



SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

СУМГАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

SUMQAIT STATE UNIVERSITY

ELMI XƏBƏRLƏR НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ SCIENTIFIC NEWS

ISSN 1680 - 1245

Print

ISSN 2706 - 719X

Online

TƏBİƏT VƏ TEXNİKİ ELMLƏR BÖLMƏSİ

СЕРИЯ: ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SERIES FOR NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES



Cild
Tom
Volume

25 №2

Sumqayıt

2025

ISSN 2706-719X (Online)
ISSN 1680-1245 (Print)



SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SUMGAIT STATE UNIVERSITY

ELMİ XƏBƏRLƏR

НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ

SCIENTIFIC NEWS

Təbiət və texniki elmlər bölməsi
Серия: Естественные и технические науки
Series for Natural and Technical Sciences

Cild 25

2025

№ 2

Sumqayıt – 2025

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi
REDAKSİYA HEYƏTİ

Baş redaktor Əminəğa Sadıqov, AMEA-nın müxbir üzvü, professor, rektor
Baş redaktorun müavini Elşad Abdullayev, dosent, elm və innovasiyalar üzrə prorektor

REDAKSİYA HEYƏTİNİN ÜZVLƏRİ

Fizika Albert Qilmutdinov, akad. (Rusiya), Seong-Cho Yu, prof. (Cənubi Koreya),
Riyaziyyat Süleyman Özçelik, prof. (Türkiyə), Kazimir Yanuşkeviç, prof. (Belarus),
Kamil Sabitov, prof. (Rusiya), Kamil Mənsimov, prof. (Azərbaycan),
Həmidulla Aslanov, prof. (Azərbaycan), Məmməd Yaqubov, prof. (Azərbaycan),
Vəqif Salmanov, prof. (Azərbaycan), Rəşid Əliyev, r.e.d. (Azərbaycan),
Tamella Əhmədova, dos. (Azərbaycan), Zəfər Hüseynov, dos. (Azərbaycan),
Xəlida Həsənova, dos. (Azərbaycan), Samir Orucov, dos. (Azərbaycan),
Gülnarə Quliyeva, dos. (məsul redaktor, Azərbaycan), Xəyalə Seyfullayeva, dos.
(Azərbaycan), Vüsalə Babacanova, dos. (Azərbaycan), Coşqun Bayramov, dos.
(Azərbaycan), Sevil Lətifova, dos. (Azərbaycan)
Kimya elmləri Ramil Baxtizin, akad.(Rusiya), Vəqif Abbasov, akad.(Azərbaycan), Dilqəm Tağıyev,
akad. (Azərbaycan), Məhəmməd Babanlı, AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan),
Tatyana Prosoçkina, prof. (Rusiya), Eldar Əhmədov, prof. (Azərbaycan),
Muxtar Səmədov, prof. (Azərbaycan), Musa Mustafayev, dos. (məsul redaktor,
Azərbaycan), Vəliyəddin Əhmədov, dos. (Azərbaycan), Mətləb Hətəmov, dos.
(Azərbaycan)
Biologiya elmləri Elşad Qurbanov, AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Pənah Muradov, AMEA-
nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan), Vladimir Prokofyev, prof. (Rusiya), Əli Əliyev, prof.
(Azərbaycan), Ulduz Həşimova, prof. (Azərbaycan), Selia Bell, dos.(İngiltərə),
Arzu Baxşaliyev, dos. (məsul redaktor, Azərbaycan).
Coğrafiya elmləri Vladimir Kozodyorov, prof. (Rusiya), Anatoliy Yamaşkin, prof. (Rusiya), Niyaz Valiyev,
prof. (Rusiya), Yaqub Qəribov, prof. (Azərbaycan), Məhəmməd Abduev, dos.
(Azərbaycan), İlham Mərdanov, dos. (məsul redaktor, Azərbaycan), Zoya Abdullayeva,
dos. (Azərbaycan)
Texnika elmləri Telman Əliyev, akad. (Azərbaycan), Ağası Məlikov, AMEA-nın müxbir üzvü, prof.
(Azərbaycan), Nail Kaşapov, REA-nın müxbir üzvü, prof. (Rusiya), Nikolay Korovkin,
prof. (Rusiya), Yevgeniy Moşev, prof.(Rusiya), Aleksandr Qolenişev-Kutuzov, prof.
(Rusiya), Mixail Verxoturov, prof. (Rusiya), Leonid Ponomarenko, prof. (Ukrayna),
Vladimir Qvozdev, prof. (Rusiya), Aqil Hüseynov, prof. (Azərbaycan),
Cavanşir Məmmədov, prof. (Azərbaycan), İqor Korshunov, dos. (Rusiya),
Georgios Dafoulas, dos.(İngiltərə), Ulduz Ağayev, dos. (Azərbaycan),
Şəhla Hüseynzadə, t.e.d., dos. (məsul redaktor, Azərbaycan), Turqay Hüseynov, dos.
(Azərbaycan)

Сумгаитский государственный университет
Научные известия. Серия: Естественные и технические науки
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор Аминага Садыгов, член-корр. НАНА, профессор, ректор
Зам. главного редактора Эльшад Абдуллаев, доцент, проректор по науке и инновациям

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Физика Альберт Гильмутдинов, акад. (Россия), Сеонг-Чу Ю, проф. (Южная Корея),
Математика Сулейман Озчелик, проф. (Турция), Казимир Янушкевич, проф. (Белоруссия),
Камиль Сабитов, проф. (Россия), Камиль Мансимов, проф. (Азербайджан),
Гамидулла Асланов, проф. (Азербайджан), Мамед Ягубов, проф. (Азербайджан),
Вагиф Салманов, проф. (Азербайджан), Рашид Алиев, к.м.н. (Азербайджан),
Тамелла Ахмедова, доц. (Азербайджан), Зафар Гусейнов, доц. (Азербайджан),
Халида Гасанова, доц. (Азербайджан), Самир Оруджев, доц. (Азербайджан),
Гюльнара Кулиева, доц. (отв. ред., Азербайджан), Хаяля Сейфуллаева, доц.
(Азербайджан), Вюсалия Бабаджанова, доц. (Азербайджан), Джошгун Байрамов,
доц. (Азербайджан), Севиля Латифова, доц. (Азербайджан)
Химия. Рамиль Бахтизин, акад. (Россия), Вагиф Аббасов, акад. (Азербайджан),
Дильгам Тагиев, акад. (Азербайджан), Махаммад Бабанлы, член-корр.НАНА, проф.
(Азербайджан), Татьяна Просочкина, проф. (Россия), Эльдар Ахмедов,

	<i>проф. (Азербайджан), Мухтар Самедов, проф. (Азербайджан), Муса Мустафаев, доц. (отв. ред., Азербайджан), Валияддин Ахмедов, доц. (Азербайджан), Матлаб Гатамов, доц. (Азербайджан)</i>
Биология	<i>Эльшад Гурбанов, член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Панах Мурадов, член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Владимир Прокофьев, проф. (Россия), Али Алиев, проф. (Азербайджан), Улдуз Гашимова, проф. (Азербайджан), Селия Белл, доц., (Англия), Арзу Бахшалиев, доц. (отв. ред., Азербайджан).</i>
География	<i>Владимир Козодёров, проф. (Россия), Анатолий Ямашкин, проф. (Россия), Нияз Валиев, проф. (Россия), Ягуб Гарибов, проф. (Азербайджан), Магомед Абдуев, доц. (Азербайджан), Ильхам Марданов, доц. (Азербайджан), Зоя Абдуллаева, доц. (Азербайджан)</i>
Технические науки	<i>Тельман Алиев, акад. (Азербайджан), Агаси Меликов, член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), Нанль Кашапов, член корр. РАН, проф. (Россия), Николай Коровкин, проф. (Россия), Евгений Мошев, проф. (Россия), Александр Голенищев-Кутузов, проф. (Россия), Михаил Верхотуров, проф. (Россия), Леонид Понаморенко, проф. (Украина), Владимир Гвоздев, проф. (Россия), Агиль Гусейнов, проф. (Азербайджан), Махаммад Ахмедов, проф. (Азербайджан), Джаваншир Мамедов, проф. (Азербайджан), Игорь Коршунов, доц. (Россия), Георгиус Дафоулас, доц. (Англия), Улдуз Агаев, доц. (Азербайджан), Шахла Гусейнзаде, д.т.н., доц. (отв. ред., Азербайджан), Тургай Гусейнов, доц. (Азербайджан)</i>

Sumgayit State University
Scientific News. Series for Natural and Technical Sciences
EDITORIAL STAFF

Editor in Chief	Aminaga Sadigov , <i>corresponding member ANAS, professor, Rector</i>
Deputy of Editor in Chief	Elshad Abdullayev , <i>ass.prof., Vice-Rector for Science and Innovations</i>

MEMBERS OF EDITORIAL STAFF

Physics	Albert Gilmutdinov , <i>acad. (Russia)</i> , Seong-Cho Yu , <i>prof. (South Korea)</i> ,
Mathematics	Suleyman Ozchelik , <i>prof. (Turkey)</i> , Kazimir Yanushkevich , <i>prof. (Belarus)</i> , Kamil Sabitov , <i>prof. (Russia)</i> , Kamil Mansimov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Hamidulla Aslanov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Mammad Yagubov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Vagif Salmanov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Rashid Aliyev , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Tamella Ahmadova , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Zafar Huseynov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Khalida Hasanova , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <i>(отв. ред., Азербайджан)</i> , Samir Orujov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Gulnara Guliyeva , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> , Khayala Seyfullayeva , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Vusala Babajanova , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Joshgun Bayramov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Sevil Latifova , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
Chemical sciences	Ramil Bakhtizin , <i>acad. (Russia)</i> , Vagif Abbasov , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , Dilgham Taghiyev , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , Mahammad Babanli , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Tatyana Prosochkina , <i>prof. (Russia)</i> , Eldar Ahmadov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Mukhtar Samadov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Musa Mustafayev , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> , Valiyaddin Akhmadov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Matlab Hatamov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
Biological sciences	Elshad Qurbanov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Panah Muradov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Vladimir Prokofyev , <i>prof. (Russia)</i> , Ali Aliyev , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Ulduz Hashimova , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Selia Bell , <i>ass.prof. (England)</i> , Arzu Baxshaliyev , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> .
Geographical sciences	Vladimir Kozodyorov , <i>prof. (Russia)</i> , Anatoliy Yamashkin , <i>prof. (Russia)</i> , Niyaz Valiyev <i>prof. (Russia)</i> , Yagub Garibov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Mahammad Abduev , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Ilham Mardanov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Zoya Abdullayeva , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
Technical sciences	Telman Aliyev , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , Aghasi Malikov , <i>Corresponding member of the ANAS</i> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Nail Kashapov , <i>Corresponding member of the RAS</i> , <i>prof. (Russia)</i> , Nikolay Korovkin , <i>prof. (Russia)</i> , Yevgeniy Moshev , <i>prof. (Russia)</i> , Aleksandr Golenishev-Kutuzov , <i>prof. (Russia)</i> , Mixail Verxoturov , <i>prof. (Russia)</i> , Leonid Ponomarenko , <i>prof. (Ukraine)</i> , Vladimir Gvozdev , <i>prof. (Russia)</i> , Agil Huseynov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Mahammad Ahmadov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Javanshir Mammadov , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , Igor Korshunov , <i>ass.prof. (Russia)</i> , Georgios Dafoulas , <i>ass.prof. (England)</i> , Ulduz Aghayev , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , Shahla Huseynzadeh , <i>Doctor of Technical Sciences</i> , <i>ass.prof. (executive editor Azerbaijan)</i> , Turgay Huseynov , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>

Влияние дефектов на тепловые и упругие свойства твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$

¹Байрамов Джошгун Джумшуд оглу [ORCID](#)

²Оруджев Самир Камал оглу [ORCID](#)

³Дамиров Рахиб Явер оглу

⁴Абдулова Иззет Наджмеддин гызы

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан,

1,2- доцент, 4-ст. лаборант

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан, 3-докторант

izzet.abdulova@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	РЕЗЮМЕ
История статьи Получено: 19.03.2025 Исправлено: 03.05.2025 Принято: 02.06.2025	$Tl A^{III} B_2^{VI}$ (где $A = In, Ga$; $B = S, Se, Te$) соединений и твердых растворов, полученных на их основе, считаются перспективными материалами с точки зрения применения в оптоэлектронике. Зависимость электрофизических свойств системных сплавов $tlins_2-tlgds_2$ от температуры и состава [9] была исследована в его работе. Но особый интерес представляет изучение теплоупругих свойств исследуемых объектов с точки зрения изучения взаимосвязи химического взаимодействия твердых растворов $tlins_2$ и полученных на его основе системных сплавов $tlins_2-tlgds_2$. С этой целью изучена температурная зависимость коэффициента линейного расширения и изотермического сжатия от теплоты при температуре 80-350 К.
Ключевые слова: электропроводность, изотермической сжимаемости, рентгенографический анализ, дефекты, ширина запрещенной зона, температура Дебая, сингония, прыжковая проводимость, эффект Холла, фазовые превращения.	

Введение

Интерес к полупроводниковым соединениям типа $Tl A^{III} B_2^{VI}$ (где $A = In, Ga$; $B = S, Se, Te$) и твердых растворов на их основе изначально обусловлен тем, что кристаллы представляют собой перспективный для использования в оптической электронике материал. Температурные и концентрационные зависимости тепловых и электрофизических свойств сплавов систем $TlInS_2 - TlGdS_2$ изучены в работе [1]. Однако этих данных недостаточно для выяснения характера связи и силы межатомного взаимодействия в соединениях $TlInS_2$ и твердых растворах системы $TlInS_2 - TlGdS_2$, которые представляют особый интерес для анализа тепловых и упругих свойств данного объекта.

Для получения дополнительной информации о химической связи в кристаллической решетке, были исследованы температурная зависимость теплоемкости теплового расширения (α) и изотермическая сжимаемость (χ_T) в широком температурном (80-350 К) и концентрационном интервалах.

Методика эксперимента

Сплавы системы $TlInS_2 - TlGdS_2$ изучали методами дифференциально-термического, рентгенофазового, микроструктурного анализов. ДТА образцов осуществляли в низкочастотном терморегистраторе марки НТР-73 с Pt-Pt/Ph-термопарой при скорости нагревания 10 К/мин. РФА проводили на аппарате ДРОН-1,5 (СиК $_{\alpha}$ –излучение, Ni- фильтр, 35kv, 10 mA). Расшифровку рентгенограмм осуществляли на компараторе ИЗА-2 с погрешностью 0,01-0,05 мм. Рентгенограммы качания были получены в камере РКОП-А.

Интенсивность линий определяли визуально по десятибалльной шкале. Параметры решетки определяли методом экстраполяции по функции $\frac{1}{2} \left(\frac{\cos^2 \theta}{\cos \theta} + \frac{\cos^2 \theta}{\theta} \right)$ с точностью 0,001Å. Монокристаллы образцов выращивали методом Бриджмена в вакуумированных кварцевых ампулах диаметром 20-25 мм с различными формами дна. Наилучшие по однородности образцы были получены при конической форме дна ампулы и скорость роста монокристаллов 0,5мм/ч. О монокристалличности выращенных кристаллов судили по снятым лауеграммам. Для проведения температурного рентгенодифрактометрического исследования, из полученного монокристалла были выделены плоскопараллельные пластинки по плоскости спайности и установлены на гониметрической головке дифрактометра ДРОН-1,5.

Измерения электропроводности и эффекта Холла проводились на образцах с омическими контактами при постоянном токе [2] в постоянных магнитных полях вплоть до 1200 А/м. Погрешность измерений не превышала 4-5 %.

Для измерения всестороннего сжатия сплавов системы $TlInS_2 - TlGdS_2$ в интервале 77 – 420 К использовали установку, описанную в [3]. С целью увеличения точности измерения частоты синусоидальных сигналов с разными помехами в регистрационной схеме использовали триггер Шмидта в интегральном исполнении. Установку градуировали по сжимаемости эталонных образцов меди и алюминия. Для сжатия образца применяли гелиевый газ, давление которого варьировали от 10^5 Па до 10 МПа.

При небольшой доделке, на этой же установке, не вынимая образца проводили также измерения теплового расширения. Скорость подъема температуры не превосходила 2 К/мин. Образцы имели форму цилиндра высотой 30 мм и диаметром 5мм. Погрешность при измерении теплового расширения составляла ~ 1,45%, а при измерении изотермической сжимаемости ~ 4,5%.

Синтез и рентгенографическое исследование образцов

Твердые растворы $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ синтезировали в кварцевых ампулах путем расплавления исходных веществ. Исходными веществами служили элементы высокой чистоты ($Tl - 99,99$ масс %, $Gd - 99,5$ масс %, $In - 99,999$ масс %, $S - \text{ос. } 4.16 - 5$). Из этих данных, за исключением гадолиния, следует что, чистота исходных элементов удовлетворительна. Было установлено, что 8-10 кратная зонная очистка позволяет повысить чистоту элемента гадолиния до 99,7 масс %. Синтез сплавов проводился следующим образом. Исходные элементы, загруженные в эвакуированную до 0,01 Па ампулу помещали в печь. В зависимости от содержания гадолиния печь нагревали до температуры (1100-1200) К. Время выдержки ампулы с веществом в этой температуре также зависело от содержания гадолиния и по мере его увеличения увеличивалось от 2 – до 3 – х часов. После чего температура ампулы с веществом охлаждалась до комнатной со скоростью 15 – 20 К/час. Полученные образцы имели золотисто – оранжевый цвет. Синтезировались сплавы $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ где $0 \leq x \leq 10$.

Для проведения рентгенографического исследования методом Бриджмена были выращены монокристаллы сплавов системы $TlInS_2 - TlGdS_2$. Скорость перемещения ампулы с расплавом составляла 3 мм/час. При выращивании монокристаллов сплавов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$, температура высокотемпературной зоны варьировалась от 1000 до 1300 К. В частности, для состава $x = 0,05$ температура зоны составляла 1130 К, а для $x=0,10$ 1300 К. Для установления области растворимости на основе $TlInS_2$ полученные монокристаллы подвергались рентгенофазовому анализу. Рентгенографический анализ кристаллов $x = 0,05$ и $x=0,10$ показал, что эти фазы кристаллизуются в моноклинной сингонии на основе решетки $TlInS_2$. Расчеты дифрактограмм порошков состава $x = 0,05$ и $x=0,10$ приведены в таблице 1.

Для определения качества монокристалличности из полученного образца были сняты лауэграммы. Показалось, что полученные образцы являются совершенными монокристаллами. Качество монокристаллов с увеличением концентрации гадолиния в исследуемых составах ухудшается. На основе рентгенограммы качания в трех кристаллографических направлениях $[h00]$, $[0k0]$ и $[00l]$, для монокристаллов $x = 0,05$ и $x=0,10$ были установлены следующие параметры решетки моноклинной сингонии:

$$a = 10.843; b = 10.90; c = 15.145 \text{ \AA}; \beta = 100^\circ, z = 16; a = 10.964, b = 10.848, \\ c = 15.167 \text{ \AA}, \beta = 100^\circ, z = 16.$$

Рассчитанные числа молекул, приходящихся на одну элементарную ячейку подтверждает, что $(\text{TlInS}_2)_{0,95}(\text{TlGdS}_2)_{0,05}$ и $(\text{TlInS}_2)_{0,9}(\text{TlGdS}_2)_{0,1}$ а также и сплавы (0 – 10) мол% TlGdS_2 являются твердыми растворами замещения.

Из указанного выше кристалла по плоскости $[00l]$ были получены в четких дифракционных отражений соответствующих углам:

$$\theta = 5^\circ 55' (002), 11^\circ 55' (004), 24^\circ 23' (006), 31^\circ 03' (008), \\ 38^\circ 15' (00,10), 46^\circ 14' (00,12) .$$

На основе проведенного температурного исследования, в интервале температур 320 – 800 К, были построены кривые зависимости параметра решетки «С» от температуры.

Оказалось, что с ростом температуры по плоскости $[00l]$ наблюдается линейное расширение кристалла $(\text{TlInS}_2)_{0,95}(\text{TlGdS}_2)_{0,05}$. Таким образом, в результате проведенного рентгенографического исследования монокристаллов $(\text{TlInS}_2)_{1-x}(\text{TlGdS}_2)_x$ было установлено, что при замещении атомов TlGdS_2 в TlInS_2 в интервале (0 – 10) масс % структура не изменяется и образуются твердые растворы замещения.

Таблица 1.

Расчета дифрактограмм порошков состава $(\text{TlInS}_2)_{1-x}(\text{TlGdS}_2)_x$

№	x = 0	x = 0,05	x = 0,1	hkl
	$d_{\text{теор.}} \text{ \AA}$	$d_{\text{эксп.}} \text{ \AA}$	$d_{\text{эксп.}} \text{ \AA}$	
1	7,4550	7,4576	7,4681	002
2	3,8417	3,8176	3,8230	220, 212
3	3,7275	3,7282	3,7283	004
4	3,4554	3,4400	3,4531	311
5	3,0116	3,0232	2,9958	105
6	2,8661	2,8628	2,8610	321, 224
7	2,7545	2,7563	2,7568	323
8	2,5202	2,5191	2,4957	305
9	2,3904	2,3891	2,3820	404
10	2,1347	2,1351	2,1295	151
11	1,9902	1,9875	1,9902	414
12	1,9262	1,9342	1,9271	252
13	1,8643	1,8688	1,8664	208, 008
14	1,7712	1,7716	1,7672	155
15	1,7199	1,7181	1,7184	614
16	1,6867	1,6846	1,6900	317
17	1,6009	1,6037	1,5977	328, 319
18	1,5006	1,4944	1,4903	721

Результаты и их обсуждение

Температурные зависимости электропроводности (σ) твердых растворов $[TlInS_2]_{1-x}[TlGdS_2]_x$ оказались сложными (рис.1а). Видно, что максимумы электропроводности наблюдаются при температурах $\sim 795, 810, 830\text{K}$ для $x=0,01; 0,05; 0,10$ соответственно. С дальнейшим повышением температуры σ уменьшается, достигает минимума и снова резко возрастает (область собственной проводимости). Такое поведение электропроводности в твердых растворах системы $TlInS_2 - TlGdS_2$ может быть связано с прыжковой проводимости.

В этой области выполняется температурная зависимость, $lg\sigma \sim AT^{1/4}$ характерная для таких прыжков. Согласно работам [4] даже в специально не легированных кристаллах $TlInS_2$, $TlGaSe_2$, $TlGaS_2$ имеет место прыжковая проводимость $T=200\text{K}$. Природа неконтролируемых дефектов, в $TlInS_2$ связана, скорее всего, с анионными вакансиями, которые и приводят к прыжковой проводимости, при сравнительно высоких температурах может быть различной. Причиной этого могут быть как анионные, так и катионные [5] вакансии разупорядоченные в стыковке слоев и другие дефекты. Однако, как было отмечено в [6] эти дефекты не приводят к состоянию им сегнетоэффектического стекла.

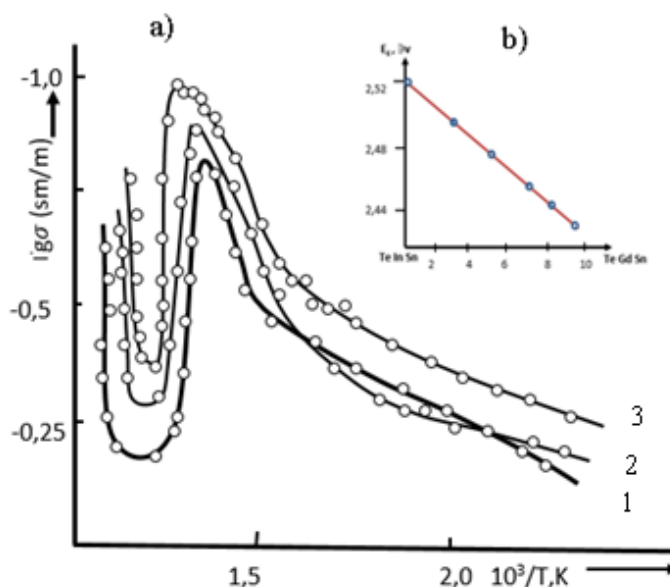


Рис. 1. Температурная зависимость электропроводности а) и концентрационная зависимость ширины запрещенной зоны (b) твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ ($1-x=0.02$; $2-x=0.05$; $3-x=0.10$)

Ширины запрещенной зоны указанных фаз определены по высокотемпературным наклоном температурной зависимости электропроводности и эффекта Холла и находятся в хорошем согласии. На рис.1,b . приводятся зависимости ширины запрещенной зоны твердых растворов $[TlInS_2]_{1-x}[TlGdS_2]_x$, определенные по $lg\sigma = f\left(\frac{10^3}{T}\right)$. Видно, что при увеличении $TlGdS_2$ в $TlInS_2$ значения E_g уменьшаются.

На рис.2. приводятся результаты исследования температурной зависимости изотермической сжимаемости (χ_T) в области 80-400 K в $TlInS_2$

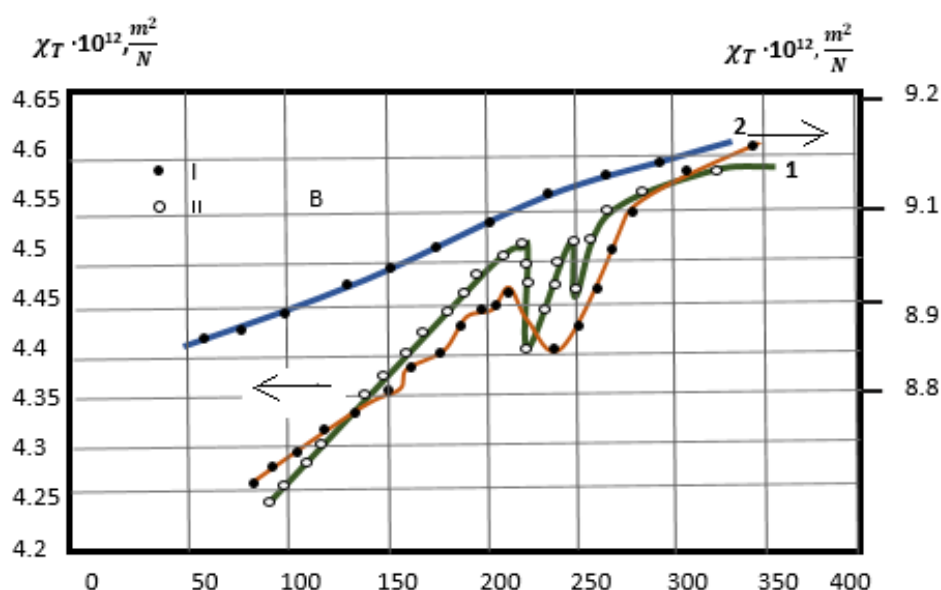


Рис. 2. Температурная зависимость изотермической сжимаемости соединений $TlInS_2$ (1) и $TlGdS_2$ (2). (1-полукристал, 2-монокристал).

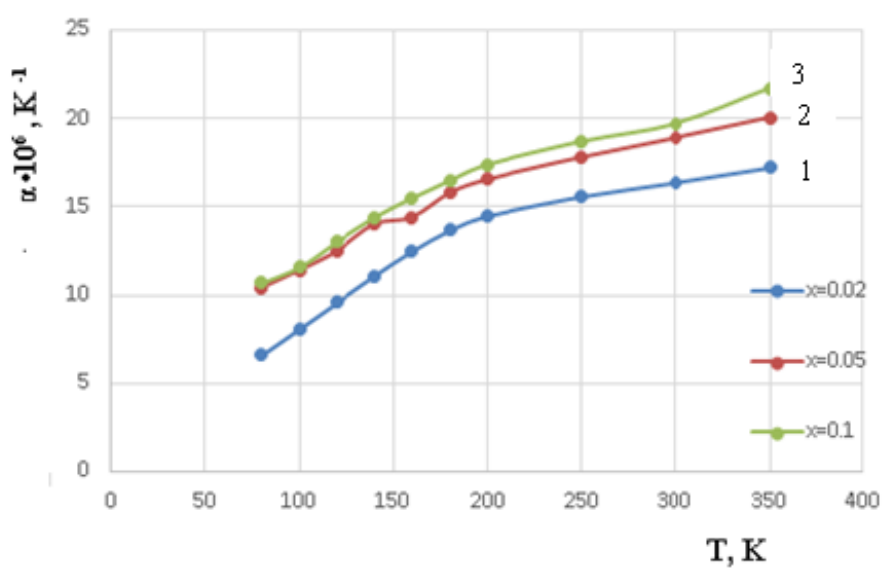


Рис. 3. Температурная зависимость теплового расширения твердых растворов $TlIn_{1-x}Gd_xS_2$ (1 – $x = 0,02$; 2 – $x = 0,05$; 3 – $x = 0,10$)

Из рисунка следует, что для монокристаллического образца $TlInS_2$ наблюдается две аномалии, которые соответствуют области температур сегнетоэлектрического и несоизмеримого – соизмеримого переходов [7]. Для полукристаллического $TlInS_2$ на кривой наблюдается только одна аномалия, охватывающая более широкую область температур, и четная граница аномалий, наблюдаемая в случае монокристаллического образца исчезает. Обнаруженные нами изменения аномалии в монокристаллическом и полукристаллическом образцах $TlInS_2$ также можно связывать с влиянием дефектов «случайное поле» и «случайная температура», так как эти дефекты создают ненулевые значения параметра порядка независимо от симметрии. В связи с этим создается электрическое поле, которое сильно влияет на несоизмеримые – соизмеримые фазы.

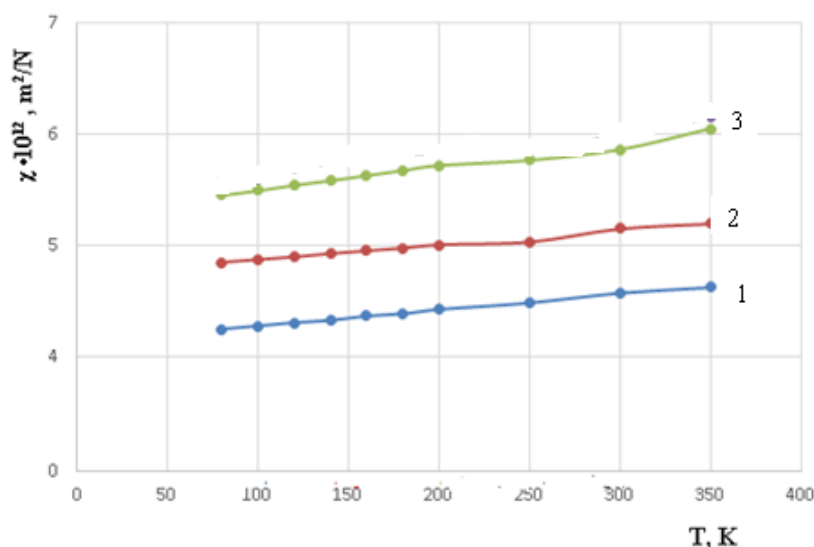


Рис. 4. Температурное зависимость изотермическое сжимаемость твердых растворов $TlIn_{1-x}Gd_xS_2$ ($1 - x = 0,02$; $2 - x = 0,05$; $3 - x = 0,10$)

Результаты исследований температурной зависимости линейного теплового расширения и изотермической сжимаемости (α_L и χ_T) твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$, где $0 \ll x \ll 0,1$ при $80 \div 400$ K приведены на рис.3,4. Видно, что на температурных зависимостях α_L и χ_T в исследованном интервале температур никаких аномалий не наблюдается. Это свидетельствует о том, что в указанном интервале температур фазовые превращения отсутствуют.

Полученные нами экспериментальные данные по значениям α_L $TlInS_2$ и различных составов твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ были использованы для расчета температуры Дебая (θ_D) и средне квадратичных динамических смещений атомов ($\sqrt{u^2}$) по следующим соотношениям [8]

$$\theta_D = \frac{14,37}{(\bar{A} \cdot V^{3/2} \cdot \alpha)^{1/2}} \quad (1)$$

$$\sqrt{u^2} = \frac{4,3 \cdot 10^{-14} [D(\theta_D/T)(\theta_D/T) + 1/4]}{\bar{A} \theta_D} \quad (2)$$

где α_L - коэффициент линейного теплового расширения, $\bar{A}$ - средняя атомная масса, V - средней атомный объем, $D(\theta_D/T)$ - функция Дебая[9]. Данные расчетов величин (θ_D) и ($\sqrt{u^2}$) по выражениям (1) и (2) представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Значение температур Дебая и средне квадратичных динамических смещений атомов в кристаллической решетке твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$

T, K	X=0		X=0,02		X=0,05		X=0,10	
	θ_D, K	$\sqrt{u^2}, \text{\AA}$	θ_D, K	$\sqrt{u^2}, \text{\AA}$	θ_D, K	$\sqrt{u^2}, \text{\AA}$	θ_D, K	$\sqrt{u^2}, \text{\AA}$
80	335	0,066	392	0,072	323	0,080	313	0,084
100	314	0,075	353	0,081	306	0,091	300	0,093
120	290	0,085	325	0,092	292	0,101	283	0,104

140	266	0,098	302	0,103	280	0,111	269	0,115
160	240	0,113	285	0,115	270	0,120	260	0,126
180	206	0,139	272	0,126	263	0,131	252	0,137
200	182	0,166	264	0,136	257	0,141	245	0,148
220	178	0,177	259	0,145	253	0,149	240	0,160
240	220	0,115	256	0,153	250	0,158	236	0,168
280	174	0,120	255	0,167	248	0,172	232	0,185
310	171	0,122	254	0,175	247	0,179	230	0,196
350	170	0,123	253	0,187	246	0,194	228	0,210

Видно что при замещении атомов индия атомами гадолиния среднеквадратичное динамическое смещений атомов в кристаллической решетке увеличивается, а температура Дебая уменьшается в $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$. Изменение температура Дебая с температурой свидетельствует об отклонение фононного спектра от дебаевского.

Литература

- [1]. Müller D. (1974), Poltman F., Hahn H. Zur Struktur Ternäre Chalkogenides Thalliums mit Aluminium, Gallium und Indium // Z. Naturforsch. B. V. 29. № 1-2. S. 117-118.
- [2]. Guseiniov G.D. (2011), Mooser E., Kerimova E.M. et al. On some properties of $TlInS_2(Se_2,Te_2)$ single crystals // Phys. Status solidi. . V. 34. № 1. P. 33-34.
- [3]. Şeleq, A.U., Qurtovoy, V.G., Şevtsova, V.V., Əliyev, V.A. Kristalloqrafiya. 2014. T. 59. No 2. S. 231
- [4]. Cicek, Z., Yakut, S., Deger, D., Bozoglu, D., Mustafaeva, S., Ismailova, P., Hasanov, A.A., Ulutas, K. Thickness dependence of dielectric properties of $TlGaS_2$ thin films // Materials Science in Semiconductor Processing, 166 (2023) 107733; <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2023.107733>
- [5]. Optical absorption edge of $TlIn_1-xByS_2$ single crystals and the effect of electron irradiation on their bandgap / N.Gasanov, F.Khallokov, P.Ismailova [et al.] // Norwegian Journal of development of the International, pp 86-90, 124 (2024). <https://zenodo.org/records/10515000>
- [6]. Guseinova, K.M Energy of Crystal Lattice Thermal Oscillations in $TlGaS_2$ Semiconductor Compound / K.M.Guseinova, F.A.Mammadov, A.A.Hadiyeva [et al.] // East European Journal of Physics, pp 322-328 (4), (2024). DOI: [10.26565/2312-4334-2024-4-36](https://doi.org/10.26565/2312-4334-2024-4-36)
- [7]. Сеидов, Ф.М., Керимова, Э.М., Велиев, Р.Г., Гасанов, Н.З., Гусейнова, К.М. Диаграмма состояния системы $TlInSe_2 - TlTmSe_2$, электрические и тепловые свойства кристаллов $Tl_2InTmSe_4$ // Неорганические материалы. 2019, т.55, № 8, с.813-817. DOI: 10.1134/S0002337X19070169

Xülasə

$(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ bərk məhlullarda defektlərin istilik və elastiki xassələrinə təsiri
Bayramov C.C., Orucov S.K., Dəmirov R.Y., Abdulova İ.N.

Açar sözlər: elektrokeçiricilik, izotermik sıxılma, rentqrafik analiz, defekt, qadağan olunmuş zonanın eni, Debay temperaturu, kristallaşma qəfəsi, sıçrayışlı keçiricilik, Holl effekti, fəza çevrilmələri

$TlA^{III}B_2^{VI}$ (где A = In, Ga; B = S, Se, Te) birləşmələri və onların əsasında alınmış bərk məhlulların optoelektronikada istifadə olunma baxımından perspektivli material hesab olunur. $TlInS_2 - TlGdS_2$ sistem ərintilərinin elektrofiziki xassələrinin temperatur və tərkibindən asılılığı [9] işində tədqiq edilmişdir. Lakin $TlInS_2$ və onun əsasında alınmış $TlInS_2 - TlGdS_2$ sistem ərintilərinin bərk məhlulların kimyəvi qarşılıqlı təsir əlaqəsinin öyrənilməsi

baxımından tədqiq olunan obyektlərin istilik və elastiki xassələrinin öyrənilməsi xüsusi maraq kəsb edir. Bu məqsədlə 80-350 K temperaturda istidən xətti genişlənmə və izotermik sıxılma əmsalının temperatur asılılığı öyrənilmişdir.

Summary

Influence of defects on thermal and elastic properties of solid solutions $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$

Bayramov C.C., Orujov S.K., Damirov R.Y., Abdulova I.N.

Key words: *electrical conductivity, isothermal compression, radiographic analysis, defect, band gap width, Debye temperature, crystallization lattice, jump conductivity, Hall effect, phase transformations*

$Tl A^{III} B_2^{VI}$ (где $A = In, Ga$; $B = S, Se, Te$) compounds and solid solutions based on them are considered promising materials for optoelectronics. The dependence of the electrophysical properties of $TlInS_2 - TlGdS_2$ system alloys on temperature and composition has been investigated in [1]. However, studying the chemical interaction in $TlInS_2$ and solid solutions of $TlInS_2 - TlGdS_2$ system alloys derived from it, particularly in terms of their thermal and elastic properties, is of special interest. For this purpose, the temperature dependence of the linear thermal expansion coefficient and the isothermal compressibility coefficient was examined in the temperature range of 80–350 K.

Traces of constructivist theory in mathematics

¹Aliyeva Konul Hamid [ORCID](#)

²Babayeva Xatire Cavanshir

Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan, 1- PhD

Sumgait secondary school № 26, Sumgait, Azerbaijan, 2-teacher

konul.aliyeva@sdu.edu.az ; xatire.babayeva1982@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Received 23.04.2025 Received in revised form 28.05.2025 Accepted 20.06.2025 Keywords: constructivist approach, cognitive development theory, social constructivism, contextual learning, reflective thinking	<i>This article explores the theoretical foundations and application directions of constructivist theory in mathematics education. According to constructivism, knowledge is actively constructed by the learner and connected with their prior experiences. In mathematics, this approach involves the student being an active participant rather than a passive listener, understanding problems, forming personal strategies, and developing logical thinking skills. Based on the ideas of theorists such as Piaget and Vygotsky, this article analyzes the role of the constructivist approach in the teaching process, its impact on teacher-student relations, the importance of practical activities in forming mathematical concepts, and environments supported by technology. It also presents sample lessons demonstrating the implementation of constructivist teaching. As a result, it is concluded that the constructivist approach is effective in fostering a deeper understanding of mathematics and in forming functional knowledge.</i>

Introduction

Since the second half of the 20th century, new perspectives have emerged in educational theory. One of these is the theory of constructivism, which accepts that students build knowledge actively rather than receiving it passively. According to this theory, learning is built and developed based on existing experiences and prior knowledge. The essence of constructivism lies in learners internalizing knowledge through their own experiences rather than having it transferred by the teacher.

For many years, mathematics education was carried out using traditional, teacher-centered methods. Students were presented with ready-made formulas, rules, and examples and were expected to apply them mechanically. However, modern pedagogical approaches, especially constructivist theory, have shown that this method of teaching is not sufficiently effective. Constructivist-based mathematics lessons develop students' critical and creative thinking skills and increase their ability to apply knowledge in real-life situations.

In recent decades, the constructivist approach has found wide application in education. Especially in mathematics, this approach emphasizes that the student has an active role in learning, knowledge is not presented in a ready-made form but is reconstructed based on the learner's previous experiences. The purpose of this article is to investigate the impact of constructivism on mathematics teaching and to present specific lesson examples from both general secondary and higher education levels.

Constructivism is a theory that originated in the fields of psychology and philosophy and was later applied in education. Its foundation was laid by thinkers such as Jean Piaget and Lev Vygotsky.

Jean Piaget: According to his cognitive development theory, children build knowledge through their own experiences and interactions with their environment. Piaget explained learning through two processes: assimilation and accommodation.

Lev Vygotsky: Considered the founder of social constructivism. He emphasized that learning takes place in a social context and through cultural tools. His concept of the “Zone of Proximal Development (ZPD)” refers to knowledge and skills a student cannot acquire independently but can learn with the support of a teacher or a more experienced individual.

Problem statement

Key principles of constructivist theory:

- **Active learning:** Students learn not passively, but through investigation, discovery, and experience.
- **Role of prior knowledge:** New knowledge is constructed by relating it to existing knowledge.
- **Social interaction:** Knowledge is constructed in a social environment through discussion and collaboration.
- **Contextual learning:** Knowledge is learned more meaningfully in real-life contexts.
- **Teacher’s role:** The teacher is no longer a knowledge transmitter but a guide who directs learning.

Applications and methods of constructivist teaching

The theory of constructivism is widely applied in education. It brings significant changes to teacher-student relationships and the structure of lessons. Some areas and methods of constructivist teaching include:

1. **Project-based learning** – Students work on real-life problems, acquiring both knowledge and skills. This makes learning more meaningful and motivating.
2. **Problem-based learning** – Learners are given open-ended problems, which they investigate and solve either independently or in groups.
3. **Collaborative learning** – Through group work and discussions, students build knowledge together. This also supports the development of social skills.
4. **Reflective thinking and self-assessment** – Learners analyze their own learning processes, realizing what they have learned and what they still need to understand.

Constructivist approach in mathematics teaching

In the context of mathematics, constructivist teaching is based on the following principles:

1. **Discovery of mathematical concepts** – In traditional teaching, rules are given beforehand. In constructivist teaching, students discover these rules through observation and experience.

Example:

- *Traditional:* The teacher tells students that the sum of a triangle’s internal angles is 180° .
- *Constructivist:* Students draw various triangles, measure their angles, and discover this rule on their own.

2. **Problem-based learning** – By presenting open-ended and real-life-related problems in math lessons, students are encouraged to think critically. Example: “What is the shortest way to build a fence around a garden?” Through this question, students explore concepts such as perimeter, area, and geometric shapes.

3. **Collaboration and group work** – By solving mathematical problems together, students improve their social skills and are exposed to different perspectives. This approach is especially effective for analyzing complex problems.

4. **Building on prior knowledge** – Mathematics is a subject structured in a spiral manner. When introducing new topics, prior knowledge is actively recalled and connected to new information. The teacher supports this process by asking guiding questions that promote thinking and connections.

5. Reflective thinking and metacognition – At the end of lessons, students are encouraged to reflect by asking themselves:

“What did I learn?”

“Where can I use this knowledge in real life?”

“Which part did I find difficult to understand?”

This leads students to actively participate in the learning process.

The role of the teacher in constructivist teaching

In the constructivist approach, the teacher is no longer a transmitter of knowledge, but a guide who facilitates learning. They ask questions, guide discussions, encourage idea exchange, and use various resources (visual materials, technology, practical tools) to enrich the learning environment.

However, there may be some challenges such as:

- Lesson planning requires more time and creativity;
- Students may struggle initially with independent learning;
- Alternative assessment methods may be needed.

Nevertheless, the advantages are significant:

- Students express their ideas;
- They learn problem-solving and critical thinking;
- Mathematics becomes more engaging and meaningful;
- Acquired knowledge is more applicable to real life.

Sample Lessons Based on the Constructivist Approach

Each of the following examples is structured in a way that enables students to discover mathematical concepts through observation and active engagement.

Topic: Understanding Percentages

Grade: 6th–7th grade

Objective: To learn how to calculate percentages by applying the concept to real-life situations.

Stages of instruction:

- A shopping situation involving discounts is presented (e.g., an item with 20% off).
- Students solve the problem using different methods and discover the meaning of percentages.
- They apply the proportion to 100 and the percentage formula.

Expected outcome:

Students understand that a percentage is a ratio to 100 and learn how to calculate a percentage of a number.

Topic: Circumference and Circumference Length

Grade: 6th–7th grade

Objective: To discover the formula for calculating the circumference of a circle.

Stages of instruction:

- Students measure the circumference and diameter of circular objects.
- The ratio of circumference to diameter ≈ 3.14 is observed, leading to the introduction of π .
- They arrive at the formulas $C = \pi \cdot d$ and $C = 2\pi r$.

Expected outcome: Students discover the formula for circumference based on observations and measurements.

Topic: Area of Rectangles and Squares

Grade: 6th grade

Teaching approach: Constructivist learning (discovery-based learning)

1. Lesson objectives: Students will:

- Determine how to calculate the area of rectangles and squares through discovery.

- Link new knowledge to prior knowledge (e.g., length, equal-sided figures, unit measures).
- Derive the formula for the area of geometric shapes through their own observations and discussions.

2. Lesson flow (Based on constructivist model):

Stage I – Motivation and problem introduction:

The teacher distributes square-grid paper (each cell = 1 cm²) and asks:

- “How can we calculate the area of different rectangles drawn on this paper?”
- “If a rectangle is 3 cm wide and 4 cm long, how many square cells does it contain?”

Goal: Students intuitively grasp the concept of area using square units.

Stage II – Investigation and discovery:

Students:

- Draw rectangles of various sizes.
- Count squares to find the area (e.g., $3 \times 4 = 12$ squares).
- Observe that width $\times$ length works in every case.

Group discussion:

- “Why does a 3 cm $\times$ 4 cm rectangle contain 12 squares?”

They conclude: Area = width $\times$ length.

Note: The teacher does not provide the formula but creates conditions for students to derive it themselves.

Stage III – Presentation and discussion:

Each group presents their result. For example:

- “Our rectangle is 2 cm $\times$ 5 cm, and the area is 10 squares.”

Another group draws a 4 cm $\times$ 4 cm square and reports an area of 16.

The teacher guides the class in formally writing down the general conclusion:

- Area = Side $\times$ Side (for squares),
- Area = Width $\times$ Length (for rectangles)

Stage IV – Application and extension:

The teacher presents a real-world problem:

- “If a carpet is 3 meters wide and 6 meters long, what is its area? Will it fit in the room?”

Students apply their knowledge to this real-life scenario.

Stage V – Reflection and self-assessment:

The teacher asks:

- “What did you discover in this lesson?”
- “What rule did you find for calculating area?”
- “Where could this knowledge be useful in everyday life?”

Students express their thoughts in writing or verbally.

Assessment (Formative):

Activity	Outcome	Assessment Method
Determining area formula by discovery	Width $\times$ Length formula	Observation and presentation
Calculating areas of various rectangles	Areas found through collaboration	Worksheets and group work
Real-life application	Practical reasoning and application	Oral and written tasks

This example clearly shows that through constructivist learning:

- Students acquire knowledge actively rather than passively;
- They discover mathematical rules through exploration;
- They learn through collaboration and discussion;
- They relate mathematical knowledge to real-life contexts.

