

УДК 538.91

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_4

РОЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ТЕПЛОВОМ РАСШИРЕНИИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $TlInSe_2 - TlSmSe_2$

¹ЗАРБАЛИЕВ МАММЕДАЛИ МЕЗАХИР оглу [ORCID](#)²ИСМАЙЛОВ РАМИЗ МЕЗАХИР оглу [ORCID](#)³ИСМАЙЛОВА ХАДИДЖА ИКРАМ ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, Азербайджан

1-профессор, 2- доцент, 3- тьютор

xedice-aliyeva@mail.ru

Ключевые слова: химическая связь, монокристал, тепловое расширение, dilatометр, твердый раствор, концентрация

В работе исследована температурная зависимость коэффициента линейного теплового расширения $\alpha(T)$ в твердых растворах $TlIn_{1-x}SmSe_2$ в широком интервале температур (80 ÷ 350 K) и концентраций ($0 \leq x \leq 0,09$).

Объектами исследования являлись монокристаллы полупроводникового тройного соединения $TlInSe_2$ и твердых растворов на его основе. Природе взаимодействия атомов и характеру химической связи в системе $TlInSe_2 - TlSmSe_2$ посвящен ряд работ [1 – 4]. Соединение $TlInSe_2$ принадлежит к слоисто–цепочечным полупроводникам типа $TlSe$. Это слабоизученный представитель тройных аналогов селенида таллия, кристаллизующийся в структуре с объемно центрированной тетрагональной (ОЦТ) решеткой и группой симметрии D_{4h}^{18} ($I 4/mcm$) с параметрами элементарной ячейки $a = 8,075 \text{ \AA}$ и $c = 6,847 \text{ \AA}$ [1].

Результаты рентгенографических и электрофизических исследований изложены в [2], где показано, что в данной системе растворимость на основе $TlInSe_2$ простирается до 9 мол. % $TlSmSe_2$, твердые растворы $TlIn_{1-x}SmSe_2$, как и исходное соединение $TlInSe_2$, кристаллизуются в тетрагональной сингонии, параметры элементарной ячейки увеличиваются согласно закону Вегарда, а ширина запрещенной зоны уменьшается по мере роста относительного содержания самария в составах (рис.1). [4]. Температурные и концентрационные зависимости тепловых и других свойств сплавов систем $TlInSe_2 - TlSmSe_2$ изучены в работе [3]. Однако этих данных недостаточно для выяснения характера связи и силы межатомного взаимодействия в соединениях и твердых растворах системы $TlInSe_2 - TlSmSe_2$, который представляет особый интерес для анализа теплового расширения данного объекта.

Для получения дополнительной информации о химической связи в кристаллической решетке, влияние ее на характер и величину температурной зависимости α в этой системе исследованы в широком температурном (80–350K) и концентрационном интервалах.

Режим синтеза сплавов и отжига их для получения равновесного состояния подробно описан в работах [5 – 7].

Тепловое расширение измеряли на dilatометре, описанном в [8]. Погрешность измерений составляла 4% (рис.2). Как видно из рис.2, характер температурных зависимостей коэффициента теплового расширения $\alpha(T)$ для всех исследованных фаз идентичен. Такое поведение $\alpha(T)$, видимо, объясняется тем, что все исследованные фазы кристаллизуются в тетрагональной сингонии и тип химической связи между атомами в кристаллической решетке один и тот же. Это приводит к одинаковым температурным изменениям

ангармонической части тепловых колебаний атомов в кристаллической решетке. Для более детального анализа влияние химической связи на характер упругих свойств, следует обсуждать особенности химической связи в различных кристаллографических направлениях кристаллов твердых растворов и соединений системы $TlInSe_2 - TlSmSe_2$.

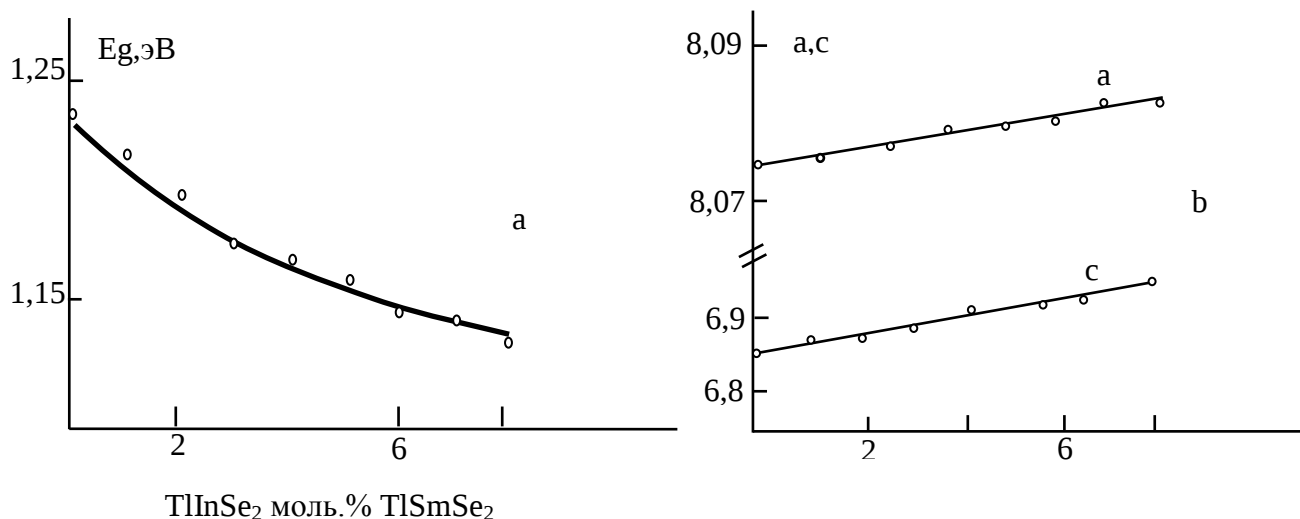


Рис.1. Концентрационные зависимости ширины запрещенной зоны (а) и параметры элементарной ячейки (б) твердых растворов $TlIn_{1-x}SmSe_2$.

Влияние химической связи на расширение веществ в литературе недостаточно полно проанализировано, что не позволяет рассчитывать и прогнозировать тепловые свойства вновь синтезируемых веществ на их основе, химическая связь в которых в некоторой степени определяются характером поведения $\alpha(T)$. Сопоставлению межатомных расстояний в ряде веществ с параметрами взаимодействия электронных состояний (кратность связи x) посвящен ряд работ [9 – 11]. Интерпретация теплового расширения на их основе представляет существенный интерес для выявления стабильности электронных конфигураций и температуры плавления.

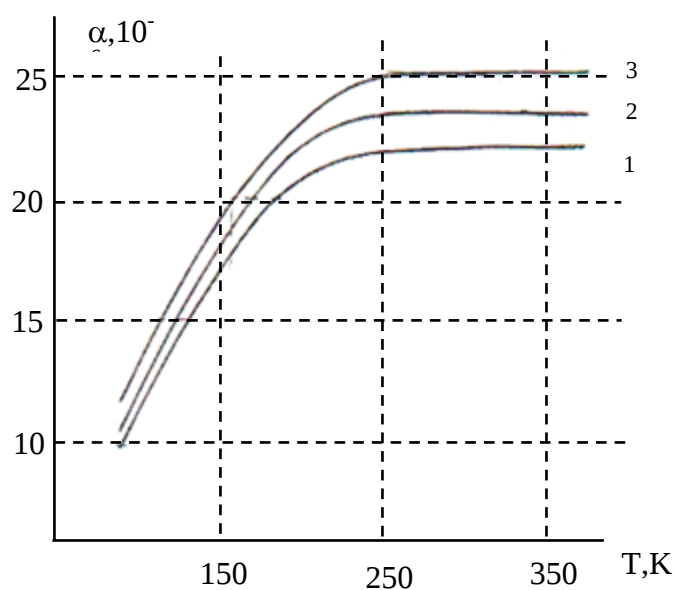


Рис.2. Температурные зависимости коэффициента теплового расширения твердых растворов $TlIn_{1-x}SmSe_2$. Кривые 1- $x=0,00$; 2- $x=0,05$ и 3- $x=0,09$.

Как известно, α и особенности его поведения при уменьшении температуры обусловлены ангармонизмом колебаний их атомов [12]. А степень ангармонизма зависит от характера межатомного взаимодействия и температуры, что определяет величину α . Его температурное поведение обусловлено изменением межатомных расстояний или величин тетраэдрических r_T и других атомных радиусов. По определению α есть удлинение в расчете на единицу длины и на 1 К:

$$\alpha = \frac{\Delta d_a}{d_a \cdot \Delta T} = \frac{\gamma k_0}{d_a \beta^2} \quad (1)$$

где d_a – постоянная решетки, Δd_a – усредненные межатомные расстояния, γ – коэффициент ангармоничности.

Согласно [10], межатомные расстояния d_a могут выражаться через сумму тетраэдрических радиусов $\sum r_T$ с учетом кратности химической связи χ

$$d_a = \sum r_T \exp b \left(\frac{1}{\chi} - \chi \right) \quad (2)$$

где b константа для широкого круга веществ, равное $\sim 0,089$.

Ангармонизм колебаний атома предполагает увеличение межатомных расстояний с одним из соседних атомов при его сокращении с другим. В тех случаях, когда основными электронными состояниями, обуславливающими химическую связь, являются p – состояния, такие колебания могут наблюдаться при их несимметричном перекрытии. В этом случае согласно [10 – 11]:

$$d_a^{\pm} = \sum r_T \exp b \left(\frac{1}{x_{\pm y}} - (x_{\pm y}) \right) \quad (3, 4)$$

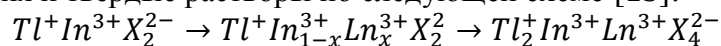
где d_a^- - увеличивающееся межатомное расстояние, d_a^+ - уменьшающееся межатомное расстояние, y - параметр, характеризующий степень асимметрии в перекрытии электронных p - состояний. Из этой системы уравнений видно, что $d_a^- - d_a > d_a - d_a^+$, т.е. при появлении и увеличении степени ангармонизма в колебаниях атомов α вещества должен увеличиваться, так как $(d_a^- + d_a^+) > 2d_a$.

Из формул (1-4) в общем случае величина α может быть представлено в виде

$$\alpha = f \left[\frac{d_a^- + d_a^+ - 2d_a}{2d_a c T} \right] \quad (5)$$

где f – коэффициент, учитывающий количество атомов, испытывающих возбужденное ангармоничное колебание по отношению к общему количеству, c – коэффициент, учитывающий количество направлений колебаний атомов в данной кристаллической решетке (так как α – линейный коэффициент), а цифра 2 в знаменателе учитывает вероятность (время) нахождения атомов в отклоненном состоянии.

Выявление влияния химической связи на α в рассматриваемых составах основано на анализе степени и характера участия в ней валентных электронных состояний. В решетках $Tl^+In^{3+}S_2(Se_2, Te_2)$ внешние электронные оболочки атомов халькогенов s^2p^4 достраиваются до нейтрального аргона ($3s^23p^6$), криптона ($4s^24p^6$) и ксенона ($5s^25p^6$) за счет $6p^1$ - электронов таллия и $5s^25p^1$ - электронов индия. При частичном замещении трехвалентных атомов индия в соединениях $TlInX_2$ атомами лантаноидов, нами получены четверные соединения и твердые растворы по следующей схеме [13]:



В этих соединениях и твердых растворах внешние электронные оболочки двух пар атомов – халькогенов, по нашему мнению, достраиваются до нейтрального аргона, криптона и ксенона за счет $6p^1$ - электронов таллия и $(5s^25p^1)$ - электронов индия и $(5d^16s^2)$ - электронов лантаноидов по той причине, что в лантаноидах состоянию с наименьшей энергией отвечает $(5d^16s^2)$ конфигурация внешних электронов, а вклад $4f$ – электронов в химическую связь можно не учитывать ввиду того, что волновые $4f$ – функции ионов лантаноидов сильно локализуются вблизи ядер. В этой связи валентные конфигурации всех

лантаноидов определяются $5d$ - и $6s$ - электронами, поэтому трехвалентное состояние лантаноидов наиболее типично.

Решетке $TlInSe_2 - Tl^{+1}In^{+3}Se_2$ оказываются составленными из двух самостоятельных структурных единиц – из восьмивершинника с ионным характером связи $M' - X(Tl^{+} - Se)$ и тетраэдра, с ковалентной связью между $M^3 - X(In^{+3} - Se)$. С точки зрения пространственно – геометрических соображений определяющим из них является восьмивершинник, а в смысле химической связи – тетраэдр. Следовательно, ответственными в формировании кристаллических решеток данного типа являются одновалентные ионы таллия в октаэдрах, в то время как полупроводниковые особенности данного соединения определяется, главным образом, трехвалентными ионами индия в тетраэдрах. В соединении $TlInSe_2$ ионы In^{3+} и их ближайшие тетраэдрическое окружение из четырех ионов Se^{2-} образуют отрицательно заряженные цепи $-Se_2^{2-} - In^{3+} - Se_2^{2-}$ - вдоль тетрагональной оси c . Одновалентные ионы Tl^{+} локализуются между четырьмя цепочками и при этом имеют октаэдрическое окружение из восьми ионов Se^{2-} .

Кратчайшие межатомные расстояния для отдельного структурного блока ячейки, рассчитанные по соответствующим координатам атомов, составляют в тетраэдрах $In^{3+} - Se^{2-} = 2,56 \text{ \AA}$, $Se^{2-} - Se^{2-} = 3,9 - 4,5 \text{ \AA}$, а в восьмивершиннике $Tl^{+} - Se^{2-} = 3,42 \text{ \AA}$, $Se^{2-} - Se^{2-} = 4,06 \text{ \AA}$. Длина связи $In^{3+} - Se^{2-}$ соответствует сумме ковалентных радиусов $In^{3+}(0,81 \text{ \AA})$ и $Se^{2-}(1,98 \text{ \AA})$, откуда следует вывод о ковалентном характере связи. Расстояние $Tl^{+} - Se^{2-} = 3,42 \text{ \AA}$ в восьмивершиннике в этом аспекте соответствует ионному характеру связи.

Для исходного соединения $TlInSe_2$ длина связи $Se - Se = 3.9 \div 4.5 \text{ \AA} = r_1$, а $In - Se = 2.56 \text{ \AA} = r_2$, то из совместного решения уравнений (3,4) считая, что основное связывающие состояния $-p$ - орбитали, $x \approx 0.5$ [9]:

$$(3.5 \div 4.5) = \sum r_k \exp \left[\frac{1}{0.5 + y} - (0.5 + y) \right]$$

$$2.56 = \sum r_k \exp \left[\frac{1}{0.5 - y} - (0.5 - y) \right]$$

Получаем $\sum r_k = 2,466 \div 2,488$ и $y = 0,313 \div 0,353$. Оценив y , можно вычислить d_a , d_a^{-} и d_a^{+} из уравнений (2), (3) и (4):

$$d_a = (0.81 + 1.98) \exp 0.089 \left(\frac{1}{0.5} - 0.5 \right) = 3.188(\text{\AA}),$$

$$d_a^{-} = (0.81 + 1.98) \exp 0.089 \left[\frac{1}{0.5 - 0.313} - (0.5 - 0.313) \right] = 4.4164(\text{\AA}),$$

$$d_a^{+} = (0.81 + 1.98) \exp 0.089 \left[\frac{1}{0.5 + 0.313} - (0.5 + 0.313) \right] = 2.8955(\text{\AA}),$$

Подставляя их в формуле (5) и приняв во внимание то, что в состоянии передплавления $f = 1$ (практически все атомы возбуждены, температура плавления $TlInSe_2$, $T_{пл} = 1080 \text{ K}$) и $s = 4$ (для четырех направлений колебания) получаем

$$\alpha = 1 \cdot \frac{4,4164 + 2,8955 - 2 \cdot 3,188}{2 \cdot 3,188 \cdot 4 \cdot 1080} = 2,4145 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}.$$

А из эксперимента $\alpha \approx 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ (рис.2), что свидетельствует о достаточно хорошем совпадении. С переходом к твердым растворам, теоретически вычисленные значения α растет, при этом растет и экспериментальные значения α (рис.2).

Таким образом, наблюдаемое увеличение α в твердых растворах по отношению к исходному компоненту $TlInSe_2$ объясняется на основе примененного подхода. Из – за различия в ковалентных радиусах, входящих в состав твердых растворов атомов индия и самария и стремления к согласованию в перекрытии электронных состояний происходит

смещение атомов из узлов решетки, изменение кратности связи и, как следствие, увеличение степени ангармонизма колебаний, приводящее к увеличению α . Это должно приводить к уменьшению ширины запрещенной зоны при катионном замещении в ряду $Tl^{3+} \rightarrow In^{3+} \rightarrow Sm^{3+}$, что и хорошо коррелируется с экспериментальными данными для полупроводниковых соединений $TlInSe_2(Se_2, Te_2)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seishi Iida, Hideyuki Toyota, Eldar Gojaev, Firudin Hashimzade. Band structure and optical functions of ternary chain $TlInSe_2$ / Journal of physics and chemistry of solids, 64 (2003). –pp. 1703-1706
2. Годжаев, Э.М. Система $TlInSe_2 - TlSmSe_2$ / Э.М.Годжаев, К.Д.Гюльмамедов // Российская АН. Неорганич. материалы. –2002. Т.38. №12. –С.1426-1431.
3. Зарбалиев, М.М. Явления переноса заряда и тепла в системах $TlInS_2(Se_2, Te_2) - TlInS_2(Se_2, Te_2)$. / Диссертация ... доктора физ.-мат. наук / Баку. БГУ. 2001. –285 с.
4. Годжаев Э.М., Зарбалиев М.М., Гулиев Л.А. и др. Физико – химические свойства твердых растворов $TlInX_2 - TlInX_2$ ($Ln = Sm, Eu; X = S, Se, Te$) // Тезисы докладов IV конференции по физике и химии редкоземельных полупроводников. –Новосибирск. – 1987. –с.28.
5. Zərbəliyev, M.M., Məmmədov E.H., Cəfərov T.Q., Talıflı A.F. $TlIn_{1-x}Yb_xSe_2$ bərk məhlullarında fononların səpilmə mexanizmlər // I International scientific conference of young researchers, Baku, Baku Engineering University. 05-06 may, –2017. № 1. Cild 8.
6. Zərbəliyev, M.M. Thermoelectric Figure of Merit in Solid Solution of $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ ($0 \leq x \leq 10$). / M.M.Zərbəliyev, F.F.Aliyev, V.I.Eminova [et al.] // International Journal of Engineering Science Invention (IJESI). **Impakt faktor**. Aprel. –2019. –pp.60-67(7486).
7. Zərbəliyev, M.M., Ismayilov, M.H., Sardarova, N.S. On the formation and electrophysical properties of solid solutions $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$. // Modern trends in Physics international Conference. –Baku. –01-03 may, –2019. –pp.75-76 (15561)
8. Zərbəliyev, M.M. Thermoelectric Figure of Merit in Solid Solution of $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ ($0 \leq x \leq 10$). / M.M.Zərbəliyev, F.F.Aliyev, V.I.Eminova [et al.] // International Journal of Engineering Science Invention (IJESI) **Impakt faktor**. Aprel, –2019. –pp.60-67 (3714)
9. Ismayilov, M.H., Sardarova, N.S. On the formation and elektrophysical properties of solid solutions $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$. // Modern in Physics international Conference. –Baku. –01-03 may, – 2019. –pp.75-76 (13728)
10. Zərbəliyev, M.M. $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ ($0 \leq x \leq 10$) solid solutions termoelectric properties. / M.M.Zərbəliyev, U.M.Aghayeva // Journal of Baku engineering university – physics. –2020. № 1.
11. Zərbəliyev, M.M., Sardarova, N.S., Ismayilov, M.G., Aplevich, A.V., Zhivulko, A.M. Magnetic properties of $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$, $TlIn_{1-x}Sm_xS_2$, $TlIn_{1-x}Dy_xTe_2$, $TlIn_{1-x}Nd_xTe_2$ solid solutions. // Actual problems of solid state physics. IX International scientific conference. –2021. Book 2. –pp. 216-218 (590)
12. Зарбалиев, М.М., Сардарова, Н.С., Исмаилов, М.Г., Янушкевич, К.И. Электрофизические свойства твердых растворов системы $TlInSe_2 - TlYbSe_2$. // Материалы международного симпозиума «Перспективные материалы и технологии», – Минск, Белоруссия. 23-27 август, –2021.– с. 259-261 (1056)
13. Зарбалиев М.М., Сардарова Н.С., Исмаилов М.Г., Аллевич А.В., Живулько А.М. Удельная намагниченность и магнитная и восприимчивость $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$, $TlIn_{1-x}Sm_xS_2$, $TlIn_{1-x}Dy_xTe_2$, $TlIn_{1-x}Nd_xTe_2$ // Материалы международного симпозиума «Перспективные материалы и технологии», –Минск, Белоруссия. 23-27 август, –2021. –с. 262-263 (919)

XÜLASƏ

**$TlInSe_2 - TlSmSe_2$ SİSTEMİNİN BƏRK MƏHLULLARININ İSTİDƏN
GENİŞLƏNMƏSİNDƏ KİMYƏVİ RABİTƏNİN ROLU**

Zərbəliyev M.M., İsmayilov R.M., İsmayilova X.İ.

Açar sözlər: kimyəvi rabitə, monokristal, istidən genişlənmə, dilatometr, bərk məhlul, konsentrasiya.

Geniş temperatur ($80 \div 350K$) və konsentrasiya ($0 \leq x \leq 0.09$) intervalında $TlIn_{1-x}Sm_xSe_2$ bərk məhlullarında xətti genişlənmə əmsalının temperatur asılılığı ($\alpha(T)$) tədqiq olunmuşdur. Bir sıra yarımkeçirici maddələrdə kimyəvi rabitəyə dair əvvəllər irəli sürülmüş anlayışlara görə $TlInSe_2$ və onun əsasında alınan bərk məhlullar üçün α hesablanmışdır və alınan qiymətlər təcrübi nəticələrlə yaxşı uzlaşır. α – nın ölçülən qiyməti öz növbəsində tədqiq olunan maddələrdə kimyəvi rabitənin xüsusiyyətlərini daha ətraflı başa düşməyə imkan verir.

SUMMARY

**THE ROLE OF CHEMICAL RELATION IN THE THERMAL BROADENING
OF SOLID SOLUTIONS OF THE $TlInSe_2 - TlSmSe_2$ SYSTEM**

Zarbaliev M.M., Ismayilov R.M., Ismayilova Kh.I.

Key words: chemical bond, single crystal, expansion from heat, dilatometer, solid solution, concentration.

Was researched temperature dependence of linear thermal broadening ($\alpha(T)$) of $TlIn_{1-x}Sm_xSe_2$ hard solutions in wide interval of temperatures ($80 \div 350K$) and concentration ($0 \leq x \leq 0.09$). On the ground of earlier pulling out ideas about chemical relation in row of semi – conductor materials, was showed calculation of α for $TlInSe_2$ combination and hard solutions on its ground, their values are conform to experiments values. Measuring of α -s quantity of researching phases in ones turn helps to understand peculiarities of their chemical relation.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.10.2023
	Son variant	11.12.2023

UOT 532.546

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_10

İNTEQRAL ÇEVİRMƏSİNİN KÖMƏYİ İLƏ HƏLL EDİLƏN BİR HİDRODİNAMİKA MƏSƏLƏSİ

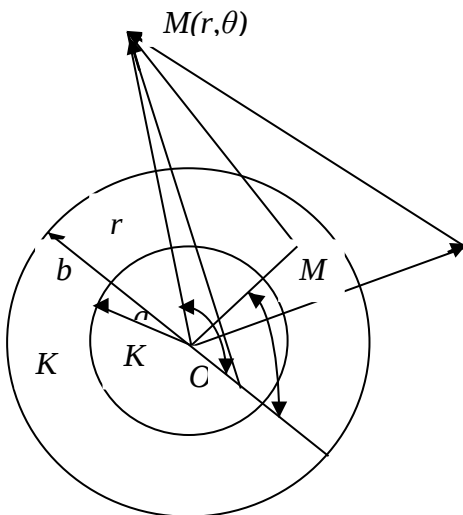
SƏFƏRLİ İLQAR SEYFƏDDİN oğlu [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, dosent

i.safarli@mail.ru

Açar sözlər: tədqiqat, çevirmə, su anbarı, riyazi model, ayırma üsulu

Həlli araşdırılan bu məsələdə fərz edirik ki, istifadə (istismar) edilən layın uzunluğu sonsuz ölçülüdür. İstismar edilən lay istismar edilməyən və təzyiqi P_{01} -ə bərabər olan laydan zəif qatla, arakəsmə ilə ayrılmışdır. İstismar olunan lay təzyiq keçirmə və maye keçirmə əmsalları müxtəlif olan üç hissədən ibarətdir. Hər üç hissədə məhsuldarlığı sabit olan və istifadə edilən üç quyusu yerləşmişdir.



Məsələnin riyazi modeli II tərtib xüsusi törəməli diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir olunur və aşağıdakı şəkildədir:

$$\frac{\partial^2 P_j}{\partial^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial P_j}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 P_j}{\partial \theta^2} - \omega_j^2 (P_j - P_0) = \frac{1}{\chi_j} \frac{\partial P_j}{\partial t} \quad (1)$$

Burada $\omega_j = \frac{k_{rj}}{hh_{rj}k_j}$, $j=1,2,3$ – istifadə olunan

hissələri göstərir.

Baxılan məsələnin həlli üçün başlanğıc və sərhəd şərtlərə əsasən:

$$\left(P_j \frac{\partial P_j}{\partial R} \right)_{R_j \rightarrow 0} = \frac{\mu Q_j}{2ubk_j} \equiv A_j \quad (2)$$

$$P_1(r, \theta, t) = P_2(r, \theta, t), \quad k_1 \frac{\partial P_1}{\partial r} = k_2 \frac{\partial P_2}{\partial r}, \quad r = a \text{ olduqda} \quad (3)$$

$$P_2(r, \theta, t) = P_3(r, \theta, t), \quad k_2 \frac{\partial P_2}{\partial r} = k_3 \frac{\partial P_3}{\partial r}, \quad r = b \text{ olduqda} \quad (4)$$

$$P_j = P_0, \quad r = \infty \text{ olduqda} \quad (5)$$

Burada (r, θ) – polyar (silindrik) koordinatlardır, (r_j, θ_j) – istismar olunan quyuların yerləşdiyi nöqtələrin koordinatları göstərir; k_j, χ_j – j -ci hissənin (zona) maye keçirmə və təzyiq keçirmə əmsallarıdır; χ_{rj} – arakəsmənin keçiriciliyi; μ – özüllük əmsalıdır.

Baxılan məsələni Laplasın integral çevirməsinin köməyi ilə həll edək:

$$\bar{P}(r, \theta, \lambda) = \int_0^\infty e^{-\lambda t} P(r, \theta, t) dt \quad (6)$$

Məsələnin həllinə tətbiq edilən çevirmənin köməyi ilə (1) məsələsi (2)-(5) başlanğıc və sərhəd şərtləri vasitəsilə

$$\frac{\partial^2 P_j}{\partial r^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial U_j}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U_j}{\partial \theta^2} - q_j^2 U_j = 0 \quad (7)$$

şəklində gətirilir, harada ki, $U_j = \frac{P_0}{\lambda} - \bar{P}_j$, $q_j^2 = \frac{\lambda}{\chi_j} + \omega_j^2$.

Bütün bunları nəzərə alaraq, həlli

$$\begin{aligned} U_1 &= A_1 \left\{ \frac{1}{\lambda} K_0(q_1 R_1) + \sum_{n=0}^{\infty} I_n(qr) [a_n^{(1)} \cos n\theta + a_n^{(2)} \sin n\theta] \right\}, \\ U_2 &= A_2 \left\{ \frac{1}{\lambda} K_0(q_2 R_2) + \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n [b_n^{(1)} I_n(q_2^r) + b_n^{(2)} K_n(q_2^r)] \cos n\theta + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n [b_n^{(3)} I_n(q_2 r) + b_n^{(4)} K_n(q_2 r)] \sin n\theta \right\}, \\ U_3 &= A_3 \left\{ \frac{1}{\lambda} K_0(q_3 R_3) + \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n K_n(q_3^r) [c_n^{(1)} \cos n\theta + c_n^{(2)} \sin n\theta] \right\}. \end{aligned} \quad (8)$$

şəklində araşdırırıq.

