'g'risida" O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori.
- [5]. Kambe, T. (1984) Axisymmetric Vortex Solution of Navier-Stokes Equation. Journal of the Physical Society of Japan, 53, 13-15.
- [6]. O'zbekiston Respublikasi "Axborotlashtirish to'g'risida"gi qonuni. 2003 yil
- [7]. G'aniyev S. K., Karimov M. M., Tashev K. A. Axborot xavfsizligi. Toshkent 2007.

СЎХ ТЎЙИНТИРУВЧИ КАНАЛИДА ОЛИБ БОРИЛГАН НАТУРА ВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАРНИ ТАҚОСЛАШ УСУЛЛАРИ

И.Х. Тохиров

Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)

Аннотация: Ушбу мақолада сўх тўйинтирувчи магистралда каналида олиб борилган дала тадқиқотларидан олинган натижаларни сонли экспериментал натижалари билан таққослаш усуллари тадқиқ қиламиз.

Калит сўзлар: Сўх тўйинтирувчи магистрал канали, гидравлик параметрлар, сув оқимлари, экспериментал тадқиқ қилинди;

Аннотация: В данной статье мы исследуем методы сравнения результатов полевых исследований, проведенных на насыщенном магистральном канале, с результатами численных экспериментов.

Ключевые слова: Экспериментально исследован основной канал сатуратора Сох, гидравлические параметры, расходы воды;

Abstract: In this article, we investigate methods for comparing results from field studies conducted on a saturated main canal with numerical experimental results.

Key words: The main channel of the Sokh saturator, hydraulic parameters, water flows, were studied experimentally.

Сўх тўйинтирувчи каналнинг чегаравий қирқимларда тўлкинларни ҳаракатининг чегаравий қийматлари мавжуд бўлса, у ҳолда тўлкинли ҳаракатдаги биринчи бошланғич-чегаравий масала шарти қўйидагича аниқланади:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} &= \frac{\sin(\varphi - \theta)}{2 \sin(\varphi + \theta)} V_0^2 \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, 0 < x < L, t > 0, \\ z(0, t) &= \varphi_0(t), x = 0, t > 0, \\ z(L, t) &= \varphi_L(t), x = L, t > 0, \\ z(x, 0) &= \psi_1(x), 0 \leq x \leq L, t = 0, \\ \frac{\partial z(x, 0)}{\partial t} &= \psi_2(x), 0 \leq x \leq L, t = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Сув оқимлари туташиб, барқарор ҳолатга ўтганда $\varphi_0(t) = \varphi_L(t) = 0$ бўлади.

(1) масалани ечиш учун сув оқимларининг туташиш
 $0 \ll x \leq L, 0 \ll t \ll T$ соҳасини $h = \frac{l}{N}$ фазовий ва $\tau = \frac{T}{K}$ вақт қадамлари бўйича
 $\omega_{h\tau} = \{x_j = jh, j = 0, N; t^k = k\tau, k = 0, K\}$ тўр билан қоплаймиз. Бунинг учун вақт
 ўқи бўйича иккита қатламга бўламиз. Яъни, пастки $t^k = k\tau$ қатламда қидирилаётган
 $z(x_j, t^k)$ функция, юқори $t^{k+1} = (k+1)\tau$ қатламда $z(x_j, t^{k+1})$ аниқланган деб фараз
 қиламиз.

(1) тенгламалар тизимини қўйидаги чекли-айирмалар услига аппроксимация
 қиламиз:

$$\frac{z_j^{k+1} - 2z_j^k + z_j^{k-1}}{\tau^2} = \frac{\sin(\varphi - \theta)}{2 \sin(\varphi + \theta)} V_0^2 \frac{z_{j+1}^k - 2z_j^k + z_{j-1}^k}{h^2} + O(\tau^2 + h^2),$$

$$j = 0, N-1; k = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Натижада, аниқ шаклдаги дискрет тенгламага эга бўламиз. Ушбу тенгламани ечимини
 амалга ошириш учун z_j^1 нинг қиймати маълум бўлиши шарт.

$k = 1$ да қўйидагига эга бўламиз:

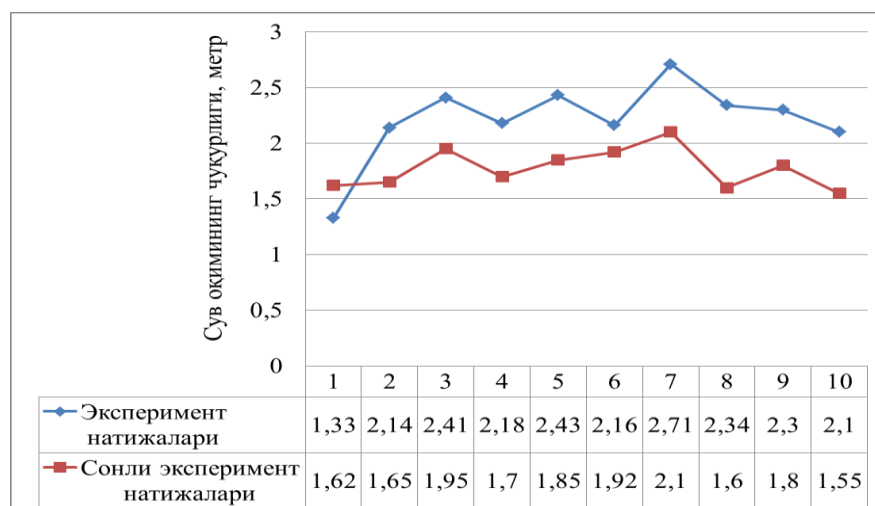
$$\left. \begin{aligned} z_j^0 &= \psi_1(x_j), j = 0, N \\ \frac{z_j^1 - z_j^0}{\tau} &= \psi_2(x_j), j = 0, N \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Натижада қўйидаги бошланғич ечимга эга бўламиз:

$$z_j^1 = \psi_1(x_j) + \psi_2(x_j)\tau. \quad (4)$$

$\psi_1(x_j) = z_j^0 \exp(-x_j)$ экспоненциал усувчи ва $\psi_2(x_j) = z_j^0 [1 - \exp(-x_j)]$

камаювчи тўрли функцияларни киритамиз. Шундай қилиб бошланғич шартлардан тўрли
 z_j^0, z_j^1 функцияларни ечимига эга бўламиз. (3) ва (3) лар асосида (4) чекли-айирмалар
 қўринишидаги тенгламани ҳисоблашни давом эттирамиз. Натижада тегишли ҳисобий
 створлар учун $z(x_j, t^k)$ тўрли функция қийматларини топиб оламиз.



1-расм. Сонли эксперимент ва дала тадқиқотлари натижаларининг таққослаш графиги.

Энди тадқиқот объектининг параметрлари асосида (4) тенгламани сонли экспериментини амалга оширамир. Сонли эксперимент ва дала тадқиқотлари натижаларининг таққослаш графиги 1. -расмда келтирилган.

Адабиётлар

- [1]. Махмудов И.Э. Повышение эффективности управления и использования водных ресурсов в среднем течении бассейна р. Сырдарья (Чирчик-Ахангаран-Келесский ирригационный район) //Республика илмий-техник анжумани, 1-2 май, 2015 й. Тошкент.
- [2]. Садиев У.А. Повышение гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности крупных каналов// Гидротехника, Россия, 2016. №2, С 60-61. (05.00.00; №33).
- [3]. Садиев У “Управление и моделирование магистральных каналов при изменяющихся значениях гидравлических параметров водного потока” Мелиорация и водное хозяйство журнал Россия №6 2016й 10-12 бет.
- [4]. Махмудов И.Э., Тохиров И.Х. Катта Фарғона магистрал каналида олиб борилган натура ва экспериментал тадқиқотлар Меморчилик ва қурилиш муаммолари илмий-техника журналы 2024 йил, №1 сон 294
- [5]. Михневич, Э. И. Расчет пропускной способности и устойчивости каналов / Э. И. Михневич // Экология и строительство. – 2020. –№ 1. – С. 23–т1.
- [6]. Щедрин, В.Н. Методика расчета гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности оросительных каналов / В.Н.Щедрин, Ю.М.Косиченко, Ю.И.Иовчу. - М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2008. - 55 с.

MODERN METHODS OF PLANT PROTECTION

Sh. A. Matkarimov

Fergana State Technical University,

E-mail: msha1969@mail.ru

(Received on September 15 th, 2025.)

Antnotasiya. Ushbu maqolada o'simliklarni himoya qilishning zamonaviy usullari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: o'rim-yig'im, Kolorado kartoshka qo'ng'izi, gerbitsidlar, sun'iy urug'lantirishdan foydalanish

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы защиты растений.

Ключевые слова: урожай, колорадский жук, гербициды, применение искусственного осеменения.

Abstract. This article discusses modern methods of plant protection.

Keywords: harvest, Colorado potato beetle, herbicides, use of artificial insemination.

Modern methods of plant protection help minimize damage from pests. We discuss which technologies can protect crops from dangerous insects and weeds. Agricultural enterprises annually face attacks from insects, rodents, crop diseases, and weeds. The Colorado potato beetle, for example, is one of the world's most dangerous pests for a wide range of crops, including potatoes, tomatoes, eggplants, and sweet peppers. This pest causes damage to global agriculture, causing over \$500 million in crop losses annually. The beetle's biological characteristics pose a particular threat: its voracious appetite, high reproductive capacity (a female lays up to 500 eggs over four weeks), and adaptability.

Insecticides—a group of pesticides designed to control insects—are primarily used to protect crops. Their primary purpose is to destroy, repel, or reduce the negative impact of various insect species on plants. The mechanism of action of insecticides depends on their composition and purpose. They can disrupt the nervous system, damage the exoskeleton, and repel or control pest populations. Farmers use herbicides to combat weeds. These are chemicals designed to destroy

vegetation that interferes with the growth of crops.

However, the pests have proven resistant to various classes of insecticides and herbicides, so the scientific community and agricultural startups are searching for innovative solutions and effective pest control methods. Here are a few such developments.

Mechanical Beetle Catcher. Dutch agricultural machinery manufacturers have developed a pesticide-free way to control Colorado potato beetles – a device called the Colorado Beetle Catcher. To get rid of the pest and its larvae, farmers simply attach the developed mechanism to their tractor, which features rotating plastic shields that sweep the beetles off their plants into a special container. Other insects can also end up in the container along with the beetles, so farmers don't immediately dispose of the container's contents. They wait for spiders and ladybugs that accidentally end up there to escape, while the Colorado potato beetles are busy eating the leaves that are torn off during harvesting. In 2024, an innovative device developed by Dutch developers won the EIP-AGRI Innovation Awards 2024 in the "Sustainable Management of Natural Resources in Agricultural Practices" category. According to its creators, the Colorado Beetle Catcher is an alternative for organic farmers. However, traditional farmers are also showing interest, as the cost of chemicals and pesticides is only rising.

Economics of Education. Agroecological Farming: How to Farm with Environmental Conservation.

Dutch farmers are currently receiving a subsidy for the purchase of this machine. More than 50 demonstration trials are planned for 2025 at agricultural enterprises across Europe. Furthermore, an adapted version of the machine is being used in France against the weevil in alfalfa cultivation.

Developers stand next to a Colorado Beetle Catcher (Photo: Official website of the European Union). **AI in Field Protection** The Israeli startup AgroScout offers farmers in Brazil, Israel, the United States, and Mexico an artificial intelligence (AI)-based technology for the early detection of Colorado potato beetles. The company has developed an agronomic platform for the early detection of pests.

According to the developers, the system uses high-resolution images obtained from drones. The AI then identifies adult beetles, larvae, and eggs, pinpointing their precise locations using heat maps with GPS tags. A detailed map of insect distribution allows farmers to take timely action before large-scale crop infestations occur.

Using AI-based systems allows for the treatment of only affected areas, saving on crop protection products, reducing pesticide costs through targeted application, and minimizing chemical impact on the environment. **Platform interface** (Photo: AgroScout) **Pest Traps**

Scientists at Canada's University of Guelph are developing hemp-based traps to repel Colorado potato beetles from fields. These devices can minimize pest populations and impact crop yields in the early stages.

Preliminary laboratory studies show that hemp can disrupt beetle feeding and egg-laying processes. However, hemp is subject to strict regulations, so handling it requires caution.

"One of our strategies is to place traps around the perimeter of the field and bush in hopes of intercepting the beetles when they hatch," explained Rebecca Hallett, a professor in the School of Environmental Sciences at the University of Guelph.

Industry 4.0: What is liquid smoke and how does it protect plants from pests?

An insecticide spray with RNA molecules. The biotechnology company GreenLight Biosciences produces a ribonucleic acid (RNA)-based insecticide spray called Calantha for protecting plants from Colorado potato beetles.

Calantha's active ingredient is the molecule ledprona, developed using RNA technology. Once in the insect's body, the product suppresses the production of an essential protein responsible for its appetite. After the first dose, beetles stop feeding on plants within 6-48 hours and survive for no more than a week.

Calantha is safe for beneficial insects (bees and butterflies), requires minimal personal protective equipment, has a short reapplication interval, and requires no pre-harvest period. At least 250 field trials of the spray have been conducted in the US, Canada, and Europe over a five-year

period.

Colorado potato beetles after application of Calantha (Photo: Tech Brew)

Bacteria-based biopesticides. Russian scientists are also developing an innovative biopesticide. Biologists from the Novosibirsk State Agrarian University, along with colleagues from the University of Galway (Ireland) and Swansea University (UK), are creating a product based on spore-forming soil bacteria, *Bacillus thuringiensis*. The scientists are currently studying how the growth conditions of *Bacillus thuringiensis* affect its ability to infect pests. *Bacillus thuringiensis* has been successfully used in agriculture for over a century to control a variety of insects, from the Colorado potato beetle to the diamondback moth. The bacteria's toxins are effective only against specific insect groups. These substances, particularly Cry toxins, are produced during spore formation. When Cry toxins enter the insect's body along with the spores, they destroy its intestines, leading to death.

In April 2025, researchers discovered that these microorganisms become more effective in pest control when grown on a solid nutrient medium. For mass production of pest control products, the bacteria must complete the spore formation process. The study showed that sporulation occurs more quickly when bacteria are grown on a solid medium. The obtained scientific data will form the basis for the development of the next generation of bioinsecticides.

The process of infecting insects with bacteria

Garden beds, garden beds, garden design: gardening tips. AI-powered robots for weed removal. American company Carbon Robotics produces the LaserWeeder G2 robotic weed detection system. According to startup founder Paul Mikesell, the device took six years to develop. The LaserWeeder G2 uses computer vision technology based on convolutional neural networks (CNN).

A CNN is a type of neural network that can be trained to detect patterns in images. Carbon Robotics uploads weed images to its database, where taggers manually identify weeds and crops. These image-tag pairs are then used to train the CNN.

The LaserWeeder G2 identifies weeds in the field using built-in cameras and computer hardware without an internet connection. The machine locates the plants and destroys them using a laser array.

Carbon Robotics isn't the only company using CNNs. Agricultural equipment developer John Deere is using neural networks to create autonomous tractors and a weed detection system called See&Spray.

John Deere's Director of New Technologies, Sarah Schinkel, noted that in 2024, See&Spray enabled the company to treat more than 404,000 hectares of agricultural land. Because the machine sprays only plants identified as weeds, the system was able to weed this area using 30 million liters less herbicides than usual.

References:

- [1]. Matkarimov, Sh. A., & Akhmedov, A. U. (2020). Calculation of Asphalt Concrete Pavements on an Elastic Foundation. Editor-in-Chief: Sairanbek Makhmutovich Akhmetov, D.Sc. (Eng.); Deputy Editor-in-Chief: Rasul Magomedovich Akhmednabiev, Ph.D. (Eng.); Editorial board members, 96.
- [2]. Matkarimov A.A., & Matkarimov Sh.A. (2020). Development of agricultural machinery engineering in Uzbekistan: problems and prospects. Economy and Society, (1 (68)), 579-582.

БРИКЕТНИ ЁҚИШ ЖАРАЁНИДА ҲОСИЛ БЎЛАДИГАН УЧУВЧИ МОДДАЛАРНИНГ ХАЖМИНИ АНИҚЛАШ УСУЛИ

А.А. ХАКИМОВ, Д.С. САЛИХАНОВА, И.Т. КАРИМОВ

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация: Мақолада параметрларнинг қуйидаги мундиртук диаметри $D_{\text{мун}} = 25$ мм, қадами ўзгарувчан шнекнинг сиқувчи кучи $F_{\text{сиқ}} = 2,4$ кН, ишчи камера диаметри $D_{\text{и.к}} = 100$ мм, брикетлаш учун

қўшиладиган сув ва боғловчи модданинг миқдори 10÷15 % ва спирт бардаси ҳамда парафин чиқиндисининг сувдаги 9:6 % нисбатдаги аралашмасы, брикетлаш ҳарорати 90, 95 ва 100°C, массани ҳарорат ёрдамида аралаштириш вақти 20 дақиқа ҳамда қўшиладиган қаттиқ ва юмшоқ данак пўчоғи умумий массага нисбатан 10, 20 ва 30 % оралигида бўлганда олинган брикетларни ёқиш жараёнида ҳосил бўлган ташламалар тахлили ўтказилган. Ўтказилган анализлар ГОСТ 6382-2001 бўйича олиб борилган.

Ўрганилаётган тадқиқот ишида кўмир кукунини дастлабки қуритиш ҳамда ҳарорат ёрдамида қоришмани аралаштириш жараёнининг қўлланилиши, брикет таркибдаги учувчи газларни қисман йўқотилишига сабаб бўлиши аниқланган. Бу жараёнига назорат қилиш ёки чангли газларни тозалаш усуллари қўллаш мумкинлиги изоҳланган. Лекин тайёр брикетни ёқиш жараёнида ҳосил бўладиган турли чиқиндиларни ПДК меъёрлари бўйича назорат қилиш мураккаб бўлиши бўйича тавсиялар берилган.

Калит сўзлар: спирт бардаси, парафин чиқиндиси, олтингугурт миқдори, сиқувчи куч, ишчи камера, дастлабки қуритиш.

Аннотация: В статье были проанализированы следующие параметры: диаметр сопла $D_{min}=25$ мм, сила зажима винта переменного шага $F_{cp}=2,4$ кН, диаметр рабочей камеры $D_{i.k}=100$ мм, количество воды и вяжущего, добавляемого для брикетирования 10÷15% и смеси спиртового шлама и парафиновых отходов в воде в соотношении 9:6%, температура брикетирования 90, 95 и 100°C, время массового перемешивания при температуре 20 минут, а также количество твердых и мягких каменных раковин, добавляемых в диапазоне 10, 20 и 30% от общей массы. Анализы проводились по ГОСТ 6382-2001.

В исследуемой исследовательской работе установлено, что применение процесса предварительной сушки угольного порошка и перемешивания смеси при температуре приводит к частичной потере летучих газов в составе брикета. Объясняется, что этот процесс можно контролировать или использовать методы очистки пылевых газов. Однако даны рекомендации по усложнению контроля различных отходов, образующихся в процессе сжигания готового брикета, по нормам ПДК.

Ключевые слова: спиртовой шпат, парафиновый отход, содержание серы, сила сжатия, рабочая камера, предварительная сушка.

Abstract: The following parameters were analyzed in the article: nozzle diameter $D_{min}=25$ mm, clamping force of the variable-pitch screw $F_{cp}=2.4$ kN, working chamber diameter $D_{i.k}=100$ mm, amount of water and binder added for briquetting 10÷15% and a mixture of alcohol bar and paraffin waste in water in a ratio of 9:6%, briquetting temperature 90, 95 and 100°C, mass mixing time with a temperature of 20 minutes, as well as the amount of hard and soft stone shells added in the range of 10, 20 and 30% of the total mass. The analyses were carried out according to GOST 6382-2001.

In the study, it was established that the application of the process of preliminary drying of coal powder and mixing the mixture using temperature contributes to the partial removal of volatile gases from the briquettes. It is explained that this process can be controlled or methods for cleaning dusty gases can be applied. However, recommendations have been given on the complexity of controlling various wastes generated during the burning of finished briquettes according to PDK standards.

Keywords: alcohol bar, paraffin waste, sulfur content, compressive force, working chamber, preliminary drying.

Кириш:

Маълумки, ёниш жараёнида атроф-муҳит экологиясига салбий таъсир кўрсатадиган маълум миқдорда чиқинди газлар ҳосил бўлади. Уруғлар ва данаклар кўшилган кўмир брикетлари ҳам бундай зарарли газларнинг манбалари ҳисобланади. Буни ҳисобга олган ҳолда уларни ҳажмини аниқлаш ҳамда атроф-муҳитга етказадиган зарарини баҳолаш муҳим масала ҳисобланади.

Назарий тадқиқотлар:

Брикетни ёқиш жараёнида ҳосил бўладиган учувчи моддаларнинг ҳажми ГОСТ 6382-2001 [1] бўйича намунанинг ҳаво кирмасдан 900 °C ҳароратда 7 дақиқа давомида қиздириш орқали аниқланди ва намунанинг намлиги билан боғлиқ бўлган масса йўқотилиши чегириб ташланган ҳолда намунанинг масса йўқотилиши бўйича ҳисобланди. Брикетни ёқиш жараёнида учувчи моддаларнинг ҳажми V^a қуйидаги формула бўйича аниқланади, гр;

$$V^a = \frac{100(m_2 - m_3)}{m_2 - m_1} - W^a \quad (1)$$

бунда m_1 – брикетни ёкишга мўлжалланган пўлат лист массаси, кг; m_2 – брикетни ёкишга мўлжалланган пўлат лист ва ёкишда ҳосил бўлган кул массаси, кг; m_3 – брикетни ёкишга мўлжалланган пўлат лист ва кўмир брикети массаси, кг; W^a – аналитик намунадаги намликнинг масса улуши, %.

Синов ўтказилаётган намунадаги брикетни ёкиш жараёнида учувчан бўлмаган (кул, тузлар ва бошқа турдаги каттик моддалар) қолдиқларнинг ҳосил бўлиши қуйидаги тенглама бўйича аниқланади, гр;

$$(NV)^a = \frac{100(m_3 - m_1)}{m_2 - m_1} \quad (2)$$

Агар ёкилғи брикетини ёкиш жараёнида ҳосил бўладиган карбонатлардан углерод диоксидининг масса улуши 2% дан ортиқ бўлса, у ҳолда учувчан моддаларнинг ҳажми қуйидаги формула бўйича аниқланади, чиқиши карбонатлардан углерод диоксидга тузатилган ҳолда қуйидаги формула бўйича аниқланади, гр;

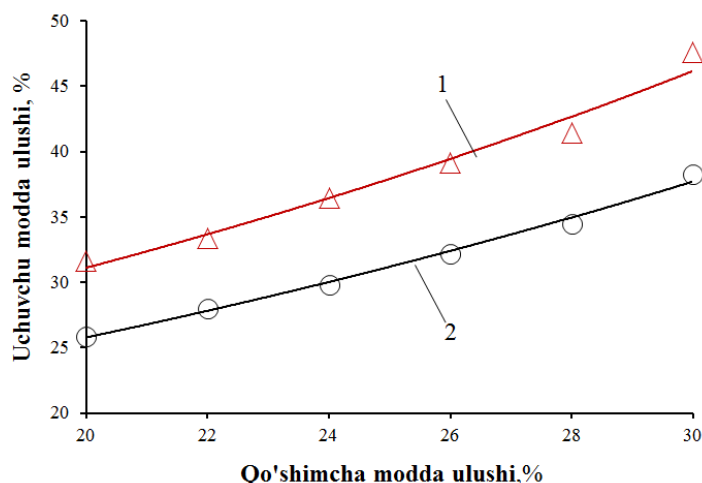
$$V^a_{CO_2} = V^a - \left[(CO_2)^a - (CO_2)^a_{NV} \times \frac{(NV)^a}{100} \right] \quad (3)$$

бунда $(SO_2)^a$ – карбонатлардан углерод диоксидининг аналитик таҳлилдаги масса улуши (намуна); $(CO_2)^a_{NV}$ – учувчан бўлмаган углерод диоксида масса улуши (қолдиқ).