An example from higher education

Let's consider a sample lesson at the higher education level, in Applied Mathematics for students in economics, engineering, or teacher training fields.

Topic: Mathematical modeling – solving economic problems with functions

Objective: The student constructs a functional model for a given problem and interprets it.

Method: Project-based learning, collaborative discussions.

Lesson flow (Aligned with the ADDIE Model):

1. **Analysis:** The problem is presented: "How should a company optimize its advertising expenses to maximize revenue?"

2. **Design:** Groups analyze the problem and choose appropriate functions (quadratic, logarithmic, etc.).

3. **Development:** Each group builds a model using tools like GeoGebra or Excel.

4. **Implementation:** Presentations and interpretations of the models are shared. Students compare alternative models.

5. **Evaluation:** Includes self-assessment and peer review.

Conclusion

Mathematics lessons built on a constructivist approach increase students' motivation and learning skills. This approach places the learner at the center of the educational process, allowing them to construct knowledge themselves. Using constructivist methods in mathematics instruction plays a crucial role in developing 21st-century skills such as creative thinking, problem-solving, and collaboration.

References

- [1]. Piaget, J. (1970). *The Science of Education and the Psychology of the Child*. Viking Press.
- [2]. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- [3]. Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice*. Teachers College Press.
- [4]. Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. Falmer Press.
- [5]. Steffe, L. P. & Gale, J. (1995). *Constructivism in Education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [6]. Hiebert, J. & Carpenter, T. P. (1992). *Learning and Teaching with Understanding. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 65–97.
- [7]. Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan. (2021). *Mathematics Curriculum (for general education levels)*.
- [8]. Ahmadov, R. (2018). Application of constructivist teaching in mathematics lessons. *Azərbaycan Məktəbi*, No. 4, pp. 42–47

Xülasə

Riyaziyyatda konstruktivizm nəzəriyyəsinin izləri **Əliyeva K.H., Babayeva X.C.**

Açar sözlər: konstruktiv yanaşma, kognitiv inkişaf nəzəriyyəsi, sosial konstruktivizm, kontekstual öyrənmə, reflektiv düşünmə

Bu məqalədə riyaziyyat təlimində konstruktivizm nəzəriyyəsinin nəzəri əsasları və tətbiq istiqamətləri araşdırılır. Konstruktivizm əsasən bilik öyrənmə tərəfindən aktiv şəkildə qurulur və fərdin əvvəlki təcrübələri ilə əlaqələndirilir. Riyaziyyat fənnində bu yanaşma tələbənin passiv dinləyici yox, fəal iştirakçı olmasını, problemi dərk edib öz strategiyasını formalaşdırmasını və məntiqi düşünmə bacarığını inkişaf etdirməsini nəzərdə tutur. Məqalədə Piaget və Vygotsky kimi nəzəriyyəçilərin fikirləri əsasında konstruktiv yanaşmanın təlim prosesində rolu, müəllim və şagird münasibətlərinə təsiri, riyazi anlayışların formalaşmasında praktiki fəaliyyətin əhəmiyyəti və texnologiyanın dəstəyi ilə qurulan mühitlər təhlil olunmuşdur. Həmçinin konstruktiv təlimin tətbiqinə dair dərslər nümunələri təqdim olunmuşdur. Nəticədə konstruktiv yanaşmanın riyaziyyatın daha dərin qavranılması və funksional biliklərin formalaşması baxımından effektiv olduğu qənaətinə gəlinmişdir.

Резюме

Следы конструктивистской теории в математике

Алиева К.Г., Бабаева Х.Дж.

Ключевые слова: *конструктивистский подход, теория когнитивного развития, социальный конструктивизм, контекстное обучение, рефлексивное мышление*

В статье рассматриваются теоретические основы и направления применения теории конструктивизма в математическом образовании. Согласно конструктивизму, знания активно конструируются обучающимся и связаны с предыдущим опытом индивида. В математике этот подход требует от ученика быть активным участником, а не пассивным слушателем, понимать проблему, формулировать собственную стратегию и развивать навыки логического мышления. В статье анализируется роль конструктивистского подхода в процессе обучения, его влияние на взаимоотношения учителя и ученика, значение практической деятельности в формировании математических понятий, а также среды, созданные с поддержкой технологий, на основе идей таких теоретиков, как Пиаже и Выготский. Также были представлены примеры уроков по применению конструктивного обучения. В результате был сделан вывод, что конструктивистский подход эффективен с точки зрения более глубокого понимания математики и формирования функциональных знаний.

Electroreduction of cobalt from aqueous solutions

¹Hajiyeva Kamala Ismayil [ORCID](#)

²Alizada Yilmaz Elshan [ORCID](#)

³Alieva Aida Gazanfar [ORCID](#)

⁴Javadova Sevinj Piri [ORCID](#)

Institute of Catalysis and Inorganic chemistry named after acad M.F.Nagiyev of ANAS, Baku, Azerbaijan
 1-ass.prof., senior researcher, 2,3 - scientific worker
 Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan, 3-PhD.
yilmaz.alizade.2015@mail.ru

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Received 10.07.2024 Received in revised form 28.02.2025 Accepted 10.04.2025	This work is devoted to the study of the kinetics and mechanism of cobalt electrodeposition from aqueous solutions and the influence of various factors on the deposition process. The study of the kinetics and mechanism of cobalt electrodeposition was carried out in aqueous solutions of $\text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$. The range of electroreduction potentials of Co ions in aqueous solution was determined by recording cyclic and linear polarization curves. It was found that the values of the cathode and anode peak potentials are -0.2V. Electrochemical reduction process of cobalt occurs in 2 stages. The influence of the potential sweep rate and concentration of components in solution on the electrodeposition process was studied. According to experimental data, with an increase in the potential sweep rate and the concentration of components in the solution, the rate of the deposition process and the current spent on cathodic process increase. Both temperature and electrode material have a significant effect on the kinetics of Co electrodeposition. High-quality thin cobalt films on Pt electrode are obtained in the temperature range of 25-60°C. At temperatures above 60°C, the quality of the film obtained on Ni, Pt electrode deteriorates. The optimal conditions for electrodeposition of cobalt were determined: $0,1\text{CoCl}_2 + 100 \text{ млH}_2\text{O}$, $i=0,2-0,4 \text{ A/}\delta\text{m}^2$, $T=298-333 \text{ K}$, Катод - Ni, Pt. Анод – Pt.
Keywords: Co, thin coatings, electrochemical deposition, alloys, current density	

Introduction

Cobalt (Co)-based electrocatalysts have been widely applied as electrocatalysts for HER and OER in water splitting [1-3].

Electrolyzers as promising candidates for hydrogen production are of attractive interest, but the expensive noble-metal based catalysts are the main obstacle to their wide applications. Transition metal-based catalysts such as Co, Ni, Mn, and Fe have shown to be promising substitutes [4].

As one of the advanced cobalt-based materials, cobalt sulfides with novel architecture have attracted huge interest due to the low cost, easy availability, and promising bifunctional activity for both the oxygen evolution reaction (OER) and oxygen reduction reaction (ORR), which is essential for next-generation energy storage devices [5].

Especially, due to the low cost, earth-abundance and tunable properties, transition metal selenides with different compositions, sizes and structures have been explored broadly as efficient catalysts with the relatively high activities, high stabilities and high efficiencies in full pH range of electrolyte for electrochemical hydrogen evolution reaction [6].

The electrode material selected should have good corrosion resistance, high conductivity, high catalytic effect, and low price [7].

The more current passes through one unit of surface area, the more hydrogen is released; therefore, it is necessary to take into account the properties of the surface and the structure of the selected cathode material. CoSe has just such a structure. Thus, the number of surface-active sites on the surface of CoSe is large, and these active sites have catalytic properties. Co, as a monatomic element, is used as a catalyst in hydrogen evolution during water electrolysis, however, the catalytic properties of cobalt chalcogenide solutions are 15–20 times higher than that of monatomic Co.

Water electrolysis involving the hydrogen evolution reaction (HER) on the cathode and oxygen evolution reaction (OER) on the anode plays a significant role in eco-friendly energy conversion of water to hydrogen. The common catalysts for HER and OER are composed of precious metals as well as their alloys and compounds, but the high cost and natural scarcity are impeding wider application. In this respect, cobalt-based complexes have been investigated as homogeneous molecular catalysts for HER and OER in order to satisfy the low overpotential demand. Owing to the earth abundance and simple chemistry to form compounds with different valence states, cobalt-based compounds are promising alternatives [8].

The electrochemical deposition of cobalt and its alloys from various solutions is widely described in the literature [9-14]. Electrodeposition of thin films semiconductor using aqueous solution has attracted lots of attention due to its simplicity, low-cost growth conditions, scalability and manufacturability. Other advantages of electrodeposition technique using aqueous solution can be related to ease of compositional variation of thin films and production of high quality large-area semiconductor materials in a continuous manufacturing process [15]. Cobalt-based compounds, including cobalt metal, oxides, hydroxides, carbides, nitrides, phosphides, sulfides, selenides, tellurides, etc., have been studied as alternative catalysts for electrochemical water splitting due to their natural abundance, low cost, and simple chemistry [16-23].

This work is devoted to obtaining thin Co films from aqueous solutions and studying the influence of various factors on the electrodeposition process. The present work is an integral part of CoSe electrodeposition. To obtain thin CoSe films, the kinetics and mechanism of individual components (Co and Se) should be studied.

Experimental part

The working electrodes were platinum and nickel electrodes with the surface area of 0.07 cm². The three-electrode cell contained the electrode under study, an auxiliary platinum electrode with an area of 4 cm², and silver chloride reference electrode. To study the structure and composition the films were deposited on Pt and Ni substrates with a surface area of 2.0 cm². The working temperature for electrodeposition was 25-60°C, deposition time 60 min. The kinetics of the processes was controlled using measurements by the method of cyclic voltammetry on IVIUMSTAT. X-ray diffraction analysis of the obtained films was carried out on a DRON-5 using CuK α radiation. The films were obtained in the galvanostatic mode without electrolyte stirring. For analysis, the cathode deposit was dissolved on heating in concentrated nitric acid.

Results and discussion

Cyclic voltammetry is a popular and powerful electroanalytical technique employed to investigate redox processes of molecular species and elucidate the electron transfer mechanisms of catalytic reactions

The present work is an integral part of CoSe electrodeposition. To obtain cobalt selenide thin films, the kinetics and mechanism of individual components (Co and Se) should be studied.

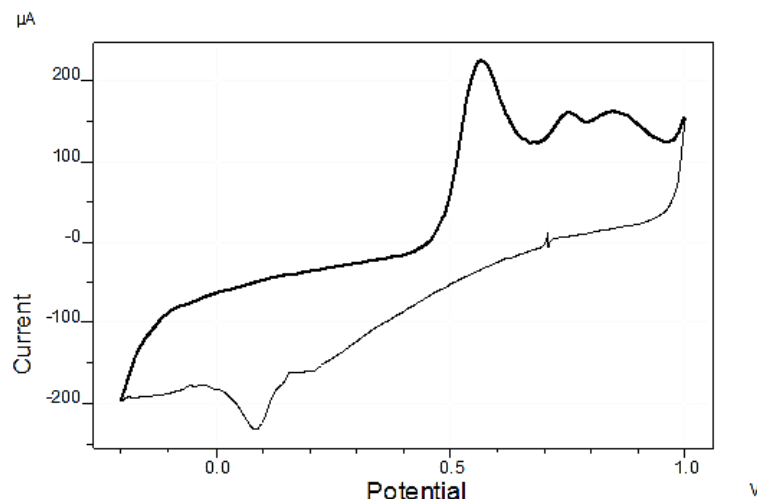


Fig.1. Cyclic polarization curve of electrodeposition of CoSe from an aqueous electrolyte on a Pt-electrode. Electrolyte composition 0.01 M H_2SeO_3 + 0.1 M $CoCl_2$, $T=25^{\circ}C$. $E_v = 0.02$ V/s.

Figure 1 shows a cyclic polarization curve obtained from an aqueous solution of cobalt chloride and selenous acid starting from a stationary potential of 0.7 V in the potential range of $(-0.2 \div 1.0$ V). Co-deposition of CoSe occurs at -0.1 V, anodic dissolution at 0.45 V. Further, a peak of selenium dissolution is observed. Anodic dissolution of selenium occurs in the potential range $(0.2 \div 0.3$ V).

The kinetics and mechanism of Co electrodeposition were studied in aqueous solutions of 0.1 M $CoCl_2$. By recording cyclic polarization curves, the range of Co electroreduction potentials was determined.

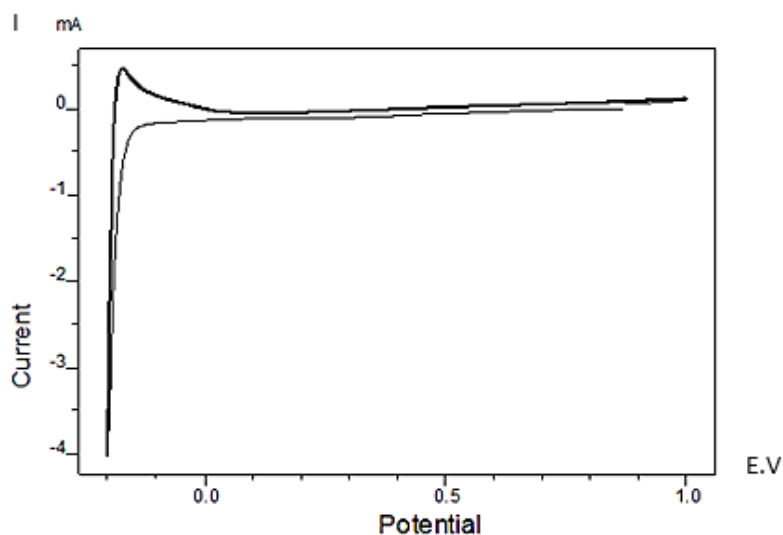
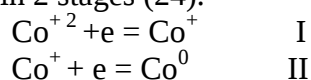


Fig. 2. The cyclic polarization curve of Co electrodeposition from aqueous electrolyte on the Pt electrode. Electrolyte composition: 0.1 M $CoCl_2$, $T = 298$ K, $E_v = 0.08$ V/s.

Figure 2 shows the cyclic polarization curve of cobalt recorded in a potentiodynamic mode on platinum electrode in the potential range of $(-0.2 \div 0.8$ V) at $E_v=0.08$ V/s, $I=10$ mA. Electrodeposition of Co from 0.1 M $CoCl_2$ begins at -0.05 V, and at -0.2 V potential the surface of the Pt electrode is completely covered with cobalt. The process of electrochemical reduction of Co occurs in 2 stages (24).



The processes of anodic dissolution and cathodic deposition occur at the same potential and are -0.2 V. After studying the kinetics and mechanism of the cobalt electroreduction process, the influence of some factors on this process was studied.

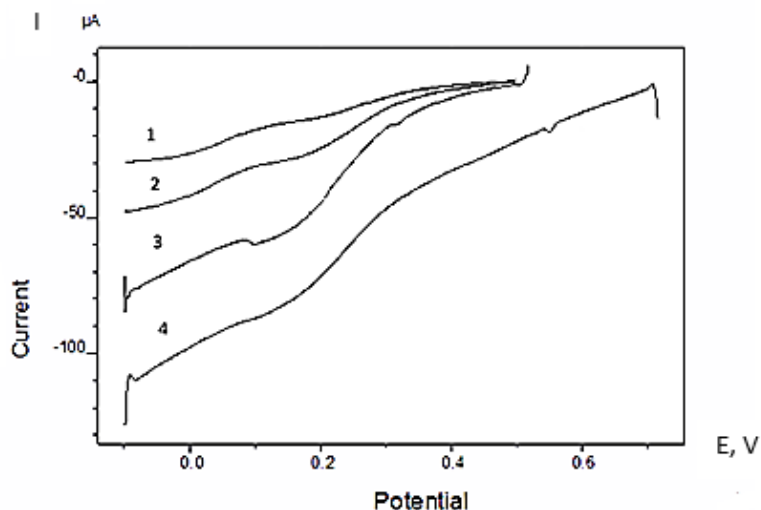


Fig.3. The influence of the potential sweep rate on the electrodeposition of Co on Pt electrode.(1-0.005, 2-0.02 , 3-0.04, 4-0.08V/s). Electrolyte composition: 0.1 M CoCl_2 , $T = 298 \text{ K}$,

The influence of the potential sweep rate on the process of electrochemical deposition of Co from aqueous solution of 0.1 M CoCl_2 is shown in fig 3. Linear potentiodynamic polarization curves were recorded at various potential sweep rates ($E_v = 0.005, 0.02, 0.04, 0.08 \text{ V/s}$). As can be seen, with an increase in the potential sweep rate, the rate of the Jdif increases. The electrodeposition potential region shifts to the positive side.

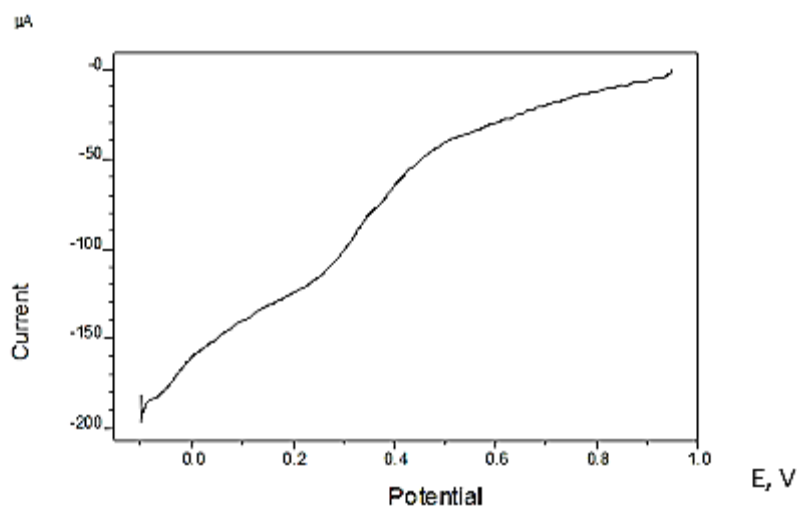


Fig 4. Linear potentiodynamic polarization curve of Co on Pt-electrode. Electrolyte composition: 0.1 M CoCl_2 , $T = 298 \text{ K}$, $E_v = 0.02 \text{ V/s}$.

Fig 4 shows a linear potentiodynamic polarization curve of Co on Pt electrode in a solution of 0.1 M CoCl_2 . The polarization curve was recorded in the potential range of $(-0.1 \div 1.0 \text{ V})$. The linear and cyclic cathode polarization curves of cobalt are the same.

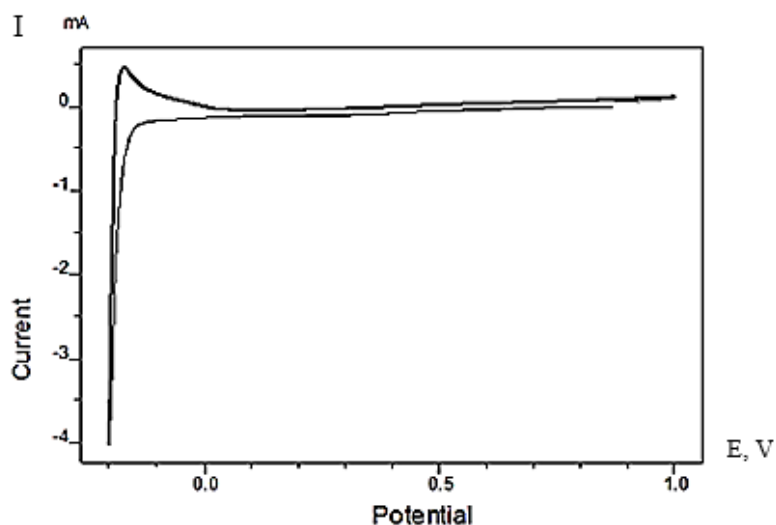


Fig 5. Cyclic polarization curve of electrochemical deposition of Co from aqueous electrolyte on Pt-electrode. Electrolyte composition: 0.1 M CoCl_2 , $T = 298 \text{ K}$, $E_v = 0.02 \text{ V/s}$.

Cyclic polarization curve presented in fig 5 shows the deposition of Co at a potential sweep rate $E_v = 0.02 \text{ V/s}$. As can be seen from the cyclic curve, at a lower potential sweep rate, smaller peaks of anodic dissolution of Co are observed.

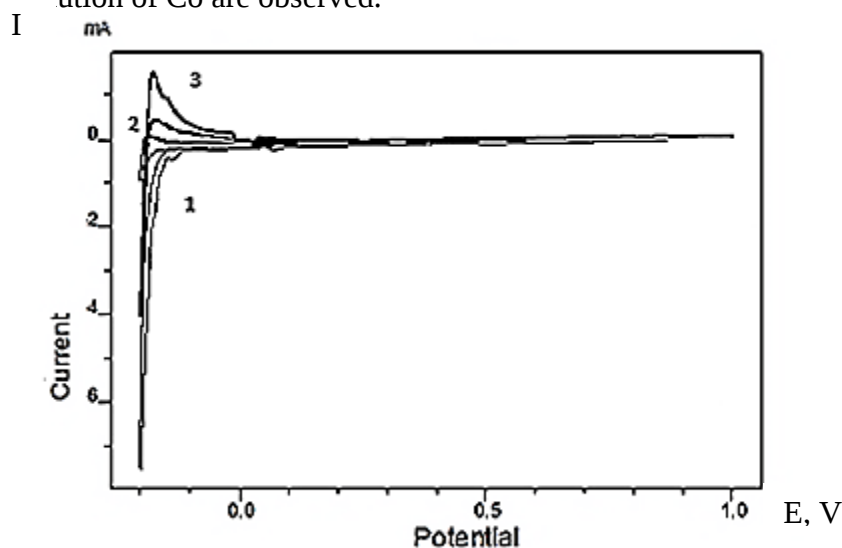


Fig.6. The effect of concentration on the process of electrochemical deposition of Co from aqueous electrolyte on Pt electrode. Electrolyte composition (M):
1 - 0.02, 2 - 0.05, 3 - 0.1, CoCl_2 $T = 298 \text{ K}$, $E_v = 0.02 \text{ V/s}$.

The effect of concentration on the electrochemical deposition of Co on Pt electrode was studied. As can be seen from the cyclic polarization curves (Fig. 6.), with an increase in the concentration of Co in the solution, the current spent on the of electroreduction process and the content of Co in the cathode deposit increase. This also shows up in the resulting peaks. The higher the concentration, the more clearly peaks are visible. Depending on the concentration, the Co deposition process is accompanied by electrochemical kinetics.

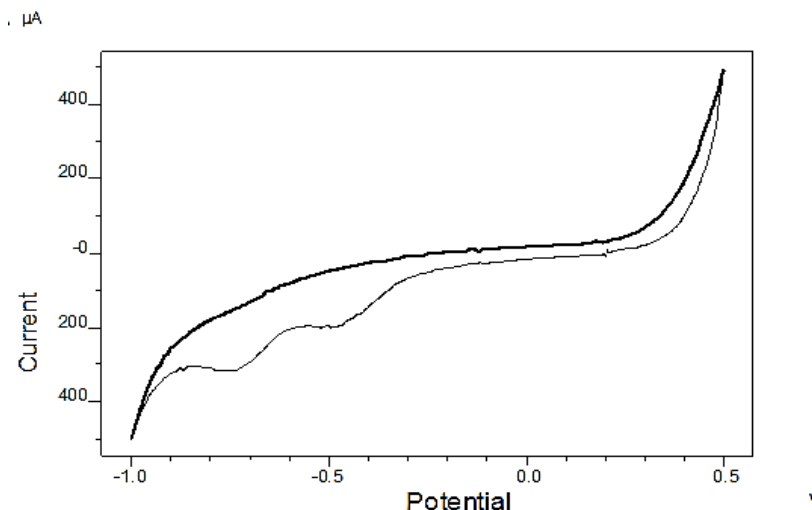


Fig.7. Cyclic polarization curve of Se on a nickel electrode. Electrolyte composition: 0.01 M CoCl₂, $E=0.02$ V/s $T=25^{\circ}\text{C}$.

A cyclic polarization curve of cobalt was taken from an aqueous solution on a nickel electrode (Fig.7) starting from a stationary potential of 0.2 V in the range (-1.0÷0.5 V). Electroreduction of cobalt on a nickel electrode is observed in the potential range -0.2 ÷ -0.4 V. Thus, depending on the nature of the electrode, the process of electroreduction of cobalt occurs at cathodic potentials.

In the experiments conducted on nickel electrode in the galvanostatic mode, Co deposition (black deposit) is observed at a current density value $i=0.2\text{--}0.4$ mA/dm².

Both temperature and electrode material have a significant effect on the kinetics of Co electrodeposition. High-quality thin films on Pt electrode are obtained at 25–60°C. At temperatures above 60°C, the quality of the films deteriorates.

Conclusion

The influence of the potential sweep rate on the cathode process was studied. It can be seen that an increase in the potential sweep rate accelerates the process of Co deposition to varying degrees. The effect of concentration on the electrodeposition process was studied. As can be seen from the cyclic polarization curves, with an increase in the concentration of Co in the solution, the current spent on the electroreduction process and the amount of Co in the cathode deposit increase. The process of Co deposition, depending on the concentration, is accompanied by electrochemical kinetics. By recording cyclic polarization curves, it was found that the processes of electrodeposition of Co in an aqueous solution of CoCl₂ and anodic dissolution occur at the same potential (-0.2 V). Thus, based on experimental data, the following electrolyte composition (mol/l) is recommended to obtain thin cobalt coatings: - Ni, Pt. Anod-Pt.

References

- [1]. Wenxiu Zhang Liang Cui Jingquan Liu'. Recent advances in cobalt-based electrocatalysts for hydrogen and oxygen evolution reactions//Journal of Alloys and Compounds.2020 Volume 821, 25 April , p.143-149.
- [2]. Shiva Kumar Arumugasamy, Saravanan Govindaraju. Electrocatalytic studies of siloxene sheets encrusted with cobalt chalcogenides (S, Se) for water splitting. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 47, Issue 95, 8 December 2022, p. 40368-40378
- [3]. Qing-Song Jiang, Wenbo Li, Jing Wu, Electrodeposited cobalt and nickel selenides as high-performance electrocatalytic materials for dye-sensitized solar cells. Journal of Materials Science: Materials in Electronics volume 30, p. 9429–9437 (2019)

- [4]. E. Loni, A. Shokuhfar & M. H. Siadati . Cobalt-Based Electrocatalysts for Water Splitting: An Overview. *Catalysis Surveys from Asia* . 2021.11 march. volume 25, p.114–147
- [5]. Bin Liu, Shengxiang Qu, Yue Kou, Zhi Liu, Xu Chen, Yating Wu, Xiaopeng Han, Yida Deng, Wenbin Hu, and Cheng Zhong. In Situ Electrodeposition of Cobalt Sulfide Nanosheet Arrays on Carbon Cloth as a Highly Efficient Bifunctional Electrocatalyst for Oxygen Evolution and Reduction Reactions. *ACS Applied Materials & Interfaces* 2018 *10* (36), 30433-30440
- [6]. Transition metal selenides for electrocatalytic hydrogen evolution reaction Wenshuai Feng, Wenbin Pang, Yan Xu, Aimin Guo, Xiaohui Gao, Xiaoqing Qiu, and Wei Chen *ChemElectroChem* This article is protected by copyright. All rights reserved. 10.1002/celec.201901623
- [7]. Diogo M. F. Santos César A. C. Sequeira José L. Figueiredo. Hydrogen production by alkaline water electrolysis.
- [8]. Xiang Peng, Xun Jin, Biao Gao, Zhitian Liu, Paul K.Chu. Strategies to improve cobalt-based electrocatalysts for electrochemical water splitting. *Journal of Catalysis* Volume 398, June 2021, p. 54-66
- [9]. Frank A.C., P.T.A. Sumodjo. Electrodeposition of cobalt from citrate containing baths. *Electrochimica Acta*.2014.V.132.p.75-82.
- [10]. Panzeri G., Pedrazzetti I., Rinaldi C., nobill I., Magagnin L., Electrodeposition of nanostructured cobalt films from choline chloride-ethylene glycol deep eutectic solvent. *J. Electrochemical Society*. 2018. V.165. p 580-583..
- [11]. Cui C.Q., Jiang S., P., Tseung A.C., C., Electrodeposition of cobalt from aqueous chloride solutions. *J. Electrochemical Society. Electrochem*.1990.V .137. No 11.p. 3418.
- [12]. Abd El Halim A., Fawzy M.H., Ibrahim M.A.M. Influence of bath compositions and some operating conditions on the electroplating of cobalt from aqueous sulphate baths. *Transactions of the IMF. Trans*. 1993. V. 71. No 2.P. 48
- [13]. Abd El Rehim S.S., Abd El Wahaab S.M., Ibrahim M., A., M., Dankeria M., A., Electroplating of cobalt from aqueous citrate baths. *J. Chemical Technology and biotechnology*. 1998.V.73.No 4.P.369.
- [14]. Li. M., Wang Z., Reddy R.G. Cobalt electrodeposition using urea and choline chloride. *Electrochimica Acta*.2014. V. 23. p. 325-331.
- [15]. Shiva Kumar Arumugasamy, Saravanan Govindaraju, Kyusik Yun. Electrocatalytic studies of siloxene sheets encrusted with cobalt chalcogenides (S, Se) for water splitting. *International Journal of Hydrogen Energy*. 12 May 2022
- [16]. Salim, H.I., Olusola, O.I., Ojo, A.A.(2016). Electrodeposition and characterisation of CdS thin films using thiourea precursor for application in solar cells. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 27 (7), 6786-6799.
- [17]. Nithya, V.D. Recent advances in CoSe₂ electrocatalysts for hydrogen evolution reaction. *International Journal of Hydrogen Energy*. Volume 46, Issue 73, 22 October 2021, p.36080-36102
- [18]. Apurv Saxena, Harish Singh & Manashi Nath. Cobalt telluride electrocatalyst for selective electroreduction of CO₂ to value-added chemicals. *Materials for Renewable and Sustainable Energy* volume 11, p.115–129 (2022)
- [19]. Gao L, Hensen EJM, Hofmann JP Evaluating the Stability of Co₂P Electrocatalysts in the Hydrogen Evolution Reaction for Both Acidic and Alkaline Electrolytes. *ACS Energy Letters*, 16 May 2018, 3(6):1360-1365
- [20]. Yanping Tian, Zhonghui Zhang and Yuqing Miao. Co-Te-Se Nano-Compounds as Electrocatalysts for Hydrogen Evolution Reaction. 13 May 2016 *Journal of The Electrochemical Society*, Volume 163, Number 8.

- [21]. Kwiyoung Kim, Darien Raymond, Riccardo Candeago & Xiao Su. Selective cobalt and nickel electrodeposition for lithium-ion battery recycling through integrated electrolyte and interface control Nature Communications volume 12, Article number: 6554 (2021)
- [22]. Bairav S. Vishnugopi, Feng Hao. Co-Electrodeposition Mechanism in Rechargeable Metal Batteries. J. American Chemical Society. 2021, 6, 6, 2190–2197 Publication Date: May 17, 2021
- [23]. Henrikas Cesiulis, Xiaogang Xie, Elizabeth Podlaha-Murphy. Electrodeposition of Co-W Alloys with P and Ni. Vol. 15, No. 2. 2009
- [24]. Wang Bo, Liu Fang-Yang, LI Ji e, LAI Yan-Qing, Zhang Zhi-An, Liu Ye-Xiang. Preparation and Characterization of Co-Se Thin Films by Electrodeposition. Journal of Inorganic Materials » 2011, Vol. 26 » Issue (4): 403-410.

Xülasə

Elektrokimyəvi yolla kobalt nazik təbəqələrinin sulu məhlullardan alınması

Hacıyeva K.İ., Əlizadə Y.E., Əliyeva A.Q., Cavadova S.P.

Açar sözlər: Co, nazik təbəqə, elektrokimyəvi çökmə, ərintilər, cərəyan sıxlığı.

Hazırkı iş kobaltın sulu məhlullardan elektrokimyəvi çökməsinə və prosesə müxtəlif faktorların təsirinin öyrənilməsinə həsr olunub. Kobaltın elektrokimyəvi çökməsinin kinetika və mexanizminin öyrənilməsi $\text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ sulu məhlullarında aparılmışdır. Co ionlarının sulu məhlulda elektroreduksiya potensialının diapazonu tsiklik və xətti polyarizasiya əyriləri çəkilməklə müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, anod və katod piklərinin potensialları üst-üstə düşür və (-0,2V) təşkil edir. Potensialın dəyişmə sürətinin və məhlulda komponentlərin qatılığının elektrokimyəvi çökmə prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Təcrübi nəticələrə əsasən potensialın dəyişmə sürəti və məhlulda komponentlərin qatılığı artıqda, çökmə prosesinin sürəti və prosesə sərf edilən cərəyan artır. Həm temperatur həm elektrod materialı kobaltın elektrokimyəvi çökmə kinetikasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. 25-60 °C temperatur diapazonunda Pt elektrodu üzərində yüksək keyfiyyətli nazik kobalt təbəqələri alınır. Temperatur 60 °C-dən yuxarı olduqda isə Ni və Pt elektodu üzərində alınan təbəqələrin keyfiyyəti pisləşir. Kobaltın elektrokimyəvi çökməsi üçün optimal şərait müəyyən edilmişdir: $0,1\text{CoCl}_2 + 100\text{ mlH}_2\text{O}$, $i=0,2-0,4\text{ A/dm}^2$, $T=298-333\text{ K}$, Katod - Ni, Pt. Anod – Pt.

Резюме

Электроосаждение тонких покрытий кобальта из водных растворов

Гаджиева К.И., Ализаде Й.Э., Алиева А.Г., Джавадова С.П.

Ключевые слова: Co, тонкие покрытия, электрохимическое осаждение, сплавы, плотность тока.

Данная работа посвящена изучению кинетики и механизма электроосаждения кобальта из водных растворов и изучению влияния различных факторов на процесс осаждения. Исследование кинетики и механизма электроосаждения кобальта проводилось в водных растворах $\text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Снятием циклической и линейной поляризационных кривых был определен интервал потенциалов электровосстановления ионов Co в водном растворе. Выяснилось, что потенциалы анодного и катодного пика совпадают и составляют (-0,2В). Изучено влияние скорости развертки потенциала и концентрации компонентов в растворе на процесс электроосаждения. Согласно экспериментальным данным, с увеличением скорости развертки потенциала и концентрации компонентов в растворе скорость процесса осаждения и ток, расходуемый на катодный процесс увеличиваются. Как температура, так и материал электрода оказывают значительное влияние на кинетику электроосаждения Co. Качественные тонкие пленки на Pt-электроде получаются при 25-60°C. При температуре выше 60°C качество пленки полученной на Ni, Pt электроде, ухудшается. Определены оптимальные условия электроосаждения кобальта: $0,1\text{CoCl}_2 + 100\text{ млH}_2\text{O}$, $i=0,2-0,4\text{ A/dm}^2$, $T=298-333\text{ K}$, Катод - Ni, Pt. Анод – Pt.

Ağır metalların çirkab sularından modifikasiya olunmuş sorbentlə təmizlənməsi¹Əhmədov Vəliyəddin Nüsrət oğlu [ORCID](#)²Məmmədova Aynur Alim qızı [ORCID](#)³Şahgəldiyev Fizuli Xanəli oğlu [ORCID](#)⁴Mürşüdlü Nərmin Afiq qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1,2-dosent, 3-baş müəllim, 4-k.f.d., müəllim
aynur.mammadova@sdu.edu.az

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 04.04.2025 Düzəliş tarixi: 18.05.2025 Qəbul olunma tarixi: 20.05.2025 Açar sözlər: təbii seolit, modifikasiya olunmuş, xitozan, ağır metallar, çirkab sular, adsorbsiya, amin (-NH₂) qrupu, hidroksil (OH-) qrupu, seolit-xitozan hibrid sistemi, ekoloji problem	<i>Təqdim olunan tədqiqat işi, 85-90°C temperaturda xitinin təbii seolitlə (klinoptilolit) modifikasiyası əsasında ağır metalların çirkab sularından təmizlənməsi üçün yüksək effektiv sorbentin alınmasına həsr olunmuşdur. Hissəciklərin orta ölçüsü 0,01 mm olan klinoptilolit hissəcikləri, sirkə turşusu mühitində termiki emal prosesi nəticəsində xitinin səthində təbəqə şəklində bərabər paylanmışdır. Modifikasiya olunmuş xitosandakı amin (-NH₂) və hidroksil (OH-) qrupları metal ionları üçün möhkəm rabitələri təmin edən funksional qrupların daxil edilməsiylə sorbsiya qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. 85-90°C-də termiki emal klinoptilolit səthində xitozan qatının sabitliyini və bircinsliliyini təmin edir. Modifikasiya olunmuş material, Pb²⁺ və Hg²⁺ kimi ağır metalların təbii klinoptilolit və xitindən alınan saf xitosanla müqayisədə adsorbsiya qabiliyyətini artırır. Alınmış seolit-xitozan hibrid sisteminə yüksək dərəcədəki adsorbsiya prosesi onun çirkab suların təmizlənməsində, eləcə də ətraf mühitin bərpasında istifadəsinin perspektivlərini göstərir.</i>

Giriş. Məlumdur ki, elektrokimyəvi, neft-kimyə və mədənçıxarma sənayesindəki proseslər nəticəsində yaranan tullantı sularının ağır metallarla çirklənməsi böyük ekoloji problemlər yaradır. Kadmium (Cd), qurğuşun (Pb), mis (Cu), cıva Hg və nikel (Ni) kimi metallar ekosistemlərdə uzun müddət qaldıqlarına, bioloji cəhətdən parçalanmadıqlarına və təbiətlərinə görə xüsusilə zərərli, uzunmüddətli ekoloji ziyan və insan sağlamlığına təhlükə yaradır.

Su hövzələrinin ağır metallarla və digər tullantılarla çirklənmə halları əsasən sənaye, kənd təsərrüfatı və şəhər təsərrüfatlarının fəaliyyətləri nəticəsində baş verir və bu səbəbdən də böyük ekoloji problemlər yaradır. Mis (Cu²⁺), qurğuşun (Pb²⁺) və kadmium (Cd²⁺) kimi metallar aşağı qatılıqlarda belə yüksək toksiki xassəyə malikdir, insan sağlamlığı, flora və fauna, su ekosistemləri üçün ciddi təhlükələrə səbəb olur. Bu metalların tullantı sularından səmərəli şəkildə çıxarılması suyun keyfiyyətinin və əhalinin sağlamlığının qorunması üçün mühüm amillərdən biridir. Ağır metal ionlarının ənənəvi kimyəvi çöküntü, ion mübadiləsi və aktivləşdirilmiş karbon adsorbsiyası üsulları ilə kənarlaşdırılması prosesləri, xüsusilə də metalın böyük miqdarda və ya aşağı qatılıqlara malik olduğu sistemlərdə proseslərin həyata keçirilməsi iqtisadi baxımdan baha başa gəlir və ekoloji cəhətdən yaşıl kimyanın tələblərini ödəmir, az səmərəli olur əlverişli sayılmır [1].

Ağır metalların tullantı sularından təmizlənməsi səmərəli təmizləmə üsullarının inkişaf etdirilməsini tələb edir. Məlumdur ki, mövcud təbii adsorbentlərin modifikasiyası və təmizləmə proseslərinin optimallaşdırılması üzrə davam etdirilən tədqiqatlar suyun çirklənməsi ilə bağlı global ekoloji problemlərin həllində, insan sağlamlığının və ətraf mühitin qorunmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Metal ionlarının çirkab sularından təmizlənməsi üçün müxtəlif ənənəvi üsullar arasında adsorbsiya üsulu effektiv və geniş istifadə olunan üsullardan hesab olunur. Təbii seolitlər, xüsusilə klinoptilolitlər yüksək səth sahəsinə, ion mübadilə qabiliyyətinə və iqtisadi cəhətdən əlverişli olmalarına görə daha böyüküstünlük təşkil edir. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, seolitlər çirklənmiş sulardan ağır metal ionlarını səmərəli adsorbsiya edir ki, bu da onların sənaye çirkab sularının təmizlənməsində geniş istifadə olunmasına zəmanət verir.

Qeyd edək ki, metal ionlarının çirkab sularından təmizlənməsində təbiiseolitlərin effektiv adsorbentlər kimi tətbiq olunmalarına baxmayaraq, adsorbsiya prosesinə məhlulun pH-ı, temperatur və məhlulda digər ionların olması kimi amillər təsir edir. Məhz buna görə, təbii seolitlərin modifikasiya edilməsi ilə onların adsorbsiya imkanlarının artırılması, onların səth sahələrinin funksionallaşdırılması vacib məsələlərdəndir [2].

Adsorbsiya qabiliyyətinin artırılması ilə yanaşı, adsorbentlərin bərpası və təkrar istifadə olunması imkanlarını nəzərə almaq da mühüm şərtlərdəndir. Belə ki, çirkləndiricilərin uzunmüddətli yığılması onların effektivliyinin azalmasına səbəb ola bilər. Adsorbentlərin təkrar istifadəsinə imkan verən belə bərpa üsulları, tullantıların miqdarının minimuma endirilməsinə və emal xərclərinin azalmasına imkan verir. Bundan başqa, faktiki olaraq ətraf mühitin qorunması, mövcud şəraitin daha da yaxşılaşdırılması üçün ağır metalların təmizlənmə üsullarının praktiki tətbiq sahələrinin genişləndirilməsini təmin etmək üçün yeni müasir üsulların axtarılması və tədqiqat işlərinin bu istiqamətdə reallığa çevrilməsi müasir dövrün mühüm problemlərindən sayılır.

Xitin – xərçəngkimilərin ekzoskletlərinə, həşəratlar və göbələklərin toxuma divarlarına möhkəmlik verən təbiətdə daha geniş yayılmış aminpolisaxarid polimerlərindəndir. Bu polimerlər N-asetilqlukozaminin (xitin) və yaxud qlukozaminin (xitozan) uzun zəncirlərindən təşkil olunmuşlar. Hal hazırda xitin və xitozan yeyinti, kosmetika, biotibbi və əczaçılıq sənayesində geniş tətbiq sahələrinə malikdir. Qeyd edək ki, xitin çoxlu sayda təbii mənbələri mövcuddur. Xitini xərçəngkimilərin-omarlara, krablar və krevetkalar, eləcə də balıq pulcuqlarından və müxtəlif növ orqanizmlərin (həşərat və göbələklərdən) qabıqlarından almaq mümkündür.

Qeyd etdimiz kimi, son dövrlərdə modifikasiya olunmuş materialların adsorbsiya proseslərində istifadə edilməsi geniş vüsət almışdır. Çirkab sularının neft və neft məhsullarından təmizlənməsində, tullantı sularından ağır metal ionlarının çıxarılmasında, xüsusən təbii seolitlərin adsorbsiya qabiliyyətlərinin artırılması məqsədilə xitozanla modifikasiyası tədqiqatçı alimlərin diqqət mərkəzindədir [3].

Klinoptilolit kimi təbii seolitlər yüksək səth sahəsinə, ion mübadilə qabiliyyətinə, adsorbsiya xassələrinə və ekoloji cəhətdən təmizliyinə görə çirkab sularının ağır metallardan təmizlənməsi üçün potensial adsorbentlər kimi elmi və praktiki cəhətdən maraq doğurur.

Təbiətdə, xüsusən də respublikamızda olan zəngin seolit yataqları ətraf mühitin təmizlənməsi üçün gözəl imkanlar açır, sərfəli və perspektivli həll yolları təqdim edir. Ay-dağ yataqlarından götürülmüş klinoptilolit tufu orta hesabla 80-85% klinoptilolitdən (kimyəvi formulu $(\text{Na,K})_6 (\text{Al}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{30}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -dur) ibarət olub faizlə tərkibi aşağıdakı kimidir: SiO_2 -65,9; Al_2O_3 -12,2; Fe_2O_3 -1,01; CaO -4,05; MgO -0,57; Na_2O -2,55; K_2O -1,18; H_2O^+ -6,20; H_2O^- -5,25 [4].

Bütün bunlara baxmayaraq, onların adsorbsiya qabiliyyəti müəyyən metallar üçün məhdudlaşdırıla və onların seçicilik qabiliyyəti müxtəlif modifikasiya üsulları vasitəsilə yaxşılaşdırıla bilər. Qeyd edək ki, çirkab sularından çirkləndirici komponentlərin, xüsusən ağır metal ionlarının təmizlənməsi və uyğun adsorbentlərin seçilməsi adsorbentlər üzərində metal ionlarının adsorbsiya mexanizmini dəindən öyrənmək, başa düşmək və təhlil etməkdən ibarətdir.

Məhz bu səbəbdən, təbii seolitlərin modifikasiyası, onların istismar müddətinin, səth sahələrinin, seçicilik qabiliyyətinin, adsorbsiya xassələrinin artırılması bu gün də aktual olaraq qalmaqdadır.

Təklif olunan işin məqsədi cəvə Hg^{2+} , qurğuşun (Pb^{2+}) kimi ağır metalların çirkab sularından təmizlənməsi üçün təbii seolit olan klinoptiloliti xitindən alınmış xitozanla modifikasiya etməklə yüksək adsorbsiya qabiliyyətinə, seçiciliyə malik, ekoloji təmiz sorbentin alınmasından ibarətdir.

Qeyd edilməlidir ki, qurğuşun (Pb), xrom (Cr), kadmium (Cd), sink (Zn) və nikel (Ni) ilə çirklənmiş sulardan onların tamamilə təmizlənməsi və ya minimuma qədər azaldılması üçün geniş şəkildə tədqiq edilmiş və daha effektiv üsullar inkişaf etdirilmişdir. Modifikasiya olunmuş təbii adsorbentlərin istifadə olunması ilə əldə edilən nəticələr adsorbsiya imkanlarını, o cümlədən toksikoloji aspektləri ön plana çəkməklə ətraflı müzakirə edilməsini tələb edir. Seolitlərə gəldikdə isə, məsaməsinin diametrləri vahidə bərabər olan sintetik materialların alınması son zamanlar diqqət cəlb edir. Aparılan təhlillərə əsasən, təbii klinoptilolitə müxtəlif agentlərlə modifikasiya olunması daha az xərc tələb edir, iqtisadi baxımdan əlverişlidir, adsorbsiya qabiliyyəti yüksəkdir, məsaməlilik, səth sahəsinin böyük və səthdə ion ötürmə xassəsinin güclü olması və s. kimi parametrlər onun suyun təmizlənməsi üçün ən səmərəli alternativ sorbentə çevirir. Seolitlərin modifikasiyası səthin kimyasını və məsamə strukturunu əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirə bilər, bununla da ammonium, fosfor və ağır metallar kimi ümumi çirkləndiricilərin çıxarılmasında effektivliyini artırır. Digər tərəfdən, ağır metallar üçün seolitə məsaməliliyinə və adsorbsiya qabiliyyətinə əsaslanaraq, daha geniş miqyaslı tətbiqlərdə, o cümlədən sənaye obyektlərindən çirkab sularının təmizlənməsində geniş istifadə edilməsi və bununla da suyun təmizlənməsində böyük rol oynayacağı güman olunur. Klinoptilolitə maddən tullantı sularından Al^{3+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} və Zn^{2+} kimi metal kationlarının kənarlaşdırılmasında böyük təsiri olduğu təcrübə yollarla müəyyən edilmişdir. Klinoptilolitə ağır metal ionları üçün aşağıdakı ardıcılıqla: $Pb^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} > Cr^{3+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Hg^{2+}$ yüksək seçicilik nümayiş etdirdiyi müşahidə edilir [5].