(8) bərabərliklərindəki $a_n^{(1)}, a_n^{(2)}, b_n^{(1)}, b_n^{(2)}, b_n^{(3)}, b_n^{(4)}, c_n^{(1)}, c_n^{(2)}$ məlum olmayan əmsalları (2) - (5) şərtləri vasitəsilə təyin etmək olar ki, bunun üçün də

$$K_0(qR) = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \cos n\theta I_n(qr) K_n(qr') \quad (9)$$

ayrılışından istifadə edəcəyik və burada $\varepsilon_n = \begin{cases} 1, & n=0 \\ 2 & n \geq 1 \end{cases}$ hallarına baxılır.

Onda məlum olmayan əmsalları müqayisə etsək,

$$\begin{aligned} a_n^{(1)} &= \frac{\sigma_1 \nu_1 B_n^{(1)}}{\lambda q_1 a D_n} \cos n\theta_2 + \frac{\sigma_3 \nu_3 K_n(q_3 r_3)}{\lambda q_1 q_2 a b D_n} \cos n\theta_3 + \frac{1}{\lambda B_n^{(5)}} \left[B_n^{(1)} + \frac{\nu_1 B_n^{(4)}}{q_1^2 a^2 D_n} \right] I_n(q_1 r_1), \\ a_n^{(2)} &= \frac{\sigma_1 \nu_1 B_n^{(1)}}{\lambda q_1 a} \sin n\theta_2 + \frac{\sigma_3 \nu_3 K_n(q_3 r_3)}{\lambda q_1 q_2 a b D_n} \sin n\theta_3, \\ b_n^{(1)} &= \frac{B_n^{(2)} B_n^{(4)}}{\lambda D_n} \cos n\theta_2 + \frac{\sigma_2 \nu_2 B_n^{(5)}}{\lambda q_2 b D_n} K_n(q_3 r_3) \cos n\theta_3 + \frac{B_n^{(4)} I_n(q_1 r_1)}{\lambda q_1 a \sigma_3 D_n}, \\ b_n^{(2)} &= \frac{B_n^{(1)} B_n^{(6)}}{\lambda D_n} \cos n\theta_2 + \frac{\sigma_2 \nu_2 B_n^{(6)}}{\lambda q_2 b D_n} K_n(q_3 r_3) \cos n\theta_3 + \frac{B_n^{(5)} I_n(q_1 r_1)}{\lambda q_1 a \sigma_3 D_n}, \\ b_n^{(3)} &= \frac{B_n^{(2)} B_n^{(4)}}{\lambda D_n} \cos n\theta_2 + \frac{\sigma_2 \nu_2 B_n^{(5)}}{\lambda q_2 b D_n} K_n(q_3 r_3) \sin n\theta_3, \\ b_n^{(4)} &= \frac{B_n^{(1)} B_n^{(6)}}{\lambda D_n} \cos n\theta_2 + \frac{\sigma_2 \nu_2 B_n^{(6)}}{\lambda q_2 b D_n} K_n(q_3 r_3) \sin n\theta_3, \\ c_n^{(1)} &= \frac{B_n^{(2)}}{\lambda q_2 b \sigma_2 D_n} \cos n\theta_2 + \frac{1}{\lambda B_n^{(3)}} \left[B_n^{(8)} + \frac{\nu_2 B_n^{(6)}}{q_2^2 b^2 D_n} \right] K_n(q_3 r_3) \cos n\theta_3 + \frac{I_n(q_1 r_1)}{\lambda q_1 q_2 a b \sigma_2 D_n}, \\ c_n^{(2)} &= \frac{1}{\lambda} \left[\frac{B_n^{(8)}}{B_n^{(3)}} + \frac{\nu_2 B_n^{(6)}}{\omega_2^2 b^2 D_n} \right] K_n(q_3 r_3) \sin n\theta_3 + \frac{B_n^{(2)}}{\lambda q_2 b D_n} \sin n\theta_2, \end{aligned}$$

alırıq.

Harada ki,

$$\begin{aligned}
 B_n^{(1)} &= B_n^{(3)} K_n(q_2 r_2) + B_n^{(4)} I_n(q_2 r_2), \\
 B_n^{(2)} &= B_n^{(5)} I_n(q_2 r_2) + B_n^{(6)} K_n(q_2 r_2), \\
 B_n^{(3)} &= I'_n(q_2 b) K_n(q_3 b) - I_n(q_2 b) K'_n(q_3 b), \\
 B_n^{(4)} &= \nu_2 \delta_2 K_n(q_2 b) K'_n(q_3 b) - K'_n(q_2 b) K_n(q_3 b), \\
 B_n^{(5)} &= I'_n(q_1 a) K_n(q_2 a) - \nu_1 \delta_1 I_n(q_1 a) K'_n(q_2 a), \\
 B_n^{(6)} &= \nu_1 \delta_1 I_n(q_1 a) I'_n(q_2 a) - I'_n(q_1 a) I_n(q_2 a), \\
 B_n^{(7)} &= \nu_1 \delta_1 K_n(q_1 a) K'_n(q_2 a) - K'_n(q_1 a) K_n(q_2 a), \\
 B_n^{(8)} &= \nu_2 \delta_2 I_n(q_2 b) I'_n(q_3 b) - I'_n(q_2 b) I_n(q_3 b), \\
 D_n &= B_n^{(3)} B_n^{(5)} - B_n^{(4)} B_n^{(6)}, \quad \sigma_1 = \frac{A_2}{A_1}, \sigma_2 = \frac{A_3}{A_2}, \sigma_3 = \frac{A_3}{A_1}, \\
 \delta_1 &= \frac{q_2}{q_1}, \delta_2 = \frac{q_3}{q_2}, \delta_3 = \frac{q_3}{q_1}, \quad \nu_1 = \frac{k_2}{k_1}, \nu_2 = \frac{k_3}{k_2}, \nu_3 = \frac{k_3}{k_1}.
 \end{aligned}$$

Məlum olmayan əmsalların tapdığımız bu ifadələrini (8) bərabərliklərində yerinə yazsaq və müəyyən çevirmələr tətbiq etsək, aşağıdakıları almış olarıq:

$$\begin{aligned}
 \eta_1 &= \frac{A_1}{\lambda} \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \left[I_n(q_1 r_1) K_n(q_1 r) + \frac{B_n^{(7)}}{B_n^{(5)}} I_n(q_1 r) I_n(q_1 r_1) + \frac{\nu_1 B_n^{(4)} I_n(q_1 r)}{q_1^2 a^2 B_n^{(5)} D_n} \right] \cos n\theta + \\
 &+ \frac{A_2 \nu_1}{\lambda q_1 a} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n B_n^{(1)} I_n(q_1 r)}{D_n} \cos n(\theta - \theta') + \frac{A_3 \nu_3}{\lambda q_1 q_2 a b} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{D_n} I_n(q_1 r) K_n(q_3 r_3) \cos n(\theta - \theta_3), \\
 U_2 &= \frac{A_1}{\lambda q_1 a} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{D_n} B_n^{(9)} I_n(q_1 r_1) \cos n\theta + \frac{A_2}{\lambda} \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \left[I_n(q_2 r) K_n(q_2 r_2) + \right. \\
 &+ \left. \frac{1}{D_n} B_n^{(4)} B_n^{(2)} I_n(q_2 r) + \frac{1}{D_n} B_n^{(1)} B_n^{(5)} K_n(q_2 r) \right] \cos n(\theta - \theta_2) + \\
 &+ \frac{\nu_1 A_3}{\lambda q_2 b} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{D_n} B_n^{(10)} K_n(q_3 r_3) \cos n(\theta - \theta_3),
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 U_3 &= \frac{1}{\lambda q_1 q_2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{D_n} I_n(q_1 r_1) K_n(q_3 r) \cos n\theta + \frac{A_2}{\lambda q_2 b} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{D_n} B_n^{(2)} K_n(q_3 r) \cos n(\theta - \theta_2) + \\
 &+ \frac{A_3}{\lambda} \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \left[I_n(q_3 r) K_n(q_3 r_3) + \frac{B_n^{(8)}}{B_n^{(3)}} K_n(q_3 r) K_n(q_3 r_3) + \frac{\nu_2 B_n^{(6)} K_n(q_3 r) K_n(q_3 r_3)}{q_2^2 b^2 B_n^{(3)} D_n} \right] \cos(\theta - \theta_3),
 \end{aligned}$$

harada ki, $B_n^{(9)} = B_n^{(4)} I_n(q_2^2) + B_n^{(3)} K_n(q_2 r)$, $B_n^{(10)} = B_n^{(5)} I_n(q_2 r) + B_n^{(5)} K_n(q_2 r)$.

Orijinala keçməyin çətinliklər törətdiyini nəzərə alaraq, biz burada həlli yalnız zamanın kiçik olmayan qiymətlərində tapacağıq:

$$\begin{aligned}
 U_1 &= \frac{A_1}{\lambda} \left[K_0(q_1 r) - K_0(q_1 a) + \frac{1}{\nu_1} K_0(q_2 a) - \frac{1}{\nu_1} K_0(q_2 a) - \frac{1}{\nu_2} K_0(q_3 b) + \Phi_1 \right] + \\
 &+ \frac{1}{\lambda} A_2 \left[K_0(q_2 r_2) - K_0(q_2 b) + \frac{1}{\nu_2} K_0(q_3 b) + \Phi_2 \right] + \frac{A_3}{\lambda} [K_0(q_2 r_2) + \Phi_3],
 \end{aligned}$$

$$U_2 = \frac{A_1}{\lambda} \left[\frac{1}{\nu_1} K_0(q_2 r) - \frac{1}{\nu_1} K_0(q_2 b) + \frac{1}{\nu_3} K_0(q_2 b) + \Phi_4 \right] +$$

$$+ \frac{A_2}{\lambda} \left[K_0(q_2 r_2) + \frac{1}{\nu_2} K_0(q_3 b) + \Phi_5 \right] + \frac{A_3}{\lambda} \Phi_6,$$

$$U_3 = \frac{A_1}{\lambda} \left[\frac{1}{\nu_3} K_0(q_3 r) + \Phi_7 \right] + \frac{A_2}{\lambda} \left[\frac{1}{\nu_2} K_0(q_3 r) + \Phi_8 \right] + \frac{A_3}{\lambda} \Phi_9,$$

harada ki,

$$\Phi_1 = -\frac{1}{2} F\left(\frac{r_1}{r}, \theta\right) - \frac{1}{2} \alpha_1 F\left(\frac{rr_1}{a^2}, \theta\right) - \alpha_2^2 \alpha_3 \sum_{n=0}^{\infty} (\lambda)^n \alpha_7^n F\left(\frac{rr_1}{a^2} \gamma^n, \theta\right),$$

$$\Phi_2 = -\alpha_4 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n \left[F\left(\frac{r}{r_2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) + \alpha_3 F\left(\frac{rr_2}{b_2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) \right],$$

$$\Phi_3 = -2\alpha_4 \alpha_5 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n F\left(\frac{r}{r_3} \gamma^n, \theta - \theta_2\right),$$

$$\Phi_4 = -\alpha_2 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n \left[F\left(\frac{r_1}{r} \gamma^n, \theta\right) - \alpha_3 F\left(\frac{rr_2}{b_2} \gamma^n, \theta\right) \right],$$

$$\Phi_5 = -\frac{1}{2} F\left(\frac{r}{r_2}, \theta - \theta_2\right) - \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n \left\{ \alpha_3 F\left(\frac{rr_2}{b^2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) + \right.$$

$$\left. + \alpha_1 \left[\alpha_3 F\left(\frac{a^2 r}{b^2 r_2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) - F\left(\frac{a^2}{rr_2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) + \alpha_3 F\left(\frac{a^2 r_2}{b^2 r} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) \right] \right\},$$

$$\Phi_6 = \alpha_5 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n \left[\alpha_1 F\left(\frac{a^2}{rr_3} \gamma^n, \theta - \theta_3\right) - F\left(\frac{r}{r_3} \gamma^n, \theta - \theta_3\right) \right],$$

$$\Phi_7 = -\alpha_1 \alpha_6 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n F\left(\frac{r_1}{r} \gamma^n, \theta\right),$$

$$\Phi_8 = \alpha_6 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n \left[\alpha_1 F\left(\frac{a^2}{rr_2} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) - F\left(\frac{r_2}{r} \gamma^n, \theta - \theta_2\right) \right],$$

$$\Phi_9 = -\frac{1}{2} \left[F\left(\frac{r}{r_3}, \theta - \theta_3\right) - \alpha_3 F\left(\frac{b^2}{rr_3}, \theta - \theta_3\right) \right] + 2\alpha_1 \alpha_5 \alpha_6 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha_7^n F\left(\frac{a^2}{rr_3} \gamma^n, \theta - \theta_3\right),$$

$$\alpha_1 = \frac{1 - \nu_1}{1 + \nu_1}, \alpha_2 = \frac{1}{1 + \nu_1}, \alpha_3 = \frac{1 - \nu_2}{1 + \nu_2}, \alpha_4 = \frac{\nu_1}{1 + \nu_1},$$

$$\alpha_5 = \frac{\nu_2}{1 + \nu_2}, \alpha_6 = \frac{1}{1 + \nu_2}, \alpha_7 = \alpha_1 \alpha_3, \gamma = \frac{a^2}{b^2},$$

$$F(z, \theta - \theta_3) = \ln[1 - 2z \cos(\theta - \theta_j) + z^2].$$

İndi isə burada yenidən orijinala keçərək,

$$\begin{aligned}
 P_0 - P_1 &= A_1 \left[L\left(\omega_1, \frac{r^2}{4\chi_1 t}\right) - L\left(\omega_1, \frac{a^2}{4\chi_1 t}\right) + \frac{1}{\nu_1} L\left(\omega_2, \frac{a^2}{4\chi_2 t}\right) - \frac{1}{\nu_1} L\left(\omega_2, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{\nu_3} L\left(\omega_3, \frac{b^2}{4\chi_3 t}\right) + \Phi_1 \right] + A_2 \left[L\left(\omega_2, \frac{r_2^2}{4\chi_2 t}\right) - L\left(\omega_2, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + \frac{1}{\nu_2} L\left(\omega_3, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + \Phi_3 \right], \\
 P_0 - P_{21} &= A_1 \left[\frac{1}{\nu_1} L\left(\omega_2, \frac{r^2}{4\chi_2 t}\right) - \frac{1}{\nu_1} L\left(\omega_2, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + \frac{1}{\nu_3} L\left(\omega_3, \frac{b^2}{4\chi_3 t}\right) + \Phi_4 \right] + \\
 &\quad + A_2 \left[L\left(\omega_2, \frac{r_2^2}{4\chi_2 t}\right) - L\left(\omega_2, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + \frac{1}{\nu_2} L\left(\omega_3, \frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + \Phi_5 \right] + A_3 \Phi_6, \\
 P_0 - P_3 &= A_1 \left[\frac{1}{\nu_3} L\left(\omega_3, \frac{r^2}{4\chi_3 t}\right) + \Phi_7 \right] + A_2 \left[\frac{1}{\nu_2} L\left(\omega_3, \frac{r^2}{4\chi_3 t}\right) + \Phi_8 \right] + A_3 \Phi_9,
 \end{aligned} \tag{12}$$

münasibətlərini alırıq.

Burada

$$L\left(\alpha_i, \frac{z^2}{4\chi_i t}\right) = \frac{1}{2} \int_0^t \frac{1}{u} \exp\left(-\frac{z^2}{4\chi_i u} - \alpha_i^2 \chi_i u\right) du, \text{ əgər } z = a, r, R,$$

olarsa, bu halda zamanın kiçik olmayan qiymətlərində dəqiqliyi daha da yüksək olan

$$L\left(\alpha_i, \frac{z^2}{4\chi_i t}\right) \approx K_0(\alpha_i, z) + \frac{1}{2} Ei(-\alpha_i^2 \chi_i t)$$

münasibətini alırıq, $-Ei(-x) = \int_x^\infty \frac{1}{u} e^{-u^2} du$ – cədvəl inteqralıdır.

Hidrodinamik hesabatlarda aldığımız bu düsturların əhəmiyyəti böyükdür.

Əgər layın tavan və daban müstəviləri keçirən olmazsa hesabatlarda üçün daha sadə şəkildə düsturlar alınmış olar.

$$\begin{aligned}
 P_0 - P_1 &= \frac{A_1}{2} \left[Ei\left(-\frac{a^2}{4\chi_1 t}\right) - Ei\left(-\frac{r^2}{4\chi_1 t}\right) + \frac{1}{\nu_1} Ei\left(-\frac{a^2}{4\chi_2 t}\right) + Ei\left(-\frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) + 2f_1 \right] + \\
 &\quad + \frac{A_2}{2} \left[Ei\left(-\frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) - Ei\left(-\frac{r_2^2}{4\chi_2 t}\right) + 2f_2 \right], \\
 P_0 - P_2 &= \frac{A_1}{2} \left[\frac{1}{\nu_1} Ei\left(-\frac{b^2}{4\chi_1 t}\right) - \frac{1}{\nu_1} Ei\left(-\frac{r^2}{4\chi_2 t}\right) + 2f_3 \right] + \frac{A_2}{2} \left[Ei\left(-\frac{b^2}{4\chi_2 t}\right) - Ei\left(-\frac{r_2^2}{4\chi_2 t}\right) + 2f_4 \right].
 \end{aligned}$$

Burada $t \rightarrow \infty$ şərti daxilində limitə keçsək, asanlıqla qərarlaşmış məsələnin həllini tapmış olarıq.

ƏDƏBİYYAT

1. Səfərli, İ.S. Yuxarı layın tavan və daban müstəviləri keçirən olduqda üst-üstə yerləşən iki layda mayelərin qərarlaşmamış hərəkəti // SDU. Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – Sumqayıt: SDU-nun Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi, –2011, C. 11, №2, –s. 42-47
2. Сафарли, И.С. Применение преобразования Лапласа к решению некоторых гидродинамических задач. Монография / И.С.Сафарли. LAMBERT Academic Publishing: 978-613-9-58305-8, –2019, –39 с.
3. Сафарли, И.С. Взаимодействие в двух упругих пластах имеющие слабопроницаемые перемычки. Актуальные проблемы математики и информационных технологий //

Материалы III Всероссийской конференции с международным участием. –Махачкала: Издательство ДГУ, 7-9 февраля, –2022. –с.176-179

4. Лаврентьев, М.А. Методы теории функции комплексного переменного / М.А.Лаврентьев, В.В.Шабат. –М.: Изд-во Физ.мат.лит., –1958.

РЕЗЮМЕ
ЗАДАЧА ГИДРОДИНАМИКИ, РЕШАЕМАЯ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
Сафарли И.С.

Ключевые слова: исследование, преобразование, резервуар, математическая модель, метода разделения.

В статье исследована проблема полного притока жидкости в скважину, связанная с задачей линейной фильтрации и ее решение. Предполагается, что слой, имеющий бесконечную длину, отделен от неиспользуемого слоя тонкой перегородкой.

Математическая модель задачи гидродинамики характеризуется системой специальных производных дифференциальных уравнений. Решение задачи исследуется и решается методом интегрального преобразования и разложения по переменным.

SUMMARY
HYDRODYNAMICS ISSUE SOLVED WITH THE HELP OF INTEGRAL TRANSFORMATION
I.S.Safarli

Keywords: research, transformation, reservoir, mathematical model, separation method

The problem of complete flow of liquid into the well, related to the problem of linear filtration and its solution are investigated in the article. It is assumed that the layer, which is infinite in length, is separated from the unused layer by a thin partition.

The mathematical model of the hydrodynamics problem is characterized by a system of special derivative differential equations. The solution of the problem was investigated and solved with the help of the integral transformation and the method of decomposition into its variables.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	12.10.2023
	Son variant	11.12.2023

DİFERENSİAL TƏNLİKLƏ İFADƏ OLUNAN MƏSƏLƏNİN HƏLLİNİN ANALİTİK FUNKSİYALARIN BİR SİNFİNDƏ APROKSİMASİYASI

HADIYEVA SEVİNC SABİR qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, dosent

sevinc.hadiyeva@sdu.edu.az

Açar sözlər: xüsusi törəməli diferensial tənlik, interpolasiya polinomu, aproksimasiya, interpolasiya çoxhədlisi, Fibonaçi ədədi

Bu məqalədə dörd tərtibli xüsusi törəməli diferensial tənliklə ifadə olunan

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 u}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + \frac{\partial^4 u}{\partial x_2^4} = f(x_1, x_2) \quad (1)$$

$$u|_r = 0 \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} \right|_{x_1=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} \right|_{x_2=0} = 0 \quad (3)$$

məsələnin həllinin $\Omega_2^{(\delta_1, \delta_2)}(M)$ sinfində ədədi nəzəri şəbəkələr üçün qurulmuş interpolasiya çoxhədlisi ilə aproksimasiyası öyrənilir. $f(z_1, z_2, \dots, z_s)$ funksiyası $E(|\dot{I}mz| < \delta_i, i = \overline{1, s})$ oblastında analitik, M sabiti ilə məhdud, hər bir dəyişənə görə vahid periodludur. Bu sinfin funksiyalarının Furiye sırasına ayrılışının əmsalı üçün aşağıdakı qiymətləndirmənin doğru olması isbat olunmuşdur [3]:

$$|C(m_1, m_2, \dots, m_s)| \leq Me^{-2\pi(|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2 + \dots + |m_s|\delta_s)}$$

Bu işdə iki ölçülü hala baxılır.

$$V(x_1, x_2) = \sum_{m_1, m_2 = -\infty}^{+\infty} B(m_1, m_2) C(m_1, m_2) e^{2\pi i(m_1 x_1 + m_2 x_2)} \quad (4)$$

funksiyasına baxaq. Burada $C(m_1, m_2)$ ilə $f(x_1, x_2)$ funksiyasının Furiye əmsalı işarə olunmuşdur və

$$B(m_1, m_2) = \begin{cases} \frac{1}{16\pi^4} \cdot \frac{1}{(m_1^2 + m_2^2)^2}, & m_1 \neq 0, m_2 \neq 0 \\ 0, & m_1 = m_2 = 0 \end{cases} \quad (5)$$

münasibəti doğrudur.

Fərz edək ki, $f(x_1, x_2) \in \Omega_2^{(\delta_1, \delta_2)}$ -dir və hər bir dəyişənə görə tək funksiyadır. $V(x_1, x_2)$ funksiyası (1) tənliyini ödəyir. Doğrudan da,

$$\begin{aligned}\Delta(\Delta(x)) &= \frac{\partial^4 V}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 V}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + \frac{\partial^4 V}{\partial x_2^4} = \\ &= \frac{1}{16\pi^4} \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{+\infty} B(m_1, m_2) \cdot \frac{C(m_1, m_2)}{m_1^4 + 2m_1^2 m_2^2 + m_2^4} \cdot e^{2\pi i(m_1 x_1 + m_2 x_2)} = \\ &= \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{+\infty} C(m_1, m_2) e^{2\pi i(m_1 x_1 + m_2 x_2)} = f(x_1, x_2)\end{aligned}$$

doğrudur. Yəni, $V(x_1, x_2)$ funksiyası (1) tənliyini ödəyir.

İndi göstərək ki, bu funksiya sərhəd şərtlərini də ödəyir. $V(x_1, x_2)$ həllində x_1 əvəzinə $-x_1$ yazsaq,

$$V(-x_1, x_2) = \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{+\infty} B(m_1, m_2) C(m_1, m_2) e^{2\pi i(-m_1 x_1 + m_2 x_2)} \quad (6)$$

olar. Daha sonra (6) bərabərliyində m_1 -i $-m_1$ ilə əvəz etsək,

$$V(-x_1, x_2) = \sum_{-m_1, m_2=-\infty}^{+\infty} B(-m_1, m_2) C(-m_1, m_2) e^{2\pi i(m_1 x_1 + m_2 x_2)}$$

alırıq.

$f(x_1, x_2)$ funksiyası tək funksiyaadır. Onda

$$C(-m_1, m_2) = -C(m_1, m_2)$$

olar. Buradan isə çıxır ki,

$$V(-x_1, x_2) = -V(x_1, x_2)$$

olur və

$$V(0, x_2) = 0$$

alınır. Bundan başqa analogi olaraq,

$$V(x_1, 0) = 0$$

olması da göstərilir.

İndi isə (3)-cü şərtin ödənildiyini yoxlayaq:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} = \sum_{m_1, m_2=-\infty}^{+\infty} 4\pi^2 m_1^2 \cdot B(m_1, m_2) C(m_1, m_2) e^{2\pi i(-m_1 x_1 + m_2 x_2)}$$

Əvvəlki əməliyyatı burada da aparsaq, yəni x_1 əvəzinə $-x_1$ yazsaq və m_1 -i $-m_1$ ilə əvəz etsək,

$$\frac{\partial^2 u(0, x_2)}{\partial x_1^2} = 0$$

və həmçinin

$$\frac{\partial^2 u(x_1, 0)}{\partial x_2^2} = 0$$

olduğunu alırıq.

Deməli, (4) bərabərliyi ilə təyin olunan funksiya sərhəd şərtlərini də ödəyir. Bu isə o deməkdir ki, (4) bərabərliyi ilə təyin olunan funksiya məsələnin həllidir.

Baxılan funksiyalar sinfində interpolyasiya çoxhədlisini

$$P(x_1, x_2) = \sum_{k=1}^N f\left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right) \Psi_k(x_1, x_2) \quad (7)$$

kimi təyin edək.

Burada $M_k = \left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right)$ paralelepipedal şəbəkə adlanır.

$\Psi_k(x_1, x_2)$ funksiyası isə

$$\Psi_k(x_1, x_2) = \frac{1}{N} \sum_{|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2 \leq T_1} e^{2\pi i \left[m_1 \left(x_1 - \frac{a_1 k}{N} \right) + m_2 \left(x_2 - \frac{a_2 k}{N} \right) \right]}$$

şəklində təyin olunur. Burada

$$T_1 = \frac{1}{2} T = \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{2d}}{2(1+\varepsilon_N)} N^{\frac{1}{2}} - 1 \right), \quad d = \delta_1 + \delta_2$$

kimi təyin edilir. a_1, a_2 isə optimal əmsallardır [1].

N sadə ədəddir və $N \rightarrow \infty$ olduqda $\varepsilon_N \rightarrow 0$.

$f(x_1, x_2) \in \Omega_2^{(\delta_1, \delta_2)}(M)$ olduqda

$$\begin{aligned} |R(x_1, x_2)| &= |f(x_1, x_2) - P(x_1, x_2)| \leq \sum_{|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2 > T_1} |C(m_1, m_2)| + \\ &+ \sum_{|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2 \leq T_1} \int_0^1 \int_0^1 f(t_1, t_2) e^{-2\pi i(m_1 t_1 + m_2 t_2)} dt_1 dt_2 - \\ &- \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f\left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right) e^{-2\pi i \frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{N} k} \end{aligned}$$

Birinci cəm üçün aşağıdakı qiymətləndirmə doğrudur:

$$\sum_{|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2 > T_1} |C(m_1, m_2)| = O(e^{-2\pi T_1})$$

Digər tərəfdən $(|\operatorname{Im} z_k| < \delta_k, \quad k = 1, 2)$ oblastında

$$\varphi(z_1, z_2) = f(z_1, z_2) e^{-2\pi i(m_1 z_1 + m_2 z_2)} \in \Omega_2^{(\delta_1, \delta_2)}(M \cdot e^{2\pi i(|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2)})$$

doğrudur. Onda

$$\begin{aligned} &\int_0^1 \int_0^1 f(t_1, t_2) e^{-2\pi i(m_1 t_1 + m_2 t_2)} dt_1 dt_2 - \frac{1}{N} f\left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right) e^{-2\pi i \frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{N} k} \leq \\ &\leq O(M e^{2\pi(|m_1|\delta_1 + |m_2|\delta_2)} \cdot e^{-2\pi T}) \end{aligned}$$

münasibəti doğrudur. $T_1 = \frac{1}{2} T$ olduqda

$$|R(x_1, x_2)| = O\left(e^{\frac{2\pi\sqrt{d}}{2(1+\varepsilon_N)} N^{\frac{1}{2}} + \ln N}\right)$$

alırıq. Deməli, $f(x_1, x_2) \in \Omega_2^{(\delta_1, \delta_2)}(M)$ olduqda

$$f(x_1, x_2) = \sum_{k=1}^N f\left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right) \cdot \frac{1}{N} \sum_{|m_1| \delta_1 + |m_2| \delta_2 \leq \frac{T}{2}} e^{2\pi i \left[m_1 \left(x_1 - \frac{a_1 k}{N} \right) + m_2 \left(x_2 - \frac{a_2 k}{N} \right) \right]} +$$

$$+ O\left(e^{-a N^{\frac{1}{2}} + \ln N}\right) \quad (8)$$

doğrudur.