Натижа сифатида рухсат этилган фарқлар доирасидаги иккита аниқланган қийматларнинг ўртача арифметик қиймати қабул қилинди[2,3].

Тажрибавий тадқиқотлар:

Юкоридагилардан келиб чиқиб тадқиқотлар ўзгарувчи параметрларнинг қуйидаги чегараларида, мундштук диаметри $D_{мун}=25$ мм, қадами ўзгарувчан шнекнинг сиқувчи кучи $F_{сиқ}=2,4$ кН, ишчи камера диаметри $D_{и.к}=100$ мм, брикетлаш учун қўшиладиган сув ва боғловчи модданинг миқдори 10÷15 % ва спирт бардаси ҳамда парафин чиқиндисининг сувдаги 9:6 % нисбатдаги аралашмаси, брикетлаш ҳарорати 95÷100°C, массани ҳарорат ёрдамида аралаштириш вақти 20 дақиқа ҳамда қўшиладиган каттик данак пўчоғи умумий массага нисбатан 20÷30 % да олиб борилди [4].



1-Қоришмага 95°C да ишлов берилганда; 2-Қоришмага 100°C да ишлов берилганда;

1-расм. Кўмир брикетлари олишда учувчи моддаларнинг қўшимча модда улушига боғлиқлиги.

натижалар 1- расмда келтирилган.

1-расмдан кўриниб турибдики, қоришма таркибида данак пўчоғи улушининг қўпайиши билан учувчи моддалар улуши ҳам ортиб боради. Бундан ташқари хона

хароратида қурилган брикет намлигининг ўзгариши ҳамда ишлов бериш ҳарорати ҳам учувчи модда улушига таъсир кўрасатади. Масалан, қуйи чегара брикетлаш ҳарорати 95°C, қаттиқ данак пўчоғи умумий массага нисбатан 20 % ҳамда брикет намлиги 7,4% бўлганда учувчи модда улуши 25,8 % ни ташкил этган бўлса, юқори чегара 100°C, қаттиқ данак пўчоғи умумий массага нисбатан 30 % ҳамда брикет намлиги 11% бўлганда учувчи модда улуши 47,6 % ни ташкил этди. Оралиқ қадам ўртача 3 % дан ошмади[5,6,7].

Ўтказилган назарий ҳамда тажрибавий тадқиқотлар орасидаги ҳатолик 3 % дан ошмади. 1 – расмда келтирилган график боғлиқликларни энг кичик квадратлар усули билан аниқланган қуйидаги эмпирик тенгламалар билан ифодалаш мумкин [8,9].

1- Қуйи чегара;

$$y = 14,126e^{0,0395x} \quad R^2 = 0,9797 \quad (4)$$

2- Юқори чегара;

$$y = 12,039e^{0,0381x} \quad R^2 = 0,9946 \quad (5)$$

Хулоса:

-Брикетлаш жараёнининг қуйи чегараси ишлов бериш ҳарорати 95°C, 20% данак пўчоғи, брикет намлиги 7,4% бўлганда қоришмадаги моддаларнинг термик ва механик таъсирларга нисбатан самарали жавоб қайтариши кўзга ташланади.

-Брикетлаш ҳарорати 95°C бўлганда, аралашманинг иссиқлик билан таъсирлашуви етарли даражада кузатилиб, бу ҳолатда масса алмашиниш самарадорлиги таъминланади. Қаттиқ данак пўчоғининг умумий массага нисбатан 20 % миқдорда қўшилиши, структура мустаҳкамлигини ошириб, брикетнинг физик-кимёвий барқарорлигини таъминлайди [10].

Намлик миқдорининг 7,4 % бўлиши, қоришманинг прессланишини осонлаштиради, бу эса юқори босимдаги преслаш жараёнида сифатли брикет ҳосил қилиш имконини беради. Натижада учувчи моддалар миқдори 25,8% ни ташкил этиб, ушбу кўрсаткич кўмир асосида олинган брикетлар учун қабул қилинган экологик стандартларга (ПДК меъёрларига) мос келади. Бу ҳолатда Олтингугурт оксиди (SO_2) чиқиндиси ПДК миқдорида нисбатан 1,8 баробар кам, магний оксиди (MgO) – 1,23 баробар кам ва сувсиз натрий карбонат (Na_2CO_3) – 1,36 баробар кам чиқиши қайд этилди. Бу кўрсаткичлар атроф-муҳит учун хавфсизлик даражаси юқори эканини кўрсатади. Шу билан бирга, техник жиҳатдан брикетлаш жараёни соддалашган, кам энергия сарфланади ва экологик тоза маҳсулот етиштирилади.

Брикетлаш жараёнининг юқори чегараси ишлов бериш ҳарорати 100°C, 30% данак пўчоғи, брикет намлиги 11% бўлганда технологик мураккабликни оширади.

Ҳароратнинг 100°C гача кўтарилиши билан қоришманинг ўта қизиши сабабли термодинамик барқарорликни сақлаб қолиш қийинлашади. Қаттиқ данак пўчоғи миқдори 30% бўлганда брикетнинг механик мустаҳкамлиги ошсада, аралашманинг ёниш вақти пасайиши мумкин[11].

Брикетнинг намлиги 11% бўлган ҳолда қуриштириш ва сақлаш жараёнлари чўзилади, бу эса маҳсулотнинг сифатини маълум даражада пасайтиради. Учувчи моддалар миқдори 47,6% гача кўтарилиб, бу атмосферага чиқадиغان газлар миқдорининг ортишига сабаб бўлади. Олтингугурт оксиди (SO_2) ПДК миқдорида нисбатан 1,12 баробар кам эканлиги эътиборга лойиқ бўлса-да, магний оксиди (MgO) 1,16 баробар юқори ва натрий карбонат (Na_2CO_3) 1,09 баробар юқори эканлиги жараёнда чиқиндининг салбий таъсирини кўрсатади. Шу сабабли бу параметрлар асосида ишлаб чиқаришда экологик талабларга мослашиш учун иловавий фильтрация ёки чиқиндиларни камайтириш технологияларини жорий этиш талаб қилинади[12].

Брикетлашнинг юқори параметрлари юқори самара беради, улар мураккаб технологик назоратни талаб қилади. Шунинг учун оптимал параметрлар сифатида қуйи чегарага яқин қийматларни олиш тавсия этилади.

Адабиётлар

- [1]. Хакимов, А. А. (2020). Совершенствование технологии получения угольных брикетов с использованием местных промышленных отходов: Дисс.... PhD.

- [2]. Хакимов, А. А. (2024). Актуальность использования связующих при производстве угольных брикетов. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 27, 94-98.
- [3]. Akhmedovich, K. A. (2023). The Diligence of Drying the Coal Dust in the Process of Obtainig the Coal Brickets.
- [4]. Khakimov, A., & Vokhidova, N. (2023). Analysis of industrial waste with binding properties. *Academia Science Repository*, 4(03), 113-120.
- [5]. A.A.Xakimov. Investigation of Emissions Released During the Combustion of Coal Briquettes Produced from Distillery Stillage and Paraffin Waste. *American Journal of Applied Science and Technology*. 2025.
- [6]. A.A.Xakimov. Актуальность использования связующих при производстве угольных брикетов. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*. 2024.
- [7]. A.A. Xakimov, A.S. Isomidinov. Briket ishlab chiqarishda ko'mir granulometrik tarkibining mexanik mustahkamlikka ta'siri tahlili. *Farg'ona politexnika instituti. ILMIY-TEXNIKA JURNALI*. №2. 2025 yil. 54-58 betlar.
- [8]. A.A. Xakimov. Turli bog'lovchilarning briket yonish vaqtiga ta'sirini tadqiq etish. *Farg'ona politexnika instituti. ILMIY-TEXNIKA JURNALI*. Maxsus son №29. 2025 yil. 103-107 betlar.
- [9]. Khakimov Akmaljon, Azizjon Isomidinov. Experimental study of the effect of technologica indicators on the durability of coal briquettes. *UNIVERSUM*. 2025.
- [10]. Akmaljon Xakimov, Rasuljon Tojiev, Ikromali Karimov, Nasiba Vokhidova, Abdurasul Davronbekov, Avazbek Xoshimov, Muxammadbobir Xusanboyev, Oybek Soliyev, O'tkirbek Hamdamov. Research of the Process of Briquette Preparation from Coal Powder in a Screw Press. *ICHELS*. 2024.
- [11]. A.A. Xakimov. Sanoat chiqindilaridan bog'lovchi sifatida foydalanib ko'mir briketlari olishning dolzarbligi. *Farg'ona politexnika instituti. ILMIY-TEXNIKA JURNALI*. Maxsus son №28. 2024 yil. 9-13 betlar.
- [12]. A.A. Xakimov. Maxalliy bog'lovchilar asosida olingan ko'mir briketi mustahkamligini tadqiq etish. *Farg'ona politexnika instituti. Namangan davlat texnika universiteti. mexanika va texnologiya ilmiy jurnali*. Maxsus son №1. 2025 yil. 500-504 betlar.

UDK: 633.2:664.8

AMARANT (AMARANTHUS SPP.) O'SIMLIGINING CHORVACHILIKDAGI AHAMIYATI VA YEM-XASHAK BAZASINI MUSTAHKAMLASHDAGI ISTIQBOLLARI

D.A. Shodiyev

Farg'ona davlat texnika universiteti

Shodiyev2021@gmail.com

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada amarant (*Amaranthus spp.*) o'simligining chorvachilikda yem-xashak sifatida qo'llanish imkoniyatlari va afzalliklari o'rganildi. Amarant poyasi, barglari va doni hayvonlar uchun yuqori oziqaviy qiymatga ega bo'lib, sutdorlikni oshirishi, go'sht sifatini yaxshilashi hamda yem tannarxini kamaytirishi aniqlangan. Tadqiqotlar amarantni aralash yemlarda ishlatish samaradorligi va uning oziq-ovqat xavfsizligi bilan bog'liq jihatlari ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: amarant, yem-xashak, chorvachilik, oqsil, sutdorlik, ozuqaviy qiymat, barqaror qishloq xo'jaligi.

Аннотация: В статье исследованы возможности и преимущества использования амаранта (*Amaranthus spp.*) в животноводстве в качестве корма. Стебли, листья и зерно амаранта обладают высокой питательной ценностью для животных, способствуют повышению молочной продуктивности, улучшению качества мяса и снижению себестоимости кормов. Исследования показали эффективность использования амаранта в комбикормах и его значимость с точки зрения пищевой безопасности.

Ключевые слова: амарант, корм, животноводство, белок, молочная продуктивность, питательная ценность, устойчивое сельское хозяйство.

Abstract: The article explores the potential and advantages of using amaranth (*Amaranthus spp.*) as livestock feed. The stems, leaves, and seeds of amaranth have high nutritional value for animals, contributing to increased milk yield, improved meat quality, and reduced feed costs. Research demonstrated the effectiveness of incorporating amaranth into mixed feeds and highlighted its relevance to food safety.

Keywords: amaranth, feed, livestock, protein, milk yield, nutritional value, sustainable agriculture.

Kirish (Introduction)

Chorvachilik sohasida yuqori sifatli yem-xashak bazasini yaratish iqtisodiy samaradorlikni oshirishning muhim omillaridan biridir. Bugungi kunda an'anaviy yem manbalari — makkajo'xori, arpa, soya va beda yemlari bilan bir qatorda noan'anaviy ekinlardan foydalanishga ham ehtiyoj ortib bormoqda.

Amarant (*Amaranthus* spp.) nafaqat don ekini, balki samarali yem-xashak manbai sifatida ham e'tirof etilmoqda. Uning poyasi, barglari va hatto doni yuqori oqsil, mineral moddalar va vitaminlarga boy. Jahonning ayrim mamlakatlarida amarant aralash yem tarkibiga qo'shilib, sigir, qo'y, quyon va parranda boqishda yaxshi natijalar bergani qayd etilgan.

O'zbekiston sharoitida chorvachilik uchun samarali, tannarxi past, qurg'oqchilikka chidamli yem bazasini yaratish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan, amaranti o'rganish va joriy qilish katta ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Usullar (Methods)

Tadqiqot quyidagi yo'nalishlarda olib borildi:

Agrobiologik kuzatuv: Amarantning yashil biomassasi va hosildorligi Toshkent viloyati tajriba xo'jaliklarida o'lchandi.

Kimyoviy tahlil: Barg va poyada oqsil, xom tolalar, mineral moddalar (Ca, Mg, Fe) hamda vitaminlar (A, C, E) miqdori laboratoriyada aniqlandi.

Yem samaradorligi: Sut beruvchi sigirlarga amarant qo'shilgan aralash yem berilib, ularning sut hajmi va yog'liligi kuzatildi.

Taqqoslash: Amarant biomassasi beda va makkajo'xori bilan oziqaviy qiymat jihatidan solishtirildi.

Adabiyotlar sharhi: Xorijiy tajribalar, FAO va xalqaro agrar ilmiy maqolalar tahlil qilindi.

Natijalar (Results)

Biomassa hosildorligi: Amarantning yashil massasi 40–50 t/ga gacha bo'lib, bu beda va makkajo'xoridan sezilarli darajada yuqori ko'rsatkich hisoblanadi.

Oziqaviy tarkib: 1 kg quruq modda hisobida amarant poyasi va barglarida 180–200 g oqsil, 250 g xom tolalar va ko'plab minerallar mavjudligi aniqlangan.

Sigirlar bo'yicha natijalar: Amarant qo'shilgan aralash yem berilganda sigirlarning sut hajmi 12–15% ga, yog'lilik ko'rsatkichi esa 0,2–0,3% ga oshdi.

Go'sht chorvachiligi: Qo'y va buzoqlarga amarant qo'shilgan yemlar berilganda ularning o'sish sur'atlari tezlashgani va go'sht sifat ko'rsatkichlari yaxshilangani qayd etildi.

Parrandachilik: Amarant doni aralash yemga qo'shilganda tovuqlarda tuxum qo'yish ko'rsatkichi 7–10% ga oshdi.

Muhokama (Discussion)

Olingan natijalar amarantni chorvachilikda samarali yem-xashak manbai sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatdi. Uning yuqori oqsilliligi, boy mineral va vitamin tarkibi hayvon organizmida moddalar almashinuvini yaxshilaydi, immunitetni oshiradi.

Amarantning asosiy ustunliklari quyidagilardan iborat:

Qurg'oqchilikka chidamliligi sababli suv tanqis hududlarda ham yetishtirilishi mumkin;

Yashil biomassasi katta hajmda bo'lgani uchun arzon yem bazasini yaratadi;

Doni parrandachilikda oqsil manbai sifatida muhim;

Yem tannarxini pasaytiradi va chorvachilik mahsulotlari sifatini oshiradi.

Xalqaro adabiyotlarda ham amarant yem sifatida ijobiy natijalar ko'rsatgani ta'kidlangan (Caselato-Sousa & Amaya-Farfan, 2012; Gorinstein et al., 2007). Bu ma'lumotlar mahalliy tajribalar bilan uyg'un keladi.

Xulosa qismi

Amarant chorvachilikda yuqori samarali yem-xashak manbai sifatida katta istiqbolga ega. Uni keng maydonlarda yetishtirish orqali: sut va go'sht ishlab chiqarishni ko'paytirish, yem tannarxini kamaytirish,

chorvachilik mahsulotlari sifatini yaxshilash mumkin.

Kelgusida amarant asosida maxsus aralash yem retseptlarini ishlab chiqish, parrandachilik va quyunchilikdagi samaradorlikni yanada chuqurroq o'rganish lozim. Bu esa O'zbekiston chorvachiligida barqarorlik va samaradorlikni ta'minlashda muhim qadam bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. Becker, R. (2013). Amaranth: New crop opportunity. Food Review International.
- [2]. Caselato-Sousa, V. M., & Amaya-Farfan, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review. Journal of Food Science.
- [3]. Gorinstein, S. et al. (2007). Comparison of essential bioactive compounds in amaranth and conventional cereals. LWT – Food Science and Technology.
- [4]. Rastogi, A., & Shukla, S. (2019). Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.
- [5]. O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi (2021). Noan'anaviy yem-xashak ekinlarini rivojlantirish bo'yicha hisobot. Toshkent.
- [6]. FAO (2020). The State of Food and Agriculture. Rome: United Nations.
- [7]. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi (2021). Dorivor o'simliklarni farmatsevtikada qo'llash istiqbollari. Toshkent.
- [8]. Rastogi, A., & Shukla, S. (2019). Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.
- [9]. Becker, R. (2013). Amaranth: New crop opportunity. Food Review International.
- [10]. Caselato-Sousa, V. M., & Amaya-Farfan, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review. Journal of Food Science.
- [11]. Gorinstein, S. et al. (2007). Comparison of some essential bioactive compounds in amaranth and conventional cereals. LWT – Food Science and Technology.

РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА

А.Т. Зияев

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 15.09.2025 г.)*

Аннотация. В данной статье раскрываются различные методы преподавания для развития знаний студента.

Ключевые слова: дисциплина, знания, метод, проблемный метод, цель, мотив, условия

Abstract. This article includes methods of teaching students for increase their knowledge.

Key words: discipline, knowledge, method, problem-based method, goal, motive, conditions.

Аннотация. Ушбу мақолада талабанинг билимини оширишда ўқитилишнинг турли усуллари ақс эттирилган

Таянч сўзлар: интизом, билим, метод, муаммоли метод, мақсад, мотив, шарт-шароитлар.

Анализ состояния средне-специального образования показывает, что значительная часть учащихся хорошо знает предмета “Человек и общество”, изучавшийся в школе. Тем не менее, существующее положение не в полной мере соответствует тому, что необходимо для творческого, развивающегося изучения общественных наук в вузе. Ибо учащиеся не всегда умеют применять ранее полученные положения к познанию новых исторических явлений; они в вузе иногда не могут объяснить смысла отдельных слов и выражении, имеющих в изученных в средне-специальной школе социально-гуманитарных предметах.

Как показывает опыт, преобладающей формой проведения занятий в средне-специальной школе (особенно с национальными языками обучения) является урок с его вопросно-ответной формой. Поэтому совершенно не случайно то, что многие студенты не умеют записывать лекции, работать с книгой, не могут самостоятельно подготовиться к семинарскому занятию, в их ответах нет логической последовательности, отсутствуют анализы и выводы. Одним из пробелов средне-специального образования является неумение учащихся применять теоретические положения для анализа и оценки конкретных фактов истории и современного общественного развития. Исходя из этого, изучения знаний и умений в

области общественных наук у молодежи, поступившей в вуз, представляется достаточно сложным. Наиболее распространены два недостатка.

Первый состоит в том, что преподаватель вуза строит учебный процесс так, будто студенты с его предметом вообще не знакомы, начинает с “нуля”, затрачивает время на воспроизведение материала, который должен быть известен студентам. Это снижает интерес к изучению данной дисциплины, создает у студентов иллюзию “легкости” ее изучения.

Второй недостаток состоит в том, что преподаватель не считается с уровнем знаний, умений, общего развития студентов; студенты не воспринимают часть курса. Это мешает прочному усвоению знаний, активному усвоению творческих методов познания законов развития общества и природы, выработки умений и навыков самостоятельного мышления и применению необходимых знаний к анализу окружающей действительности.

Оба приводят к общему снижению научного уровня изучения общественных наук, толкает студентов на путь формального запоминания плохо понятого материала. Поэтому целенаправленное осуществление проблемного метода преподавания предмета “Человек и общество” позволяет начинать изучение общественных наук в вузе с уровня обществоведческих знаний и соответствующих умений, сформированных школой, а затем, опираясь на них (на понятийный аппарат, которым владеют студенты к началу изучения данной общественной дисциплины, на ту или иную степень умения работать с источниками и т.д.), вести мысль студента по пути от относительно абстрактных знаний ко более конкретным теоретическим знаниям, развивать у него умения и навыки самостоятельной работы не только с учебником, но и классической литературой, документами, статистическими материалами и т.д., развивать способности анализировать современную действительность, обобщать изученные данные, делать на основе этого правильные выводы. Следовательно, проблемный метод предполагает самостоятельные усилия мысли со стороны обучающихся, но усилия целенаправленно, содержательно предметно организуется в соответствии с логикой самого предмета. Активность и самостоятельность учащихся тем самым направляется к цели наиболее рациональным путем.

Проблемный метод предполагает создание таких условий обучения, которые позволяют соединить объективную логику предмета с субъективным процессом мышления, как он протекает в голове индивида до превращения этого процесса в готовый результат. Проблемный метод представляет собой как бы диалектическое возвращение назад от готового результата к субъективным предпосылкам его получения. В связи с этим разработка проблемного метода требует обращения к процессу мышления его протеканию в голове индивида. Самой удобной моделью процесса мышления, по мнению специалистов в области проблемного обучения, является решение задачи. Задача выступает как фактор, детерминирующий мыслительную работу, как способ включения субъекта в диалектический процесс преобразования известного (условий задачи) с целью получения искомого (решения задачи). Решение предполагает переформулирование условий, которое детерминирует последующий шаг, а каждый шаг в решении задачи в свою очередь ведет к переформулированию условий с учетом сделанного шага. Такой подход к мышлению прямо выводит нас на диалектическую категорию противоречия, лежащего в основе всякого предмета, явления, в том числе, процесса мышления, ибо при решении задач в качестве побудительного мотива мыслительного процесса выступает противоречие между достигнутым уровнем знания и определенным конкретным незнанием. Нельзя не заметить, что процесс усвоения учебного предмета родствен научному исследованию. Оба эти процесса имеют общую цель-получение новых знаний. Сущность обоих составляет переход от незнания к знанию, от неполного знания к более полному. Внутренним источником обоих процессов является противоречие между возникшей задачей и имеющимся уровнем знаний. Поэтому нужно смелее вводить в дидактику фундаментальные понятия диалектики: противоречие, проблема и др. Исходя из этого, объект изучения в преподавании предмета “Человек и общество” должен подаваться не в статике (как набор готовых выводов), а в динамике, как процесс возникновения и разрешения противоречий, постановки и решения проблем, выдвижения и

проверки гипотез. Однако этого недостаточно.