Klinoptilolitə müxtəlif temperaturalarda (25, 45 və 60°C), pH=1-4 qiymətlərində və 0,100, 200 və 400 rpm qarışdırma sürətlərində sulu məhlullardan Cu^{2+} kationunu adsorbsiya etmək qabiliyyəti öyrənilmiş və mis ionlarının təmizlənmə effektivliyinin optimal şəraiti pH=4 qiymətlərində alınmışdır.

Təcrübələrin yerinə yetirilməsi zamanı qarışdırma sürətinin xərictmə sürətinə təsir etdiyi müşahidə olunmuş, ən yüksək xərictmə səmərəliliyi 25°C temperaturda və 400 rpm qarışdırma sürətində 37,3% təşkil etmişdir.

Məlumdur ki, adsorbsiya prosesinin gedişini və nəticəsini təyin edən ən mühüm amillərdən biri adsorbsiya sürətidir. Adsorbsiya mexanizmini daha yaxşı başa düşmək üçün adsorbsiyanın kinetik asılılıqlarını almaq və təhlil etmək lazımdır. Adsorbsiya sürəti və bir komponentin digərinə nisbətən aktivliyinin müqayisə olunması adsorbsiyanın sürət sabitlərinin hesablanması yolu ilə əldə olunur. Son zamanlar əldə olunan nəticələr və müvafiq nailiyyətlər seolitlərin adsorbsiya qabiliyyətini artırmaq üçün onların modifikasiya olunaraq istifadə olunmasına yönəldilmişdir. Belə modifikasiya üsullarında səthin funksionallaşdırılması və polimer materiallardan istifadə edilməsi önəmli yerlərdən birini tutur. Modifikasiya edilmiş seolitlərin adsorbsiya qabiliyyətlərinin artması bu növ seolitlərin təbii klinoptilolitlə müqayisədə Pb^{2+} və Cd^{2+} ionlarının təmizlənməsi üçün daha səmərəlidir. Bu tədqiqatların nəticələri göstərir ki, modifikasiya olunmuş seolitlərin metal ionlarını çirkab sularından təmizləməsi 50%-dən çox yaxşılaşır və geniş miqyasda tətbiq olunması üçün məqsədyönlü perspektivlər ortaya qoyur.

Müxtəlif adsorbentlər arasında klinoptilolit kimi təbii seolitlər böyük səth sahəsinə, ion mübadiləsi xüsusiyyətlərinə və ucuz qiymətə malik olduqlarına görə böyük maraq kəsb edir. Bu seolitlərin tullantı sularından Cu^{+2} və Cd^{+2} kimi zərərli metal ionlarının effektiv təmizlənməsi tədqiqatlarla sübut edilmişdir [6].

Təcrübə hissə

Materiallar və təcrübənin yerinə yetirilmə metodikası: Tədqiqat işlərində dəniz məhsullarından alınmış xərçəng qabıqlarından, yəni xitindən istifadə edilmişdir. Bu qabıqlar zəngin xitin tərkibinə və xitozanı təşkil edən biopolimerə görə fərqlənir. Təzə xərçəng və ya krevetka qabıqları kran suyu ilə yaxşıca yuyulur və sonra hər hansı səth çirkləndiricilərini kənarlaşdırmaq

üçün distillə edilmiş su ilə yenidən yuyulur. Təmizləndikdən sonra 65-75°C-də dondurulur, bu əməliyyat sonrakı emaldan əvvəl qabıqların öz strukturlarını saxlaması üçün yerinə yetirilir.

Qabıqlardan alınan xitozan $C_{56}H_{103}N_9O_{39}$ molekulyar formuluna və 75% deasetilləşmə dərəcəsinə malikdir. Bu yüksək molekul kütləli biopolimerdir, bioloji parçalanma qabiliyyəti, toksiki olmaması və metal ionlarını adsorbsiya etmək qabiliyyəti ilə fərqlənir.

Təqdim olunan işdə xitindən alınan xitozan əlavə modifikasiya üçün əsas material kimi istifadə olunur və xitozanın modifikasiyası üçün təbii seolit mineralı klinoptilolitdən istifadə olunur. Klinoptilolit müstəsna ion mübadiləsi qabiliyyətinə malikdir və bu da onun sulu məhlullardan ağır metalların çıxarılması üçün perspektivli material kimi istifadə olunmasına şərait yaradır.

Təqdim olunan tədqiqat işində çirkab sularından Hg^{2+} və Pb^{2+} ionlarının kənarlaşdırılması prosesinin adsorbsiya xüsusiyyətlərinin artırılması məqsədilə, xitozanın modifikasiyası təbii klinoptilolitlə həyata keçirilmişdir.

Ekstraksiya və modifikasiya proseslərinin yerinə yetirilməsində aşağıdakı maddələrdən :

-Mineralsızlaşdırma üçün hidrogen xlorid turşusunun (HCl):5% məhlulu; mineralsızlaşdırma və zülalsızlaşdırma mərhələlərində zərərsizləşdirmə üçün natrium hidroksid (NaOH) məhlulu; alınan xitozanın ağardılması üçün hidrogen peroksidin (H_2O_2)5% məhlulu; xitozanın modifikasiya prosesində calaq rabitənin yaradılması üçün qlutar aldehidinin (GA)2% məhlulundan istifadə olunur.

Təcrübələrin aparılmasında təkrarlanma və ardıcılığı təmin etmək üçün bütün kimyəvi maddələr və materiallar etibarlı tədarükçülərdən alınmışdır.

Xərçəng qabıqlarının səthinin çirkləndiricilərdən təmizlənməsi məqsədilə əvvəlcə kran suyundan, sonra isə distillə suyundan istifadə edilərək yuyulur. Təmizləndikdən sonra qabıqlar 65-75°C-də dondurulur, dondurulmuş qabıqlardan suyun çıxarılması üçün vakuum altında liofilləşmə üsulundan istifadə edilir və sonrakı emal üçün strukturlarının stabilliyi qorunur. Liofilləşmədən sonra qabıqlar 1 mm kiçik hissəciklər, yəni incə toz halına salınır.

Xitozanın çıxarılması prosesi üç əsas mərhələni özündə birləşdirir:

-Üyüdülmüş xərçəng və ya krevetka qabıqlarından mineral tərkibləri çıxarmaq üçün 24 saat ərzində 1:6 (ağırlıq/həcm) nisbətində 5%-li xlorid turşusu (HCl) məhlulu ilə işlənir, sonra natrium hidroksid (NaOH) əlavə olunaraq pH=7-yə qədər neytrallaşdırılır və qarışıq süzülür. Alınan bərk halda reasiya kütləsi 22 saat ərzində 50-65°C-də qurudulur.

- Mineralsızlaşdırılmış qabıqlar 3:40 (ağırlıq/həcm) nisbətində 2N natrium hidroksid (NaOH) məhlulu ilə emal olunur, zülalları və digər üzvi çirkləndiriciləri uzaqlaşdırmaq üçün 90-105°C-də 30-45 dəq. qızdırılır. Daha sonra məhlul ortofosfat turşusu ilə zərərsizləşdirilir, süzülür və təmiz xitozan almaq üçün 50-65°C-də 22 saat qurudulur.

- Ayrılan xitozanın rəngini almaq və onun təmizlənməsi üçün qabıqlar 2-4 saat ərzində 3%-li hidrogen peroksid məhlulu (1:10) ilə işlənir. Təmizlənmiş xitozan artıq qalan hidrogen peroksidi çıxarmaq üçün distillə edilmiş su ilə yuyulur və sonra 8 saat ərzində 40-50°C-də qurudulur.

- Xitozanın metalları adsorbsiya etmə qabiliyyətini artırmaq üçün 85-90°C-də klinoptilolitlə modifikasiya edilmişdir. Klinoptilolit ayrılan xitozanla nəzarət olunan nisbətdə qarışdırılmış və modifikasiya prosesini asanlaşdırmaq üçün qızdırılmışdır. Sonda alınan kütləyə görə, klinoptilolitlə modifikasiya olunmuş xitozanın sulu məhlullardan Hg^{2+} və Pb^{2+} ionlarının adsorbsiya etməsi qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir.

Alınan nəticələrin müzakirəsi: Metal ionlarının qatılıqlarının prosesə təsiri, adsorbsiya qabiliyyəti (Q) adsorbent tərəfindən adsorbsiya olunan metal ionlarının miqdarı düsturu ilə hesablanır.

$$Q = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{m}$$

Q - metal ionlarının adsorbsiya edilmiş miqdarı (q); C_0 - metal ionlarının ilkin qatılığı (mol/l); C_e - adsorbsiyadan sonra metal ionlarının son qatılığı (mol/l); V - məhlulun həcmi (l); m - adsorbentin kütləsidir (q).

Məhluldan metal ionlarının çıxarılmasında adsorbentin təmizləmə effektivliyi (%-lə) göstərilən düsturla müəyyən edilir:

$$T_E = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \cdot 100$$

C_0 - metal ionlarının ilkin qatılığı (mol/l); C_e - adsorbsiyadan sonra metal ionlarının son qatılığıdır (mol/l).

Adsorbsiya faizi (effektivlik)- adsorbsiya prosesində ionların təmizlənmə dərəcəsinin effektivliyini, yəni adsorbsiya faizini (adsorbsiya effektivliyi)- aşağıdakı düsturla hesablayırıq:

$$E_A = \frac{Q \cdot 100}{C_0 \cdot V}$$

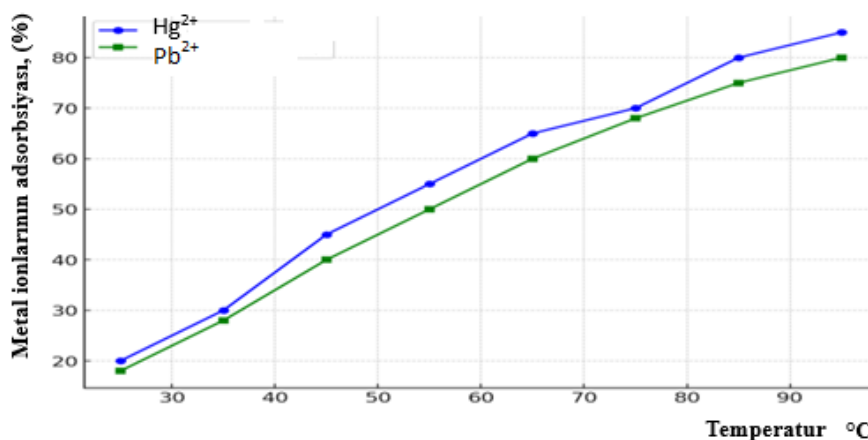
Q - adsorbsiya edilmiş metal ionlarının miqdarı (q), C_0 - metal ionlarının ilkin qatılığı (mol/l); V - məhlulun həcmi (l).

Təbii seolitdə (klinoptilolit) metalların adsorbsiyası:

Cədvəl.

Müxtəlif temperaturlarda adsorbsiya edilmiş Pb^{2+} və Hg^{2+} ionlarının miqdarı (qr.)

Temperatur, °C	Pb^{2+} adsorbsiya effektivliyi, (%)	Hg^{2+} adsorbsiya effektivliyi, (%)	Hg^{2+} , adsorbsiya olunmuş miqdarı (q)	Pb^{2+} , adsorbsiya olunmuş miqdarı (q)
25	20	15	0.2	0.15
45	35	25	0.35	0.25
65	50	40	0.5	0.4
75	60	50	0.6	0.5
95	70	65	0.55	0.65



Şəkil. Pb^{2+} və Hg^{2+} ionlarının çirkab sularından adsorbsiya effektivliyinə və adsorbsiya olunmuş miqdarına temperaturun təsiri

Təqdim olunan diaqramda Hg^{2+} və Pb^{2+} ionlarının çirkab sularından adsorbsiyası prosesinə temperaturun təsiri təqdim edilmişdir. Diaqramdan görünür ki, temperatur artdıqca hər iki metalın adsorbsiyasının effektivlik faizi yüksəlir, bu isə yüksək temperaturda adsorbsiya qabiliyyətinin artmasını göstərir. Göy rəngli xətt Hg^{2+} -nin, yaşıl xətt isə Pb^{2+} -nin adsorbsiyasını göstərir.

Alınan nəticələr

- Alınan nəticələr göstərir ki, temperatur artdıqca həm Hg^{2+} həm də Pb^{2+} ionları üçün adsorbsiya səmərəliliyi də artır. Bu ənənə 25°C-dən 95°C-ə qədər olan bütün temperatur intervalları üçün müşahidə olunur. 25°C-də adsorbsiya səmərəliliyi Hg^{2+} üçün 15% və Pb^{2+} üçün 20% təşkil edir. Bununla belə, 95°C-də adsorbsiya səmərəliliyi Hg^{2+} üçün 65%-ə və Pb^{2+} üçün 70

%-ə çatır. Bu əhəmiyyətli artım onu göstərir ki, daha yüksək temperaturalarda adsorbent və metal ionları arasındakı molekulyar qarşılıqlı təsirin yaranması bu ionların adsorbsiyasını həyata keçirir.

- Adsorbsiya səmərəliliyinin artması ilə yanaşı, temperatur yüksəldikcə adsorbsiya olunan metal ionlarının miqdarı da artır, beləki, 30°C-də adsorbsiya olunan Hg^{2+} miqdarı 0,1 q, Pb^{2+} üçün isə 0,15 q olur. 85-90°C -də adsorbsiya olunan miqdar Hg^{2+} üçün 0,55 q, Pb^{2+} üçün isə 0,65 q-a qədər artır.

- Nəticələr göstərir ki, adsorbsiya prosesi termiki olaraq aktivləşir, yəni yüksək temperatur metal ionlarının daha sürətli diffuziyasına və adsorbentlə daha səmərəli qarşılıqlı təsirdə olmasına səbəb olur.

- modifikasiya olunmuş xitozan-klinoptilolit materialı, xüsusilə də yüksək temperaturalarda ağır metal ionlarının sulu məhlullardan təmizlənməsində, xüsusilə Hg^{2+} və Pb^{2+} ionları ilə çirklənmiş sənaye tullantılarının təmizlənməsi perspektivli materialdır. Yüksək adsorbsiya qabiliyyətini nəzərə alaraq, bu material Hg^{2+} və Pb^{2+} ionları ilə çirklənmiş sənaye tullantılarının təmizlənməsi üçün perspektivli sayıla bilər. Tədqiqat işinin nəticələrinin təhlili göstərir ki, xitozanın klinoptilolitlə modifikasiya olunmuş sistemində temperaturun artırılması sulu məhlullardan Pb^{2+} və Hg^{2+} ionlarının adsorbsiya effektivliyinin yüksəlməsində mühüm rol oynayır.

Ədəbiyyat

- [1]. Mahmudov, F.T. Təbii solitlər və onların xalq təsərrüfatında tətbiqi. Monoqrafiya / F.T.Mahmudov, –Bakı: Elm, –2003, –88 s.
- [2]. Камбаров, Э.А., Бектенов, Н.А., Мурзакасымова, Н.С. Исследование возможности очистки сточных вод от ионов металлов на новых сорбентах // Матер. междунар. симпоз. «Проблемы геологии и освоение недр». – Томск, 2020. – Т. 2. – С. 348-349.
- [3]. Yang, H., Zhang, X., Zhang, Y., [et al.] (2021). Adsorption and modification of natural zeolites for heavy metal removal from wastewater. *Environmental Chemistry Letters*, 19(4), 341-350.
- [4]. Mahmudov, F.T. Qeyri-üzvi və üzvi mənşəli komponentlərin məhlullardan çıxarılma və qatılaşdırılmasının sorbsiya üsullarının kompleks tədqiqi: /k. e. d. aliimlik dərəcəsi almaq üçün diss. işinin avtoreferatı. / –Bakı, 2014, –52 s.
- [5]. Yamamoto, T., Hasegawa, H., & Tanaka, S. (2019). Modification of natural zeolite for efficient removal of metal ions from aqueous solutions. *Water Research*, 151, 135-144.
- [6]. Тунакова, Ю.А. Использование природного цеолита для очистки вод / Ю.А.Тунакова, В.С.Валиев, Г.Н. Габдрахманова // Ползуновский вестник. –2024. № 1, –с. 179–185.

Summary

Removal of heavy metals from wastewater using modified sorbent Ahmadov V.N., Mammadova, Shahgeldiyev F.Kh., Murshudlu N. A.

Keywords: *natural zeolite, modified, chitosan, heavy metals, wastewater, adsorption, amine (–NH₂) group, hydroxyl (OH–) group, zeolite-chitosan hybrid system, environmental problem.*

In the presented research work, a highly efficient sorbent for the removal of heavy metals from wastewater was prepared based on the modification of chitin with natural zeolite (clinoptilolite) at a temperature of 85-90°C. Clinoptilolite particles with an average size of 0.01 mm were coated on the surface of chitin in the form of an evenly distributed layer as a result of the thermal treatment process in acetic acid. The amine (–NH₂) and hydroxyl (OH–) groups in the modified chitosan significantly increase the sorption capacity due to the inclusion of functional groups that provide strong bonds for metal ions. Thermal treatment carried out at a temperature of 85-90°C ensures the stability and homogeneity of the chitosan layer on the surface of clinoptilolite. The modified material increases the adsorption capacity of heavy metals such as Pb^{2+} and Hg^{2+} compared to natural clinoptilolite and pure chitosan. The high degree of adsorption process in the prepared zeolite-chitosan hybrid system demonstrates the potential of its application in wastewater treatment, as well as environmental restoration.

Резюме

**Удаление тяжелых металлов из сточных вод с использованием модифицированного сорбента
Ахмедов В.Н., Мамедова А.А., Шахгельдиев Ф.Х., Муришудлу Н.А.**

Ключевые слова: *природный цеолит, модифицированный, хитозан, тяжелые металлы, сточные воды, адсорбция, аминная(-NH₂) группа, гидроксильная (OH) группа, гибридная система цеолит-хитозан, экологическая проблема.*

В представленной работе исследуется получение высокоэффективного сорбента для удаления тяжелых металлов из сточных вод на основе модификации хитина природным цеолитом (клиноптилолитом) при температуре 85-90⁰ С. Частицы клиноптилолита со средним размером 0,01 мм закреплялись на поверхности хитина в виде равномерно распределенного слоя в результате процесса термической обработки в среде уксусной кислоты. Гидроксильные (ОН) и аминогруппы (-NH₂) в модифицированном хитозане значительно увеличивают сорбционную емкость за счет включения функциональных групп, обеспечивающих прочные связи для ионов металлов. Термическая обработка при 85-90⁰ С обеспечивает стабильность и однородность хитозанового слоя на поверхности клиноптилолита. Модифицированный материал увеличивает адсорбционную способность тяжелых металлов, таких как Pb²⁺ и Hg²⁺, по сравнению с природным клиноптилолитом и чистым хитозаном, полученного из хитина. Высокая степень адсорбционного процесса в полученной гибридной системе цеолит-хитозан свидетельствует о перспективности ее применения в очистке сточных вод, а также восстановлении окружающей среды.

Regularities of dissolution of the synthesized ammonium salt of carboxymethylcellulose in water

¹Gurbanov Murashasil Shaban [ORCID](#)

²Rzayeva Solmaz Ahmad [ORCID](#)

³Alkazov Tahir Isa [ORCID](#)

*Institute of Polymer Materials of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Sumgait, Azerbaijan 1,2,3 - PhD, associate professor
yod127@mail.ru, ipoma@science.az*

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Received 01.05.2025 Received in revised form 28.05.2025 Accepted 21.05.2025	<i>The kinetic model of the polymer dissolution process in the system of solid polymers – solvent has been developed and the kinetic regularities of NH₄-CMC dissolution process in water have been determined depending on various factors. The necessary equations describing these regularities with sufficient accuracy have been obtained. It has been shown that the dissolution process of special polymer is accompanied by an induction period, the duration of which takes a large part of the full duration of the total dissolution process. The empirical equations for calculation of the induction period duration and the total dissolution process of special polymer in water have been obtained.</i>
Keywords: ammonium salt of carboxymethylcellulose, kinetic coefficient, polymer dissolution rate, induction period	

Introduction

One of the main ways to control the properties of the prolonged action of encapsulated fertilizers is the change of a number of elementary links containing hydrophilic groups in the macromolecule of the polymer capsule-forming agent. Therefore, the study of the kinetics of the polymer dissolution in water, depending on the number of hydrophilic groups in its macromolecule, is of great theoretical and practical importance in the technology of capsulation of the mineral fertilizer [1-2].

The purpose of this investigation was the study of the kinetic regularities of dissolution in water of laboratory batches of NH₄-CMC with various content of carboxymethyl groups in the macromolecule, depending on some basic factors synthesized by us.

Experimental part

The photocolorimetric method was used for experimental study of the kinetics of dissolution of NH₄-CMC in water [3]. This method of determination of the concentration of solutions has been based on measurement of their optical density. KFK-2 photoelectrocolorimeter was used for this purpose. The samples of laboratory samples of NH₄-CMC purified from impurities with a degree of substitution in the macromolecule by carboxymethyl groups of 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 were placed in a glass filled with the calculated quantity of water. In the conditions of weak mixing, the samples were taken from the solution in the course, the optical density was measured and the relative concentration of the polymer was determined using the calibration curve. Based on experimental data found by the photoelectrocolorimetric method, the kinetic curves of NH₄-CMC dissolution in water at various temperatures and substitution degrees (n_1/n) were constructed.

Results and discussion

In Figs.1-3 the kinetic curves of NH₄-CMC dissolution in water at temperatures of 10-20-30°C and various values of the substitution degree are presented. As can be seen from the Figures,

the kinetic curves of dissolution have an exponential character of change. The curves (1-5) characterize the kinetics of the solid dissolution of $\text{NH}_4\text{-CMC}$, and (1'-5') – the accumulation of the polymer in solution. It can be concluded on these curves that $\text{NH}_4\text{-CMC}$ with a degree of substitution higher 0.4 is well soluble in water. Further, the analysis of curves 3-5 (Fig.1-3) shows that the polymer dissolution rate mainly depends on the degree of substitution and the medium temperature. With temperature decrease, in all other things being equal, the polymer dissolution rate increases. Apparently, this has been connected with the fact that at low temperatures, the hydrogen bonds weakening and increase of the internal surface of the polymer occur, which leads to an increase in the intensity of its swelling [4]. With the increase of the degree of substitution in the polymer macromolecule by carboxymethyl radical, the dissolution rate at constant temperatures is also increased. This is explained by increase of the degree of contact between the polymer and solvent molecules [5].

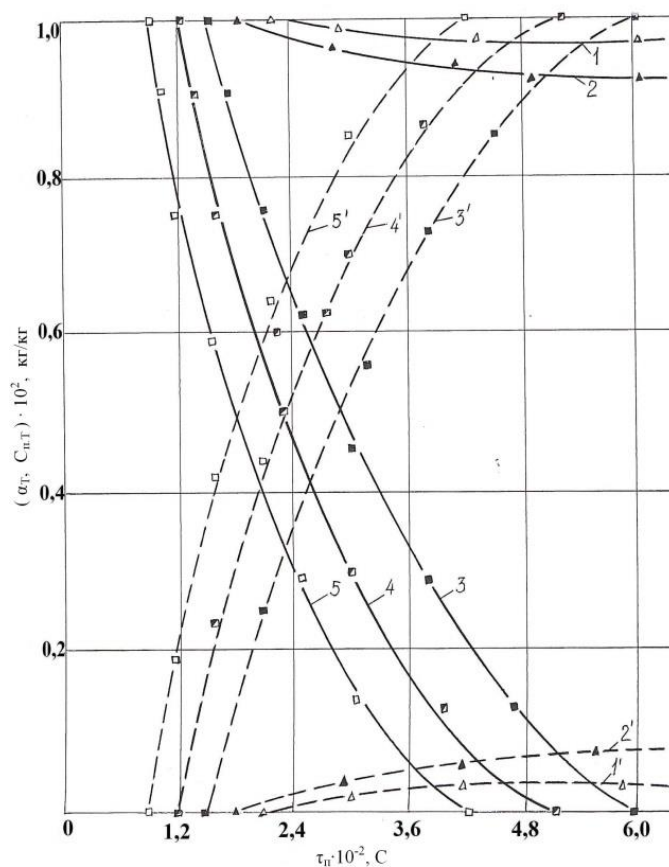


Fig.1. Kinetic curves of dissolution in water (1-5) and curves of accumulation in solution (1'5') of purified ammonium carboxymethylcellulose at $t=10^\circ\text{C}$ and various values of n_1/n :
1, 1' - $n_1/n = 0,3$; 2, 2' - $0,4$; 3, 3' - $0,5$; 4, 4' - $0,6$; 5, 5' - $0,7$.

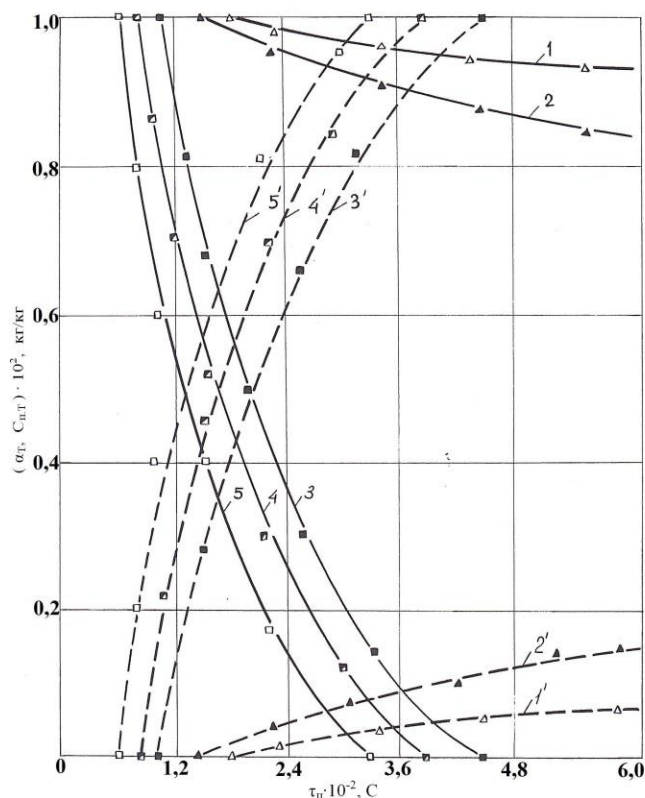


Fig.2. Kinetic curves of dissolution in water (1-5) and curves of accumulation in solution (1'5') of purified ammonium carboxymethylcellulose at $t=20^\circ\text{C}$ and various values of n_1/n :
1, 1' - $n_1/n = 0,3$; 2, 2' - $0,4$; 3, 3' - $0,5$; 4, 4' - $0,6$; 5, 5' - $0,7$.

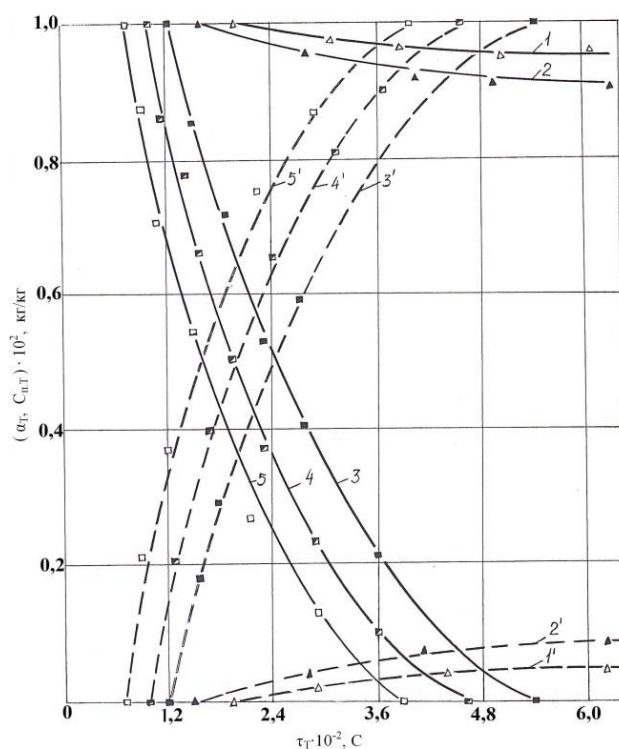


Fig.3. Kinetic curves of dissolution in water (1-5) and curves of accumulation in solution (1'5') of purified ammonium carboxymethylcellulose at $t=30^\circ\text{C}$ and various values of n_1/n :
1, 1' - $n_1/n = 0,3$; 2, 2' - $0,4$; 3, 3' - $0,5$; 4, 4' - $0,6$; 5, 5' - $0,7$.

The rate constant values of $\text{NH}_4\text{-CMC}$ dissolution in water have been found by graphical differentiation of the experimental kinetic curves (Fig.1-3) and presented in Table.

The values of the kinetic coefficient of $\text{NH}_4\text{-CMC}$ dissolution in water

n_1/n	$k \cdot 10^3$ at various values of temperature, 1/s.		
	$t=10^\circ\text{C}$	$t=20^\circ\text{C}$	$t=30^\circ\text{C}$
0.5	7.6	6.0	5.6
0.6	8.0	7.0	6.6
0.7	10	8.9	7.8

It follows from the $\text{NH}_4\text{-CMC}$ -CMC macromolecule by carboxymethyl groups and the medium temperature. This coefficient value is increased with the increase of the degree of substitution, and on the contrary, is decreased with the medium temperature rise.

Besides the above-mentioned one, it follows from Figures 1-3 that the dissolution process of $\text{NH}_4\text{-CMC}$ is accompanied by an induction period (τ_i), the value of which mainly depends on n_1/n and the dissolution temperature, and also on the properties of the polymer itself. It follows from the graphical dependence $\tau_i=f(t, n_1/n)$ shown in Figure 4 that the temperature dependence of the induction period of the dissolution process of $\text{NH}_4\text{-CMC}$ in water has a linear character of change.

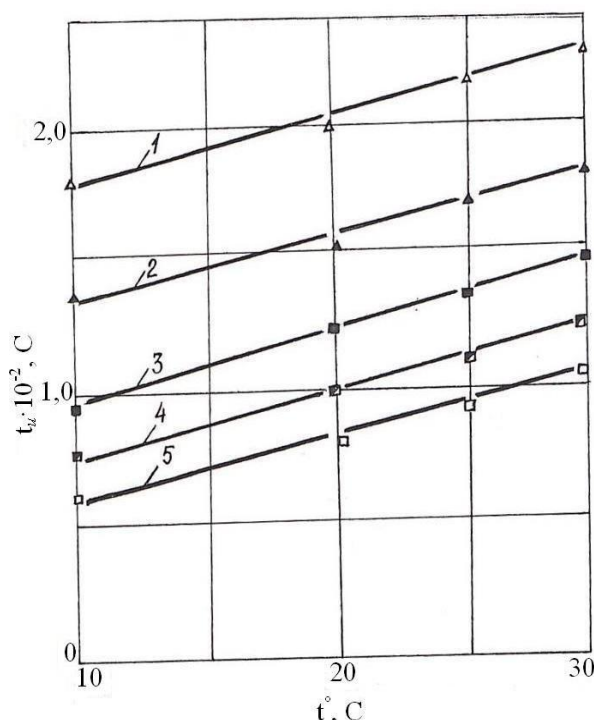


Fig.4. Dependence of the induction period of the $\text{NH}_4\text{-CMC}$ dissolution process in water on temperature at various values of n_1/n : 1- $n_1/n = 0,3$; 2 - $0,4$; 3 - $0,5$; 4 - $0,6$; 5 - $0,7$.

The graphical dependence $\tau_i=f(t, n_1/n)$ is shown in Figure 4, from which it follows that the temperature dependence of the induction period of the dissolution process of $\text{NH}_4\text{-CMC}$ in water has a linear character of change. The physical essence of the induction period, as is known from literary sources [6], is the time required for the molecular diffusion of a solvent into the internal field of the polymer, which is accompanied by swelling of the latter one and then its dissolution. Taking into account the above-mentioned one, the following empirical equation describing the dependence of the induction period on various factors of the dissolution process of ammonium carboxymethyl cellulose in water has been proposed.

$$\tau_p = 1.6 \cdot 10^2 \left(1 - \frac{n_1}{n} \right) + 2.2t \quad (1)$$

The full duration of the total dissolution process of any polymers consists of the sum of two components and can be described by the equation (2).

$$\tau_n = \tau_u + \tau_T \quad (2)$$

The expression (2) is transformed into the following one:

$$\tau_n = 1.6 \cdot 10^2 \left(1 - \frac{n_1}{n} \right) + 2.2t + \frac{2.3 \lg \frac{\alpha_0}{\alpha_t}}{K} \quad (3)$$

or

$$\tau_n = 1.6 \cdot 10^2 \left(1 - \frac{n_1}{n} \right) + 2.2t + \frac{2.3 \lg \frac{\alpha_0}{(\alpha_0 - c_T)}}{K} \quad (4)$$

where, τ_i – induction period duration; τ_c – the current duration of polymer dissolution without taking into account t_i ; τ_f – the full duration of the total polymer dissolution process; t – dissolution process temperature.

It follows from equations (3) and (4) that the full duration of the polymer dissolution process mainly depends on the degree of substitution in NH_4 -CMC macromolecule with carboxymethyl groups, the medium temperature, and the dissolution rate constant. The value of this time is decreased with growth of the degree of substitution and the dissolution constant rate, and also with temperature rise of the initial relative concentration of the solid polymer.

The results of this test showed that these equations describe the experimental curves with sufficient accuracy. In this case, the error determined by a method of mean-square deviation is $\pm(3-5\%)$, which is sufficient for engineering calculations using the specified equations of the dissolution system of the polymer investigated in water.

Thus, the kinetic model of the polymer dissolution process in the solid polymer-solvent system has been developed and the kinetic regularities of the dissolution process of NH_4 -CMC in water have been determined, depending on various factors. The necessary equations describing these regularities with sufficient accuracy have been obtained.

Conclusions

The kinetic regularities of the dissolution process of NH_4 -CMC in water have been determined, and the necessary equations describing these regularities with sufficient accuracy have been obtained.

It has been shown that the polymer dissolution process is accompanied by an induction period, the duration of which takes a large part of the full duration of the total dissolution process.

References

- [1]. Rustamov, Ya.I. Capsulation of granules of mineral fertilizers with polystyrene derivatives containing hydrophile groups in polymer chain / Ya.I.Rustamov, A.V.Ragimov, G.A.Karamamedov, [et al.] // *Russian J. of Applied Chemistry*, –1988, V.61, N 3, –pp.468-471.
- [2]. Rustamov, Ya.I. Some aspects of technology and mechanisms of synthesis of carboxymethylcellulose salts from various natural materials / Ya.I.Rustamov, Sh.G.Mamedova, R.V.Asadov [et al.] // *Uzbek Chemical Journal*. –2012, N 2, –pp. 49
- [3]. Yatsimirskiy, K.V. Kinetic methods of analysis / K.V. Yatsimirskiy, –M.: Khimiya, –1967, –p. 43.
- [4]. Rustamov, Ya.I. Variants of the mechanism of multi-stage processes / Ya.I.Rustamov, Sh.G.Mamedova, E.A.Salimova [et al.] // *Processes of petrochemistry and oil refining*. –2015, N 4, –355-359 p.

- [5]. Rustamov, Ya.I. The main ways to intensification of the granulation processes of superphosphates / Ya.I. Rustamov, –Riga: LAMBERT Academic Publishing (LAP). –2019. – 60 p.
- [6]. Tager, A.A. Physical-chemistry of polymers / A.A. Tager, –M.: Khimiya. –1968. –314-325 p.

Xülasə

Karboksimetilsellülozun sintez olunmuş ammonium duzunun suda həllolma prosesinin qanunauyğunluqları
Qurbanov M.Ş., Rzayeva S.Ə., Alkazov T.İ.

Açar sözlər: karboksimetilsellülozun ammonium duzu, kinetik əmsal, polimerin həllolma sürəti, induksiya periodu.

NH₄-KMS-nin suda həllolması prosesinin müxtəlif faktorlardan asılı olan kinetik qanunauyğunluqları təyin olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, xüsusi polimerin həllolma prosesi induksiya dövrü ilə müşayiət olunur. İnduksiya dövrünün davam etmə vaxtı həllolmanın summar prosesinin ümumi vaxtının təyin olunmasında mühüm yer tutur. İnduksiya dövrünün və xüsusi polimerin suda həllolmasının summar prosesinin davam etmə vaxtının hesablanması üçün empirik düsturlar əldə olunmuşdur.

Резюме

Закономерности растворения синтезированной аммониевой соли карбоксиметилцеллюлозы в воде
Гурбанов М.Ш., Рзаева С.А., Алхазов Т.И.

Ключевые слова: аммониевая соль карбоксиметилцеллюлозы, кинетический коэффициент, скорость растворения полимера, индукционный период.

Определены кинетические закономерности процесса растворения NH₄-КМЦ в воде в зависимости от различных факторов. Показано, что процесс растворения спецполимера сопровождается индукционным периодом, продолжительность которого занимает большую долю в общей продолжительности суммарного процесса растворения. Получены эмпирические уравнения для расчета продолжительности индукционного периода и суммарного процесса растворения спецполимера в воде.

Zəif aerosollu sahələrlə meşə-bitki örtüyü arasındakı qarşılıqlı təsirinin CIS texnologiyalar vasitəsilə ekoloji qiymətləndirilməsi (Lacın, Qubadlı və Zəngilan bölgələri təmsalında)

¹Məmmədaliyeva Validə Mehman qızı [ORCID](#)

²Nəsirova Vüsalə Rahib qızı [ORCID](#)

³Heydərzadə Günəl Sərvan qızı [ORCID](#)

Milli Aerokosmik Agentliyi Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformasiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

1- c.e.n., dosent, 2-disertant,

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 3- doktorant

valide.mamedaliyeva@mail.ru

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 25.02.2024 Düzəliş tarixi: 02.04.2025 Qəbulolunma tarixi: 15.05.2025	Uzaqdan zondlama məlumatlarına əsasən, zəif aerosol zonalarının meşə örtüyündə bitki örtüyü ilə qarşılıqlı əlaqəsi öyrənilmişdir. Tədqiq olunan ərazi meşədəki aerosolun sıxlığına və bitki örtüyünə görə dörd sinfə bölünmüşdür. Təsvir və kəmiyyət göstəriciləri əsasında tədqiq olunan ərazidə zəif aerosol zonalarının dinamikasını əks etdirən histqram qurulub və onların siniflər üzrə ən sabit zonalar olduğu müəyyən edilib. Zəif aerosollu ərazilərin meşə örtüyü bitki örtüyü indeksinə, yəni NDVI indeksinə təsiri araşdırılmışdır. 2000 və 2021-ci illər üçün tədqiq olunan ərazinin NDVI indeksinin (zəif aerosollu sahələrin artması) Sahə göstəricilərini əks etdirən histqram qurulub. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, 2021-ci ildə kol və otlaq sahəsi 2000-ci ilə nisbətən kəskin şəkildə azaldı və sıx bitki örtüyü (çalılar) artdı.

Giriş

Aerosol – havada asılı vəziyyətdə olan müxtəlif böyüklükdə və formada, kimyəvi tərkibi, hələlə fiziki xassələrinə görə başqa-başqa olan ən kiçik hissəcik (toz, buz kristalı, duz, mikroorqanizm və s.)

Aerosol – qaz mühitində (adətən havada) asılı vəziyyətdə olan bərk və maye hissəciklərdən ibarət dispers sistemdir. Bitki tozcuqları ilə doymuş hava, tüstü, duman, tozlu hava təbii aerosollar sayılır. Yalnız tüstü kiçik bərk hissələrdən və çox az dərəcədə su damcılardan və qatrardan əmələ gəlmiş asılqan, duman isə yalnız bir mayedən – sudan əmələ gəlmiş aerosoldur. Dumanda, tüstüdə və digər aerosollarda hissəciklərin diametri 1-dən 100 mikrometrə qədər olur. Hava axını, külək onları qarışdırır və yerə düşməyə imkan vermir.

Bitkilərin çoxu çiçək tozcuqların aerosolu ilə tozlanır, duru yanacaqlar və bərk yanacaqların çoxu aerosol şəklində yandırılır, bitki ziyanvericilərinə qarşı kimyəvi aerosollarla mübarizə aparılır.

Radioaktiv maddələr, silisium 4-oksidi, alüminium oksidi, qurğuşun, xrom tozu və s. ilə qarışıq texniki aerosollar çox ziyanlı olub ağır xəstəliklərə səbəb olur. Zavod borulardan çıxan kiçik damçılar şəklində aerosollar zərərli ola bilər.

Metodlar. Beləliklə meşə-bitki örtüyündə aerosollu sahələrin təyin edilməsi üçün aşağıdakı ifadədən istifadə olunur.

Bu indekslər tüstü, antropogen çirkənmə və ya vulkanik şleyflərin (püskürmələrin) mövcudluğunda bitki örtüyünün qiymətləndirilməsi mümkündür. AFRİ üstünlüyü tüstü və sulfatların mövcudluğu belə atmosfer sütununa nüfuz etmə qabiliyyətinə malikdir.[1] AFRİ-1600 aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

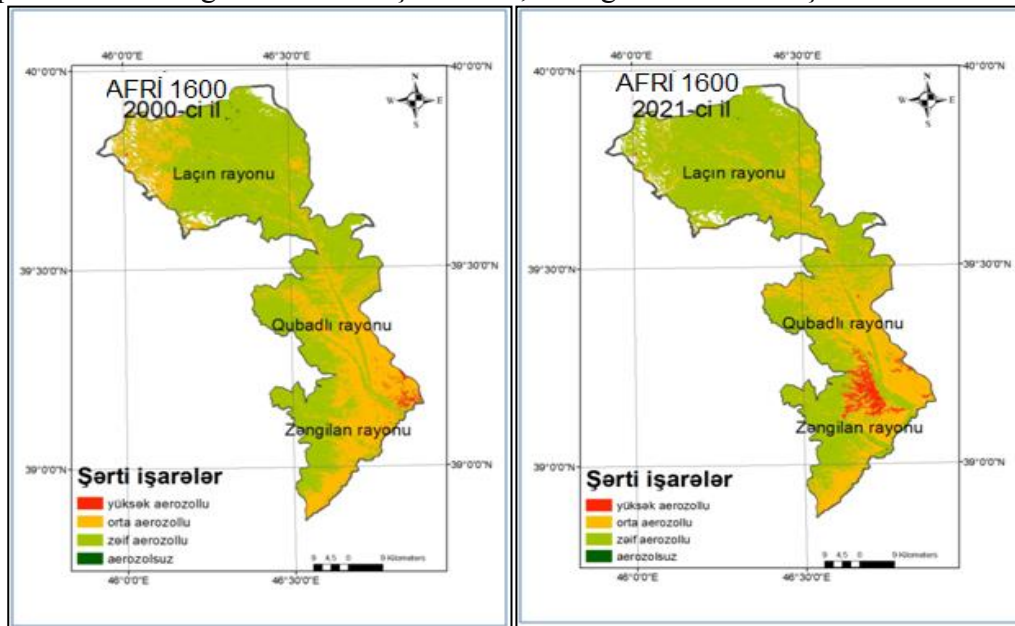
$$AFRI\ 1600 = NIR - 0,66 \frac{SWIR1}{NIR+0,66SWIR1} \quad (1)$$

Burada:

NIR - yaxın infraqırmızı kanalda piksellərin qiymətidir (Landsat-5 peykində 4-cü və Landsat-8 peykində 5-ci kanaldır).

$SWIR1$ – yaxın infraqırmızı kanalda piksellərin qiymətidir (Landsat-5 peykində 5-ci və Landsat-8 peykində 6-cı kanaldır, $SWIR1 = 1600$ qiymətində götürülür).

Kosmik təsvirlər üzərində buludların müxtəlif yerdə olduğundan sahələrin müqaisəsi düzgün sayılmayacaq və bu səbəbdən bütün buludları cəmləyib bütün təsvirlərdən *Erase* aləti vasitəsilə kəsib çıxardırıq. Aldığımız 13 qradasiyalarını 4 sinif üzrə parçalayaq. Belə ki, $-0,7 \div -0,3$ yüksək aerosollu, $-0,3 \div -0,1$ orta aerosollu, $-0,1 \div 0,3$ zəif aerosollu, $0,3 \div 0,68$ aerosolsuz (təmiz) meşə-bitki örtüyünü qəbul edək. Aldığımız təsvirlər şəkil 1-də, sahə göstəriciləri isə şəkil 2-də əks olunmuşdur.



Şəkil 1. Tədqiqat ərazisini meşə-bitki örtüyünün aerosolluğu dörd sinif üzrə sinifləndirmə

Table			
afri_2000_buludsuz_dis_etalon_esasCopy			
Class Name	sinif	sahe	
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	206674,5	
Density slice range -0.3000 to -0.1000	orta aerosollu	102475,8	
Density slice range -0.7307 to -0.3000	yüksək aerosollu	2260,3	
Density slice range 0.3000 to 0.6945	aerosolsuz	846	

Table			
afri_2021_buludsuz_dis_etalon_esasCopy			
Class Name	sinif	sahe	
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	206125,8	
Density slice range -0.3000 to -0.1000	orta aerosollu	94920	
Density slice range -0.6000 to -0.3000	yüksək aerosollu	8044,6	
Density slice range 0.3000 to 0.6839	aerosolsuz	446,9	

Şəkil 2. Tədqiqat ərazisini meşə-bitki örtüyünün aerosolluğu dörd sinif üzrə sinifləndirmənin sahə göstəriciləri

Beləliklə zəif aerosollu sahələrini araşdıraraq. Əldə etdiyimiz nəticə cədvəl 1-də qeyd olunmuşdur.

Cədvəl 1.

İllər	İllər üzrə sahələr	Dinamika
2000-ci	206674	549↓
2021-ci	206125	

Ayırdığımız zəif aerosollu sinifi üzrə rayonların vəziyyətini nəzərdən keçirək. Bunun üçün Clip alətindən istifadə edək. Aldığımız nəticələri Laçın, Qubadlı və Zəngilan rayonlar üzrə sahə göstəriciləri 2000 və 2021-ci ildə şəkil 3-5-də əks olunmuşdur.

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	133846.9

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	134449

Şəkil 3. Laçın rayon ərazisində 2000 və 2021-ci illərin siniflər üzrə sahə göstəriciləri

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	39457.6

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	34824.7

Şəkil 4. Qubadlı rayon ərazisində 2000 və 2021-ci illərin siniflər üzrə sahə göstəriciləri

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	33201.6

Class Name	sinif	sahe
Density slice range -0.1000 to 0.3000	zəif aerosollu	36852

Şəkil 5. Zəngilan rayon ərazisində 2000 və 2021-ci illərin siniflər üzrə sahə göstəriciləri

Aldığımız nəticələri ümumiləşdirərək cədvəl 2 tərtib edək.

Cədvəl 2.

Rayonlar	İllər üzrə sahə göstəriciləri		Dinamika (2000-2021)
	2000	2021	
Laçın	133846,9	134449	602,1↑
Qubadlı	39457,6	34824,7	4632,9↓
Zəngilan	33201,6	36852	3650,4↑

Cədvəl 2-də əks olunan nəticələrə əsasən rayonlar üzrə 2000-ci il ilə 2021-ci illərin müqayisəsində zəif aerosollu sahələrin artması Laçın və Zəngilan, azalması isə Qubadlı rayonda müşahidə edilmişdir.