İndi də $U(x_1, x_2)$ həllinin approksimasiyası məsələsinə baxaq. Bu funksiyanın interpolyasiya çoxhədlisi $f(x_1, x_2)$ - nin interpolyasiya çoxhədlisinə analoji olaraq,

$$U(x_1, x_2) = \sum_{k=1}^N f\left(\left\{\frac{a_1 k}{N}\right\}, \left\{\frac{a_2 k}{N}\right\}\right) \cdot \psi_k(x_1, x_2) + O\left(e^{-a N^{\frac{1}{2}} + \ln N}\right)$$

$$\psi_k(x_1, x_2) = \frac{1}{16\pi^4 N} \sum_{|m_1| \delta_1 + |m_2| \delta_2 < T_1} \frac{e^{2\pi i \left[m_1 \left(x_1 - \frac{a_1 k}{N} \right) + m_2 \left(x_2 - \frac{a_2 k}{N} \right) \right]}}{(m_1^2 + m_2^2)^2}$$

şəklində təyin edilir $\left(a = \frac{2\pi\sqrt{d}}{(1+\varepsilon_N)}\right)$. Cəmdə ştrix o deməkdir ki, burada $m_1 = m_2 = 0$ olan hədd yoxdur.

İki dəyişənli hal üçün optimal əmsallar [1] işdə təyin olunmuşdur. İki ölçülü halda optimal əmsallar Fibonaççi ədədləri ilə təyin olunur.

$$Q_0 = 1; Q_1 = 1; Q_n = Q_{n-1} + Q_{n-2}, \quad n = 2, 3, \dots$$

Bu bərabərlik

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, \dots$$

ədədlərini təyin edir. P_k və Q_k kəmiyyətlərini aşağıdakı kimi yazaq.

$$P_0 = 1; P_1 = 1; P_k = q_k \cdot P_{k-1} + P_{k-2}, \quad (k \geq 2)$$

$$Q_0 = 1; Q_1 = q_1; Q_k = q_k \cdot Q_{k-1} + Q_{k-2}, \quad (k \geq 2)$$

Burada q_k -lar $0 < \theta < 1$ aralığında olan ədədin zənciri kəsirə ayrılmasından alınır:

$$\theta = \frac{1}{q_1 + \frac{1}{q_2} + \frac{1}{q_3} + \dots + \frac{1}{q_n}}$$

Göstərilir ki, [1] P_k və Q_k -lar qarşılıqlı sadə ədədlərdir. Əgər

$$P_0 = 1; P_1 = 1; P_k = P_{k-1} + P_{k-2}, \quad (k \geq 2)$$

götürsək və $P_2 = 1$ olduğunu nəzərə alsaq,

$$P_k = Q_{k-1} \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

olduğunu yaza bilərik.

Beləliklə, $a_1 = 1; a_2 = Q_{n-1}; N = Q_n$ götürsək,

$$M_k = \left(\left\{ \frac{k}{Q_n} \right\}, \left\{ \frac{Q_{n-1}k}{Q_n} \right\} \right)$$

paralelepipedal şəbəkəni alırıq. Bu şəbəkələr üçün N.C.Baxvalov tərəfindən bir sıra nəticələr alınmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov, Ə.S. Ali riyaziyyatın xüsusi bölmələri / Ə.S.Həsənov, M.İ. Seyidov. –Bakı, –2018. – 224 s.
2. Quliyev, X.M. Diferensial tənliklər / X.M.Quliyev, K.Q.Həsənov. –Bakı: Çarşıoğlu, –2001. – 322 s.
3. Коробов, Н.М. Теоретикочисловые методы в приближенном анализе / Н.М.Коробов. – М.: Физматгиз, –1963. –224 с.
4. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления: [в 2-х томах] / Н.С.Пискунов. –М.: Наука, –т. 2. –1970. –578 с.
5. Тиман, А.Ф. Теория приближения функций действительного переменного / А.Ф.Тиман. –М.: Физматлит, –1960. –624 с.
6. Жук, В.В. Аппроксимация периодических функций / В.В.Жук. –Л.: Изд-во ЛГУ, –1982. –362 с.

РЕЗЮМЕ

АППРОКСИМАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ, ВЫРАЖЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЕМ, В КЛАССЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Гадиева С.С.

Ключевые слова: специальное дифференциальное уравнение, интерполяционный полином, аппроксимация, интерполяционный полином, число Фибоначчи.

В статье исследуется аппроксимация решения задачи, выражаемой специальным дифференциальным уравнением четвертого порядка с интерполяционным полиномом, построенным для теоретико-числовых сетей. Работа сведена к смешанной краевой задаче, поставленной для бигармонического уравнения, решение которой аппроксимируется интерполяционными полиномами, построенными для класса аналитических функций. Получены и оценены точные и приближенные решения, а также приближенно найдена разница между ними.

SUMMARY

APPROXIMATION OF THE SOLUTION OF THE PROBLEM EXPRESSED BY A DIFFERENTIAL EQUATION IN A CLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS

Hadiyeva S.S.

Keywords: special differential equation, interpolation polynomial, approximation, interpolation polynomial, Fibonacci number.

In this article, the approximation of the solution of the problem expressed by a four-order special differential equation with an interpolation polynomial constructed for number-theoretic networks is studied. The work is brought to the mixed boundary value problem posed for the biharmonic equation, and the solution of the problem is approximated by interpolation polynomials constructed for a class of analytic functions. Exact and approximate solutions are obtained and evaluated, and the difference between them is found approximately.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.11.2023
	Son variant	08.12.2023

UOT 541.128.3

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_21

ALKENİL AROMATİK AMİNLƏRİN ALINMA REAKSİYALARININ TƏDQIQI

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu [ORCID](#)²TURABXANLI SƏMAYƏ ELDƏNİZ qızı³ƏLİYEV NAILƏ ABDULLA qızı [ORCID](#)⁴ŞAHTAXTİNSKAYA PƏRİ TURABXAN qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan,

1-professor, 2-doktorant, 3-baş müəllim, 4-dosent

naila550@mail.ru

Açar sözlər: anilin, allil spirti, N-allilanilin, izomerləşmə, katalizator, 2-allilanilin

Alkenil aromatik aminlərin daha çox əhəmiyyət kəsb edən nümayəndələrinə vinil və allilaminləri misal göstərmək olar.

Anilin və onun metil homoloqlarının monoallilləşmə prosesi müxtəlif allil tərkibli qiymətli yarımməhsulların istehsalını yaratmağa imkan verir. Allilaromatik aminlər formakoloji preparatların, elektron materialların alınmasında zərif üzvi sintez proseslərində istifadə edilir [1]. Allilləşmə prosesində elektrofil reagentlər kimi allilxlorid, allilasetat və alilsilanlar [2] götürülmüş, lakin yan məhsulların alındığı və məqsədli məhsulların təmizliyinin az olması hesabına bu istiqamət geniş yayılmamışdır.

N-allilanilinlərin alınmasında daha çox əhəmiyyət kəsb edən üsul anilinlərin allil spirti ilə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Ona görə ki, prosesdə sudan başqa digər yan məhsullar praktiki olaraq alınmırlar. Allil spirti isə biokütlənin katalitik prosesi ilə əmələ gələn qliserindən alınır.

Anilinin allilləşmə reaksiyasının Pd, Ir, Pt, Ni tərkibli metal kompleks katalizatorları iştirakı ilə aparılması monoallil törəmələrin kifayət qədər çıxımla alınmasına imkan versə də, onların emal prosesi mürəkkəb olub baha başa gəlirlər. Digər tərəfdən metal kompleks katalizatorları praktiki sintez üçün az yararlıdırlar. Çünki onlar solvatlaşaraq məhsulları çirkəndirirlər. Ona görə də allilləşmə prosesində bərk katalizatorlardan istifadə olunmasına üstünlük verilir və reaksiyanı axar növlü reaktorlarda aparmağa çalışırlar.

Anilinin N-allilləşməsini turşu montmorillonit iştirakı ilə həyata keçirilməsindən 30% N-allilanilin, molibden oksidi və titan oksidi ($\text{MoO}_3/\text{TiO}_2$) katalizatoru götürüldükdə 4.0% məqsədli məhsul alınır. Lakin sonuncu halda 85.0% çıxımla N,N-diallilanilin də əmələ gəlir. Onun alınmasında molibdenin (VI)-dan molibden (V)-ə reduksiyası hesabına əmələ gələn aralıq məhsul - molibden oksoallilin rolu xüsusi vurğulanır [3].

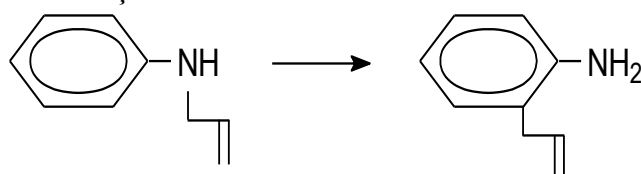
İndolların əlverişli sintez üsulu o-allilanilinlərin palladium komplekslərinin katalizatorluğu iştirakında tsiklləşməsinə əsaslanır. O-allilanilinləri allilnikel halogenidin o-bromanilinlə reaksiyasından almaq olar.

Son illər benzokondensləşmiş azot tərkibli heterotsikllərin sintezinə maraq artmaqdadır. Ona görə ki, müxtəlif əvəzetmə və hidrogenləşmə dərəcəsinə malik olan indol və xinolin sırası heterotsiklik birləşmələrin alınmasında N- və C-alkenilanilinlərin törəmələrindən tez-tez istifadə olunur [4].

Klayzen yenidən qruplaşması həyata keçirildikdən sonra uzun müddət N-allilanilinin allilfenilefirləri kimi çevrilməsi mümkün olmamışdır. Belə ki, 250-275°C temperaturda termolizdən

2-allilanilin əvəzinə anilin, propilen və etilen alınır. Nüvənin aromatik xarakterinin azalması yenidən qruplaşmanın sürətini artırır.

Keçən əsrin 50-ci illərinin sonunda N-allilanilinin orto-allilanilinə izomerləşməsi mümkün olduqda xammalda xeyli miqdarda N,N-diallilanilinin olması məhsulun çirkli alınmasına səbəb olmuşdur. Təmiz allilanilinləri almaq üçün allilbenzolun nitrolaşması ilə əmələ gələn orto- və para-nitroallilbenzolları allilanilinlərə reduksiya edib bir-birindən ayırırlar [5]. Qeyd olunur ki, yenidən qruplaşma prosesi ZnCl_2 katalizatoru iştirakı 144°C temperaturda ksilol mühitində aparılır və alınan 2-allilanilinin çıxımı 42.0% təşkil edir.



Arilaminlərin N-allil törəmələrinin alınması və onların C-alkenilanilinlərə yenidən qruplaşması sonralar daha dərin tədqiq edilmiş və para-toluidinin mono- və dialkenil törəmələri, hətta anilinin para-alkenil törəmələri də sintez olunmuşdur [6].

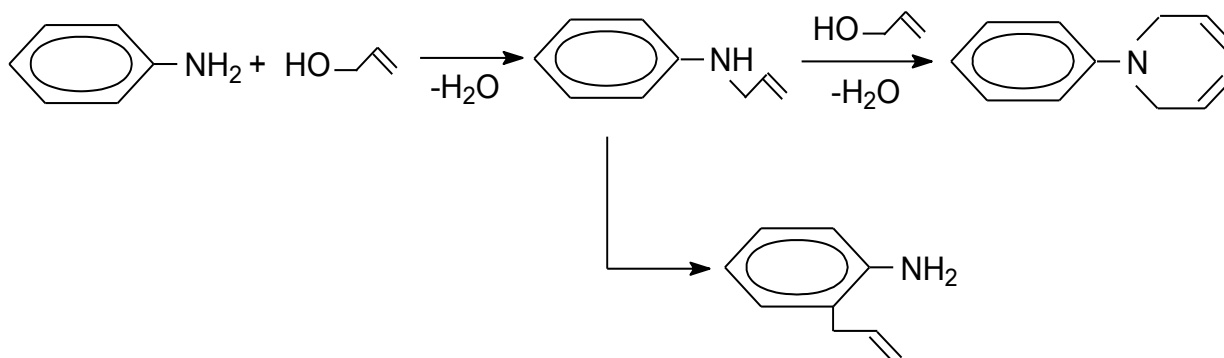
Bu istiqamət üzrə elmi ədəbiyyatda nəşr olunmuş işlərin təhlili göstərir ki, anilin və onun homoloqlarının allil törəmələrinin sintezi üçün effektiv katalizatorların işlənilib hazırlanması və onların iştirakı ilə səmərəli alınma üsulunun yaradılmasına ehtiyac duyulur. Bu məqsədlə son illər aparılan tədqiqatların sayı artmaqdadır [7].

Anilinin allil spirti ilə qarşılıqlı təsirini 2 hidrodinamiki şəraitdə (qarışma və çıxarma) tədqiq etmişik. Maqnit qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş təzyiqə davamlı kolbaya katalizatoru ($\text{P}_2\text{O}_5/\text{ZrO}_2$ və ya $\text{P}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3$) anilini və allil spirtini əlavə edib yağ hamamında $\sim 140^\circ\text{C}$ temperaturda 24 saat ərzində qarışdırırıq. Həlləddici kimi oktan götürüb reaksiyadan sonra alınan qarışıq otaq temperaturuna qədər soyudularaq 10 ml etilasetatla durulaşdırılır. Qarışığın həmcinsliyini təmin etmək üçün onu 10 dəqiqə ultrasəs şüalanmasına məruz etmək lazımdır.

Alınan nəticələr xromatoqrafik analiz əsasında əldə olunub. Çevrilmiş anilinə görə hesablanmış N-allilanilinin və N,N-diallilanilinin çıxımları $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ZrO}_2$ iştirakında 74.5 və 3.0% $\text{P}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3$ götürüldükdə isə müvafiq olaraq 84.0 və 5.0% təşkil edir. Birinci halda anilinin bir dəfəlik konversiyası 70.0%, ikinci halda isə cəmi 8.5% olur. $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ZrO}_2$ iştirakında sintez olunan N-allilanilin kalon xromatoqrafiyası üsulu ilə (elyuent: n-heksan:toluol=8:1) ayrılır və çıxım 52.1% təşkil edir. N-allilanilin maye olub $218-220^\circ\text{C}$ -də qaynayır, sıxlığı 0.982, şüasındırma əmsalı 1.5620-1.5640 təşkil edir. Təmizlik dərəcəsi $\sim 95.0\%$ -dir.

140°C -dən yuxarı temperaturda N-allilanilinin və N,N-diallilanilinin molekul daxili izomerləşməsi, molekullarası qarşılıqlı təsiri artır və yan çevrilmələr nəticəsində istənilməyən məhsulların əmələgəlmə sürəti çoxalır.

Tədqiq etdiyimiz şəraitdə anilinin allil spirti ilə qarşılıqlı təsirindən aşağıdakı çevrilmələr baş verir:



Tədqiqatın növbəti mərhələsində N-allilanilinin qaz fazada P_2O_5/ZrO_2 , $V_2O_5-Cr_2O_5-Al_2O_3$ katalizatorları və katalizatorsuz şəraitdə çevrilməsi öyrənilmiş və alınan nəticələr cədvəldə öz əksini tapmışdır.

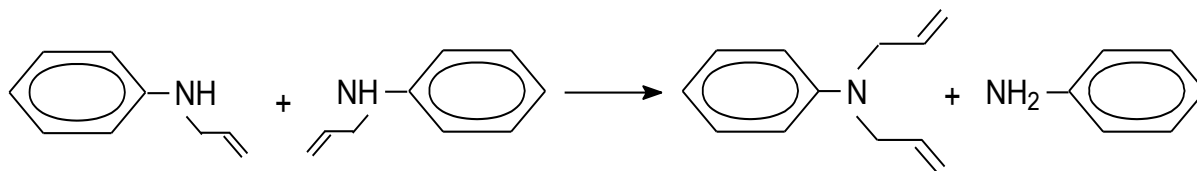
Cədvəl .

N-allilanilinin müxtəlif mühitlərdə çevrilməsinin tədqiqinin nəticələri
reaksiyanın şəraiti: $T-300^{\circ}C$, $v-1.4 \text{ st}^{-1}$

Göstəricinin adı	Mühitin növü		
	Katalizatorsuz	Katalizatorlu	
		P_2O_5/ZrO_2	$V_2O_5-Cr_2O_5-Al_2O_3$
N-allilanilinin konversiyası, %	10.5	40.0	48.5
Çevrilmiş N-allilanilinə görə hesablanmış məhsulların çıxımı, %			
2-allilanilin	63.0	71.5	85.0
N,N-diallilanilin	15.0 12.0	10.5	4.0
Anilin	13.0	10.0	5.0
Kondensləşmə məhsulları	4.0	6.5	3.0

Katalizatorsuz mühitdə N-allilanilinin qismən çevrilməsinin şahidi oluruq. Belə ki, onun konversiyası 10.5% çevrilmələri isə xaosikliyi ilə diqqəti cəlb edir. Katalizatorlu mühitdə N-allilanilinin məqsədyönlü çevrilmələrinin payı artır və əsas reaksiya onun molekul daxili izomerləşməsi ilə 2-allilanilinin alınmasıdır. P_2O_5/ZrO_2 iştirakında əmələ gələn 2-allilanilinə görə selektivlik 71.5%, üçlü oksid katalizatoru iştirakında isə 85.5% təşkil edir. N,N-diallilanilinin əmələ gəlməsi şox guman ki, N-allilanilinin disproporsionlaşma reaksiyasına əsaslanır.

Katalitik və qeyri-katalitik mühitlərdə kondensləşmə və krekinq reaksiyaları da baş verir və onların payı məqsədli reaksiyalarla müqayisədə çox deyil.



Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində P_2O_5/ZrO_2 katalizatoru iştirakında anilinin allil spirti ilə selektiv (74.5-84.0) allilləşməsindən N-allilanilin alınmış və onun $V_2O_5-Cr_2O_5-Al_2O_3$ katalizatoru iştirakında məqsədyönlü molekul daxili izomerləşməsi ilə çevrilmiş və ilkin allilfenola görə hesablanmış çıxımları müvafiq olaraq 85.0 və 41.1% təşkil edən 2-allilanilin alınmışdır.

ƏDƏBİYYAT

- Магеррамов А.М., Химия алкенилфенолов / А.М.Магеррамов, М.Р.Байрамов. –Баку: Нурлар, –2015, –399 с.
- Абдурахманов И.Б. Аминоперегруппировка Клайзена и превращение орто-алкениламинов / И.Б.Абдурахманов, А.Г.Мустафин, Г.А.Толстиков - Изв. АН СССР, –1987, № 3, –с.613-618
- Trost В.М. Alkylation of aniline with alkylalkohols on MoO_3 / TiO_2 / В.М.Trost, V.Vranken. – Chem. Rev. –1996, 96, –pp.395-405
- Гатауллин, Р.Р. Получение гетероциклических соединений из N- и C-алкиланилинов – / Вестник СПбГУ, – 2014, 4 (1), – с. 51-70
- Hurd, C.D. Decomposition of allylanilines in the preseuce of zinc chloride / C.D.Hurd, W.W.Jenkins – J.Amer. Chem. Soc. – 1957. 22 (6), –pp.1418-1423
- Johannsen, M. Allyl compounds / M.Johannsen, L.Krahling, K.Jorgensen – Chem. Rev. – 1998. 98, –pp.1689-1699

7. Есихиро, К. Селективное моноаллилирование анилинов до N – аллиламинов с использованием многофазового катализатора / К.Есихиро, Ш.Цуруми, Я.Шунсуке. – Royal Society of Chemistry, – 2022. 12, –с.11877-11884

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКЕНИЛАРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Агаев А.А., Турабханлы С.Э., Алиева Н.А., Шахтахтинская П.Т.

Ключевые слова: анилин, аллиловый спирт, N-аллиланилин, изомеризация, катализатор, 2-аллиланилин

Приводятся результаты исследования реакции синтеза алкенилароматических аминов, в частности 2-аллиланилина. Полученный на основе реакции аллилирования анилина аллиловым спиртом N-аллиланилин подвергается изомеризации над твердыми катализаторами и в отсутствие катализатора.

В присутствии оксидного катализатора ванадий-хром-алюминия селективность реакции по 2-аллиланилину составляет 85.0 %, а выход - 41.1 %.

SUMMARY

STUDY OF THE REACTION FOR OBTAINING ALKENYLAROMATIC AMINES

Aghayev A.A., Turabkhanly S.E., Aliyeva N.A., Shakhtakhtinskaya P.T.

Keywords: aniline, allyl alcohol, N-allylaniline, isomerization, catalyst, 2-allylaniline

The results of a study of the synthesis reaction of alkenylaromatic amines in particular 2-allylaniline are presented. Obtained on the basis of the reaction of allylation of aniline with allyl alcohol, N-allylaniline undergoes isomerization over solid catalysts and in the absence of a catalyst.

In the presence of a vanadium-chromium-aluminium oxide catalyst, the selectivity of the reaction with respect to 2-allylaniline is 85.0%, and the yield is 41.1%.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.04.2023
	Son variant	31.05.2023

УДК 547. 592. 1. 543. 51: 620.197.3

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_24

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ГУАНИДИНА НА ОСНОВЕ α -ХЛОРОКТОКСИМЕТИЛ ЭФИРА И ХЛОРАЗОНА

БАЙРАМОВ ГИЯС ИЛЪЯС оглу

Бакинский государственный университет, Азербайджан, к.ф.д.

giyasbayramov@mail.ru

Ключевые слова: гуанидин, α -хлороктоксиметил эфира, хлоразона, синтез, исследование, ингибитор, коррозия

Введение. Как видно из технической литературы [2] и результатов проведенных нами в течении длительного времени исследований [1, с.3-6], органические соединения, содержащие атомы азота, а также в большом количестве функциональные группировки обладают высокoeffективными ингибиторными свойствами.

Ранее нами были синтезированы производные гуанидина, содержащие 9,12 атомов азота, несколько $-\text{CH}_2\text{OR}$ эфирных и C_6H_5 – групп, а также другие функциональные группировки. Даже при увеличении числа $-\text{CH}_2$ групп в составе данных соединений ингибиторная эффективность возрастала при самых малых концентрациях.

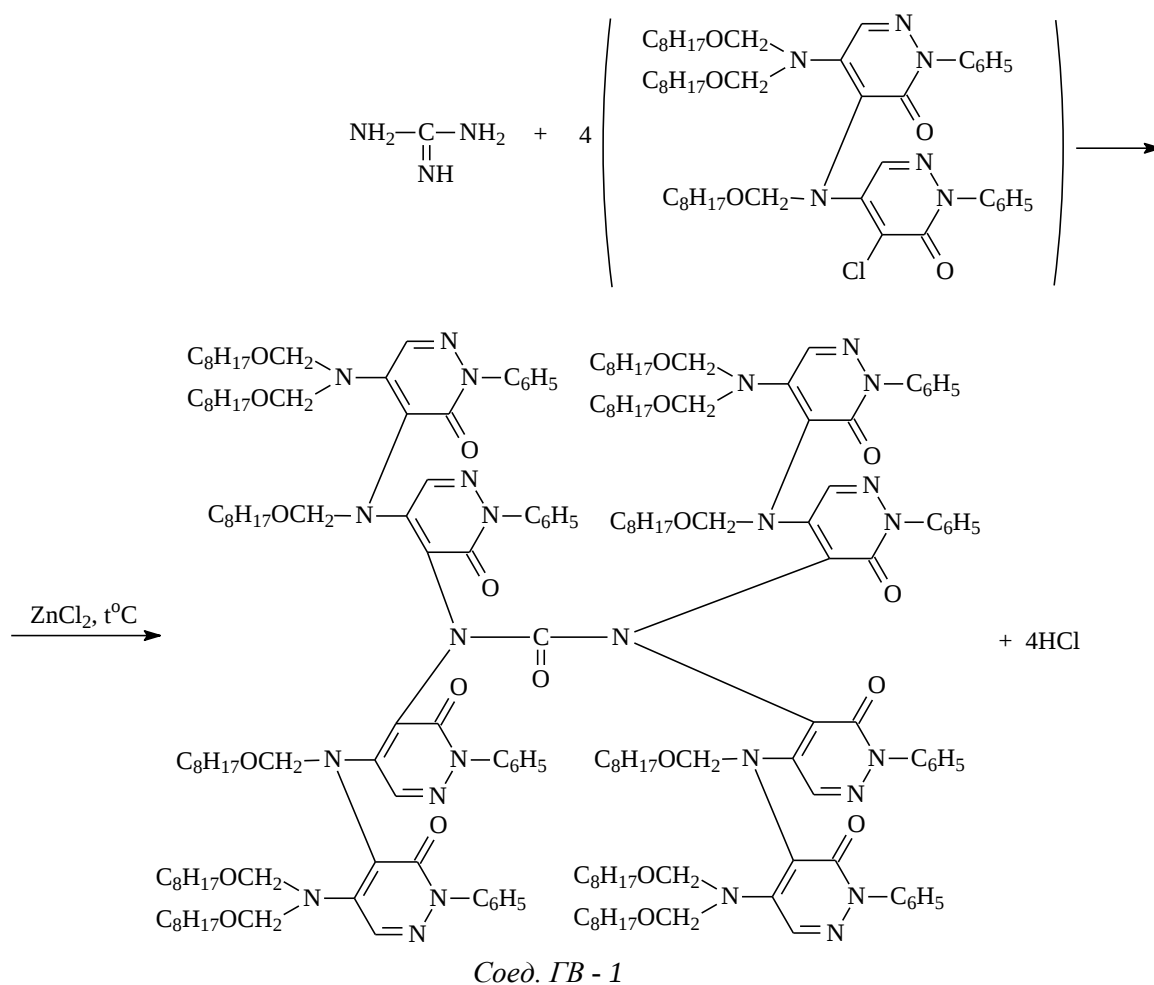
С этой точки зрения нами синтезировано новое, неизвестное в литературе производное гуанидина на основе α -хлороктоксиметил эфира и хлоразона (соединение ГВ-1), содержащее 27 атомов азота, 12 $-\text{CH}_2\text{OC}_8\text{H}_{17}$ групп, 8 $-\text{C}_6\text{H}_5$ групп и 8 азониловых групп.

Ингибиторная эффективность синтезированного нового производного гуанидина – соединение ГВ-1 исследовалась в составленных в лабораторных условиях сильно агрессивных средах [3% NaCl + нефть (10:1) + H_2S 500 мг/л; 0,3 N HCl + бензин (1:7) + H_2S 1000мг/л] «гравиметрическим» способом соответственно методам, указанным в литературе [1, с.3-7]. Как показали исследования, ингибиторная эффективность соединения В-1 даже при его самых малых концентрациях 0,5; 1,0; 1,5 мг/л составила 99,96-100%.

Согласно проведенным исследованиям, соединение ГВ-1 по своей экономической и экологической значимости в 10 раз превосходит результаты по ингибиторам, получившим патенты и авторские свидетельства за последние 10 лет, а также ингибиторы, применяемые против коррозии в нефтегазовой и нефтехимической промышленности.

Основываясь на объяснениях результатов ранее проведенных нами исследований [1,3-7,10], а также научно-теоретических данных, полученных из литературы [11-20], ингибиторную эффективность нового производного гуанидина соединения ГВ-1 можно обосновать следующим образом. Наличие в составе соедин. ГВ-1 49 двойных связей, 27 атомов азота, 12 $-\text{CH}_2\text{OC}_8\text{H}_{17}$ групп, 8 C_6H_5 - групп, 8 азониловых групп, увеличение электронной плотности в составе соединения способствует образованию координационных связей на поверхности стали с этим соединением, что приводит к пассивированию поверхности металла.