Проблемный метод, если он не затрагивает саму личность, ее интересы, жизненные ориентации, может стать только формально проблемным. К механизму самого процесса мышления необходимо добавить исследование личностного аспекта мышления. При таком рассмотрении мышление выступает как деятельность. Мышление как деятельность имеет следующие основные структурные компоненты: **цель, мотив, условия, средства и результат.**

Направленность мыслительного процесса вытекает не из самого этого процесса, а из мотива и целей человеческой деятельности вообще. Поэтому невозможно развивать мышление, не развивая одновременно саму личность. Здесь следует заметить что обучение нужно рассматривать как деятельность, где действует не оторванное от личности, чистое мышление, а человек с его интересами, потребностями, целями, которые влияют и на протекание мыслительного процесса, и на его результат. **Обучение достигает своей цели - знания становятся более глубокими и полными, превращаясь в убеждения личности и средство к ее последующей деятельности-только в том случае, если подлежащее усвоению содержание имеет для учеников личностный смысл.**

В особенности это справедливо по отношению к предмету “Человек и общество”. Процесс обучения данного предмета затрагивает глубинную сферу человеческого “я”.

Процесс познания в форме усвоения “Человека и общества” как учебного предмета есть одновременно процесс изменения личности. По мере усвоения азов данного предмета происходит как бы “расширение” сознания субъекта до охвата им своей собственной сущности.

Развитие личности в процессе преподавания данного предмета может осуществляться путем преодоления ограниченностей обыденного сознания. Обучение, ориентированное на решение этой задачи, допускает создание проблемных ситуаций имеющих глубокий личностный смысл. Здесь можно выделить следующие общепризнанные в педагогике способы создания проблемных ситуаций:

- при столкновении обучаемых с жизненными явлениями, фактами, требующими теоретического обучения;
- при организации практической работы обучаемых;
- при побуждении обучаемых к анализу жизненных явлений, приводящих их в столкновение с прежними житейскими представлениями об общих явлениях;
- при формулировании гипотез;
- при побуждении обучаемых к сравнению сопоставлению и противопоставлению*
- при побуждении обучаемых к предвари
- тельному обобщению новых фактов;
- при исследовательских заданиях.

Другая возможность связать проблемный метод с развитием личности связана с переходом от знания к пониманию. Настоящее усвоение связано с пониманием предполагающим, правде всего осознанное разграничение в изучаемом материале того что является главным, существенным и того, что является производным, определяемым. При первом знакомстве с предметом ученик еще не отделяет существенное от несущественного, все элементы знания располагает как бы на одной плоскости теоретической значимости. Только длительное размышление над предметом приводят его к формированию истинной структуры знания. **Учителя должны помочь в этом обучаемым. Необходимо учить обучаемых и умению обнаруживать связи между элементами знания, причем не только в пределах одной темы, но и в пределах всего курса. Должно не только учить тому, что такое человек, что такое сознание, такое общество, но и тому как между ними устанавливаются связи. Диалектические переходы, образующие из элементов знания живое целое, едва ли не главное, что должны усвоить обучаемые.**

Таким образом, в процессе преподавания предмета “Человек и общество” преподаватель непосредственно сталкивается с человеческой личностью и поэтому должен подготовить

себя для ответа на коренные вопросы нашего бытия, его главной задачей является помочь учащимся выработать научно обоснованное мировоззрение, позволяющее верно руководствоваться в жизни. Преподавание ориентирует данного предмета на серьезный диалог с человеком и заставляет тем самым развить целый арсенал педагогических средств воздействия на личность. Это не только приемы и подходы, облегчающие понимание материала, но, прежде всего выявление смысла человеческой жизни, раскрытие перспектив общественного развития.

Мы рассмотрели некоторые возможные подходы, позволяющие связать преподавание “Человека и общества” с развитием личности. Все они легко укладываются в рамки проблемного метода обучения и могут рассматриваться как его существенный компонент, так как выполняют общие и специфические функции проблемного обучения следующего плана:

- формирование диалектического мышления учащихся;
- **формирование всесторонне и гармонично развитой личности;**
- **как воспитание навыков творческому усвоению знаний;**
- **воспитание навыков творческого применения знаний (применение усвоенных знаний в новой ситуации) и умений решать учебные проблемы;**
- **формирование и накопление опыта творческой деятельности (овладение методами научного исследования, решения практических проблем и художественного отображения действительности);**
- **формирование мотивов учения социальных, нравственных и познавательных потребностей.**

Проблемный метод, как показывает анализ его сущности, позволяет органически связать обучение с воспитанием или, что несколько шире, с развитием личности, т.е. превышает учение в средство развития личности.

Адабиётлар

- [1]. Зиёмухамедов Б. Педагогик маҳорат асослари. Тошкент, “Tib-kitob”, 2009.
- [2]. Мавлянов А.ва бошқ.Ўқув машғулотлари ташкил этишда таълим технологиялари.Тошкент, “Tafakkur bo‘stoni”, 2013.
- [3]. И.В.Мешчерский.Назарий механикадан масалалар тўплами. Тошкент, 1990 й.
- [4]. О.Е. Кеpe va boshqalar. Nazariy mexanikadan qisqa masalalar to‘plami. Yangi asr avlodi. Toshkent. 2008 y.

UDK:338.24

MERKANTILIZM MAKTABINI RIVOJLANTIRISH MASALALARI

A.M. Abdullayev

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
A.abdullayev@ferpi.uz
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada XVII–XVIII asrlarda G‘arbiy Yevropa mamlakatlarida shakllangan merkantilizm iqtisodiy oqimi va uning rivojlanish bosqichlari yoritilgan. Unda merkantilizmning nazariy asoslari, ya‘ni milliy boylikning asosiy manbai sifatida oltin va kumush zaxiralari, tashqi savdo orqali davlat manfaatlarini kengaytirish g‘oyalari tahlil qilinadi. Shuningdek, merkantilistlarning iqtisodiy siyosatdagi o‘rni, proteksionizm va davlatning iqtisodiyotga faol aralashuvi kabi tamoyillari ko‘rib chiqiladi. Maqolada merkantilizmning dastlabki (monetar) va rivojlangan (savdo) shakllari solishtirilib, bu oqimning keyingi iqtisodiy ta‘limotlar, xususan klassik siyosiy iqtisodiyotning shakllanishiga ta‘siri ochib beriladi.

Kalit so'zlar: merkantilizm, iqtisodiy fikrning rivojlanishi, proteksionizm, tashqi savdo, davlat aralashuvi, milliy boylik, pul merkantilizmi, savdo merkantilizmi, oltin va kumush, iqtisodiy siyosat, ilk kapitalizm, klassik siyosiy iqtisod.

Аннотация. В статье рассматривается экономическое движение меркантилизма, возникшее в странах Западной Европы в XVII–XVIII веках, и этапы его развития. Анализируются теоретические основы меркантилизма, а именно, идеи о золотосеребряных запасах как основном источнике национального богатства и расширении государственных интересов посредством внешней торговли. Также рассматривается роль меркантилистов в экономической политике, такие принципы, как протекционизм и активное вмешательство государства в экономику. Сравниваются первоначальная (денежная) и развитая (торговая) формы меркантилизма, раскрывается влияние этого течения на формирование последующих экономических учений, в частности, классической политической экономии.

Ключевые слова. меркантилизм, развитие экономической мысли, протекционизм, внешняя торговля, государственное вмешательство, национальное богатство, денежный меркантилизм, торговый меркантилизм, золото и серебро, экономическая политика, ранний капитализм, классическая политическая экономия.

Abstract. The article examines the economic movement of mercantilism that emerged in Western Europe in the 17th–18th centuries and the stages of its development. The theoretical foundations of mercantilism are analyzed, namely, the ideas of gold and silver reserves as the main source of national wealth and the expansion of state interests through foreign trade. The role of mercantilists in economic policy, such principles as protectionism and active state intervention in the economy are also considered. The initial (monetary) and developed (trade) forms of mercantilism are compared, the influence of this movement on the formation of subsequent economic doctrines, in particular, classical political economy, is revealed.

Key words: mercantilism, development of economic thought, protectionism, foreign trade, state intervention, national wealth, monetary mercantilism, trade mercantilism, gold and silver, economic policy, early capitalism, classical political economy. Iqtisodiy fikrning rivojlanishi insonning iqtisodiy faoliyatining rivojlanishi bilan bir vaqtda sodir bo'ldi.

Merkantilizm - iqtisodiy nazariyaning mustaqil fanga o'tish davri. Iqtisodiy fikr taraqqiyotidagi bu tendentsiya 16—18-asrlarda birinchi o'rinni egalladi.

Merkantilizm - bu boylik pulga egalik qilish va uni to'plashdan iborat degan g'oyaga asoslangan ta'limot. Ilgari oltin va kumush pul edi, shuning uchun merkantilistlar mamlakatga qancha ko'p oltin "kelsa" va mamlakatdan qanchalik kam "ketsa", mamlakat shunchalik boy bo'ladi, deb hisoblashgan.

Hatto qadimgi dunyoda ham iqtisodiy qarashlar juda tizimli bo'lib, ko'pincha davlat boshqaruvi va soliq yig'ish muammolariga tegishli edi.

Antik davrda iqtisodiy bilimlar yagona fan – falsafa doirasida ishlab chiqilgan va to'plangan.

Faqat oxirgi o'rta asrlarda iqtisodiy tafakkur mustaqil fan sifatida shakllana boshladi. 16-17-asrlar iqtisodiy tafakkur tarixida burilish davri hisoblanadi. Aynan shu davrda iqtisod fani vujudga keldi va nisbatan izchil qarashlar tizimi ilk bor shakllandi. Merkantilizm iqtisodiy fanning birinchi maktabiga aylandi.

Merkantilizm (mercante - savdogar, savdogar) - ilk kapitalizmning iqtisodiy ta'limoti va iqtisodiy siyosati.

Merkantilizmning paydo bo'lishi uchun ikkita asosiy shart mavjud:

Ijtimoiy-iqtisodiy shart-sharoitlar. Ular mustaqil iqtisodiy fanni yaratish zaruriyatini belgilaydi:

ijtimoiy mehnat taqsimoti va qishloq xo'jaligidan tashqari faoliyatning rivojlanishi;

shaharlarning rivojlanishi - hunarmandchilik va savdo markazi;

buyuk geografik kashfiyotlar (15-16 asrlar) - tashqi savdoning rivojlanishi va jahon bozorining shakllanishi.

ishlab chiqaruvchilarni ishlab chiqarish vositalaridan ajratish. Bu jarayonning asosi dehqonlarni majburan tortib olish edi;

mustamlakachilarni bosib olish siyosati. O'g'irlangan erlar talon-taroj qilindi va Evropada o'g'irlangan xazinalar kapitalga aylantirildi. Birinchi mustamlaka imperiyalari Portugaliya va

Ispaniya tomonidan yaratilgan. Ulardan keyin Gollandiya, Angliya va Fransiya mustamlaka uchun kurashga kirishdi;

koloniyalar bilan tengsiz savdo. Mustamlakachilar uchun asosiy boylik manbai qul savdosi edi;

Amerikada qimmatbaho metallarning katta zahiralari ega boy konlarning topilishi.

Yuqorida sanab o'tilgan holatlar feodalizmning parchalanishiga va kapitalistik munosabatlarning rivojlanishiga yordam berdi. Qayd etilgan o'zgarishlar muayyan iqtisodiy va falsafiy qarashlarning paydo bo'lishi uchun qulay sharoit yaratdi.

Siyosiy va mafkuraviy shartlar.

Ular iqtisodiy fanning paydo bo'lish imkoniyatini oldindan belgilab qo'ygan. Bu erda quyidagi pozitsiyalarni ajratib ko'rsatish mumkin:

Burgerlar (shaharliklar, nemischa «Burg» qal'asi, qal'adan) tomonidan kechki feodal ochko'zligini tanqid qilish.

16—17-asrlarga kelib, hunarmandchilik, savdo-sotiq va sudxo'rlik dehqonchilikdan ko'ra ko'proq daromadli mashg'ulot ekanligi ayon bo'ldi. Bundan tashqari, vaqt o'tishi bilan urning unumdorligi pasayib, undan olinadigan daromad kamaydi. Bu hukmron tabaqani (feodallarni) bir tomondan yig'im va soliqlarni ko'paytirishga, ikkinchi tomondan esa savdo va sudxo'rlik bilan shug'ullanishga undadi. Aynan zodagonlarning bunday xatti-harakati tarixning bu davriga merkantil feodalizm nomini berdi.

Oqibatda ham soliq yukining kuchayishi, ham feodallarning raqobati tufayli burgerlarning huquq va manfaatlari poymol qilindi.

Katolik cherkovi sariq iblisning umumiy ta'qibidan chetda qolmadi - monastir xo'jaliklari va marosimlarni bajarishdan tushgan daromad indulgentsiyalarni sotish orqali to'ldirildi. Merkantil feodalizm va katolik cherkovining birinchi tanqidchilari paydo bo'ldi, ular bu kechki feodal o'zboshimchaliklarida ilk kapitalistik tadbirkorlarning "halol" pul ishlab chiqarishini obro'sizlantirishni, shuningdek, cherkovning ilk xristianlik me'yorlaridan chetga chiqishlarini ko'rdilar.

Merkantilistlar o'rtasida ish haqiga nisbatan foiz stavkasiga nisbatan siyosat bo'yicha ko'proq kelishuv mavjud edi: E. Misselden, J. de Malines, V. Templ, N. Barbon, J. Child va J. Lou foiz stavkasini pasaytirishga chaqirdilar. Ulardan faqat Barbon foiz stavkasi bo'yicha 3 foizlik chegarani qonunchilikda o'rnatishni talab qildi; qolganlari stavkani pasaytirishning bilvosita usullarini qo'llab-quvvatladilar.

Ko'pchilik pul institutlarining - bank sektori va pul bozorining rivojlanishi foiz stavkasining pasayishiga olib keladi, deb hisoblardi. Misselden, Malines va Lou foiz stavkasi va pul taklifi o'rtasidagi teskari bog'liqlik g'oyasini ifodalaganlar; ammo yuqorida muhokama qilingan ushbu nazariyaning to'g'riligiga jiddiy e'tirozlar mavjud edi. Nihoyat, mahsulot yetkazib berish sohasidagi merkantilistik davlat siyosati imtiyozlar, subsidiyalar, monopoliya huquqini berish yoki xazina hisobidan manufakturalar yaratish va quruqlik va dengiz aloqa vositalarini rivojlantirish, shuningdek, mustamlakachilik istilolari orqali xom ashyo etkazib berishni kengaytirish bo'yicha taniqli chora-tadbirlarni o'z ichiga oladi. Merkantilistlar har doim davlatning siyosatni amalga oshirishdagi rolini yuqori baholaganlar - axir, ko'plab merkantilistik asarlar qirol timsolida davlatga qaratilgan.

Merkantilistik siyosatning ayrim jihatlarini davlatning mutlaq vakolati edi. Bularga, birinchi navbatda, harbiy kuch ishlatish bilan bog'liq bo'lgan barcha narsalar kiradi. Merkantilizm davrida urush aloqa yo'llarini qurish kabi zarur va samarali ish edi. Harbiy argument mustamlakachilik nizolarini hal qilishning yagona haqiqiy usuli bo'lib, koloniyalar iqtisodiy aloqalar tizimida muhim rol o'ynagan va uzoq muddatli o'sishni ta'minlash mexanizmining muhim bo'g'ini edi.

Davlat, Kantillonning maslahatiga amal qilib, kutilmagan ehtiyojlar uchun merkantilistik siyosatni amalga oshirish jarayonida mablag' to'plashi kerak edi, bu odatda dengizda yoki quruqlikda hukmronlik qilish uchun navbatdagi urushdan iborat bo'lib, iqtisodiy o'sishning keyingi o'sishiga yo'l ochdi. Agressiv davlat merkantilizm uchun shu qadar ajralmas bo'lib qoldiki, merkantilizm davlat hokimiyati yoki iqtisodiy farovonlik birlamchi ekanligi haqidagi savol munozarali bo'lib qoldi. Ko'rib turganimizdek, merkantilistik nazariya va siyosatning aksariyati

ta'minotga taalluqli bo'lib, yo birlik xarajatlarini pasaytirishga yoki doimiy xarajatlar bilan potentsial ishlab chiqarish hajmini kengaytirishga, ba'zan esa bir vaqtning o'zida ikkala maqsadga erishishga qaratilgan edi.

Ikkinchi, ijobiy pozitsiya - bu merkantilistik g'oyalarda oqilona yadro topishga urinish va shu bilan merkantilizmning hayratlanarli mashhurligini, shuningdek, hech bo'lmaganda Angliyada qo'llanilishi samaradorligini tushuntirish. Uning asoschilari nemis tarixiy maktabining iqtisodchilari - F. List, G. Schmoller, V. Sombart, A. Onkken va boshqalar bo'lib, ular A. Smit tomonidan merkantilistlarga qarshi ilgari surilgan dalillarni tanqid qildilar.

Shu bilan birga, ular merkantilizmning talqinlaridan birini taklif qildilar, unga ko'ra merkantilistik tahlilning asosiy g'oyasi milliy kuchni oshirish edi. Ushbu talqinning mashhurligi 1931 yilda E. Xeksherning merkantilizm tahliliga bag'ishlangan monografiyasi nashr etilgandan so'ng ortdi, u ham shu nuqtai nazarga ega. Merkantilizmga ijobiy qarashni kuchaytirishda J. M. Keyns tomonidan merkantilistik maktabga berilgan yuksak baho katta rol o'ynadi, u "Bandlik, foiz va pulning umumiy nazariyasi"ning butun bir bobini merkantilistik nazariyaning ma'nosi turli usullar bilan yalpi talab va bandlikni kengaytirish ekanligini isbotlashga bag'ishladi. 1981-yilda R. Ekelund va R. Tollisonlar eng so'nggi keng tarqalgan talqinlardan birini ilgari surdilar va merkantilizmni nazariy tizim va amaliy siyosat sifatida renta olish kontekstida ko'rib chiqish zarurligini ta'kidladilar.

Ularning fikriga ko'ra, u eng yaxshi davlat vositasi orqali monopol huquqlarga bo'lgan talab va taklifni kengaytirishga qaratilgan tartibga solish tizimi sifatida tavsiflanadi.

Xulosa qilib aytganda, merkantilizm iqtisodiy tafakkurning dastlabki tizimli bosqichlaridan biri bo'lib, u o'z davrida milliy davlatlarning iqtisodiy mustaqilligini mustahkamlashga xizmat qilgan. Davlatning faol aralashuvi, tashqi savdoni qo'llab-quvvatlash va milliy ishlab chiqaruvchilarni himoya qilish g'oyalari zamonaviy iqtisodiy siyosatda ham muayyan darajada o'z aksini topmoqda. Shu bois merkantilizm nafaqat tarixiy iqtisodiy ta'limot sifatida, balki bugungi kunda ham iqtisodiy siyosatni tushunishda muhim metodologik ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Пономарева, Т. Г., Данилко, Р. Г., & Захарова, Е. В. (2015). Генезис меркантилизма как комплиментарного инструмента государственной поддержки экономики для решения глобализационных проблем. Экономика и управление, (8 (118)), 11-14.
- [2]. Покрытан, П. А. (2019). Актуализация позднего меркантилизма в современной экономической политике. Вестник Московского университета. Серия 27. Глобалистика и геополитика, (3), 64-74.
- [3]. Гришина, Е. А. (2013). Вопросы экономической безопасности в истории экономических учений (от меркантилизма до классической школы). In университетское образование (МКУО-2013) (pp. 142-142).
- [4]. Сашко, Р. С. Теоретические истоки экономической науки: ранний и поздний меркантилизм. ББК 71.0 я43, 180.

UDK:616.21

К ИСТОРИИ УЧРЕЖДЕНИЯ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

М.М. Усмонов

Международный институт пищевых технологий и инженерии

usmanovm.731gmail.com

(Received on September 15 th, 2025.)

Аннотация. *Статья посвящена рассмотрению исторических предпосылок учреждения Нобелевской премии, связанной с деятельностью выдающегося изобретателя и предпринимателя Альфреда Нобеля. В работе анализируются его научные достижения, влияние динамита на промышленное развитие, а также социальные и моральные мотивы, побудившие ученого завещать свое состояние на создание международной награды. Особое внимание уделено формированию устава Нобелевского фонда, первому вручению премий в 1901 году, а также значению Нобелевской премии для мировой науки, культуры и общественного прогресса. Подчеркивается роль премии как*

инструмента стимулирования научных исследований и укрепления международного сотрудничества.

Ключевые слова: Альфред Нобель, Нобелевская премия, Нобелевский фонд, история науки, мировая культура, научные открытия, международное сотрудничество.

Annotatsiya. Ushbu maqolada taniqli ixtirochi va tadbirkor Alfred Nobelning ishiga asoslangan Nobel mukofoti ta'sis etilishining tarixiy asoslari ko'rib chiqiladi. Maqolada uning ilmiy yutuqlari, dinamitning sanoat rivojiga ta'siri, olimni xalqaro mukofot ta'sis etish uchun o'z boyligini vasiyat qilishga undagan ijtimoiy va ma'naviy motivlar tahlil qilinadi. Nobel jamg'armasi nizomining shakllanishiga, 1901 yildagi birinchi taqdirlash marosimiga, Nobel mukofotining jahon ilm-fani, madaniyati va ijtimoiy taraqqiyoti uchun ahamiyatiga alohida e'tibor qaratilgan. Mukofotning ilmiy tadqiqotlarni rag'batlantirish va xalqaro hamkorlikni mustahkamlash vositasi sifatidagi o'rni ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: Alfred Nobel, Nobel mukofoti, Nobel jamg'armasi, fan tarixi, jahon madaniyati, ilmiy kashfiyotlar, xalqaro hamkorlik.

Abstract. This article examines the historical background to the establishment of the Nobel Prize, centered on the work of the outstanding inventor and entrepreneur Alfred Nobel. The paper analyzes his scientific achievements, the impact of dynamite on industrial development, and the social and moral motives that prompted the scientist to bequeath his fortune to establish an international award. Particular attention is given to the formation of the Nobel Foundation's statute, the first award ceremony in 1901, and the significance of the Nobel Prize for global science, culture, and social progress. The role of the Prize as a tool for stimulating scientific research and strengthening international cooperation is emphasized.

Key words: Alfred Nobel, Nobel Prize, Nobel Foundation, history of science, world culture, scientific discoveries, international cooperation.

Альфред Бернхард Нобель — выдающийся изобретатель, инженер и промышленник XIX века, вошедший в историю как создатель динамита и основатель Нобелевской премии. Он родился 21 октября 1833 года в Стокгольме, в семье инженера Эммануэля Нобеля и Каролины Андриетты Нобель. Альфред происходил из знатного рода, являясь потомком шведского учёного Улофа Рудбека-старшего. В семье было восемь детей, однако суровые условия жизни привели к тому, что выжили лишь трое сыновей — Альфред, Роберт и Людвиг.

Будущий изобретатель с раннего возраста проявлял интерес к технике и особенно к химии. В 1842 году семья переехала в Санкт-Петербург, где отец основал машиностроительный завод. Альфред получил домашнее образование: с ним занимались частные учителя и магистры искусств. К семнадцати годам он свободно владел пятью языками — шведским, русским, французским, английским и немецким, а также увлекался литературой, поэзией, физикой и химией.

Чтобы дать сыну практическое инженерное образование, Эммануэль Нобель отправил его в Европу. Во время пребывания в Париже Альфред познакомился с известным химиком Теофилом-Жюлем Пелузом и его учеником Асканио Собrero, открывшим нитроглицерин. Это открытие произвело на молодого исследователя сильное впечатление и определило направление его дальнейших опытов.