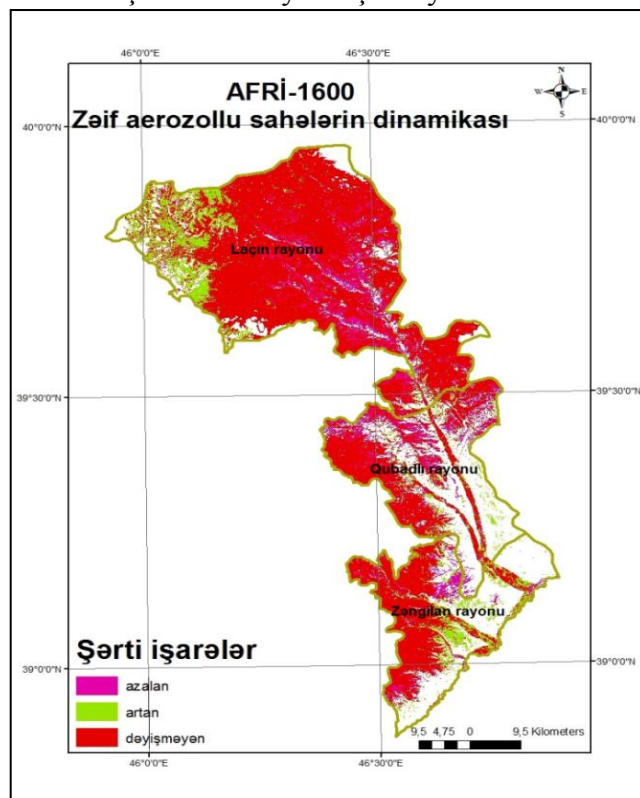
Beləliklə müəyyən etdik ki, rayonlar üzrə meşə-bitki örtüyündə rayonlarda dəyişməsi necə gedib.

Bundan sonra 2000-ci il ilə 2021-ci illərin dörd sinif üzrə sahələrində artan, azalan və dəyişməyən sahələrini müəyyən edək. Bu araşdırmanın aparılmasında məqsəd dəyişmənin hansı ərazilərdə baş verməyini təyin etməkdir.

İlk mərhələdə 2000 və 2021-ci illərin üst-üstə düşən, yəni dəyişməyən sahələrin təyin edilməsi aparılır. Bunun üçün *Intersect* alətindən istifadə olunmuşdur.

Bundan sonra *Erase* aləti vasitəsilə bu dəyişməyən sahələrini 2000-ci və 2021-ci ilin təsvirindən kəsib çıxardılır, yerdə qalan hissələr, yəni 2000-ci ilin təsvirindən qalan hissə azalan hissədir, 2021-ci ildən isə qalan hissə artan hissələrdir. [2,3,4]

Növbəti sinif olaraq zəif aerosollu sahələri nəzərdən keçirdək. Şəkil 16-da əks olunan təsvirə diqqət etsək ən çox zəif aerosollu meşə-bitki örtüyü Laçın rayon ərazisində müşahidə edilmişdir.



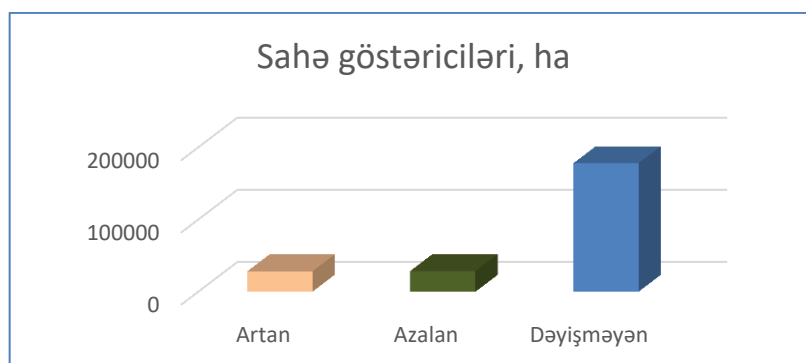
Şəkil 6. Tədqiqat ərazisində zəif aerosollu sahələrin dinamikasını əks etdirən təsvir

Zəif aerosollu meşə-bitki örtüyünün sahə göstəricilərini nəzərdən keçirdək və nəticə şəkil 7-də əks olunmuşdur.

Artan	• 28188 ha
Azalan	• 28737 ha
Dəyişməyən	• 177937 ha

Şəkil 7. Tədqiqat ərazisində zəif aerosollu sahələrin dinamikası

Şəkil 7-də əks olunan sahə göstəricilərinə əsasən histqramı quraraq şəkil 8-də verilmişdir.



Şəkil 8. Tədqiqat ərazisi üzrə siniflər üzrə təmiz aerozollu sahələrin dinamikasını əks etdirən histqram

Şəkil 8-də əks olunan qrafikdən göründüyü kimi, siniflər üzrə ən çox dəyişməyən sahələrdir.

Yuxarıdakıları nəzərə alaraq zəif aerozollu sahələrin NDVI indeksi olan meşə-bitki örtüyün vegetasiya indeksinə təsirini araşdırmaq.

Şəkil 9-da 2000 və 2021-ci illərdə zəif aerozollu sahələrin artımında NDVI indeksin sahə göstəriciləri əks olunub.

Table				
ndvi_2000				
FI	Shape	Class Name	sinif	saha
0	Polygon	Density slice range -0.1000 to 0.1000	Dağ növləri, qum, qar	288,81
1	Polygon	Density slice range -0.1759 to -0.1000	Su obyekt	3,79
2	Polygon	Density slice range 0.0900 to 0.2000	Meşəsiz ərazi	1053,69
3	Polygon	Density slice range 0.2000 to 0.4000	Kolluqlar və otlaq	14484,76
4	Polygon	Density slice range 0.4000 to 0.5000	Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	9629,87
5	Polygon	Density slice range 0.5000 to 0.6700	Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	2270,81
6	Polygon	Density slice range 0.6700 to 0.8000	Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	27,06
7	Polygon	Density slice range 0.8000 to 0.8994	Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	386,28

Table				
ndvi_2021				
FI	Shape	Class Name	sinif	saha
0	Polygon	Density slice range -0.1000 to 0.1000	Dağ növləri, qum, qar	22,56
1	Polygon	Density slice range -0.4966 to -0.1000	Su obyekt	2,61
2	Polygon	Density slice range 0.0900 to 0.2000	Meşəsiz ərazi	348,03
3	Polygon	Density slice range 0.2000 to 0.4000	Kolluqlar və otlaq	4045,67
4	Polygon	Density slice range 0.4000 to 0.5000	Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	5982,84
5	Polygon	Density slice range 0.5000 to 0.6700	Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	14353,14
6	Polygon	Density slice range 0.6700 to 0.8000	Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	3069,18
7	Polygon	Density slice range 0.8000 to 0.8831	Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	328,24

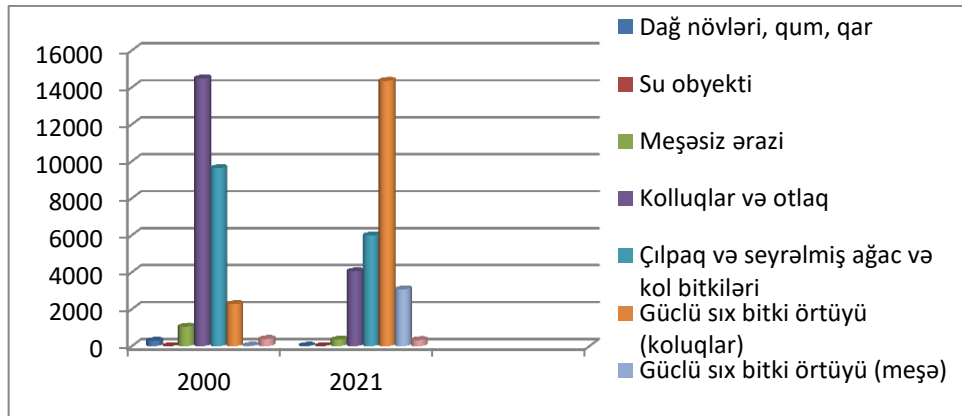
Şəkil 9. Tədqiqat ərazisinin 2000 və 2021-ci illərin NDVI indeksin (zəif aerozollu sahələrin artımında) sahə göstəriciləri

Şəkil 9-də əks olunan nəticələri ümumiləşdirərək cədvəl 3-də qeyd edək

Cədvəl 3.

Sinif	Müxtəlif illər üzrə		Dinamika
	2000	2021	
Dağ növləri, qum, qar	288,81	22,56	266,25↓
Su obyekt	3,79	2,61	1,18 ↓
Meşəsiz ərazi	1053,69	348,03	705,66 ↓
Kolluqlar və otlaq	14484,76	4045,67	10439,09 ↓
Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	9629,87	5982,84	3647,03↓
Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	2270,81	14353,14	12082,3 ↑
Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	27,06	3069,18	3042,12↑
Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	386,28	328,24	58,04 ↓

Cədvəl 3-də əks olunan sahə göstəricilərə əsasən histqram tərtib edərək şəkil 10-da əks etdirək.



Şəkil 10. Tədqiqat ərazisinin 2000 və 2021-ci illərin NDVI indeksin (zəif aerizasiya sahələrin artmasında) sahə göstəriciləri əks etdirən histqram

Şəkil 10-da əks olunan histqrama əsasən deyə bilərik ki, kəskin olaraq 2021-ci ildə 2000-ci il ilə müqayisədə kolluqlar və otlaq azalmış, güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar) isə artmışdır.

Digər tərəfdən zəif aerizasiya sahələrin azalmasını nəzərdən keçirdək. Zəif aerizasiya sahələrin meşə-bitki örtüyü olan NDVI indeksin 2000 və 2021-ci illərinə baxaq. Şəkil 11-də zəif aerizasiya sahələrin azalmasında NDVI indeksin siniflər üzrə sahə göstəriciləri əks olunub.

Table					Table				
ndvi_2000					ndvi_2021				
FID	Shape	Class Name	sinif	sahə	FID	Shape	Class Name	sinif	sahə
0	Polygon	Density slice range -0.1000 to 0.1000	Dağ növləri, qum, qar	136,82	0	Polygon	Density slice range -0.1000 to 0.1000	Dağ növləri, qum, qar	52,09
1	Polygon	Density slice range -0.1759 to -0.1000	Su obyektı	6,17	1	Polygon	Density slice range -0.4966 to -0.1000	Su obyektı	229,75
2	Polygon	Density slice range 0.0900 to 0.2000	Meşəsiz ərazi	141,96	2	Polygon	Density slice range 0.0900 to 0.2000	Meşəsiz ərazi	424,02
3	Polygon	Density slice range 0.2000 to 0.4000	Kolluqlar və otlaq	986,55	3	Polygon	Density slice range 0.2000 to 0.4000	Kolluqlar və otlaq	10195,38
4	Polygon	Density slice range 0.4000 to 0.5000	Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	4453,89	4	Polygon	Density slice range 0.4000 to 0.5000	Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	12036,74
5	Polygon	Density slice range 0.5000 to 0.6700	Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	18242,37	5	Polygon	Density slice range 0.5000 to 0.6700	Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	5229,42
6	Polygon	Density slice range 0.6700 to 0.8000	Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	4434,85	6	Polygon	Density slice range 0.6700 to 0.8000	Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	30,06
7	Polygon	Density slice range 0.8000 to 0.8994	Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	160,65	7	Polygon	Density slice range 0.8000 to 0.8831	Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	359,36

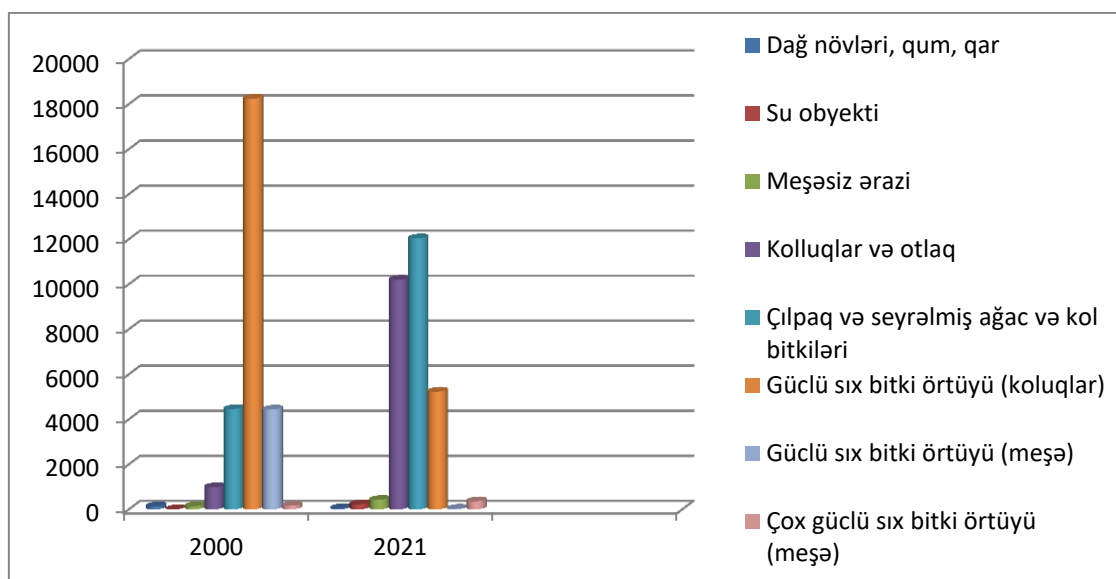
Şəkil 11. Tədqiqat ərazisinin 2000 və 2021-ci illərin NDVI indeksin (zəif aerizasiya sahələrin azalmasında) sahə göstəriciləri

Şəkil 11-də əks olunan sahəgöstəriciləri cədvəl 4-də qeyd edək

Cədvəl 4.

Sinif	Müxtəlif illər üzrə		Dinamika
	2000	2021	
Dağ növləri, qum, qar	136,82	52,09	84,73↓
Su obyektı	6,17	229,75	223,58 ↑
Meşəsiz ərazi	141,96	424,02	282,06 ↑
Kolluqlar və otlaq	986,55	10195,38	9208,83 ↑
Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	4453,89	12036,74	7582,85↑
Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	18242,37	5229,42	13012,95 ↓
Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	4434,85	30,06	4404,79↓
Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	160,65	359,36	198,71 ↑

Cədvəl 4 əks olunan sahə göstəricilərini histqram olaraq şəkil 12-də əks olunmuşdur.



Şəkil 12. Tədqiqat ərazisinin 2000 və 2021-ci illərin NDVI indeksin (zəif aerosollu sahələrin azalmasında) sahə göstəriciləri əks etdirən histqram

Şəkil 12-də əks olunan histqramda əsasən güclü sıx bitki örtüyün (kolluqların) kəskin azalması, dağ növləri, qum, qar sinifi ilə kolluq və otlaq sahələrin kəskin artması baş vermişdir.

Beləliklə zəif aerosollu sahələrin azalması və artmasının bitki örtüyünə təsirini ayrılıqda cədvəl şəklində verdik. Aldığımız cədvəl 3 ilə 4 ümumiləşdirərək nəticələri cədvəl 5 əks etdirək.

Cədvəl 5.

Sınıf	Artım	Azalma
Dağ növləri, qum, qar	266,25↓	84,73↓
Su obyektı	1,18 ↓	223,58 ↑
Meşəsiz ərazi	705,66 ↓	282,06 ↑
Kolluqlar və otlaq	10439,09 ↓	9208,83 ↑
Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri	3647,03↓	7582,85↑
Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	12082,3 ↑	13012,95 ↓
Güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	3042,12↑	4404,79↓
Çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə)	58,04 ↓	198,71 ↑

Nəticə. Aparılan araşdırmaya görə əldə olunan nəticələrə əsasən meşə-bitki örtüyün güclənməsi üçün zəif aerosollu sahələrin azalması çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri ilə çox güclü sıx bitki örtüyü (meşə) sahələrin artması baş verir.

Ədəbiyyat

- [1]. AFRI-aerosol free vegetation index (2001-Karnieli_AFRI_RSE_01.pdf)
- [2]. Сайт ГИС ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа <http://www.arcgis.com/home/index.html>
- [3]. Сайт Программные продукты семейства ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.credospb.com/arcgis.html>
- [4]. Дистанционное зондирование [Электронный ресурс] : Определение задач обработки снимка и выбор способа классификации. - Режим доступа: http://www.nrcgit.ru/aster/methods/metods/spectrum_angle.html

Summary

Ecological assessment of the interaction of low aerosol impact zones with forest vegetation cover using GIS technologies (on the example of Lachin, Gubadli and Zangilan districts)

Mammadaliyeva V.M., Nasirova V.R., Heydarzade G.S.

Keywords: *Aerosol, AFR1-1600, ArcGIS, NDVI, forest-vegetation cover, Landsat-5, Landsat-8*

The interaction of weak aerosol zones with vegetation in the forest canopy was studied using remote sensing data. The study area was divided into four classes depending on the aerosol density in the forest and vegetation cover. Based on the image and quantitative indicators, a histogram was constructed reflecting the dynamics of weak aerosol zones in the study area, and it was found that these are the most stable zones by class. The influence of areas with weak aerosols on the forest vegetation index, i.e. the NDVI index, was studied. A histogram was constructed reflecting the areal indicators of the NDVI index (an increase in areas with weak aerosols) in the study area for 2000 and 2021.

The results of the study showed that in 2021, compared to 2000, the area of shrubs and pastures sharply decreased, and the dense vegetation cover (shrubs) increased.

Резюме

Экологическая оценка взаимодействия зон слабого аэрозольного воздействия с лесным растительным покровом с использованием ГИС-технологий

(на примере Лачинского, Губадлинского и Зангиланского районов)

Мамедалиева В.М., Насирова В.Р., Гейдарзаде Г.С.

Ключевые слова: *Аэрозоль, AFR1-1600, ArcGIS, NDVI, лесной растительный покров, Landsat-5, Landsat-8*

На основе данных дистанционного зондирования исследовано взаимодействие слабых аэрозольных зон с растительностью в пологом лесу. Исследуемая территория была разделена на четыре класса в зависимости от плотности аэрозоля в лесу и растительном покрове. На основе изображения и количественных показателей была построена гистограмма, отражающая динамику зон слабого аэрозоля на исследуемой территории, и было выявлено, что это наиболее стабильные зоны по классам. Исследовано влияние территорий со слабыми аэрозолями на индекс растительности лесного покрова, то есть индекс NDVI. Построена гистограмма, отражающая площадные показатели индекса NDVI (увеличение площадей со слабыми аэрозолями) исследуемой территории за 2000 и 2021 годы. Результаты исследования показали, что в 2021 году по сравнению с 2000 годом резко сократилась площадь кустарников и пастбищ, а густой растительный покров (кустарники) увеличился.

Nəqliyyat və sənayenin Bakı şəhərinin atmosferinə təsiri¹Mustafazadə Nairə Xansuvar qızı [ORCID](#)²Bayramova Aygün Seymur qızı [ORCID](#)³Əhmədli Lalə Vaqif qızı [ORCID](#)*Milli Aerokosmik Agentliyi, Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu, Bakı, Azərbaycan,**1, - PhD, Eimi katib, 2-PhD, aparıcı elmi işçi, 3 - elmi işçi**nm_609@mail.ru, aygun.b74@mail.ru*

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixəsi Daxilolma tarixi: 13.04.2024 Düzəliş tarixi: 05.05.2025 Qəbulolunma tarixi: 10.06.2025	<i>Bakı şəhərində atmosfer havasının çirklənməsində nəqliyyat vasitələri və sənaye müəssisələrinin rolu elmi-metodoloji yanaşmalar əsasında təhlil olunur. Tədqiqatların nəticələrinə əsasən, şəhər mühitində atmosfer havasının keyfiyyətinin pisləşməsi əsasən avtomobil nəqliyyatından yayılan zərərli qazlar və sənaye sahəsindəki fəaliyyətin yaratdığı emissiyalarla əlaqələndirilir. Xüsusilə, müddəti uzun istismar olunan və ekoloji tələblərə cavab verməyən nəqliyyat vasitələrinin fəaliyyəti nəticəsində atmosfərə buraxılan karbon oksid, azot oksidləri və digər zərərli qazların konsentrasiyası şəhər ekosisteminə və əhalinin sağlamlığına ciddi təsir göstərir. Sənaye sektorunda aparılan tədqiqatlar göstərir ki, bəzi müəssisələrdə müasir filtrasiya və təmizləmə texnologiyalarının tətbiq edilməməsi nəticəsində atmosfərə atılan zərərli maddələrin miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə artır. Məqalədə hava keyfiyyətinin monitorinqinə dair əldə edilmiş statistik məlumatlar əsasında aparılmış təhlillər və bu təhlillərə əsaslanan qiymətləndirmələr təqdim olunur. Eyni zamanda, mövcud ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması məqsədilə davamlı şəhərsalma və yaşıl iqtisadiyyat prinsiplərinə əsaslanan strateji yanaşmalar təklif edilmişdir. Araşdırmalar əsasında göstərilmişdir ki, nəqliyyat və sənaye sektorlarında ekoloji idarəetmə mexanizmlərinin gücləndirilməsi, innovativ texnologiyaların tətbiqi və ictimai şüurun artırılması ilə atmosferin çirklənmə səviyyəsinin azaldılması mümkündür. Bu məqsədlə, elmi cəhətdən əsaslandırılmış ekoloji strategiyalar və tövsiyələr məqalənin əsas nəticələri kimi təqdim olunmuşdur</i>

Giriş

Müasir dövrümüzdə urbanizasiya proseslərinin sürətlənməsi, texnogen fəaliyyətlərin intensivləşməsi və iqtisadi inkişafın dinamikası ilə paralel olaraq ətraf mühitin müxtəlif komponentlərinə, o cümlədən atmosfer havasına olan antropogen təsirlər də artmaqdadır. Xüsusilə, sürətlə inkişaf edən iri şəhər məkanlarında, məsələn, Bakı şəhərində bu təsirlər özünü daha qabarıq şəkildə göstərməkdədir. Bakı regionun əsas sənaye, nəqliyyat və iqtisadi mərkəzlərindən biri olmaqla yanaşı, həm də əhalisinin sıxlığı və texnogen yüklənməsinin yüksəkliyi ilə fərqlənir ki, bu da şəhərin ekoloji vəziyyətinə birbaşa təsir göstərir.

Nəqliyyat vasitələrinin sayının artması, xüsusilə də ekoloji tələblərə cavab verməyən avtomobillərin istismarı, atmosfer havasına buraxılan zərərli qazların (karbon oksid, azot oksidləri, uçucu üzvi birləşmələr və s.) miqdarını artırmaqla havanın keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur. Bundan əlavə, sənaye müəssisələrinin fəaliyyətində tətbiq olunan texnoloji proseslərin bir qismi ətraf mühitin mühafizəsi üzrə normativ tələblərlə tam uzlaşmadığından, bu sahə də atmosferin çirklənməsində mühüm rol oynayır [1].

Bakı şəhərində nəqliyyat və sənaye sahələrinin fəaliyyətindən yaranan atmosfer çirklənməsi problemlərinin elmi əsaslarla təhlil olunması, mövcud statistik göstəricilər və monitoring nəticələri əsasında bu təsirlərin dəyərləndirilməsi, həmçinin şəhər mühitində ekoloji tarazlığın təmin olunmasına xidmət edən səmərəli idarəetmə mexanizmləri və strateji həll yollarının irəli sürülməsi bu tədqiqatın əsas məqsədini təşkil edir. Aparılan araşdırmalar həm elmi-nəzəri, həm də praktiki baxımdan Bakı şəhərinin ekoloji təhlükəsizliyinin təmin olunmasına töhfə vermək məqsədi daşıyır.

Bakı şəhərinin ekoloji vəziyyətinə ümumi baxış

Azərbaycan Respublikasının siyasi, iqtisadi və inzibati mərkəzi kimi çıxış edən Bakı şəhəri, eyni zamanda ölkənin aparıcı sənaye və nəqliyyat infrastrukturalarının cəmləşdiyi əsas regionlardan biridir. Son illərdə müşahidə olunan intensiv urbanizasiya prosesi, iqtisadi fəallığın artması və sənaye müəssisələrinin yüksək sıxlığı şəhərin ekoloji vəziyyətinə həm birbaşa, həm də dolayı təsir göstərən mühüm amillər kimi qiymətləndirilir. Bakı şəhərində ətraf mühitə yönəlmiş texnogen təsirlərin intensivliyi, xüsusilə atmosfer havasının çirklənməsi baxımından aktual ekoloji problemlər sırasında xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Şəhər ərazisində yerləşən iri sənaye kompleksləri – neft emalı zavodları, metallurgiya müəssisələri, kimya sənayesi obyektləri və digər istehsalat sahələri – atmosfərə müxtəlif mənşəli və tərkibli zərərli maddələrin atılması ilə xarakterizə olunur. Bu emissiyalar əsasən karbon qazı (CO_2), azot oksidləri (NO_x), kükürd dioksid (SO_2), toz hissəcikləri və digər zərərli birləşmələri əhatə edir. Atmosferə buraxılan bu çirkləndirici komponentlər yalnız şəhər ekosistemlərinə deyil, eyni zamanda əhəlinin sağlamlığına da mənfi təsir göstərməkdədir [2].

Dövlət Statistika Komitəsinin 2023-cü il üzrə təqdim etdiyi rəsmi məlumatlara əsasən təkcə nəqliyyat sektorundan atmosfərə buraxılan karbon qazının ümumi miqdarı təxminən 1.2 milyon ton təşkil etmişdir ki, bu da ümumi emissiya həcminin əhəmiyyətli bir hissəsini əhatə edir. Nəqliyyat vasitələrinin sayının ildən-ilə artması və onların böyük bir hissəsinin daxiliyanma mühərrikləri ilə təchiz olunması ekoloji tarazlığın pozulmasında mühüm rol oynayır. Bu vəziyyət Bakı şəhərində havanın keyfiyyətinin idarə olunması və ekoloji dayanıqlığının təmin edilməsi baxımından kompleks yanaşmaların tətbiqi zərurətini qarşıya çıxarır [3, 4].

Nəqliyyat sektorunun atmosfərə təsiri

Bakı şəhərində nəqliyyat sektorunun intensiv inkişafı və avtomobil nəqliyyat vasitələrinin sayının sürətlə artması şəhər ekosisteminə yönəlmiş antropogen təsirlərin əsas istiqamətlərindən biri kimi qiymətləndirilir. Əhəlinin və iqtisadi aktivliyin artması ilə əlaqədar olaraq fərdi və ictimai nəqliyyat vasitələrinin sayında müşahidə olunan davamlı artım şəhər mühitində atmosfer havasının çirklənməsi, akustik komfortluq şəraitinin pozulması və ümumilikdə ekoloji gərginliyin yüksəlməsi ilə nəticələnmişdir.

Avtomobil nəqliyyat vasitələrinin istismarı nəticəsində atmosfərə atılan zərərli qazlar təkcə karbon qazı (CO_2) ilə məhdudlaşmır. Müasir ekoloji araşdırmalar sübut edir ki, daxiliyanma mühərrikləri ilə işləyən nəqliyyat vasitələri tərəfindən atmosfərə azot oksidləri (NO_x), kükürd dioksidi (SO_2), benzopiren, formaldehidlər və digər toksik birləşmələr emissiya olunur ki, bu da hava keyfiyyətinin pisləşməsinə və insan sağlamlığına ciddi təhlükə yaradır [5].

Bakı Nəqliyyat Agentliyinin rəsmi məlumatlarına əsasən hazırda şəhərdə qeydiyyatda olan avtomobillərin təxminən 70%-i benzin və dizel yanacağı ilə işləyir. Sözügedən göstərici nəqliyyat sektorunun ətraf mühitə göstərdiyi təsirin miqyasını daha da genişləndirərək, yaşıl enerji texnologiyalarına keçidin və ekoloji baxımdan effektiv nəqliyyat vasitələrinin tətbiqinin zəruriliyini önə çıxarır [6].

Təqdim olunan cədvəldə 2015–2023-cü illər ərzində Bakı şəhərində nəqliyyat vasitələrinin sayındakı artım və bununla əlaqədar olaraq CO_2 emissiyalarının dinamikası göstərilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1.

2015–2023-cü illərdə Bakı şəhərində nəqliyyat vasitələrinin sayı və CO₂ emissiyasının miqdarı

S/n	İllər	Nəqliyyat vasitələrinin sayı	CO ₂ emissiyası (min ton)
1	2015	420,000	960
2	2018	540,000	1,100
3	2021	610,000	1,180
4	2023	680,000	1,250

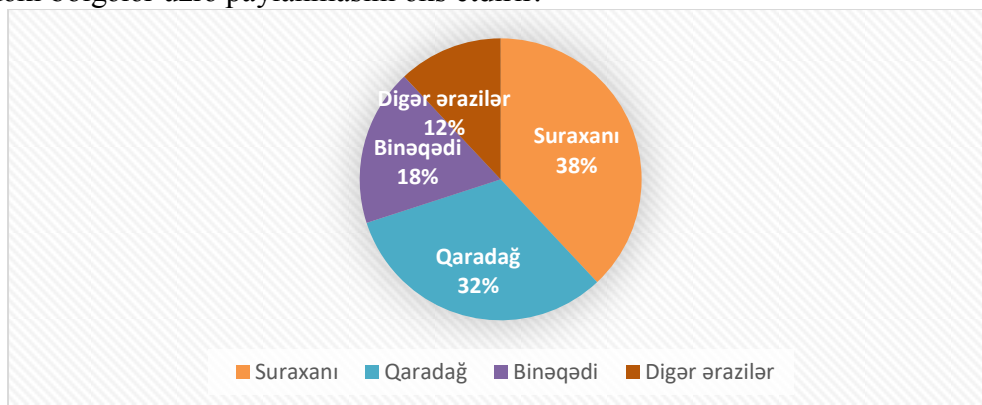
Cədvəldə təqdim olunan statistik göstəricilərdən də göründüyü kimi nəqliyyat vasitələrinin sayının artması ilə paralel şəkildə atmosfərə buraxılan karbon qazının miqdarında da nəzərəcarpacaq artım qeydə alınmışdır. Bu tendensiya şəhər mühitində ekoloji təhlükəsizlik məsələlərinin aktuallığını artırmaqda və davamlı nəqliyyat sistemlərinin tətbiqini zərurini ön plana çəkmişdir.

Sənaye müəssisələrinin atmosfərə təsiri

Bakı şəhərinin ekoloji vəziyyətinə təsir edən əsas antropogen amillərdən biri sənaye sahəsində aparılan intensiv fəaliyyətlərdir. Şəhərin iqtisadi strukturunda mühüm yer tutan sənaye fəaliyyətləri əsasən Suraxanı, Qaradağ və Binəqədi inzibati rayonlarında yerləşən iri istehsalat obyektləri vasitəsilə həyata keçirilir. Bu bölgələrdə yerləşən neftayırma zavodları, kimya və metallurgiya müəssisələri gündəlik olaraq atmosfərə müxtəlif tərkibli sənaye tullantıları buraxmaqla havanın keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə mənfi təsir göstərir.

Aparılan araşdırmalara əsasən bu sahələrdə həyata keçirilən istehsal prosesləri nəticəsində atmosfərə buraxılan çirkləndirici maddələrin əsas komponentlərini kükürd birləşmələri (SO₂, H₂S), azot dioksidi (NO₂), karbon birləşmələri, uçucu üzvi birləşmələr (VOC), həmçinin qurğuşun, cıvə, kadmium kimi ağır metallar təşkil edir. Bu maddələrin uzunmüddətli təsiri nəticəsində təkcə atmosferin kimyəvi tərkibində dəyişikliklər baş vermir, həm də insan orqanizminin tənəffüs, sinir və ürək-damar sistemləri üzərində mənfi fizioloji təsirlər müşahidə olunur. Bundan əlavə, yerli floranın biomüxtəlifliyi azalır, torpaq və su ehtiyatlarında ikinci dərəcəli çirklənmə halları müşahidə olunur [3].

Əldə edilən məlumatlar əsasında tərtib olunmuş aşağıdakı diaqram sənaye emissiyalarının şəhər ərazisindəki bölgələr üzrə paylanmasını əks etdirir:



Şəkil. Sənaye emissiyalarının bölgələr üzrə paylanma diaqramı

Bu bölgə üzrə paylanma göstəriciləri sənaye istehsalının məkan strukturunu və müvafiq ərazilərdəki ekoloji yüklənmənin səviyyəsini müəyyən etməyə imkan verir. Müvafiq ərazilərdə sənaye müəssisələrinin fəaliyyətində müasir filtrasiya və təmizləmə texnologiyalarının tətbiq edilməməsi atmosfərə atılan zərərli maddələrin normativ göstəricilərdən artıq səviyyədə olmasına səbəb olur. Bu səbəbdən sənaye sektorunda ekoloji idarəetmənin təkmilləşdirilməsi, emissiyaların azaldılmasına yönəlmiş texnoloji modernləşdirmə tədbirlərinin görülməsi və müntəzəm monitoring

sistemlərinin tətbiqi Bakı şəhərinin ekoloji davamlılığı baxımından prioritet istiqamətlərdən biri kimi çıxış edir [7].

Havanın keyfiyyətinin monitorinqi və nəticələri

Bakı şəhərinin atmosfer havasının keyfiyyətinə nəzarət və onun analitik qiymətləndirilməsi Azərbaycan Milli Hidrometeorologiya Xidməti (AMHX) tərəfindən sistemli şəkildə həyata keçirilir. 2023-cü il üzrə təqdim edilən rəsmi hesabatlara əsasən şəhərin bir sıra bölgələrində, xüsusilə mərkəzi hissələrdə və əsas sənaye zonalarında havanın keyfiyyət göstəriciləri Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST) müəyyən etdiyi sanitar-normalara uyğun gəlməmiş və “orta” və “pis” kateqoriyaları ilə xarakterizə olunmuşdur.

Monitorinqin nəticələri göstərir ki, PM10 və PM2.5 tipli toz hissəciklərinin konsentrasiyası ilin bəzi aylarında kritik həddə çataraq ÜST tərəfindən müəyyən edilən gündəlik orta həddi (PM2.5 üçün $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 2–3 dəfə üstələmişdir. Xüsusilə qış aylarında, inversiya hadisələrinin baş verdiyi dövrlərdə bu göstəricilər daha da yüksək olmuşdur ki, bu da tənəffüs yolları xəstəliklərinin və allergik reaksiyaların intensivləşməsinə səbəb olmuşdur. Aşağıdakı cədvəldə Bakı şəhərinin müxtəlif zonalarında 2023-cü ildə qeydə alınmış əsas çirkləndirici maddələrin orta illik konsentrasiyası təqdim olunmuşdur (cədvəl 2).

Cədvəl 2.

2023-cü ildə Bakı şəhərində havanın əsas çirkləndirici göstəriciləri

Zona	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mərkəz	48	75	30
Binəqədi	52	81	34
Suraxanı	56	89	40

Cədvəldəki göstəricilərdən də göründüyü kimi Suraxanı və Binəqədi rayonlarında PM2.5 və azot dioksidinin (NO₂) konsentrasiyaları digər zonalarla müqayisədə daha yüksəkdir. Bu ərazilərdə sənaye obyektlərinin sıxlığı və nəqliyyat axınının intensivliyi belə nəticələrin formalaşmasında mühüm rol oynayır. SO₂-nin (kükürd dioksidi) yüksək konsentrasiyası xüsusilə neft emalı zavodlarının və yanacaq ilə işləyən müəssisələrin ətraf ərazilərində müşahidə olunur.

Bu göstəricilər ekoloji risklərin effektiv idarə edilməsi, ictimai səhiyyənin qorunması və uzunmüddətli şəhər inkişaf strategiyalarında hava keyfiyyətinin mühüm amil kimi nəzərə alınmasının vacibliyini vurğulayır. Həmçinin, havanın keyfiyyətinə dair real vaxt rejimində monitorinq sistemlərinin genişləndirilməsi və ictimai məlumatlandırmanın gücləndirilməsi kimi tədbirlər də ətraf mühitin mühafizəsi baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Həll yolları və davamlı şəhər inkişafı

Bakı şəhərində nəqliyyat və sənaye sektorlarının atmosfərə olan mənfi təsirlərinin azaldılması və ətraf mühitin qorunmasının təmin edilməsi məqsədilə kompleks, elmi əsaslı yanaşmaların tətbiqi zəruri hesab olunur. Bu kontekstdə ekoloji dayanıqlılıq təmin etməyə yönəlmiş bir sıra prioritet strategiyalar aşağıdakı kimi sistemləşdirilə bilər:

a) **Elektrik nəqliyyatının təşviqi və emissiyasız nəqliyyatın inkişafı:** Şəxsi avtomobillərin sayının artması ilə bağlı yaranan ekoloji yükü azaltmaq üçün elektromobillərin və elektrikle işləyən ictimai nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi genişləndirilməlidir. Bu məqsədlə şəhər daxilində elektrik enerjisi ilə işləyən avtobus marşrutlarının sayının artırılması, elektromobil sahibləri üçün stimullaşdırıcı mexanizmlərin (vergi güzəştləri, pulsuz park yerləri və s.) tətbiqi vacibdir.

b) **Sənaye müəssisələrinin ekoloji modernizasiyası.** Ənənəvi istehsal texnologiyalarının müasir, ekoloji cəhətdən təmiz alternativ texnologiyalarla əvəzlənməsi, eləcə də sənaye tullantılarının filtrasiyası və utilizasiyası sahəsində innovativ yanaşmaların tətbiqi ətraf mühitin mühafizəsində həlledici əhəmiyyət kəsb edir. Eyni zamanda, emissiyaların miqdarını real vaxt rejimində izləyə bilən avtomatlaşdırılmış monitorinq sistemləri ilə sənaye müəssisələrinin təchiz olunması təklif olunur.

c) **Yaşıl zonaların genişləndirilməsi və şəhər landşaftının ekoloji balansı.** Atmosfer çirklənməsi ilə mübarizədə təbii filtr funksiyasını yerinə yetirən yaşıl zonaların artırılması mühüm tədbirlərdən biridir. Şəhərin ətraf zonalarında meşə zolaqlarının yenidən qurulması, şəhər daxilində park və yaşıllıq sahələrinin genişləndirilməsi, eləcə də binaların yaşıllaşdırılması məqsədilə "yaşıl damlar" və "yaşıl fasadlar" kimi müasir şəhərsalma texnologiyalarının tətbiqi ətraf mühitin qorunmasına mühüm töhfə verə bilər [8].

d) **İctimai nəqliyyat infrastrukturunun təkmilləşdirilməsi.** Davamlı şəhər inkişafı çərçivəsində ictimai nəqliyyata üstünlük verilməsi şəxsi avtomobillərə olan tələbatı azalda bilər. Bakı şəhərində metro və avtobus xətlərinin coğrafi əhatəsinin genişləndirilməsi, multimodal nəqliyyat sistemlərinin tətbiqi və keçid məntəqələrinin optimallaşdırılması havanın çirklənməsinin azaldılmasına şərait yaradır.

e) **Monitoring sistemlərinin təkmilləşdirilməsi və ictimai maarifləndirmə.** Atmosferin çirklənməsinə dair məlumatların açıq və şəffaf şəkildə təqdim edilməsi, həmçinin vətəndaşların bu sahədə maarifləndirilməsi ətraf mühitin qorunmasına cəmiyyətin fəal iştirakını təmin edir. Rəqəmsal platformalar üzərindən real vaxt rejimində hava keyfiyyət göstəricilərinin yayımlanması və əhalinin ekoloji təhsili üzrə maarifləndirici proqramların təşkili vacib tədbirlər sırasında yer almalıdır.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar sübut edir ki, Bakı şəhərində atmosfer çirklənməsinin əsas mənbələri nəqliyyat və sənaye sektorlarıdır və bu sahələr şəhərin ekosisteminə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bakı şəhərindəki nəqliyyat şəbəkəsinin sıxlığı və sənaye müəssisələrinin fəaliyyət intensivliyi, xüsusən də köhnəlmiş texnologiyaların istifadə edilməsi havaya zərərli tullantıların buraxılmasına səbəb olur. Belə çirklənmələrin qarşısını almaq və ətraf mühitin qorunmasını təmin etmək üçün ekoloji yönümlü proqram və konsepsiyaların qəbul edilməsi əhəmiyyətli məsələlərdən biridir.

Alternativ nəqliyyat vasitələrinin, xüsusilə elektrik avtomobillərinin və ictimai nəqliyyatın inkişaf etdirilməsi və təşviqi məqsədilə müvafiq tədbirlər görülməlidir. Bununla yanaşı, sənaye proseslərinin ekoloji baxımdan modernləşdirilməsi və təmiz texnologiyaların tətbiqi zəruridir. Bu tədbirlər yalnız atmosfer çirklənməsinin səviyyəsini azaltmaqla kifayətlənmir, eyni zamanda şəhər əhalisinin sağlamlığını qorumağa və həyat keyfiyyətini artırmağa kömək edir.

Müasir monitoring sistemləri və analitik metodlar atmosferin vəziyyətini dəqiq qiymətləndirməyə və ortaya çıxan ekoloji problemləri vaxtında müəyyənləşdirməyə imkan yaradır. Bu cür texnologiyalar həmçinin hökumət və müvafiq qurumlar üçün effektiv qərarların qəbul edilməsi baxımından mühüm rol oynayır.

Nəticə olaraq məlumdur ki, Bakı şəhərində sağlam və davamlı ekoloji mühitin formalaşdırılması üçün kompleks yanaşmaların tətbiqi vacibdir. Ekoloji siyasətlərin möhkəmləndirilməsi və təmiz enerji texnologiyalarının təşviqi ilə paralel olaraq, cəmiyyətin ekoloji maarifləndirilməsinin yüksəldilməsi də bu sahədə vacib strateji tədbir kimi qiymətləndirilməlidir.

Ədəbiyyat

- [1]. Mustafazadə, N.X. Atmosfer çirklənmələrinin ətraf mühitə təsiri və istixana qazları / N.X.Mustafazadə // AMAKA-nın xəbərləri. –Bakı, №1 (27), –2024, –s.45-52
- [2]. Мустафазаде, Н.Х. Особенности проведения мониторинга атмосферного загрязнения с использованием данных мобильного измерительного комплекса // «Природные системы и ресурсы». Т.14, №2. –2024, –с.40-46.
- [3]. Dünya Bankı. (2022). Bakı şəhərində ekoloji inkişafın dayanıqlı modelləri.
- [4]. Avropa Komissiyası. (2021). Hava keyfiyyəti və şəhər siyasətləri: Təcrübələr və təkliflər.
- [5]. Байрамова, А.С. Экологические аспекты защиты атмосферы от промышленных газов методом адсорбции // Экология и строительство. –М., 2024. №1. –С.4-8

- [6]. Əliyev, M. Bakı şəhərində ekoloji mühitin davamlı inkişafı və problemləri / M.Əliyev S.Quliyev // İqtisadiyyat və Ekologiya. –2019. 7(4). –s.210-218.
- [7]. Байрамова, А.С., Мамедов, Р.А. Экологический мониторинг состояния окружающей среды на основе данных дистанционного зондирования // Материалы 21-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» ИКИ РАН. –Москва, –13-17 ноября, –2023, –с.140
- [8]. Dünya Səhiyyə Təşkilatı (WHO). Hava çirklənməsi və sağlamlıq: Bakı şəhərindəki tədqiqatın nəticələri. Regional Hava Keyfiyyəti Hesabatı. (2023).

Summary

The impact of transport and industry on the atmosphere of Baku

Mustafazade N.Kh., Bayramova A.S., Ahmadli L.V.

Keywords: *atmospheric pollution, transport, industry, environmental strategy, air quality*

The article presents analyses based on the obtained statistical data on air quality monitoring, and estimates based on these analyses. At the same time, strategic approaches based on the principles of sustainable urbanism and green economy have been proposed to improve the existing environmental situation. Based on the conducted research, it has been shown that by strengthening environmental management mechanisms in the transport and industrial sectors, introducing innovative technologies and raising public awareness, it is possible to reduce the level of atmospheric pollution. To this end, scientifically based environmental strategies and recommendations were presented as the main results of the article.

Резюме

Влияние транспорта и промышленности на атмосферу города Баку

Мустафазаде Н.Х., Байрамова А.С., Ахмедли Л.В.

Ключевые слова: *загрязнение атмосферы, транспорт, промышленность, экологическая стратегия, качество воздуха*

В статье представлены анализы, проведенные на основе полученных статистических данных по мониторингу качества воздуха, и основанные на этих анализах оценки. Также с целью улучшения существующей экологической ситуации были предложены стратегические подходы, основанные на принципах устойчивого урбанизма и зеленой экономики. На основании проведенных исследований было показано, что за счет усиления механизмов экологического менеджмента в транспортном и промышленном секторах, внедрения инновационных технологий и повышения общественного сознания возможно снижение уровня загрязнения атмосферы. С этой целью в качестве основных результатов статьи были представлены научно обоснованные экологические стратегии и рекомендации.

Azərbaycan Respublikası Göygöl milli parkının landşaft ekosistemlərinin fitopatogen mikobiotasının ekobiologiyası

¹Namazov Nizami Rza oğlu [ORCID](#)

²Yusifova Səbinə Nizami qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1-professor, b.e.d., 2- baş müəllim, c.f.d.
nizami.namazov63@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixəsi Daxilolma tarixi: 13.04.2025 Düzəliş tarixi: 20.05.2025 Qəbulolunma tarixi: 17.06.2025	Azərbaycan Respublikası Göygöl Milli Park landşaftlarının ekosistemlərində mövcud olan bitki növlərindən götürülmüş nümunələrin mikoloji aspektdə analizi zamanı məlum olmuşdur ki, onların üzərindəki göbələk növlərinin 85-90%-i bu və ya digər dərəcədə patogenlik xassəsi daşıyır. Ərazinin bitkilərində göbələkmənşəli çürümə, unlu şəh və pas xəstəliklərinin nisbətən az, lakin ləkəlilik xəstəliyinin əksinə daha geniş yayılması müşahidə olunmuşdur. Burada qeydə alınan xəstə bitkilərdəki göbələklərdən təqribən 58,7%-inin ləkəlilik, 28,5%-inin çürümə, 9,2%-inin unlu şəh, 3,6%-inin isə pas xəstəlikləri törətdiyi müşahidə olunmuşdur. Unlu şəh, çürümə və pas xəstəliklərinə ən çox buradakı Adi qovaq və Şabalıdyarpaq palıd növlərinin fərdlərində rast gəlinmişdir.
Açar sözlər: milli park, fitopatogen, mikobiota, ekobiologiya, ekosistem, taksonomik struktur, biomüxtəliflik	Tədqiq olunan mikobiotalardakı növlərdən 13-nün substrat spesifikliyinə malik olub yalnız bir bitki üzərində yayılması məlum olmuşdur.

Göygöl Milli Parkının meşə və çəmənlik ekosistemlərində 420 bitki növünə rast gəlinir ki, bunun da təqribən 80 növü ağac və kollar, qalan 340 növü isə otlardır.

Burada qeydə alınan xəstə bitkilərdəki göbələklərdən təqribən 58,7%-inin ləkəlilik, 28,5%-inin çürümə, 9,2%-inin unlu şəh, 3,6%-inin isə pas xəstəlikləri törətdiyi müşahidə olunmuşdur.