Синтез нового производного гуанидина (соед.ГВ-1) проводился в несколько этапов. В начале были синтезированы $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OCH}_2\text{Cl}$ и N_1, N_1' -диоктоксиметилазон- N' -монооктоксихлоразоновый эфиры. Состав и строение синтезированных эфиров определялись известными методами. На последнем этапе проведением реакции между синтезированным N_1, N_1' -диоктоксиметилазон- N' -монооктоксиметилхлоразоновым эфиром и гуанидином было получено его новое производное, неизвестное в литературе $\text{N}_1, \text{N}_1, \text{N}_3, \text{N}_3'-(\text{N}_1, \text{N}_1'$ -диоктоксиметилазон- N' -монооктоксиметилазон)гуанидина (соед.ГВ-1).



Показатели ингибиторной эффективности этого соединения в период определения приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, синтезированное новое производное гуанидина соед.ГВ-1 при концентрации 0,5; 1,0; 1,5 мг/л обладает 100%-ной ингибиторной активностью и превышает по своим качествам известное в литературе [7] соединение, получившее авторское свидетельство и условно названное нами соединением А, даже при высокой его концентрации.

Основываясь на проведенном исследовании можно считать, что синтезированное новое производное гуанидина (соед. ГВ-1) может применяться как ингибитор коррозии в нефте-газодобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности для защиты стального технологического оборудования от коррозии и можно гарантировать высокую как экономическую, так и экологическую эффективность.

Как видно из состава и структуром новое производное гуанидина (соед.ГВ-1) может найти свое применения в какие присадки, биологически активного вещества, инсектицида, флотореагента, а так же и в других направлениях.

Из вышеуказанного следует, что синтез соединений этого типа и их исследование в органической и нефтехимии можно считать очень актуальным.

Экспериментальная часть

Синтез N₁,N₁,N₃,N₃-тетра(N'₁,N'₁-диоктоксиметилазон-N'-монооктоксиме тилазон) гуанидина (соед.ГВ-1). В колбу для синтеза помещают 2 г ZnCl₂, (0,001 г-моль) гуанидина и прибавляют 50 мл этилового спирта, перемешивая нагревают до 70 °С до полного

растворения гуанидина. Затем к смеси постепенно добавляют (0,004 г-моль) N',N'-диоктоксиметилазон-N'-монооктоксиметилхлоразонового эфира. Перемешивание продолжают в течение 6 часов при температуре конденсации спирта. После этого при комнатной температуре в реакционную колбу добавляют 100 мл 10%-ного раствора NaOH, перемешивают в течение 0,5 ч, добавляют 200 мл дистиллированной воды. Органический слой извлекают диэтиловым эфиром, после отгонки эфира сушат над CaCl₂. Остаток перегоняют на вакуумной установке с выделением N₁,N₁,N₃,N₃-тетра(N',N'-диоктоксиметилазон-N'-монооктоксиметилазон)гуанидина (соед.ГВ-1), которое представляет собой желтую вязкую жидкость с резким специфическим запахом.

Составы и структуры синтезированного соед.ГВ-1 установлены на основании данных элементного анализа, ИК, масс и ЯМР спектров.

В масс спектрах соед.ГВ-1 было определено, что его молекулярная масса соответствует молекулярные ионы 3243 m/e.

В ИК спектре этого соединения проявляются интенсивной полосой простая эфирная группа C-O-C 1050, 1080 см⁻¹; связь C-N 1310-1350 см⁻¹; группа CH₂ 2950 см⁻¹; CH₃ группа 1380, 1400, 1460, 2990.3030 см⁻¹; NH группа 2910, 3113, 3340, 3360, 3400, 3450 см⁻¹; относящиеся к группе азона C=C связь 1680 см⁻¹; в бензольном кольце C=C связь 1440-1465, 1500-1510, 1590-1600 см⁻¹; C₆H₅ группа 700-780 см⁻¹.

В спектрах ЯМР соед.ГВ-1 синглеты при 3,94-4,40 м.д. и 4,75-5,55 м.д. соответствуют протонам метиленовых групп фрагментов > N-CH₂ – и > N-CH₂ – O, имеются сигналы метиленовых групп кольца (широкий интенсивный мультиплет в области 1,41-1,82 м.д.), метильной группы (триплет 0,8-1,21 м.д.), группы –CH₂O – (дублет 2,05 м.д.). В интервале 6-8 м.д. два дублета отвечают сигналам двух неэквивалентных м-протонов бензольного кольца в азониловый группе и не изменение своего положения при сильном разбавлении говорит о наличии прочной водородной связи C=N-группы, что подтверждает структуру синтезированного соед.ГВ-1.

Данные о выходе, физико-химических постоянных, элементном анализе синтезированного N₁,N₁,N₃,N₃-тетра(N',N'-диоктоксиметилазон-N'-монооктоксиметилазон)гуанидина (соединение ГВ-1) представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Элементный анализ, физико-химические свойства, выход синтезированного нового производного гуанидина N₁,N₁,N₃,N₃-тетра(N',N'-диоктоксиметилазон-N'-монооктоксиметилазон)гуанидин (соед.ГВ-1)

Условный номер соединения	ВЫХОД, %	Т _{кип} °C (ММ.РТС Т)	d ₄ ²⁰	n _D ²⁰	MR _D Найдено/Вычислено	Брутто Формула, Мол. Масса	Элементный анализ, % Вычислено/Найдено		
							С	Н	N
Соед. ГВ-1	98,89	381-382 (2)	2,2451	2,3940	961,24	C ₁₈₉ H ₂₇₇ N ₂₇ O ₂ 0 3243	69,93	8,54	11,6
					961,11		69,87	8,37	11,5

Результаты проведенных нами исследований по изучению ингибиторной эффективности соед. ГВ-1 представлены в таблице 2.

Исследовательская работа по определению ингибиторной эффективности коррозии нового производного дифенилкарбазида соед. ГВ-1 было проведено на основе известное в литературе «гравиметрического» метода потери масса металла.

Установления эффективности синтезированного нового производного дифенилкарбазида N₁,N₁,N₃,N₃-тетра(N',N'-диоктоксиметилазон-N'- монооктоксиметилазон)

гуанидин (соед.ГВ-1) в качестве ингибитора коррозии марка стали Ст.3 проведено в четырехгорлых колбах ,в динамических условиях при постоянном перемешивании 600 об./мин коррозионной двухфазной смеси при 85-90⁰С.

Таблица 2.

*Результаты исследования ингибиторной эффективности нового
производного гуанидина (соед. ГВ-2)*

Условный номер соединения	Концентрация ингибитора, мг/л	3% NaCl + нефть (10:1) + + H ₂ S 500 мг/л		0,1 n HCl + бензин (1:7) + + H ₂ S 1000 мг/л	
		Скорость коррозии, г/см ² ·час	Ингибиторная эффективность, %	Скорость коррозии /см ² ·час	Ингибиторная эффективность%
Без ингибитора		2,56		3,65	
Соед. ГВ-1	0,5	0,0006	99,97	0,0007	99,98
	1,0	0,0002	99,99	0,0001	100
	1,5	0,0001	100		
A[10]	200		98,5		98

Образцы из Ст.3 с общей поверхностью 2 см² перед испытанием лифуются, обезжириваются соответствующим образом. Расход ингибитора рассчитывается на 1 л коррозионной среды созданной в лабораторных условиях. Время ипытания 4 часов.

Как показали исследования, ингибиторная эффективность соед. КВ-4 что она устойчивее в сильно коррозионных- агрессивных средах даже при его самых малых концентрациях 0,01; 0,02; 0,03 мг/л составила 99,96-100%. По своим ингибиторным свойствам синтезированное соединение превосходит ингибиторным вещества, ранее получившие авторские свидетельства, патенты а также устойчивее ингибиторов используемых время, кроме этого новое производное дифенилкарбазида соединения ГВ-1 отвечает всем предованиям экологической безопасности.

За счет наличия в составе нового соединения связей, много функциональных групп, атомов азота и за счет повышения плотности электронов в его составе поверхность стали становится пассивной к коррозии. Все это способствует образованию комплекса координационной связей между металлом.и приводит к повышению степени защиты от коррозии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байрамов, Г.И. Синтез и исследование новых производных гуанидина на основе α-хлоралкил и алкенил-оксиметил эфиров и хлоразона / Г.И.Байрамов // Естественные и технические науки. –М.: отпеч. в ООО «Компания спутник». –2009. –№2. –с. 37-43
2. Рачев, Х. Справочник по коррозии / Х.Рачев, С.Стефанова. –М.: Мир, –1982. – 62 с.
3. Поконова, Ю.В. Химия и технология галоген эфиров / Ю.В.Поконова. –Л.: Изд.ЛГУ. – 1982. –249 с.
4. Байрамов, Г.И. Синтез новых производных дифенилкарбазида и их исследование в качестве ингибиторов коррозии / Г.И.Байрамов // Научно-технический производственный и учебно-методический журнал: Коррозия металлов и защита. РАН –М.: Наука и технология, –2010. №7. –с. 54-57
5. Байрамов, Г.И. Синтез новых гуанидиновых органических соединений на основе эфиров 2,6-дихлор-5-оксогексена-2, 1-метил- и 4-винилциклогексенов и их исследование / Г.И.Байрамов // Вестник СамГУ. Естественно-научная серия. –2008. №8/2 (67). –с.241-252

6. Байрамов, Г.И. Синтез серо-, а также азот и серосодержащих новых органических соединений на основе 1-метил-1-хлор-2-октоксиметил-циклогексана / Г.И.Байрамов // Химические Проблемы. –Баку, –2008. №1. –с. 96
7. Магеррамов, А.М. Синтез новых серо-азот-содержащих органических соединений на основе алкоксиметилхлорированных 1-метилциклогексана и хлоразона и их исследование / А.М.Магеррамов, Р.А.Алиева, С.Р.Гаджиева, [и др.] // Информационно-аналитические науки. Актуальные проблемы современной науки: Химические науки. Органическая химия. –М., –2010. №1(51). –с. 109-115
8. Магеррамов, А.М. Синтез новых серо-азот-содержащих органических соединений на основе алкоксиметилхлорированных 4-винилциклогексана, хлоразона и их исследование / А.М.Магеррамов, Р.А.Алиева, С.Р.Гаджиева, [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. –М.: Науч.-информ. изд. центр и ред. журн., –2009. №11. –с.12-16
9. Гаджиева С.Р. Синтез и исследование нового производного сульфадимезина на основе диоксиметилхлоразонового эфира в качестве экологически эффективного ингибитора / С.Р.Гаджиева, Г.И.Байрамов и Т.И.Алиева и др. // Молодой ученый. Международный науч.журн. Казань: Молодой учёный, –2019. №6. –с.1-5
10. Шихмамедбекова А.З. N, N' – дифенил – N' октоксиметил-гуанидина в качестве ингибитора коррозии стали в двухфазной системе / А.З.Шихмамедбекова, И.Ф.Мамедьярова, Г.И.Байрамов Г.Г.Мамедалиева и др. // Автор. Свид. СССР. –1983. – N1031141. –А C07 C129/12; C23 F 11/14.
11. Жук Н.П. Курс коррозии и защита металлов / Н.П.Жук. –М.: Изд. Metallurgy. –1968. –С. 316.
12. Фролова Л.В. Ингибирование сероводородной коррозии углеродистых сталей N-этанолбутиленамином и его смесями с третичным амином / Л.В.Фролова, Ф.В.Агафякин и др. // Коррозия: материалы, защита. –М.: ООО Наука и технология. –2010. –N1. –С. 15.
13. Шель Н.В. Новое поколение ингибиторов коррозии металлов для нефтедобывающей и нефтехимической промышленности / Н.В.Шель, Л.Е.Цыганкова, Р.Кимя // XVIII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. –М.: Наука, –2007. –С. 1608.
14. Маршаков А.И. Кинетика растворения наводороженного железа в кислом хлоридном электролите / А.И.Маршаков, Т.А.Ненашева // Защита металлов. –М.: Наука. –2006. –Т.42. –№2. –С. 1-8.
15. Фаритов А.Т. Методология отбора ингибиторов коррозии для ОАО «Оренбургнефть» / А.Т.Фаритов, Л.П.Худякова и др. // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов: Сб. науч. тр. ИПТЭТ. –УФА. –2003. –С. 167-171
16. Авдеев Я.Г. Высокотемпературный ингибитор коррозии стали в растворах серной кислоты / Я.Г.Авдеев, П.А.Белинский // Коррозия: материалы, защита. –М.: ООО «Наука и технология». –2010. –№1. –С. 27.
17. Шихмамедбекова А.З. Структурные особенности и ингибирующие действие некоторых аминокислотных алкил и алкенилалкосиметилциклогексанов / А.З.Шихмамедбекова, И.Ф.Мамедьярова. Г.И.Байрамов и др. // Защита металлов. АН СССР. –М.: Наука. –1986. –т. XXII. –№5. –С. 744-747
18. Ширяева Р.Н. Ингибирование отложений смол асфальтенов и парафинов на нефтепроводах химическими реагентами / Р.Н.Ширяева, Ф.Х.Кудашева, Н.Гумаев и др. // Химия и технология топлив и масел. –М.: Изд. Рос. Гос. Ун. Нефти и газа им. И.М.Губкина. –2009. –№3. –С. 52-53
19. Худякова Л.П. Система обеспечения безопасности эксплуатации нефтегазового оборудования и трубопроводов, работающих в агрессив / Л.П.Худякова // ГУП. ИПТЭР, –Уфа. –2008. –С. 39

20. Исследование влияния сероводорода на коррозионные процессы в эксплуатационные характеристики конструкционных элементов трубопроводов и резервуаров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов: Сб. научн.тр. / ИПТЭР, –2005. Вып.65. –С. 27-40.

XÜLASƏ
α-XLOROKTOKSİMETİL EFİRİ VƏ XLORAZON ƏSASINDA QUANİDİNİN
YENİ BİRLƏŞMƏSİNİN SİNTEZİ VƏ TƏDQIQI
Bayramov Q.İ.

Açar sözlər: *guanidin, α-xloroktoksimetil, efir, xlorazon, sintez, tədqiqat, inhibitor, korroziya*

Ədəbiyyatda daha öncədən məlum olmayan quanidinin yeni törəməsi α-xloroktoksimetil efir və xlorazon əsasında tərkibində 12 qrup $C_{27}OCH-$, 27 azot atomu, 8 qrup C_6H_5 - 8 azonil qrupu olan N_1, N_1, N_3, N_3 -tetra(N'_1, N'_1 -dioktoksimetilazona- N' -monooktoksimetilazona)qvanidin(komp.QB-1) birləşməsi sintez olunmuşdur. Tədqiqat zamanı məlum olub ki, bu yeni birləşmələr həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən yüksək effektiv inhibitor xüsusiyyətlərinə malikdir. Laboratoriya şəraitində QB-1 birləşməsinin korroziyaya qarşı inhibitor effektivliyi müəyyən edilmişdir. Araşdırmada QB-1 birləşməsinin 0,5; 1.0; 1,5 mq/l konsentrasiyalarda, inhibitor effektivliyi 99,96-100% təşkil etmişdir. Ekoloji və iqtisadi nöqteyi-nəzərdən bu birləşmə ən aqressiv mühitlərdə polad texnoloji avadanlıqları korroziyadan qorumaq üçün hazırda neft-qaz və neft-kimya sənayesində istifadə olunan inhibitorlardan bir neçə dəfə daha effektivdir. Beləliklə, qvanidinin yeni törəməsi QB-1 birləşməsinin neft-qaz və neft-kimya sənayesində polad texnoloji avadanlıqların korroziyadan qorunması üçün istifadəsi elmi əsaslandırılmış hesab edilə bilər.

SUMMARY
SYNTHESIS AND STUDY OF A NEW GUANIDINE COMPOUND BASED ON
α-CHLOROCTOXYMETHYL ETHER AND CHLORAZONE
Bayramov G.I.

Keywords: *guanidine, α-chlorooctoxymethyl, ether, chlorazone, synthesis, research, inhibitor, corrosion*

Previously unknown in the literature, a new derivative of guanidine the compound N_1, N_1, N_3, N_3 -tetra(N'_1, N'_1 -dioctoxymethylazone- N' -monooctoxymethylazone)guanidine (comp. QB-1) containing 12 groups $C_8H_{17}OCH_2-$, 27 nitrogen atoms, 8 groups C_6H_5 - 8 azonyl groups was synthesized on the basis of α-chlorooctoxymethyl ether and chlorazone. During the study, it was found that these new compounds have both economic and environmental high-performance inhibitory properties. Under laboratory conditions, the anti-corrosion inhibitory effectiveness of the QB-1 compound was determined. In the study of 0.5; 1.0; 1.5 mg/l concentrations of compound QB-1, its inhibitory efficiency was 99.96-100%. From an environmental and economic point of view, this compound is several times more effective than the inhibitors currently used in the oil and gas and petrochemical industries to protect steel process equipment in the most aggressive environments. Thus, the use of a new guanidine derivative compound QB-1 for corrosion protection of steel process equipment in the oil and gas and petrochemical industries can be considered scientifically substantiated.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.09.2023
	Son variant	04.12.2023

УДК 546-3

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_31

ДИКАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

¹САДЫХОВА НУРЛАНА ДИЛЬГАМ ГЫЗЫ²ГАСЫМОВ РАКИФ АТАКИШИ ОГЛУ³МУРАДОВА ФАРИДА МУСТАФА ГЫЗЫ⁴АСКЕРОВ АГАИСА БАЙРАМАЛИ ОГЛУ [ORCID](#)*Бакинский государственный университет, Азербайджан, 1,2-доцент, 3-преподаватель**Сумгаитский государственный университет, Азербайджан, 4-доцент*nurlana_s@mail.ru

Ключевые слова: дикетоны, конденсация, ацилирование, гетероциклы, региоселективность, механизм реакции.

Обзорная статья посвящена анализу основных материалов опубликованных в последние годы в научно-технической литературе, в области карбонильных соединений и их функционально замещенных производных. Показана их важная роль как биологически активных веществ, антимикробных препаратов и др. ценных продуктов.

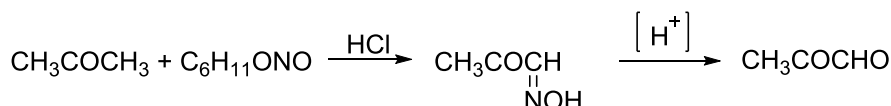
В развитии синтетической органической химии, направленной на поиск новых, доступных путей получения антимикробных лекарственных препаратов пролонгированного действия, и других веществ с заданными свойствами, важное место занимают исследования, связанные с получением полифункциональных соединений, содержащих в структуре $-C=O$, CN , $-C-OR$, NH_2 и др. группы и гетероатомы (N,S,O,P) [1-5]. Несмотря на достигнутые в этой области успехи и выявленные у ряда из них высоких фармакологических свойств, синтеза соединений, близких по функциональному действию к природным продолжают.

Производные альдегидов, кетонов, фенолов, карбоновых кислот и др. являются объектами расширенных исследований, отдельные представители из них используются в дальнейших превращениях и как интермедиаты, что обусловлено их реакционной способностью и широкими возможностями варьирования свойств конечных продуктов [6-8].

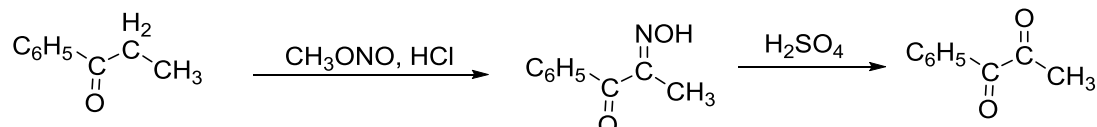
Органические соединения, содержащие альдегидную, кетонную, дикетонную и др. группы, рассматриваются в последние годы как исходное сырье для получения ряда важных продуктов с заданными свойствами [9]. В этом обзоре в основном рассмотрены дикарбонильные соединения и их некоторые превращения.

Классическая реакция Кляйзена в последние годы получила дальнейшее развитие. Были разработаны различные ацилирующие агенты и новые катализаторы, позволяющие ее проводить региоселективно, в «мягких» условиях, с образованием целевых дикетонов с высокими выходами. В качестве ацилирующих агентов были использованы различные производные ацетофенона, бензотриазолы, лактамы и др. соединения, содержащие в структурах гетероатомы и функциональные группы.

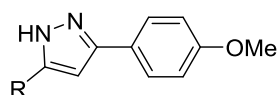
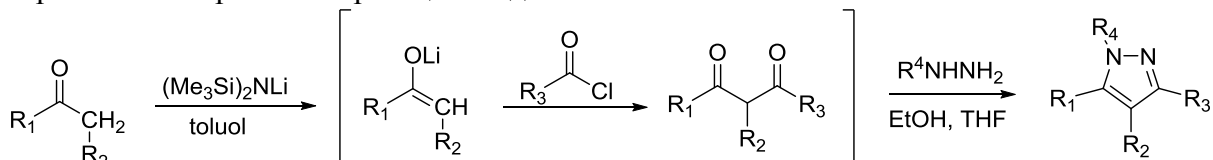
Исследуя реакцию ацетона с изоамилнитритом в присутствии соляной кислоты было обнаружено, что первоначально образующийся изонитрозоацетон легко может подвергаться кислотному гидролизу и приводить к метилглиоксалу по схеме [10].:



Эта реакция далее проводилась и с другими кетонами и, в частности, с пропилфенолом, а полученное промежуточное соединение содержащее в структуре -CO-CNOH-фрагмент легко переходило в группу -CO-CO- обработкой 10%-ным водным раствором серной кислоты:

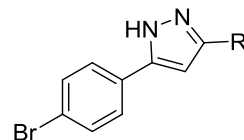


Разработан процесс региоселективного С-алкилирования кетонов хлорангидридами кислот в присутствии металлоорганических катализаторов (Li, K, Na) [11]. Было выявлено, что природа использованных катализаторов оказывает существенное влияние на селективность реакции ацилирования и выход целевого соединения. Наилучшим катализатором является $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{NLi}$ (растворитель толуол). Очень интересный факт этого синтеза – это возможность направить образовавшийся 1,3-дикетон *insitu* в сторону образования пиrazолов – реакцией с диаминами.

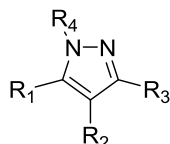


R=4-Br(Me₂N, CN, NO₂)C₆H₄
Yield 74-89%

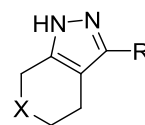
pyridine-3-yl (59%), thiophene-2-yl (72%)



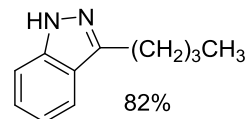
R= CH₃(CH₂)₄, Cl(CH₂)₅, 4-CNC₆H₄, 4-CH₃C₆H₄ (90%)



R₁= 4-ClC₆H₄, R₃= 4-MeOC₆H₄, R₄=H,
R₂= Ph(50%), CH₃(CH₂)₂ (83%);
R₁= 4-MeOC₆H₄, R₂=H, R₃= 4-O₂NC₆H₄,
R₄=Ph(43%)

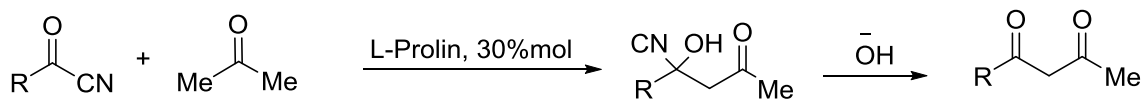


R= 4-MeOC₆H₄, X=O (71%)
t-BuOCON (67%), CH₂ (65%)



82%

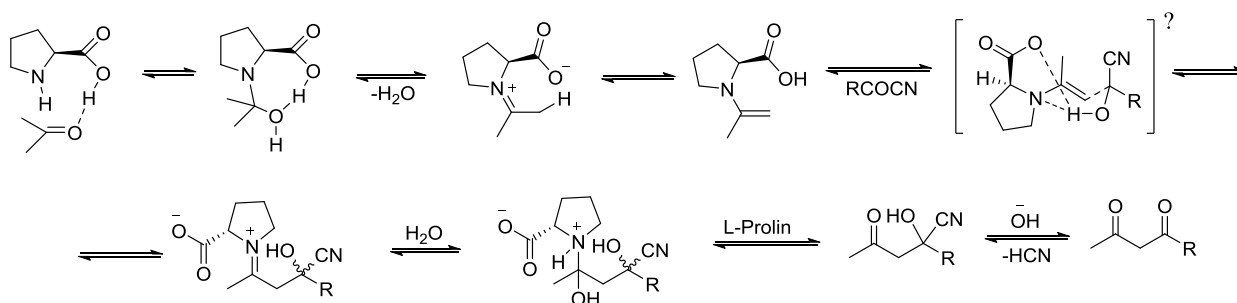
Для осуществления реакции алкилирования в мягких условиях можно использовать в качестве катализатора L-пролин [12]. В качестве ацилирующих агентов в этой работе использованы различные замещенные CN-содержащие кетоны:



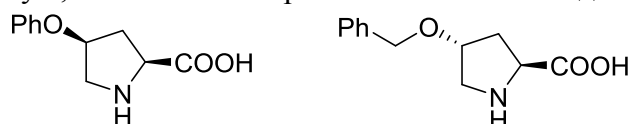
13 connections, yields 11 of them 87-94%

R=Ph, 4-Me (MeO, F, Cl, Br, NO₂)C₆H₄, 2-Me(F, Cl, Br)C₆H₄, PhCH=CH, Furan-2-yl,

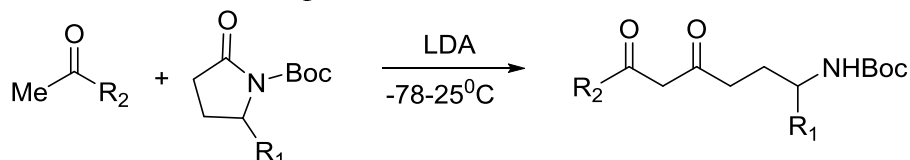
Механизм образования конечныхдикетонлов объясняют следующим образом:



Обнаружен интересный факт связанный с каталитической активностью L-пролина: установлена важная роль функциональной группы. Замечено, что при замене фенокисильного радикала на гидрокисильную, активность L-пролина полностью подавляется.



Как показано в работе [13] замещенные лактамы могут служить ацилирующими агентами в реакциях с ацетоном или фенилметилкетонлом:

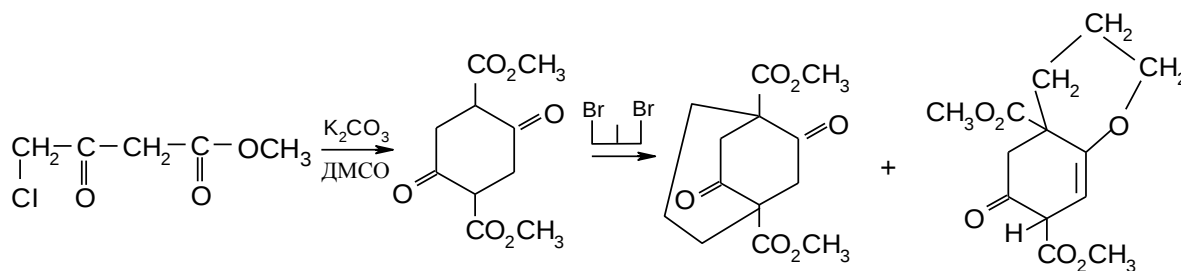


R₁= H, R₂=Me (74%, keto -enol, 5:1), Ph (75%, 100% enol); R₁=COOEt, R₂=Me (72%, 100% enol), Ph (74%)

Были синтезированы различные α,β-непредельные дикетонлы реакциями 1-ацилбензотриазолов с ароматическими α,β-непредельными карбоновыми кислотами. Реакции проводились в среде ТГФ при -78⁰С, в присутствии основания Li-диизопропиламида [14]. Ацетилацетон был использован для синтеза β-диетонлов различного строения [15]. Проводилась трехкомпанентная реакция карбонилирования – арилирования ацетилацетона арилбромидами в присутствии палладиевых катализаторов. Дикарбонильные соединения, как реагенты можно использовать в различных синтезах. Так, например, β-дикетонлы можно селективно алкилировать бензиловыми спиртами в присутствии тирфторметансульфоновой кислоты (TfOH) [16].