После возвращения домой Альфред работал на предприятии отца, но в 1859 году фирма обанкротилась. Тогда он посвятил себя исследованиям в области взрывчатых веществ, чем привлек внимание русского химика Николая Зинина. После завершения Крымской войны дела семьи пошли на спад, и отец вернулся в Швецию, а старшие братья остались в России, где позже добились успеха в нефтяной промышленности. В 1863 году Альфред вновь оказался в Стокгольме и сосредоточился на экспериментах с нитроглицерином.

Несмотря на трагедию — гибель младшего брата Эмиля во время одного из взрывов, — Нобель продолжил исследования. Он искал способ сделать вещество безопасным в использовании. Результатом стало изобретение динамита: Альфред смешал нитроглицерин с кизельгуром и разработал детонатор с капсюлем. В 1867 году он запатентовал своё открытие, которое произвело революцию в строительстве и горной промышленности, значительно удешевив работы по прокладке тоннелей и добыче полезных ископаемых.

На этом Нобель не остановился. В 1875 году он создал гремучий студень (гелигнит) — одно из мощнейших взрывчатых веществ того времени, а в 1887 году запатентовал бездымный баллиститный порох. Его изобретения нашли широкое применение как в мирных целях, так и в военной промышленности. К концу жизни у Нобеля было 355 патентов и сеть из более чем 90 заводов в 20 странах мира.

Несмотря на огромные успехи, личная жизнь Альфреда была омрачена болезнями, депрессиями и негативной репутацией. В 1888 году, после смерти его брата Людвига, французская газета по ошибке опубликовала некролог об Альфреде под заголовком «Торговец смертью мёртв», что глубоко потрясло изобретателя. Он задумался о том, каким его запомнит человечество.

К концу жизни Нобель страдал от стенокардии и жил уединённо в итальянском городе Сан-Ремо. Там он скончался 10 декабря 1896 года от кровоизлияния в мозг. Однако ещё при жизни он позаботился о будущем: в 1895 году в Париже он составил завещание, по которому почти всё своё состояние — около 31 млн шведских крон (94 % активов) — завещал на учреждение премии для людей, внёсших наибольший вклад в науку, литературу и дело мира.

Несмотря на сопротивление семьи и общественный скепсис, его воля была исполнена. В 1900 году был создан Фонд Нобеля, а уже с 1901 года начали вручаться Нобелевские премии, которые и сегодня остаются символом высшего признания достижений человечества.

Первые Нобелевские премии были вручены в 1901 году. Первым физиком, получившим эту премию, стал немецкий учёный Вильгельм Конрад Рентген за открытие лучей названных в его честь. В последние десятилетия XIX века многие химики сделали значительный вклад в науку. Нобелевский комитет, присуждая премию по химии, столкнулся с задачей определить, в каком порядке награждать этих учёных. На соискание премии рассматривалось 20 номинаций, одиннадцать из которых были посвящены нидерландскому химику Якобу Хендрику Вант-Гоффу. В итоге он получил Нобелевскую премию по химии за открытие законов химической динамики и осмотического давления в растворах.

В области литературы было представлено 25 номинаций и Шведская академия выбрала Сюлли-Прюдома. Группа из 42 шведских писателей, художников и литературных критиков выступила против решения о награждении, так как они ожидали, что премию получат Генри Джеймс, Генрик Ибсен или Лев Николаевич Толстой. Некоторые литературоведы раскритиковали эту премию, считая Прюдома посредственным поэтом. Американский профессор английского языка Бёртон Фельдман объяснил это тем, что большинство членов академии предпочитали викторианскую литературу, и поэтому выбрали его.

В физиологии и медицине первую премию получил немецкий врач и иммунолог Эмиль Адольф фон Беринг за разработку сывороточной терапии при лечении дифтерии, которая в те времена уносила тысячи жизней. Первая Нобелевская премия мира была вручена швейцарскому предпринимателю Жану Анри Дюнану за его роль в создании международного движения Красного Креста и Красного Полумесяца, и французскому политику Фредерику Пасси за его активную работу в области международных миротворческих конференций, дипломатии и арбитража.

В заключении следует отметить то, что история учреждения Нобелевской премии является ярким примером того, как личные убеждения и наследие одного человека могут оказать колоссальное влияние на развитие мировой науки, культуры и общественной мысли. Завещание Альфреда Нобеля не только изменило судьбу многих ученых, писателей и общественных деятелей, но и стало символом признания высших достижений человечества. Нобелевская премия на протяжении более чем ста лет сохраняет свою актуальность, оставаясь эталоном объективной оценки научных открытий и культурных свершений, а также мощным фактором укрепления международного сотрудничества и продвижения идей мира и прогресса. Можем привести выводы в рамках нашего исследования

Во первых: учреждение Нобелевской премии стало результатом стремления Альфреда Нобеля оставить после себя духовное наследие, направленное на поддержку науки, культуры и мира.

Во вторых: завещание Нобеля сыграло ключевую роль в создании уникального международного института, объединяющего научное и культурное сообщество всего мира.

В третьих: первое вручение премий в 1901 году положило начало традиции, которая сохраняет актуальность более века и оказывает значительное влияние на мировое развитие.

В четвёртых: Нобелевская премия стала не только символом высшего признания достижений, но и стимулом для ученых, писателей и общественных деятелей к дальнейшему поиску и творчеству.

В пятых: история учреждения премии демонстрирует важность гармонии между научно-техническим прогрессом и гуманистическими ценностями.

Таким образом, учреждение этой награды представляет собой не только историческое событие, но и важный стимул для дальнейшего развития человечества. Таким образом, Альфред Нобель вошёл в историю не только как выдающийся инженер и изобретатель динамита, но и как человек, подаривший миру уникальную награду за научные и гуманистические достижения.

Список литературы

- [1]. Чумаков, В. (2021). Русский след. История Нобелевской премии. Litres.
- [2]. Вавилова, А. А. (2014). К Истории нобелевских премий. столетие присуждения нобелевской премии по физиологии и медицине Роберту Барани. ЧАСТЬ 2. Российская оториноларингология, (5 (72)), 143-151.
- [3]. Назарова, И. П., Рахмедов, О., Нургелдыев, Р., & Усачев, С. С. (2015). История известных научных открытий в XX-XXI вв. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, (5-1), 117-119.
- [4]. Мамедов, М. К. (2011). Нобелевской премии-110 лет. Биомедицина (Баку), (4), 42-47.

УДК: 37.018

AYOLLAR TOMONIDAN BADIY ADABIYOTNI O'QISH MASALALARI

Z. Usmanova

Farg'ona davlat texnika universiteti

zulfiyaxon16.04@mail.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada badiiy adabiyotni ommalashtirish va o'qish, uning tarbiyaviy ta'siri masalalari ko'rib chiqiladi. Muallif tadqiqot mazmunida insoniyat tarixida o'chmas iz qoldirgan mualliflar ijodini o'rganish va targ'ib qilish zarurligiga e'tibor qaratadi. Maqolada badiiy adabiyotni o'qish va ommalashtirishdan ko'zlangan maqsad, uning odamlar ongiga ta'siri haqida so'z boradi. Tadqiqotda badiiy adabiyotning ta'lim jarayonida tutgan o'rniga e'tibor qaratiladi. Muallif o'rganilayotgan soha bo'yicha xulosa va tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar. Badiiy adabiyot, yozuvchilar, Teodor Drayzer, Kollin Makkallo, Onore de Balzak, Vasiliy Yan, Grigol Abashidze, Raffaello Giovagnoli asarlari

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы популяризации и чтения художественной литературы и её воспитательного воздействия. Автор в рамках исследования обращает внимание на необходимость изучения и пропагандирования произведений авторов, оставивших неизгладимый след в истории человечества. В статье повествуется цель чтения и популяризации художественной литературы и её влияния на сознание людей. В ходе исследования обращается внимание на роль художественной литературы в образовательном процессе. Автор приводит выводы и рекомендации по исследуемому направлению

Ключевые слова. Художественная литература, произведения писателей, Теодор Драйзер, Коллин Маккалоу, Оноре де Бальзак, Василий Ян, Григор Абашидзе, Рафаэлло Джованьоли

Abstract. This article examines the issues of popularization and reading of fiction and its educational impact. The author, within the framework of the study, draws attention to the need to study and promote the works of authors who have left an indelible mark on the history of mankind. The article narrates the purpose of reading and popularizing fiction and its influence on people's consciousness. During the study, attention is drawn to the role of fiction in the educational process. The author provides conclusions and recommendations on the research area

Keywords. Fiction, works of writers, Theodore Dreiser, Colleen McCullough, Honore de Balzac, Vasily Yan, Grigol Abashidze, Raffaello Giovagnoli.

Hozirgi zamonda yosh avlod tarbiyasi masalalari ayniqsa dolzarb bo'lib bormoqda. Bu yo'nalishda ayollar alohida o'rin tutadi. Ayollar tarbiyasi jamiyatda shaxs kamolotiga bevosita ta'sir etishiga chuqur ishonchimiz komil. Biz tadqiqotimizda ayollarning badiiy adabiyot mutolaasining tarbiyaviy ahamiyatini o'rganamiz. Hozirgi vaqtda badiiy adabiyotning jamiyatga ta'siri masalalari juda dolzarbdir.

Shu o'rinda, O'zbekiston Prezidenti Shavkat Mirziyoyev tomonidan e'lon qilingan asosiy va birinchi tashabbuslardan biri yoshlarning musiqa, san'at, adabiyot, teatr va san'atning boshqa turlariga qiziqishini oshirish bilan bog'liq tashabbus bo'lganini alohida ta'kidlamochim.

Adabiy tanqid, xususan, badiiy va ilmiy adabiyot jamiyat va uning birligi, ya'ni alohida shaxslarga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotimizda badiiy va ilmiy adabiyotning jamiyat hayotidagi ahamiyatiga e'tibor qaratmoqchimiz.

Foydalanilgan adabiyotlarni tahlil qilish

Nazariy nuqtai nazardan, tadqiqot Teodor Drayzer, Grigol Abashidze, Vasiliy Yan, Raffaello Giovagnoli, Kollin Makkalo va boshqalar kabi atoqli yozuvchilarning asarlari asosida olib borildi.

Qalami "Moliyachi", "Titan", "Stoik", "Daho", "Kerri opa", "Jenni Gerxardt", "Amerika fojiasi" trilogiyasi kabi bestsellerlar qatoriga kirgan Teodor Drayzer hamon inson shaxsiga tarbiyaviy ta'sir ko'rsatish vositasi bo'lib xizmat qilmoqda.

Tahlil va natijalar

Biz tadqiqotimizda adabiyot yo'nalishlari, uning jamiyat va shaxsiga ta'sirini bayon qilmoqchimiz. O'z davrining buyuk, ko'zga ko'ringan yozuvchisi, hozirgi zamonda o'quvchilari bo'lgan Teodor Drayzer, "Moliyachi", "Titan", "Stoik", "Daho", "Kerri opa", "Jenni Gerxardt", "Amerika fojiasi" va boshqa asarlar muallifi, u voqealar guvohi bo'lganini hamma biladi. Faraz qilaylik, "Amerika fojiasi" romanida Drayzer jamiyatning xohish-istaklarini, jamoatchilik fikrining ahamiyatini va natijada yigit va qizning bu ijtimoiy imtiyozlari qurbonlarini tasvirlaydi. Bu ishning tarbiyaviy jihati shundaki, inson o'z qilmishi uchun javobgar bo'lishi kerak. Ammo asarning "Amerika fojiasi" deb nomlanishi bejiz emas.

Unda sodir bo'lgan voqealarda bilvosita aybdor bo'lgan jamiyat fojiasi tasvirlangan. Jamiyat va uning fikri roman qahramonini jinoyatga undadi. Ushbu romanni oxirigacha o'qigan o'quvchi jamoatchilik fikri qurboniga aylangan yigitga ildiz otib, voqealarning ijobiy oqibati bo'lishini umid qiladi, lekin romanda ikki kishining o'limiga olib kelgan o'sha davr haqiqati tasvirlangan.

"Moliyachi", "Titan", "Stoik" trilogiyasida Frank Aljeron Kaupervudning hayoti muvaffaqiyatli tadbirkor prototipi sifatida tasvirlangan. Ammo bu erda ham jamoatchilik fikri bilan bog'liq vaziyat tasvirlangan, uning xotini "Oliy jamiyat" tomonidan qabul qilinmaydi, chunki u jamiyatdagi talablar va xatti-harakatlar normalariga javob bermaydi, garchi o'quvchi uning hech qanday aybi yo'qligini juda yaxshi tushunsa ham, shunchaki yuqori jamiyat vakili bo'lgan jamiyat uni qabul qilmadi [2].

Gruzin yozuvchisi Grigol Abashidzening "Lacharella" va "Uzoq tun" romanlarida 13-asrda Gruziyada sodir bo'lgan tarixiy voqealar hikoya qilinadi.

Mashhur gruzin yozuvchisi Grigol Abashidzening asarlari "Lasharela" va "Uzoq tun" tarixiy romanlaridan iborat bo'lib, ular 13-asrning noyob gruzin yilnomasiga birlashtirilgan. Grigol Abashidze o'z romanlarida o'z vatanining yorqin va fojiali tarixini jonlantiradi, gruzin xalqining mustaqillikka erishish yo'lidagi kurashini hikoya qiladi, o'chmas, unutilmas va ulug'vor obrazlarni yaratadi.

Vasiliy Yanning “Chingizxon” romani XIII asr boshlarida Markaziy Osiyoda sodir bo‘lgan og‘ir davrlarning unutilmas va ayni paytda tarixiy jihatdan chinakam tasvirini beradi. Bu asar Chingizxon “imperiyasi”ning Xorazmshoh Muhammad Alloh et Din bilan kurashi haqida. Bu kurashda esa xon g‘alaba qozonadi.

Romanda u o‘quvchi oldiga mohir lashkarboshi, latif diplomat, zukko ichki siyosiy arbob va uzoqni ko‘ra oladigan siyosatchi sifatida namoyon bo‘ladi. Kitob Chingizxonning buyuk zabtlari, keyinchalik uning izdoshlari Sharqiy Yevropani egallashiga olib kelgani haqida hikoya qiladi. O‘sha davrdagi tarixiy voqealar yozuvchi tomonidan juda iste’dod bilan yozilgan.

Chingizxon buyuk Xorazmshoh ustidan qanday g‘alabaga erishdi, bu kurashda Xorazmshohlar sulolasining mag‘lubiyatiga nima sabab bo‘ldi, degan savol tug‘iladi.

Va o‘rinli javob shuki, bular o‘zaro urushlar, Xorazmshoh davlatining o‘zida hamjihatlikning yo‘qligi, ichki siyosiy nizolar, taxt uchun kurash, jamiyat asoslari, turmush tarzi, tarqoqlikning paydo bo‘lishiga hissa qo‘shgan ma‘lum an‘analar va boshqa ko‘p holatlarning sharti edi. Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

Keling, ushbu roman yordamida tarixga nazar solaylik va bizni qiziqtirgan ko‘plab savollarga javob olamiz.

Chingizxon qo‘shinida qattiq tartib-intizom bo‘lgan, arzimagan huquqbuzarlik faqat bitta jazo, ya’ni o‘lim jazosi bilan jazolangan. Ha, tatar-mo‘g‘ul bosqinchilari madaniyati va bilim darajasi bilan ajralib turmagan, lekin ular tartibli va hamjihat bo‘lgan, buni Xorazmshoh davlati haqida aytib bo‘lmaydi. Tasavvur qiling-a, mamlakatda bosqinchilik tahdidi hukmron bo‘lib, alohida hududlar hokimlari dushmanga qarshi birlashish o‘rniga, har biri “kulbam chekkada” qoidasi bo‘yicha ish olib bordi va bu Xorazmshoh davlatining o‘limi va mag‘lubiyatiga olib keldi. Garchi bu tarixiy romanda Jalol et din, Temur Malik va boshqalar kabi ozodlik va istiqloq kurashchilarining harakatlari tasvirlangan. Ammo ular yolg‘iz nima qilishlari mumkin edi?

Romanda Jalol et Dinning o‘zini daryoga tashlab dushmandan qochib qutulishi, uning oilasi ham dushmanga o‘lja bo‘lmaslik uchun o‘zini daryoga tashlashi syujeti tasvirlangan. Chingizxon unga hayrat bilan qaraydi va so‘zlarni aytadiki, uning mohiyati shundan iboratki, u shunday o‘g‘il tug‘ishni xohlaydi.

Ammo Xorazmshohning onasi Turkon Xotun Jalol et Dinning onasini, ya’ni kelinini yoqtirmay, uni davlat ishlaridan uzoqlashtirish uchun hamma narsani qilgani uchun Xorazm davlatida Shoh Jalol et Dinning hokimiyat tepasiga kelishiga ruxsat berilmagan. Agar Xorazmshohlar davlati jangchilari Jalol et Din boshchiligida bo‘lganida nima bo‘lishini tasavvur qila olardik, kurashning oqibati katta ehtimol bilan boshqacha bo‘lar edi. O‘quvchi ushbu romanni o‘qir ekan, xalq, uning qahramonlari taqdiri haqida qattiq qayg‘uradi. Ammo tarixda Jalol et Dina nomi jasorat, qo‘rqmaslik va fidoyilik ramzi sifatida saqlanib qolgan.

Xorazmshohning o‘zi esa tarixda qanday iz qoldirgan bo‘lsa, dushmanga qarshi kurashishda mahorati, mardligi, uzoqni ko‘ra bilishi yetmagan.

Romanda o‘z davri qahramoni, Xo‘jant shahri hokimi Temur Malik ham Jalol et Dinning yaqin va sadoqatli do‘sti bo‘lgani, dushmanga qarshi kurashda mardligi, matonati, matonati bilan undan kam bo‘lmaganligi tasvirlangan. Temur Malik oxirgi nafasigacha dushman bosqinchilariga qarshi kurashdi.

Bu romanni o‘qish inson ongiga qanday tarbiyaviy ta’sir ko‘rsatishi mumkin degan savol tug‘iladi. Va o‘zini taklif qiladigan javob eng to‘g‘ridan-to‘g‘ri. Biz tarixda o‘chmas iz qoldirgan ajdodlarimiz bilan faxrlanamiz. Va biz qanday iz qoldiramiz? Vatanimiz ravnaqi uchun nima qilyapmiz? Tarixni o‘rganmay turib kelajak yo‘q – bu birinchi Prezidentimizning so‘zlari. Tarixni qanday o‘rganish mumkin? Albatta, va badiiy adabiyotni o‘qish yordamida, bu holda tarixiy yo‘naltirilgan.

Badiiy adabiyotni ko‘p o‘qigan odamning lug‘at boyligi, dunyoqarashi kengayib, bilim zahirasi to‘ldirilishida badiiy adabiyot o‘qishning tarbiyaviy ta’siri namoyon bo‘ladi. Ba’zan shunday holatga duch kelamizki, masalan, oliy ta’lim muassasasi talabasi bu holatda o‘z nuqtai nazarini to‘g‘ri ifoda eta olmaydi, uning so‘z boyligi yetishmaydi;

O'z-o'zini rivojlantirish uchun har bir kishi vaqti-vaqti bilan badiiy yoki ilmiy adabiyotlarni o'qishi kerak.

Adabiyotshunoslik filologiya va san'at tarixining bir bo'limi bo'lib, uning tarkibiy elementlarining xilma-xilligi bilan badiiy adabiyotni o'rganish ob'ekti [1].

Keling, badiiy adabiyotning shaxsning axloqiy, axloqiy va madaniy e'tiqodlarini shakllantirishga ta'sirini tasavvur qilaylik. Masalan, bolaning yoshiga mos badiiy adabiyotlarni o'qib berish uning tarbiyasiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Shaxsning shakllanishi jarayonida bu jarayonda, albatta, badiiy adabiyot katta rol o'ynaydi. Ekaterina Sheremetyevaning "Hayotga kirish" romanini o'qish mualliflarga chuqur ta'sir ko'rsatdi. Ushbu roman katta tarbiyaviy ahamiyatga ega bo'lib, o'quv jarayonidagi aksariyat o'qituvchilar uchun qo'llanma bo'lib xizmat qilishi mumkin. Yekaterina Sheremetyeva o'z asarida 19-asr oxiri va 20-asr boshlaridagi voqealarni bir oila misolida tasvirlaydi. Muallif romanda ta'lim-tarbiya muammolariga katta e'tibor beradi. Bizningcha, bu ish har bir shaxsga to'g'ri tarbiya berish yo'riqnomasiga aylanishi va shu orqali jamiyat ichidagi tarbiya holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tadqiqotimiz davomida yozuvchi Onore de Balzakning "Ota Gorio" asarining tarbiyaviy ahamiyatiga e'tibor qaratmoqchimiz [1].

Unda 19-asr oxiridagi voqealar aks ettirilgan. Goriotning xotini vafot etgan oilada u ikki qizi bilan yolg'iz qoladi. Roman qahramoni butun mehrini suyukli qizlariga bag'ishlaydi, o'zini charchatadi, ularni zarur narsalar bilan ta'minlash uchun tinimsiz mehnat qiladi. O'gay onasi bezovta qilmasin deb, hatto boshqa turmushga chiqmasdan ham butun umrini ularga bag'ishlaydi. Ularning barcha injiqliklarini qondiradi, ularga mahr yig'ib, qizlarini turmushga beradi, lekin qariganda yolg'iz qoladi, qizlari uning borligini unutadi.

Umrining oxirida uning oylik maoshi qoladi, yalang'och zarur narsalarga yetadi, lekin bir kuni qizlaridan biri uning oldiga keladi va ko'z yoshlari ichida unga koptok uchun ko'ylak sotib olmayotgan eridan shikoyat qiladi. Va ota Goriot unga qimmatbaho ko'ylak sotib olish uchun so'nggi pullarini beradi va hech narsasi qolmaydi.

Bu asarning tarbiyaviy ahamiyati nimada? Farzandlaringizni ota-onalari qanchalik yaxshi ko'rishmasin, ularning barcha ehtiyojlarini qondirish mumkin emas. Bunda bola barcha injiqliklarini qondirishga odatlangan, lekin o'zi uchun ham, atrofidaigilar uchun ham hech narsa qilmaydigan, jamiyatga hech qanday foydasi bo'lmaydigan, yomon ma'nodagi "iste'molchi"ga aylanadi.

Ya'ni, shaxs faqat qaram motivlarni rivojlantiradi.

Shuningdek, Grigoriy Belyx va Leonid Panteleevning "SHKID respublikasi" hikoyasining katta tarbiyaviy ahamiyatini ham qayd etmoqchiman, unda mualliflar o'zlari guvoh va ishtirokchi bo'lgan davrni, ya'ni XX asr boshlarini, o'tish davrini, inqilobdan keyingi davrni, shahar ko'chalari uysiz bolalar bilan to'lib ketganini tasvirlaydi. Bu hikoya ana shunday og'ir damlarda Dostoevskiy nomidagi maktab tashkil etib, u yerda bu bolalarni tarbiyalab, qo'llab-quvvatlaganliklari, ularga eng yaxshi qadriyatlarni singdirgani, shu maktab devorlarida jamiyat uchun kelajak komil fuqarolarni tarbiyalaganliklari haqida hikoya qiladi. Mualliflarning o'zlari ham shu maktab o'quvchilari bo'lib, maktab devorida kechgan voqealarni, har bir o'quvchi qalbi kalitini topa olgan ustoz-murabbiylarning kasb mahoratini ishonchli tasvirlab bergan.