Tədqiqatın aktuallığı və məqsədi: Kiçik Qafqaz sıra dağlarının Azərbaycan ərazisinə aid şimal-şərq yamaclarında yerləşən Göygöl Milli Parkı 2008-ci ildə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı ilə Azərbaycanın ilk təbiət qoruğu olan- Göygöl Dövlət Təbiət Qoruğunun və ona bitişik meşə və torpaqların bazasında yaradılmışdır. 12755 hektar sahə tutan Milli park hipsometrik olaraq dəniz səviyyəsindən 1000- 3060 metr hündürlükdə yerləşir və ərazisi kiçik, lakin iti axan çaylara malik dərin vadilərə parçalanmışdır. Parkın ərazisində gözəlliyi ilə gözoxşayan Göygöl, eləcə də burada yerləşən Maralgöl, Güzgü göl, Qaragöl, Qaban göl, Şamlıgöl, Ördək gölü, Ağgöl, Cilligöl, Zəligöl, Quş gölü, Kiçik ayı gölü və digər xırda göllər mövcuddur. Bu göllərin hamısı 1139-cu ildə burada baş verən 11 ballıq dəhşətli zəlzələ nəticəsində Kiçik Qafqazın Murovdağ silsiləsinin şimal yamacında yerləşən Kəpəz dağının uçması və mənbəyini buradan götürən Ağsu çayının məcrasını kəsməsi nəticəsində meydana gəlmişdir.

Biomüxtəlifliyinin zənginliyi ilə seçilən təbii cəlbədicilərin landşaftları, eləcə də Milli Park statusu aldıqdan sonra həyata keçirilən bir çox dövlət tədbirləri burada ekoturizmin yüksək səviyyədə inkişafına səbəb olmuşdur. Artıq uzun illərdir ki, buraya nəinki ölkə, həm də dünyanın əksər ölkələrinin minlərlə turistlərinin ziyarəti müşahidə olunur.

Göygöl Milli Parkına 900-1100 metr yüksəkliklər arasında yerləşən - aşağı dağ-meşə qurşağı, 1100-1600 metr yüksəkliklər arasında yerləşən- orta dağ-meşə qurşağı, 1600-1800 metr yüksəkliklər arasında yerləşən- yuxarı dağ-meşə qurşağı, 1800-2200 metr yüksəkliklər arasında

yerləşən- *subalp qurşağı*, 2200- 3000 metr yüksəkliklər arasında yerləşən- *alp qurşağı* xasdır. Parkın ərazisindəki meşələrdə *qonur dağ-meşə*, çəmənliklərində isə *dağ-çəmən torpaqları* mövcuddur. Bu torpaqlarda həyati formalarına görə ot, kol və ağacşəkilli olaraq fərqləndirilən, eləcə də çoxlu endemik və relikt bitki növlərinə rast gəlinir.

Göygöl Milli Parkının meşə və çəmənlik ekosistemlərində 420 bitki növünə rast gəlinir ki, bunun da təqribən 80 növü ağac və kollar, qalan 340 növü isə otlardır. Burada əsasən *Şərq fıstığı* (*Fagus orientalis*), *Qafqaz vələsi* (*Carpinus caucasica*), *Ağ qovaq* (*Populus alba*), *Ürəkvari cökə* (*Tilia cordata* Mill.), *Adi göyrüş* (*Fraxinus excelsior* L.), *Tozağacı* (*Betula pendula*), *Ağcaqayın* (*Acer campestre*), *Şərq palıdı* (*Quercus macranthera*), *Şabalıdyarpaq palıd* (*Quercus castaneifolia*) və s. kimi enliyarpaqlı, *Kox şamı* (*Pinus kochiana*), *Qarmaqvari şam* (*Pinus hamata*) kimi iynəyarpaqlı ağac növlərinə, *Yemişan* (*Crataegus pectinata*), *Əzgil* (*Mespilus germanica*), *Zoğal* (*Cornus mas* L.), *Böyürtkən* (*Rubus caesius* L.), *Gərməşov* (*Viburnum lantana*), *Zirinc* (*Berberis vulgaris* L.), *Alça* (*Prunus divaricata*), *Quş armudu* (*Sorbus* L.), *Doqquzdon* (*Lonicera caucasica*), *Adi fındıq* (*Corulus avellana*) və s. kimi kol növlərinə, *Alp dişəsi* (*Poa alpina*), *Çobanyastığı* (*Anthemis* sp), *Şırımlı topal* (*Festuca rupicola*), *Zəngçiçəyi* (*Campanula* sp.), *Ağbığ* (*Nardus stricta*), *Steven zəncirotu* (*Taraxacum stevenii*), *Qırtıc* (*Poa bulbosa*), *Qafqaz bənövşəsi* (*Viola caucasica*) və s. kimi ot növlərinə rast gəlinir [5].

Məlumdur ki, ekotrofik qruplaşma kimi göbələklər təbii ekosistemlərin vacib komponentlərindən olub, burada baş verən maddələrin kiçik bioloji dövrənində, eləcə də torpaq-humusəmələgəlmə proseslərində mühüm rol oynayırlar. Odur ki, göbələklərin müxtəlif ekosistemlərdə yayılmasının qanunauyğunluqlarını, buradakı ekoloji funksiyalarını, növ tərkibini, rastgəlmə tezliyini, fitopatogen növlərinin sahib bitkilərlə mövcud olan və digər ektrofiki əlaqələrinin xarakterini aydınlaşdırmaq vacib məsələlərdəndir. Təqdim olunan bu işin də başlıca məqsədi Azərbaycan Respublikası Göygöl Milli Parkının bitki ekosistemlərinin əsas həyati formalarının mikobiotasının formalaşmasında iştirak edən göbələklərin fitopatogen növlərini ekobiologiyasına görə tədqiq edilməsidir. Qeyd olunan məqsədin həyata keçirilməsi üçün 2021-2024-cü illər ərzində apardığımız tədqiqatların gedişində Göygöl Milli Parkının bitki ekosistemlərinin formalaşmasında iştirak edən əsas bitki taksonlarının hazırkı vəziyyəti müəyyənəndirilmiş, onların fitopatogen mikobiotası növ tərkibinə, ekotrofiki əlaqələrinə və rastgəlmə tezliyinə görə qiymətləndirilmiş və onların törətdiyi patologiyaların yayılma dərəcəsi müəyyənəndirilmişdir [2].

Material və metodlar. Tədqiqat prosesində Azərbaycan Respublikası Göygöl Milli Parkının ərazisində yerləşən müxtəlif meşə və çəmənlik landşaftlarından ekoloji tədqiqatlarda geniş istifadə olunan planlı marşrut və daimi stasionar sahələrin seçilməsi metodlarına əsasən 2700-ə yaxın bitki nümunələri götürülmüşdür. Əldə olunan nümunələrinin pasportlaşdırılması, laborator analizi, fitopatogenin özünün və törətdiyi xəstəliklərin müəyyən olunması və s. proseslər hazırda bu tip tədqiqatlarda geniş tətbiq olunan metod və yanaşmalara uyğun həyata keçirilmişdir.

Toplanmış canlı bitki nümunələrinin və onlardan hazırlanmış herbarilərin mikoloji analizi əsasən Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil nazirliyinin keçmiş Mikrobiologiya (hazırda Molekulyar biologiya) İnstitutunun və Sumqayıt Dövlət Universitetinin mikrobioloji laboratoriyalarında həyata keçirilmişdir. Nümunələr üzərindəki göbələklərin kultivasiyası və təmiz kulturaya çıxarılma prosesləri bu cür mikoloji tədqiqatlarda geniş tətbiq olunan Eşbi, Çapek, Çapek-Doks, aqarlı səməni şirəsi və digər standart qidalı mühitlərdə aparılmışdır. Təmiz kulturaya çıxarılmış göbələklərin identifikasiya məqsədi ilə tədqiqi əsasən 2500 dəfəyədək böyütmə qabiliyyəti olan “OMAX 40X-2500X LED Digital Lab Trinocular Compound Microscope with USB Camera” markalı mikroskopla həyata keçirilmiş, onların cinsə və növə qədər dəqiq təyini zamanı isə bir sıra müasir mikotik təyinedicilərdən və Beynəlxalq Mikologiya Assosiasiyasının rəsmi saytında verilən məlumatlardan istifadə olunmuşdur.

Patologiyatörədiciələrinin və onların törətdikləri xəstəliklərin ayrı-ayrı bitkilər üzrə *rastgəlmə tezliyi və ya yayılma dərəcəsi* $N=(a/A) \cdot 100$ formuluna əsasən hesablanmışdır.

Təcrübələr ən azı 4 təkrarda qoyulmuş və nəticələr statistik işlənilərək dürüstlüyü mövcud tələblərə cavab verən göstəricilər ($m/M = P \leq 0,05$) əsas kimi qəbul edilmişdir [1, 3, 4].

Nümunə seçimi və mikoloji analiz. Azərbaycan Respublikası Göygöl Milli Parkının ekosistemlərində mövcud olan 248 növ bitkidən götürülmüş 3700-ə yaxın bitki nümunələrinin mikoloji aspektdə analizi zamanı məlum olmuşdur ki, onların mikobiotasının formalaşmasında ümumilikdə 92 göbələk növü iştirak edir ki, onların da içərisində həm Oomycotaların təmsalında göbələyəbənzər canlılar yarımalməinə (Pseudomycota), həm də Mycormycota, Ascomycota (anamorflarla birlikdə) və Bazidiomycotaların təmsalında həqiqi göbələklər (Mycota və ya Fungi) yarımalməinə aid növlər vardır.

Həmin növlər taksonomik strukturuna görə də təhlil edilərkən məlum oldu ki, onların 52,9%-i Ascomycota, 30,8%-i Bazidiomycota, 12,8%-i Oomycota, qalan 3,5%-i isə Mucormycota şöbələrinə aiddir. Onların arasında kifşəkilli və digər qeyri-mitselial tallomlularla yanaşı, monomitik, dimitik və trimitik hifal sisteminə malik əsil mitselial tallomlu növlər də mövcuddur.

İşin müzakirəsi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və nəticə. Azərbaycan Respublikası Göygöl Milli Parkının ekosistemlərində mövcud olan bitki növlərindən götürülmüş nümunələrin mikoloji aspektdə analizi zamanı məlum olmuşdur ki, onların mikobiotasının formalaşmasında iştirak edən göbələk növlərinin içərisində həqiqi biotroflar və həqiqi saprotroflarla yanaşı fakultativlərə və epifitlərə də rast gəlinmişdir. Lakin onların ən azı 85- 90%-i bu və ya digər dərəcədə patogenlik xassəsi daşıyır.

Milli parkın tədqiq edilən bitkilərində göbələkmənşəli çürümə, unlu şəh və pas xəstəliklərinin nisbətən az, lakin ləkəlilik xəstəliyinin əksinə daha geniş yayılması müşahidə olunmuşdur. Hansı ki, burada qeydə alınan xəstə bitkilərdəki göbələklərdən təqribən 58,7%-inin ləkəlilik, 28,5%- inin çürümə, 9,2%- inin unlu şəh, 3,6%- inin isə pas xəstəlikləri törətdiyi müşahidə olunmuşdur. Eyni zamanda çürümə törədən göbələk növləri arasında ayrılıqda ağ və qonur çürümə törədənərlə yanaşı, qarışıq tipdə və yumşaq çürümə törədənələrə də rast gəlinmişdir. Qeyd edək ki, unlu şəh, çürümə və pas xəstəliklərinə ən çox buradakı *Adi qovaq* və *Şabalıdyarpaq palıd* növlərinin fərdlərində rast gəlinmişdir.

Mikobiotasının zənginliyi baxımından analiz edərkən ərazidəki *Şərq fıstığı* (*Fagus orientalis*), *Qafqaz vələsi* (*Carpinus caucasica*), *Qovaq* (*Populus L.*), *Ürəkvari cökə* (*Tilia cordata Mill.*), *Adi göyrüş* (*Fraxinus excelsior L.*), *Tozağacı* (*Betula pendula*), *Ağcaqayın* (*Acer campestre*), *Şərq palıdı* (*Quercus macranthera*), *Əzgil* (*Mespilus germanica*), *Adi fındıq* (*Corulus avellana*), *Alça* (*Prunus divaricata*), *Quş armudu* (*Sorbus L.*) və s. kimi enliyarpaqlı bitki fərdlərinin, *Alp dişəsi* (*Poa alpina*), *Şırımlı topal* (*Festuca rupicola*), *Zəngçiçəyi* (*Campanula sp.*), *Ağbiğ* (*Nardus stricta*) və s. kimi ot bitkilərinin mikobiotasının müxtəlif göbələk növləri ilə daha zəngin, *Kox şamı* (*Pinus kochiana*) və *Qarmaqvari şam* (*Pinus hamata*) kimi iynəyarpaqlı ağac növlərinin, *Yemişan* (*Crataegus pectinata*), *Zoğal* (*Cornus mas L.*), *Böyürtkən* (*Rubus caesius L.*), *Gərməşov* (*Viburnum lantana*), *Zirinc* (*Berberis vulgaris L.*), *Doqquzdon* (*Lonicera caucasica*) və s. kimi kol bitki növlərinin, *Çobanyastığı* (*Anthemis sp.*), *Steven zəncirotu* (*Taraxacum stevenii*), *Qırtıc* (*Poa bulbosa*), *Qafqaz bənövşəsi* (*Viola caucasica*) və s. kimi ot bitki növlərinin mikobiotasının daha kasad olması müşahidə olunmuşdur [3].

Yuxarıda qeyd olunan bitki növlərində müşahidə olunan mikotik mənşəli xəstəlik mərhələsində patologiya törədicilərinin sporulyasiyasına, meyvə cisimlərinin morfolojiyasına və s. xüsusiyyətlərinə ərazinin iqlim və torpaq komponentlərinin ciddi şəkildə təsir etdiyi məlum olmuşdur.

Ümumi mikobiotada universal növlərin xüsusi çəkisinin spesifik növlərlə müqayisədə daha üstün olması aşkarlanmışdır. Belə ki, tədqiq olunan mikobiotalarda növlərdən 13-nün substrat spesifikliyinə malik olub yalnız bir bitki üzərində yayılması məlum olmuşdur. Bu aspektdən yanaşdıqda buradakı *Şərq fıstığı* üzərində onların maksimal növ sayının 8-ə bərabərliyi məlum olmuşdur.

İşdə əldə olunan nəticələr, Göygöl Milli Parkının ekosistemlərindəki bitkilərin patogen mikrobiotasının növ tərkibi və inkişaf biologiyası haqqındakı təsəvvürləri genişləndirən faktiki material olub, onun ərazisində yayılan göbələkmənşəli xəstəliklərə qarşı profilaktik mübarizə tədbirləri üçün nəzəri və praktik əsas ola bilər.

Ədəbiyyat

- [1]. Muradov P.Z., Əlibəyli N.S. Azərbaycanın bəzi meşələrinin ksilomikobiotasının ümumi xarakteristikası // H.Əliyev 100 illiyinə həsr olunmuş “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi konfrans, –Gəncə, –2023, 05-06 may III hissə, –s.107-108.
- [2]. Алибейли, Н. С. Микобиота основных лесообразующих древесных пород Азербайджана и общая характеристика вызываемых ими патологий / Н.С.Алибейли, Т.С.Абасова, К.Ф.Бахшалиева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, –2022. –№02. –с.7-10
- [3]. Əlibəyli, N.S. Azərbaycanın bəzi meşələrinin ksilomikobiotasının ümumi xarakteriskası // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, –2018, c.16, № 2.
- [4]. Qarayeva, A.M. Azərbaycan şəraitində bəzi ağaclarda yayılan ksilotrof göbələklərin növ müxtəlifliyi / A.M.Qarayeva, T.S.Abbasova, E.O. İsgəndər, [və b.] // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri. –Bakı. –2016, c. 14, № 1, –s.281-285
- [5]. Əsədov, K. Azərbaycanın Milli parkları / K.Əsədov, T.İbrahimov. –Bakı: Elm və təhsil, –2013. –336 s.

Summary

Ecobiology of phytopathogenic mycobiota of landscape ecosystems of Goygol National Park of the Republic of Azerbaijan
Namazov N.R., Yusiphova S.N.

Key words: *national park, phytopathogen, mycobiota, ecobiology, ecosystem, taxonomic structure, biodiversity.*

During the mycological analysis of plant samples existing in the ecosystems of the Goygol National Park of the Republic of Azerbaijan, it was found that 85-90% of fungi species on them to one degree or another have pathogenic properties. It was noted that fungal spot disease is more widespread in the plants of the area, than diseases rotting, mealy grew and rust. Of the fungi recorded here in diseased plants about 58.7% cause spots, 28.5% - rot, 9.2% - powdery dew, 3.6% - rust. Mealy grew, rotting and rust diseases most often found here in individuals *Poplar white* (*Populus álba*) and *Chestnut-leaved oak* (*Quercus castaneifolia*).

Резюме

Экобиология фитопатогенной микобиоты ландшафтных экосистем Гейгельского национального парка Азербайджанской Республики
Намазов Н.Р., Юсифова С.Н.

Ключевые слова: *национальный парк, фитопатоген, микобиота, экобиология, экосистема, таксономическая структура, биоразнообразие.*

В ходе анализа в микологическом аспекте образцов, взятых из видов растений, присутствующих в экосистемах ландшафтов Гейгельского национального парка Азербайджанской Республики, было установлено, что 85 - 90% видов грибов на них в той или иной степени обладают свойством патогенности. Грибковая гниль, мучнистая роса и болезни ржавчины относительно немногочисленны в растениях этого района, но более распространены, чем болезнь пятнистости. Из грибов на больных растениях, зарегистрированных здесь, было замечено, что около 58,7% вызывают пятнистость, 28,5%-гниль, 9,2% - мучнистую росу и 3,6% - болезни ржавчины. Мучнистая роса, гниль и болезни ржавчины чаще всего встречались у особой обыкновенного тополя и Каштанолистного дуба. Из изученных видов микобиоты известно, что 13 имеют субстратную специфичность и распространяются только на одно растение.

Diaqnostika məlumatlarına əsasən boru kəmərinin qalıq resursunun qiymətləndirilməsi

¹İsmayılov Qafar Qulambüseyn oğlu [ORCID](#)

²İsmayılova Fidan Babəli qızı [ORCID](#)

³Nəğizadə Anar Rasim oğlu [ORCID](#)

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 1-professor, 2-dosent

Neft-Qaz Elmi Tədqiqat Layihə İnstitutu, SOCAR, 3-doktorant

asi_zum@mail.ru,

fidan.ismayilova.2014@mail.ru

Nagizadeanar26@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixəsi Daxilolma tarixi: 05.11.2024 Düzəliş tarixi: 28.02.2025 Qəbulolunma tarixi: 03.04.2025	Məlumdur ki, istismarda olan neft və qaz kəmərlərinin etibarlılıq parametrlərinin dəqiqləşdirilməsi (təyini) təhlükəsizlik baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə kəmərlərdə aparılan texniki diaqnostika məlumatlarından istifadə olunur. Boru kəmərlərinin xarici və boru daxili müayinəsi nəticəsində əldə olunan məlumatlar əsasında təhlillər və hesablamalar aparılır.
Açar sözlər: boru kəməri, diaqnostika, qalıq resursu, möhkəmlik, etibarlılıq, qalınlıq, korroziya	Diaqnostika məlumatlarının təhlili nəticəsində neft və qaz kəmərlərinin qalıq resurslarının (etibarlı istismara yararlılığı müddəti) hesablanması aparılır. Məqalədə faktiki istismar göstəriciləri və diaqnostika məlumatlarına əsasən boru kəmərinin qalıq resursunun hesablanmasına baxılmış, kəmərin təhlükəsiz istismar müddəti təyin edilmişdir. Boru kəmərinin qalıq resursunun onun divarının minimal ehtimal olunan qalınlığına və ümumi korroziya sürətinə görə hesablanmasının nümunəsi verilmişdir.

Giriş.

Magistral və mədən texnoloji boru kəmərlərinin istismar olunan sistemləri verilən etibarlılıq səviyyəsini təmin etməlidir. Obyektin təyinatından asılı olaraq etibarlılıq anlayışı aşağıdakıları özündə əks etdirir:

- işdən dayanmamaq;
- uzun müddətliklik;
- təmirə yararlılıq və $s [1 \div 5]$.

Boru kəmərinin etibarlılıq parametrlərinin təyini məqsədilə, xüsusi halda, uzunömürlüyü texniki vəziyyət haqqında olan məlumatlarının təhlili aparılır. Bu təhlil əsasında boru kəmərinin verilən rejimlərdə və istismar şəraitlərində boru kəmərinin tələb olunan funksiyaları yerinə yetirmək, texniki xidmət göstərmək, təmir və nəql işini həyata keçirmək qabiliyyəti təyin edilir. Bu məqsədlə təhlil üçün əsas boru kəmərinin xarici və borudaxili müayinəsi nəticəsində əldə olunan məlumatlar hesab edilir [6, 7]. Təhlilin nəticəsində qalıq resurslarının hesablanması əsasında boru kəmərinin təhlü-kəsiz istismar müddəti müəyyən edilir. Hesablamaların aparılması üçün aşağıdakı ilkin məlumatlardan istifadə olunur:

- boru kəmərinin borudaxili müayinəsinin məlumatları;
- boru kəmərinin texniki və istismar xüsusiyyətləri;
- borunun materialının texniki göstəriciləri (xüsusiyyətləri).

Boru kəmərlərinin qalıq resurslarının qiymətləndirilməsi məqsədilə əvvəlcə boru kəmərləri üçün uzunömürlük, limit (ən kənar) vəziyyət, kəmərin xidmət müddəti anlayışlarının izahına baxaq.

Uzunömürlük dedikdə qəbul edilmiş texniki xidmət və təmir sisteminə uyğun obyektin (boru kəmərinin) limit vəziyyətinədək öz iş qabiliyyətini saxlaması nəzərdə tutulur. Limit (ən son) vəziyyət boru kəməri üçün daha artıq öz təyinatı üzrə fəaliyyəti mümkün deyil, yaxud məqsədəuyğun sayılmır.

Boru kəmərinin ehtiyatı (resursu) onun dayanmadan istismar müddətidir (yəni işə düşmə anından son (limit) vəziyyətə kimi olan müddətdə).

Boru kəməri üçün xidmət müddəti isə kəmərlə işə düşən vaxtdan limit vəziyyətə keçənə kimi olan təqvim vaxtı hesab olunur.

Boru kəmərinin qalıq resursunun boru divarının minimal ehtimal olunan qalınlığına görə hesablanmasına baxaq:

Müxtəlif üsullarda boru kəmərinin elementlərində başdan-başa nəzarət həyata keçirilməsi heç də həmişə mümkün olmur. Bu əsasən kəmərin bəzi hissələrinin nəzarət-müayinə edilməsi üçün şəraitin olmaması ilə bağlı olur. Bəzi hallarda isə heç buna ehtiyac da olmur. Odur ki, adətən ən çox zədələnən hissələr seçmə yolu ilə, ən böyük qüsurlu sahələr üçün nəzarət-monitorinq üsulu həyata keçirilmiş olur.

Boru kəmərinin faktiki ölçülmüş qalınlıqlarının qiymətləri nəzərə alınmaqla verilən variant üçün ölçülmüş qalınlıqların orta qiyməti (t_{or}) təyin edilir:

$$t_{or} = \frac{\sum_{k=1}^N t_k}{N} \quad (1)$$

Burada: N – ölçmələrin sayı (əgər $N < 10$ olarsa, onda orta kvadratik yayınma (σ) hesablanmır).

Ona görə ki, ölçmələrin sayı az olduğundan onun təyinin dəqiqliyi aşağı olur;

t_k – divarın qalınlığının k -cı sahədə ölçülmüş qiyməti.

Eyni istismar şəraitində olan bir neçə sahədə ölçmələrin nəticələrinə əsasən orta kvadratik fərqlənmə (σ) hesablanır:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (t_k - t_{or})^2} \quad (2)$$

Bütün mədən boru kəmərlərinə tətbiq olunan (95% inamla) nəzarət olunmayan sahələr nəzərə alınmaqla borunun mümkün olan minimal qalınlığı hesablanır:

$$t_{min} = t_{or} - 2 \cdot \sigma \quad (3)$$

Boru divarının minimal ehtimal olunan qiyməti müəyyənləşdirildikdən sonra möhkəmliyi yoxlama üçün hesablama aparılır. Bu halda möhkəmliyə hesablama statik yüklənmə və korroziya şəraitlərində kəmərin istismarının təhlili əsasında aparılır. Bu zaman əsas zədələyici amil kimi ümumi korroziya qəbul edilir. Çünki ümumi korroziyanın hesabına boru divarının qalınlığı azalır və beləliklə, kəmərin aparıcı qabiliyyəti azalmış olur. Boru kəmərinin istismarı mümkün hesab edilir o hallarda ki, divarın faktiki qalınlığı brak hesab olunan qalınlıqdan (t_{br}) çox olsun.

[1] standartına uyğun olaraq boru kəmərinin qalıq resursunun qiymətləndirilməsi boru daxilində olan təzyiqə əsasən aparılır. Borunun materialının əsas möhkəmlik xarakteristikası kimi kəmərlərin hesablanması zamanı dərilməyə (sıxılmaya) normativ və hesabi müqavimətlər istifadə olunur. Əgər diaqnostik ölçmələr zamanı onlar normativ qiymətlərdən az olarsa, onda faktiki məlumatlardan istifadə olunur. R_1^n və R_2^n normativ müqavimətlər uyğun olaraq müvəqqəti müqavimətin (σ_m) və axıcılıq həddinin (σ_{ax}) minimal qiymətlərinə bərabər qəbul edilir.

Qalıq resursunun qiymətləndirilməsinin vacib şərtlərindən biri boru divarının qalınlığı üçün hesabi (t_n), brak hesab olunan (t_{br}) və minimal (t_{min}) qiymətlərin təyin edilməsidir.

Divarın qalınlığının yoxlanılan hesabi qalınlığı aşağıdakı ifadəyə əsasən təyin edilir:

$$t_h = \frac{\gamma_f \cdot k \cdot P \cdot D_x}{2(R + 0,6 \cdot \gamma_f \cdot P)} \quad (4)$$

$$R = \min \left[\frac{R_1^n \cdot m_2}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \frac{R_2^n \cdot m_2}{0,9 \cdot \gamma_n} \right] \quad (5)$$

Burada: k – boruların və birləşdirici hissələrin daşıyıcı qabiliyyəti əmsalı olub CП 34-115-97 sənədinə uyğun olaraq qəbul edilir;

P – boru kəmərinə işçi təzyiq, MPa ;

D_x – kəmərin və ya hissələrinin xarici diametri, mm ;

Boru kəməri üçün brak qalınlıq hesab olunan qiyməti [2,3] sənədlərinə əsasən aşağıdakı kimi müəyyənəndirilir. Əvvəlcə aşağıdakı nisbət hesablanır:

$$\frac{R_2^n \cdot m_3}{R_1^n \cdot m_2} \quad (6)$$

Burada: R_1^n – borunun materialının dağılma müvəqqəti müqavimətinin ən kiçik qiymətinə bərabər olan normativ müqavimət. Müvafiq QOST-a əsasən qəbul edilir;

R_2^n – borunun materialını dartılma, sıxılma və əyilmə zamanı axıcılıq həddinin ən kiçik qiymətinə bərabər olan normativ müqavimət. Müvafiq QOST-a əsasən qəbul olunur;

m_2 – nəql olunan mühitdən asılı olaraq qəbul edilən və boru kəmərinin iş şəraiti əmsalı;

m_3 – yüksək temperaturlarda borunun materialının iş şəraiti əmsalı.

Əgər $\frac{R_2^n \cdot m_3}{R_1^n \cdot m_2} \geq 0,75$ olarsa, onda boru kəmərinin divarının brak olunmuş qalınlığı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$t_{br} = \frac{n \cdot P \cdot \alpha \cdot D_x}{2 \cdot (R_1 + n \cdot P)} \quad (7)$$

Əgər $\frac{R_2^n \cdot m_3}{R_1^n \cdot m_2} < 0,75$ olarsa, onda:

$$t_{br} = \frac{n \cdot P \cdot \alpha \cdot D_x}{2 \cdot (0,9 R_2^n \cdot m_3 + n \cdot P)} \quad (8)$$

Burada: R_1 – borunun materialının və boru kəmərinin hissələrinin hesabi müqaviməti;

n – boru kəmərinə işçi təzyiqin çox olmasını göstərən əmsal;

α – borunun aparıcı qabiliyyətini xarakterizə edən əmsal;

P – boru kəmərinə işçi təzyiqidir.

Boru kəmərinin təhlükəsiz istismarının mümkünlüyü aşağıdakı xarakteristikalar üzrə yerinə yetirilir. Borunun divarının minimal qalınlığı (t_{min}) brak çıxan qalınlıqla (t_{br}) tutuşdurulur. Qaydalara uyğun olaraq boru kəmərinin elementlərinin tab gətirəcəyi boru daxili təzyiq (P_0) hesablanır:

$$P_0 = \frac{2 t_{min} R_1}{n \cdot D_x} \quad (9)$$

Boru kəmərinin sonrakı istismarına aşağıdakı şərtlərin ödənilməsi halında icazə verilir:

$$t_{min} > t_{br} \text{ və } P_0 > P_{i\varphi} \quad (10)$$

Burada: $P_{i\varphi}$ – boru daxili işçi təzyiqidir.

Növbəti addım korroziya prosesinin sürətinin təyini ilə bağlıdır. Minimal qalınlıq nəzərə alınmaqla korroziya sürəti aşağıdakı ifadəyə əsasən müəyyənəndirilir:

$$v_{or} = \frac{t_n - t_{min}}{\tau} \quad (11)$$

Burada t_n – layihə üzrə (nominal) qalınlıq, mm ;

τ – boru kəmərinin istismar müddətidir.

Sonda boru kəmərinin qalıq resursu (τ_{qal}) hesablanır:

$$\tau_{qal} = \frac{t_{min} - t_{br}}{v_{or}} \quad (12)$$

Aşağıda boru kəmərinin qalıq resursunun hesablanması nümunəsinə də baxılmışdır.

Hesablama üçün ilkin məlumatları əldə etmək üçün neftqazmədən boru kəmərinin texniki diaqnostikası aparılmışdır. Nəql olunan məhsulda hidrogensulfid yoxdur. Boru kəməri 1990-cı ildən istismar olunur və QOST 8731-ə əsasən quraşdırılıb və polad 20 markalı materialdan (QOST 1050) ibarətdir.

Boru kəmərinin istismar xarakteristikası CII 34-116-97 normativ sənədə uyğun qəbul olunubdur.

- Borunun xarici diametri - $D_x = 279 \text{ mm}$;
- Nominal qalınlıq $t_n = 10 \text{ mm}$;
- İşçi təzyiq $P_{i\varphi} = 10 \text{ MPa}$;
- Borunun aparıcı qabiliyyət əmsalı $k = 1$;
- Polad 20 üçün $R_1^n = 420 \text{ MPa}$, $R_2^n = 250 \text{ MPa}$;
- Boru kəmərinin aidiyyəti üzrə etibarlıq əmsalı $\gamma_n = 1$;
- Boru kəmərinin iş şəraiti əmsalı (nəql olunan məhsula görə) $m_2 = 0,75$;
- Material üzrə etibarlıq əmsalı $\gamma_m = 1,55$;
- Yük üzrə etibarlıq əmsalı $\gamma_f = 1,15$;
- İşçi təzyiqdən çox yüklənmə əmsalı $n = 1,2$;
- Borunun aparıcı qabiliyyəti $\alpha = 1$;
- Borunun materialının dağılma zamanı iş şəraiti əmsalı $m_1 = 0,85$;
- Yüksək temperaturlarda boru materialının iş şəraiti əmsalı $m_3 = 1$;
- Borunun materialının bircinslilik əmsalı $k_1 = 0,8$.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində boru divarının qalınlığının ölçülmüş qiymətləri cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl.

Ölçmə nəticələrində qalınlıqlar (mm)

Ölçmələr	Layihə üzrə qalınlıq (t_n)	Ölçmə aparılan nöqtələr			
		I	II	III	IV
1	10	8,5	8,5	8,6	8,7
2	10	8,7	7,8	8,6	9
3	10	7,8	8,6	7,9	8,9
4	10	7,7	8,4	8,5	8,9
5	10	9,3	9,3	9,4	9,4
6	10	9,1	9	9	9
7	10	7,8	7,7	8,3	8,7
8	10	8,8	8,7	8,7	8,8
9	10	8,5	7,9	8	8
10	10	9,3	7,9	8,4	7,9

Ölçmə məlumatları nəzərə alınmaqla hesablamalar aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır:

(4) ifadəsinə uyğun olaraq boru divarının qalınlığı üçün yoxlama hesablaması aparılır.

$$t_h = \frac{\gamma_f \cdot k \cdot P \cdot D_x}{2(R + 0,6 \cdot \gamma_f \cdot P)} = \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,273}{2(203 + 0,6 \cdot 1,15 \cdot 10)} = 0,0078 \text{ m}$$

Burada R-in qiyməti aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$R = \min \left| \begin{matrix} R_1^n \cdot m_2 & R_2^n \cdot m_2 \\ \gamma_m \cdot \gamma_n & 0,9 \gamma_n \end{matrix} \right| = \left\| \begin{matrix} 420 \cdot 0,75 & 250 \cdot 0,75 \\ 1,55 \cdot 1 & 0,9 \cdot 1 \end{matrix} \right\| = \min |203,208| = 203 \text{ MPa}$$

Brak hesab olunan qalınlığın hesablanması üçün aşağıdakı nisbət hesablanır:

$$\frac{R_2^n \cdot m_3}{R_1^n \cdot m_2} = \frac{250 \cdot 1}{420 \cdot 0,75} = 0,79 > 0,75$$

t_{br} qalınlığı (7) düsturuna əsasən təyin edirik:

$$t_{br} = \frac{n \cdot P \cdot \alpha \cdot D_x}{2(R_1 + n \cdot P)} = \frac{1,2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,273}{2(214,2 + 1,2 \cdot 10)} = 0,007 \text{ m}$$

R_1 – borunun materialının hesabi müqaviməti olub, aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$R_1 = R_1^n \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot k_1 = 420 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 214,2 \text{ MPa}$$

Cədvəl 1-də verilən ölçmə məlumatlarına əsasən borunun divarının qalınlığının orta qiyməti:

$$t_{or} = \frac{\sum_1^N t_k}{N} = \frac{142,6}{40} = 8,55mm$$

Onda orta kvadratik fərqlənmə (meyl) aşağıdakı kimi olur:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (t_k - t_{or})^2} = \sqrt{\frac{10,28}{39}} = 0,513mm$$

Divarın minimal qalınlığı (t_{min}) nəzarət aparılması mümkün olmayan hissələr nəzərə alınmaqla bütün mədən boru kəmərlərinə şamil edilən ehtimalla (95%) aşağıdakı kimi hesablanır:

$$t_{min} = t_{or} - 2 \cdot \sigma = 8,55 - 2 \cdot 0,513 = 7,52mm$$

Korroziyanın orta sürəti (v_{or}) (11) ifadəsinə əsasən müəyyən edilir:

$$v_{or} = \frac{t_n - t_{min}}{\tau} = \frac{10 - 7,52}{12} = 0,206 \frac{mm}{il}$$

Boru kəmərinin qalıq resursu təyin edilir:

$$t_{qal} = \frac{t_{min} - t_{br}}{v_{or}} = \frac{7,52 - 7}{0,206} = 2,52il$$

Sonra boru kəmərinin sorakı istismarının mümkünlüyü üçün aşağıdakı şərtlərin yoxlanması həyata keçirilir:

$$t_{min} > t_{br} \text{ və } P_0 > P_{i\bar{s}}$$

Diagnostika məlumatlarını qeyd olunan şərtlərin yoxlanılmasına baxaq. Əvvəlcə (9)-a əsasən minimal qalınlığa tab gətirəcək buraxıla bilən təzyiq (P_0) hesablayaq.

$$P_0 = \frac{2 \cdot t_{min} \cdot R_1}{n \cdot D_x} = \frac{2 \cdot 2,75 \cdot 214,2}{1,2 \cdot 1 \cdot 273} = 9,8MPa$$

Beləliklə, boru kəmərinin sonrakı təyin olunmuş müddətdə təhlükəsiz istismarı o şərtlə mümkündür ki, kəmərdə daxili təzyiq 9,8MPa-dan çox olmasın.

Əgər $t_{min} < t_{br}$ olarsa, onda həmin hissələrdə müvafiq təmir işlərindən və ya kəmərin hissəsini dəyişdikdən sonra kəməri istismara buraxmaq olar.

Nəticə.

Magistral və texnoloji mədən boru kəmərlərinin istismar xarakteristikalarını əks etdirən diagnostika məlumatlarına əsasən boru kəmərləri üçün qalıq resurslarının hesablanması ardıcılığı göstərilmişdir. Qalıq resursunun boru kəmərinin divarının minimal ehtimal olunan qalınlığına və korroziya sürətinə görə hesablanması nümunəsi verilmişdir.

Ədəbiyyat

- [1]. ОСТ 153-39.4-010-2002. Отраслевой стандарт “Методика определения остаточного ресурса нефтепромысловых трубопроводов и трубопроводов газовых сооружений”
- [2]. СП 34-116-97 “Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов”
- [3]. PD 39-132-94 “Правила по эксплуатации ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов” М. НПО РБТ, 1994.
- [4]. İsmayılov, Q.Q. Maye və qaz kəmərlərində statik şəraitdə təzyiq və temperaturun dəyişməsinin təsiri / Q.Q.İsmayılov, X.T. Cahangirova // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. –Bakı, –2024, Cild 16, №3,
- [5]. İsmayılov, Q.Q. Multifazlı sualtı boru kəmərlərinin istismar səmərəliliyinin artırılmasının bəzi məsələləri / Q.Q.İsmayılov, M.E.Şahlarlı, Ş.Z.İsmayılov // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Cild 14, №2, –Bakı, –2022, –s.72-80
- [6]. Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность устойчивость // –М.: Недра, –1991, –288 с.
- [7]. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения: часть 2. Технология строительства // –М.: Недра – Бизнес-центр, –2007, –408 с.

Summary

Evaluation of the remaining resource of a pipeline based on diagnostic data

Ismailov G.G., Nagizade A.R., Ismayilova F.B.

Keywords: *pipeline, diagnostics, remaining resource, strength, reliability, thickness, corrosion.*

It is well known that determining the reliability parameters of oil and gas pipelines in operation is of critical importance for safety. For this purpose, technical diagnostics data from pipelines are used. Based on the results of external and internal inspections of pipelines, analyses and calculations are carried out. The analysis of diagnostic data results in the calculation of the remaining resource (safe operational lifespan) of oil and gas pipelines.

In the article, the calculation of the remaining resource of the pipeline, based on actual operational indicators and diagnostic data, is examined, and the safe operational period of the pipeline is determined. An example of calculating the remaining resource of the pipeline based on its minimum probable remaining wall thickness and general corrosion rate is provided.

Резюме

Оценка остаточного ресурса трубопровода на основе данных диагностики

Исмайлов Q.Q., Нагизаде A.P., Исмайилова Ф.Б.

Ключевые слова: *трубопровод, диагностика, остаточный ресурс, прочность, надежность, толщина, коррозия.*

Известно, что уточнение параметров надежности действующих нефтегазопроводов имеет особое значение с точки зрения безопасности. Для этой цели используются данные технической диагностики, проводимой на трубопроводах. На основе данных, полученных в результате внешнего и внутреннего обследования трубопроводов, проводятся анализы и расчёты.

В результате анализа диагностических данных производится расчёт остаточного ресурса (срока безопасной эксплуатации) нефтегазопроводов. В статье рассмотрены расчёты остаточного ресурса трубопровода на основе фактических эксплуатационных показателей и данных диагностики, определён срок безопасной эксплуатации трубопровода. Приведен пример расчёта остаточного ресурса трубопровода по его минимальной вероятной остаточной толщине и общей скорости коррозии.

Su sərfiyyatının ölçmə cihazları və üsullarının icmalı¹Rzayev Asif Hacı oğlu [ORCID](#)²Məmmədli Məryam İqbal qızı [ORCID](#)*İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, 1- t.e n., dosent**Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 2-assistent*asifrzayev48@gmail.commaryammammadli@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 15.04.2025 Düzəliş tarixi: 20.05.2025 Qəbulolunma tarixi: 10.06.2025	<i>Bir çox beynəlxalq təşkilatlar sudan səmərəli istifadənin vacibliyini vurğulamış və suyun davamlı idarə olunması üçün uzunmüddətli planlar hazırlamışlar. Su ehtiyatlarının idarə edilməsi üzrə milli strategiyanın ümumi məqsədi, əhəmiyyətli ictimai-iqtisadi inkişafa davamlı şəkildə nail olmaq üçün Azərbaycanda mövcud su ehtiyatlarının səmərəli, bərabər və optimal istifadəsinə yönəlmiş milli cəhdlərin möhkəmləndirilməsi və təbliğ edilməsidir. Azərbaycan Respublikasının Milli Su Strategiyası ölkədə olan su ehtiyatlarının milli qanunvericiliyin və beynəlxalq normaların tələblərinə uyğun mühafizəsinə, istifadəsinə, inkişaf etdirilməsinə, idarə edilməsinə və nəzarətinə yönəldiləcək. Məqalədə dünya miqyasında həmçinin Azərbaycanda suyun vacibliyi göstərilmiş və su təsərrüfatında sərfiyyatın ölçmə texnologiya və üsulları təhlil edilmişdir.</i>
Açar sözlər: su sərfiyyatı, axın müşahidə stansiyaları, limniqraf, limnimetr, mulinlər	

Giriş. Ekoloji tarazlığın yaradılmasında su ehtiyatları vacib rol oynayır. Təəssüf ki, son illərdə su itkisi müşahidə olunur. Ən vacib məsələlərdən biri, su mənbələrinin düzgün təhlil edilməməsidir. Bu da öz növbəsində gələcək nəsillər üçün təhlükə doğurur. Əgər su itkilərinin qarşısı alınmazsa, iqlim dəyişiklikləri nəzərə alınmazsa 2030-cu ildə ölkədə formalaşan səhrələşmə prosesinin təsirlərindən qaçmaq mümkün olmayacaqdır.

“Su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin təmin edilməsi ilə bağlı tədbirlər haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2020-ci il 15 aprel tarixli 1986 nömrəli Sərəncamı ilə komissiya yaradılmışdır. Kommisiyanın sədri baş nazirin müavini Şahin Musatafayev 2020-ci il 23 iyul tarixli su təsərrüfatının vəziyyətinə həsr olunmuş müşavirədə qeyd etdi ki, Azərbaycanda su problemlərini sürətləndirən amillərə su ehtiyatlarının azlığı, iqlim dəyişiklikləri, orta temperaturun qalxması, əsasən qonşu ölkələrdən ərazimizə daxil olan yerüstü su ehtiyatlarının, çaylarda sululuğun və yağıntıların miqdarının azalması, eyni zamanda ölkə iqtisadiyyatının, o cümlədən kənd təsərrüfatının son illərdəki inkişafı, əkin sahələrinin, suvarma və içməli su təchizatı üzrə şəbəkələrin genişləndirilməsi daxildir [1]. 2020-ci ilin statistikalarına, əsasən, ölkədə su ehtiyatları sahəsində ciddi vəziyyət müşahidə olunur. Əvvəlki illərə nisbətən əsas su anbarlarında 20,5 milyard kubmetr tutuma qarşı cəmi 11,1 milyard kubmetr su vardır. Həmin su ehtiyatının da 8,6 milyard kubmetri ölü həcm hesab edilir.

Su təsərrüfatı sahəsində vahid idarəetmə və nəzarət sisteminin, effektiv koordinasiyanın olmaması su ehtiyatlarından səmərəsiz istifadəyə gətirib çıxarmışdır. Su və su təsərrüfatı obyektlərində həyata keçirilən müşahidələr göstərdi ki, nəzarətdənkənar qoşulma halları, eyni zamanda dəqiq uçot və optimal bölgü tətbiq edilmədən istifadə halları mövcuddur.

Hidroloji dövrün ən vacib elementlərindən biri olan sərf, bir hövzədə baş verən bütün meteoroloji və hidroloji formaların nəticəsi hesab olunur [2]. Axının sərfi, hidrologiyanın ən mühüm ölçmələrindən biridir və axının müəyyən en kəsik sahəsindən vahid zamanda keçən suyun həcmidir. Bununla əlaqəli sahəyə hidrometriya deyilir. Beləliklə, hidrometriya, suyun axma sürəti, sərfi, səviyyəsi və s. kimi hidroloji kəmiyyətlərin ölçülməsi və monitorinqini həyata keçirən üsullar haqda olan elm sahəsidir [3].

Axının sərfinə təsir edən amilləri iki qrupa ayırmaq olar:

- İqlim faktorları- Yağış və evopotranspirasiya (Evopotransiya və transpirasiya sözlərinin birləşməsindən yaranıb. Evopotransiya, dənizlər, göllər, çaylar və quru səthlər kimi açıq ərazilərdə baş verən su itkisidir. Transpirasiya, canlı bitki toxumalarında su itkisidir)

- Fiziki faktorlar- Yağış sahəsinin xüsusiyyətləri (ölçüsü, forması, istiqaməti, hündürlüyü, torpaq örtüyü, yer növü, geologiyası) və çay yatağının en kəsinin forması, ölçüsü, yamacı, nahamarlığı, uzunluğu, yan qolları, qabarma təsirləri və s. xüsusiyyətləri əhatə edir. [4]

- Bir gün, bir ay, bir il və ya daha uzun müddət ərzində çaylardan keçən suyun miqdarını müəyyən etmək üçün Axın Müşahidə Stansiyaları (AMS) yaradılmışdır. Qurulan bu stansiyalarda müşahidələr və ölçmələr vasitəsilə axın haqqında hidrometrik məlumatlar əldə edilir.

Axın Müşahidə Stansiyaları (AMS), axının müəyyən sahələrində tikilmiş qurğulardır ki, burada suyun səthinin səviyyəsi gündəlik və ya davamlı olaraq qeydə alınaraq, axın sürəti və su sərfi vaxtaşırı ölçülür. AMS-nin quraşdırılmasının məqsədi, həyata keçiriləcək layihənin hidrometrik məlumatlarını əldə etmək və ya qurulan obyektlər (bənd, tənzimləyici, dəryaça, suvarma şəbəkəsi, daşqın xəbərdarlığı, daşqından mühafizə və meliorasiya işləri) üçün lazımi məlumatların toplanmasıdır. Su səviyyəsinin gündəlik müşahidələri ilə yanaşı, müxtəlif səviyyələrdə və vaxtlarda su sərfinin ölçülməsi aparılır. Bu ölçmələrlə səviyyə-sərf bağlantısı ilə açar ayrıləri əldə edilir. [5, s. 2]

Keyfiyyətli AMS-də mövcud olan elementlər:

- Səviyyə ölçmə vasitələri (şkala, limniqraf),
- Su sərfi ölçmə vasitələri (kanat, sərf ölçmə körpüsü),
- Nəzarət sahələri (süni və təbii şkalalar).



Şəkil 1. Axın Müşahidə Stansiyaları (AMS)

Axın müşahidə stansiyasının istismarının əsas məqsədi, həmin stansiyanın yerləşdiyi çayın en kəsik sahəsindən keçən suyun miqdarını müəyyən etməkdir. Çayda suyun səviyyəsi müəyyən yüksəklik əsasında qeydedicisi (limniqraf) və qeydedicisi olmayan (limnimetr) alətlər ilə ölçülür. Baza hündürlüyü çayda suyun minimum səviyyəsindən aşağı olmalıdır. [7]

Qeydedicisi olmayan (limnimetr) sayğaclar, çox sadə və ucuz olsa da, suyun səviyyəsinin sürətlə dəyişdiyi zaman dəqiq hidroqrafı təmin edir. Buna nail olmaq üçün ölçmələr çox tez-tez fasilələrlə aparılmalıdır. Beləliklə, ölçmə aparən insanların tez-tez stansiya getməsi çətinləşir. Bu səbəbdən imkan daxilində qeydedici cihazlarından istifadə edilir.