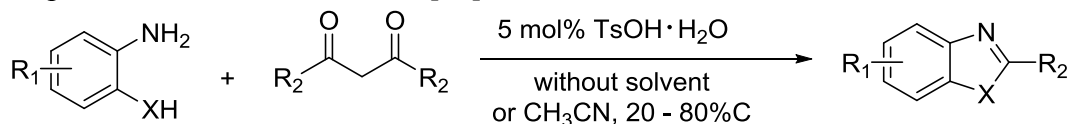
В БГУ в течение ряда лет проводятся целенаправленные исследования, связанные с синтезом ряда интересных соединений на основе дикетонлов различными реагентами [17,19-21,23]

Исследована реакция алкилирования метилового эфира хлорацетонуксусной кислоты 1,3-дибромпропаном в присутствии K₂CO₃ при температуре 70⁰С.

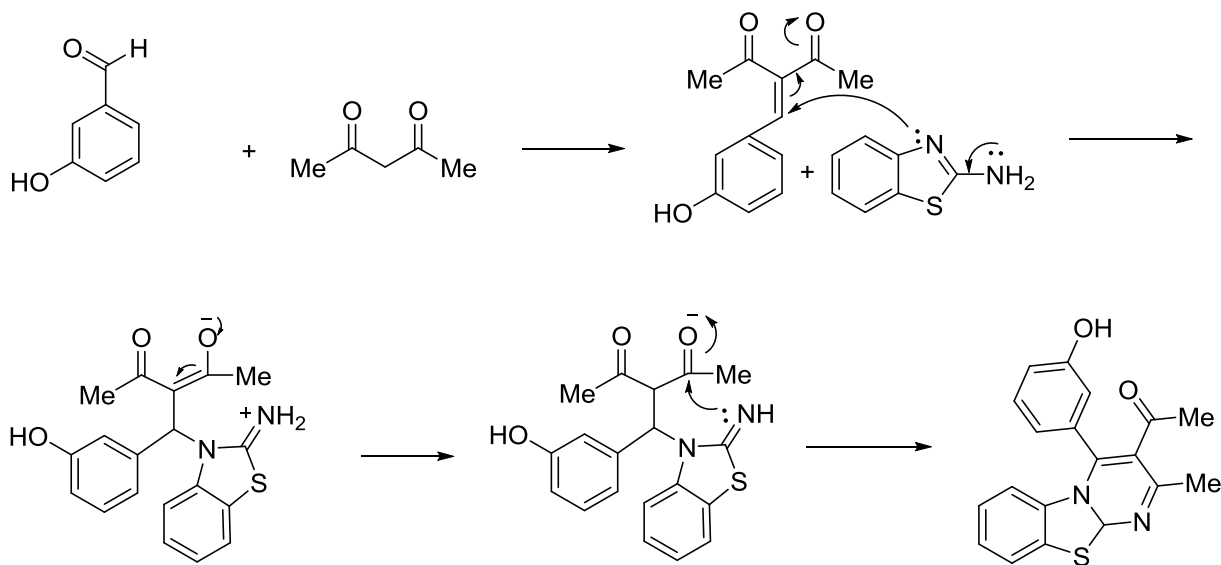


Как видно из схемы в избытке поташа реакция сопровождается с образованием циклического соединения – 1,4-диметилкарбосилата циклогексана-2,5 и последующие алкилирование дибромпропанолом происходит уже с его участием [17].

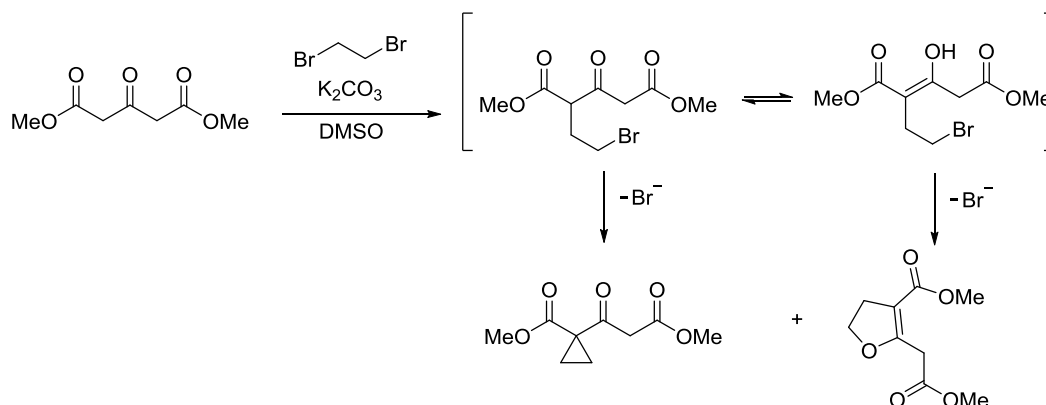
Ди- и трикарбонильные соединения, как интермедиаты, исследованы и в реакциях, связанных с получением различных гетероциклических соединений. Взаимодействием дикетонов с замещенными в ароматическом ядре 2-аминотиофенолами были синтезированы новые гетероциклические соединения [18]:



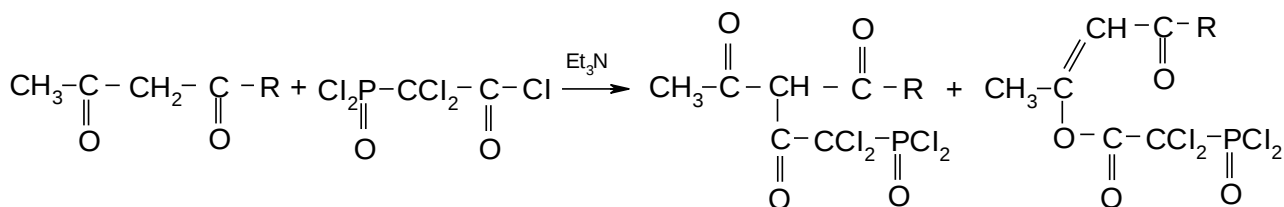
X=S, R₁=H, 4-Cl, R₂=Me, Et, Pr, Ph connections, yield 51-92%
X=NH, R₁=H, 4-Cl, Me, MeO, NO₂, R₂=Me, Et, Pr, Ph, 13 connections, yield 49-95%



Интересные синтезы, связанные с получением полифункциональных органических соединений, содержащих фурановый цикл, описаны в работе [19]. Авторами разработан одностадийный способ синтеза производных фурана и резорцина, основанный на реакции алкилирования трикарбонильного соединения дигалогеналканами реакция проводится в среде ДМСО в присутствии поташа по схеме:

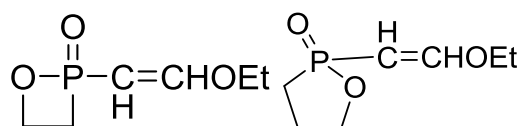


Особый интерес в развитии химии дикарбонильных соединений представляют их производные, содержащие активную метиленовую группу. Исследуя реакцию конденсации трихлорангидридов с β -дикарбонильными соединениями, было обнаружено протекание процесса по метиленовой группе с образованием в основном продукта С-алкилирования (с незначительным образованием продукта О-ацилирования) [20]



Продукт С-алкилирования претерпевает внутримолекулярную конденсацию, с образованием фосфорсодержащих соединений – 1,2-оксофосфоринов и фосфатов. Реакции с фенолами сопровождаются избирательно у карбонильного углеродного атома с образованием фениловых эфиров.

В другой работе В.М.Исмаилов и др. рассматривают возможность удобного способа получения новых фосфорсодержащих соединений на основе эфиров 2-этоксивинилфосфонистых кислот и галоидалканов[21]. Изучены основные направления протекающих реакций и выявлена термическая неустойчивость галогенсодержащих соединений, которые подвергаясь внутримолекулярной перегруппировке образуют фосфорсодержащие соединения нижеследующей структуры:



В последние годы одним из перспективных направлений в области зеленой химии является проведение реакции алкилирования в среде ионных жидкостей. Использование ИЖ в органическом синтезе требует новых подходов по части выбора нетоксичных растворителей, доступных катализаторов и проведения многих реакций в условиях микроволнового или ультразвукового облучения. При этом успех, как известно, зависит и от предварительного компьютерного моделирования.

Спирогетероциклы с гетероциклическими системами были синтезированы на основе коммерческих дикарбонильных соединений (димедона, 4-гидроксикумарина и др.) [22]. Эти реакции проводились в водной среде в присутствии ионных жидкостей (на основе имидазола) выходы целевых соединений составляют 89-94%.

Следует отметить, что в кратком обзоре невозможно охватить все имеющиеся в этой области исследования. Приведенный материал указывает на необходимость проведения дальнейших исследований и особенно с учетом требований «зеленой химии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Georgios Paraskevopoulos, Martin Krátký, Jana Mandíková, František Trejtnar, Jiřina Stolaříková, Petr Pávek, Gurdyal Besra, Jarmila Vinšová, Novel derivatives of nitro-substituted salicylic acids: Synthesis, antimicrobial activity and cytotoxicity // *Bioorg. and Med. Chem.* –2015, 23, –№22, –pp.7292-7301
2. Ahmed Z. Abdelazem, Mohammad M. Al-Sanea, Hyun-Mee Park, So Ha Lee, Synthesis of new diarylamides with pyrimidinyl pyridine scaffold and evaluation of their anti-proliferative effect on cancer cell lines // *Bioorg. and Med.Chem. Lett.*, –2016, vol.26, –№.4, –pp.1301-1304
3. Joanna Kozłowska, Bartłomiej Potaniec, Barbara Żarowska, Mirosław Anioł Synthesis and Biological Activity of Novel O-Alkyl Derivatives of Naringenin and Their Oximes // *Molecules*, –2017, vol. 22, –№.9, –p.1485
4. Tomohiro Kojima, Takumi Ogawa, Souichiro Kitao, Manabu Sato, Akifumi Oda, Kiminori Ohta, Yasuyuki Endo Estrogenic activity of bis(4-hydroxyphenyl)methanes with cyclic hydrophobic structure // *Bioorg. Med.Chem.* –2015, vol.23, №.21, –pp.6900-6911
5. Ali Jafari, Ali Ramazani, Hamideh Ahankar, Pegah Azimzadeh Asiabi, Fariba Sadri, Sang Woo Joo Three-component reaction of N-isocyaniminotriphenylphosphorane (Ph_3PNNC), biacetyl, and a carboxylic acid in water // *Phosph., Sulfur. And Silicon and Relat.Elem.*, –2016, 191, №1-3, –pp.373-380
6. Liangliang Zhang, Pengbo Zhang, Xueqin Li, Synthesis of S-Aryl Phosphorothioates by Copper-Catalyzed Phosphorothiolation of Diaryliodonium and Arenediazonium Salts // *J.Org.Chem.*, –2016, vol.21, №3, –pp.5588-5594
7. Wei Shi, Wen-Jia Dan, Jiang-Jiang Tang, Yan Zhang, TsedenNandinsuren, An-Ling Zhang, Jin-Ming Gao Natural products as sources of new fungicides (III): Antifungal activity of 2,4-dihydroxy-5-methylacetophenone derivatives // *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, –2016, vol. 26, –№ 9, –pp.2156-2158
8. Cai Zhi_qiang, Hou Xu, Hu Zhi-quan, Yi Zhen Yingyonyhuagong // *Appl.Chem.ind.*, –2015, vol.44 (11), –pp.2043-2045
9. Шокова Э.А., Ким Дж.К., Ковалев В.В. 1,3-Дикетоны. Синтез и свойства // *Журнал органической химии.* –2015. Т. 51. Вып. 6, –с.773-847
10. Физер, А. Органическая химия: [в 2 томах] / А.Физер, М.Физер. –М.: Химия, –1970, т.1, – 699 с.
11. Heler S.T., Natarajan S.R. 1,3-Diketones from Acid Chlorides and Ketones: A Rapid and General One-Pot Synthesis of Pyrazoles, // *Org. Lett.* –2006, vol.8, –pp.2675-2678.
12. Shen Z., Li B., Wang L., Zhang Y. Proline-catalyzed aldol reactions of acyl cyanides with acetone: an efficient and convenient synthesis of 1, 3-diketones // *Tetrahedron Lett.* –2005, vol. 46, –p.8785
13. Elliot M.C., Wordingham S.V. A Convenient Protocol for the Alkylidenation of Lactams // *Synthesis.* –2006, –p.1162
14. Katritzky A.R., Meher N.K., Singh S.K. γ,δ -Unsaturated β -Diketones by Acylation of Ketones // *J. Org. Chem.* –2005, vol.70, –pp.7792
15. Korsager S., Nielsen D.U., Taaning R.H., Lindhardt A.T., Skrydstrup T. Direct Route to 1,3-Diketones by Palladium-Catalyzed Carbonylative Coupling of Aryl Halides with Acetylacetone // *Chem. Eur. J.* –2013, vol.19, –p.17687
16. Sanz R., Miguel D., Martínez A., Álvarez-Gutiérrez J.M., Rodríguez F. Brønsted Acid-Catalyzed Benzylolation of 1,3-Dicarbonyl Derivatives // *Org. Lett.* –2007, vol.9, –p.2027.

17. Исмаилов В.М., Ибрагимова Г.Г., Садыхова Н.Д., Мамедов И.А., Нагиев Ф.Н., Юсубов Н.Н. Реакция алкилирования метил 4-хлорацетатади- и трибромалканами // J.Org.Chem. –2017, no.7, –pp.1084-1086
18. Zhang Z., Tang R. Synthesis and fluorescence properties of Tb(III) complex with a novel β -diketone ligand as well as spectroscopic studies on the interaction between Tb(III) complex and bovine serum albumin // J. Mol. Struct. –2012, 1010, –p.116
19. Ismailov V.M., Ibragimova G.G., Sadykhova N.D., Mamedova Z.A., Yusubov N.N. Synthesis of functionally substituted furan and resorcinol derivatives from dimethyl 3-oxopentanedioate // J.Org.Chem. –2017, vol.53. –№6, –pp. 950-952
20. Ismailov V.M., Yusubov N.N., Sadykhova N.D., Mamedov I.A., Mamedbekova A.R. Reaction of trichlorides of phosphono carboxylic acids with acetylacetone, acetoacetic ester, and phenols // J.Gen.Chem. –2016, vol.86. – №7, –pp.1630-1632
21. Ismailov V.M., Yusubov N.N., Sadykhova N.D., Gasymov R.A., Ibragimova G.G., Mamedov I.A. Alkylation of methylene-active compounds with halo acetals and hydrolysis of the alkylation products // J.Org.Chem. –2016, vol.52. –№10, –pp.1390-1393
22. Kumar M., Sharma K., Arya A. K. Use of SO₃H-functionalized halogenfree ionic liquid ([MIM(CH₂)₄SO₃H] [HSO₄]) as efficient promoter for the synthesis of structurally diverse spiroheterocycles // Tetrahedron Lett. –2012, vol.53, – p.4604
23. Ismailov B.M., Ibragimova G.G., Allakhverdiyeva G.E., Sadikhova N.D., Mamedov I.A., Mamedbeyli A.R., Yusubov N.N. Alkylation of diethylphosphonoacetic aldehyde and triethyl phosphonoacetate with ethyl α -bromopropanoate //J.Gen.Chem. –2019. vol.89, –№7, –pp. 1394-1397

XÜLASƏ

DİKARBONİLLİ BİRLƏŞMƏLƏR VƏ ONLARIN FUNKSIONALƏVƏZLİ TÖRƏMƏLƏRİ

Sadixova N.D., Qasimov R.A., Muradova F.M., Əskərov A.B.

Açar sözlər: diketonlar, kondensasiya, asilasiya, heterosikllər, regiosektivlik, reaksiya mexanizmi

İcmal məqalə son illərdə karbonilli birləşmələr və onların funksional əvəzli törəmələri sahəsində elmi-texniki ədəbiyyatda dərc edilmiş əsas materialların təhlilinə həsr edilmişdir. Onların bioloji aktiv maddələr, mikrob əleyhinə dərmanlar və digər qiymətli məhsullar kimi mühüm rolu göstərilir.

SUMMARY

DICARBONYLCOMPOUNDSANDTHEIRFUNCTIONALDERIVATIVES

Sadykhova N.D., Gasimov R.A., Muradova F.M., Askarov A.B.

Keywords: diketones, condensation, acylation, heterocycles, regioselectivity, reaction mechanism

The review article is devoted to the analysis of the main materials in the area of carbonyl compounds and their functionally substituted derivatives that published in recent years in the scientific and technical literature. Their important role, as biologically active substances, antimicrobial drugs and other valuable products is shown.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	05.10.2023
	Son variant	29.11.2023

UOT 544.6

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_38

VOLTAMPERMETRİK ÜSULLA STİBİUM İONLARININ ELEKTROKİMYƏVİ REDUKSIYASI VƏ TƏBƏQƏ SƏTHİNİN TƏDQIQI

QULİYEV PƏRVİN HEYDƏR oğlu

Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan MR, Azərbaycan, k.f.d.

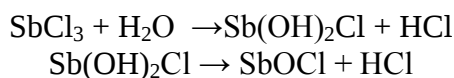
pervinquliyev@ndu.edu.az

Açar sözlər: elektrolit, tartarat, elektrod, reduksiya, təbəqə

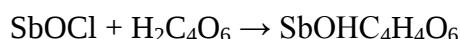
Xalkogenid birləşmələri və onlar əsasında hazırlanan bərk məhlullar aşağı temperatur intervalında (200-350 K) işləyən enerji çevricilərində, xüsusilə elektron soyuducularında termoelektrik material kimi istifadə olunur. Stibium-xalkogenidlər də bu qəbildən olan birləşmələrdəndir və texnikanın müxtəlif sahələrində termoelektrik və fotoelektrik material kimi geniş tətbiq olunur [1]. Bu birləşmələr əsasında yeni materialların, o cümlədən bərk məhlulların sintezi həmin bərk məhlulların fiziki xassələrinin tərkibdən necə asılı olduğunu aşkar etməyə imkan verir. Sb_2X_3 tipli yarımkeçirici xalkogenid birləşmələr və onlar əsasında alınmış mürəkkəb tərkibli bərk məhlullar yüksək termoelektrik effektivliyə malik olub, enerji çevricilərinin hazırlanmasında, yaddaş qurğularının hazırlanmasında geniş tətbiq edilir [2]. Bu baxımdan bəhs olunan materialların işləmə oblastını genişləndirmək, ərimə temperaturunu yüksəltmək, mexaniki davamlılığını, elektrik parametrlərini artırmaq məqsədilə Me_2Te_3 tərkibli birləşmələrin alınması üçün stibium ionlarının müxtəlif sintez metodları ilə fərqli substratlarda turş və qələvi mühitlərdə sintezi həyata keçirilmişdir.

Təcrübi hissə. Elektrolit məhlulunun hazırlanması üçün yüksək təmizliyə malik maddələrdən istifadə edilmişdir. Götürülən reaktivlər istifadə edilməzdən əvvəl təmizlənmişdir. Stibiumun nazik təbəqələrini almaq üçün elektrolit kimi $SbOCl$ -un tartarat turşusunda məhlulundan istifadə edilmişdir. Məhlulu hazırlamaq üçün əvvəlcə $SbCl_3$ suda həll edilərək hidroliz etdirilmiş, hidroliz nəticəsində alınmış çöküntü süzgəc kağızı vasitəsilə süzölmüşdür. Çöküntünün tam təmiz olması üçün bir-neçə dəfə distillə edilmiş suda yuyulmuş və qurudulmuşdur. Aparılan təcrübələrdə 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 və 1 M qatılıqlı məhlullardan istifadə edilmişdir. Məhlullar aşağıdakı qaydada hazırlanmışdır:

0,6 M qatılıqlı məhlul almaq üçün 17 q tartarat turşusu 100 ml distillə edilmiş suda həll edilib:



Alınan məhlula 10 q $SbOCl$ çöküntüsü əlavə edilmişdir. $SbOCl$ çaxır turşusunda həll olduqda aşağıdakı birləşmə əmələ gəlir:



Maddələr analitik tərəzidə dəqiqliklə ölçülmüşdür.

Bildiyimiz kimi elektroliz- elektrolitdən elektrik cərəyanı keçən zaman elektrodlar üzərində maddə toplanmasına deyilir. Elektrolit dedikdə, elektrik cərəyanı keçirən duz, turşu və qələvi məhlullar nəzərdə tutulur. Elektrodlar tərəfindən yaradılan elektrik sahəsində keçirici mayedəki ionlar nizamlı hərəkət edir.

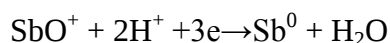
Elektroliz prosesində bir sıra mərhələlər baş verməlidir [4]:

1. Elektrolit-elektrod səthinə hissəciklərin çatması
2. Həmin hissəciklərin səthdə udulması
3. Oksidləşmə və ya reduksiya
4. Səthdəki hissəciklərin desorbisiyası
5. Reaksiya məhsullarının həmin səthdən kənar edilməsi.

Elektroliz prosesi batareyalar və akkumulyatorlar kimi ən müasir kimyəvi enerji mənbələrinin fəaliyyət göstərdiyi əsas prosesdir. Stibium ionlarının elektrokimyəvi reduksiyası prosesində bu kimi cərəyan mənbələrindən istifadə edilmişdir. Elektrokimyəvi reduksiya prosesini aparmaq üçün Cu və Ag elektrodlarından istifadə edilmişdir. Qeyd edək ki, seçilən elektrodun elektrod potensialı reduksiya prosesini təmin etməyə mane olmamalıdır. Elektroliz prosesini aparmaq üçün enerji mənbəyi olaraq litium-ion və kadmium batareyasından istifadə edilmişdir.

Əvvəlcə elektrodlar təmizlənir. Elektrodların təmizlənməsində məqsəd elektroliz prosesi zamanı elektrod üzərində baş verən reduksiya prosesi kənarçıxmalarla müşahidə edilməsin və çökmüş təbəqələr daha yüksək təmizliyə malik olsun. Əvvəlcə stibium ionlarının Cu elektrod üzərinə çökməsini aydın müşahidə etmək üçün Cu elektrodunun səthi kimyəvi yolla (HNO_3 duru turşusuna salınmaqla), sonra isə Ag elektrodu ilə səthi bircə mexaniki yolla (cilalamaqla) təmizlənməmişdir. Yağsızlaşdırmaq üçün etil spirtindən istifadə edilir.

Cu elektrodu üzərində elektrokimyəvi çökdürmə zamanı anodda Cu elektrodu, katodda isə Ag elektrodu yerləşdirilir. Elektrodlar verilmiş qatılıqdakı elektrolit məhluluna daxil edilir və prosesi aparmaq üçün litium-ion batareyası vasitəsilə cərəyan verilir. 1 saat müddətində verilmiş qatılıqlardakı məhlullara salınmış Cu elektrodu üzərinə stibium ionlarının çökməsi müşahidə edilir. Sb-un Cu elektrodada reduksiyası aşağıdakı kimi baş verir:



Təcrübələr müxtəlif məhlul qatılıqlarında aparılmışdır. Müşahidə edilmişdir ki, qatılıq artdıqca stibium ionlarının elektrokimyəvi reduksiyası sürətlənir. Stibium ionlarının Cu elektrodu üzərinə çökməsi zamanı misin rənginin dəyişməsi-bozqara rəngli təbəqələrin alınması müşahidə edilmişdir.

Ag elektrodu üzərinə çökdürmə zamanı isə anodda Ag, katodda isə Cu elektrodu yerləşdirilir və müxtəlif qatılıqlardakı məhlullara salınır. Prosesin sonunda Sb ionlarının Ag elektrodu üzərinə Cu elektroduna nisbətən zəif çökməsi müşahidə olunur. Nazik təbəqələr alınır və bu təbəqə çox zəif rəng dəyişməsinə səbəb olur.

Nəticələrin müzakirəsi. Stibiumun elektrokimyəvi reduksiya prosesinin kinetikasını öyrənərkən reduksiya prosesinə elektrolit məhlulunun temperaturunun təsiri, cərəyan sıxlığının, potensialın dəyişməsi, elektrolit məhlulunun qatılığının təsiri və s amillər öyrənilmişdir. Təcrübələr zamanı temperaturun təsiri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, temperatur artdıqca, elektrokimyəvi reduksiya sürətlənmişdir. Temperaturun təsiri 300-370 K intervalında öyrənilmişdir.

Stibiumun elektrokimyəvi reduksiyası prosesinə potensialın dəyişməsinin cərəyandan asılılığı öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, cərəyan sıxlığı potensialın dəyişmədən xətti asılıdır.

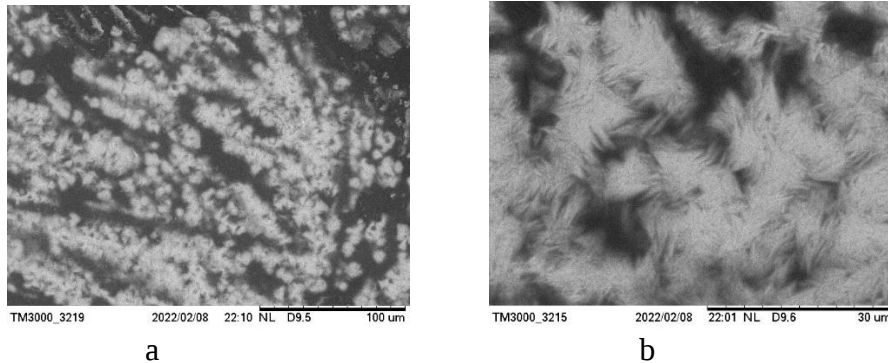
Elektrokimyəvi reduksiya prosesinə təsir edən amillərdən biri stibium ionlarının qatılığıdır. Stibium ionlarının qatılığının elektrokimyəvi reduksiyaya təsiri 0,6-1 M intervalla olan məhlullarda öyrənilmişdir. Təcrübi nəticələr göstərdi ki, məhlulda ionların qatılığı artdıqca onların reduksiyası asanlaşır. Sonda müşahidə edilmişdir ki, İonların qatılığı 0,8 M olan məhlulda daha yaxşı təbəqələr şəklində alınmışdır.

Biz tədqiqatımızda yarımqəçirici Sb təbəqələrinin necə alınması barədə müşahidələr aparmışıq. Cu elektrodu SbOCl duzunun çaxır turşusu məhlulunda hazırlanmış müxtəlif qatılıqlı məhlullara salınmış, müəyyən müddətdən sonra stibium ionları Cu elektrodun üzərinə çökmüş və yarımqəçirici nazik Sb təbəqəsinin əmələ gəlməsi müşahidə edilmişdir. Nazik təbəqələrin əmələ gəlməsi aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir: 0,6 M qatılıqlı məhlulda Cu elektrod üzərinə Sb

ionlarının nazik təbəqə şəklində zəif çökməsi müşahidə edilmişdir (şəkil 1a). Alınmış yarımkeçirici nazik stibium təbəqələrinin xarakterini öyrənmək üçün Elektro.mag TT109 markalı sobada 450 K qızdırılaraq termiki emal edilmişdir. Nümunələrin termiki emaldan sonra səth morfologiyalarını öyrənmək üçün Hitachi TM-3000 skanedic elektron mikroskopu vasitəsilə şəkilləri çəkmişdir.

0,7 M qatılıqlı məhlulda Sb ionlarının nazik təbəqə şəklində çökməsi 0,6 M qatılıqlı məhlulda çökməsinə nisbətən daha yaxşı təbəqələr alınmışdır (şəkil 1b).