Shuningdek, Pirimqul Qodirovning "Avlodlar dovoni" romanidagi tarixiy xarakterdagi badiiy adabiyotning ahamiyatini alohida ta'kidlab o'tmoqchiman, unda u buyuk bobomiz Zahiriddin Muhammad Bobur va uning o'g'li Humoyun avlodlari tasvirlangan. Bu roman bugungi yoshlar uchun katta tarbiyaviy ahamiyatga ega.

Jadit maktabi va uning ko'zga ko'ringan namoyandalari adabiyoti ham katta qiziqish uyg'otadi.

Xulosa va takliflar

Yuqoridagilar nuqtai nazaridan shuni aytish kerakki, badiiy adabiyotning jamiyat va uning a'zolariga ta'siri katta. Ushbu romanda tasvirlangan, urushdan oldingi, urush va urushdan keyingi davrlarni qamrab olgan voqealar O'tkir Hoshimovning "Kirish va chiqish" asarini o'qigan odamga o'chmas ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, adabiyotning jamiyatga ijobiy ta'siri foydasiga xulosalar berish kerak: Birinchidan, badiiy adabiyot o'qish kitobxonning ma'naviy dunyosini boyitadi, har bir insonning so'z boyligini oshiradi;

Ikkinchidan, badiiy adabiyot shaxsga tarbiyaviy ta'sir ko'rsatadi.

Uchinchidan, badiiy adabiyot insonda axloqiy, axloqiy va estetik qadriyatlarning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi;

To'rtinchidan, tegishli yo'nalishdagi badiiy adabiyot muayyan jamiyatning milliy an'analariga ehtiyotkorlik bilan munosabatda bo'lishga undaydi;

Adabiyotlar

- [1]. Бальзак, О. Д. (2021). Отец Горио. Lindhardt og Ringhof.
- [2]. Драйзер, Т. (2022). Стоик. Книга для чтения на английском языке. Litres.
- [3]. Драйзер, Т. (2016). Американская трагедия. FTM.
- [4]. Ян, В. (2021). Чингисхан (Vol. 1). Litres.
- [5]. Белых, Г. Г. (2016). Республика Шкид. FTM.

UDK:796.92

РОЛЬ ЖЕНЩИН В РАЗВИТИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н.М. Набиева

Ферганский государственный технический университет
nilufarnabieva5@gmail.com
(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация. В данной статье рассматривается роль женщин в развитии науки на протяжении истории. Анализируются достижения выдающихся ученых-женщин, их вклад в различные научные дисциплины, а также социальные и культурные барьеры, с которыми они сталкивались. Особое внимание уделяется современным тенденциям в гендерном равенстве в научной сфере и мерам, направленным на расширение возможностей женщин в науке. Статья подчеркивает важность равноправного участия женщин в научных исследованиях и технологическом прогрессе.

Ключевые слова. Научная деятельность, гендерное равенство, женщины-учёные, сфера образования, институт семьи

Annotatsiya. Ushbu maqolada ayollarning tarix davomida ilm-fan rivojidadagi o'rni ko'rib chiqiladi. Ko'zga ko'ringan ayol olimlarning erishgan yutuqlari, turli fan yo'nalishlariga qo'shgan hissalar, duch kelgan ijtimoiy va madaniy to'siqlar tahlil qilinadi. Ilm-fanda gender tengligini ta'minlashning dolzarb tendensiyalari va ilm-fan sohasida ayollar imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilgan chora-tadbirlarga alohida e'tibor qaratilmoqda. Maqolada ayollarning ilmiy tadqiqotlar va texnologik taraqqiyotda teng ishtirok etishi muhimligi ta'kidlangan.

Kalit so'zlar. Ilmiy faoliyat, gender tengligi, ayol olimlar, ta'lim, oila instituti

Abstract. This article examines the role of women in the development of science throughout history. It analyzes the achievements of outstanding female scientists, their contributions to various scientific disciplines, as well as the social and cultural barriers they faced. Particular attention is paid to current trends in gender equality in science and measures aimed at expanding opportunities for women in science. The article emphasizes the importance of women's equal participation in scientific research and technological progress.

Keywords: Scientific activity, gender equality, women scientists, education, family institution.

В современное время особенно актуальными становятся вопросы развития научных исследований, в которых немаловажная роль принадлежит женской половине человечества. В данном аспекте в рамках нашего исследования мы бы хотели остановить наше внимание на участии представительниц прекрасного пола в научной деятельности. Прежде чем изучить данный вопрос осуществим экскурс в историю, в которой неизгладимый след оставили женщины-учёные.

На протяжении веков женщины в науке сталкивались с препятствиями, однако их вклад в развитие научной деятельности невозможно переоценить. Несмотря на сложные социальные условия, женщины совершили значительные открытия и внесли большой вклад в различные области знаний.

История знает множество примеров выдающихся женщин-ученых, чьи открытия изменили мир. Одной из первых известных женщин в науке была Гипатия Александрийская (IV-V века), которая занималась математикой и астрономией. В XVIII-XIX веках женщины начали активно заниматься наукой, но часто их труды приписывались мужчинам. Например, многие открытия Марии Кюри, первой женщины-лауреата Нобелевской премии, стали возможны благодаря её настойчивости и самоотверженности [2].

В направлении физики и химии Мария Кюри стала пионером в исследовании радиоактивности, а её дочь Ирен Жолио-Кюри продолжила семейное дело, открыв искусственную радиоактивность. Дороти Кроуфут Ходжкин получила Нобелевскую премию за исследования структуры биомолекул.

В развитие медицины и биологии Розалинд Франклин внесла неоценимый вклад в расшифровку структуры ДНК, а Барбара МакКлинтон открыла подвижные элементы генома. Женщины также активно участвовали в развитии медицины, разрабатывая вакцины и методы лечения заболеваний.

В направлении астрономии и космонавтики отдельного внимания заслуживают Вера Рубин доказала существование темной материи, а Валентина Терешкова стала первой женщиной-космонавтом. Женщины внесли значительный вклад в исследование космоса и развитие технологий.

В настоящее время в нашей стране делается всё для участия женщин в научной деятельности.

За последние годы мировое сообщество добилось значительного прогресса в привлечении женщин и девочек к научной деятельности. Однако до сих пор существуют барьеры, ограничивающие их участие в этой сфере, в том числе гендерные стереотипы и предубеждения. В результате доля женщин среди исследователей остается недостаточной — на глобальном уровне она составляет менее 30%. Также невелик процент студенток, выбирающих технические и естественно-научные направления, тогда как в таких областях, как образование, здравоохранение, социальные и гуманитарные науки, женщин традиционно больше.

В связи с этим ООН приняла Резолюцию, призывающую страны мира обратить внимание на проблему гендерного дисбаланса в науке, выявить его причины и разработать программы для расширения участия женщин и девочек в научной среде. Основная цель документа — обеспечить женщинам и девочкам равный доступ к науке и возможность полноценно участвовать в ее развитии, а также способствовать достижению гендерного равенства и усилению их прав и возможностей. Кроме того, отмечаемое это дня напоминает о важной роли женщин в научно-техническом прогрессе и о необходимости дальнейшего увеличения их присутствия в этой области.

Особое значение имеет образование в сфере прав человека, которое способствует уважению прав личности, предотвращению насилия и конфликтов. В настоящее время реализуется четвертый этап Всемирной программы образования в области прав человека на 2020–2024 годы, ориентированный на расширение возможностей молодежи через просвещение.

В Узбекистане созданы благоприятные условия для самореализации женщин в научной и профессиональной деятельности. Государство всесторонне поддерживает талантливых соотечественниц, осознавая, что образованная женщина — мощный ресурс для общества. Женщины, занимающиеся наукой, вносят значимый вклад не только в свою область исследований, но и в развитие страны в целом. Как отметил глава государства, современные, образованные, талантливые и целеустремленные женщины составляют «золотой фонд» народа. Сегодня женщины Узбекистана активно участвуют во всех сферах

жизни: от экономики и политики до культуры и образования. Они способствуют воспитанию будущих поколений, а также развитию науки, здравоохранения, промышленности и сельского хозяйства.

Следует отметить то, что в Академии наук Республики Узбекистан сегодня работают 4760 специалистов, из которых 1905 — женщины. Среди 2146 исследователей 695 — женщины, в том числе 7 академиков, 90 докторов и 250 кандидатов наук. Женщины занимают руководящие должности в ведущих научных учреждениях страны, таких как Институт химии и физики полимеров, Институт иммунологии и геномики человека, Государственный музей истории Узбекистана и Фундаментальная библиотека Академии наук. Это подтверждает их важную роль в развитии академической науки и страны в целом.

Исследования в данной области проводили известные отечественные ученые, такие как Бурханова Л.М., Караходжаева О.Р., Шорахметова У.Ш., Караходжаева Д.М. и другие. Наука и гендерное равенство являются ключевыми элементами достижения целей устойчивого развития, предусмотренных Повесткой дня ООН до 2030 года [1].

Несмотря на достигнутый прогресс за последние 15 лет, женщины и девочки продолжают сталкиваться с ограничениями в научной сфере. Согласно данным Статистического института ЮНЕСКО, девочки демонстрируют такие же успехи в математике, как и мальчики, однако в числе ученых-исследователей женщины составляют лишь 30%. Кроме того, после рождения ребенка женщины-ученые часто сталкиваются с дискриминацией: длительное отсутствие в научной деятельности может привести к снижению их рейтинга или даже штрафам со стороны научных учреждений. Например, исследование одного британского университета показало, что все ученые, подвергшиеся таким санкциям, оказались матерями маленьких детей.

Важно учитывать, что, несмотря на высокий интеллектуальный и творческий потенциал, женщины продолжают сталкиваться с предрассудками и неравенством. Борьба за равные права и возможности в науке остается актуальной задачей мирового сообщества.

Особенно хотелось бы заострить внимание на том, что на участие женщин и девушек в научной деятельности так же влияет и менталитет, а иногда и традиции. Некоторые семьи считают что удачное замужество для девушки это лучший вариант чем обучение в ВУЗе. Не говоря уже о продолжении последующей учёбы в магистратуре а далее в докторантуре.

По нашему твёрдому убеждению женщины наряду с выполнением домашних обязанностей, тем не менее должны найти своё место и в обществе, как свидетельствуют исследования специалистов в этой области это, то есть активность женщин и в научной деятельности оказывает положительное влияние на воспитание подрастающего поколения, таким образом закладывается прочный фундамент для подготовки в будущем квалифицированных специалистов.

С нашей точки зрения женщина не должна оставаться исключительно домохозяйкой, а у неё есть полное право внести вклад в процветание и развитие в том числе нашей страны посредством своего созидательного труда в какой-либо области деятельности. В этом направлении основная роль отводится институту семьи, именно в семье закладываются определённые ценности, и эти ценности должны основываться с учётом гендерного равенства. Нельзя ограничивать доступ девочек к образованию и поощрять исключительно представителей сильного пола.

В рамках нашего исследования мы хотели бы обратить внимание именно на эти актуальные вопросы. Особенного внимания заслуживает тот факт что в сельской местности идут предпочтения в пользу мальчиков, а не девочек.

Сегодня женщины занимают ведущие позиции в науке и технике, однако по-прежнему сталкиваются с проблемами гендерного неравенства, недооценки их заслуг и недостаточной представленности в руководящих научных структурах. Развитие программ поддержки женщин в STEM (наука, технологии, инженерия, математика) помогает преодолевать эти барьеры и привлекать больше девушек в научную деятельность.

Заключение

Роль женщин в развитии науки огромна, и их вклад продолжает расти. История показывает, что несмотря на все трудности, женщины в науке добиваются выдающихся успехов. Важно продолжать работу по устранению барьеров и создавать условия, в которых каждая женщина сможет реализовать свой потенциал в научной деятельности.

Список литературы

- [1]. Касимова, А. А. (2024). Роль женщины в современной науке. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 4(1), 164-175.
- [2]. Валькова, О. (2018). Штурм цитадели науки. Женщины-ученые Российской империи. *Новое Литературное Обозрение*.
- [3]. Горшенин, А. В. (2020). К истории жизни и научной работы советского микробиолога ЗВ Ермольевой: историографическая характеристика постсоветских публикаций. *Самарский научный вестник*, 9(4 (33)), 268-271.

METHODS OF USING TECHNOLOGIES RELATED TO CRITICAL AND CREATIVE THINKING IN FORMING STUDENTS' RESEARCH COMPETENCE

B.S. Ruzimatova

Fergana State Technical University,
(Received on September 15 th, 2025.)

Annotatsiya: Mazkur maqolada talabalarning tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirishda tanqidiy va kreativ fikrlashga asoslangan ta'limiy texnologiyalarni qo'llashning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda mavjud muammolarni aniqlash, ularning yechimini izlash, o'quvchilarning mustaqil va ijodiy fikrlashini rag'batlantirish, shuningdek, "muvaffaqiyat daqiqasi" kabi pedagogik metodlarning samaradorligi ilmiy asosda yoritilgan. Shuningdek, talabalarning intellektual va ma'naviy rivojlanishini ta'minlovchi asosiy omil sifatida tadqiqotchilik faoliyatining zamonaviy ta'lim jarayonidagi ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: tadqiqotchilik kompetensiyasi, muammoli ta'lim, kreativ fikrlash, tanqidiy tafakkur, integrativ yondashuv, o'quv motivatsiyasi.

Аннотация: В данной статье проанализированы теоретические и практические аспекты применения образовательных технологий, основанных на критическом и креативном мышлении, в процессе формирования исследовательской компетентности студентов. В исследовании освещены научные подходы к выявлению существующих проблем, поиску их решений, стимулированию самостоятельного и творческого мышления учащихся, а также эффективность педагогических методов, таких как «минута успеха». Кроме того, обоснована значимость исследовательской деятельности как ключевого фактора интеллектуального и духовного развития студентов в современных образовательных условиях.

Ключевые слова: исследовательская компетентность, проблемное обучение, креативное мышление, критическое мышление, интегративный подход, учебная мотивация.

Abstract: This article analyzes the theoretical and practical aspects of applying educational technologies based on critical and creative thinking in the development of students' research competence. The study highlights scientific approaches to identifying existing problems, finding their solutions, encouraging independent and creative thinking among learners, and evaluating the effectiveness of pedagogical methods such as the "moment of success." Furthermore, the significance of research activity is justified as a key factor in students' intellectual and moral development within the modern educational process.

Keywords: research competence, problem-based learning, creative thinking, critical thinking, integrative approach, learning motivation.

There are several directions in which the problem of forming students' research competence is scientifically reflected, which help to analyze human psychology, experiences through comparison with the life and feelings of literary characters in the context of their relationship with society and nature; to form metasubject skills based on the established qualification requirements

for the subject; and to solve the problem of learning motivation regarding the choice of future educational profile. A problem is the contradiction between existing conflicts and the lack of conditions for performing specific actions, and defining its components.

In his thoughts on problem-based learning, Professor B. Tukhliyev approaches the issue as follows: "The main indicator of a problem-based lesson is determined by the presence of an element of inquiry in it. Thus, this very part constitutes the main internal link of the problem-based lesson." In our opinion, problem-based learning aims to establish a high level of thinking in students, activate knowledge, and accelerate the dynamics of mastering new concepts. In literary education, there is no strict and unified approach to forming students' research competence. This is carried out at different stages of education, considering the age characteristics of students, the level of development of cognitive processes, their needs and interests, as well as based on the teacher's creativity, in accordance with the State Educational Standards and curriculum requirements.

In the national system, the practice of forming research skills in students has been mainly implemented in natural sciences and polytechnic subjects, and there is experience based on various approaches. In particular, N. Narziyeva's research shows that the issue is addressed through problem-based learning and an integrative approach. When analyzing the issue of problem-based learning, the researcher first clarifies the meaning of this concept. The impact of this approach on the skills and competencies formed in students is assessed. Specifically, "After presenting a problem to the learner, it is necessary to understand its essence. Based on the known conditions of the problem, a temporary connection is established in the mind. Temporary connections lead to hypotheses that lead to a solution. After testing the correctness of the hypotheses, if confirmed, the problem is considered solved. If the hypothesis is not confirmed, a new hypothesis is put forward. This continues until the correctness of the new hypothesis is confirmed. In this process, the learner thoroughly masters the materials being studied and gains the skills and abilities to apply them in practice."

It is appropriate for adolescent students to realize cognitive needs related to their learning activities and to effectively use specific methods of research activity aimed at their independent inquiries. Research competence is considered one of the foundations for educating an independent-minded individual capable of posing problems and finding solutions to problematic situations encountered in life. In our view, introducing research activity at the subject level as a fundamental competence becomes the main lever for the intellectual and spiritual development of students. From this perspective, the following can be considered important stages in forming research competence: 1) theoretical stage; 2) preparatory stage; 3) formative stage; 4) generalizing stage.

At the initial stage, it is important to use methods of emotional stimulation related to the formation of students' research competence, such as creating a guaranteed successful situation. Using the "Minute of Success" work form is effective here, which sets the teacher the tasks of directing students towards achieving success, convincing them of it, and identifying and eliminating gaps in knowledge.

When conducting the "Minute of Success," it is required to: clarify the problematic area in students' knowledge; give theoretical and practical tasks on the topic where there is a gap; organize students' independent search on the topic and task completion within a set time; collaboratively select incorrect and ambiguous thoughts on the topic; determine the presentation form and organize speeches; organize one minute of student activity; and utilize peer assessments and approvals.

Such primary types of work serve to ensure the success of students' search activities, increase their self-confidence and sense of responsibility. The second level of preparation, considered the cognitive component, encompasses the body of knowledge about society, nature, thinking, technology, and methods of activity. The assimilation of knowledge in this direction involves forming a scientific worldview in students' minds and implies a dialectical approach to cognitive and practical activity. At the third level, the activity, practical component, and creativity of students' preparation for research activity are considered. They are viewed as reproductive, productive, and search-based mental operations. It is necessary to ensure the systematic

implementation of the process to find solutions to existing problems and creatively transform reality.

The ability to see problems is an integral characteristic of human thinking. Often, it develops over time through various activities, performing certain tasks that help solve pedagogical problems. In our opinion, developing students' skills in seeing and solving problems requires actions aimed at eliminating difficulties and uncertainties within a specific subject area. Initially, it is permissible to focus on actions related to checking aspects connected to the problematic situation. Finding a problem is a complex process. In most cases, finding the problem is more difficult than solving it and, at the same time, more instructive as it attracts the attention of others. At the next stage of research work with students, adaptability qualities are necessary. This process does not require a precise understanding and formulation of the problem or a clear definition of the goal. Therefore, at this stage, a general and approximate description of the issue under consideration is sufficient.

To introduce students to a new stage of research activity, the teacher should not limit themselves to relying on existing knowledge but also seek ways to enrich it, integrate with other subjects, and determine the relevance and applications of the topic. At this stage, creating specific instructions is also appropriate. Instruction is a form of student self-education, considered as a technology for creatively applying knowledge in practice. The forms and types of self-instruction develop independently. Students' independent activities in the form of creative texts, maps, diagrams, and drawings, as an educational creative product, manifest their actions, the logic and sequence of task performance.

The teacher, as the driving subject of the educational process, must clearly define the algorithm of activities that contribute to the development of students' thinking process and research activity. These include: a) identifying and isolating problems, putting forward hypotheses for their solution, setting tasks, determining existing conditions; b) presenting hypotheses about the causes and consequences of material world phenomena, substantiating them with knowledge; c) simultaneously comparing the meanings of various events and literary works, and forming observations based on this, etc.

If attention is paid to students' questions in lessons, what they are asking, and these actions are supported, it positively impacts the development of their speech, imagination, and thinking during the conversation. As methodologist scientist R. Niyozmetova notes, "In adolescence, a need arises for self-awareness, knowledge and evaluation of the moral qualities of others, understanding one's own feelings and experiences, which leads to a desire to read and study literary texts that can satisfy this need. The student begins to analyze the author's intention, attitude towards the character, causes and consequences of events. This process is connected with researching life's truth. Only if their independent searches are on the right path and lead to the correct solution do they feel satisfied and inspired to continue this work. In these searches, the student needs impulses that give the right direction, sometimes put them in a situation of choosing one of two paths, and encourage deep observation. The questions and tasks given regarding the text must serve as such an impulse."

Students' research competencies develop through the formation of elements of lateral thinking in the process of problem-based learning. Therefore, research cannot be carried out without the development of creative thinking based on various perspectives. Hence, the requirement to look at life with a new perspective and make discoveries demands multifaceted thinking from adolescent students regarding knowing and changing the world.

References

- [1]. Tukhliiev B. Methodology of Teaching Literature. – Tashkent: Yangi Asr Avlodi, 2006. – P. 140.
- [2]. Narziyeva N. The Role of Problem-Based Learning in Forming Students' Research Skills Based on an Integrative Approach // Public Education. – Tashkent, 2017. – № 4. – P. 40.
- [3]. Niyozmetova R.Kh. Methodology of Studying Uzbek Literature in the Continuous Education System. Monograph. – Tashkent: FAN, 2007. – P. 145.
- [4]. Technology of Forming Students' Research Competence in Upper Grade Literature Lessons

INNOVATSION VA INTERFAOL METODLARNING TA'LIM SIFATINI
OSHIRISHDA O'RNI

T.I. Raxmonov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
radiofizik2012@mail.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Mazkur maqolada ta'lim jarayonida innovatsion va interfaol metodlardan foydalanishning nazariy hamda amaliy jihatlarini tahlil qilinadi. Innovatsion yondashuvlar, jumladan, loyiha asosida o'qitish (PBL), aylantirilgan sinf (Flipped Classroom) va gamifikatsiya metodlarining o'quvchilar faolligi, ijodiy fikrlash hamda mustaqil o'rganish ko'nikmalarini shakllantirishdagi roli yoritilgan. Interfaol metodlarning ijtimoiy va kommunikativ ko'nikmalarni rivojlantirishdagi ahamiyati ham ko'rib chiqilgan. Shuningdek, O'zbekiston ta'lim tizimida ushbu metodlarni joriy etishning huquqiy asoslari va ularning ta'lim sifatini oshirishdagi o'rni tahlil etilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, innovatsion va interfaol yondashuvlar o'quvchilarning motivatsiyasini oshirib, ta'lim jarayonini samarali va zamonaviy tashkil etishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: *Innovatsion metodlar, interfaol metodlar, loyiha asosida o'qitish, aylantirilgan sinf, gamifikatsiya, tanqidiy fikrlash, ta'lim sifati, O'zbekiston ta'lim tizimi.*

This article analyzes the theoretical and practical aspects of applying innovative and interactive methods in the educational process. It highlights the role of innovative approaches such as Project-Based Learning (PBL), Flipped Classroom, and Gamification in enhancing students' activity, creativity, and independent learning skills. The significance of interactive methods in developing social and communicative competencies is also discussed. Furthermore, the study examines the legal foundations and implementation of these methods in the education system of Uzbekistan, emphasizing their contribution to improving education quality. The results show that innovative and interactive approaches increase students' motivation and make the learning process more effective, engaging, and in line with modern educational standards.