Su səviyyəsini ölçməyin başqa bir yolu, hündürlüyü məlum olan strukturdan ağırlıq asmaqla (məsələn, su üzərində körpü), suyun səthinə qədər olan məsafəni ölçmək və sonra bu məsafə ilə strukturun hündürlüyü arasındakı fərqi müəyyən etməklə, su səviyyəsini təyin etmək mümkündür. Su səviyyəsi ölçmələr arasında çox fərqli qiymətlər alır. Xüsusilə daşqınlar zamanı su sərfinin qiyməti bir və ya iki saat ərzində müxtəlif qiymətlər ola bilər. Bəzi hallarda bu ölçmələr qeyd edilməyə bilər.

Oxumalar, adətən, gündə iki dəfə (08:00 və 16.00-dan sonra) keçirilir. Daşqın zamanı ən azı 6 saatdan bir oxumaq tələb olunur. Axın yatağındakı suyun səviyyəsi ən sadə şəkildə şkalalı xətkəşlə ölçülür. Şkala “sm” bölməsi olan taxta və ya metal çubuqdur. Şkala, adətən, körpünün dayaqına və ya hər hansı digər strukturun üzərinə qoyulur ki, o, həmişə su altında qalsın. Yataq genişdirsə və suyun səviyyəsindəki dəyişikliklər böyükdürsə, müxtəlif bölgələr üçün bir neçə şkala istifadə edilə bilər və ya yatağın yamacında əyrilik varsa, şkala həmin yamacda yerləşdirilir [8 s. 16].

Çaylarda, göllərdə səviyyə dəyişikliklərini rəqəmsal olaraq ölçən və qeyd edən cihazlara Limniqraf deyilir. Bu cihazlarda axar və göllərdəki səviyyə dəyişiklikləri davamlı olaraq və istənilən vaxt intervalında qeydə alınır [8, s. 17].

Qeydedici cihazlara aid xüsusiyyətlər aşağıda göstərilmişdir [9]:

- Qeydedici cihazlar, bir boru vasitəsilə axınla birləşdirilən sakitləşdirici quyuya malikdir.
- Quyudakı suyun səviyyəsini su səthində üzən cismin hərəkətinin davamlı olaraq qeydi ilə müəyyən etmək olar.
- Qeyd cihazına nəzarət etmək üçün, adətən, quyunun içərisinə və xaricinə şkala qoyulur.
- Quyu ilə çay arasında ən azı iki əlaqə vardır. Beləliklə, borulardan biri hər hansı səbəbdən tıxansa belə, digərinə qoşulma həmişə təmin edilir.
- Quyunun içindəki su həm də axın səthində baş verə biləcək dalğalanmalardan qorunur.

Məsələnin qoyuluşu: Məqalədə qarşıya qoyulan əsas məqsəd su təsərrüfatında sərfiyyatın ölçmə texnologiyası və üsullarını təhlil etməkdir.

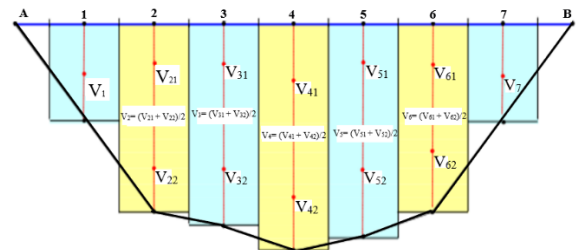
Məsələnin həlli: Sürət ölçmələri ilə sərf hesabı: Sürəti ölçmək üçün istifadə olunan müxtəlif alətlər vardır. Bu alətlərə nümunə olaraq Mulinləri göstərmək olar [10]. Mulinlərin strukturunda üfüqi və ya şaquli ox ətrafında dönmə bir pərvanə mövcuddur. Pərvanənin fırlanma sürəti axın sürəti ilə mütənasibdir. Su dərinliyi yüksəkdirsə və suda ölçmə aparmaq mümkün deyilsə, dayandırılmış axın ölçülməsi aparılır. Bu vəziyyətdə, Mulinləri axın istiqamətinə yönəldən bir quyruq və onun sürüşməsinə mane olan ağırlığı olur [10].



Şəkil 2. Limniqraf



Şəkil 3. Mulinler cihazı



Şəkil 4. Kanalın en kəsik sahəsində Mulinlerlə su sərfinin sxematik təsviri

Su sərfinin hesablanmasında tətbiq olunan Mulinler üsulu aşağıda göstərilən ardıcılıqla yerinə yetirilir. [11]

- bir axının en kəsiyini lazım olduğu qədər hissələrə bölmək, dərinlik və məsafələri ölçməklə sahələrini hesablamaq;
- bu sahələrin orta sürətlərini hesablamaq;
- bu sahələrdən keçən su sərfələrini hesablamaq;

- təyin edilən su sərfələrini toplayaraq, ümumi su sərfini hesablamaq.

Mulinlər əvvəlcədən müəyyən edilmiş nöqtədə və dərinlikdə suya batırılır və müəyyən müddət ərzində işə salınır. Aşağıdakı tənlikdən istifadə edərək, pərvanənin müəyyən bir müddətdə fırlanma sayından sürət tapılır [6, səh 14].

$$V = a + bN$$

- V : sürət (m/s)
- N: saniyədə fırlanma sürəti
- a: alətin əmsalı (0,02-0,03)
- b: alətin əmsalı (0,60-0,70)

a və b əmsalları hər bir alət üçün ayırıdır və onların istehsal olunduğu fabrikdə aparılan təcrübələrlə müəyyən edilir və xüsusi olaraq verilir. Lakin uzun müddət istifadə etdikdən sonra bu əmsallar dəyişə bildiyindən, sürətin müəyyən olduğu laboratoriya kanallarında Mulinlər müəyyən fasilələrlə kalibrlənir. Mulinlərdə birdən çox pərvanə varsa, əmsallar hər bir pərvanə üçün ayrıca hesablanır. Sürəti ölçərkən müvafiq pərvanəyə uyğun olaraq düzgün əmsallarla hesablamalar aparılmalıdır.

$$Q_{\text{üm}} = A_1 * V_1 + A_2 * V_2 + \dots + A_i * V_i = \sum_{i=1}^n A_i * V_i$$

- $Q_{\text{üm}}$: ümumi su sərfi (m^3/s)
- A_i : i diliminin sahəsi (m^2) (həmin dilimin enini və dərinliyini vurmaqla tapılır)
- V_i : i dilimində orta sürət (m/s)
- i: dilimlərin sayı

Su sərfinin hesablanması üçün ən etibarlı üsul Mulinlər ilə ölçmə hesab edilir. Bu ölçmələri həyata keçirmək üçün ən kəsiyi düzgün seçmək ölçmənin dəqiqliyi, səhliyi və etibarlılığı baxımından vacibdir [6 səh 12].

Mulinlər ilə su sərfinin ölçülməsi üsullarına “Suya daxil olaraq ölçmə”, “Qayıq vasitəsilə ölçmə”, “Ölçmə körpüsü ilə ölçmə”, “Kranla ölçmə” və “Kanatla ölçmə” aid edilir.

Mulinlər üsulunun tətbiq edildiyi bəzi Azərbaycan kanallarına Samur-Abşeron kanalı, Yuxarı Qarabağ kanalı, Ceyranbatan kanalını nümunə göstərmək olar.

Nəticə.

Kanallarda su sərfiyyatının sürət ölçmə üsulları ilə ölçülməsiylə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

1. Axarlarda su sərfinin ölçülməsində dəqiqliyin və davamlılığın təmin edilməsi xüsusilə su strukturlarının planlaşdırılması və suyun idarə edilməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir.
2. Mulinlər ilə həyata keçirilən ölçmələrin daha dəqiq olması üçün bu cihazlar müntəzəm olaraq kalibrlənməlidir.
3. Kanallarda su sərfiyyatının müasir ölçmə cihaz və üsullarının icmalı göstərir ki, hazırda istifadə olunan cihazlar və üsullar yalnız yerli rejimdə su sərfini ölçmə imkanına malikdir.

Ədəbiyyat

- [1]. Huseynzade, Sh.S. Regulation of the pumping unit speed according to changing daily water consumption by the method of fuzzy inference // –Tallinn: The Baltic Scientific Journals PIRETC (Proceedings of The International Research, Education & Training Center). –2021, – v. 14, – issue 04, – p. 85-90
- [2]. Demir, H. N., Korkmaz M. S., & Arıman, S. (2023). Daily Average Discharge Prediction of Stream Gages with ANFIS Method: A Case for Kızılırmak River. Journal of the Institute of Science and Technology, 13(4), 2565-2582., <https://doi.org/10.21597/jist.1323346>
- [3]. Əliyev, C., “Sərfin hesablanması”, giriş tarixi: [10.04.2024] <https://www.meliator.az/?s=2>
- [4]. Usul, N., 2017. Mühəndislik Hidrolojisi, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., ISBN: 978-9944-344-57-9, Ankara.

- [5]. Yurtseven, B.R., Kalkavan, S., “Hidrometri (Su Ölçümü) Uygulamalarında Debi Ölçümleri”, Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu. 2019. [In Turkey:]
- [6]. “Hidrometrik Ölçüm Yönergesi”, Tarım Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara, 2019. [In Turkey:]
- [7]. Gençdoğan, C., Tüysüz, M. D., & Gençdoğan, S. (2023). Evaluation of Water Levels and Flow Rates Measured in Irrigation Canal Using Limnigraph, Pressure and Ultrasonic Sensors. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3), 642-652. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1207167>
- [8]. Nacar, S. Farklı Yapay Zeka Yöntemleriyle Günlük Akarsu Akım Değerlerinin Tahmini-Haldizen Deresi Örneği // Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, 2014, <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.311188>
- [9]. Rzayev, H. , Aliyev, Y.G., Rezvan, M.H., Bayramov, V.V., Imamverdiyeva, Kh.F. , Rizvanova, M.M. Improving the principle of liquid level measurement in “Trap” type automated group metering units. // Informatics and control problems, 2024, V. 44, No. 2, p. 58-65. DOI: <https://doi.org/10.54381/icp.2024.2.07>
- [10]. Rantz, S.E. “Measurement and Computation of Streamflow”, Measurement of Stage and Discharge. Geological Survey Water-Supply. Vol. 1-2, Paper 2175, 1982a-b. U.S. GPO, Washington DC.
- [11]. Meral, R., Benli, A. Türkiye akarsuları akım ölçümlerinde mevcut durum ve alternatif yöntemlerin değerlendirilmesi. SAUJS. 2013;17(3):477-81.
- [12]. Ardiçlioğlu, M., Gemici, E., Özdin, S. “Doğal Akarsularda Debinin Belirlenmesi”, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi.No.2 (2011) s.73-77. [In Turkey:]

Summary

Overview of water consumption measuring devices and methods

Rzayev A.H., Mammadli M.I.

Keywords: *water consumption, Flow Monitoring Stations, Limnigraph, Limnimeter, Mulins*

Many international organizations have emphasized the importance of efficient water use and have developed long-term plans for sustainable water management. The overall goal of the national strategy for water resources management is to strengthen and promote national efforts aimed at efficient, equitable and optimal use of existing water resources in Azerbaijan in order to achieve significant socio-economic development in a sustainable manner. The National Water Strategy of the Republic of Azerbaijan will be directed to the protection, use, development, management and control of water resources in the country in accordance with the requirements of national legislation and international norms. The article shows the importance of water on a global scale as well as in Azerbaijan and analyzes the technologies and methods of measuring consumption in the water industry.

Резюме

Приборы измерения расхода воды и обзор методов

Рзаев А.Х., Мамедли М.И.

Ключевые слова: *расход воды, станции мониторинга расхода, лимниграф, лимниметр, мулинс*

Многие международные организации подчеркивают важность эффективного использования водных ресурсов и разрабатывают долгосрочные планы по устойчивому управлению водными ресурсами. Общей целью Национальной стратегии управления водными ресурсами является укрепление и поощрение национальных усилий, направленных на эффективное, справедливое и оптимальное использование существующих водных ресурсов в Азербайджане в целях устойчивого достижения значительного социально-экономического развития. Национальная водная стратегия Азербайджанской Республики будет направлена на охрану, использование, развитие, управление и контроль водных ресурсов страны в соответствии с требованиями национального законодательства и международными нормами. В статье показана важность воды во всем мире и в Азербайджане, а также проанализированы технологии и методы измерения потребления в управлении водными ресурсами.

UOT 541.1, 543.42, 666.1, 678.6.

DOI 10.54758/16801245_2025_25_2_68

Study of chemical composition and surface characteristics of aluminum oxide and polymers using x-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

Kuznetsov Vyacheslav Alekseevich [ORCID](#)

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan, PhD, ass.prof.
viateslav@mail.ru

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Received 06.04.2025 Received in revised form 28.05.2025 Accepted 17.06.2025	<i>This article presents a study on the use of X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) for analyzing the surface properties of various materials. The main attention is paid to the study of the chemical composition of aluminum oxide and polymer samples. Experimental data obtained using XPS allow us to identify characteristic peaks corresponding to elements and their chemical bonds. The results show high stability of the oxygen-dominated aluminum oxide surface and the presence of various forms of carbon in the polymer samples. Comparison of the experimental data with literature values confirms the accuracy of the obtained results. The work emphasizes the importance of XPS as a method for analyzing the surface properties of materials, which is of great importance for the development of new technologies and materials. The obtained data can be used for further research in the field of materials science and nanotechnology</i>
Keywords: X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), surface properties, aluminum oxide, polymer samples, chemical composition, surface stability, nanotechnology	

Introduction

Modern technologies require a deep understanding of the surface properties of materials, which plays a key role in their application in various industries such as electronics, energy and nanotechnology. Aluminum oxide (Al_2O_3) is an important material due to its unique properties such as high strength, heat resistance and corrosion resistance [1]. It is widely used in the production of abrasives, ceramics, and as an insulating material in electronics [2]. In addition, aluminum oxide is often used as a coating to improve adhesion and protect other materials [3]. Polymers such as polystyrene and polypropylene also occupy a significant place in modern technology due to their light weight, flexibility, and resistance to chemical influences [4]. They find application in packaging, construction, electronics, and many other fields [5]. Understanding the interactions between aluminum oxide and polymers will not only help in optimizing adhesion, but will also contribute to the creation of more efficient and durable composite materials [6]. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) is one of the most effective methods for analyzing the chemical composition and surface condition of materials [7]. This method allows not only to identify the elements present on the surface, but also to study their chemical bonds, which is essential for understanding interactions at the micro level [8]. In this paper, we focus on the analysis of aluminum oxide and polymer samples using XPS to determine their chemical composition and stability. The results of this study will help improve existing technologies and develop new materials with desired properties, which is of great importance for scientific and industrial applications [9]. The study also highlights the relevance of analytical methods in materials science [10].

Methodology. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) was used in the study to analyze the surface properties of aluminum oxide and polymer samples [11]. The samples were prepared by mechanical and chemical cleaning to remove contaminants [12]. XPS measurements were performed using an X-ray source with an aluminum anode ($\text{Al K}\alpha$) [13]. The spectra were obtained

in the binding range from 0 to 1200 eV, which allowed identifying characteristic peaks corresponding to different elements and their chemical states [14]. Data processing was performed using spectral analysis software, which ensured accurate determination of the chemical composition and surface state of the samples [15]. The results were compared with literature data to confirm the reliability [16].

Scientific novelty. This study reveals the interactions between aluminum oxide and polymers using X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The application of XPS allows for a detailed examination of the chemical composition and bonds, opening new possibilities for optimizing the adhesive properties of composite materials.

The interdisciplinary approach combines materials science and analytics, expanding existing knowledge and creating a foundation for future research in electronics, packaging, and nanotechnology. This research makes a significant contribution to the understanding of material properties.

Experimental part. Figure 1 shows a schematic of the experimental setup for determining the chemical composition, valence state, and energy characteristics of the surface layer of solids based on the analysis of the energy of photoelectrons induced by X-rays.

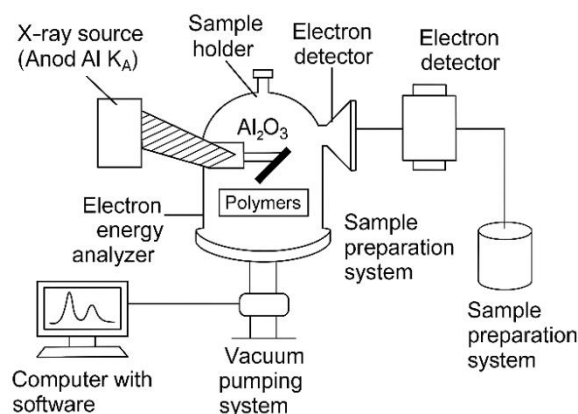
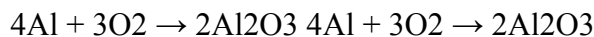


Fig. 1. Experimental setup diagram

The experimental setup consists of the following components:

1. Vacuum chamber (center): The main unit that contains all the key components. Provides an ultra-high vacuum (around 10^{-9} mbar) to prevent samples from interacting with the atmosphere.
2. Sample holder (inside the chamber): Located on a movable platform. The materials to be studied (e.g. Al $_2$ O $_3$, polymers) are mounted there. Can be rotated or moved for optimal positioning under the X-ray beam.
3. Aluminum anode X-ray source: Provides 1486.6 eV (Al K α) X-rays that are directed onto the sample surface.
4. Energy analyzer (hemispherical): Measures the kinetic energy of the emitted photoelectrons.
5. Photoelectron detector: Registers the number of electrons with a certain energy and constructs an XPS spectrum.
6. Pumping systems: Consists of turbomolecular and ion pumps that maintain ultra-high vacuum.
7. Computer with analysis software: Controls the setup and analyzes the resulting spectra.

Two types of samples were selected for analysis: aluminum oxide and polymer samples. Each type of sample was pre-cleaned to remove contaminants, which is a critical step for obtaining reliable XPS results. Aluminum oxide was obtained by thermal treatment of aluminum in an oxygen environment according to the reaction:



The samples were mechanically processed to achieve a uniform surface, after which they were chemically cleaned using a sulfuric acid solution. This removed oxides and other possible contaminants. The samples were then washed with distilled water and dried in a drying oven at 60 °C for 2 hours.

Polymer samples were made of polystyrene and polypropylene. To remove surface contaminants, the samples were mechanically polished and then immersed in isopropyl alcohol and acetone solutions. The oxidation reaction of isopropanol to produce acetone occurs according to the following equation:



After chemical cleaning, the samples were washed with distilled water and dried in an inert gas atmosphere (argon) to prevent recontamination.

For XPS measurements, an X-ray source with an aluminum anode (Al K α) with an energy of 1486.6 eV was used. The spectrometer was calibrated using standard samples to ensure the accuracy of the measurements. The measurements were carried out in a vacuum chamber with a pressure of about 10⁻⁹ mbar, which minimized the effect of atmospheric gases on the results.

The measurements were carried out in the scanning mode using a fixed angle of inclination of the X-ray beam to the sample surface. The spectra were recorded in the binding range from 0 to 1200 eV with a step of 0.1 eV. At least three replicate measurements were performed for each sample to ensure data reproducibility.

After the spectra were acquired, the data were processed using specialized software that allowed for basic background correction as well as for the extraction of peaks corresponding to different elements. Calibration was performed based on the carbon peak (C 1s) at 284.8 eV, which is standard practice in XPS.

Each peak in the spectrum was compared with known binding values for different elements. This allowed the chemical composition of the samples and their chemical states to be determined. For example, peaks corresponding to aluminum (Al 2p) and oxygen (O 1s) were analyzed for aluminum oxide, while for polymers, peaks of carbon (C 1s) and hydrogen (H 1s) were identified.

Methods based on the analysis of peak shapes and positions were used to determine the chemical state of the elements. For example, a shift in binding may indicate the presence of different chemical bonds and oxides. The peaks were further analyzed using fitting software, allowing for a more accurate determination of the relative abundance of the different chemical forms.

Results and Discussion. Figure 1 shows the electron microscopic structure of the surface of a composite material consisting of aluminum oxide and a polymer matrix.

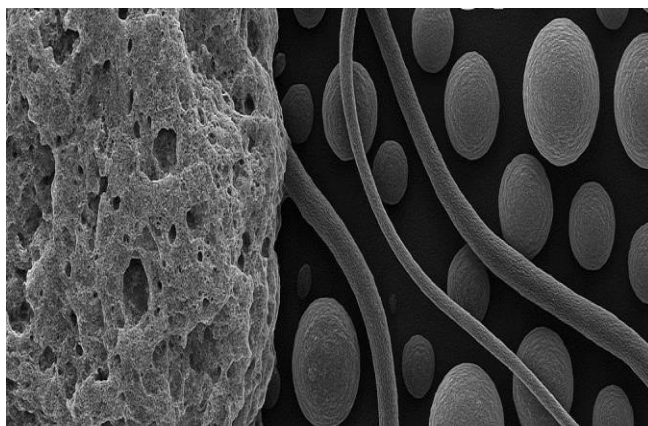


Fig. 2. Electron microscopic structure of the surface of a composite material consisting of aluminum oxide and a polymer matrix.

The left part of Figure 1 shows a porous phase with a characteristic uneven and loose microstructure, which can be attributed to aluminum oxide. The surface has pronounced microporosity, with numerous depressions and pores of various shapes and sizes, indicating a high specific surface and possible catalytic or sorption properties of the material.

The right part of Figure 1 shows an organized structure in the form of oval formations uniformly distributed over the surface. These structures relate to the polymer phase, formed in the form of smooth, slightly convex areas. Between them are elongated fibrous elements, intertwined and curved along the surface, indicating the presence of reinforcing polymer fibers or nano-reinforcers.

The contrast between the porous and smooth structure highlights the difference in morphology between the two components of the composite material, providing a visual representation of the heterogeneous microstructure at the phase boundary. The image is made in black and white in scanning electron microscopy (SEM) mode, which allows a detailed examination of the surface relief and spatial distribution of the components without the use of color processing.

Table 1 presents the XPS results for aluminum oxide

Table 1.

Key XPS results for aluminum oxide

Element	Peak (eV)	Notes
Al 2p	74.0	Corresponds to Al ₂ O ₃
O 1s	532.0	Oxide bonds
C 1s	284.8	Carbon contamination

The peaks for aluminum oxide are consistent with the literature data, confirming the high purity of the sample. The presence of carbon may indicate contamination, which is important to consider for further investigations.

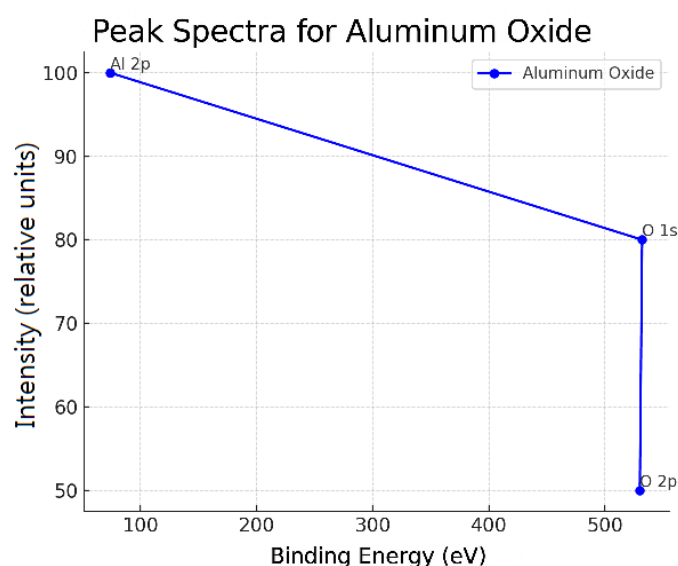


Fig. 3. Graph XPS spectrum of aluminum oxide

The graph shows the XPS spectrum of aluminum oxide, showing clear peaks corresponding to aluminum and oxygen. The Al 2p and O 1s peaks were detected at the binding levels of 74 eV

and 532 eV, respectively, indicating the presence of oxide bonds. The stability of aluminum oxide can be described by the following reaction:



Additional analysis showed that the samples contain a small amount of contaminants such as carbon, which may be due to the adsorption of carbon from the atmosphere.

Table 2.

Key XPS results for polymer samples

Polymer	C 1s Peak (eV)	H 1s Peak (eV)	Notes
Polystyrene	284.6	15.0	Pure sample
Polypropylene	284.5	15.1	Pure sample
Polyethylene	284.4	15.2	Pure sample

All polymer samples show C 1s and H 1s peaks in the expected ranges. Small differences between samples may indicate different contamination levels or differences in polymer structure.

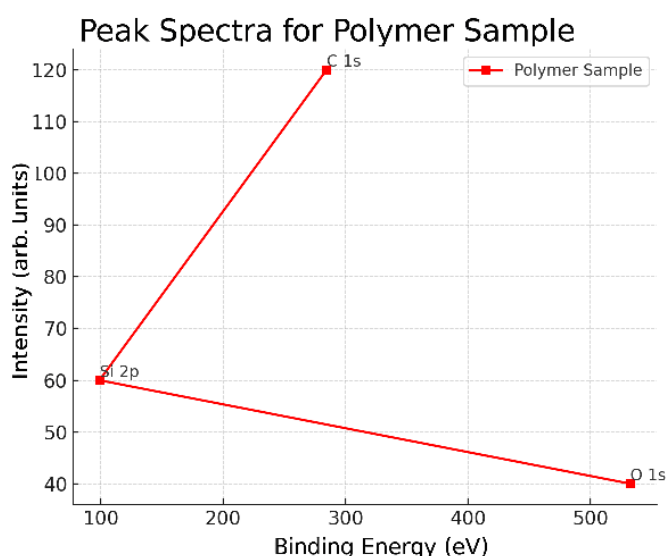


Fig. 4. Graph XPS spectra of polymer samples

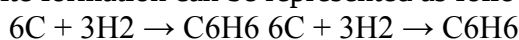
The graph shows XPS spectra for polystyrene, polypropylene, and polyethylene. Polystyrene (C_8H_8) can undergo oxidation, which can be described by the following reaction:



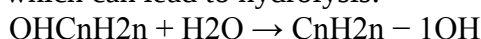
Polypropylene (C_3H_6) can also undergo oxidation:



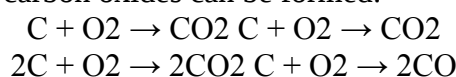
Carbon in polymer samples can exist in various forms, including graphite and amorphous carbon. The reaction of graphite formation can be represented as follows:



Polymers can react with water, which can lead to hydrolysis:



During the oxidation of carbon, carbon oxides can be formed:



Clear peaks indicate the purity of the samples and the absence of significant contamination

Table 3.

Comparison of XPS Results for Aluminum Oxide and Polymers

Material	Al 2p Peak (eV)	O 1s Peak (eV)	C 1s Peak (eV)	H 1s Peak (eV)
Aluminum Oxide	74.0	532.0	284.8	-
Polystyrene	-	-	284.6	15.0
Polypropylene	-	-	284.5	15.1
Polyethylene	-	-	284.4	15.2

The table shows the results for aluminum oxide and polymers. The comparison shows that aluminum oxide has characteristic peaks that are different from the polymers, confirming the unique properties of each material.

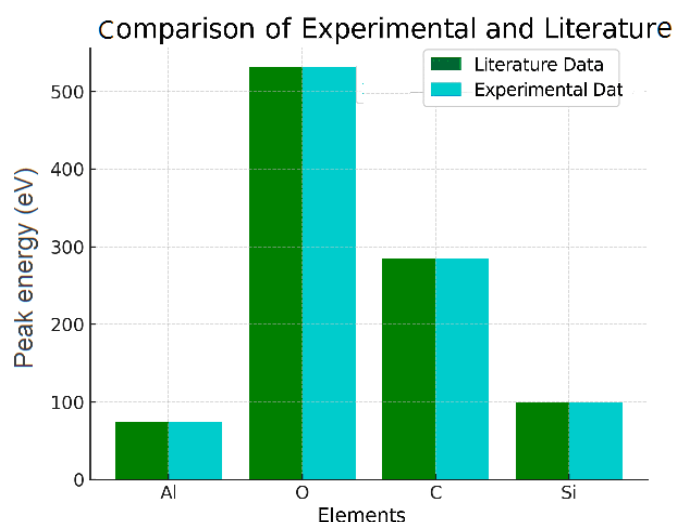


Fig. 5. Graph Comparative XPS spectrum for different materials

The graph shows comparative XPS spectra for aluminum oxide, polystyrene, polypropylene, and polyethylene. The clear differences in the peaks highlight the unique characteristics of each material.

Conclusions: In this study, the surface compounds of aluminum and oxygen were analyzed, as well as the properties of polymer samples based on polystyrene and polypropylene.

The use of aluminum plates with an oxide coating and polymer samples provided valuable data on the interaction of materials with the environment.

The X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) method provided high accuracy and reproducibility of the results, which was confirmed by multiple measurements. Effective sample cleaning methods, including ultrasonic treatment and chemical cleaning, played a key role in obtaining reliable data.

The obtained spectra revealed characteristic peaks corresponding to different chemical states of the elements, which contributes to a better understanding of surface processes.

These results can be useful for further research in the field of materials science and the development of new technologies based on the interaction of various materials.

References

- [1]. Baker, R.W., Low, B.T. Gas separation membrane materials: A perspective. // *Macromolecules*. 2014. V.47. N.20. P.6999–7013.
- [2]. George, G., Bhoria, N., AlHallaq, S., Abdala, A., Mittal, V. Polymer membranes for acid gas removal from natural gas. // *Separation and Purification Technology*. 2016. V.158. P.333–356.
- [3]. Zhang, Y., Sunarso, J., Liu, S., Wang, R. Current status and development of membranes for CO₂/CH₄ separation: A review. // *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2013. V.12. P.84–107.
- [4]. Mukaddam, M., Litwiller, E., Pinnau, I. Gas Sorption, Diffusion, and Permeation in Nafion. // *Macromolecules*. 2016. V.49. N.1. P.280–286.
- [5]. Yevlampieva, N.P., Bermeshev, M.V., Gubarev, A.S., Chapala, P.P., Antipov, M.A. Additive poly[3-(trimethylsilyl)tricyclonone-7]: Molecular properties and chain rigidity. // *Polymer Science Series A*. 2016. V.58. N.3. P.324–335.
- [6]. Petukhov, D.I., Berekchiian, M.V., Pyatkov, E.S., Solntsev, K.A., Eliseev, A.A. Experimental and Theoretical Study of Enhanced Vapor Transport through Nanochannels of Anodic Alumina Membranes in a Capillary Condensation Regime. // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2016. V.120. N.20. P.10982–10990.
- [7]. Caro, J., Noack, M., Kölsch, P., Schäfer, R. Zeolite membranes – state of their development and perspective. // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2000. V.38. N.1. P.3–24.
- [8]. Bushell, A.F., Attfield, M.P., Mason, C.R., Budd, P.M., Yampolskii, Y., Starannikova, L. et al. Gas permeation parameters of mixed matrix membranes based on the polymer of intrinsic microporosity PIM-1 and the zeolitic imidazolate framework ZIF-8. // *Journal of Membrane Science*. 2013. V.427. P.48–62.
- [9]. Ha, H., Park, J., Ha, K., Freeman, B.D., Ellison, C.J. Synthesis and gas permeability of highly elastic poly(dimethylsiloxane)/graphene oxide composite elastomers using telechelic polymers. // *Polymer*. 2016. V.93. P.53–60.
- [10]. Ha, H., Park, J., Ando, S., Kim, C.B., Nagai, K., Freeman, B.D. et al. Gas permeation and selectivity of poly(dimethylsiloxane)/graphene oxide composite elastomer membranes. // *Journal of Membrane Science*. 2016. V.518. P.131–140.
- [11]. Uchytel, P., Petrickovic, R., Thomas, S., Seidel-Morgenstern, A. Influence of capillary condensation effects on mass transport through porous membranes. // *Separation and Purification Technology*. 2003. V.33. N.3. P.273–281.
- [12]. Athanasekou, C., Pedrosa, M., Tsoufis, T., Pastrana-Martínez, L.M., Romanos, G., Favvas, 128 E. et al. Comparison of self-standing and supported graphene oxide membranes prepared by simple filtration: Gas and vapor separation, pore structure and stability. // *Journal of Membrane Science*. 2017. V.522. P.303–315.
- [13]. Shin, Y., Liu, W., Schwenzer, B., Manandhar, S., Chase-Woods, D., Engelhard, M.H. et al. Graphene oxide membranes with high permeability and selectivity for dehumidification of air. // *Carbon*. 2016. V.106. P.164–170.
- [14]. Nair, R.R., Wu, H.A., Jayaram, P.N., Grigorieva, I.V., Geim, A.K. Unimpeded Permeation of Water Through Helium-Leak-Tight Graphene-Based Membranes. // *Science*. 2012. V.335. N.6067. P.442–444.
- [15]. Choi, J.-G., Do, D.D., Do, H.D. Surface Diffusion of Adsorbed Molecules in Porous Media: Monolayer, Multilayer, and Capillary Condensation Regimes. // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2001. V.40. N.19. P.4005–4031.
- [16]. Lindsay B., Abel M.-L., Watts J.F. A study of electrochemically treated PAN based carbon fibers by IGC and XPS // *Carbon*. 2007. V. 45. R. 2433–2444.

Xülasə

X-şuaları fotoelektron spektroskopiyası (XPS) istifadə alüminium oksid və polimerlərin kimyəvi tərkibinin və səth xüsusiyyətlərinin tədqiqi Kuznetsov V.A.

Açar sözlər: *X-ray fotoelektron spektroskopiyası (XPS), səthin xüsusiyyətləri, alüminium oksidi, polimer nümunələri, kimyəvi tərkib, səthin dayanıqlığı, nanotexnologiya.*

Bu məqalə müxtəlif materialların səth xüsusiyyətlərinin təhlili üçün bir araşdırma təqdim edir. Əsas diqqət alüminium oksidi və polimer nümunələrinin kimyəvi tərkibinin öyrənilməsinə yönəlib. XPS-dən istifadə etməklə əldə edilən eksperimental məlumatlar elementlərə və onların kimyəvi bağlarına uyğun gələn xarakterik zirvələri müəyyən etməyə imkan verir. Nəticələr oksigenin üstünlük təşkil etdiyi alüminium oksidinin səthinin yüksək sabitliyini və polimer nümunələrində müxtəlif karbon formalarının olduğunu göstərir. Eksperimental məlumatların ədəbiyyat dəyərləri ilə müqayisəsi alınan nəticələrin düzgünlüyünü təsdiqləyir. Məqalədə yeni texnologiyaların və materialların inkişafı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən materialların səth xüsusiyyətlərinin təhlili metodu kimi XPS-nin əhəmiyyəti vurğulanır. Əldə edilmiş məlumatlar materialşünaslıq və nanotexnologiya sahəsində gələcək tədqiqatlar üçün istifadə edilə bilər.

Резюме

Исследование химического состава и поверхностных характеристик алюминиевого оксида и полимеров с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (xps) Кузнецов В.А.

Ключевые слова: *рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), поверхностные свойства, алюминиевый оксид, полимерные образцы, химический состав, стабильность поверхности, нанотехнологии*

В данной статье представлено исследование, посвященное применению рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS) для анализа поверхностных свойств различных материалов. Основное внимание уделено изучению химического состава алюминиевого оксида и полимерных образцов. Экспериментальные данные, полученные с помощью XPS, позволяют выявить характерные пики, соответствующие элементам и их химическим связям. Результаты показывают высокую стабильность поверхности алюминиевого оксида с преобладанием кислорода, а также наличие различных форм углерода в полимерных образцах. Сравнение экспериментальных данных с литературными значениями подтверждает точность полученных результатов. Работа подчеркивает важность XPS как метода для анализа поверхностных свойств материалов, что имеет значительное значение для разработки новых технологий и материалов. Полученные данные могут быть использованы для дальнейших исследований в области материаловедения и нанотехнологий.

Elektrik maşınlarının diaqnoz obyektı baxımından təsviri və riyazi modelləşdirilməsi

Abdulova Nafisə Abdulfəs qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, t.f.d., dosent
abdulovanafise@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 11.04.2025 Düzəliş tarixi: 20.05.2025 Qəbul olunma tarixi: 04.06.2025	Məqalədə elektrik maşınları, texniki diaqnostika, ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika ilə yanaşı, hesablama texnikası nəzəriyyələrinin müvafiq prinsiplərini və metodlarını istifadə edərək məsələlərin həllinə kompleks bir yanaşma təqdim edilmişdir. Erkən diaqnostika parametrlərinin müəyyənəşdirilməsi elektrik maşınlarının klassik nəzəriyyəsindən irəliləyərək müəyyən edilən yananmalar və riyazi analizin əsasında həyata keçirilmişdir. Elektrik maşınlarındakı nasazlıqların erkən diaqnostika üsullarının hazırlanması zamanı, natur-eksperiment vasitəsilə əldə olunan məlumat bazasından istifadə edilmişdir
Açar sözlər: diaqnostik model, elektromaqnit, vibro-akustik, istilik-kimyəvi, fiziki proses, riyazi model	

İşləmə şəraitində elektrik maşınının texniki vəziyyəti, elektromaqnit, vibro-akustik, istilik-kimyəvi və digər funksional fiziki proseslərin dinamik təzahürləri vasitəsilə xarakterizə edilir. Bu proseslərin parametrləri və xüsusiyyətləri vasitəsilə texniki vəziyyətin qiymətləndirilməsi daha əlverişli olur.

Texniki obyektin saz və nasaz vəziyyətlərinin təsviri (analitik, cədvəl, vektor, qrafik və s.) riyazi model kimi nəzərdən keçirilə bilər. Bu modellər obyektı və onun vəziyyətlərini lazımi dəqiqliklə təsvir etməlidir.

Saz və nasaz elektrik maşını, mürəkkəb dinamik bir sistem olaraq, texniki vəziyyəti müəyyən bir vaxt intervalları boyunca, giriş, daxili və çıxış parametrlərinin qiymətləri ilə müəyyən edilə bilər. Texniki vəziyyət deyəndə nasazlığın olub-olmaması nəzərdə tutulur. Bu vəziyyətlər funksional fiziki proseslərin xarakteristikalarında dəyişikliklərlə müşayiət olunur.

Ümumilikdə, işləmə şəraitində elektrik maşınının texniki vəziyyətinə nəzarət nəticəsi (R), aşağıdakı funksional asılılıqla təsvir oluna bilər [1,2].

$$R(x, t) = f(x_n, Y_n, Z_n, t) \quad (1)$$

Burada X-çoxölçülü vektor olaraq $x_1, x_2, \dots, x_n$ parametrlərilə xarici (giriş) təsir faktorlarını (məsələn tətbiq edilən gərginliyi); Y – çoxölçülü vektor olaraq $y_1, y_2, \dots, y_n$ parametrlərilə iş rejiminin elektromaqnit və energetik göstəricilərini; Z çoxölçülü vektor olaraq $z_1, z_2, \dots, z_n$ parametrlərilə funksional fiziki proseslərin (texniki vəziyyətin) xüsusiyyətləri verilən t zaman kəsiyində qiymətləndirilir.

Əslində (1) funksional asılılıq, texniki vəziyyətin saz olduğu vaxtda elektrik maşınının diaqnostik modelini təmsil edə bilər.

Elektrik maşınlarının istismar təcrübəsindən aydın olur ki, nasazlıqların başlanğıc mərhələlərində əsas energetik göstəricilər dəyişmir, yalnız zədələnmənin yüksək hədlərinə çatdıqda, maşın sıradan çıxdıqda bu göstəricilər kəskin şəkildə dəyişir. Məhz buna görə, rele mühafizəsi maşını işdən çıxarır.

Giriş təsiri parametrləri və iş rejimi göstəricilərinin normal qiymətləri ilə texniki vəziyyətin xarakteristikalarını təsvir edən parametrlərin etalon qiymətlərindən fərqlənməsi, maşında $s(i)$ nasazlığının meydana gəlməsini göstərə bilər.

Bu halda, texniki vəziyyət aşağıdakı funksional asılılıqla xarakterizə edilə bilər:

$$R_{s(i)} = f \left(X_n, Y_n, Z_{s(i)}, Z_s \left(\frac{j}{i} \right), t \right) \quad (2)$$

Burada $Z_{s(i)}$, verilən konstruktiv hissədə yaranan i fiziki nasazlığının texniki vəziyyətə təsirini xarakterizə edən parametrləri təmsil edir; $Z_{s(j/i)}$, i fiziki nasazlığının təsirindən digər konstruktiv hissələrdə meydana gələ bilən j şərti nasazlıqların texniki vəziyyətdəki dəyişikliklərini xarakterizə edən parametrləri göstərir.

Verilən funksional konstruktiv hissədə hər hansı bir fiziki nasazlıq yarandıqda, digər konstruktiv elementlərdə şərti nasazlıqların əmələ gəlməsi izah olunur, çünki elektrik maşınlarında funksional düyünlər (konstruktiv hissələr) sıx elektromaqnit və mexaniki əlaqə içində olduğundan, onların arasında müəyyən diaqnostik əlaqələr də mövcuddur. Məsələn, əgər fiziki nasazlıq - sarğılar və ya fazalar arasında qısa qapanma stator dolağında baş verirsə, faz cərəyanlarının simmetriyini pozulur, yerli qızmalar yaranır və s., bu vəziyyət həmin konstruktiv hissədə (dolaqda) elektromaqnit funksional prosesləri parametrlərinin və xarakteristikalarının dəyişməsi kimi qiymətləndirilir. Lakin qeyd edilən fiziki nasazlıqlar maşında maqnit simmetriyini pozaraq qeyri-taraz maqnit dartınma qüvvələrinin yarandığı polad nüvədə, yastıqlarda və digər konstruktiv hissələrdə vibrasiyaların dəyişməsinə səbəb olur. Bu halda, vibrasiya dolayı təsirdən meydana gəlidiyi üçün həmin konstruktiv hissələr üçün şərti nasazlıq kimi qəbul edilir. Əlavə olaraq, statorun polad nüvəsində və yastıqlarda vibrasiyanın dəyişməsi həmin konstruktiv hissələrdə yaranan fiziki nasazlıqların nəticəsi olaraq da baş verə bilər. Bu vəziyyətdə, nüvənin sıxlığının azaldığı, yastıqlarda çatlaqların meydana gəlidiyi və s. fiziki nasazlıqlar uyğun funksional hissələrdə qəbul edilir.

Beləliklə, maşının verilmiş $s(i)$ nasazlığında texniki vəziyyətin xüsusiyyətləri həm də funksional əlaqədə olan konstruktiv hissələrin şərti nasazlıqları ilə - $s(j/i)$ xarakterizə olunur. Bu baxımdan, maşının istismar texniki vəziyyətindəki nasazlıqların müxtəlifliyi aşağıdakı funksional asılılıqla təsvir oluna bilər:

$$S = f \left\{ s(i), s \left(\frac{j}{i} \right) \right\} \quad (3)$$

Göründüyü kimi, texniki vəziyyətin (1-3) modelləri maşının funksional elementləri arasındakı elektromaqnit və mexaniki əlaqələri tam şəkildə təsvir edə bilmir və bu əlaqələrin diaqnozunu açmaqda çətinlik yaradır. Bu modellər, nasazlıqların funksional elementlərin texniki vəziyyətindəki xüsusiyyətlərinə dair nişanələri müəyyən etməyə imkan vermir. Bu məqsədlər üçün [1,3] mənbələrində dəyişən cərəyanlı elektrik maşınlarının məntiqi xarakterli riyazi modelinin (diaqnostik model) təklifi irəli sürülür. Elektrik maşını 5 əsas funksional elementdən ibarət olaraq qəbul edilir: stator dolağı, stator nüvəsi, hava məsafəsi, rotor dolağı və yastıqlar.

Diaqnostik modeldə, işçi rejimində funksional elementlər arasındakı elektromaqnit, elektromexaniki, mexaniki, istilik-kimyəvi əlaqələr və mümkün diaqnostik əlaqələr oxlu xətlərlə açıq şəkildə göstərilir. Bu modelin qurulması yalnız verilən nasazlıq üçün faydalıdır. Belə bir model, müəyyən bir funksional elementdə yaranan fiziki nasazlıq zamanı, həmin elementlə diaqnostik əlaqəsi olan digər elementlərdəki şərti nasazlıqları nəzərə alaraq texniki vəziyyətin mümkün dəyişikliklərini araşdırmağa və ilkin diaqnoz nişanələri və parametrlərini müəyyən etməyə imkan verir.

Nəticə.

Elektrik mühərriklərinin texnoloji proseslərdəki mühüm rolunu və iş rejimlərinə olan yüksək tələbləri nəzərə alaraq, onların istismar vəziyyətlərinin izlənməsi və diaqnostikasının aparılması məqsədilə müvafiq diaqnostika metodlarının inkişafı və bu metodların praktiki tətbiqi əhəmiyyətlidir. Diaqnostik modeldə, işçi rejimində funksional elementlər arasındakı elektromaqnit,

elektromexaniki, mexaniki, istilik-kimyəvi əlaqələr və mümkün diaqnostik əlaqələr oxlu xətlərlə açıq şəkildə göstərilir. Bu modelin qurulması yalnız verilən nasazlıq üçün faydalıdır.

Ədəbiyyat

- [1]. Гашимов, М.А. Логические методы диагностики технического состояния электрических машин // Электричество. –1999, №7, - с. 20 - 26
- [2]. Основы технической диагностики: В 2 кн. / Под ред. П.П.Пархоменко. –М. : Энергия, – 1976. –320 с.
- [3]. Qəşimov M.A. Elektrik maşınlarının enerji sistemləri üzrə funksionallıq prosesləri parametrlərinə əsaslanan diaqnostika nəzəriyyəsinin və metodlarının əsasları:/ Texniki elmlər doktoru elmi dərəcəsi üzrə dissertasiya / Bakı, –1993.

Summary

Descriptive and mathematical modeling of electrical machines in terms of diagnostic object

Abdulova N. A.

Keywords: *diagnostic model, electromagnetic, vibro-acoustic, thermal-chemical, physical process, mathematical model*

The article presents a comprehensive approach to solving problems using the relevant principles and methods of the theories of electrical machines, technical diagnostics, probability theory and mathematical statistics, as well as computational techniques. The determination of early diagnostic parameters was carried out on the basis of approaches and mathematical analysis, proceeding from the classical theory of electrical machines. When developing methods for early diagnostics of faults in electrical machines, the database obtained through natural experiments was used.

Резюме

Описательно-математическое моделирование электрических машин в аспекте объекта диагностики

Абдулова Н. А.

Ключевые слова: *диагностическая модель, электромагнитный, виброакустический, термохимический, физический процесс, математическая модель*

В статье представлен комплексный подход к решению задач с использованием соответствующих принципов и методов теории электрических машин, технической диагностики, теории вероятностей и математической статистики, а также вычислительной техники. Определение ранних диагностических параметров проводилось на основе подходов и математического анализа, вытекающих из классической теории электрических машин. При разработке методов ранней диагностики неисправностей электрических машин использовалась база данных, полученная в результате натурных экспериментов.