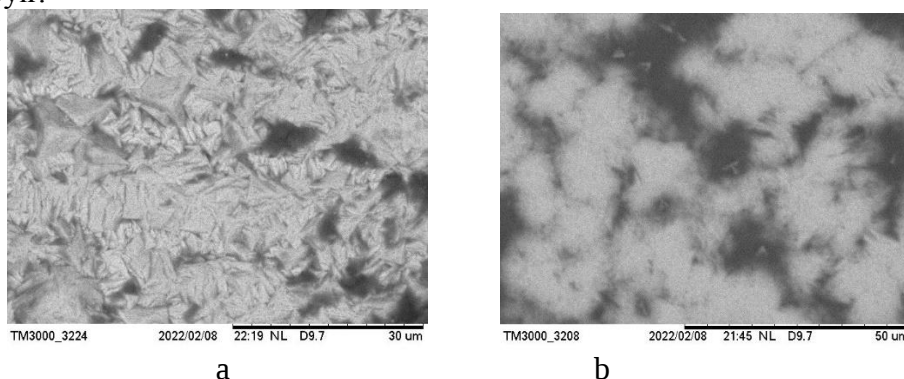
Təbəqələrin səth morfologiyasının SEM təsvirlərindən görsənir ki, 0.7 M qatılıqda alınan təbəqələr kristallik struktura daha yaxındır və asan adgeziya xarakterlidir.



Şəkil 1. Stibium ionlarının 0.6 M (a) və 0.7 M (b) qatılıqda olan məhlullarının reduksiyasından alınan təbəqələrin SEM təsvirləri.

0,8 M qatılıqlı məhluldan isə nazik stibium təbəqələri daha keyfiyyətli, altlıq üzərində daha yaxşı adgeziyaya malik təbəqələr alınmışdır (şəkil 2a).

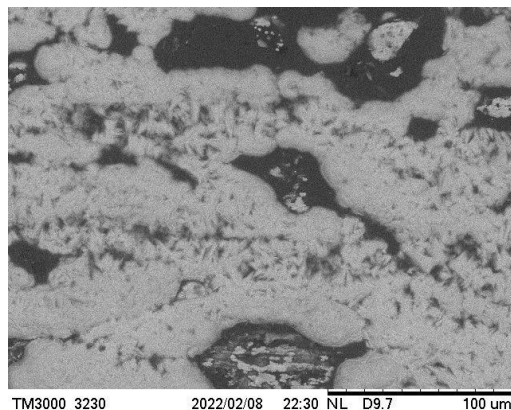
0,9 M qatılıqlı məhlulda stibiumun nazik təbəqələrinin alınması zamanı təbəqələrdə qalınlaşma müşahidə olunur (şəkil 2b). Təbəqələrin qalınlığı 20 mkm-ə qədər qalınlaşaraq pambıqvari səth morfoloiyasına malik təbəqələr alınmışdır. Bu təbəqələrin qalınlığı ədəbiyyatlardan məlum olduğu kimi nisbətən zəif yarımkeçirici xassələr nümayiş etdirir [3, 5]. Belə ki, təbəqənin qalınlığı artdıqca materialın səthlə adgeziyası zəifləyir və böyümüş hissəciklərin konversiya effekti zəifləyir.



Şəkil 2. Stibium ionlarının 0.8M (a) və 0.9 M (b) qatılıqda olan məhlullarının reduksiyasından alınan təbəqələrin SEM təsvirləri.

1 M qatılığa malik məhluldan isə stibium ionlarının daha qalın təbəqələr şəklində reduksiyası müşahidə olunmuşdur (şəkil 3). Alınan təbəqələr qabarıq səth morfoloiyasına malik olmaqla ovxalanan təbəqələr şəklində alınmışdır. Zəif adgeziya xarakterli təbəqələr istehsalatda əhəmiyyətli material hesab oluna bilmir.

Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, qatılıq artdıqca, yarımqeçirici nazik stibium təbəqələri qalınlaşmaqla müşahidə olunur. Stibium ionlarının elektrokimyəvi reduksiyası prosesi qatılıq artdıqca sürətlənir.



Şəkil 3. *Stibium ionlarının 1 M qatılıqda olan məhlullarının reduksiyasından alınan təbəqələrin SEM təsvirləri.*

Bunu da qeyd etmək lazımdır ki, elektrokimyəvi yolla alınmış yarımqeçirici təbəqələr digər üsullarla alınmış təbəqələrdən bir sıra mühüm xassələrinə görə fərqlənir. Elektrokimyəvi üsullarla alınmış təbəqələrin qalınlığı, elektrik xassələri və s. təbəqənin əmələ gəlmə mexanizmindən asılı olaraq dəyişə bilər.

Qalvanostatik -voltampermetrik metodla stibium ionlarının tartarat turşusu məhlulundan elektrolitik çökməsi prosesi zamanı müəyyən edilmişdir ki, tartarat məhlulundan stibiumun elektrolitik çökməsi prosesi zamanı qatılığın artması reduksiya prosesinə müsbət təsir etmir. Elektrokimyəvi yolla tartarat turşusu məhlulundan alınmış stibium nazik təbəqələrinin tərkibinə müxtəlif amillərin təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, cərəyanın, eləcə də temperaturun artması ilə təbəqələrdə stibiumun qatılığı əhəmiyyətli dərəcədə artır. Bununla təbəqənin keyfiyyəti yaxşılaşmış olur. Aparılan təcrübələrin nəticəsində tartarat turşusu məhlulundan keyfiyyətli stibium nazik təbəqələrinin elektrokimyəvi yolla alınması üçün elektrolitin tərkibində stibium ionlarının solvatlaşması müəyyən edilmişdir. Elektrokimyəvi üsulla alınmış stibium nazik təbəqələrinin quruluşları və səth morfolojiyalarının təsvirləri Skanedic Elektron Mikroskopu vasitəsi ilə çəkilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev A.Ş. Kadmium xalkogenidlərin nazik təbəqələrinin sintezinin elektrokimyəvi əsasları və onların yarımqeçirici heterosistemlərinin xassələri, Avtoreferat Bakı 2010
2. Aliyev A.Sh., Salakhova E.A., Suleymanov A.S et al Photovoltaic cell on the semiconductor heterosystems – // Inter.congres of Energy Ecologi Istanbul- Bakı 1991, p.1.
3. Pərvin Quliyev, Yasin Babayev, Vüsalə Məcidzadə. Yarımqeçirici nazik təbəqələrin elektrokimyəvi yolla sintezinin əsas prinsipləri. // AMEA Naxçıvan bölməsi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər seriyası, 2017, №4
4. Məcidzadə V.A., Quliyev P.H., Babayev Y.N., Əliyev A.Ş. Elektrokimyəvi üsulla selenit ionlarının reduksiya prosesinin kinetika və mexanizmi // NDU Elmi Əsərlər, 2016, № 7 (80), s. 140-144
5. Majidzade V.A. The study of influence of various factors on process of electrodeposition of selenium thin films and on quality of deposits obtained from alkaline electrolyte / European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences., 10th International scientific conference 02 February, – 2016., –pp. 164-165

РЕЗЮМЕ

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИОНОВ СТИБИЯ
ВОЛЬТАМПЕРМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ И СЪЕМКА ПОВЕРХНОСТИ СЛОЯ**

Гулиев П.Г.

Ключевые слова: электролит, тертрат, электрод, восстановление, слой.

В представленной работе получен ряд научных результатов. Сложные полупроводниковые соединения синтезируются различными методами с целью удовлетворения потребностей современной электротехники и расширения рабочего диапазона. Среди сложных полупроводниковых соединений наиболее применимыми являются халькогенидные соединения. Для электрохимического синтеза халькогенидов сурьмы мы сначала синтезировали ионы сурьмы разными методами и из разных электролитов. Исследовано влияние различных факторов на процесс электрохимического восстановления, изучена морфология поверхности полученных тонких пленок.

SUMMARY

**ELECTROCHEMICAL REDUCTION OF STIBIUM IONS BY VOLTAMPERMETRIC
METHOD AND STUDY OF LAYER SURFACE**

Guliyev P.H.

Key words: electrolyte, tartrate, electrode, reduction, layer

A number of scientific results were obtained in the presented work. Complex semiconductor compounds are synthesized by various methods in order to meet the needs of modern electrical engineering and to expand the operating range. Among the compound semiconductor compounds, the most applicable are the chalcogenide compounds. To synthesize stibium chalcogenides electrochemically, we first synthesized stibium ions by different methods and from different electrolytes. The influence of various factors on the electrochemical reduction process was studied, and the surface morphologies of the obtained thin films were studied.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.05.2023
	Son variant	10.07.2023

UOT 661.249; 547.494

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_43

ALLİLKARBAMOİLMETİLHEKSİLTRİTİOKARBONATDAN (AKHTK) İSTİFADƏ ETMƏKLƏ SÜRTKÜ KOMPOZİSİYALARININ YARADILMASI

HACIYEVA İRADƏ BALAY qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim

irada70@yahoo.com

Açar sözlər: AKHTK, sürtkü kompozisiyası, korroziya, yeyilmə, biosid

Müasir tələblərə cavab verən sürtkü yağlarının yaradılmasında yeni aşqarların sintezi, onların funksional təsirlərinin kimyəvi quruluşdan asılı olaraq tədqiqi, yeni yağ kompozisiyalarının yaradılması həm nəzəri, həm də praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Yağların yağlayıcılıq xassələrini yaxşılaşdırmaq sintez edilmiş maddələrin demək olar ki, hamısı üçün səciyyəvi məsələ olmuşdur [1,2]. Odur ki, bu maddələrdən istifadə etməklə dişli çarx sistemli mexanizmlərin yağlanması tətbiq edilən transmissiya və sənaye yağlarının işlənilib hazırlanması məqsəduyğun və real tədqiqat istiqaməti olmuşdur [3,4,5].

Yüksək yağlayıcılıq təsirinə görə bir neçə maddə bu tədqiqata cəlb edilə bilsə də, sonrakı sınaqların böyük həcmi nəzərə alaraq bir maddənin tədqiqi ilə kifayətlənmək lazım gəlmişdir [6,7]. Bu məqsədlə sintez edilmiş maddələr içərisində yağlayıcılıq xassələri kifayət qədər yüksək, sintez marşrutu isə nisbətən sadə olan allilkarbamoilmetilheksiltritiokarbonatdan (AKHTK) istifadə edilmişdir.

Transmissiya yağı TAn-15B Rusiyanın Volqoqrad yaxud Manqışlak neftlərindən alınan yağlara OTI yaxud JI3-23k aşqarları və depressator qatmaqla hazırlanan yağdır və avtomobillərin, xüsusən yük maşınlarının, qismən də hərbi texnikanın spiral-konusvari, konusvari və silindrik ötürmə sistemlərində istifadə edilmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Azərbaycanda transmissiya yağlarının heç vaxt istehsal edilmədiyi nəzərə alınarsa MDB ölkələrində, o cümlədən respublikamızda çox işlənən belə bir yağın yerli baza yağları əsasında işlənilməsi şübhəsiz əhəmiyyət kəsb edirdi.

Transmissiya mexanizmlərinin konstruksiya xüsusiyyətləri onlarda özlülüyünün temperatur ayrısı maili olan, başqa sözlə, özlülük indeksi yüksək olan yağlardan istifadə olunmasını tələb edir. TAn-15B yağının normativ texniki sənədlərində özlülük indeksi üçün norma müəyyən edilməsə də, yaradılacaq yağın müsir tələblər səviyyəsində - yüksək özlülük indeksli yağ olması nəzərdə tutulurdu.

Bu gün köhnə texnika və texnologiya əsasında istehsal edilən yerli baza yağlarının özlülük-temperatur xassələri, təəssüf ki, müasir tələblər səviyyəsində deyil. Bunlar, fərqli özlülük indeksinə və özlülüyə malik yağların qarışdırılması (kompaundlaşdırma) və aşağı özlülüyə malik yağların yüksək molekullu polimerlərlə qatılaraq hazırlanması üsullarıdır. Nəzərdə tutulan transmissiya yağını almaq üçün bu üsulun hər ikisindən istifadə edilmişdir. Kompaundun yüksək özlülüklü komponentləri kimi “Azərneftyağ” neft emalı zavodunda istehsal edilən AK-15 və K-19 markalı yağlardan istifadə edilmişdir. Bu yağların özlülük-temperatur xassələri aşağıdakı kimi olmuşdur:

	AK-15	K-19
Kinematik özlülük, mm ² /s		
40°C-də	222,1	261,6
100°C-də	14,96 (≥ 15,0)	17,0 (17-21)
Özlülük indeksi	50 (≥ 50)	57
Alışma temperaturu, °C	220 (≥ 225)	238 (≥ 245)
Donma temperaturu, °C	-7 (≤ -5)	-6 (≤ -5)

Mötərizədə müvafiq standartların normativ tələblərini ödəyən rəqəmlər verilmişdir.

Özlülük aşqarı kimi Röhm alman şirkətinin məhsulu olan polimetakrilat tipli Viscoplex 2-670 aşqarından istifadə edilmişdir. Transmissiya yağının tələb olunan donma temperaturunu təmin etmək məqsədilə həmin şirkətin Viscoplex 5-309 markalı polimetakrilat tipli digər aşqarından istifadə edilmişdir. Hal-hazırda “Azərneftyağ”-NEZ-də hər iki aşqar motor yağları istehsalında tətbiq edilir. İlk tədqiqatlarda bu aşqarların kifayət qədər effektiv olduğu müəyyən edilmişdir. Belə ki, 0,2% Viscoplex 5-309 aşqarı İ-40A yağının donma temperaturunu mənfi 15°C-dən mənfi 26°C-yə salmış, 0,5% Viscoplex 2-670 aşqarı isə həmin yağın kinematik özlülüynü 1,6 mm²/s, özlülük indeksini 11 vahid qaldırmışdır.

Optimal özlülük-temperatur göstəriciləri olan yağ əsası almaq üçün İ-40A yağının daha özlü AK-15 və K-19 yağları ilə komponentlərin müxtəlif nisbətlərində qarışıqları hazırlanmış və bu qarışığa əvvəlcə 0,5% Viscoplex 5-309 depressatoru, sonra isə 1,4% Viscoplex 2-670 özlülük aşqarı daxil edilmişdir. Alınmış yağların özlülük-temperatur xassələri 1-ci cədvəldə əks etdirilir.

Cədvəl 1.

Bakı baza yağlarının özlülük aşqarı və depressator qatılmış kompaundlarının xarakteristikaları

Kompaundun komponentləri, %			Göstəricilər			
0,5 % Viscoplex 5-309 +1,4% Viscoplex 2-670			Kinematik özlülük, mm ² /s		Özlülük indeksi	Donma temperaturu, °C
İ-40A	AK-15	K-19	40°C-də	100°C-də		
100	-	-	119,7	12,87	100	-31
-	100	-	316,8	22,29	86	-16
-	-	100	361,9	24,80	89	-14
60	40	-	162,6	15,26	94	-25
	-	40	183,1	16,72	96	-24
50	50	-	189,3	16,76	93	-23
	-	50	212,4	18,20	94	-23
40	60	-	212,3	17,95	92	-22
	-	60	243,6	19,77	93	-20

Cədvəldən görünür ki, özlülük aşqarı və depressatorun birgə təsiri ilə baza yağlarının özlülük-temperatur xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır. Özlülüynü aşağı olan İ-40A yağının donma temperaturu daha çox aşağı düşür. İ-40A yağının qatılan aşqarları yaxşı qəbul etmə qabiliyyəti onun əmələ gətirdiyi kompaundlara da öz müsbət təsirini göstərir. Cədvəl 1-də verilən kompaund variantları Bakı baza yağları əsasında başqa transmissiya yağları hazırlanmasında da istifadə edilə bilər. Bu halda bir cəhəti nəzərə almaq lazımdır ki, adətən özlülüynü aşağı olan yeyilməyə qarşı aşqarlar yağ əsasının da özlülüynü nəzərə cərpacaq dərəcədə aşağı salır, bu isə, bir çox hallarda, yağın bəzi başqa özlülük-temperatur xassələrinə (donma temperaturu, özlülük indeksi) müsbət təsir edir.

Sürtkü kompozisiyasının tərkibini müəyyənləşdirərkən ilk növbədə yaradılacaq yağın özlülük və yağlayıcılıq göstəricilərinin müvafiq standartın tələblərinə cavab verməsi əsas götürülmüşdür.

Cədvəl 1-də verilmiş kompaund variantları içərisindən yaradılan transmissiya yağı üçün yararlı variantı seçərkən yağa qatılan aşqarın onun 100°C-də kinematik özlülüynü (3 ± 1) mm²/s qədər aşağı sala biləcəyi nəzərə alınmışdır. Bu yanaşmaya əsasən yağ əsası kimi 100°C-də kinematik özlülükləri müvafiq olaraq 17,95 və 18,20 mm²/s olan aşağıdakı iki kompaunda üstünlük verilmişdir:

- İ-40A:AK-15 (40:60) + 0,5% Viscoplex 5-309 + 1,4% Viscoplex 2-670;
- İ İ-40A:AK-15 (50:50)+ 0,5% Viscoplex 5-309 + 1,4% Viscoplex 2-670.

AKHTK aşqarının yağa qatılacaq optimal miqdarını müəyyən etmək üçün seçilmiş kompaundların birində onun üç müxtəlif qatılıqda (2,5, 3,0 və 3,5%) məhlulları hazırlanmış və sınaq nümunələrinə köpüklənməyə qarşı PIMC-200A (0,003%) aşqarı da əlavə edilərək yağlayıcılıq xassələri təyin edilmişdir. Cədvəl 1-də verilən sınaq nəticələrinin təhlilindən görünür ki, AKHTK aşqarı 3% qatılıqda TAn-15B yağı üçün FOCT 23652-79 ilə müəyyən edilmiş yağlayıcılıq xassələri səviyyəsini təmin edir. Buna görə transmissiya yağının K-19 yağı tərkibində hazırlanmış digər variantında da AKHTK aşqarının qatılığı 3% olmuşdur.

Müqayisə etmək üçün transmissiya yağının daha bir variantı baza yağı kimi yalnız AK-15 yağından istifadə etməklə hazırlanmışdır. Bu məqsədlə Viscoplex 5-309 və Viscoplex 3-670 aşqarlarının AK-15 yağına qatılacaq optimal miqdarları (müvafiq olaraq 0,5 və 0,6%) müəyyən edilmiş, sonra isə hazırlanmış yağ əsasına AKHTK (3%) və PIMC-200A (0,003%) aşqarları daxil edilmişdir.

Nəticədə yeyilmə və siyirməyə qarşı AKHTK aşqarından istifadə etməklə Bakı baza yağları əsasında yeni transmissiya yağının üç variantı işlənib hazırlanmışdır. Bu yağların FOCT 23652-79 ilə TAn-15B yağı üçün nəzərdə tutulan yağlayıcılıq xassələri və digər keyfiyyət göstəriciləri ilə yanaşı standartla normalaşdırılmayan özlülük indeksi də təyin edilmişdir. Sınaq nəticələri cədvəl 2-də əks etdirilir.

Cədvəl 2.

TAn-15B tipli transmissiya yağının Bakı baza yağları əsasında yaradılmış variantları

Göstəricilər	TAn-15B yağı üçün FOCT 23652-79 üzrə norma	İ-40A və AK-15 yağlarının qarışığı (40:60)		İ-40A və K-19 yağlarının qarışığı (50:50)		AK-15 + 0,5% Viscoplex 5-309 + 0,6% Viscoplex 2-670 + 0,003% PMC- 200A
		+ 0,5% Viscoplex 5-309 + 1,4% Viscoplex 2- 670 + 0,003% PMC-200A				
		A K H T K , %				
		2,5	3,0	3,5	3,0	3,0
Kinematik özlülük, mm ² /s						
40°C-də	-	-	154,6	-	160,9	204,6
100°C-də	15±1	-	14,66	-	15,15	15,38
Özlülük indeksi	-	-	93	-	94	68
Alışma temperaturu, °C	≥185	-	215	-	215	218
Donma temperaturu, °C	≤ -20	-	-23	-	- 24	- 20
Mis və polad lövhələrin korroziyası, 100°C-də, 3 saat	davam gətirir	-	davam gətirir	-	davam gətirir	davam gətirir

Cədvəl 2. (davamı)

Dördkürəli sürtünmə maşında yağlayıcılıq xassələri: - siyirmə indeksi, N - qaynaq yükü, N	≥ 490 ≥ 3283	470 3087	510 3283	539 3283	519 3283	524 3283
- yeyilmə izinin diametri, mm (392 N, 1 saat)	-	0,48	0,48	0,50	0,50	0,50

Cədvəldən görünür ki, hər üç yağ nümunəsi standartla normalaşdırılan yağlayıcılıq, metal lövhələri korroziyaya uğratmamaq və digər tələbləri tam ödəyir. Bundan əlavə kompaundlar əsasında hazırlanmış yağlar, AK-15 əsasında hazırlanmış yağdan fərqli olaraq, müasir tələbləri ödəyən yüksək özlülük indeksinə (>90) malikdir.

API GL-3 təsnifatına müvafiq TAPI-15B yağının nəticələri xarici standartlara uyğundur:

TAPI-15B (CLP) – siyirmə indeksi I_3 – 490; qaynaq yükü P_q – 3283; yeyilmə izinin diametri – 0,08 mm, çox olmamalı.

Müvafiq araşdırmalardan sonra ИРп-40 və ИСП-40 markalı yağları əvəz edən ИТД-68 tipli, eləcə də ИРп-75 və ИСП-65 markalı yağları əvəz edən ИТД-100 tipli sənaye yağlarının aşağıdakı optimal tərkibli variantları işlənilmişdir (aşqarlar yağa qatılma ardıcılığı ilə göstərilir):

ИТД-68 yağı - İ-40A + 0,2% Viscoplex 5-309 + 0,3% Viscoplex 2-670 + 2,5% AKHTK + 0,003% ПМС -200A;

ИТД-68 yağı - İ-40A və AK-15 yağlarının qarışığı (60:40) + 0,4% Viscoplex 5-309 + 0,6% Viscoplex 2-670 + 2,5% AKHTK + 0,003% ПМС -200A.

Hazırlanmış yağların sınaq nəticələri həmin seriyalı yağların texniki şərtlərlə (ТУ38.1011337-90) müəyyən edilmiş keyfiyyət göstəriciləri normaları ilə müqayisəli şəkildə cədvəl 3-də əks etdirilmişdir. Müqayisədən görünür ki, ИТД seriyalı yağın işlənilib hazırlanmış hər iki markalı variantı özlülük-temperatur, korroziyalılıq və yağlayıcılıq xassələri üçün standartla müəyyən edilmiş tələblərə tam cavab verir.

Beləliklə AKHTK-nın Bakı baza yağları və bu yağların yeni işlənilib hazırlanmış kompaundları tərkibində tədqiqi aşqarın dişli çarxların normal işini təmin edə bilən yağlayıcılıq xassələrinə malik olduğunu, yeni yağ kompaundlarının bu aşqardan istifadə etməklə təsərrüfat əhəmiyyətli transmissiya (ТАП-15B tipli) və sənaye yağları (ИТД-68, ИТД-100) alınmasında yararlı olduğunu göstərmişdir.

Cədvəl 3.

Göstəricilər	ИТД -68 yağı üçün ТУ 38.1011337-90 üzrə norma	İ-40A yağı	ИТД -100 yağı üçün ТУ 38.1011337-90 üzrə norma	İ-40A və AK-15 yağlarının qarışığı (60:40)
		0,2% Viscoplex 5-309+ 0,3% Viscoplex 2-670+ 2,5% AKHTK + 0,003% ПМС-200A		0,4% Viscoplex 5-309+ 0,6% Viscoplex 2-670+ 2,5% AKHTK + 0,003% ПМС-200A
Kinematik özlülük, 40°C-də mm ² /s	61,2 -74,8	69,6	90-110	98,8
Alışma temperaturu, °C	≥ 200	208	≥ 210	216
Donma temperaturu, °C	≤ -18	-23	≤ -18	- 27

Cədvəl 3. (davamı)

Mis və polad lövhələrin korroziyası, 100°C-də, 3 saat	davam gətirir	davam gətirir	davam gətirir	davam gətirir
Küllülük, %	≤ 0,3	0,003	≤ 0,3	0,003
Dördkürəli maşında yağlayıcılıq xassələri:				
- siyirmə indeksi, N	≥ 392	451	≥ 441	480
- qaynaq yükü, N	-	2607	-	2764
- yeyilmə izinin diametri, mm (196 N, 4 saat)	≤ 0,45	0,42	≤ 0,45	0,43

ISO VG (DİN 51517.3) təsnifatlara müvafiq nəticələrin adları:

ИТД-68 (CLP) – siyirmə indeksi I_3 – 392; yeyilmə izinin diametri 0,45 mm.

ИТД-100 (CLP) – siyirmə indeksi I_3 – 441; yeyilmə izinin diametri 0,45 mm.

NƏTİCƏ. Sintez edilmiş maddələrin içərisində yağlayıcılıq xassələri kifayət qədər yüksək, sintez yolu ilə nisbətən sadə olan N-allilkarbamoilmetil heksiltritiokarbonatın Bakı baza yağları və bu yağların işlənilib hazırlanmış optimal kompaundları tərkibində tədqiqi aşqarın dişli çarxların normal işini təmin edə bilən yağlayıcılıq xassələrinə malik olduğunu, yeni yağ kompaundlarının isə bu aşqarlardan istifadə etməklə təsərrüfat əhəmiyyətli transmissiya (TA_n-15B tipli) və sənaye yağları (ИТД-68, ИТД-100) alınmasında yararlı olduğunu göstərmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Mustafayev, N.P. Neft-mədən avadanlığının mancanaq dəzgahlarının reduktorları üçün yağ, İxtira i2005 0033, Azərbaycan Respublikası / Mustafayev, N.P., Abdullayev, B.İ., Fərzəliyev, V.M., Musayeva, B.İ., Qəhrəmanov, X.T., –02.03.2005.
2. Mustafayev, N.P. Gəmi qazturbın yağı, İxtira i2004 0056, Azərbaycan Respublikası / Mustafayev, N.P., Fərzəliyev, V.M., Bayramov, B.V., Novotorjina, N.N., İsmayılov, İ.P., – 15.04.2004.
3. Hacıyeva, İ.B., Mustafayev, N.P., Əliyev, Ə.B., Novotorjina, N.N. Tiokarbonat turşularının yeni törəmələrinin yağlama xassələri // Zərif üzvi sintez və kataliz. XX Beynəlxalq elmi konfransın materialları, –2002, –s. 60.
4. Мустафаев Н.П., Гаджиева И.Б., Алиев А.Б., Новоторжина Н.Н. Синтез амидосодержащих производных тиюгольных кислот и исследование их в качестве полифункциональных присадок // Азербайджанский химический журнал, –2007, №3, –с.147-151
5. Гаджиева И.Б., А.Б.Алиев, Н.Н. Новоторжина Присадки к смазочным маслам на основе производных ксантогеновых и тритиоугольных кислот // Нефтепереработка и нефтехимия, –2009, № 2, –с.39-41
6. Мустафаев Н.П., Новоторжина Н.Н., Мусаева Б.И., Гахраманова Г.А., Исмаилова Г.Г., Исмаилов И.П. Синтез бензилиденбисалкилксантогенатов и исследование их в качестве присадок к смазочным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия, –2017, № 8, –с. 35-38
7. Мустафаев Н.П., Новоторжина Н.Н., Сафарова М.Р., Гаджиева И.Б., Гахраманова Г.А., Мусаева Б.И., Мусаева М.И., Исмаилов И.П. Серо-, азот-, фосфорсодержащие соединения как противозадирные и биоцидные присадки к смазочным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия, –2022, № 5, –с 41-45

РЕЗЮМЕ
СОЗДАНИЕ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АЛЛИЛКАРБАМОИЛМЕТИЛГЕКСИЛТРИТИОКАРБОНАТФА (АКГТК)
Гаджиева И.Б.

Ключевые слова: АКГТК, смазочная композиция, коррозия, износ, биоцид

Синтез новых присадок имеет большое значение при создании смазочных материалов, отвечающих современным требованиям. Улучшение смазывающих свойств масел было типичной задачей практически для всех синтезированных веществ. Для этого среди синтезированных веществ был использован аллилкарбамоилметилгексилтритиокарбонат (АКГТК), обладающий достаточно высокими смазывающими свойствами и относительно простым путем синтеза. К сожалению, вязкостно-температурные свойства местных базовых масел, производимых сегодня по старым методикам и технологиям, не соответствуют современным требованиям. В предварительных исследованиях было установлено, что эти добавки весьма эффективны. Так как, присадка Вископлекс 5-309 в количестве 0,2 % снизила температуру замерзания масла И-40А с минус 15°C до минус 26°C, а добавка Вископлекс 2-670 в количестве 0,5 % снизила кинематическую вязкость этого масла до 1,6 мм²/с, увеличила индекс вязкости на 11 единиц. Этот присадок показал свою полезность при получении важных трансмиссионных (тип ТА_п-15В) и промышленных масел (ИТД-68, ИТД-100).