Keywords: *Innovative methods, interactive methods, project-based learning, flipped classroom, gamification, critical thinking, education quality, Uzbekistan education system.*

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты применения инновационных и интерактивных методов в образовательном процессе. Освещена роль инновационных подходов, таких как обучение на основе проектов (PBL), перевернутый класс (Flipped Classroom) и геймификация, в формировании активности, творческого мышления и самостоятельных навыков учащихся. Также анализируется значение интерактивных методов в развитии социальных и коммуникативных компетенций. Особое внимание уделено внедрению этих методов в систему образования Узбекистана и их влиянию на повышение качества обучения. Результаты исследования показывают, что инновационные и интерактивные подходы способствуют повышению мотивации учащихся и делают образовательный процесс более эффективным и современным.

Ключевые слова: *Инновационные методы, интерактивные методы, обучение на основе проектов, перевернутый класс, геймификация, критическое мышление, качество образования, система образования Узбекистана.*

Kirish. *Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning bilim olish jarayoniga faolligini oshirish, ijodiy fikrlashni shakllantirish va o'zaro hamkorlik asosida o'qitish dolzarb masalalardan biridir. Ta'lim jarayonida yangiliklar va o'zaro ta'sirga asoslangan metodlarning qo'llanilishi o'quvchilarni mustaqil fikrlashga, tanqidiy yondashishga va ijodkorlikni rivojlantirishga undaydi. Shu jihatdan innovatsion va interfaol metodlar ta'lim mazmunini zamonaviylashtirishda muhim omil hisoblanadi.*

Innovatsion metodlarning ta'rifi va turlari quydagicha keltirib o'tamiz. Innovatsion metodlar – bu o'qitishning ilg'or pedagogik texnologiyalarini, axborot-kommunikatsiya vositalarini va tahliliy yondashuvlarni birlashtirgan o'qitish uslublaridir. Ular o'quvchilarning faolligini oshirish, real hayotiy muammolarni hal etish ko'nikmalarini shakllantirish va o'z bilimlarini amalda qo'llash imkonini beradi.

Asosiy innovatsion metodlar sifatida quydagilarni taklif etaman. Problem-Based Learning (PBL): O'quvchilar real hayotdagi muammolarni aniqlab, ularni hal qilish bo'yicha tahlil

o'tkazadilar. Bu metod mustaqil fikrlash, tadqiqot olib borish va amaliy yechim ishlab chiqish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Flipped Classroom (Aylantirilgan sinf): O'quvchilar darsdan oldin materialni o'zlari o'rganadilar, dars jarayonida esa o'qituvchi bilan muhokama qilish va amaliy mashg'ulotlarni bajarishga e'tibor qaratiladi. Bu yondashuv o'quvchining mustaqil o'rganish salohiyatini kuchaytiradi.

Gamifikatsiya (Gamification): Ta'lim jarayoniga o'yin elementlarini kiritish orqali o'quvchilarning motivatsiyasi oshiriladi. Masalan, ball to'plash, mukofotlash yoki interaktiv musobaqalar o'quvchilarda raqobatbardoshlikni rivojlantiradi.

Interfaol metodlarning pedagogik ahamiyati. Interfaol metodlar o'qituvchi va o'quvchilar o'rtasidagi faol o'zaro ta'sirni kuchaytiruvchi yondashuvlardir. Ular kommunikativ ko'nikmalarni rivojlantiradi, jamoada ishlashni o'rgatadi va o'quvchilarda mas'uliyat hissini shakllantiradi.

O'quvchilar o'z fikrlarini ifodalash, muloqot qilish va qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantiradilar. Bu yondashuv o'zaro hurmat va hamkorlik madaniyatini shakllantiradi.

Simulyatsiyalar va ro'yxatga olish (rol o'yinlari):

Talabalar real hayotdagi holatlarni modellashtiradilar. Bu esa nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg'unlashtirishga xizmat qiladi.

Interaktiv texnologiyalar sifatida smart doskalar, onlayn platformalar (Kahoot, Mentimeter, Google Classroom), planshetlar va multimedia vositalaridan foydalanish orqali ta'lim samaradorligi oshiriladi.

Ushbu metodlar ta'lim jarayonining markazida o'quvchini joylashtiradi. U o'z fikrini erkin bildiradi, tahlil qiladi va ijodiy yondashadi. Shuningdek, o'qituvchi uchun ham yangi imkoniyatlar yaratiladi — darsni individual yondashuv asosida tashkil etish, zamonaviy texnologiyalarni qo'llash, va baholash tizimini takomillashtirish.

Asosiy ta'sir yo'nalishlari:

1. Motivatsiyani oshiradi – o'quvchilarda o'rganishga qiziqish va mas'uliyatni kuchaytiradi.
2. Tanqidiy fikrlashni rivojlantiradi – muammoli vaziyatlarda mustaqil yechim topish qobiliyatini oshiradi.
3. Ijodkorlikni qo'llab-quvvatlaydi – yangi g'oyalarni ilgari surish imkonini beradi.
4. Jamoaviy ishlashni o'rgatadi – kommunikativ va liderlik ko'nikmalarini rivojlantiradi.
5. Ta'lim sifatini oshiradi – o'qitish jarayoni zamonaviy, interfaol va natijaga yo'naltirilgan bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasida so'nggi yillarda ta'limni modernizatsiya qilishga qaratilgan qator hujjatlar qabul qilindi. Xususan:

“Yangi O'zbekiston – maktab ostonasidan boshlanadi” konsepsiyasi;

Prezident qarorlari va farmonlari, unda raqamli ta'lim tizimlari, interaktiv platformalar va ilg'or pedagogik texnologiyalarni joriy etish masalalari ko'tarilgan.

Bu hujjatlar o'qituvchilarni innovatsion pedagogik faoliyatga tayyorlash, malaka oshirish tizimini modernizatsiya qilish va xalqaro standartlarga mos ta'lim muhitini yaratishga xizmat qiladi.

Xulosa. Innovatsion va interfaol metodlar ta'lim sifatini oshirishning asosiy vositalaridan biridir. Ular o'quvchilarda faollik, ijodiy yondashuv va tanqidiy fikrlashni shakllantiradi. Shu bilan birga, o'qituvchining kasbiy salohiyatini oshiradi va dars jarayonini zamonaviy pedagogik tamoyillarga moslashtiradi. O'zbekiston sharoitida ushbu metodlarni keng joriy etish ta'lim tizimini global standartlarga yaqinlashtirish, yosh avlodning intellektual salohiyatini rivojlantirish va innovatsion tafakkurni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

- [1]. Khatri, B., Chouskey, P., & Singh, M. (2013, April). Comparative analysis study of e-learning and traditional learning in technical institution. In 2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies (pp. 770-773). IEEE.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi “Ta'lim to'g'risida”gi Qonuni. – Toshkent: 2020.
- [3]. Karimov Sh. Pedagogik texnologiyalar va innovatsion metodlar. – Toshkent: Fan, 2022.
- [4]. Turaev B., Mamatqulov Z. Interfaol ta'lim metodlari. – Toshkent: Oliy ta'lim, 2021.

XAVFSIZ MAXALLA: FAROVONLIK GAROVI

I.A. Raximov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
ilkhomzhonor@inbox.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya: Maqolada so'nggi yillarda O'zbekistonda yuz berayotgan o'z-o'zini boshqarish organlari borasidagi islohotlar va ijobiy o'zgarishlar hayotning barcha sohalariga jadal kirib borayotganligi, "Xavfsiz mahalla" tizimining o'z-o'zini boshqarish tuzilmasidagi ahamiyati, "Xavfsiz mahalla" tizimini amalga oshirishda "mahallabay" ishlash tizimining afzalliklari, mahallalarda jinoyatchilikni oldini olish borasidagi "Xavfsiz mahalla" konsepsiyasini o'rganishni maqsad qilib olinadi.

Tadqiqot metodlari olib borishda muammoga doir siyosiy, sosiologik, pedagogik adabiyotlarni qiyosiy-tanqidiy o'rganish, tahlil etish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqot natijalari Mamlakatimizda "Xavfsiz mahalla" tizimining mahallalarda joriy qilinishi yuzasidan takliflar berilgan.

Kalit so'zlar: Mahalla va nuroniylarni qo'llab-quvvatlash vazirligi, "Obod va xavfsiz mahalla" tamoyilini joriy etishning 2020 — 2024 yillarga mo'ljallangan konsepsiya, "mahalla – sektor – Xalq qabulxonasi–mahalla", "Mening mahallamda jinoyat sodir bo'lmazligi kerak", "mahallabay", Millatlararo totuvlik, Mahalla buydjeti.

Аннотация: В статье реформы и положительные изменения в органах самоуправления, происходящие в Узбекистане в последние годы, стремительно проникают во все сферы жизни, подчеркивается значение системы «Безопасное соседство» в структуре самоуправления», «Безопасное соседство» При внедрении системы преимущества системы работы «Соседство» направлены на изучение концепции «Безопасное соседство» с целью предотвращения преступности в кварталах.

В методах исследования использованы методы сравнительного и критического изучения и анализа политической, социологической, педагогической литературы по проблеме.

Результаты исследования. Высказаны предложения по внедрению системы «Безопасное соседство» в микрорайонах нашей страны.

Ключевые слова: Министерство по делам микрорайона и поддержки сообществ, концепция реализации на 2020-2024 годы принципа «процветающее и безопасное соседство», «махалла – сектор – общественная приемная – соседство», «Преступность в моем районе» «не должна», «махаллабай», межнациональное согласие, районный бюджет.

Yangi O'zbekistonda islohotlarning barchasi xalqning ehtiyojlarini qondirishga mo'ljallangan bo'lin, har bir fuqaro amalga oshirilayotgan o'zgarishlar natijasini o'z oilasida, mahallasida his qilishi muhim ahamiyatga egadir. Prezidentimizning xalqni rozi qilishni yuqoridan emas, aynan quyi bo'g'in mahalladan boshlash kerakligini, rahbarlar "mahallabay", "xonadonbay" va "fuqarobay" tizimi asosida mahallalarga kirib borishni fuqarolarning birlamchi muammolarini joyida hal qilishi kerakligini juda ko'p bor ta'kidlaganlar. Bugungi kunda, yurtimizda 9370 ta mahalla mavjud bo'lib, aholini ro'yxatdan o'tkazish orqali ularni yillar davomida qiynab kelayotgan masalalarni hal qilishning yo'l xaritalari ishlab chiqilgan. "Xususan, yo'l, ichimlik suvi, sug'orish tizimi, elektr ta'minoti, ta'lim va tibbiyot bilan bog'liq 12 mingta masala ko'tarilgan bo'lib, 4979 ta mahallada rejalashtirilgan 5695 ta qurilish-ta'mirlash loyihalari uchun Obod qishloq va Obod mahalla jamg'armalariga 1 trillion 700 milliard so'm yo'naltirilishi belgilangan"[1.]. Yuqoridagi tahliliy ma'lumotlar mahallalarning ijtimoiy infratuzilmasi va iqtisodiy jihatlar borasidagi ishlar ko'lamini yanada oshiradi desak ayni haqiqatdir.

O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi tomonidan 2020-yil 2-martida qabul qilingan "Mahalla tizimi xodimlari kunini belgilash to'g'risida"[2.]gi qonuni sohadagi xodimlarni ijtimoiy himoyasini yanada mustahkamladi. Har yili 22-mart – mahalla tizimida mehnat qilayotgan xodimlar kuni

sifatida tantana qilinmoqda. Mahalladagi har bir xodimning imkoniyati va vakolatlarini yanda kengaytirish, ijtimoiy yordam masalalariga e'tiborni kuchaytirish zarurati oshmoqda. Endi mahalla raislaridan tortib yettilikning barcha mutassadilari o'z faoliyatlarini hududdagi muammolarni birinchi navbatda hal etishga qaratishi lozim. Bugun "E-ijtimoiy profilaktika" axborot tizimi orqali "Xavfsiz Mahalla" tamoyili doirasida mahallaning faol rivojlanish konsepsiyasi yoki o'sish nuqtalari yaratilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlisga Murojaatnomasida 2023-yilda Mahalla o'zining muammosini mustaqil hal etishi uchun "Mahalla byudjeti" tizimi joriy etiladi. Buning uchun yangi yilda 1 yanvardan boshlab mol-mulk va yer soliqlarining bir qismi mahallaning o'zida qoladi[3.] deb alohida ta'kidlab o'tildi. Mahallalarga zamonaviy fan texnika IT sohalarini jalb qilish orqali barcha tegishli davlat tashkilotlariga so'rovnomalar yuborish yoki ma'sul rahbarlar bilan muloqot qilishning noan'anaviy usullarini joriy qilish ish sifati va vaqtiga ijobiy ta'sir etmoqda. Ijtimoiy ahvoli yomonlasha boshlayotgan va kambag'allashish xavfi ostonasida turgan oilalar, ayollar, bolalar va imkoniyati cheklangan shaxslar uchun "Temir daftar", "Yoshlar daftari" va "Ayollar daftari" "Ijtimoiy himoya yagona reyestri" kabi platformalar bilan ijtimoiy integratsiyalandi. Dunyoda globallashuv jarayonlari tezlashgan hozirgi davrda "Obod va xavfsiz mahalla" prinsipiga asoslangan tizimni samarali ijro etish, mahallalarda jinoyatchilik o'sish ko'rsatkichlarini kamaytirish, mahallalar va oilani birlashtirishga qaratilgan hududiy dasturlarni ishlab chiqish uchun ilmiy va metodologik asoslarni yaratish zarurati yuzaga kelmoqda.

Mahallalar davlat organlariga tegishli bo'lgan vakolatlarga ega bo'la boshlagach mahalla to'g'risidagi aholi tasavvuri ham keskin o'zgarishlarga uchradi. Ushbu jarayonlarning birinchi bosqichi 2017-yildan boshlab bosqichma-bosqich 2021-yillarga to'g'ri keladi. O'zbekistonni rivojlantirishga doir Harakatlar strategiyasi tegishlicha bandlaridan joy olgan davlat va jamiyat qurilishi tizimini takomillashtirishda aynan mahalla tizimga oid bir nechta kerakli yo'nalishlar o'rin olgan bo'lib ular quyidagilardan iborat: 1. Fuqarolar bilan effektli aloqa usullarini yuritish. 2. Jamoatchilik nazoratini amalga oshirishning yangicha usullarini rivojlantirish. 3. Ijtimoiy hamkorlikka asoslangan munosabatlarni rivojlantirish. 4. Fuqarolik jamiyati tashkilotlarini ta'sir kuchini oshirish. 5. Fuqarolarning ijtimoiy va siyosiy faolligini faollashtirish. 6. Mahalla institutini nomarkazlashtirishagi o'rnini va samaradorligini yaxshilash kabilardan iborat bo'lib, bu yo'nalishlarda ma'lum ishlar amalga oshirildi. Shu bilan birga, tizimdagi islohotlar va manzilli yechimini kutayotgan muammolar afsuski, haligacha mavjud ekanligini ham ta'kidlab o'tish joizdir[4.].

Bugungi kunda Yangi O'zbekistonda o'zini o'zi boshqarish organlari sohasida amalga oshirilayotgan islohotlar jarayonini tadqiq etish, obyektiv baho berish bilan bog'liq;

respublikamizda o'zini o'zi boshqarish organlarining demokratik mezonlarini, fuqarolik jamiyati qurishda ularning tutgan munosin o'rni va ahamiyatini chuqur o'rganish fuqarolik jamiyatini qurish muammolarini tadqiq etishda muhim ahamiyatga ega;

nomarkazlashtirishga asoslangan jamiyatini shakllantirish fuqarolarning huquqiy bilimlarini yanada yuksaltirish orqali ularning o'zini o'zi boshqarish tizimidagi siyosiy faoliyatini

kengaytirishni taqozzo etishi muhimdir;

fuqarolik jamiyatini shakllantirishda o'zini o'zi boshqarish organlarining o'rnini va rolini yanada chuqurroq o'rganishga qaratilgan xulosa, taklif hamda tavsiyalar ishlab chiqishga bo'lgan ehtiyoj bilan belgilanadi;

bu borada sohadagi ustuvor uzluksiz rivojlanish yo'nalishda quyidagi vazifalarni bajarish orqaligina mahalla institutining samaradorligini yanada oshirish zarur;

mahalla raislarining malakalarini takomillashtirish davlat va fuqaro o'rtasidagi o'zaro muvozanatni ta'minlashda muhim qadam hisoblanadi;

mahalla oqsoqollarining mahalliy hokimiyat organlari bilan teng huquqlilik asosida faoliyat olib borishlarining qonuniy asoslari ishlab chiqilganligini ularga muntazam tushintirib borish;

fuqaro yig'inlari mahallalarda o'z vazifalarini olib borayotgan mahalla raislari uchun yilda ikki marotaba seminar-trening tashkil qilinib, unda O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi

deputatlari, Oliy ta'limning yetakchi professor – o'qituvchilarini ham jalb etish maqsadga muvofiqdir[5.].

Xulosa

Bugungi kunda Yangi O'zbekistonda o'zini o'zi boshqarish organlari sohasida amalga oshirilayotgan islohotlar jarayonini tadqiq etish, holisona baho berish bilan bog'liq;

Respublikamizda o'zini o'zi boshqarish organlarining demokratik mezonlarini, fuqarolik jamiyati qurilishida tutgan o'rni va ahamiyatini keng o'rganish, tadqiq qilish, bu sohada amalga oshirilgan ishlarni yanada jadallashtirish maqsadga muvofiq;

Fuqarolik jamiyatini shakllantirish jarayonida fuqarolarning huquqiy madaniyatini yuksaltirish orqali ularni o'zini o'zi boshqarish organlaridagi siyosiy faolligini oshirish;

Fuqarolik jamiyatini shakllantirishda o'zini o'zi boshqarish organlarining o'rnini va rolini yanada chuqurroq o'rganishga qaratilgan xulosa, taklif hamda tavsiyalar ishlab chiqishga bo'lgan ehtiyoj bilan belgilanadi.

Bu borada esa quyidagi ishlarni amalga oshirish orqali ushbu institut faoliyatini yanada faollashtirish kerak;

Demokratik huquqiy davlat va fuqarolik jamiyatini barpo etishda fuqarolar yig'inlarida faoliyat olib borayotgan mutasaddi rahbarlarning avvalo huquqiy va siyosiy bilimini oshirish;

Fuqarolar yig'inlarining raislarining mahalliy hokimiyat organlari bilan teng huquqlilik asosida faoliyat olib borishlarining qonuniy asoslari ishlab chiqilganligini ularga tushintirib borish;

Fuqaro yig'inlari mahallalarda o'z vazifalarini olib borayotgan raislar uchun yilda ikki marotaba seminar-trening tashkil qilinib, unda O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi deputatlari, Oliy ta'limning yetakchi professor – o'qituvchilarini ham jalb etish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

- [1]. Odilqoriyev X.T. Konstitutsiya va fuqarolik jamiyati. Toshkent. Sharq, 2002. B.50.
- [2]. Respublika "Mahalla" xayriya jamg'armasini tashkil etish to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining farmoni // Xalq so'zi. 1992. 2 sentyabr.
- [3]. "Fuqarolarning o'zini o'zi boshqarish organlari to'g'risida" gi O'zbekiston Respublikasi qonuni. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisning Axborotnomasi, 1999№5, 110-modda.
- [4]. Latipov Ch. Kim qonunni buzmoqda... mahallami, Myuman Rays Votchmi // Xalq so'zi. 2003. 1 oktyabr.
- [5]. Abu Bakr Muxammad Ibn Ja'far an-Narshaxiy. Buxoro tarixi. – T., 1993. – B. 52.

ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТЛАРИ ТАЛАБАЛАРИГА ФИЗИК ЖАРAYONLARNI QAYD ETISH QURILMALARINI ILG'OR IT ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ASOSIDA O'QITISH

М.И. Abdubannobov

Farg'ona davlat texnika universiteti

moydinjonabdubannobov976@gmail.com Tel+998932119803

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur maqolada texnika universitetlari talabalariga fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalarini o'qitishda ilg'or axborot texnologiyalarini qo'llashning ahamiyati yoritilgan. Asosan, turli fizik kattaliklarni (harorat, bosim, elektr toki, kuchlanish, yorug'lik intensivligi, tebranish va magnit maydon) qayd etuvchi sensor va detektorlar, ularning signalni kuchaytirish, filtrlash hamda raqamlashtirish bosqichlari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: fizik jarayonlarni qayd etish, sensorlar, IT texnologiyalar, Arduino, Raspberry Pi, IoT, masofaviy laboratoriya, ta'lim samaradorligi.

Аннотация: В статье рассматривается важность использования современных информационных технологий при обучении студентов технических вузов устройствам регистрации физических процессов. В качестве основных направлений анализа рассматриваются датчики и детекторы, регистрирующие различные физические величины (температуру, давление, электрический ток, напряжение, интенсивность света, вибрацию и магнитное поле), этапы усиления, фильтрации и оцифровки их сигналов.

Ключевые слова: регистрация физических процессов, датчики, IT-технологии, Arduino, Raspberry Pi, IoT, удаленная лаборатория, эффективность обучения.

Abstract: This article highlights the importance of using advanced information technologies in teaching students of technical universities about devices for recording physical processes. Basically, sensors and detectors that record various physical quantities (temperature, pressure, electric current, voltage, light intensity, vibration and magnetic field), their signal amplification, filtering and digitization stages are analyzed.

Keywords: recording physical processes, sensors, IT technologies, Arduino, Raspberry Pi, IoT, remote laboratory, educational efficiency.

Kirish: XXI asrda texnika oliy ta'lim muassasalari oldida yangi talablar qo'yilmoqda: talabalar faqat nazariy bilimga ega emas, balki zamonaviy o'lchash texnologiyalaridan foydalana olish, ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash, hamda ularni IT platformalar bilan integratsiya qilish ko'nikmalarini egallashi zarur. Fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalari – bu harorat, bosim, tok, kuchlanish, yorug'lik intensivligi, tebranish, magnit maydon kabi fizik kattaliklarni o'lchash va ularni raqamli shaklga o'tkazib saqlash hamda tahlil qilish imkonini beruvchi asboblarning majmuasidir.

Bunday qurilmalar ishlab chiqarish, energetika, elektronika, avtomatlashtirish, telekommunikatsiya va hatto tibbiyot sohalarida keng qo'llaniladi. Shu sababli ularni texnika universitetlari talabalariga ilg'or IT texnologiyalar asosida o'qitish – nafaqat zamonaviy o'quv jarayonining, balki milliy innovatsion rivojlanishning ham muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalarini ilg'or IT texnologiyalari asosida o'qitish talabalarni nafaqat nazariy bilim, balki amaliy tajriba bilan ham qurollantirib, ularning kasbiy kompetensiyalarini oshiradi va xalqaro mehnat bozorida raqobatbardosh mutaxassis sifatida shakllanishiga xizmat qiladi. Ilg'or IT yondashuvlari yordamida laboratoriya mashg'ulotlari yanada interaktiv bo'lib, talabalarning mustaqil fikrlashi, ijodiy loyihalar ishlab chiqishi va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, IoT texnologiyalari asosida masofaviy laboratoriyalar va real vaqt 234onitoning tashkil etish orqali ta'lim jarayonida innovatsion muhit yaratiladi.

Fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalarining nazariy asoslari

1. Sensor va detektorlar

Elektrik kattaliklar: kuchlanish (shunt rezistor, Hall sensor), tok (ACS712, Rogovskiy g'altagi). **Harorat:** termopara, RTD (PT100), yarim o'tkazgichli sensor (LM35, DS18B20). **Mexanik:** strain-gage, piezoelektrik sensorlar. **Optik:** fotodiod, fotoko'paytirgich, CCD/CMOS detektorlar. **Magnit maydon:** Hall datchiklari, fluxgate sensorlari.

2. Signalni o'zgartirish va qayta ishlash

Kuchaytirgichlar (instrumental op-amp, INA128). Filtrlar (RC, LC, raqamli FIR/IIR).

Raqamlashtirish: ADC (analog-to-digital converter), DAC (digital-to-analog). Namuna olish chastotasi va Nyquist sharti.

3. O'lchash noaniqligi va kalibrlash

GUM standartlariga ko'ra tip A va tip B noaniqlik. Kalibrlash egri chiziqlari va chiziqlilik xatosi. O'lchash natijalarini ishonchliligi va izlanadigan izchillik (traceability).

O'qitishda ilg'or IT texnologiyalarini qo'llash metodlari

1. Raqamli o'lchash platformalari

Arduino – oddiy laboratoriyalar uchun (ADC 10–12 bit, tejamkor). **ESP32** – Wi-Fi va Bluetooth bilan, IoT loyihalar uchun. **Raspberry Pi** – yuqori darajadagi edge computing platformasi. **NI USB-DAQ** – professional laboratoriyalar uchun.

2. Dasturiy ta'minot

Python: numpy, scipy, matplotlib, pyserial – real vaqt tahlil va grafiklar. **MATLAB/Simulink:** signallarni qayta ishlash, model qilish. **LabVIEW:** virtual asbob interfeyslari. **Grafana + InfluxDB:** IoT ma'lumotlarini vizualizatsiya qilish.

3. IoT va masofaviy laboratoriyalar

MQTT protokoli orqali sensor ma'lumotlarini bulutga yuborish. Talabalar Grafana dashboard orqali masofadan turib laboratoriya jarayonini kuzatishi mumkin. Bunday yondashuv nafaqat sinf xonasida, balki masofaviy ta'lim jarayonida ham samarali qo'llaniladi.

Amaliy laboratoriya ishlari (namunaviy)

Laboratoriya 1. Haroratni qayd etish

Qurilma: PT100 sensor + Arduino + ADS1115. Vazifa: 0–100 °C oralig'ida haroratni o'lchash va Python orqali grafik qurish.

Laboratoriya 2. Tebranishlarni qayd etish

Qurilma: MPU-6050 akselerometr. Vazifa: vibratsiya signallarini o'lchash, FFT orqali rezonans chastotasini aniqlash.

Laboratoriya 3. Elektr tokini qayd etish

Qurilma: ACS712 Hall sensori + ESP32. Vazifa: tokni real vaqt rejimida o'lchash va Grafana dashboard orqali kuzatish.

Laboratoriya 4. Optik signalni qayd etish

Qurilma: fotodiod + Arduino. Vazifa: yorug'lik intensivligini qayd etish va siqilgan ma'lumotni bulutga yuborish.

O'quv jarayonida IT integratsiyasining afzalliklari

Talabalar nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg'unlashtiradi.

Interaktiv darslar – real vaqt monitoring orqali o'quv jarayonini jonlantiradi.

Innovatsion loyihalar – talabalar mini-proyektlar (aqlli laboratoriya, energiya monitoringi, vibratsiya diagnostikasi) ishlab chiqadi.

Masofaviy ta'lim imkoniyati – pandemiya sharoitida yoki chekka hududlardagi talabalar uchun. Raqobatbardosh kadrlar tayyorlash – xalqaro standartlarga mos mutaxassislar shakllanadi.

Natijalar va muhokama

Ilg'or IT texnologiyalari yordamida fizik jarayonlarni qayd etish qurilmalarini o'qitish:

Talabalarda mustaqil fikrlash va ijodkorlikni rivojlantiradi.

O'lchash, qayd etish, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish zanjirini puxta o'zlashtirish imkonini beradi. Real sanoat jarayonlariga yaqin sharoit yaratib, talabalarni kelajakda innovatsion loyihalar ishlab chiqishga tayyorlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Horowitz, P., Hill, W. The Art of Electronics. Cambridge University Press, 2015.
- [2]. Webster, J. G. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook. CRC Press, 2014.
- [3]. Northrop, R. B. Introduction to Instrumentation and Measurements. CRC Press, 2017.
- [4]. Helfrick, A. D. Modern Electronic Instrumentation and Measurement Techniques. Pearson, 2010.
- [5]. NI (National Instruments). Data Acquisition Handbook. 2018.
- [6]. Myklebust, N. O. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), ISO, 2008.
- [7]. Khan, R., Rehman, A. U., Zubair, M., & Kim, H. Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges. Electronics, 2020.

UDK: 37.018

TARIXDA IZ QOLDIRGAN YOZUVCHI AYOLLAR

B.Yu. Abdullayeva

*Farg'ona davlat texnika universiteti b.abdullaeva@ferpi.uz
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Ushbu maqola jahon adabiyoti tarixida katta iz qoldirgan taniqli yozuvchi ayollarga bag'ishlangan. Unda Jeyn Osten, Sharlotta Bronte, Virjiniya Vulf, Agata Kristi, Kollin Makkalo va boshqa

mualliflarning tarjimai holi va ijodi ko'rib chiqiladi. Ularning asarlari nafaqat klassikaga aylandi, balki ijtimoiy qarashlarga ham ta'sir qildi, ayollar mustaqilligi, ijtimoiy adolat va psixologik chuqurlik mavzularini ko'tardi. Ushbu maqola o'quvchilarga ayollarning adabiyotga qo'shgan hissasi va madaniyat va ijtimoiy o'zgarishlarga ta'sirini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: yozuvchi ayollar, adabiyot, mumtoz nasr, tarixiy yozuvchilar, madaniyatga ta'siri, Jeyn Osten, Virjiniya Vulf, Agata Kristi, Sharlotta Bronte, Kollin Makkalo, jahon adabiyoti, ayollar mustaqilligi, adabiy meros.

Аннотация. Данная статья посвящена выдающимся женщинам-писательницам, оставившим значительный след в истории мировой литературы. В ней рассматриваются биографии и творчество таких авторов, как Джейн Остин, Шарлотта Бронте, Вирджиния Вулф, Агата Кристи, Коллин Маккалоу и других. Их произведения не только стали классикой, но и оказали влияние на общественные взгляды, поднимая темы женской независимости, социальной справедливости и психологической глубины. Статья поможет читателям лучше понять вклад женщин в литературу и их влияние на культуру и общественные изменения.

Ключевые слова: женщины-писательницы, литература, классическая проза, исторические писательницы, влияние на культуру, Джейн Остин, Вирджиния Вулф, Агата Кристи, Шарлотта Бронте, Коллин Маккалоу, мировая литература, женская независимость, литературное наследие.

Abstract. This article is dedicated to outstanding women writers who left a significant mark on the history of world literature. It examines the biographies and works of such authors as Jane Austen, Charlotte Brontë, Virginia Woolf, Agatha Christie, Colleen McCullough and others. Their works not only became classics, but also influenced social views, raising themes of female independence, social justice and psychological depth. The article will help readers better understand the contribution of women to literature and their influence on culture and social change.

Keywords: women writers, literature, classic prose, historical writers, influence on culture, Jane Austen, Virginia Woolf, Agatha Christie, Charlotte Brontë, Colleen McCullough, world literature, female independence, literary heritage.

Ayollar adabiyotda o'z izini qoldirib, insoniyat madaniyati va ma'naviyatini boyitishda muhim rol o'ynaganlar. Ularning asarlari nafaqat san'at durdonalari, balki ijtimoiy o'zgarishlarga ham ta'sir ko'rsatgan. Quyida tarixda katta iz qoldirgan ayrim yozuvchi ayollar haqida ma'lumot keltiramiz

Jeyn Ostin (1775–1817) ijodiga nazar solamiz.

Angliyalik mashhur yozuvchi Jeyn Ostin o'z romanlari orqali jamiyatdagi ayollar hayoti va ularning huquqlari masalalarini yoritgan. Uning eng mashhur asarlari – *"Faxr va g'urur"*, *"Aqlu zakovat"*, *"Mansfild park"*, *"Emma"* kabi romanlaridan iborat. Ostin asarlari jamiyatdagi ayollarning rolini namoyon qilib, realizm va yumorni mukammal tarzda uyg'unlashtirgan.

Jorj Sand (1804–1876) asarlarini mutolaa qilganda uni naqadar yuqori iste'dod egasi ekanligiga amin bo'lamiz.

Fransiyalik yozuvchi Jorj Sand (haqiqiy ismi Amandin Avrora Lyusil Dyupen) XIX asrning eng mashhur ayol yozuvchilaridan biri hisoblanadi. Uning asarlari ruhiy erkinlik, ayollar huquqlari va ijtimoiy tenglik kabi mavzularni o'z ichiga olgan. Uning *"Indiana"*, *"Konsuelo"*, *"Leliya"* kabi asarlari nafaqat Fransiyada, balki butun Yevropada katta shuhrat qozongan.

Sharlotta Bronte (1816–1855) tarixda alohida iz qoldirgan yozuvchi ayollardan xisoblanadi.

Angliyalik yozuvchi Sharlotta Bronte o'z asarlari orqali ayollarning mustaqilligi va shaxsiy erkinligi g'oyalarini targ'ib qilgan. Uning eng mashhur asari *"Jeyn Eyr"* bo'lib, bu roman ayol qahramonning ichki kuch-qudrati va mustaqilligi mavzusini yoritadi.

Virdjiniya Vulf (1882–1941) o'tkir qalam soxibi edi.

XX asrning mashhur ingliz yozuvchilaridan biri bo'lgan Virdjiniya Vulf modernistik adabiyotning yirik vakili sifatida tanilgan. Uning *"Missis Dellouey"*, *"Mayak tomon"*, *"O'zining shaxsiy xonasi"* asarlari ayollarning jamiyatdagi roli, ong oqimi va shaxsiy erkinlik mavzularini o'z ichiga oladi.

Agata Kristi (1890–1976) detektiv olamining yorqin yulduzi.

Dunyodagi eng mashhur detektiv janr yozuvchilaridan biri bo'lgan Agata Kristi *"Herkul Puaro"* va *"Miss Marpl"* kabi mashhur qahramonlarni yaratgan. Uning *"O'nta negrcha"*, *"Sharq*

ekspressidagi qotillik", *"Nildagi o'lim"* kabi detektiv asarlari millionlab muxlislar tomonidan hanuzgacha o'qiladi.

Toni Morrison (1931–2019) o'zining asarlari bilan aloxida diqqatga sazovor bo'lgan.

AQShlik yozuvchi va Nobel mukofoti sohibasi Toni Morrison afroamerikalik ayollarning hayoti va ularning ijtimoiy muammolari haqida yozgan. Uning *"Sevikli"*, *"Ko'klab ko'zlangan"*, *"Jazo"* kabi asarlari nafaqat adabiy, balki ijtimoiy-siyosiy nuqtai nazardan ham muhimdir.

Avstraliya adabiyotining porloq yulduzi Kollin Makkalou ijodiga to'xtalmoqchi edik tadqiqotimizda.

Kollin Makkalou (1937–2015) – avstraliyalik mashhur yozuvchi bo'lib, u o'zining betakror asarlari bilan dunyo adabiyotiga ulkan hissa qo'shgan. U tarixiy va psixologik romanlar yozishda mahoratli bo'lib, uning asarlari nafaqat Avstraliyada, balki butun dunyoda millionlab muxlislarga ega.

Hayoti va ijodiy faoliyatiga nazar solamiz.

Kollin Makkalou 1937 yil 1 iyunda Avstraliyaning Vellington shahrida tavallud topgan. U tibbiyot va nevrologiya bo'yicha mutaxassislikka ega bo'lib, ilmiy faoliyat bilan ham shug'ullangan. U bir necha yil AQShdagi Yel universitetida neyrofiziologiya bo'yicha tadqiqotchi sifatida ishlagan.

Yozuvchilik faoliyatiga kirib kelishidan oldin, u tibbiyot sohasida ilmiy ishlar bilan shug'ullangan. Ammo uning yozishga bo'lgan ishtiyoqi unga adabiyot olamida o'z yo'lini topishga yordam berdi.

Eng mashhur asari – *"Tikanli qarg'a"*ga nazar solamiz.

Makkalouning eng mashhur asari *"Tikanli qarg'a"* (*The Thorn Birds*, 1977) hisoblanadi. Bu roman avstraliyalik bir oila – Klirilarning bir necha avlod davomidagi hayoti haqida hikoya qiladi. Asarning markaziy syujet chizig'i – Meggi Kliri va ruhoniy Ralf de Brikassar o'rtasidagi murakkab va qayg'uli muhabbat tarixi.

Roman nafaqat muhabbat va munosabatlar haqida, balki oilaviy an'analar, taqdir va inson xohish-istaklari o'rtasidagi muvozanat haqida ham hikoya qiladi. *"Tikanli qarg'a"* dunyo bo'ylab millionlab nusxada sotilgan va 1983 yilda mashhur televizion serialga moslashtirilgan.

Kollin Makkalou ko'plab janrlarda irod qilgan, jumladan, tarixiy romanlar, detektivlar va dramatik asarlar yozgan.

"Timsohlar yomg'irga qaramaydi" (*Tim*, 1974) – yosh ayol va aqliy rivojlanishi orqa qolgan yigit o'rtasidagi noodatiy muhabbat haqidagi roman.

"Ledi Leysi" (*An Indecent Obsession*, 1981) – Ikkinchi jahon urushi davridagi shifoxona hayoti va u yerdagi murakkab munosabatlar haqida hikoya qiladi.

"Masters of Rim" (Rim ustalari) seriyasi – Rim tarixi haqidagi to'rtta tarixiy romandan iborat mashhur sikl bo'lib, unda Juliy sezar, Mark Antoniy va boshqa tarixiy shaxslarning hayoti yoritilgan. Bu seriyaga *"Imperatorning falokati"*, *"Sezar o'limi"*, *"Rimning yo'li"* va boshqa asarlar kiradi.

"Fortunaning qizlari" (*The Touch*, 2003) – XIX asrda Avstraliyaga ko'chib kelgan oilalarning hayotini yorituvchi tarixiy roman.

"Ziyoratchilar" (*The Independence of Miss Mary Bennet*, 2008) – Jeyn Ostinning *"Faxr va g'urur"* romani asosida yozilgan, unda bosh qahramonlarning keyingi hayoti tasvirlangan.

Makkalou ijodining o'ziga xosligiga e'tiborimizni qaratamiz

Kollin Makkalouning asarlari: Muhabbat, taqdir va inson ichki dunyosi kabi mavzularni keng yoritadi. Ta'riflar va tavsiflar orqali jonli, tasavvurga boy atmosfera yaratadi. Tarixiy va ijtimoiy jarayonlarni chuqur o'rganib, haqqoniy tasvirlaydi. Mukammal qahramonlar obrazlari orqali o'quvchini o'ylantirib, hissiyotlarga boy asarlar yaratadi.

Xulosa

Kollin Makkalou nafaqat romannavis, balki tarixiy tadqiqotchi va ijtimoiy hayot kuzatuvchisi sifatida ham katta e'tiborga sazovor. Uning asarlari hali-hanuz millionlab odamlarni o'ziga jalb etadi va adabiyot olamining ajralmas qismidir.

Ayol yozuvchilar insoniyat madaniyatiga ulkan hissa qo'shgan va ularning asarlari hanuzgacha dolzarbligini yo'qotmagan. Ular orqali ayollar hayoti, ijtimoiy muammolar va insoniyatga xos qadriyatlar haqida chuqur tasavvurga ega bo'lamiz.

Bu ro'yxat cheklanmagan bo'lib, tarixda va hozirgi zamonda ham ko'plab buyuk ayol yozuvchilar bor.

Adabiyotlar

1. Курбатова, О. А., & Дульский, Д. А. (2016). Женщины-писательницы викторианской Англии. Альманах мировой науки, (11-2), 14-15.
2. Шнайдер, Н. (2017). Женщина-писательница в словарях xviii-xix веков: краткое изыскание. In Родная словесность в современном культурном и образовательном пространстве (pp. 19-23).
3. Usmanova, Z. M. (2023). Воздействие художественной литературы на воспитание личности. Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali, 3(3), 84-90.
4. Усманова, З. М. (2022). К вопросам влияния литературы на общество. In Integration Conference on Integration of Pragmalinguistics, Functional Translation Studies and Language Teaching Processes (pp. 169-171).

TRANSFORMING EDUCATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

A.Sh. Nigmatullina

Fergana State Technical University,
, almira.nigmatullina@ferpi.uz
(Received on September 15 th, 2025.)

Abstract. This article explores the potential of artificial intelligence (AI) to transform education. It examines the opportunities AI presents, such as personalized learning, automated grading, and improved accessibility. Additionally, the paper discusses the challenges associated with AI integration, including, data privacy, and the need for teacher training. By understanding both the benefits and drawbacks, educators can make informed decisions about the role of AI in the future of education.

Keywords: artificial intelligence, education, E-learning, educational technology, teacher training, digital divide, language, future of education.

Аннотация. В этой статье рассматривается потенциал искусственного интеллекта (ИИ) для преобразования образования. В ней рассматриваются возможности, которые предоставляет ИИ, такие как персонализированное обучение, автоматическая оценка и улучшенная доступность. Кроме того, в статье обсуждаются проблемы, связанные с интеграцией ИИ, включая конфиденциальность данных и необходимость обучения учителей. Понимая как преимущества, так и недостатки, педагоги могут принимать обоснованные решения о роли ИИ в будущем образования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, образование, электронное обучение, образовательные технологии, подготовка учителей, цифровой разрыв, язык, будущее образования.

Annotatsiya. Ushbu maqola ta'limni o'zgartirish uchun sun'iy intellektning (SI) imkoniyatlarini o'rganadi. U SI taqdim etadigan imkoniyatlarni o'rganadi, masalan, shaxsiylashtirilgan o'rganish, avtomatlashtirilgan baholash va yaxshilangan foydalanish. Bundan tashqari, maqolada AI integratsiyasi bilan bog'liq muammolar, jumladan, ma'lumotlar maxfiyligi va o'qituvchilarni o'qitish zarurati muhokama qilinadi. Ham afzalliklari, ham kamchiliklarini tushunib, o'qituvchilar AIning ta'limning kelajagidagi roli haqida ongli qarorlar qabul qilishlari mumkin.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, ta'lim, elektron ta'lim, ta'lim texnologiyasi, o'qituvchilar malakasini oshirish, raqamli tafovut, til, ta'lim kelajagi.

For a start, artificial intelligence (AI) has become an integral part of our daily lives and has a significant impact on various fields, including education. Its integration into educational processes not only transforms approaches to learning but also opens up new prospects for the development of skills and knowledge. Nevertheless, "traditional teaching methods often fail to account for the unique needs of each student, whereas AI can adapt to individual requirements. For instance, AI-

powered systems can track student progress, analyze their strengths and weaknesses, and select materials and exercises that are most beneficial to them. This enhances the efficiency of the learning process and allows each student to progress at their own pace[1].

Decidedly, it also contributes to making education more accessible. Modern AI-powered platforms can deliver educational materials to any corner of the world with internet access. This enables people in remote regions, where access to quality education is limited, to utilize learning resources and take courses from the world's top universities and schools. As a result, the boundaries between countries and social classes in education become less pronounced. AI is already being actively used in education through various tools and platforms. Let's look through some of them.

Personalized learning: AI analyzes students' strengths and weaknesses and tailors the material to each learner. For example, adaptive learning platforms offer assignments based on students' knowledge level and learning pace. Let's consider some of them.

Teacher support: In the same way, AI can assist educators with routine tasks such as grading homework, analyzing student performance, and generating reports. This allows teachers to devote more time to direct interaction with students and improve the quality of instruction.

Intelligent tutors and assistants: Some AI platforms are designed to replace or supplement tutors, answering student questions and explaining complex topics. These systems can operate 24/7 and are accessible from any device.

Let's take a closer look at student success prediction: AI can analyze data on student attendance, performance, and activity to predict the risk of dropout or failure. This allows for timely intervention and support.[2]

Overall, AI opens up several significant prospects for education: **personalized learning:** Each student can learn at their own pace and level of difficulty. This is particularly beneficial for students who struggle to keep up with the general pace of learning. **Expanding access to knowledge:** AI helps overcome geographical, physical, and economic barriers. AI-powered online courses can provide high-quality education to people who previously lacked access.

If we talk about **Improved learning efficiency** we can face the following. AI allows teachers to focus on teaching rather than routine tasks. Consequently, this increases productivity and allows for a greater focus on quality instruction.

As for **Improved learning efficiency**, AI allows teachers to focus on teaching rather than routine tasks. This increases productivity and allows for a greater focus on quality instruction. Let's talk about the disadvantages of Artificial Intelligence. Despite its benefits, the integration of AI into education is accompanied by a number of challenges. One significant concern is ethics and privacy. The collection of student data raises privacy issues. It is essential to ensure data security to protect the personal information of students and teachers.

Intelligent Tutoring Systems (ITS) is also important nowadays, because AI-driven tutoring systems can provide immediate, personalized feedback and assistance to students, simulating one-on-one tutoring. These systems help students grasp complex concepts outside traditional classroom hours.

Automated Administrative Tasks also play an important role in our society. AI can automate routine tasks such as grading, scheduling, and attendance, allowing teachers to focus more on teaching. Automated grading systems for objective assessments save time, and administrative bots can manage routine student queries as well as AI can make education more accessible for students with disabilities. For example, AI-powered text-to-speech and speech-to-text tools assist students with visual or auditory impairments, while predictive typing tools help those with motor difficulties.[3]

Next, **teacher replacement** is also effective in this sphere as well as there is a concern that AI may partially replace teachers, especially in routine tasks. Apart from, this could lead to a decrease in human interaction in the learning process, which is essential for the development of students' social skills. However, the use of AI in education is still in its early stages, and we can expect it to play an even more significant role in the future. In the long term, AI has the potential to: **Develop new educational methodologies:** As technology becomes increasingly accessible and sophisticated, its use in educational institutions at all levels will expand. **Facilitate lifelong learning:** AI will become an integral part of lifelong learning, helping individuals adapt to rapidly changing labor

market conditions. Create virtual schools and learning environments: Thus, virtual classrooms and online campuses can become an integral part of education, providing access to learning from anywhere in the world.[4]

Let us look through the job displacement and role reconfiguration. It includes automation of administrative tasks and grading, which could potentially reduce the need for some educational staff roles.. However, it may also transform roles, shifting focus toward student support and curriculum development.