Transponirə edilmiş heterogen matrislər və onların bir tətbiqi barədə¹Hacıyev Akif Əsgər oğlu²Məmmədov Fərman Oruc oğlu

Azərbaycan Dillər Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 1- f.r.f.d baş müəllim, 2- f.r.f.d, dosent

Akif.Hajiyev@edu.gov.az, fomamedov50@mail.ru

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 09.01.2025 Düzəliş tarixi: 03.03.2025 Qəbul olunma tarixi: 26.05.2025	<i>Bu gün istənilən iqtisadi məsələnin həllində ən mükəmməl, ən mötəbər nəticələr yalnız kompüter texnologiyalarının tətbiqi ilə alınə bilər. Müxtəlif məsələlərin kompüter həlli üçün ilk növbədə müəyyən riyazi üsullardan istifadə edilir, alqoritmlər qurulur, proqramlar tərtib edilir. Təqdim edilən bu məqalədə heterogen matrislərin transponirə olunma qaydası göstərilir.</i>
Açar sözlər: heterogen matris, transponirə olunmuş heterogen matris, memorial order, baş kitab	<i>İşdə mühasibat uçotunun əsasını təşkil edin baş kitabın avtomatlaşdırılması məsələsində alqoritmin müəyyən addımında alınan iki ölçülü massiv heterogen matris şəklində olduğundan bu matris transponirə edilir və baş kitabın memorial formasını almaq üçün nəticələr Excel tətbiqinə yönləndirilir</i>

Giriş

Təşkilat, idarə və müəssisələrdə mühasibat uçotu məsələlərinin həllində heterogen matrislər ([1], [2]) adlanan xüsusi tip matrislərdən geniş istifadə edilir. Bu matrislər üzərində toplama, çıxma və ədədə vurma əməllərinin yerinə yetirilmə qaydası [1], [2]-də göstərilmişdir.

Ənənəvi matrislərdən fərqli olaraq bu matrislər həm ədəd və həm də mətn tipli elementlərdən ibarətdir

Heterogen matris üçün də transponirə anlayışı vermək mümkündür. Burada çevrilmə prosesi ənənəvi qaydada deyil, başqa cür təyin edilir. Məsələn, **A** tipli heterogen matrisdə sütun elementləri ilə müvafiq sətir elementlərinin yerini dəyişdikdə alınan yeni sətir üzrə hər bir mətn tipli element iki dəfə təkrarlanır, yəni iki ardıcıl (sol və sağ) sütunda yerləşir. Həm də bu halda onların hər birinə uyğun sütunda hansı ədədi elementin yerləşməsi baxılan (verilmiş) matrisdə həmin mətn tipli elementin hansı sütun elementi olmasından asılıdır. Yəni hər hansı mətn tipli element baxılan (verilmiş) matrisdə birinci sütun elementidirsə, o halda həmin matrisin müvafiq sətirindəki ədəd tipli element transponirə olunmuş matrisdə mətn tipli dəyişənin yerləşdiyi sol sütunda yerləşəcəkdir. Eləcə də müəyyən bir mətn tipli element verilmiş matrisin ikinci sütun elementidirsə, o zaman həmin matrisin müvafiq sətirindəki ədəd tipli element transponirə olunmuş matrisdə həmin mətn tipli dəyişənin yerləşdiyi sağ sütunda yerləşəcəkdir.

Transponirə olunmuş matrisdəki ədədi elementlərin sayı, transponirə olunan matrisdəki simvolların sətir üzrə təkrarlanma sayından asılı olacaq. Bu qeyd edilənlərin daha aydın olması üçün aşağıdakı çevrilməyə baxaq. Tutaq ki, C_A matrisi verilmişdir.

$$C_A = \begin{pmatrix} x & y & 15 \\ y & b & 25 \\ b & x & 3.5 \\ x & b & 58 \\ y & x & 78.5 \end{pmatrix}$$

Onda yuxarıda qeyd etdiyimiz qaydaya uyğun olaraq transponirə olunmuş C_A^T matrisi aşağıdakı kimi olacaq:

$$C_A^T = \begin{pmatrix} x & x & y & y & b & b \\ 15 & 3.5 & 25 & 15 & 3.5 & 25 \\ 58 & 78.5 & 78.5 & 0 & 0 & 58 \end{pmatrix}.$$

B tipli heterogen matrislər transponirə olunduqda da onun mətn tipli elementləri alınan yeni matrisdə **A** tipli matrislərdə olduğu kimi iki dəfə təkrarlanır, yəni həmin elementlər iki ardıcıl (sol və sağ) sütunda yerləşir. Lakin fərq isə ondan ibarətdir ki, **B** tipli matrislər transponirə olunarkən ədədi elementlər yerləşdiyi sütun nömrələrindən asılı olaraq transponirə olunmuş matrisdə mətn tipli dəyişənin yerləşdiyi sol və ya sağ sütunda yerləşirlər.

Başqa sözlə,

$$C_B = \begin{pmatrix} x & 15 & 3.5 \\ y & 25 & 15 \\ b & 3.5 & 25 \end{pmatrix} \text{ olarsa, onda } C_B^T = \begin{pmatrix} x & x & y & y & b & b \\ 15 & 3.5 & 25 & 15 & 3.5 & 25 \end{pmatrix}.$$

Transponirə edilmiş heterogen matrisin tətbiqi

Adətən mühasibat uçotu qaydalarına görə aparılan uçota uyğun olaraq aylıq, rüblük və illik müvafiq uçot sənədləri tərtib edilir ki, bu sənədlər arasında da memorial order və baş kitab sənədlərinin hazırlanması xüsusi diqqət çəkir. Mühasibat uçotunun avtomatlaşdırılması məsələlərində əsasən ilkin uçot sənədinin emalı nəticəsində yaranacaq məlumat bazaları əsasında, uçotun hər bir sahəsi üzrə memorial orderlər, baş kitab və dövriyyə cədvəlləri bazaları formalaşdırılmalıdır ki, bunun da əsasında rüblük, illik mühasibat hesabatları və illik maliyyə hesabatları tərtib edilməlidir. Təqdim edilən bu işdə memorial orderlər əsasında baş kitab bazasının formalaşdırılması və onun çapı məsələlərinə baxılır. Belə ki, mühasibatın bütün sahələri üzrə memorial orderlərin bazaları bir yerə toplanır. Bu bazanın strukturu elə tərtib edilmişdir ki, bu struktur C_A tipli matrisi xatırladır. Həmin bazadan bir nümunə aşağıda göstərilmişdir (şəkil 1).

Debet	Kredit	Məbləğ
122-4	307-1	470.14
122-4	308-2-2	103.43
122-4	308-5	2.35
122-4	308-5-1	9.40
307-1	308-1	479.14
307-1	308-4	39.42
307-1	308-3	168.12
307-1	308-3-2	168.12
307-1	308-2-1	252.14
122-4	307-1	-220.00
122-4	308-2-2	-48.40
122-4	308-5	-1.10
122-4	308-5-1	-4.40

Şəkil 1. Baş kitab bazasından nümunə

Şəkil 1-də verilmiş Heterogen matris şəklində əks olunan baş kitab bazasını yuxarıda qeyd edilən formada transponirə etmək və alınan nəticələri Excel tətbiqinə yönəldərək baş kitabın memorial formasını almaq lazımdır. Bunun üçün əvvəlcə şəkil 1-dəki “debet” və “kredit” sütunlarında göstərilən mətn tipli elementlər arasında təkrarlananlardan ancaq biri götürülməklə yeni massiv yaradılmalı, sonra bu massiv elementləri Excel tətbiqinin əvvəlcədən nəzərdə tutulmuş bir kitabının müəyyən bir sətri üzrə, hər bir mətn tipli elementi iki dəfə təkrarlanmaqla yerləşdirilməlidir. Odur ki, baxılan cədvəldə “debet” və “kredit” sütunlarındakı (şəkil 1) təkrarlanan

mətn tipli elementlərin ancaq biri götürülməklə yeni massiv yaradılmasının alqoritmi aşağıdakı kimidir:

1. Eyni tarixə və eyni kodlara (muxabirləşmələrə) görə baş kitab bazasında əməliyyatların nəticələrinin toplanması əməliyyatı aparılır;
 2. Ölçüsü yeni alınmış baza cədvəlinin yazılarının sayına bərabər olan A massivi elan edilir və onun bütün elementlərinə başlanğıc qiymət olaraq ""(boşluq) mənimsədilir;
 3. Ədəd tipli hər hansı i və l dəyişəni götürülür və onlara başlanğıc qiymət olaraq "1" mənimsədilir;
 4. Bu addımda baş kitab bazası açılır və birinci yazının "debet" və "kredit" sahələrinə uyğun kodlarının hər biri uyğun olaraq $a1$ və $b1$ dəyişənlərinə mənimsədilir;
 5. $i=1$ və $a1 \neq b1$ şərti yoxlanılır;
 6. Əgər şərt doğrudursa onda $A(l)=a1$ əməliyyatı icra olunur;
 7. l -in qiyməti bir vahid artırılır: $l=l+1$;
 8. $A(l)=b1$ əməliyyatı icra olunur;
 9. əgər 5 şərti doğru deyilsə, onda $i>1$ şərti yoxlanılır;
 10. əgər 9 şərti doğrudursa, onda $j=1$, $k=0$ qəbul edilir;
 11. $j \leq l$ şərti yoxlanılır;
 12. əgər 11 şərti doğrudursa $a1=A(j)$ şərti yoxlanılır;
 13. əgər 12 şərti doğrudursa, k -nin qiyməti bir vahid artırılır: $k=k+1$;
 14. j -nin qiyməti bir vahid artırılır: $j=j+1$ və 11-ci bəndə keçid edilir;
 15. 12-ci şərt pozulduqda da 14-cü bənddəki əməliyyat aparılır;
 16. 11-ci şərt doğru olmadıqda $k=0$ şərti yoxlanılır və əgər şərt doğrudursa;
 17. l -in qiyməti bir vahid artırılır: $l=l+1$;
 18. $A(l)=a1$ əməliyyatı icra olunur;
 19. 16-cı bənddəki şərt doğru deyilsə $j=1$, $kk=0$ qəbul edilir;
 20. Sonra $j \leq l$ şərti yoxlanılır və əgər şərt doğrudursa;
 21. $b1=A(j)$ şərti yoxlanılır və əgər bu şərt doğrudursa, onda;
 22. kk -nin qiyməti bir vahid artırılır: $kk=kk+1$;
 23. əgər 21-ci bənddəki şərt doğru deyilsə, onda;
 24. j -nin qiyməti bir vahid artırılır: $j=j+1$ və 20-ci bəndə keçid edilir;
 25. əgər 20-ci bənddəki şərt doğru olmazsa, onda;
 26. $kk=0$ şərti yoxlanılır;
 27. Əgər şərt doğrudursa, l -in qiyməti bir vahid artırılır: $l=l+1$;
 28. $A(l)=b1$ qəbul edilir;
 29. l -nin qiyməti bir vahid artırılır: $i=i+1$;
 30. Əgər eof() vəziyyəti yaranıbsa, proses dayandırılır, əks halda 4-cü bəndə keçid edilir;
 31. 26-cı bənddəki şərt doğru deyilsə, 29-cu bəndə keçid edilir;
 32. Faylın oxunuşu başa çatıbsa, yəni eof() vəziyyəti yaranıbsa proses dayandırılır.
- Qeyd edilən bu məsələnin proqramından nümunə aşağıda verilmişdir:

```
SELECT 8
USE bazbaskt EXCLUSIVE
n=RECCOUNT()
m=2*n
DIMENSION A(m) as String
i=1
DO WHILE i<=m
a(i)=SPACE(8)
i=i+1
ENDDO
```

```
DO WHILE .not. EOF()
a1=deb
b1=kre
IF a1<>b1 .and. i=1
a(l)=a1
l=l+1
a(l)=b1
ENDIF
IF i>1
j=1
k=0
```

```

i=1
l=1
DO WHILE j<=l
  IF a1=a(j)
    k=k+1
  ENDIF
  j=j+1
ENDDO
IF k=0
  l=l+1
  a(l)=a1
ENDIF
j=1
kk=0
DO WHILE j<=l
  IF b1=a(j)
    kk=kk+1
  ENDIF
  j=j+1
ENDIF
j=j+1
ENDDO
IF kk=0
  l=l+1
  a(l)=b1
ENDIF
endif
i=i+1
SKIP
ENDDO

```

Göstərilən bu alqoritm aparılan əməliyyatlar nəticəsində baş kitab bazasının “debet” və “kredit” sahələri üzrə kodları bir dəfə seçməklə yeni yaranacaq massivin formalaşması üçündür. Yəni, bu alqoritm əsasında tərtib edilən proqram şəkil 1-də göstərilən formada olan baza cədvəlində aparılmış əməliyyat kodlarından ibarət **A** massivi yaradır və burada təkrar iştirak edən kodlardan ancaq biri götürülür.

Baş kitabın memorial formasının tərtib edilməsi üçün əvvəlcə Excel tətbiqi açılır və baş kitab üçün nəzərdə tutulan **başkitab.xlsx** faylı tətbiqə yönləndirilir. Həmin faylın əvvəlcədən təyin edilmiş sətirinə əməliyyat kodlarından ibarət **A** massivin elementləri təkrarlanmaqla yazılır.

Bu alqoritm əsasında tərtib edilmiş proqramdan bir hissə aşağıda verilmişdir:

```

Oleam=createobject("Excel.Application")
Oleam.Visible=.T.
fayun=SYS(5)+yol1+"basket.xls"
Oleam.Workbooks.Open(fayun)
Oleam.Range(Oleam.Cells(3,1),Oleam.Cells(3,k1)).select
Oleam.Selection.NumberFormat = "@"
i=1
k=2
Oleam.Cells(3,2)="Memop №"
DO WHILE i<=l
  k=k+1
  Oleam.Cells(3,k)=a(i)+'D'
  k=k+1
  Oleam.Cells(3,k)=a(i)+'K'
  i=i+1
ENDDO

```

Proqramın icrası zamanı alınan nəticə aşağıdakı cədvəldə əks olunur (şəkil 2).

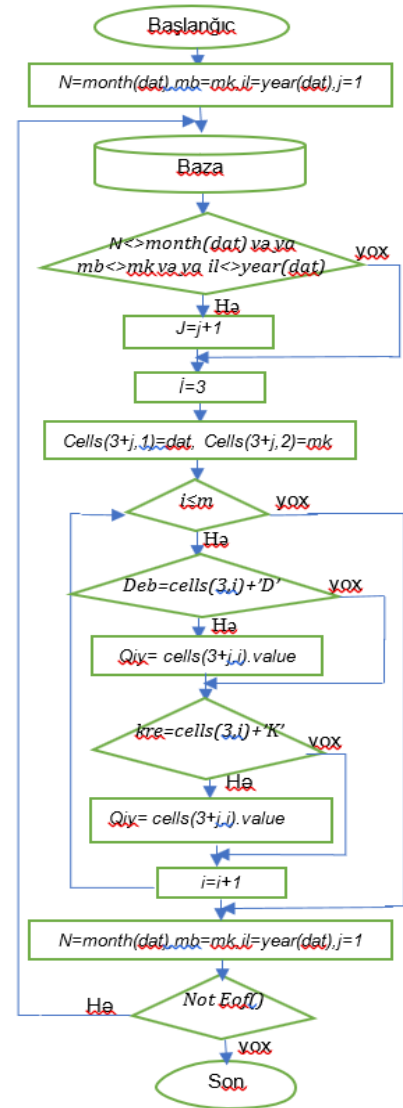
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1						BAŞ KİTAB								
2														
3		Memor №	307-1 D	307-1 K	308-4 D	308-4 K	103-1 D	103-1 K	308-1 D	308-1 K	308-2-1 D	308-2-1 K	541 D	541 K

Şəkil 2. Əməliyyat kodlarının Excel tətbiqinə yönləndirilməsi

Mühasibat qaydalarına görə baş kitabda müxtəlif tarixlərdə aparılmış əməliyyatların hər bir kodu (balans hesabı) üzrə şəkil 1-də göstərildiyi kimi kodun birinci və ya ikinci sütunda yerləşməsindən asılı olaraq məbləğlər şəkil 2-də olduğu kimi həmin kodun sol və ya sağ sütunlarında və əməliyyatın aparıldığı hər bir ayın və memorial orderin nömrəsinə uyğun sətirlərdə yerləşməlidir. Yəni avtomatlaşma zamanı axtarış ancaq kodların yerləşdiyi sətir üzrə aparılmalı, kod tapıldığı halda həmin koda uyğun məbləğ müvafiq ayın və memorial orderin nömrəsinə uyğun sətirdəki xanaya əlavə edilməlidir. Əlavə etmək ona görə lazımdır ki, ay ərzindəki müxtəlif tarixlərdə eyni memorial order və kodlar üzrə əməliyyatlar aparıla bilər ki, bu əməliyyatların nəticələri toplanıb əməliyyata uyğun xanada cəmlənməlidir. Qeyd edilən bu prosesin blok-sxemi aşağıdakı kimidir (sxem 3):

Blok-sxemdən göründüyü kimi transponirə zamanı baş kitab bazasından götürülmüş məlumatlar əsasında hər bir yazıya uyğun kodun Excel faylının 3-cü sətirində əks etdirilmiş kodlarla müqayisəsi aparılır və lazım olan kod tapılan kimi, həmin koda uyğun məbləğ, bu kodun yerləşdiyi sütunun müvafiq sətirindəki xanadakı məbləğlə toplanaraq həmin xanaya yerləşdirilir. Göstərilən alqoritmin proqram təminatından bir fraqment aşağıdakı kimidir:

```
SELECT 8
GO 1
j=1
ajn=MONTH(dat)
DO WHILE .not. eof()
IF n<>MONTH(dat).or. il<>YEAR(dat) .or. mb<>mk
j=j+1
endif
i=3
kk=3
Oleam.Cells(3+j,1)=dat
Oleam.Cells(3+j,2)=mk
DO WHILE i<=mn&&nn1&&k
IF ALLTRIM(deb)=ALLTRIM(LEFT(Oleam.Cells(3,i).Value,
LEN(alltrim(Oleam.Cells(3,i).Value))-1)) .and. RIGHT(ALLTRIM(Oleam.Cells(3,i).Value),1)='D'
.and.;
LEN(ALLTRIM(deb))=LEN(ALLTRIM(LEFT(Oleam.Cells(3,i).Value,LEN(ALLTRIM(Oleam.Ce
lls(3,i).Value))-1)))
Oleam.Range(Oleam.Cells(3+j,i),Oleam.Cells(3+j,i)).select
Oleam.Selection.NumberFormat="0.00"
qiy=Oleam.Cells(3+j,i).value
IF qiy<>0
Oleam.Cells(3+j,i)=qiy+qaliq
ELSE
Oleam.Cells(3+j,i)=qaliq
endif
```



Sxem. Verilənlər bazası cədvəlinin transponirə edilməsinin sxemi

```

ENDIF
IF
ALLTRIM(kre)=ALLTRIM(LEFT(Oleam.Cells(3,i).Value,LEN(ALLTRIM(Oleam.Cells(3,i).Value))-1)) .and. RIGHT(ALLTRIM(Oleam.Cells(3,i).Value),1)='K' .and.LEN(ALLTRIM(kre))=
LEN(ALLTRIM(LEFT(Oleam.Cells(3,i).Value,LEN(ALLTRIM(Oleam.Cells(3,i).Value))-1)))
    Oleam.Range(Oleam.Cells(3+j,i),Oleam.Cells(3+j,i)).select
    Oleam.Selection.NumberFormat="0.00"
    qiy=Oleam.Cells(3+j,i).value
    IF qiy<>0
        Oleam.Cells(3+j,i)=qiy+qaliq
    ELSE
        Oleam.Cells(3+j,i)=qaliq
    endif
ENDIF
    i=i+1
ENDDO
    mb=mk
    n=MONTH(dat)
    il=YEAR(dat)
    SELECT 8
skip
ENDDO

```

Bu göstərilənlərlə yanaşı baş kitabın memorial forması yaradıldıqda kodlara (balans hesablarına) görə əməliyyatın nəticələrinin yekun məbləğləri rüb üzrə hesablanmalı və nəticələr Excel tətbiqi faylının müvafiq sətirinə yazılmalıdır. Bundan başqa hər kod üzrə alınan sağ və sol sütunlardakı cəmlər müqayisə edilməli, böyük məbləğdən kiçik məbləğ çıxılaraq alınan fərq (mühasibat işlərində bu fərq saldo adlanır) böyük məbləğ olan sütunun cəmlər sətirindən bir sətir aşağıda yazılmalıdır. Qeyd edilən əməliyyatların proqram təminatından bir fraqment aşağıdakı kimidir:

* Rübün cəminin hesablanması

```

IF ABS(MONTH(dat)-n)>=3
    j=j+1
    Oleam.Cells(3+j,1)="Rüb üzrə cəmi"
    i=3
DO WHILE i<=m
    Oleam.Range(Oleam.Cells(jj,i),Oleam.Cells(3+j,i+1)).select
    Oleam.Range(Oleam.Cells(3+j,i),Oleam.Cells(3+j,i+1)).Activate
    li=il+1
    sm='=SUM(R[ '+alltrim(STR(-li,4))+']C:R[-1]C)'
    Oleam.ActiveCell.FormulaR1C1=sm
    Oleam.Range(Oleam.Cells(jj,i+2),Oleam.Cells(4+j,i)).select
    i=i+1
ENDDO
    j=j+1
    i=3
    Oleam.Cells(3+j,1)="Subhesablar üzrə saldo"
DO WHILE i<=m
    farq=Oleam.Cells(2+j,i).value-Oleam.Cells(2+j,i+1).value
    IF farq>0
        Oleam.Cells(3+j,i).value=farq
    
```

```

else
    Oleam.Cells(3+j,i+1).value=-farq
endif
i=i+2
enddo
j=j+1
n=MONTH(dat)
endif

```

Proqramın bu fraqmentindən görünür ki, hər bir kod üzrə uyğun sütunlar seçilir və seçilmiş sütunlar üzrə məbləğlərin cəmi tapılır. Eyni bir koda uyğun “Debet” və “Kredit” sütunları üzrə tapılan cəmlər müqayisə edilir və böyük məbləğdən kiçik məbləğ çıxılaraq böyük məbləğ olan sütunda, cəmlər sətrindən bir sətir aşağıdakı xanaya yazılır. Bu proqramın icrası zamanı alınan nəticədən bir nümunə aşağıdakı kimidir (şəkil 3):

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
					BAŞ KİTAB								
	Memor №	307-1 D	307-1 K	308-4 D	308-4 K	103-1 D	103-1 K	308-1 D	308-1 K	308-2-1 D	308-2-1 K	541 D	541 K
İlin Əvvəlinə Qalıqlar		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
27.01.2022	3	40858,57	214907,45		1005,82				23738,28		6418,19		
21.02.2022	3	46199,93	233664,11		1097,56				27159,45		6995,63		
15.03.2022	3	140499,24	583346,03		2698,17				94132,69		17481,92		
Rüb üzrə cəmi		227557,74	1031917,59	0.00	4801,55	0.00	0.00	0.00	145030,42	0.00	30895,74	0.00	0.00
Subhesablar üzrə saldo			804359,85		4801,55		0.00		145030,42		30895,74		0.00

Şəkil 3. Verilənlər bazası cədvəlinin Excel-də transponirə edilmiş forması

Beləliklə, transponirə edilmiş heterogen matrislərin tətbiqinə aid bir nümunə göstərdik. Sonda belə qənaətə gəlmək olar ki, istifadəçilər bu üsuldən istifadə edərək belə səpkili bir çox işləri yerinə yetirə bilirlər.

Ədəbiyyat

- [1]. Hacıyev A.Ə. Heterogen matrislər və onların bəzi tətbiqləri barədə / Pedaqoji Universitetin Xəbərləri, C.70, №4, –2022, –s.9.
- [2]. Hacıyev, A.Ə., Massiv elementlərinin çevrilməsinin bir alqoritmi və onun tətbiqi / A.Ə.Hacıyev, G.Y.Məlikov. Pedaqoji Universitetin Xəbərləri, C. 67, № 3, – 2019, –s. 48.

Summary

About transponirated heterogeneous matrices and their one application

Hacıyev A.Ə., Məmmədov F.O.

Key words: heterogeneous Matrix, transponirated heterogeneous Matrix, memorial order, head book

Today, the most perfect and reliable results in solving any economic problem can be obtained only by using computer technologies. For computer solutions to various problems, first of all, certain mathematical methods are used, algorithms are built, programs are compiled.

This article presents the rule for transposing heterogeneous matrices. In the case of automating the general ledger, which is the basis of accounting, the two-dimensional array obtained at a certain step of the algorithm has the form of a heterogeneous matrix, so this matrix is transposed and the results are sent to the Excel application to obtain a memorandum form of the general ledger

Резюме

О транспонированных гетерогенных матрицах и их применении

Гаджиев А.А., Мамедов Ф.О.

Ключевые слова: *гетерогенная матрица, транспонированная гетерогенная матрица, мемориальный орден, главная книга*

Сегодня самые совершенные и надежные результаты при решении любой экономической задачи можно получить только с помощью применения компьютерных технологий. Для компьютерного решения различных задач, в первую очередь, используются определенные математические методы, строятся алгоритмы, составляются программы.

В данной статье представлено правило транспонирования гетерогенных матриц. В случае автоматизации главной книги, которая является основой бухгалтерского учета, двумерный массив, полученный на определенном шаге алгоритма, имеет вид гетерогенной матрицы, поэтому эта матрица транспонируется и результаты отправляются в приложение Excel для получения мемориальной формы главной книги.

Rəqəmsal dezinformasiya kampaniyalarının siyasi təsiri**Rüstəmov Murad Azər**

Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan, müəllim
murad_rustemov@yahoo.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 09.01.2025 Düzəliş tarixi: 03.03.2025 Qəbul olunma tarixi: 26.05.2025	<i>Rəqəmsal dezinformasiya rəqəmsal platformalar vasitəsilə yayılan yalan və ya yanlış məlumatlara aiddir. Bu məlumatlar ictimai rəyi manipulyasiya etmək, siyasi məqsədlərə çatmaq və ya iqtisadi fayda əldə etmək üçün istifadə olunur. Sosial media platformalarının və İnternetin geniş yayılması ilə rəqəmsal dezinformasiyanın yayılması xeyli artmışdır. Bu məqalənin məqsədi rəqəmsal dezinformasiyanın yayılması yollarını, onun siyasi təsirini və ona qarşı tədbirləri müzakirə etməkdir. Rəqəmsal dezinformasiyanın təsirlərini azaltmaq və cəmiyyəti etibarlı məlumatlarla təmin etmək üçün texnoloji həllər, hüquqi və tənzimləyici tədbirlər, məlumatlandırma kampaniyaları və media savadlığının artırılması təşəbbüsləri kimi müxtəlif tədbirlər tələb olunur. Gələcək tədqiqatlar bu təhlükəni daha yaxşı başa düşmək və bununla mübarizə üçün yeni strategiyalar hazırlamaq üçün çox vacibdir.</i>
Açar sözlər: Rəqəmsal dezinformasiya, siyasi təsir, informasiya müharibəsi, sosial media manipulyasiyası, internet təhlükəsizliyi, media savadlığı, kiber təhlükəsizlik, rəqəmsal platformalar, fake news (yalan xəbərlər), dezinformasiya strategiyaları	

Giriş

Rəqəmsal dezinformasiya, rəqəmsal platformalar vasitəsilə yayılan yanlış və ya yanlış məlumatlardır. Bu məlumatlar, ictimai rəyi manipulyasiya etmək, siyasi məqsədləri həyata keçirmək və ya iqtisadi mənfəət əldə etmək üçün istifadə olunur. Sosial media platformalarının və internetin geniş yayılması ilə rəqəmsal dezinformasiyanın yayılması daha da artmışdır. Məqalədə, rəqəmsal dezinformasiyanın yayılma yolları, siyasi təsiri və qarşısının alınması yolları müzakirə ediləcək. Texnoloji həllər, hüquqi və tənzimləyici tədbirlər, maarifləndirmə və media savadlığı təşəbbüsləri kimi müxtəlif tədbirlər, rəqəmsal dezinformasiyanın təsirini azaltmaq və cəmiyyətin doğru məlumatlarla təmin edilməsini təmin etmək üçün vacibdir. Gələcək tədqiqatlar, bu təhdidin daha yaxşı başa düşülməsi və onunla mübarizə aparmaq üçün yeni strategiyaların inkişaf etdirilməsi üçün vacibdir.

Rəqəmsal dezinformasiyanı yaymaq üçün çoxsaylı rəqəmsal platformalardan istifadə edilir. E-poçt və mesajlaşma proqramları, bloqlar, sosial media platformaları və veb saytların hamısı bu biliklərin yayılmasına əhəmiyyətli töhfə verir. Sosial media platformaları məlumatın sürətlə yayılması və geniş auditoriyaya çatması üçün faydalı alətlərdir. Veb saytlar və bloqlar sayəsində yanlış məlumatların yayılması üçün çoxlu imkanlar var. Digər tərəfdən, ani mesajlaşma proqramları və e-poçt istifadəçilərə məlumatı bir-biri ilə paylaşmağa imkan verir.

Rəqəmsal dezinformasiya, müasir dövrdə siyasi mühitin formalaşmasına ciddi təsir göstərə bilən effektiv bir vasitədir. Sosial medianı istifadə edərək, müxtəlif qruplar, ölkələr və təşkilatlar öz siyasi məqsədlərinə nail olmaq üçün dezinformasiyadan istifadə edir.[1]

Sosial media platformaları rəqəmsal dezinformasiyanın yayılmasında ən geniş yayılmış və təsirli vasitələrdən biridir. Bu platformalar, məlumatların sürətlə və geniş auditoriyaya çatdırılması üçün idealdır. Sosial medianın istifadəçi sayı milyardlarla ölçülür və bu da dezinformasiyanın geniş miqyasda yayılması üçün böyük imkanlar yaradır.

Sosial media platformaları, dezinformasiyanın yayılması üçün ideal mühit yaradır. İnsanın hiss və fikirlərinə təsir etmə qabiliyyəti, sosial medianın buradakı rolunu artırır. Məsələn, Facebook və Twitter, dezinformasiya məzmununun yayılmasında mühüm vasitələrdir.[4]

Facebook: Dünyanın ən böyük sosial media platformalarından biri olan Facebook, dezinformasiyanın yayılması üçün geniş imkanlar təqdim edir. Burada məlumatlar qısa müddətdə milyonlarla insana çatdırıla bilər.

Twitter: Twitter, dezinformasiyanın sürətli və effektiv şəkildə yayılması üçün istifadə edilir. Qısa məlumatlar bir tweet vasitəsilə tez bir zamanda yayılır və retweet edilərək geniş kütlələrə çatır.

Instagram: Vizual məzmun üzərində qurulmuş Instagram, dezinformasiyanı şəkillər və videolar vasitəsilə yaymaq üçün istifadə olunur, bu da onu təsirli edir.

YouTube: Video məzmunları vasitəsilə dezinformasiya yaymaq üçün geniş imkanlar təqdim edən YouTube, yalan məlumatların təsirini daha da gücləndirir.

Rəqəmsal dezinformasiya, yanlış və ya yanıltıcı məlumatların yayılma yoluyla ictimai fikri manipulyasiya etmək məqsədini güdür. Sosial mediada sürətlə yayılan bu məlumatlar, bəzən ölkədaxili və ya beynəlxalq münaqişələrin başlanmasına səbəb ola bilər.[2]

Sosial media platformaları, dezinformasiyanın viral yayılmasına imkan verir ki, bu da onun təsirini artırır. Məlumatların tez-tez yoxlanmadan paylaşılması dezinformasiyanın geniş yayılmasına səbəb olur.

İnternet saytları və bloglar, rəqəmsal dezinformasiyanın yayılmasında geniş istifadə olunan vasitələrdir. Bu platformalar məlumatların geniş auditoriyaya çatdırılması üçün idealdır və asanlıqla manipulyasiya edilə bilər.

Dezinformasiya kampaniyaları, spesifik hədəf qruplar üzərində təsir etmək məqsədilə hazırlanır. Məsələn, gənclər, yaşlılar, siyasətlə əlaqəsi olmayan insanlar bu hədəflərə daxil ola bilər. Hədəf olunan qruplar, dezinformasiyaya daha həssasdır[5]

Fake News Saytları: Yalan xəbərlər yayan saytlar dezinformasiyanın yayılmasında mühüm rol oynayır. Bu saytlar, sensasiyalı və yanlış məlumatlar yayaraq insanların diqqətini cəlb edir.

Bloglar: Fərdi bloglar dezinformasiyanın yayılması üçün əlverişli platformalardır. Bloglar vasitəsilə yanlış məlumatlar paylaşılır və geniş auditoriyaya çatdırıla bilər.

Alternativ Media Saytları: Ənənəvi media qurumlarına inamsızlıq yaranan alternativ media saytları dezinformasiyanın yayılmasında mühüm rol oynayır. Bu saytlar, yalan məlumatlarla dolu olan məqalələr və xəbərlər yayımlayır.

İnternet saytları və bloglar, insanların məlumat mənbələrinə olan inamını sarsıdır və dezinformasiyanın yayılmasına şərait yaradır. Bu da cəmiyyətdə narahatlıq və anlaşılmazlığı artırır.

E-poçt və mesajlaşma tətbiqləri rəqəmsal dezinformasiyanın yayılması üçün geniş imkanlar yaradır. Bu vasitələr, məlumatların şəxsi və sürətli yayılması üçün idealdır.

E-poçt: E-poçt vasitəsilə dezinformasiya yaymaq, məlumatların birbaşa şəxsi qutulara çatdırılması ilə effektiv olur. Bu, fərdlər arasında yalan məlumatların yayılmasına səbəb olur.

WhatsApp və Telegram: WhatsApp və Telegram kimi mesajlaşma tətbiqləri dezinformasiyanın sürətlə yayılması üçün geniş istifadə olunur. Bu tətbiqlər vasitəsilə məlumatlar qısa müddətdə böyük qruplara göndərilə bilər.

SMS: SMS vasitəsilə dezinformasiya yaymaq, məlumatların sürətlə və geniş yayılması üçün istifadə edilə bilər.

E-poçt və mesajlaşma tətbiqləri, şəxsi məlumatların yayılması üçün əlverişlidir və bu da dezinformasiyanın təsirini artırır. Bu vasitələr, məlumatların geniş yayılmasına və insanların yanlış məlumatlar əsasında qərar verməsinə səbəb olur.

Rəqəmsal dezinformasiya kampaniyaları siyasət dünyasında təsir yaratmaq üçün geniş istifadə olunur. Bu kampaniyalar ictimai rəyin yönləndirilməsi, seçki proseslərinin təsirlənməsi və dövlətlərarası münasibətlərin pozulması məqsədi ilə həyata keçirilir. Dezinformasiyanın yayıldığı zaman insanlar yanlış məlumatlara əsasən düşüncələrini və davranışlarını dəyişdirir, nəticədə ictimai rəy manipulyasiya olunur.

İctimai rəyin manipulyasiyası, dezinformasiya vasitəsilə insanların düşüncələrini və davranışlarını dəyişdirmək məqsədi daşıyır. Sosial media platformaları və digər rəqəmsal vasitələr bu manipulyasiyanın həyata keçirilməsi üçün ideal vasitələrdir. Dezinformasiya kampaniyaları insanların emosiyalarını və inanclarını manipulyasiya edərək, onların müəyyən bir mövzuya və ya şəxsə qarşı münasibətlərini dəyişdirir. Bu, siyasi məqsədlərin həyata keçirilməsi üçün güclü bir vasitədir.

Rəqəmsal dezinformasiya kampaniyalarının nəticələri geniş miqyasda araşdırılmışdır. Məsələn, siyasi seçkilərdə dezinformasiyanın təsiri seçici davranışa və seçki nəticələrinə birbaşa təsir edir. 2016 ABŞ prezident seçkiləri zamanı bu fenomen geniş müzakirə olunmuşdur.[3]

Seçki proseslərinə təsir etdikdə, seçicilər yalan məlumatlara əsaslanaraq qərarlar qəbul edir və bu da demokratik proseslərin etibarlılığını şübhə altına alır. Dezinformasiya kampaniyaları seçkiqabağı dövrlərdə xüsusilə təsirli olur. Yalan məlumatlar namizədlər haqqında yanlış təsəvvürlər yaradır və seçicilərin qərarlarını manipulyasiya edir. Bu, seçkilərin nəticələrinə təsir edir və demokratik proseslərin şəffaflığını və ədalətliliyini pozur.

Dövlətlərarası münasibətlərə gəlməyə, dezinformasiya vasitəsilə dövlətlər arasında gərginlik artırılır və mövcud problemlər daha da dərinləşir. Dezinformasiya kampaniyaları dövlətlər arasında yanlış məlumatlar yayaraq, onların bir-birilərinə qarşı düşmənçilik hisslərini artırır. Bu, dövlətlər arasında diplomatik münasibətlərin pozulmasına və hətta münaqişələrin yaranmasına səbəb ola bilər. Dezinformasiya dövlətlər arasında etimadsızlıq yaradır və beynəlxalq münasibətləri gərginləşdirir.

Çoxsaylı ekspertlər və tədqiqatçılar, rəqəmsal dezinformasiyanın qarşısını almaq üçün müxtəlif strategiyalar təklif edirlər. Tədqiqatlar, təhsilin artırılması, media savadlılığının yüksəldilməsi və müvafiq qanunvericilik dəyişikliklərinin vacibliyini vurğulayır.[6]

Rəqəmsal dezinformasiyanın qarşısının alınması üçün müxtəlif texnoloji, hüquqi və maarifləndirmə tədbirləri həyata keçirilir. Texnoloji həllər və alqoritmlər dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq və yanlış məlumatları müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Hüquqi və tənzimləyici tədbirlər dezinformasiyanın yayılmasını cinayət hesab etmək və bu fəaliyyətləri cəzalandırmaq məqsədi daşıyır. Maarifləndirmə və media savadlılığı isə insanların dezinformasiyanı tanıma və ona qarşı mübarizə aparma qabiliyyətini artırmaq məqsədi daşıyır.

İstifadə olunan strategiyalar arasında dəqiq məlumatların təqdim edilməsi və dezinformasiyanın ifşa edilməsi vacibdir. Həmçinin, sosial media platformalarının məsuliyyətli davranışı da önəmlidir.[7]

Beynəlxalq təşkilatlar, dezinformasiya ilə mübarizədə əhəmiyyətli rol oynayır. Məsələn, NATO və BMT, bu mövzuda global yanaşmaların inkişafına dəstək olurlar.[8]

Texnoloji həllər və alqoritmlər dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq və yanlış məlumatları müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Sosial media platformaları və digər rəqəmsal vasitələr dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq üçün müxtəlif alqoritmlər və texnoloji həllər tətbiq edir. Bu alqoritmlər yalan məlumatları müəyyən edir və onların yayılmasını məhdudlaşdırır.

Hüquqi və tənzimləyici tədbirlər dezinformasiyanın yayılmasını cinayət hesab etmək və bu fəaliyyətləri cəzalandırmaq məqsədi daşıyır. Dövlətlər dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq üçün qanunlar qəbul edir və bu qanunları tətbiq edir. Bu tədbirlər dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq və bu fəaliyyətləri cəzalandırmaq məqsədi daşıyır.

Maarifləndirmə və media savadlılığı insanların dezinformasiyanı tanıma və ona qarşı mübarizə aparma qabiliyyətini artırmaq məqsədi daşıyır. Maarifləndirmə kampaniyaları və təlim proqramları insanların dezinformasiyanı tanıma və ona qarşı mübarizə aparma qabiliyyətini artırır. Bu tədbirlər insanların dezinformasiyaya qarşı daha məlumatlı və hazırlıqlı olmasını təmin edir.

Texnologiyanın inkişafı ilə rəqəmsal dezinformasiya kampaniyalarının da inkişaf edəcəyi gözlənilir. Yeni texnologiyalar və platformalar, dezinformasiyanın yayılması üçün yeni imkanlar

yaradır. Beynəlxalq əməkdaşlıq və qlobal strategiyalar, rəqəmsal dezinformasiyanın qarşısının alınmasında mühüm rol oynayır. Dövlətlər və beynəlxalq təşkilatlar, bu təhdidə qarşı mübarizə aparmaq üçün birgə tədbirlər həyata keçirməlidirlər.

Nəticə

Rəqəmsal dezinformasiya kampaniyaları müasir dünya siyasətində ciddi bir təhdid olaraq qalır. Bu kampaniyalar ictimai rəyin manipulyasiyası, seçki proseslərinin təsirlənməsi və dövlətlərarası münasibətlərin pozulması kimi müxtəlif yollarla siyasi təsir yaradır. Dezinformasiyanın yayılması, insanların yanlış məlumatlara əsasən düşüncələrini və davranışlarını dəyişdirməsinə səbəb olur və nəticədə ictimai rəy manipulyasiya olunur.

İctimai rəyin manipulyasiyası, dezinformasiya vasitəsilə insanların emosiyalarını və inanclarını manipulyasiya edərək, onların müəyyən bir mövzuya və ya şəxsə qarşı münasibətlərini dəyişdirir. Bu, siyasi məqsədlərin həyata keçirilməsi üçün güclü bir vasitədir. Seçki proseslərinə təsir etdikdə isə seçicilər yalan məlumatlara əsaslanaraq qərarlar qəbul edir və bu da demokratik proseslərin etibarlılığını şübhə altına alır. Dezinformasiya kampaniyaları seçkiqabağı dövrlərdə xüsusilə təsirli olur və seçkilərin nəticələrinə təsir edir.

Dövlətlərarası münasibətlərə gəlinə, dezinformasiya vasitəsilə dövlətlər arasında gərginlik artırılır və mövcud problemlər daha da dərinləşir. Dezinformasiya kampaniyaları dövlətlər arasında yanlış məlumatlar yayaraq, onların bir-birilərinə qarşı düşmənçilik hisslərini artırır. Bu, dövlətlər arasında diplomatik münasibətlərin pozulmasına və hətta münaqişələrin yaranmasına səbəb ola bilər. Dezinformasiya dövlətlər arasında etimadsızlıq yaradır və beynəlxalq münasibətləri gərginləşdirir.

Rəqəmsal dezinformasiyanın qarşısını almaq üçün müxtəlif texnoloji həllər, hüquqi və tənzimləyici tədbirlər və maarifləndirmə təşəbbüsləri birgə istifadə edilməlidir. Texnoloji həllər və alqoritmlər dezinformasiyanın yayılmasını məhdudlaşdırmaq və yanlış məlumatları müəyyən etmək üçün effektiv üsullardır. Hüquqi və tənzimləyici tədbirlər yalan məlumatların yayılmasını cinayət hesab etmək və bu fəaliyyətləri cəzalandırmaq məqsədi daşıyır. Maarifləndirmə və media savadlılığı təşəbbüsləri insanların dezinformasiyanı tanıma və ona qarşı mübarizə aparmaq qabiliyyətini artırmaq üçün vacibdir.

Gələcək tədqiqatlar, rəqəmsal dezinformasiyaya qarşı mübarizə strategiyalarının effektivliyini və cəmiyyətin bu fenomenə qarşı reaksiyasını daha detallı bir şəkildə araşdırmalıdır.[9] Rəqəmsal dezinformasiyanın təsirini daha yaxşı başa düşmək və onunla mübarizə aparmaq üçün yeni strategiyaların inkişaf etdirilməsi üçün vacibdir. Bu təhdidin qarşısını almaq üçün dövlətlər, beynəlxalq təşkilatlar və cəmiyyətlər birgə çalışmalıdır. Rəqəmsal dezinformasiyanın təsirini azaltmaq və cəmiyyətin doğru məlumatlarla təmin edilməsini təmin etmək üçün hər kəsin üzərinə böyük məsuliyyət düşür.

Ədəbiyyat

- [1]. Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). Information Disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making. Council of Europe.
- [2]. Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151.
- [3]. Lazer, D. M. J., et al. (2018). The science of fake news. *Science*, 359(6380), 1094-1096.
- [4]. Bennett, W. L., & Segerberg, A. (2013). The logic of connective action: Digital media and the personalization of contentious politics. *Information, Communication & Society*, 20(1), 8-28.
- [5]. Starbird, K. (2017). Examining the alternative media ecosystem through the lens of the 2016 U.S. presidential election. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 1(CSCW), 1-27.
- [6]. Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017). Social Media and Fake News in the 2016 Election. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 211-236.

- [7]. Cossard, A., & Zeffin, A. (2020). Digital Deception: A systematic review of research on social media and misinformation. *Journal of Information Ethics*, 29(1), 18-38.
- [8]. Pailhé, A., & Verger, A. (2018). The political economy of misinformation in the digital age. *Global Media and Communication*, 14(2), 197-209.
- [9]. Gelfert, A. (2018). How to Disinform: A philosopher's perspective. *Philosophy & Technology*, 31(3), 493-513.

Summary

Political impact of digital disinformation campaigns

Rustamov M.A.

Key words: *Digital disinformation, political impact, information warfare, social media manipulation, internet security, media literacy, cybersecurity, digital platforms, fake news, disinformation strategies*

Digital disinformation refers to false or misleading information disseminated through digital platforms. This information is utilized to manipulate public opinion, achieve political objectives, or gain economic benefits. With the widespread use of social media platforms and the internet, the spread of digital disinformation has increased significantly.

This paper aims to discuss the ways in which digital disinformation spreads, its political impact, and measures to counteract it. Various measures such as technological solutions, legal and regulatory actions, awareness campaigns, and media literacy initiatives are essential to mitigate the effects of digital disinformation and ensure that society is provided with accurate information. Future research is crucial to gain a better understanding of this threat and to develop new strategies to combat it.

Резюме

Политическое влияние кампаний цифровой дезинформации

Рустамов М.А.

Ключевые слова: *цифровая дезинформация, политическое влияние, информационная война, манипуляция в социальных медиа, интернет-безопасность, медиаграмотность, кибербезопасность, цифровые платформы, фейковые новости, стратегии дезинформации.*

Цифровая дезинформация относится к ложной или вводящей в заблуждение информации, распространяемой через цифровые платформы. Эта информация используется для манипулирования общественным мнением, достижения политических целей или получения экономической выгоды. С широким распространением социальных медиа платформ и интернета, распространение цифровой дезинформации значительно увеличилось.

Цель данной статьи - обсудить способы распространения цифровой дезинформации, ее политическое влияние и меры по противодействию ей. Различные меры, такие как технологические решения, правовые и регуляторные действия, информационные кампании и инициативы по повышению медиаграмотности, необходимы для смягчения последствий цифровой дезинформации и обеспечения общества достоверной информацией. Будущие исследования имеют решающее значение для лучшего понимания этой угрозы и разработки новых стратегий борьбы с ней.

İstehsal olunan enerjinin keyfiyyətinə nəzarət sisteminin informasiya və proqram təminatının işlənməsi

Hüseynova Qənimə Hüseynqulu qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, doktorant
huseynovaqenime2023@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixəsi Daxilolma tarixi: 25.03.2025 Düzəliş tarixi: 20.04.2025 Qəbul olunma tarixi: 25.05.2025	Bu məqalədə enerji istehsalı prosesində texniki keyfiyyətə nəzarətin gücləndirilməsi, həmçinin rəqəmsal yarımstansiyalarda kibertəhlükəsizliyin artırılması üçün SCADA sistemində tətbiq olunan proqram təminatının təkmilləşdirilməsi məsələləri müzakirə olunur. Məqalədə real vaxt rejimində toplanan məlumatların təhlükəsizliyini və dəyişməzliyini təmin etmək üçün blockchain texnologiyasının SCADA sistemlərinə integrasiyası təklif olunur. Enerji istehsalının və texnoloji proseslərin modul quruluşunu nəzərə alaraq, çərçivə modelləşdirmə metodundan istifadə edərək idarəetmə və nəzarət alqoritmləri hazırlanmışdır
Açar sözlər: keyfiyyətə nəzarət, blokchain texnologiyası, freym modelləşdirmə, rəqəmsal yarımstansiya, kibertəhlükəsizlik	

Yaşıl energetikaya keçidin aktualıq kəsb etdiyi hazırkı dövrdə elektroenergetik sistemlərdə istehsal olunan enerjinin keyfiyyətinə texniki nəzarət sisteminin quruluş sxemlərinin mühəndis layihələndirilməsi mərhələsində layihəsinin vacib məsələlərindən biri istehsal modullarında enerjinin keyfiyyətinə texniki nəzarət vasitələrinin tiplərinin seçilməsi, ölçmə avadanlıqlarının dəqiq işçi zonalarında və lazımı mövqelərdə yerləşdirilməsi, texnoloji prosesə uyğun texniki nəzarət prosesinin avtomatik idarə edilməsi üçün lokal və ümumi proqram təminatının işlənməsindən və rəqəmsal yarımstansiyaların kibertəhlükəsizliyinin təmin olunmasından ibarətdir.