SUMMARY
DEVELOPMENT OF LUBRICANT COMPOSITIONS USING
ALLYLCARBAMOYLMETHYLHEXYLTRITIOCARBONATE (ACHTC)
Hajiyeva I.B.

Key words: ACHTC, lubricant composition, corrosion, wear, biocide

The synthesis of new additives is of great importance in the development of lubricants that meet modern requirements. Improving the lubricating properties of oils has been a typical task for almost all synthesized substances. For this purpose, allylcarbamoilmethylhexyl trithiocarbonate (ACHTC), which has rather high lubricating properties and a relatively simple synthesis route, was used among the synthesized substances. Unfortunately, the viscosity-temperature properties of local base oils produced today based on old techniques and technology don't meet modern requirements. In preliminary studies, these additives have been found to be quite effective. Since 0.2% Viscoplex 5-309 additive reduced the freezing temperature of И-40А oil from minus 15°C to minus 26°C, and 0.5% Viscoplex 2-670 additive reduced the kinematic viscosity of that oil to 1.6 mm²/s, and increased the viscosity index by 11 units. This additive has shown its usefulness in derivation of important transmission (ТА_п-15В type) and industrial oils (ИТД-68, ИТД-100).

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	05.10.2023
	Son variant	27.11.2023

UOT 579.26

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_49

SAHİLYANI TORPAQ ÖRTÜYÜNÜN MİKROBİOLOJİ TƏHLİLİ

ŞƏFİYEVA MƏRYƏM RZABALA qızı [ORCID](#)

Fiziologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, b.f.d., dosent

safiyevam@mal.ru*Açar sözləri: sahilyanı ərazi, bakteriyalar, fizioloji qrup mikroorqanizmlər, ekoloji amillər*

Sahilyanı ərazinin təbii olaraq bioloji ehtiyatlarının qorunub saxlanması problemlərinin araşdırılması aktual və vacib prioritet elmi istiqamətlərdən biridir. Bioloji ehtiyatların məskun olduğu təbii mühit (BETM), canlı orqanizmlərlə yaşayış sahəsi ilə ətraf mühitin çoxsaylı təsir amillərlə birgə bioloji gedişin ekoloji tarazlığını ifadə edir :

$$BETM = \text{Canlılar} + \text{yaşayış sahəsi} + \text{ətraf mühit}$$

Torpaq örtüyünün mexaniki, fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətləri onun mürəkkəb kontekstinə zidd olan və ya vəhdət təşkil edən təbi-bioloji amillərin bioloji aktivliyi xarakterizə olmur.

Torpağın bioloji aktivliyi, biosenozda ekoloji amillərlə mikroorqanizmlərin (bakteriyalar, aktinomisetlər, mikroskopik göbələklər və s.) kompleks fəaliyyətinin potensial və aktual məhsuldarlığının keyfiyyətlər məcmusunu özündə əks edir.

Torpaqda qida maddələrin parçalanması, paylanması, minerallaşması kimi üzvi Torpaqda qida maddələrin parçalanması, paylanması, minerallaşması kimi üzvi aləmin çoxşəkilli inkişafı və müxtəlifliyini təmin etmək qabiliyyətinə malik olan əsas bioloji aktiv fərdlər prokariot və eukariot mikroorqanizmlərdir [3;1;5].

Torpağın bioloji aktivliyi onun mineral və üzvi tərkibli birləşmələrin parçalayaraq mübadilə edən mikroorqanizmlərin mütləq fəallığının nisbi ilə ifadə olunur.

Material və metodikası

Tədqiqat işi Xəzərin Abşeron hissəsinin sahilyanı ərazisində aparılmışdır. Torpaq örtüyünün mikroorqanizmləri (bakteriyalar, aktinomisetlər, mikroskopik göbələklər) bioloji xüsusiyyətləri təhlil olunmuşdu.

Təhlil mikrobioloji üsullarla (seçmə və xüsusi) aparılmışdı [7]. Bu zaman nəzarət mühiti üçün enerji mənbəyi olaraq sorbitin, 5%-li B-qrupuna aid vitaminlər və vitaminəbənzər maddələr kompleksinin 0,05%-li, tiamin və pantoten turşusunun 0,4 mq/ml məhlullardan istifadə edilmişdi. Nümunə mühiti nəzarət mühitinin üzərinə ammonium sulfat (NH₃)₂SO₄, kalium nitrat (KNO₃) duzu və çörək mayası məhlulu əlavə etməklə hazırlanmışdır.

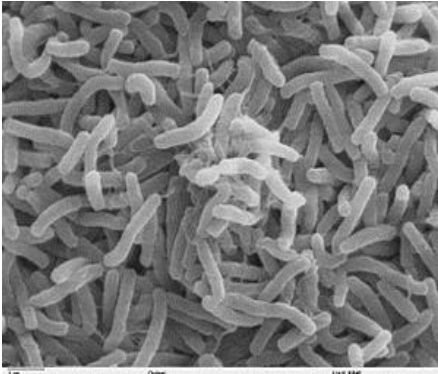
Təcrübə zamanı eyni olmaqla 100 ml qidalı mühitinə 15 mq. təsiredici maddə olan azot daxil edilmişdir. Azotlu maddələrin tərkibində azotun miqdarı Keldal üsulu təyin edilmiş və təsiredici maddənin (azot) miqdarı aşağıdakı qaydada hesablanmış:

$$92(KNO_3) - 14(N) \quad X = \frac{92 \cdot 15}{14} = 98,5 \text{ mq.} \quad x - 15$$

Tənasübdən göründüyü kimi 100 ml qidalı mühitə 98,5 mq KNO₃ duzu əlavə edilmişdir.

Qidalı mühitlər 250 ml – lik konus şəkili kolbalara (beş təkrar) tökülmüş və bir atmosfer avtoklavda təzyiqlə steril olunmuşdur. Sonra steril kolbalarda olan qida mühitlərin üzərinə 0,2 ml əkin materialı əlavə edilmişdir. Təcrübənin gedişinə nəzarət edilmiş, müşahidələr aparılmışdır. Kulturalar miroskoplanmış, qeydlər, çalışmalar aparılmış və müvafiq işlər yerinə yetirilmişdir.

Müzakirə və nəticələr



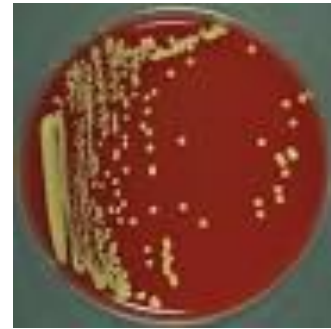
Şəkil 1.

Təhlil zamanı *Escherichia* cinsinə mənsub olan *Escherichia coli* (şəkil 1) bakteriya növü aşkarlanmışdır. *Escherichia coli* bakteriyası Berqey [9] təyinedicisinə görə asqıdakı kimi identifikasiya olunmuşdur: sıra *Enterobacteriales* - ailə *Enterobacteriaceae* - cins *Escherichia*, növ - *Escherichia coli* (şəkil 1).

E. coli çox kiçik ($1,5-1,8 \times 0,5 \text{ mk}$) ölçülərə malik olub, mütləq aerob, Qram⁻ (Qram mənfi), sporsuz, çöp çəkili bakteriyalar olub müxtəlif növ karbohidratları polioksikarbon turşuna, azotsuz birləşmələrə, bir- və çoxatomlu spirlərə oksidləşdirmə qabiliyyətinə malikdir. Qlükozanı qlükon (qlükon turşusu nisbətən çox ayrılır) turşusuna mübadilə edir, bu zaman 5-ketoqlükon, 2-ketoqlükon, 2,5-diketoqlükon və qliserini oksidləşərək dihidrooksiaseton əmələ gəlir [2, s.7].



Şəkil 2.



Şəkil 3.

Torpaq örtüyünün mineral və üzvi tərkibli maddələrin parçalanmasında fəal iştirak edən *Micrococcus albus* (şəkil 2), *Micrococcus candidaus* (şəkil 3) *Micrococcus cereus*, *Micrococcus flarus*, *Micrococcus raseus*, *Bacterium proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mesentericum*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus cereus*, *Bacillus virgulus* kimi bakteriya növlərinə daha çox rast gəlinmişdir [9].

Torpaq örtüyünün şimal hissəsində yayılmış mikroskopik göbələklər cənuba nisbətən miqdarı 1%-ə qədər nisbətən yüksək olmuşdur. *Aspergillus*, *Penicillium* (a) və *Mucor* cinsli mikroskopik göbələklər üstünlük təşkil edir, *Rhizopus*, *Trichothecium*, *Trichoderma*, *Alternaria*(c), *Verticillium*, *Botrytis*(b) cinsinə az təsadüf olunur [4, s.838; 10, s. 8-12; 11, s. 11-13.]. Torpaq örtüyün aktinomisetləri mikroorqanizmlərin ümumi miqdarının 10-15%-i təşkil etmişdir.

Göründüyü kimi, torpaq örtüyünün mikroflorası ilə yaşayış sahəsinin üzvi və mineral tərkibi maddələr qarşılıqlı vəhdət təşkil edərək “mikroorqanizm - yaşayış sahəsi - ətraf mühit” sistemli fəaliyyətinin bioloji xüsusiyyətlərinə uyğun müvafiq (seçici və ya selektiv) təbi yaşayış mühiti formalaşaraq yaranmasına səbəb olur.

Ərazinin torpaq örtüyünün eyni tərkibli qida maddələrini parçalayaraq mübadilə edən müxtəlif cinsli bakteriyalar, mikroskopik göbələklər və aktinomisetlərdən ibarət olub fizioloji birlik təşkil etmiş mikroorqanizmlər (FQM) qrupuna rast gəlinir [3, s.246; 6, s.28-334].



Şəkil 4.

a – *Penicillium*: 1- konidiya daşıyıcı; 2 – budaqlar; 3 – steriqmalar; 4 – konidiyalar; b – *Botrytis*: 1 – konidiya daşıyıcı; 2 – budaqları; 3 – konidiyalar; c – *Alternaria*: 1 – konidiya daşıyıcı; 2 – çoxhüceyrəli konidiya

Ərazinin torpaq örtüyündə mürəkkəb azot- və karbonlu birləşmələrin parçalayaraq mübadilə edən fizioloji fəal mikroorqanizmlər qrupu yayılmışdır (cədvəl 1).

Cədvəl 1.

Mürəkkəb tərkibli üzvi maddələrin fizioloji fəal mikroorqanizmlərlə bioloji mübadiləsi

1	Mineral və üzvi tərkibli maddələr	fizioloji qrup mikroorqanizmlərin
2	Sellüloza tərkibli maddələr	Acetobacter (A. aceti, A. pasteurianum,), Bacillus (B. omelian), Selluibrio (C paramaecium), Myxococcus (M hutchinsonii), Aspergillus sp., Dematium sp., və s
3	Mineral və üzvi tərkibli azotlu maddələr	Azotomonas, Azotobacter (A nigricans, (A. beijerinck, A. chroococcum), Bacterium (B. denitrificans, B. Pasteurianum), Basillus sp. , Clostridium (C. Pasteurianum), Nitronomonos sp., Rhizobium sp., Pseudomonas sp., , Nitrozomonas sp., Nitrosocystis sp., Nitrosospira sp., Penicillium sp., aktinomitsetlər) və s.

Cədvəldən göründüyü kimi, eyni tərkibli qida maddələri müxtəlif cins və növlərə məxsus mikroorqanizmlər bioloji mübadilə qabiliyyətinə malikdir və fizioloji aktiv olaraq müvafiq qrup (FQM) təşkil etmiş olublar. Bunlar aerob, anaerob, sporlu, sporsuz bakteriyalar, mikroskopik göbələklər və aktinomitsetlərdir.

Mikroorqanizmləri növ müxtəlifliyi fərqlənən FQM-lər mənisənilə biləcək qida maddələrinə görə bioloji fəallığı fərqli və ekoloji amillərin təsirlərinə qarşı münasibəti müxtəlifdir [3,c.246]. FQM-lər mühitdə mürəkkəb tərkibli maddələri və qarışıqları mənimsəyib mübadilə edərək ekoloji təhlükəliliyin mobizasiyası və immobilizasiya əmsalının nizamlanmasında bioekoloji əhəmiyyət kəsb edir.

Mikroorqanizmlərin torpaq örtüyün qatları üzrə eyni deyil, miqdarı qeyri-bərabər yayılmışdır (cədvəl 2).

Cədvəl 2.

Torpaq örtüyündə mikroorqanizmlərin sayı (qr/min-lə)

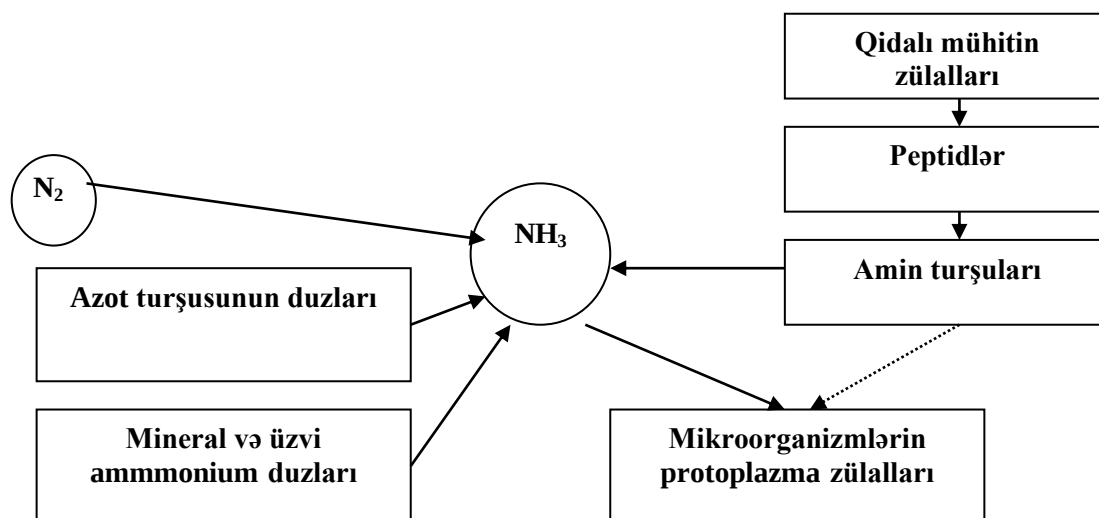
s/s	qat/sm	ümumi miqdarı (ƏPA)	Sporlu Bakteriyalar (ƏPA+ƏSA)	Aktinomiset (HHA)	Mikroskopik göbələklər (SA)
1	0-5	10^4	10^1	10^1	$0,8^2$
2	5-10	10^5	10^1	$0,7^1$	$1,0^1$
3	10-15	10^3	10^1	$0,5^1$	$0,5^2$

Cədvəldən göründüyü kimi, mikroorqanizmlər torpaq qatları üzrə sayı müxtəlif olmuşdur. Torpağın üst səthinin 5-10 sm.-lik qatında digərinə nisbətən mikroorqanizmlər ümumi miqdarı daha çox olmuşdur.

Ərazidə fasiləsiz olaraq mineral və üzvi tərkibli birləşmələr bioloji proseslərə və biokimyəvi çevrilmələrə məruz qalır, kimyəvi mübadilə olunur, hidroliz edilir. Belə ki, mürəkkəb karbohidratları bir qrup mikroorqanizmlər (bakteriyalar, mikofitlər, sellüloza parçalayan mikroorqanizmlər və s.) parçalayır və mənimsəyir. Təhlil olunmuş bakteriyalar (aerob anaerob, sporlu, sporsuz), mikroskopik göbələklər və aktinomisetlərin bir çox növləri müxtəlif kimyəvi quruluşa malik olan yüksəkmolekullu sellüloza və sellüloza tərkibli digər maddələri mənimsəyir, nisbətən aşağı molekul çəkisinə malik olan digər birləşmələrə çevrilir, maddələr mübadiləsinə daxil edir. bioloji enerji əmələ gəlməsini tənzimləyir və makroergik əlaqəyə malik olan birləşmələrin tərkibində toplanır [2, s.246; 8, s. 8-12].

Qeyd edək ki, mineral tərkibli azotlu birləşmələrin mənimsəyən mikroorqanizmlər əsasən ammoniumun mineral duzları və onun fizioloji turş birləşmələrindən istifadə edir. Üzvi tərkibli azotlu birləşmələri mənimsəyən mikroorqanizmlərin üzvi tərkibli azotlu birləşmələrindən istifadə edərək ammoniumlu birləşmələri mübadilə edir. Bu zaman mühitdə SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , Cl^- və s. bu kimi anionlar toplanır, H^+ ionların qatılığı artır, zəif turş mühit yaranır. Mikroorqanizmlər azot turşuları və onun duzları olan fizioloji qələvi xassəyə malik mühitdə əmələ gələn NO_3^- və NH_3 mənimsəyir. Əks halda yaşayış sahəsində ağır metal ionlarının toplanması mühitdə yaranmış ekotoksikoloji problemlər digər canlılar inkişafına mənfi təsir göstərə bilər [2, s.212].

Amin turşuları, peptonlar və s. bu kimi üzvi tərkibli azotlu birləşmələr olan mühitdə mikrob hüceyrəsinin inkişafına daha əlverişli şərait yaranır. Azotun üzvi tərkibli birləşmələrin bioloji mübadiləsi ammiakın əmələ gəlməsi ilə nəticələnir və bu zaman qaz halında ayrılmış ammiak konstruktiv proseslərə daxil olur, biokimyəvi çevrilmələrə (sxem) məruz qalır.



Sxem.

Azotlu maddələr maddələrin hüceyrədə mübadiləsi canlının bioloji xüsusiyyətlərinin uyğun fizioloji funksiyalarının, maddələr və enerji mübadiləsinin, onun əsas yollarının gedişini müəyyən etməklə həlledici əhəmiyyət kəsb edir [6, s.140-146].

Sxemdən göründüyü kimi torpaq mikroorqanizmləri enerji mənbəyinə görə fərqlidirlər. Mikroorqanizmlər müxtəlif tərkibli mineral və üzvi tərkibli birləşmələri hidroliz edərək konkret olaraq müvafiq amillərin təsiri ilə müəyyən məkan və zaman kəsində elementlərin təbii dövrənin gedişinin bu və ya digər istiqamətdə iştirakını təmin edirlər.

Müəyyən edilmiş ki, sahilyanı ərazi mikroorqanizmlərin müxtəlifliyi ilə fərqlidir, torpaq örtüyü ilə xarakterizə olunur. mikroflorasının tərkibinin əss mikroskopik canlıları prokariot mikroorqanizmlərdir. Ərazidə prokariotlara nisbətən eukariot mikroorqanizmlərin növ müftəliyi seçilir və üstünlük təşkil edir. Beləki, əzidə *Escherichia*, *Acetobacter*, *Bacillus*, *Myxococcus*, *Clostridium*, . *Nitrozomonas*, *Micrococcus*, *Bacterium cinsli bakteriyalar* üstünlük təşkil edir, *Aspergillus Rhizopus*, *Trichothecium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Dematium*, *Penicillium Mucor* cinsli mikroskopik göbələklər geniş yayılmışdır.. *Aspergillus*, *Penicillium* və *Mucor* cinsli mikroskopik göbələklər üstünlük təşkil edir, aktinomitsetlər az təsadüf olunur

Ehtimal olunur ki, torpaq örtüyünün sellüloza, mineral və üzvi tərkibli azotlu maddələrini birgə mübadilə edən fizioloji qrup mikroorqanizmlər (aerob, anaerob, sporlu, sporsuz bakteriyalar, mikroskopik göbələklər) bioloji fəal aktiv mikroorqanizmlərdir.

Bütün bunlarla, torpaq örtüyünün əsas bioloji aktiv və üstünlük təşkil etmiş mikroorqanizmlər torpağın münbitliyi ilə ifadə olunan məhsuldarlığının əsas göstəricilərindən biridir. Belə ki, torpağın bioloji aktivliyinin dəyərləndirilməsi üçün mikroorqanizmlərin növ tərkibi, onun keyfiyyət və, kəmiyyəti göstəricilərinin nəzərə almaqla bioindikator kimi istifadə edilməsi məqsədəuyğundur. Torpaqların səmərəli istifadəsi təbii-iqlim şəraitinə uyğun mikrobioloji tələblərinin gözlənilməsi vacib şərtlənən məsələlərdən biridir.

Göründüyü kimi, torpağın bioloji aktivliyi, *müəyyən zaman və məkan hüdudunda inkişaf edən* mikroorqanizmlərin mütləq bioloji xüsusiyyətlərinin mühitin ekoloji amillərin nisbəti ilə xarakterizə olunan bioekoloji keyfiyyətlər cəmini *xarakterizə edən göstəricilər sistemidir*.

Torpaq mikroorqanizmlərin inkişafı, qarşılıqlı təsiri, kompleks olaraq birgə fəaliyyəti ilə *xarakterizə olunan bioloji* aktivliyi, torpağın tərkibini, strukturunu, münbitliyini, həmçinin üstün və zəif *cəhətlərini müəyyən edir*.

Torpaqların davamlı və *səmərəli istifadəsi*, bioloji *ehtiyatlarının qorunması mikrobioloji proseslərin aktivliyinin* təbi-bioloji xüsusiyyətlərinin məkan-zamanla dəyişməsinin *nəzərə alınmasını* tələb edir. Torpaq mikroorqanizmləri onun bioloji ritmini tənzimləyir.

Torpaq mikroorqanizmlərin mütləq təbi-bioloji xüsusiyyətlərlə nisbəti ilə ifadə olunan bioekoloji dəyərlərin *elmi araşdırmasına ciddi* ehtiyac var.

Sahilyanı ərazinin torpaq örtüyünün ekoloji problemləri ilə bağlı bioekoloji təhlükələr mövcuddur Təəssüf ki, təbiət özü şıltaq olsa da, şıltaqları sevmir.

ƏDƏBİYYAT

1. Qasımova, H.S. Mikrobiologiya və virusologiyanın əsasları / H.S.Qasımova, –Bakı: BDU, – 2009. –s.328-334
2. Брюханов, А.Л. Молекулярная микробиология: Учебник для вузов / А.Л.Брюханов. –М.: МГУ, –2012. –с.212 - 480
3. Белякова, Г.А. Водоросли и грибы : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А.Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. –М. : ИЦ «Академия». –2006. –320 с.
4. Громов, Б.Д. Экология бактерий / Б.Д.Громов, Г.В.Павленко. –Л.: ЛГИ, –1989. –246 с.
5. Красильников, Н.А. Определитель бактерий и акиномицетов / Н.А. Красильников, –М.: Академии наук СССР, –1949. –838 с.
6. Кондратьева, Е.Н. Автотрофные прокариоты / Е.Н.Кондратьева. –М.: МГИ, –1996. –302 с.
7. Метаболизм микроорганизмов / Под ред. Н.С.Егорова. –М.: МГИ, –1986. –256 с.

8. Гарибова, Л.В. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. Учебное пособие / Л.В.Гарибова, С.Н.Лекомцева. М.: Товарищество научных изданий КМК, –2005, –220 с.
9. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н.С.Егорова. –М.: МГИ, –1995. –224 с.
10. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г.Шлегель. –М.: Мир, –1987. –563 с.
11. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Int. / J. of Systematika. Bacteriology. –2004, –408 p.

РЕЗЮМЕ

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИБРЕЖНОГО ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА *Шафиева М.Р.*

Ключевые слова: *прибрежная зона, бактерии, физиологическая группа микроорганизмов, факторы окружающей среды.*

Механический состав, физическое состояние, химические и биологические свойства почвы характеризуются биотическими и абиотическими факторами, которые противоречат или объединяются с ее сложным контекстом. Биологическая активность почвы выражает потенциальную и фактическую продуктивность совместной деятельности живых организмов с экологическими факторами.

Прокариотические и эукариотические микроорганизмы являются основными биологически активными особями, обеспечивающими разнообразие и многоформность развития почвы.

Среди микроорганизмов особое значение в формировании биологической продуктивности имеет группа бактерий, которая выражается относительной активностью абсолютной активности почвы в течение определенного периода времени. Эти организмы гидролизуют минеральный и органический состав почвы, биохимический обмен и т. д. активно участвует в этом процессе.

Сложный состав прибрежного почвенного покрова позволяет обменивать разнообразные органические и минеральные питательные вещества на относительно низкомолекулярные соединения, поддающиеся ассимиляции.

Обнаружена коллекция физиологически активных микроорганизмов (ФАК), способных к совместному обмену органических веществ одного и того же состава почвенного покрова.

SUMMARY

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF COASTAL SOIL COVER *Shafiyeva M.R.*

Keywords: *coastal area, bacteria, physiological group microorganisms, environmental factors*

The mechanical composition, physical state, chemical and biological properties of soil are characterized by biotic and abiotic factors that contradict or unite with its complex context. The biological activity of the soil expresses the potential and actual productivity of the joint activity of living organisms with ecological factors.

Prokaryotic and eukaryotic microorganisms are the main biologically active individuals that ensure the diversity of multiform development of the soil.

Among the microorganisms, the group of bacteria is of particular importance in the formation of biological productivity, which is expressed by the relative activity of the absolute activity of the soil over a certain period of time. These organisms hydrolyze the mineral and organic content of the soil, biochemical exchange, etc. actively participates in such a process.

The complex composition of the coastal soil cover can exchange a variety of organic and mineral nutrients into relatively low molecular weight compounds that can be assimilated.

A collection of physiologically active microorganisms (FQM) capable of co-exchange of organic substances of the same composition of the soil cover was discovered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.11.2023
	Son variant	19.12.2023

UOT 579.64

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_55

İNSAN İNFEKSİYALARINDA AKTİNOMİSETLƏR VƏ ƏLAQƏLİ ORQANİZMLƏR

ƏLİYEVƏ GÜLNAR RAHİM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, b.f.d., baş müəllim

gulnar.aliyeva.1988@inbox.ru

Açar sözlər: *aktinomisetlər, aktinomikoz, endogen, infeksiya, mikrobiota, taksonomiya, ştamm, qram-müsbət, kultura*

İnsan aktinomikozu, xroniki, qranulomatoz yoluxucu xəstəlik uzun müddətdir tanınır və onun törədicisi ilk olaraq *Streptothrix israeli* (hazırda *Actinomyces israelii*) adlanır, 1896-cı ildə Kruse tərəfindən təsvir edilmişdir. Yalnız 1951-ci ilə qədər başqa bir *Actinomyces* növü, *Actinomyces naeslundii*, insanlarda aktinomikotik lezyonlarda iştirak etdi, *Actinomyces odontolyticus* və *Actinomyces viscosus* (ilk adı *Odontomyces viscosus*) müvafiq olaraq 1958 və 1969-cu illərdə təsvir edildi.