In conclusion, we can say that the integration of artificial intelligence (AI) in education offers transformative opportunities but also poses significant challenges. AI has the potential to enhance personalized learning, streamline administrative tasks, and provide teachers and students with new tools for engagement and creativity. With AI, education can become more accessible and inclusive, adapting to the unique needs of each learner. However, challenges such as data privacy, the risk of bias, the need for teacher training, as well as in education must be carefully managed. For AI to benefit the educational sector effectively, it is essential to balance innovation with these safeguards, ensuring that technology serves to complement rather than replace the human elements essential to learning. A thoughtful approach to AI in education will help maximize its benefits while addressing its challenges, ultimately transforming the learning landscape for the better.

References

- [1]. Baker, R. S. J. D. (2018). *Artificial intelligence in education: A review*.* International Journal of Artificial Intelligence in Education, 28(1), 1-14.
- [2]. Hadzic, M., & Bosnic, Z. (2018). Artificial intelligence in education: A systematic review. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 28(1), 1-37.
- [3]. Петров, Б. Н. Технологический прогресс и инженерные школы. — СПб.: Технополис, 2018. — 198 с.
- [4]. Watson, I., & Gemmell, C. (2016). *Artificial intelligence in education: A critical review of recent developments and future directions*. Studies in Higher Education, 41(1), 17-34.

KANOP TOLASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR QADIMGI VA XOZIRGI KUNDA OLINISH TEXNOLOGIYALARI

M. Turdiyev, G.A. Mirboboyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotasiya: Ush bu ilmiy maqolada qadimda kanop tolalarini tayorlash bosqichlari, kanopni pishib yetilishi, xosilni yig'ib olish jarayonlaridan keying bosqichlar namlantirish, tarash, tozalash, zichlash, tarash, yuvish-quritish, ip yigirish hamda mato xolatiga kelish jarayonlari haqida ma'lumotlar keltirilgan

Kalit so'zlar: kanop, tola, tanda, arqoq, iplar, namlantirish, tabiy va suniiy namlantirish, tarash, tozalash, zichlash, yuvish, quritish, yigirish.

Аннотация: В данной научной статье описаны этапы подготовки канопляного волокна в древности, процессы созревания и уборки льна, за которыми следуют этапы увлажнения, чесания, очистки, уплотнения, чесания, стирки-сушки, прядения, а также процессы получения Информация о состоянии ткани предоставляется.

Ключевые слова: канопля, волокно, танда, джут, нитки, смачивание, естественное и искусственное смачивание, расчесывание, чистка, утолщение, стирка, сушка, отжим.

Abstract : This scientific article describes the stages of preparation of hemp fiber in ancient times, the processes of ripening and harvesting of flax, followed by the stages of moistening, carding, cleaning, compacting, carding, washing-drying, spinning, as well as the processes for obtaining Information about the condition of the fabric is provided.

Key words: hemp, fiber, tanda, jute, threads, wetting, natural and artificial wetting, combing, cleaning, thickening, washing, drying, spinning.

Kanop tolasini kelib chiqishi insoniyatni qadimgi tarixiga borib taqaladi. Kanop o'simligi yovvoyi holda bo'lgan keyin xonakilashtirilgan Molekulyar tadqiqotlarga ko'ra, Tibet kanopning vatani bo'lib, u erda taxminan 28,6 million yil oldin paydo bo'lgan. Osiyoliklar taxminan 10 000 yil oldin kanop urug'ini oziq-ovqat uchun iste'mol qilishni va taxminan 5500 yil oldin kanop tolasidan kiyim yasashni boshlaganlar.

Kanop yetishtirish haqidagi eng qadimgi ma'lumotlar miloddan avvalgi 8-9 asrlarga to'g'ri keladi. U 8000 yil oldin Mesopotamiyada (hozirgi Eron, Iroq va Turkiya) yetishtirila boshlandi, u yerda undan matolar tikilgan. Aksariyat olimlarni takidlashlarich kanopning vatani Osiyo xisoblanadi. O'sha paytdan boshlab XX asrning o'rtalarigacha kanop turli sohalarda keng qo'llanildi. O'sha vaqtgacha Italiya Sovet Ittifoqidan keyin dunyodagi asosiy ishlab chiqaruvchilardan biri edi. 1950-yillarda turli sabablarga ko'ra kanop yetishtirish sezilarli darajada kamaydi.



1-rasm Kanop o'simligini urug'ari.



2-rasm Kanop o'simligi.

Sabablardan biri shunda ediki, mato tolalarini ishlab chiqarishda iqtisodiy jihatdan samaraliroq bo'lgan sintetik (sun'iy ipak) va tabiiy (jut, sizal va paxta) tolalar paydo bo'ldi. Kanop tolasini



3-rasm Qadimda kanop tolasini yetishtirgan qabilalar.

faqatgina kiyim kechak sifatida ishlatilmay tamaki maxsuloti sifatida ham ancha tanilgan qadimgi tarixga nazar solar ekanmiz odamzodning marixuana iste'mol qilish tarixi bag'oyat qadim zamonlarga borib taqaladi.[2] Arxeologik topilmalar shuni ko'rsatadiki, kanop tolasini (penka) manbai sifatida miloddan avvalgi 8000-yillardayoq ishlatila boshlangan. Ammo uning psixoaktiv modda sifatidagi qo'llanilishi kamida 5–6 ming yil avval ma'lum bo'lgan [3].

Qadimgi Hindiston, Xitoy va Misr sivilizatsiyasida kannabis tibbiy va marosimiy maqsadlarda ishlatilgan. Qora dengiz bo'y hududlarida VIII asr miloddan avval — IV asr milodiy davrlar orasida yashagan ko'chmanchi skif qabilalari esa, qadimgi yunon tarixchisi Gerodotning yozishiga qaraganda, kanopni marosim va urf-odatlarida qo'llab, uning dudini yutib psixoaktiv, ya'ni o'zgargan ong holatiga kirish uchun ishlatishgan [1].

Rossiyada kanop yetishtirish Pyotr I davrida boshlangan, va o'simlikdan olinadigan tolalar "penka" deb atalgan. Shuningdek, uni yog'och uylarning tirqishlarini berkitish (konopatka) uchun ham ishlatishgan. Bu o'simlikning ikki xil turi mavjud: sanoatda ishlatishga ruxsat etilgan Cannabis Sativa va Cannabis



4-rasm Kanop o'simligini yig'ish jarayoni.



6-rasm Kanop o'simligini quritish jarayoni.

Indica. Cannabis Sativa sanoat ishlab chiqarishida ishlatiladi, Cannabis Indica esa psixikaga ta'sir qiluvchi modda — tetragidrokannabinolni ko'proq miqdorda saqlaydi. Bu turning tolasini sifat jihatidan pastroq va asosan narkotik vositalar hamda ayrim turdagi dori-darmonlar tayyorlashda ishlatiladi.

Yozish (etkanlash) — kanop o'simligi yetishtirilgandan so'ng, uni to'g'ri vaqtda hosil qilib olish kerak. Bu odatda o'simlik pichoq yoki maxsus texnika yordamida kesib olinadi.

Qurutish — kesilgan kanopni bir oz vaqt davomida qo'shni yoki maxsus joylarda qo'yib, uning namligini kamaytirish zarur. Quritilgan kanop poyalaridan tolasini olish uchun, ularning tashqi qatlami — po'stlog'i (po'st) — qo'l bilan yoki tayoq yordamida uriladi. Bu jarayonda po'stloq asta-sekin ajratiladi va tola ajralib chiqadi. Qadimgi davrlarda bunda maxsus tayoqlar va ramkalardan foydalanilgan. Yorilish (rettirish) — quruq va tayyor bo'lgan kanop pog'onalar mexanik yoki qo'l yordamida yorib, uning tolalarini boshqa qismi — cho'pdan ajratishadi.[6] Tolalarni tozalash — kanop tolasini cho'p, po'st va boshqa noxush moddalardan tozalash uchun maxsus ishlov beriladi.



7-rasm Kanop o'simligini tolalarini qutitish jarayoni.



8-rasm Olingan kanop tolasini.

Tolalarni to'plash va tayyorlash — tozalangan tolalar kiyim-kechak, arqon, mato va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish uchun tayyorlanadi. Kanop tolasini olish jarayonida ishlatilgan aniq usullar va texnika zamonaviy sanoatda katta farqlarga ega bo'lishi mumkin [4].

Yuvilgan tolalar qaytadan quyoshda yoki joyda quritiladi. Keyinchalik ular mato yoki boshqa mahsulotlar uchun ishlatiladi. Kanop tolasidan tola olish undan kiyim kechaklar ishlab chiqarishdan tashqari oziq ovqat sanoatida ham foydalaniladi.

Xulosa:

Kanop tolalarini kelib chiqish tarixi ularni ekilish jarayonlari taralish va tayyorlash qadimgi davrlarda jismoniy kuch va sabr talab qilgan jarayon bo'lib, u ko'p bosqichlardan iborat bo'lgan. Barcha jarayonlar qo'lda amalga oshirilgan va natijada sifatli, mustahkam kanop tolasi olinib, undan uzoq muddatli matolar tayyorlangan.

Adabiyotlar

- [1]. Abdusattorovna, M. G., & Qosimjonovna, U. N. (2020). Product-an object of artistic thinking. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(11), 1172-1176.
- [2]. Mirboboyeva G.A., Turdiyev M. Moda funksiyalaridan, rivojlanish qonunlaridan foydalanib eskiz modellari yaratishda retro modellarni qo'llab yangi kiyim dizaynlarini tahlil qilish Scientific-technical journal FerPI, ФАППИ ИТЖ
- [3]. Mirboboyeva G.A., Ranglar gammasidan foydalanib yangi zamonaviy modellarni yaratish Фарғона политехника институти Илмий – техника журналы 2022. Том 26. спец. вып. №15
- [4]. Mirboboyeva G.A., Zig'ir tolasini olish texnologiyasini qadimgi usullari yangi O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI Volume 2 Issue 8 <https://phoenixpublication.net/> 06.05.2025 Online ISSN: 3030-3494
- [5]. Mirboboyeva G. Iplardan foydalanib kiyimlarni bezash va bezak elementlarini tayyorlash Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti "Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar" mavzusidagi xalqaro ilmiy – amaliy anjuman to'plami
- [6]. Mirboboyeva G.A., Muxtorova G.O. Maxsus kiyimlarni talqin qilishda kumush matolarning xususiyatlarini o'rganish Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФАППИ ИТЖ, ИТЖ ФерПИ, 2024, Т.28. спец. выпуск № 23).

KICHIK SHAMOL GENERATORI PARAMETRLARINI ASOSLASH

O.M. Mamatov

Farg'ona davlat texnika universiteti,

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Shamol generato'rlarini 3D modelar orqali loyihalab va modelarni o'lchamlarini o'zgartirish yordamida turli parametrdagi shamol generato'rlarini yaratish va ularni tatqiq qilish uchun modelar asosida shamol generato'rini ishlab chiqilgan.

Tayanch so'zlar: 3D model, generato'r, shamol, quvvat, model, sarf, tezlik.

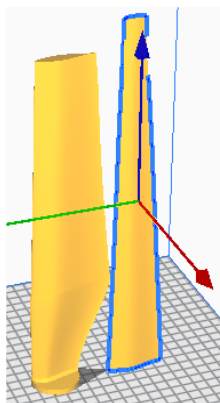
Abstract. By designing wind generators through 3D models and resizing the models, a model-based wind generator was developed to create and research wind generators with different parameters.

Key words: 3D model, generator, wind, power, model, consumption, speed.

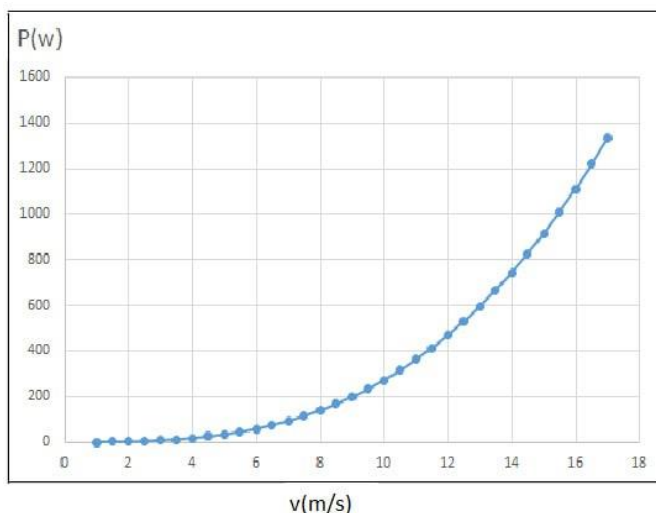
Аннотация. Путем проектирования ветрогенераторов с помощью 3D-моделей и изменения размеров моделей был разработан ветрогенератор на основе моделей для создания и исследования ветрогенераторов с различными параметрами.

Ключевые слова: 3D модель, генератор, ветер, мощность, модель, потребление, скорость.

Kichik shamol generatori turibinasini 3D modelli usullar bilan loyihalash, shamol ko'rsatkichlari va o'zgarishlari o'rganilib taxlil qilib qurilmaning genetator va o'zgartirish blok sxemasi va prinsipial sxemasi ishlab chiqilgan. Ushbu qurilma tog'li va cho'l hududlarining elektrlashtirilmagan qismida insonlarning mobil qurilmalarini energiya bilan taminlashda qo'llanilishi mumkin. Bugungi kunga kelib energiya bo'lgan talab keskin oshib ketdi, natijada yer sayyorasida energetik inqiroz vujudga kelyapti. Bunga sabab qayta tiklanmaydigan energiya manbalari – quruq va suyuq yoqilg'i manbalarining keskin kamayishidir. Shu sababli asosiy biz Mobil qurilmalar uchun yangi kichik shamol generatirlarni taklif qilmoqdamiz. Shamol generato'rlarini 3D modelar orqali loyihalab va modelarni o'lchamlarini o'zgartirish yordamida turli parametrdagi shamol generato'rlarini yaratish va ularni tadqiq qilish uchun maqolada modelar 3D asosida shamol generato'ri ishlab chiqilgan. Hozirgi kunda energiyaga talabning ortib borishi fo'nida qayta tiklanuvchi energiya manbalariga talab kundan kunga ortmoqda. shu sababli biz yangi yondashuv bilan Shamol generato'rlarini 3D modelar orqali loyihalab va modelarni o'lchamlarini o'zgartirish yordamida turli parametrdagi shamol generato'rlarini yaratish va ularni tatqiq qilish uchun modelar asosida shamol generato'rini ishlab chiqish loyihasini amalga oshirganmiz.

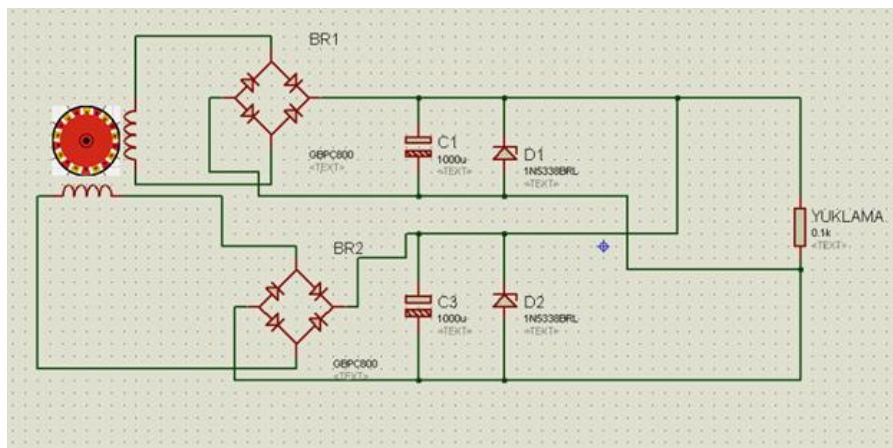


1.1-rasm. Shamol generato'rlarini 3D modelar orqali loyihalash.



1.2-rasm. 60 sm uzunlikdagi parakli shamol turbinasining ishchi yuzasiga tushuvchi potentsial energiya grafigi.

Biz 3D modelardi yaratib ularni o'tkazilgan tajribalar asossida mos parametrlarini tanlash va optimallashtirish yoli bilan tekshirib va eng yahshi natijali modelar asosida keyingi tatqiqotlar otkazish uchun chop qiluvchi 3D printerlardan foydalanib yaratilgan modellarni PLA, ABC tipidagi plastik materyallar orqali 0,2 mm dan o'sib bo'rish tartibida alohida-alohida chop etamiz qismlarni bir-biriga joylashtirib yig'amiz va yig'ilgandan so'ng xar-xil sharoitlarda tatqiqot o'tkazdik bular qisqa tutashuv toklari va salt ishlash kuchlanishi volt-amper xarakteristikasi natijalarga qarab shamol generatorini o'zgartirish kerak bolgan qismlar haqida hulosalarga kelidik va natijada parrak ni uzunligini ortirib maqbul shamol generatorini yaratdik. Biz taklif etayotgan shamol generato'rlarini yasash hozirgi kunda 3D printrlarni imkoniyatlarini yuqoriligi sababli anchayin osonlashdi. Chop qilish tezligi yuqori bo'lganligi uchun bunday mahsulotlar qisqa muddatda chop qilinadi va natijalarni qisqa vaqt ichida olish imkonini beradi.



1.3-rasm. Shamol generato'rlarini AC-DC o'zgartirgichi.

Olingan natijalar asosida eng yaxshi modellarni quyish yordamida seriali ishlab chiqarishga qo'yish mumkin. Loyihalangan 20 Vt quvvatli shamol generatori uchun biz 15w atrofidagi elektr generatoridan foydalanishni ko'zda tutmoqdamiz. Bunga sabab shamol generatorini to'la quvvat bilan ishlaganida 20 w

energiya chiqaradi lekin shamol tezligi xar doim yuqori emasligi va detallardagi ishqalanishlar tufayli energiya yo'qotishlar bo'lishi xisobga olindi. Generatorimizni ishchi parametrlari 6 V va taxminan 0.5 A atrofida. tadqiqod natijalari shuni ko'rsatdiki shamol generatori yengil ohista shamol bo'lganida ham aylanib generatorda shamolning tezligiga qarab 1-2 V atrofida, maksimal 20 m/s tezlikda shamol esganida 6 V atrofida kuchlanish xosil qildi. Bizning keyingi vazifamiz parraklar ishchi yuzasini ortirish bilan quvvatni o'zgarishini tekshirish maqsadida parraklar ishchi yuzasini 50 % ga oshirib quyidgi natijalarga erishdik shamolning tezligiga 3-5 m/s da 2-3 V atrofida, maksimal 20 m/s tezlikda shamol esganida 6 V vat ok kuchi 1 A atrofida elektr toki xosil qilishi aniqlandi, generatorni yuqori quvvatli (12 V, 2 A) siga ozgartirganimizda natijalar shamolning tezligiga 3-5 m/s da 5-6 V atrofida, maksimal 20 m/s tezlikda shamol esganida 12 V vat ok kuchi 1 A atrofida elektr toki ishlab chiqarishi aniqlandi.

Har qanday qadamli dvigatelni generator sifatida ishlatilishi mumkin. Boshqa generatorlardan farqli o'laroq, qadamli dvigatel past aylanish tezligida ham katta induktsiyali kuchlanish hosil qiladi. Bu erda ishlatiladigan tur, har qanday turbinada ishlatilganda salt ishlash rejimida 20 V dan ortiq kuchlanish hosil qilishi mumkin.

Qo'shimcha sxema energiyani saqlaydi. To'rtta dioddan tashkil topgan ikkita ko'priq tekislovchi 1000 μ F kondansato'rni pul'tsasiyalarni filtrlab turadi.

Stabilizator yordamida biz ishlab chiqilayotgan kuchlanishni istemolchira qulay qiymatga keltirib beradi.

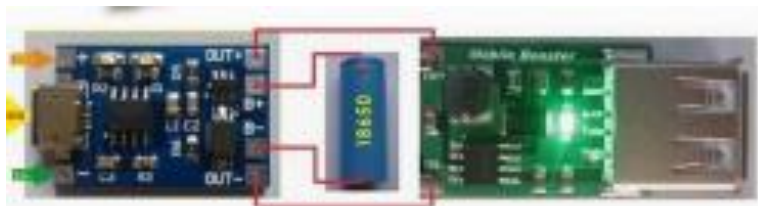
Bundan tashqari zaxiralash maqsadida dc-dc konvertor yordamida li-ion akumulyatorlar zaryadlanib shamol energiyasidan unumli foydalanish imkonini beradi. Bundan tashqari ishlab chiqilgan tokni to'g'ridan-to'g'ri mobil qurilmaga va ortiqcha quvvatni zahiralab keyinchalik foydalanish maqsadida qo'llash mumkin. Bu bilan shamolning energiyasidan optimal foydalanish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Turli shamol tezliklarida maksimal energiya olish natijasida xatto shamol bo'lmagan sharoitda xam zaxiralangan energiyadan uzluksiz foydalanish mumkin.

Bundan tashqari zaxiralash maqsadida dc-dc konvertor yordamida li-ion akumulyatorlar zaryadlanib shamol energiyasidan unumli foydalanish imkonini beradigan sxemani taklif qilmoqdamiz uning yordamida yuklama ulanmagan holatda xam shamol energiyasini zaxiralab maqsadli foydalanishimiz mumkin.

Bundan tashqari ishlab chiqilgan tokni to'g'ridan-to'g'ri mobil qurilmaga va ortiqcha quvvatni zahiralab keyinchalik foydalanish maqsadida qo'llash mumkin

Bu bilan shamolning energiyasidan optimal foydalanish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Turli shamol tezliklarida maksimal energiya olish natijasida xatto shamol bo'lmagan sharoitda xam zaxiralangan energiyadan uzluksiz foydalanish mumkin.

Shamol tezligini o'lchash anemometr yordamida amalga oshiriladi. Uning uchta turi mavjud bo'lib, biz mexanik anemometrdan foydalanib tajriba sinov ishlarini olib borganmiz. Buning uchun bizga Farg'ona politexnika instituti hududidagi meteostansiya natijalari yordam berdi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki shamol tezligi ortib bo'rishi bilan ishlab chqarayotgan elektr quvvati proporsional ortib 7-8 m/s tezlikdan orta bo'shlashi bilan to'yinish sodir bo'ladi.



1.4-rasm. Shamol generatorlarini DC-DC o'zgartirsh va zaxiralash sxemasi.



1.5-rasm. Shamol generatorinig umumiy ko'rinishi.

Adabiyotlar

- [1]. Allayev K., «Elektroenergetika Uzbekistana i mira», T.: «Fan va texnologya», 2009, 464 b.
- [2]. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» va «Elektr energetika» yonalishi talabalari uchun darslik.– T.: Shams-Asa. 2014.–86b.
- [3]. Proxorov V.A. Основные характеристики ветряных установок. М.: Минск, 2009. S. 267.

1. “Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал”, “Scientific – Technical Journal”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника; электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкилот йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борича сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4** тагача, қисқа хабарларда эса **2** тагача рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар қатъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охириги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. *Журналнинг электрон вариантларини ФарДУТ веб-сайти <http://www.ferstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.*

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника; электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФерГТУ <http://www.ferstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

1. On pages “Scientific – Technical Journal” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment; electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FerSTU website, <http://www.ferstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.ferstu.uz>
E-mail: jurnalferstu@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 20.10.2025 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARDTU ALPHA PRINT» босмаҳонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.