Məlum olduğu kimi, enerjinin istehsalı, ötürülməsi, optimal paylanması və mühafizəsi üçün energetika müəssisələrinin rəqəmsallaşdırılmasına keçidə önəm verildiyi bir dövrdə enerjinin keyfiyyət göstəricilərinin ciddi şəkildə artırılmasına nail olmaq məqsədi ilə vacib proqram alətlərindən biri SCADA sistemidir. Bu sistemin köməyi ilə istehsalın bütün məqsədlərinə nail olunduğunu və hazır məhsulun keyfiyyət standartlarına cavab verib-vermədiyini müəyyən etmək imkanı reallaşır. SCADA sisteminin işlənməsi zamanı qarşıya qoyulan vəzifələrdən asılı olaraq, istehsalatın dispetçer-operator nəzarətmə prosesində hər hansı bir sahədə tələbatçılara ötürülən enerjinin keyfiyyətinin və enerjini istehsal edən avadanlıqların cari texniki vəziyyətinin dəqiq müşahidəsi nəticəsində nəzarət məlumatlarının tez bir zamanda əldə etməyə və müstəqil qərar qəbul etməyə imkan yaranır.

Bildiyimiz kimi, SCADA sistemi, elektrik enerjisinin paylanma elektrik şəbəkələrinin idarə olunmasında çox mühüm rol oynayır. Onlar elektrik stansiyalarından və paylayıcı şəbəkələrdən gələn məlumatları toplayaraq, enerji istehsalını, paylanmasını və şəbəkə üzərindəki yükləri izləyir. Bu, şəbəkə nasazlıqlarını, enerji itkilərini və ya güc balanssızlıqlarını vaxtında aşkarlamağa kömək edir.

Bundan başqa, bərpa olunan enerji mənbələrində elektrik enerjisi istehsal olunan zaman SCADA sistemləri, enerji istehsalını izləmək və sistemin fəaliyyətini optimallaşdırmaq üçün, həmçinin, akkumulyatorların texniki vəziyyətini izləmək və idarə etmək üçün də istifadə olunur.

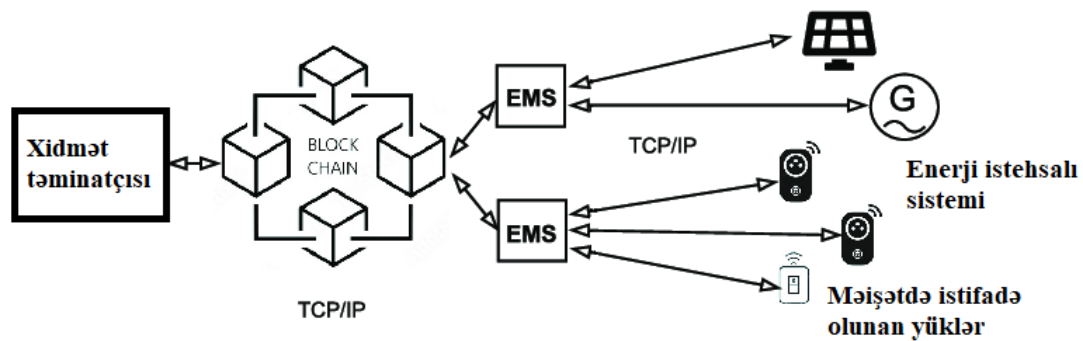
Hazırkı məqalədə elektrik enerjisinin istehsalı prosesində SCADA-nın tətbiqi ilə prosesə texniki nəzarət sisteminin gücləndirilməsi məqsədi ilə onun etibarlı avtomatlaşdırılması sxeminin yaradılması, sistemin proqram təminatının təkmilləşdirilməsi, rəqəmsal yarımstansiyalarda idarə

sisteminin təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün sistemdə blokchain texnologiyasından istifadə etməyin mümkünlüyü məsələsinə baxılır.

Məlumdur ki, Siemens və ABB kimi sənaye liderləri artıq blokchain əsaslı enerji ticarəti və SCADA sistemləri ilə integrasiya üzərində layihələr həyata keçirirlər. Qeyd etmək lazımdır ki, rəqəmsal yarımstansiyaların işinə kənar təsirlərin mümkünlüyünün yox edilməsi üçün də SCADA sistemində blokchain texnologiyasından təhlükəsizlik və məlumatların kənardan dəyişdirilməsinin qarşısının alınması üçün istifadə olunması təklif olunur.

Blokchain texnologiyasının iş prinsipinə əsasən demək olar ki, SCADA sistemlərində real vaxtda əldə olunmuş cərəyan, gərginlik, aktiv və reaktiv güc itkiləri və s. şəbəkənin aktiv parametrlərini özündə əks etdirən məlumatlar blokchain üzərində saxlanarsa, bu məlumatları sonradan dəyişdirmək mümkün olmaz. Kibertəhlükəsizliyin artırılması baxımından deyə bilərik ki, ənənəvi SCADA sistemləri mərkəzləşdirilmiş olur, bu da onları kiber hücumlara qarşı daha zəif edir. Blokchain paylanmış bir sistem olduğu üçün, məlumatlar birdən çox yerdə saxlanılır və bir nöqtədən dəyişdirilməsi çətinləşir. Bundan başqa enerjini istehsal edən, ötürən və işlədiciilər arasında paylayan şirkətlərin arasında ideal şəffaflıq yaranmış olur ki, bu da maliyyə hasabatlarının doğruluğuna şübhə yaranmağa imkan vermir.

Blokchain texnologiyasından istifadə edərək qeyd etdiyimiz sistemi sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərə bilərik.



SCADA əsasında enerjinin istehsalı texnoloji prosesinə və enerjinin keyfiyyətinə nəzarəti təmin etmək üçün avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin alt sistem səviyyəsində mərkəzi nəzarət proqram təminatının işlənməsi tələb olunur. Nəzərə alsaq ki, bu proses üç istehsal modulundan – istehsal, ötürmə və paylanma ibarətdir və hər bir modulda aktiv elementlərin texnoloji əməliyyatlarına, enerji çevrilməsində iştirak edən avadanlıqlara və məhsulun keyfiyyətinə nəzarətin çox saylı və qarşılıqlı əlaqəli funksiyalar mövcuddur, informasiya əlaqələrin şaxələnməsi olduğuna görə, freym məntiqi modelləşdirmə üsulundan istifadə etmək daha məqsəduyğundur [2, 3].

Enerji təminatı modullarının texniki nəzarət sisteminin alqoritminin layihələndirilməsi, hər bir aktiv elementin (AEi) əməliyyatının və məhsulun keyfiyyətinə nəzarətin düzgün qurulmasını təmin etmək üçün aşağıdakı təsnifat prinsiplərinə əsaslanır. Bu prinsiplər həmçinin texniki nəzarət sisteminin iş rejiminin, nəzarət parametrlərinin və digər əlaqəli elementlərin qarşılıqlı əlaqəsini təmin etməyə xidmət edir.

İlkin mərhələdə aşağıdakı məlumatlar freym modelləşdirmə prinsipi əsasında təsnif olunur:

AEi-lərin Adları (AEi_adı): Hər bir aktiv elementin (AEi) adı, onların fərqli funksiyalarını müəyyən edir. Bu adlar sistemdəki müxtəlif hissələrin və komponentlərin düzgün tanınmasını təmin edir.

Verilən məlumatlara əsaslanaraq, enerjinin keyfiyyətinə (EK) texniki nəzarət sistemi ilə bağlı slotların və prosedurların strukturu, eləcə də prosesin mərhələli şəkildə proqramlaşdırılması haqqında məlumatlar aydın şəkildə təqdim etmək üçün aşağıdakı şəkildə məntiqi alqoritm qurulur:

EK-nın Texniki Nəzarət Sistemi:

Slot 1: AEi-nin Texniki Nəzarət Vasitələri

Slot 2: EK-nın Texniki Nəzarət Vasitələri

Slot 3: AEi-nin Texniki Nəzarət Vasitələrinin Göstəriciləri

Slot 4: EK-nın Texniki Nəzarət Prosedurlarının Alqoritmı

EK-nın Texniki Nəzarətinin Mərhələli Proqramlaşdırması

Proqramın həyata keçirilməsi üçün hər bir slotda verilən şərtlər və göstəricilər daxil edilir. Bütün bu proseslər bir-biri ilə əlaqəli olub, enerjinin istehsalında keyfiyyətin təmin edilməsi üçün nəzarət edilir.

Blok-sxemdəki ardıcılıq göstərir ki, hər bir texniki nəzarət proseduru, uyğun göstəricilərin əldə edilməsi ilə aktivləşir. Prosesin düzgün işləməsi üçün hər bir slotun düzgün proqramlaşdırılması vacibdir.

Yuxarıda göstərilən alqoritmə əsasən, çevik istehsal sahəsinin quruluş sxemi SCADA TRACE MODE əsasında avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi formalaşır [1]. TRACE MODE-nin funksiyaları dörd mərhələdə həyata keçirilir:

- periferik sistem avadanlığının və şəbəkə avadanlığının seçimi;
- sistemdə informasiya axınlarının strukturunun təşkili;
- informasiya trafik qaydalarının müəyyən edilməsi;
- TRACE MODE serverlərinin qurulması.

EK-nın informasiya-ölçmə və idarəetmə vasitələrinin axtarışı, analizi, seçimi və alqoritminin layihələndirilməsinin freym modelinin proqramlaşdırılması üçün ekspert sisteminin proqram təminatı prosedurları qurulur.

Layihələndirmə üçün enerji sistemindən axtarış və seçim üçün bilik bazası formalaşdırarkən, anlayışların təsviri zamanı linqvistik dəyişənlər istifadə olunur. Linqvistik dəyişən EK-nın seçiminə və dizaynına, onun avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminə və məhsulların keyfiyyətinə nəzarətə nəzarət prosesinin qaydalarına dair nəticələr üçün ekspert proqramının slotunun həm simvolik, həm də ədədi qiymətlərini təyin etməyə imkan verir. Hər bir simvolik dəyərə linqvistik dəyişənin ədədi dəyəri ilə verilmiş ədədi dəyər üçün etibarlılıq əmsali arasında əlaqəni təyin edən üzvlük funksiyası verilir (simvolik dəyərə uyğundur). Linqvistik dəyişənin hər bir simvolik dəyərinin öz funksiyası var. Üzvlük funksiyası linqvistik dəyişənin bütün simvolik qiymətləri üçün eyni olan metrik şkala seqmentində müəyyən edilir.

Bu alqoritm tədqiq olunan istehsal prosesinin idarəetməsini təmin edən ekspert proqram mühiti yaratmağa imkan verir.

Ədəbiyyat

- [1]. Əhmədov, M.A. TRACE MODE sistemi əsasında çevik istehsal sisteminin idarəetmə sisteminin interfeysinin tətbiqi / M.A.Əhmədov, C.F.Məmmədov, Z.B.Məmmədli // SDU Elmi Xəbərlər jurnalı. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 6, №3, –Sumqayıt: SDU, –2006, –s. 77-80
- [2]. Mammadov J.F., Huseynov R., Huseynova G.H., Abdullayev G.S., Aliyeva S.B. Frame Modelling of Flexible Manufacture Module Selection and Expert Analysis of its Control System // International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Bolgary, Varna Technical University, –2020, 1-3 october, –p. 34-41
- [3]. Mammadov J.F., Abdullayev G.S., Agaev U.X., Aliyev İ.R., Huseynova G.H. Searching and Selection of a Flexible Manufacturing System by Means of Frame Model. Studies in Systems, Decision and Control, volume 338. Cyber – Physical Systems: Modelling and Intelligent Control, Springer, <http://www.springer.com/series/13304> ISSN 2198-4182 ISSN 2198-4190 (electronic). Scopus. Studies in Systems, Decision and Control. ISBN 978-3-030-66076-5 ISBN 978-3-030-66077-2 (eBook). 2021, p. 139-152.

Summary

Development of information and software support for the quality control system of generated energy

Huseynova G.H.

Keywords: *quality assurance, blockchain technology, frame-based modeling, digital substation, cybersecurity*

This article explores the improvement of software applied in SCADA systems to enhance technical quality control in energy production, as well as to strengthen cybersecurity in digital substations. The paper proposes the integration of blockchain technology into SCADA systems to ensure the security and immutability of real-time collected data. Based on the modular structure of energy production and its technological processes, control and monitoring algorithms have been developed using the frame-based modeling method.

Резюме

**Разработка информационного и программного обеспечения системы контроля качества
вырабатываемой энергии**

Гусейнова Г. Г.

Ключевые слова: *контроль качества, технология блокчейн, фрейм-моделирование, цифровая подстанция, кибербезопасность*

В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования программного обеспечения, применяемого в системе SCADA, для усиления технического контроля качества в процессе производства энергии, а также повышения кибербезопасности в цифровых подстанциях. В статье предлагается интеграция технологии блокчейн в системы SCADA с целью обеспечения безопасности и неизменности данных, собираемых в режиме реального времени. С учетом модульной структуры производства энергии и технологических процессов были разработаны алгоритмы управления и контроля с использованием метода фрейм-моделирования.

УДК 681.51.

DOI 10.54758/16801245_2025_25_2_96

Xüsusi təyinatlı elektron əlaqə interfeysinin elektron qurğu və sxemlərinin ALS mühitində fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə aləti ilə işlənməsi

Zeynalova Solmaz Məhərrəm qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, doktorant

solmaz.zeynalova.2017@mail.ru

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 11.04.2025 Düzəliş tarixi: 20.05.2025 Qəbul olunma tarixi: 04.06.2025	Məqalədə Kompüter Dəstəkli Dizayn alətindən (IAP) istifadə edərək GPS nümunəsindən istifadə edərək elektron interfeysin dizaynı məsələləri müzakirə olunur. AP-nin çoxfunksiyalı elektron cihazların və sxemlərin CAD mühitində işlədiyi göstərilir. Məqalədə bir CAD mühiti olaraq P-CAD və SPECCTRA qəbul edilmişdir ki, bu da bir çox qrafik redaktorundan ibarətdir və elektron cihazların PCB dizaynının tam dövrünə imkan verir. BFG və P-CAD şematik proqram komplekslərindən istifadə edərək və P-CAD PCB elektron interfeysin dövrə elektrik dövrlərinin kompüter dəstəkli dizaynı və elementlərinin PCB-yə yerləşdirilməsi üçün alqoritmlər hazırlanmışdır
Açar sözlər: ALS, ÇİS, ALS mühiti, CAD framework	

Müxtəlif təyinatlı texniki sistemlərin, o cümlədən çevik istehsal sistemlərinin (ÇİS) sənaye və digər sahələrdə geniş şəkildə tətbiqi göstərir ki, onların onun əsas komponentlərindən biri olan idarəetmə sistemləri qarşılarında qoyulan hər hansı bir məsələnin real vaxt rejimində həllini təmin etmək üçün həm öz daxilində, həm də əlavə avadanlıqlarla qarşılıqlı əlaqədə müxtəlif informasiya mənbələrindən məlumatları toplamalı, emal etməli və situasiyalara uyğun icra qərarlarını formalaşdıraraq qarşısına qoyulan məqsədə nail olmalıdır. Məlumdur ki, informasiya mənbələri müxtəlif təyinatlı qurğulardan alınaraq obyektin idarə sisteminin baza elementi olan kompüterin işini təmin etməli və müxtəlif sensorlardan qəbul olunan informasiyaların kompüterin tələblərinə uyğun səviyyədə olmasına cavab verilməlidir.

Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş ÇİS-də adətən üç növ xüsusi təyinatlı əlaqə interfeyslərinə rast gəlinir: ÇİS-in mexatron qurğuları və digər komponentləri arasındakı və ixtisaslaşdırılmış konstruktor və layihəetmə təşkilatlarının mütəxəssisləri tərəfindən layihələndirilmiş standart əlaqə interfeysləri (bu növ interfeyslər xüsusi zavodlarda istehsal olunur); xüsusi təyinatlı əlaqə interfeysləri – idarə sistemi ilə ÇİS-in standart və qeyri-standard avadanlıqlarının müxtəlif mövqelərində quraşdırılmış sensorlarla və icra mexanizmləri ilə əlaqəni təmin etmək üçün (bu növ interfeyslər adətən sınaq və tətbiq mərhələlərində konkret obyektin xüsusiyyətlərindən və tələblərindən asılı olaraq layihələndirilir) [1].

Məqalədə ÇİS-in obyektə əlaqə interfeysinin elektron qurğu və sxemləri ALS-ləri mühitində fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətindən (ALA) istifadə etməklə qurğunun prinsiplial elektrik sxeminin layihələndirilməsi və onun elektroradioelementlərini (ERE) çap platasında yerləşdirilməsi mərhələlərinə baxılır[2,3].

Hesab olunur ki, ALA-dan istifadə etməklə çox funksiyalı ALS-lər mühiti ilə qarşılıqlı əlaqədə müxtəlif təyinatlı ERE-lərin şərti qrafiki təsvirlərinin (ŞQT) kitabxanaları biliklər bazası (BB) yaradılmışdır. Hər bir ERE-in ŞQT-in kitabxanasına daxildir:

(.lib)-seçilmiş elementin simvolunun alt kitabxanası;

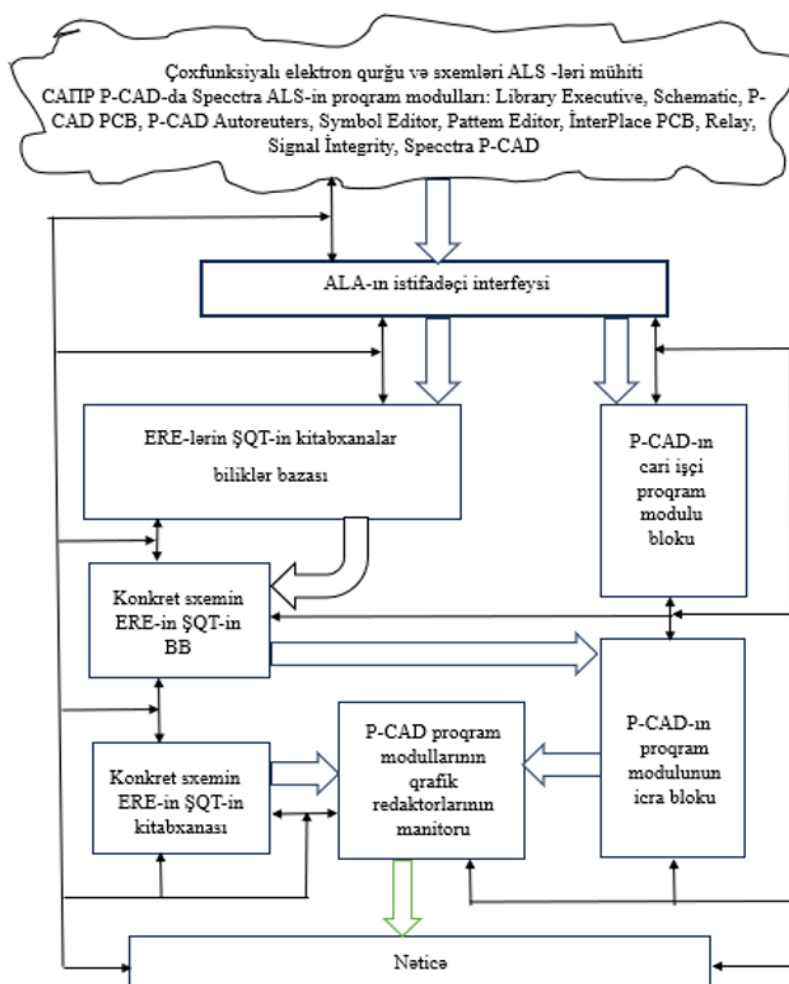
(.lib)-seçilmiş elementin çap platasında yerləşdirmə yuvası (YY) alt kitabxanası;

(.lib)- kitabxana elementi (simvol, YY və elementin çap platasındakı kontakt yuvalarının ŞQT-in kontaktlarına uyğunluğu).

ALA çoxfunksiyalı elektron qurğu və sxemləri ALS-ləri mühitinə daxil edilmiş CAPR P-CAD u Specetra ALS-in proqram modulları mühitində fəaliyyət göstərir [4].

1. CAPR P-CAD u Specetra ALS-in proqram kompleksindən istifadə etməklə elektron qurğu və sxemlərinin ALA-nın ümumiləşdirilmiş struktur funksional sxeminin işlənməsi.

ALA elektron qurğu və sxemləri ALS-ləri mühitində seçilmiş CAPR P-CAD u Specetra proqram kompleksinin modulları ilə qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərir və aşağıdakı əsas funksional bloklardan təşkil edilmişdir (şəkil 1): ALS mühiti ilə ALA arasında qarşılıqlı əlaqəni yaradan ALA-nın istifadəçi interfeysi; ALA-ın istifadəçi interfeysi vasitəsi ilə yaradılan ERE-lərin ŞQT-in kitabxanalar BB; layihələndirilən konkret elektron qurğusunda istifadə olunacaq ERE-lərin ŞQT-in BB; layihələndirilən konkret sxemin ERE-in ŞQT-in kitabxanası; P-CAD-ın cari işçi proqram modulunun bloku; P-CAD-ın cari işçi proqram modulunun icra bloku və prosedurların ardıcılığını özündə əks etdirən P-CAD proqram modullarının qrafiki redaktorlarının monitoru[3].



Şəkil 1. P-CAD u Specetra ALS-in proqram kompleksi bazasında ALA-ın struktur funksional sxemi.

Elektron qurğu və sxemlərinin P-CAD proqram modulları mühitində fəaliyyəti aşağıdakı alqoritmlə yerinə yetirilir.

Alqoritm.

Addım 1. İlkin tapşırığa uyğun olaraq ALA-ın istifadəçi interfeysi tərəfindən ERE-in ŞQT-in kitabxanalar BB-dən konkret cari sxemin ERE-in ŞQT-in BB yaradılır.

Addım 2. Seçilmiş ERE-lərin ŞQT-in kitabxanaları ŞQT-in kitabxanalar blokuna yüklənir.

Addım 3. Layihə tapşırığına uyğun prosedurun yerinə yetirilməsi üçün ALA-ın istifadəçi interfeysi tərəfindən P-CAD u Specctra mühitindən tələb olunan proqram modulu seçilərək P-CAD-in cari işçi blokuna yüklənir və idarəetmə həmin modula ötürülür.

Addım 4. Layihə tapşırığına uyğun prosedurlar ardıcıl olaraq interaktiv və ya avtomatik rejimlərdə tələb olunan informasiyalardan istifadə etməklə layihələndirmə prosesini yerinə yetirir.

Addım 5. Nəzərdə tutulan bütün layihələndirmə prosedurları yerinə yetirildikdən sonra nəticələr monitorda əsk etdirilir.

Addım 6. Son.

2. Elektron interfeysinin prinsipial elektrik sxeminin ALA-dan istifadə olunmaqla layihələndirməsi və onun komponentlərinin çap platasında yerləşdirilməsi.

ÇİS-lərin real fəalliyətdə olan istehsallarda tətbiqində əksər hallarda müxtəlif təyinatlı sensorlardan fərqli çıxışlara malik (əsasən 8-dən 48 v kimi) və idarəetmə sisteminin baza elementi olan kompüterlərin işçi gərginlikləri ilə uzlaşmayan(0-5B) siqnallarla işləmək tələb olunur. Digər tərəfdən idarəetmə sistemləri ilə yüksək sabit və dəyişən qida mənbələri ilə işləyən əlavə avadanlıqların idarə edilməsi zərurətləri yaranır. Bu halda idarəetmə sistemlərinin ÇİS-in ayrı-ayrı komponentləri və xarici avadanlıqlarla qarşılıqlı əlaqədə fəalliyətini təmin etmək üçün əlaqə interfeyslərinin proqram və ya aparat yolu vasitəsi ilə yaradılması aktuallaşır.

Məsələnin qoyuluşu. Təklif olunan elektron əlaqə interfeysi sensorlardan daxil olan siqnalların (+24B) ÇİS-in idarəetmə sisteminin girişində +5B səviyyəsinə çevrilməsi funksiyasını yerinə yetirməlidir. Elektron interfeysinin ilkin prinsipial elektrik sxemi aşağıdakı ERE-lərdən təşkil olunur: DST-IRBP-N-optiko-qalvanik element; 9A[10] J- rezistor bloku; CY74FST23T - bufer registr bloku.

Elektron interfeysinin ALA vasitəsi ilə prinsipial elektrik sxeminin layihələndirilməsi və komponentlərinin çap platasında yerləşdirilməsi tələb olunur.

3. Elektron əlaqə interfeysinin prinsipial elektrik sxeminin ALA-dan istifadə etməklə layihələndirilməsi alqoritminin işlənməsi.

Layihələndirmə prosesində son dövrlər üçün elektron qurğu və sxemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsində geniş tətbiq sahəsi tapmış CAPR P - CAD u Specctra proqram kompleksinin elementlərindən, məqalədə təklif edilmiş ALA-nın fəalliyətində istifadə olunmuşdur.

P- CAD Schematic qrafik redaktoru elementlərin ŞQT-dən istifadə etməklə prinsipial elektrik sxemlərinin layihələndirilməsi üçün işlənmişdir. Bu halda elektron interfeysində istifadə edilmiş ERE-lərin ŞQT-ləri uyğun kitabxanalar BB-dən oxunur. Qeyd edək ki, əgər hər hansı ERE-in ŞQT-i olmazsa P-CAD proqram kompleksinin P-CAD symbol Editor proqram modulu vasitəsilə ERE-nin ŞQT yaradıla bilər.

Göstərilən halda çap platasının yaradılması məsələsinə baxılmadığından, ancaq növbəti mərhələlərdə istifadə olunacaq. Prinsial elektrik sxeminin işlənməsi tələb olduğundan, elementin ŞQT-in (.lib) simvol alt kitabxanasından istifadə olunur. Əgər çap platasının digər qovşaqlarının layihələndirilməsi məsələlərinə baxılırsa, onda (.lib) simvoldan əlavə texnoloji-konstruktiv informasiya alt kitabxanalardan da istifadə olunur.

ALA-dan istifadə etməklə elektron interfeysinin prinsipial elektrik sxeminin layihələndirilməsini ümumiləşdirilmiş alqoritmini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar.

Alqoritm

Addım1. P-CAD Schematic proqram modulunun ALA-ın işçi proqram modulu blokuna yüklənməsi və işə salınması.

Nəticə: monitorda proqram modulunun işçi blokunun qrafik redaktorunun ekranı və alətlərinin menyusunun piktoqrammları təsvir olunur.

Addım 2. Qrafik redaktorun konfigurasiyalarının sazlanması.

Nəticə:

- Dialoq pəncərəsi açılır, A3 formatı və ya 297×420 mm ölçüləri seçilir; mm-əsas ölçü vahidi kimi seçilir.
- tələb olunan addımla qrafik redaktorun yeni qiymət setkəsi təyin olunur.
- elementlərin yerləşdirilməsi və elektrik xətlərinin bir xətt üzrə təsviri.

Addım 3. Əsas yazılışların görüntülərinin sazlanması.

Nəticə: Windows-un standart dialoq pəncərəsinə əsas yazılışların faylı yüklənir.

Addım 4. Elementlərin yerləşdirilməsi:

Nəticə:

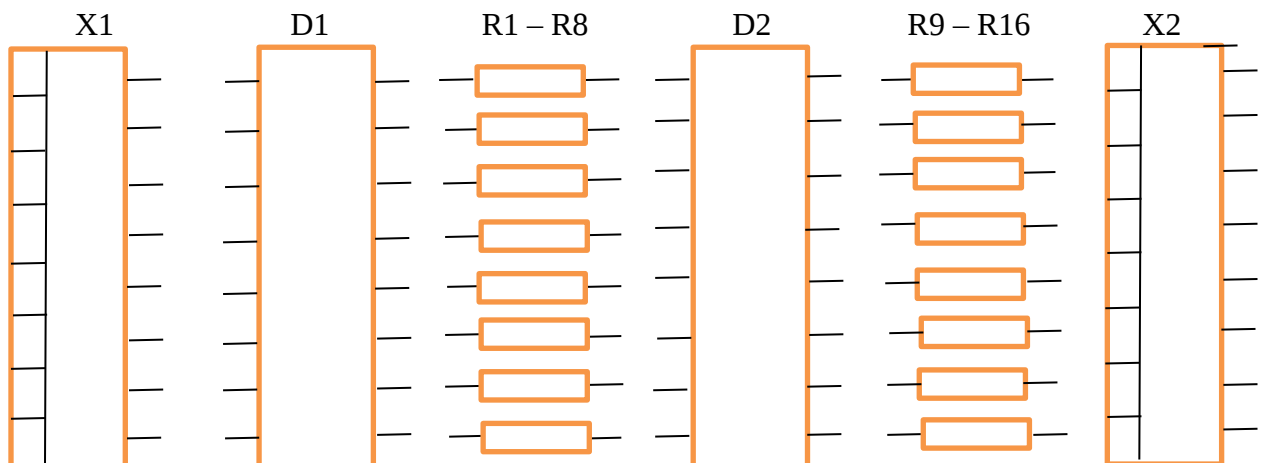
➤ Eyni adlı pəncərədə elektron interfeysinin komponentləri açılır: D1.DST-1RBP-N;R1-R8.9A110J;D2.CY74FST823T;R9-R16.9A110J; ON-KS-10. Elektrik birləşdiricisi; torpaqlama elementi (korpus).

- Kitabxanalar pəncərəsində elementlərin ŞQT-ın kitabxanaları yüklənir;
- Windows-un standart pəncərəsində ERE-lərin (.lib) kitabxanaları seçilir.

Addım 5. Elektron interfeysinin elementlərinin dialoq pəncərəsində yerləşdirilməsi (şəkil 2):

Nəticə:

- D1 elementi seçilir, kursorla işçi pəncərədə onun yerləşdirilməsi üçün koordinatlar təyin olunur və seçilən element işçi pəncərədə yerində yerləşdirilir;
- dialoq pəncərəsində 9A110J rezistoru seçilir. Və işçi pəncərədə seçilmiş koordinatlarda 16 ədəd yerləşdirilir.
- D2 elementi seçilir, kursorla işçi pəncərədə onun yerləşdirilməsi üçün koordinatlar təyin olunur və seçilən element işçi pəncərədə yerində yerləşdirilir;
- elektrik birləşdiricisi seçilir və işçi pəncərədə hər biri 8 elementdən ibarət olmaqla 2 ədəd (giriş və çıxış) elektrik birləşdiriciləri-10-ks-10 kursorla uyğun koordinatlarda yerləşdirilir.
- korpus elementi seçilir və işçi pəncərədə 3 ədəd korpus elementi kursorla təyin edilmiş koordinatlarda yerləşdirilir.



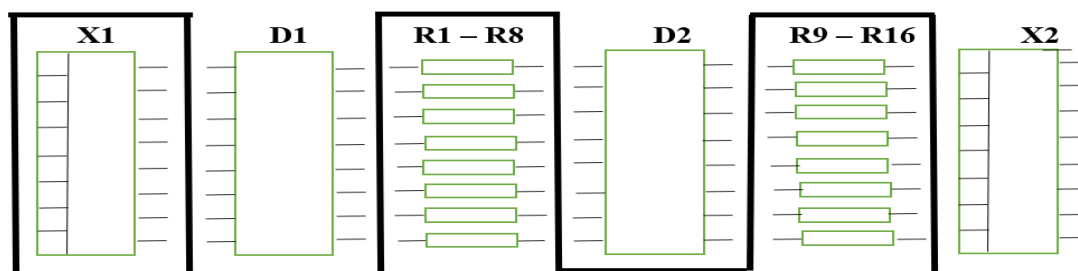
Şəkil 2. Elektron interfeysin elementlərinin dialoq pəncərəsində yerləşdirilməsi

Addım 6. Qrup əlaqəli xəttin (şin əlaqəsi) çəkilməsi (şəkil 3).

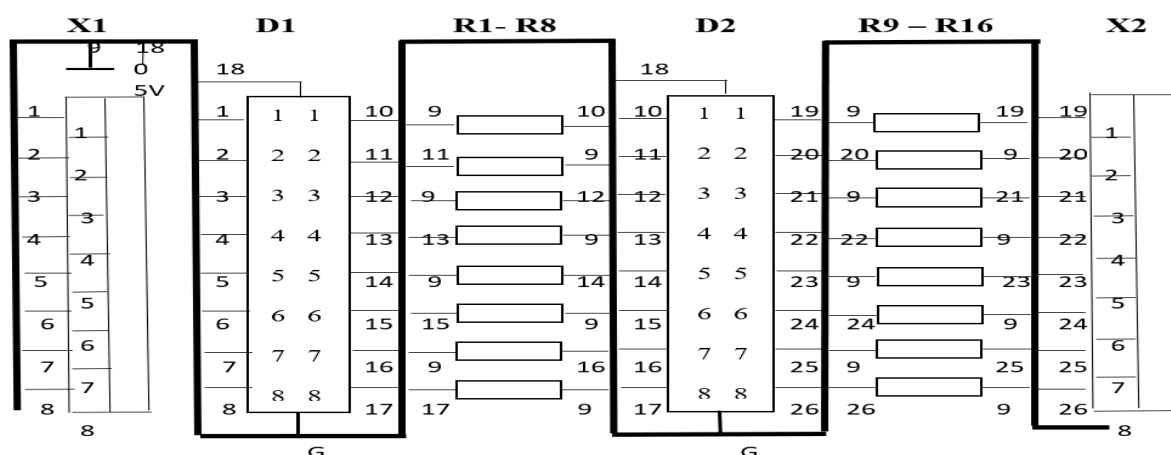
Nəticə:

- şin əlaqəsi elektron interfeysinin bütün elementlərini girişləri eyni bir şində toplayır.
- işçi pəncərədə yan-yan yerləşmiş elementlərin çıxışları arasında elektrik əlaqəsi çəkilir.
- elektron interfeysinin bütün elementlərin çıxışları şində birləşdirilir.

- xüsusi portlardan istifadə etməklə elektrik əlaqələrinə nömrələr verilir.
- birləşdirici elementlərdə (razyom) çıxışların adlarının yazılması ;
- sxemin yaradılmasında baş vermiş səhvlərin yoxlanılması və proqramla səhvlərin axtarılaraq mətn faylında yerləşdirilməsi ;
- formalaşdırılmış sxemin xüsusi papkaya yazılışı və növbəti mərhələlərdə, yəni çap platasının lahiyəndirilməsində istifadə üçün hazırlanması (şəkil 4).



Şəkil 3. Qrup əlaqəli xəttin (şin əlaqəsi) çəkilməsi



Şəkil 4. Prinsipial elektrik sxeminin elementlərinin giriş və çıxışlarının qrup əlaqəli şinlə birləşdirilməsi

4. Elektron interfeysin ERE-nin çap platasında yerləşdirilməsi alqoritminin işlənməsi

ERE-lərin çap platasında yerləşdirilməsi P-CAD PCB qrafik redaktoru vasitəsi ilə yerinə yetirilir və aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: sxemin elementlərinin çap platasında kompozovkası; çap platasının ölçülərinin, keçirici xətlərin ölçülərinin verilməsi, kontakt sahələrinin ölçülərinin, keçid xətlərinin diametrlərinin və ekran səviyyələrinin verilməsi. Qrafik redaktor eyni zamanda elementlərin markirovkası, onların yerləşdirilməsi, keçirici xətlərin əllə trassirovkası kimi funksiyaları da yerinə yetirir.

Qrafik redaktor işə düşdükdən sonra onun ekranı və alətlərinin menyusunun piktoqramları ekranda təsvir olunur.

ERE-lərin çap platasında yerləşdirilməsi aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir.

Alqoritm:

Addım 1. Sistemlərin sazlanması;

Nəticə:

- Ölçü sistemi kimi mm seçilir;
- İşçi sahənin (çap platasının) ölçülərinin göstərilməsi.

Addım 2. Çap platasının strukturunun təyini;

Nəticə:

- çap platasının yuxarı və aşağı tərəflərinin ölçülərinin təyini;

- platanın konturu;
- platanın yuxarı və aşağı tərəflərində nəzərdə tutulan keçidlərin maskalanması;
- çap platasının yuxarı və aşağı tərəflərində maskirovka səviyyələrinin təyini (şelkoqrafiya);

Addım 3. Displayin parametrlərinin sazlanması.

Addım 4. Keçirici xəttlərin ölçülərinin təyini.

Addım 5. Şriftlərin seçilməsi.

Addım 6. Sxemin ERE-in ŞQT-in kitabxanaların qoşulması.

Addım 7. Sxemin elementlərinin ŞQT-in kitabxanaların yüklənməsi.

Nəticə:

- kitabxanalarla idarə olunan eyni adlı pəncərə açılır;
- Windows standart pəncərəsində tələb olunan kitabxana seçilir.

Addım 8. Elektrik prinsipial sxemin elementlərinin birləşmələri siyahısı yüklənir.

Nəticə:

➤ açılmış Windows standart pəncərəsində əvvəlcədən yaradılmış birləşmələr siyahısında <<Sxema.net>> faylı seçilir;

- işçi sahədə ERE-in konturu və onlar arasındakı əlaqələr açılır;
- tekst faylında translyasiya prosesində yaranmış səhvlər və xəbərdarlıqlar öz əksini tapır;
- əgər səhvlər aşkarlanırsa birləşmələr faylı yüklənmir ;
- səhvlər siyahısı və xəbərdarlıqlar araşdırılır və düzəldilir.

Addım 9. Çap platasının düzbucaqlı konturunun daxil edilməsi.

Addım 10. ERE-in çap platasında yerləşdirilməsi.

Addım 11. ERE-in çap platasında yerləşdirilməsi başa çatdıqdan sonra məntiqi ekvivalent seksiya və çıxışların çap platası üzərindəki yerlərinin dəyişdirilməsi yolu ilə birləşmələrin uzunluqlarını minimallaşdırmaq məqsəduyğundur.

Nəticə:

- avtomatik optimallaşdırma yolu ilə ;
- ekvivalent seksiya və elementlərin yerləşdirilməsinin əl ilə (kursorla);
- elementlərin ekvivalent çıxışlarının yerləşdirilməsinin əl ilə;

Addım 12. ERE-in çap platasında yerləşdirilməsinin nəticələrinin <<layihə >> papkasında növbəti prosedurlar üçün saxlanması .

Alqoritmin sonu.

Nəticə.

Məqalədə çoxfunksiyalı elektron qurğu və sxemləri ALS-ləri mühitində (CAD framework) fəaliyyət göstərən ALA-dan istifadə etməklə ÇİS-in elektron əlaqə interfeysinin layihələndirilməsi məsələlərinə baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, müxtəlif təyinatlı texniki sistemlərin, xüsusəndə ÇİS-lərin sınaq və tətbiq mərhələlərində obyektin spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla xüsusişdirilmiş qeyri-standart elektron qurğularının layihələndirilməsi zəruriyyəti yaranır və onların təklif edilmiş korporativ ALA vasitəsilə yerlərdə layihələndirilməsi əsaslandırılmışdır.

Məqalədə çoxfunksiyalı elektron qurğu və sxemləri ALS-ləri mühitində fəaliyyət göstərən ALA-dan istifadə etməklə ÇİS-in elektron əlaqə interfeysinin P-CAD и Specctra program kompleksinin - P- CAD Schematik və P-CAD PCB qrafiki redaktorlarından, istifadə etməklə ÇİS-in əlaqə interfeysinin prinsipial elektrik sxeminin və ERE-lərin çap platasında yerləşdirilməsinin alqoritmləri təklif edilmiş və ALA ilə realizə edilmişdir.

Ədəbiyyat

- [1]. Zeynalova, S. M. Q. Çevik İstehsal SİSTEMİNİN elektron İnterfey slərİnİn Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətİnİn İşlənmesi / S. M. Q. Zeynalova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2020. – Vol. 20, No. 3. – P. 77-84. – EDN NJWFWV..
- [2]. Ахмедова, С.М., Зейналова, С.М., Юсифова, Н.И. Проектирование принципиальной электрической схемы и размещение её элементов на печатной плате с использованием

ИАП, функционирующего в среде САПР ЭРЭ // Системная инженерия и информационные технологии, –2025 . Т. 7, №2(21), –с. 123-130.

[3]. Мактас, М.Я. Уроки P-CAD и Specetra / М.Я.Мактас, –М.: Солон – Пресс, –2016. – 224 с.

Summary

Design of special-purpose electronic interfaces using ADT operating in the CAD environment of multifunctional electronic circuits and devices

Zeynalova S.M.

Keywords: CAD environment, FMS, CAD framework, ADT

The article discusses the design of an electronic interface using the example of a FMS using an automated design tool (ADT). It is shown that the ADT operates in the CAD environment of multifunctional electronic devices and circuits. The article adopts P-CAD and SPECCTRA as the CAD environment, which consists of many graphic editors and allows a complete design cycle for printed circuit boards of electronic devices.

Using ADT and P-CAD Schematic and P-CAD PCB algorithms for automated design of electronic interface circuit diagrams and placement of its elements on a printed circuit board have been developed.

РЕЗЮМЕ

Проектирование электронных интерфейсов специального назначения с использованием ИАП, функционирующего в среде САПР многофункциональных электронных схем и устройств

Зейналова С.М.

Ключевые слова: Среда САПР, ГПС, CAD framework, ИАП

В статье рассматриваются вопросы проектирования электронного интерфейса на примере ГПС с использованием инструмента автоматизированного проектирования (ИАП). Показано, что ИАП функционирует в среде САПР многофункциональных электронных устройств и схем. В качестве среды САПР в статье принята P-CAD и SPECCTRA, которая состоит из множества графических редакторов и позволяет полный цикл проектирования печатных плат электронных устройств.

С использованием ИАП и программных комплексов P-CAD Schematic и P-CAD PCB разработаны алгоритмы автоматизированного проектирования принципиальных электрических схем электронного интерфейса и размещение его элементов на печатной плате.

Mündəricat * Содержание * Contents

Riyaziyyat. Fizika

1. *Байрамов Дж.Дж., Оруджев С.К., Дамиров Р.Я., Абдулова И.Н.* Влияние дефектов на тепловые и упругие свойства твердых растворов $(TlInS_2)_{1-x}(TlGdS_2)_x$ 4
2. *Aliyeva K.H., Babayeva X.C.* Traces of constructivist theory in mathematics 12

Kimya

4. *Hajiyeva K.I., Alizada Y.E., Alieva A.G., Javadova S.P.* Electroreduction of cobalt from aqueous solutions 18
5. *Əhmədov V.N., Məmmədova A.A., Şahgəldiyev F.X., Mürşüdlü N.A.* Ağır metalların çirkab sularından modifikasiya olunmuş sorbentlə təmizlənməsi 26
6. *Gurbanov M.Sh., Rzayeva S.A., Alkazov T.I.* Regularities of dissolution of the synthesized ammonium salt of carboxymethylcellulose in water 33

Ekologiya

7. *Məmmədaliyeva V.M., Nəsirova V.R., Heydərzadə G.S.* Zəif aerosollu sahələrlə meşə-bitki örtüyü arasındakı qarşılıqlı təsirinin CIS texnologiyalar vasitəsilə ekoloji qiymətləndirilməsi (Lacın, Qubadlı və Zəngilan bölgələri təmsalında) 39
8. *Mustafazadə N.X., Bayramova A.S., Əhmədli L.V.* Nəqliyyat və sənayenin Bakı şəhərinin atmosferinə təsiri 47

Biologiya

9. *Namazov N.R., Yusifova S.N.* Azərbaycan Respublikası Göygöl milli parkının landşaft ekosistemlərinin fitopatogen mikrobiotasının ekobiologiyası 53

Texnika

10. *İsmayilov Q.Q., İsmayılova F.B., Nağızadə A.R.* Diaqnostika məlumatlarına əsasən boru kəmərinin qalıq resursunun qiymətləndirilməsi 57
11. *Rzayev A.H., Məmmədli M.İ.* Su sərfiyyatının ölçmə cihazları və üsullarının icmalı 63
12. *Kuznetsov V.A.* Study of chemical composition and surface characteristics of aluminum oxide and polymers using x-ray photoelectron spectroscopy (XPS) 68
13. *Abdulova N. A.* Elektrik maşınlarının diaqnoz obyektı baxımından təsviri və riyazi modelləşdirilməsi 76
14. *Hacıyev A.Ə., Məmmədov F.O.* Transponirə edilmiş heterogen matrislər və onların bir tətbiqi barədə 79
15. *Rüstəmov M.A.* Rəqəmsal dezinformasiya kampaniyalarının siyasi təsiri 87
16. *Hüseynova Q. H.* İstehsal olunan enerjinin keyfiyyətinə nəzarət sisteminin informasiya və proqram təminatının işlənməsi 92
17. *Zeynalova S.M.* Xüsusi təyinatlı elektron əlaqə interfeysinin elektron qurğu və sxemlərinin ALS mühitində fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə aləti ilə işlənməsi 96

Təsisçi: Sumqayıt Dövlət Universiteti

“Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi” jurnalı Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin 27.10.2000-ci il tarixli, 991 sayılı əmrinə əsasən nəşr edilir.

Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyi tərəfindən qeydiyyatda alınmışdır.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının qərarı ilə elmi nəşrlər siyahısına daxil edilmişdir.

Jurnal Rusiya Elmi İstinad İndeksinə (REİİ) daxil edilmişdir (müqavilə № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

Məqalələrin tərtibatı qaydaları ilə jurnalın rəsmi saytında <https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az> tanış olmaq olar.

Учредитель: Сумгаитский государственный университет

Журнал «Научные Известия. Серия: Естественные и технические науки» издается на основании приказа № 991 Министра Образования Азербайджанской Республики от 27.10.2000-го года.

Зарегистрирован Министерством Юстиции Азербайджанской Республики.

Включен в список научных изданий Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики.

Журнал включен в Российский Индекс Научного Цитирования (РИНЦ. Договор № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

С правилами оформления статей можно ознакомиться на официальном сайте журнала

<https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az>

Founder: Sumgayit State University

The Journal of "Scientific News. Series for Natural and Technical Sciences" is published due to the order № 991 of the Minister of Education of the Republic of Azerbaijan from 27.10.2000.

It has been registered by the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan.

It has been included to the list of scientific publications of the Supreme Attestation Commission under President of the Republic of Azerbaijan

The journal is included in the Russian Scientific Citation Index (RSCI. Contract № 408-10/2019)

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721

The rules for the design of articles can be found on the official website of the journal

<https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az>

© Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2025

Məsul katib *S.Şahverdiyeva*
Texniki redaktor *E.Həsəratova*

Çapa imzalanmışdır: 24.06.2025-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 38. Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sevda.shaxverdiyeva@sdu.edu.az