Məlumdur ki, aktinomikoz endogen infeksiyadır. Xəstəliyin törədicisi *Actinomyces* növləri selikli qişaların səthində yaşayır və selikli qişanın maneəsini pozan travma, cərrahi prosedurlar və ya yad cisimlər vasitəsilə daha dərin toxumalara daxil olur. Toxumanın içərisində bu bakteriyalar budaqlanan, saplı basillərin aqreqatlarından ibarət kütlələr əmələ gətirir. Aktinomikoz xüsusi histopatoloji quruluşa malik sərt kütlə tipli lezyon kimi müəyyən edilir. Ədəbiyyatda aktinomikozun çoxlu sayda halları var, lakin əksər hallarda diaqnoz yalnız klinik və histopatoloji nəticələrə əsaslanır. Erkən hesabatların əksəriyyətində diaqnozun mikrobioloji təsdiqi yoxdur. Mikrobioloji qiymətləndirmə daxil edildikdə belə, kultura adətən istifadə edilən yeganə üsul idi. Bununla belə, nümunə toplanmazdan əvvəl antimikrobiyal müalicəyə başlanılıbsa, kulturanın nəticələri yalan ola bilər. Molekulyar bakteriya aşkarlama və identifikasiya üsullarının getdikcə tətbiqi bu kimi problemlərin aradan qaldırılmasına kömək edir. [1]

A.israelii, *A.naeslundii*, *A.odontolyticus* və *A.viscosus* təsvir edildikdən sonra çoxlu sayda *Actinomyces* növləri təsvir edilmişdir. Bundan əlavə, *A. naeslundii* və *A. viscosus* kimi bəzi növlər daxilində yenidən təyinatlar baş vermişdir. Bununla belə, yalnız bəzi insanlarla əlaqəli *Actinomyces* növləri, o cümlədən *A. israelii*, *Actinomyces gerencseriae* və *Actinomyces graevenitzii* klassik aktinomikozda iştirak edə bilər. *Actinomyces* növlərinin geniş spektri getdikcə bir çox bədən yerlərində infeksiyalarla əlaqələndirilir. *Actinomyces meyeri*, *Actinomyces neuui* və *Actinomyces turicensis* bu cür infeksiyaların mühüm səbəbləri kimi ortaya çıxır.

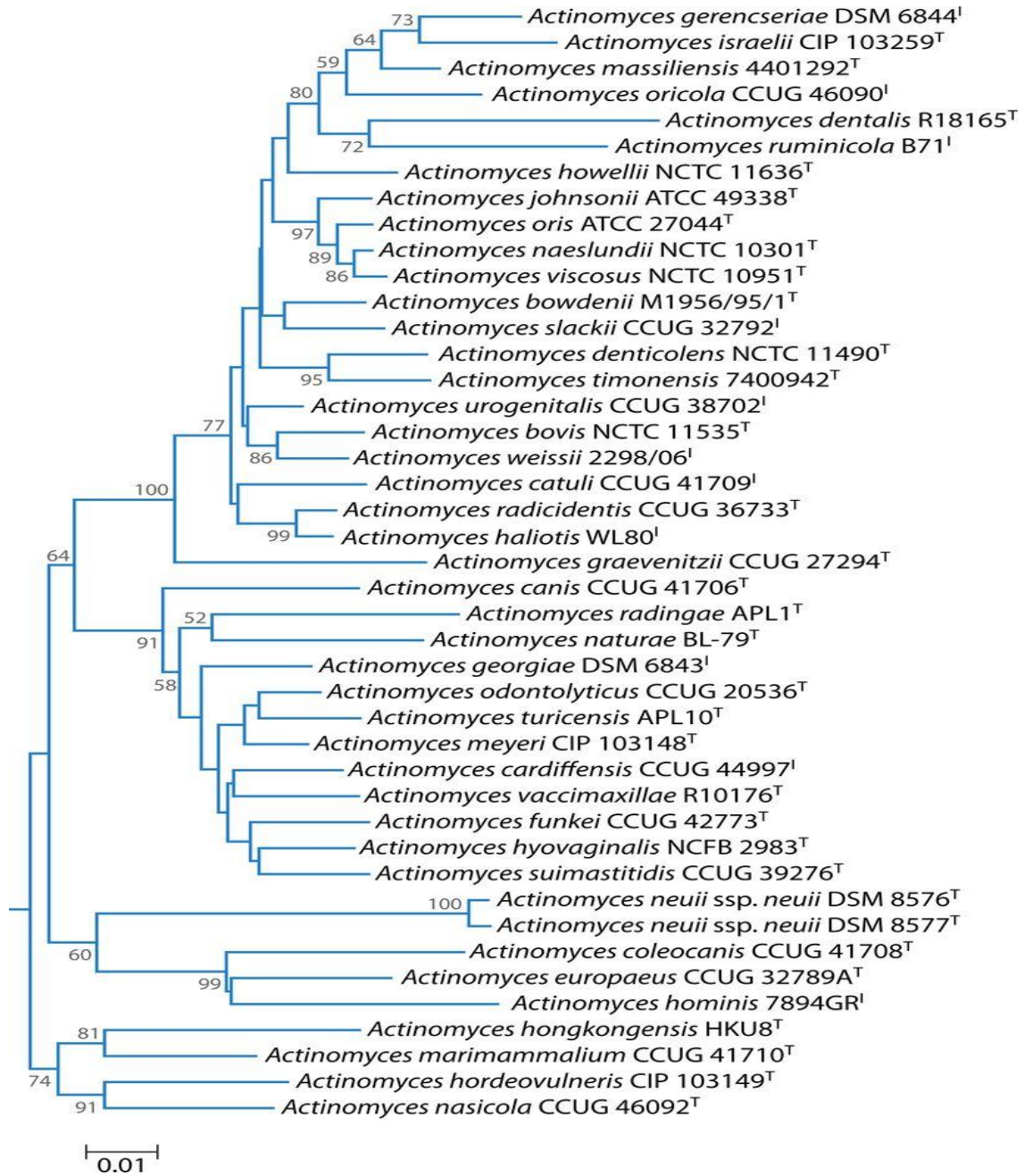
Aktinomikoz nisbətən nadir olsa da, ən azı Qərbi populyasiyalarında, bu yaxınlarda *A. meyeri*nin beyin abseslərində və *Actinobaculum schaalii* (hazırda *Actinotignum schaalii*) urosepsisdə və qabaqcıl mikrobioloji üsulların tətbiqi ilə əlaqəli olduğu bildirilmişdir. Hətta çox cəld orqanizmləri də müəyyən edə bilər, klinik mikrobiologiyada *Actinomyces* və digər qram-müsbət, spor əmələ gətirməyən basillər haqqında məlumatlılığın artması ilə nəticələnmişdir.

Bu günə qədər insan materialından etibarlı şəkildə nəşr edilmiş 25 *Actinomyces* növü təsvir edilmişdir (Cədvəl). Bunlardan 13 növün təsviri yalnız bu əsrdə baş vermişdir. [2]

Cədvəl.

<i>Actinomyces</i> növləri	
Növlər	Təsvir ili
<i>A. israelii</i>	1896
<i>A. naeslundii</i>	1951
<i>A. odontolyticus</i>	1958
<i>A. viscosus</i>	1969
<i>A. meyeri</i>	1984
<i>A. georgiae</i>	1990
<i>A. gerencseriae</i>	1990
<i>A. neuui</i> subsp. <i>neuui</i> and subsp. <i>anitratus</i>	1994
<i>A. radingae</i>	1995
<i>A. turicensis</i>	1995
<i>A. europaeus</i>	1997
<i>A. graevenitzii</i>	1997
<i>A. radidentis</i>	2000
<i>A. urogenitalis</i>	2000
<i>A. funkei</i>	2001
<i>A. cardiffensis</i>	2002
<i>A. hongkongensis</i>	2003
<i>A. nasicola</i>	2003
<i>A. oricola</i>	2003
<i>A. dentalis</i>	2005
<i>A. naeslundii</i> (sensu stricto) ^a	2009
<i>A. oris</i>	2009
<i>A. johnsonii</i>	2009
<i>A. massiliensis</i>	2009
<i>A. timonensis</i>	2010
<i>A. hominis</i>	2010

Kliniki cəhətdən uyğun olan qram-müsbət anaerob çöplər iki filada rast gəlinir: Actinobacteria və Firmicutes. Actinomyces cinsi Aktinobakteriyalara aiddir, Actinomycetaceae ailəsindəki altı nəşildən biridir və hazırda etibarlı şəkildə dərc edilmiş 42 növdən ibarətdir. 16S rRNT gen ardıcılığının müqayisələrinə əsaslanan filogenetik ağac (Şəkil) bootstrap analizi ilə xüsusilə güclü şəkildə dəstəklənməsə də, üç əsas klasterin olduğunu göstərir. Növlərin əksəriyyəti *A. bovisin* daxil olduğu klasterə aiddir. Müvafiq olaraq *A. neuui* və Actinomyces hordeovulneris daxil olan qalan çoxluqlar isə onların yeni cins kimi təklifə zəmanət verib-vermədiyini müəyyən etmək üçün əlavə tədqiq edilməlidir.



Şəkil. 16S rRNT gen ardıcılığıının müqayisəsinə əsaslanan filogenetik ağac *Actinomyces* cinsinin növləri arasında əlaqəni göstərən 1260-dan çox düzlənmiş əsas. Ağac Jukes-Cantor korreksiyasından istifadə edərək düzlənmiş ardıcılıqlardan qurulmuş məsafə matrisindən qonşu-birləşmə metodundan istifadə etməklə yenidən qurulmuşdur. Nömrələr 1000 ağac məlumatlarına əsaslanaraq hər bir filial üçün açılış dəyərlərini təmsil edir.

A. naeslundii /*A. viscosus* qrupunun heterogen olduğu çoxdan məlumdur. *A. viscosus* əvvəlcə hamsterdən təcrid olunmuşdu, lakin sonr ştammları bu növə aid edilmək üçün kifayət qədər fenotipik oxşarlıqla təcrid edilmişdir. DNT-DNT hibridləşdirmə tədqiqatları göstərdi ki, insan *A. viscosus* ştammları əslində *A. viscosus* ilə müqayisədə *A. naeslundii* genospecies 2 ilə daha yaxından əlaqəlidir və *A. viscosus* yalnız heyvanlarda yaşayan ştammları əhatə edir. Əlavə bir genetik homoloji qrup, *A. naeslundii* genospecies WVA963 də təsvir edilmişdir. Multilokus ardıcılığıının təhlili bu qrup daxilindəki əlaqələri daha da aydınlaşdırdı, bu da *A. naeslundii* tərifinin daralmasına və əvvəllər *A. naeslundii* genosunda 2 və *A. johnsonii* ştammlarına təyin edilmiş suşlar

üçün yeni *A. oris* növünün təklifinə gətirib çıxardı. WVA963 genospsiyasına aid edilmişdir. Bu işlərə baxmayaraq, insan şammları *A. viscosus*-a təyin olunmağa davam etdi və mövcud sxemdə onların aid olduğu taksonu müəyyən etmək çox vaxt çətindir. Bununla belə, bu şammların əksəriyyətinin *A. oris* üzvləri olması ehtimal olunur. Bu araşdırmanın qalan hissəsi üçün "*A. viscosus*" bu növ kimi müəyyən edilmiş insan şammları ilə bağlı taksonomik qeyri-müəyyənliyi xatırlatmaq üçün dırnaq içərisində işarələnmişdir.

Bu cinsin üzvlərinin taksonomik yenidən qiymətləndirilməsi bəzi növlərin *Actinobaculum suis* (əvvəllər *Actinomyces suis*), *Cellulomonas humilata* (əvvəllər *Actinomyces humiferus*), *Trueperella bernardiae* (əvvəllər *Actinomyces humiferus*) kimi digər cinslərə aid edilməsinə səbəb olmuşdur) *bernardiae* və *Trueperella pyogenes* (əvvəllər *Actinomyces pyogenes* və *Arcanobacterium pyogenes*). Heyvan mənşəli *Actinobaculum suis* ilə yanaşı, üç insan *Actinomyces* oxşar növü də yeni növ *Actinobaculum schaalii*, *Actinobaculum massiliae* (sonradan *A. massiliense*-ə düzəldilmiş) və *Actinobaculum urinale* kimi təsvir edilmişdir.

Bu yaxınlarda *A. schaalii* və *A. urinale* yeni *Actinotignum* cinsinə aid edildi və insan qanından bir şamm *Actinotignum sanguinis* kimi təsvir edildi. Sonuncu tədqiqatda iki kultura kolleksiyasından əldə edilən *Actinobaculum massiliense*-nin tip şammı, ilkin təsvir edilmiş şammdan 16S rRNT gen ardıcılığının müqayisəsi əsasında filogenetik cəhətdən fərqli olduğu aşkar edilmişdir. Hazırda kultura kolleksiyalarında saxlanılan *A. massiliense* tipli şammın *A. schaalii* ilə sıx əlaqəli olduğu görünür. İnsan infeksiyalarından təcrid olunmuş bir qrup *Actinomyces* kimi şammların *Actinomycetaceae* ailəsi daxilində yeni bir cinsi, *Varibaculum*u təmsil etdiyi aşkar edilmişdir. "*Actinomyces lingnae*" və "*Actinomyces houstonensis*" adlı yeni növlər Clarridge və Zhang tərəfindən təklif edilmişdir, lakin təsvirlər natamam olduğundan və şammlar kultura kolleksiyalarında saxlanılmadığından, təkliflər təsdiqlənməmişdir.

Son vaxtlara qədər təsvir edilən bütün *Actinomyces* növləri məməlilərlə əlaqəli mikrobiotadan təcrid olunurdu. Rao və başqaları *Actinomyces naturae*-ni xlorlu həlledici ilə çirkənlənmiş qrunut sularından təcrid etmişdir. Bu növün böyüməsi üçün optimal temperatur 30°C-dən 37°C-ə qədər, ilkin mənbənin heyvan ola biləcəyini göstərir.

Baxmayaraq ki, yuxarıda sadalandığı kimi, son illərdə təklif olunan bir sıra yeni *Actinomyces* növləri mövcud olsa da, 16S rRNT genlərini birbaşa hədəf alan kulturadan asılı olmayan tədqiqatlar yeni *Actinomyces* taksonlarını təmsil edən ardıcılıqları aşkar etmişdir. [2,3]

ƏDƏBİYYAT

1. Qasimova, H.S. Abşeronun neftlə çirkənlənmiş torpaqlarından ayrılmış aktinomisetlərin antibiotik fəallığı. // H.S. Qasimova, T.Ə. Babayeva, F.R. Əhmədova, BDU-nun Xəbərləri, – 2001, –№4, –48-52 s.
2. Гасанова, С.А. Актиномицеты-продуценты биологически активных веществ (стимуляторы роста растений), выделенные из некоторых типов почв Азербайджана // С.А. Гасанова, - Автореф. дис. канд. биол. наук. –Баку, –2003, –22 с.
3. Гаузе, Г.Ф. Определитель актиномицетов. // Г.Ф.Гаузе, Т.П.Преображенская, М.А.Свешникова Л.П. [и др.] –М.: Наука, –1983. –248 с.

РЕЗЮМЕ

АКТИНОМИЦЕТЫ И РОДСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗМЫ ПРИ ИНФЕКЦИЯХ ЧЕЛОВЕКА

Алиева Г.Р.

Ключевые слова: актиномицеты, актиномикоз, эндогенная инфекция, микробиота, систематика, штамм, грамположительный, культура

Actinomyces israelii издавна известен как возбудитель актиномикоза. За последние три десятилетия было описано большое количество новых видов *Actinomyces*. Их может быть трудно обнаружить, идентифицировать и распознать как патогены в лабораториях клинической микробиологии. С применением передовых молекулярных методов расширяются знания об их

клиническом значении и расширяется спектр заболеваний, связанных с актиномицетами и актиномицетоподобными организмами соответственно; например, *Actinomyces meyeri*, *Actinomyces neuui* и *Actinomyces turicensis*, а также *Actinotignum* (ранее *Actinobaculum*) *schaalii* становятся важными причинами специфических инфекций в различных участках тела. В настоящем исследовании мы собрали эту информацию, чтобы предоставить всеобъемлющий и микробиологически последовательный обзор важности *Actinomyces* и некоторых близкородственных таксонов при инфекциях человека.

SUMMARY

ACTINOMYCETES AND RELATED ORGANISMS IN HUMAN INFECTIONS

Aliyeva G.R.

Keywords: *actinomycetes, actinomycosis, endogenous, infection, microbiota, taxonomy, strain, gram-positive, culture*

Actinomyces israelii has long been known as the causative agent of actinomycosis. A large number of new *Actinomyces* species have been described in the last 3 decades. They can be difficult to detect, identify and recognize as pathogens in clinical microbiology laboratories. With the application of advanced molecular techniques, knowledge of their clinical significance is increasing, and the spectrum of diseases associated with *Actinomyces* and *Actinomyces*-like organisms is expanding, respectively; for example, *Actinomyces meyeri*, *Actinomyces neuui*, and *Actinomyces turicensis*, as well as *Actinotignum* (formerly *Actinobaculum*) *schaalii*, are emerging as important causes of specific infections in various body sites. In the present study, we have compiled this information to provide a comprehensive and microbiologically consistent overview of the importance of *Actinomyces* and some closely related taxa in human infections.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.09.2023
	Son variant	30.11.2023

IV SƏNAYE İNQİLABI VƏ SÜNİ İNTELLEKT

¹ƏHMƏDOV MƏHƏMMƏD AYDIN oğlu [ORCID](#)

²HÜSEYNOV AQİL HƏMİD oğlu [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, 1,2-professor

aqil.55@mail.ru

Açar sözlər: süni intellekt, sənaye inqilabı, avtonom robotlar, əşya interneti, kompüter modelləşdirilməsi

İnsanlar mütəmadi olaraq öz fəaliyyətlərində fiziki və əqli funksiyalarının yüksəldilməsi, istiqamətində yeni axtarışlar etmiş və müəyyən nəticələrə nail olmuşlar. Göstərilən istiqamətlərdə əldə edilmiş nailiyyətlərin hər biri digərinin daha da inkişaf etdirilməsi üçün stimül yaratmış və onlar qarşılıqlı əlaqədə bir-birini tamamlamışdır. Həyata keçirilən elmi, təşkilatı və praktiki işlər tarixdə sənaye inqilabları kimi formalaşdırılmış və öyrənilmişdir. Hal-hazırda dünya elmi və sənayesi IV Sənaye inqilabının astanasındadır.

IV sənaye inqilabının əsas vəzifələri və perspektivlərini izah etməmişdən əvvəl ona kimi inkişaf etmiş və müəyyən nailiyyətləri ilə fərqlənən sənaye inqilablarına qısa ekskurs edək.

1. Sənaye inqilablarının inkişaf tarixi

I Sənaye inqilabı (XVIII əsrin sonları), əl əməyindən maşınlarla əmək alətlərinə keçid. 1-ci Sənaye inqilabının əsas atributları: mexaniki tikiş dəzgahı və buxar maşınları. Təbiidir ki, göstərilən əmək alətləri insanların fiziki qabiliyyətlərini, funksiyalarını yüksəltməklə bərabər onların əqli fəaliyyətlərində də yeniliklərin, vərdişlərin yaranmasında müsbət rol oynadı.

II Sənaye inqilabı (XIX əsrin sonu XX əsrin ortalarına qədər). Əsas atributları: konveyerli istehsal, elektrik stansiyaları, közərmə işıq lampaları, elektron lampaları, telefon, elektron-hesablama maşınları və s.

III Sənaye inqilabı (XX əsrin ortalarından). Əsas atributları: tranzistor integral sxemlər, prosessor, mikroprosessor, komputer, internet, rəqəmli kamera, məntiqi kontrollerlər və s. 3-cü sənaye inqilabı 1960-cı ildən başlayır. Şərti olaraq başlanğıc kimi ona ilk məntiqi proqramlaşdırılan kontrollerlər, yüksək məhsuldarlıqlı komputerlər və sənaye robotlarını aid edirlər.

Göstərilən sənaye inqilablarının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onların üçüdə hər hansı yeni qurğunun, istehsal növünün, hesablayıcı elementlərin və ən əsası insanların əqli və fiziki qabiliyyətlərinin yüksəldilməsinə xidmət edirlər.

IV Sənaye inqilabı [1] 3-cüdə iki əsas məqsədlə fərqlənir: rəqəm, fiziki və bioloji aləmlər arasındakı fərqlər yox olur; texnologiyalar çox sürətlə dəyişilir, inkişaf edir.

IV Sənaye inqilabının əvvəlkilərdən əsas fərqi ondan ibarətdir ki, onun haqqında hər hansı bir məlumatı əldə etmək üçün açar sözlərdən deyil və yaxın gələcəkdə elmi işləmələrdən və sınaqlardan çıxacaq açar texnologiyalar terminindən istifadə olunacaqdır. Həmin açar texnologiyalarına aşağıdakıların aid etmək olar:

1. BÖYÜK VERİLƏNLƏR ANALİTİKASI
2. SÜNİ İNTELLEKT
3. AVTONOM FƏALİYYƏT GÖSTƏRƏN ROBOTLAR
4. AVTONOM NƏQLİYYAT VƏ PILOTSUZ UÇAN APPARATLAR
5. BULUD HESABLAMALARI
6. KVANT HESABLAMALARI
7. ƏŞYA INTERNETİ

8. VIRTUAL REALLIQ
9. KOMPUTER MODELƏŞDİRİLMƏSİ VƏ SIMULYATORLAR
10. ÜÇ ÖLÇÜLÜ ÇAP
11. ÇAP ELEKTRONİKASI
12. NANO VƏ NEYROTEKNOLOGİYALAR
13. INFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ
14. KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK

2019-cu ildə keçirilən Beynəlxalq İqtisadi forumun materillərində bəzi istiqamətlər üzrə artıq inqilabın başlanması öz əksini tapmışdır (siyahıda kursivlə göstərilmişdir).

Göstərilir ki, başlanan 4-cü Sənaye inqilabı xüsusən 3,4,7,9 punktlarındakı istiqamətlərdə artıq qəanətbəxş nəticələrə nail olmaqdadır. Onlardan Əşya interneti texnologiyası xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Əşya interneti ağıllı fiziki obyektlər (əşyalar) arasında qarşılıqlı əlaqədə verilənlərin ötürülməsini və istifadəsini təmin edən şəbəkə konsepsiyasıdır. Əşya interneti qurğularına nümunə kimi aşağıdakıları göstərmək olar: ağıllı mobil telefonlar, soyuducular, saatlar, yanğın siqnalizasiyası, tibbi vericilər, təhlükəsizlik sistemləri və s.

Əşya interneti termini dedikdə elə kollektiv şəbəkə nəzərdə tutulur ki, ona qoşulmuş qurğu və texnologiyalar sərbəst şəkildə, asanlıqla qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərə bilirlər.

Çisko kompaniyasının analitikləri hesab edirlər ki, Əşya internetinin yaranma tarixi 2008 və 2009-cu illərə təsadüf edir. Beləki həmin dövrdə qlobal şəbəkəyə qoşulan qurğu və texnologiyaların sayı yer kürəsinin əhalisinin sayını ötüb keçib və beləliklə << İnsan internetindən >> Əşya internetinə keçid baş vermişdir.

Sənaye inqilablarının yaranma tarixlərini, vəzifələrini və nailiyyətlərini müqayisəli analiz etdikdə aşağıdakı əsas nəticələri göstərmək olar.

1.Bütün sənaye inqilabları tarixi zərurət nəticəsində baş vermişdir və aşağıdakı faktorlarla bağlıdır: yeni istehsal sahələrinin yaranması və inkişafı (toxuçuluq sənayesi, metallurgiya, buxar maşınları); sənayeləşdirmə, yəni aqrar iqtisadiyyatdan sənaye istehsalına keçid (maşınqayırma, nəqliyyat, rabitə, kimya və s.); sosial dəyişikliklər (sosial strukturlarda yeniliklər, təhsil, urbanizasiya).

2.İstənilən sənaye inqilabının əsas məqsədi insanların həyat tərzinin yaxşıya doğru dəyişməsinə xidmət etməkdir və onun əqli və fiziki fəaliyyətlərinin funksiyalarının yüksəldilməsi istiqamətində yanaşmaların işlənməsinin, tətbiqinin həyata keçirilməsidir.

3.Bütün Sənaye inqilablarında qismən də olsa süni intellektin hər hansısa elementlərindən istifadə etməklə insana xas olan yaradıcı funksiyaların maşın imitasiyaları yerinə yetirilir. Odur ki, süni intellekt texnologiyalarının Sənaye inqilablarının lokonotivi hesab etmək olar. Xüsusən də III Sənaye inqilabından başlayaraq Süni intellekt növbəti inqilabların aparıcı texnologiyası rolunu oynayır və digər mütərəqqi texnologiyalar məhz onun inkişafına xidmət edirlər.

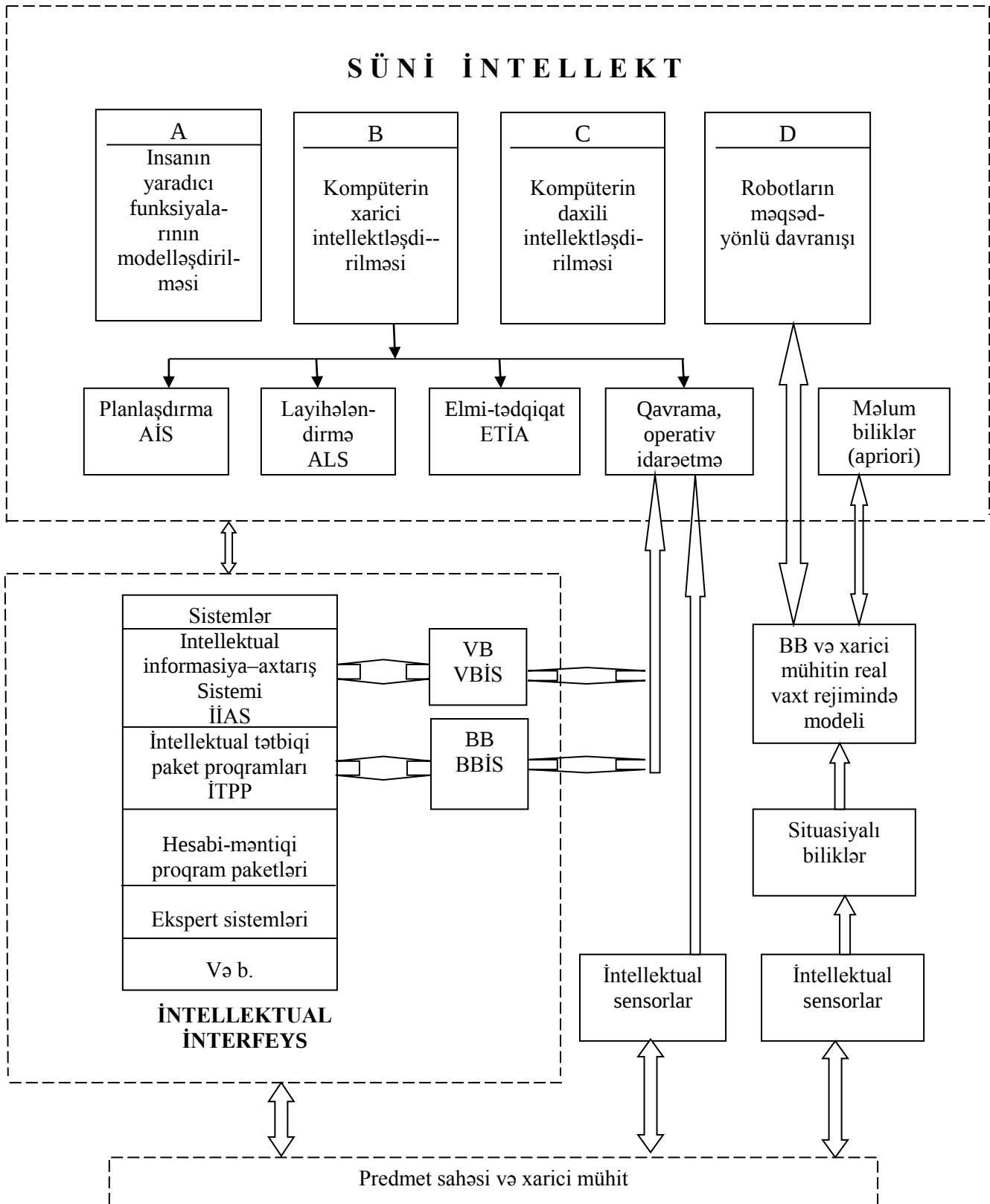
Göstərilənləri nəzərə alaraq məqalədə süni intellektin tədqiqat istiqamətlərinə baxılır.

2. Süni intellektin əsas tədqiqat istiqamətləri

Süni intellekt bir elm sahəsi kimi XX əsrin ortalarından başlayaraq komputer texnikası və texnologiyalarının sürətli inkişafı mərhələsində formalaşmağa başlamışdır. Keçmiş SSRİ məkanında 1974-cü ildə akademik G.S.Pospelov və professor Д.А.Pospelovun rəhbərliyi ilə SSRİ EA-nın nəzdində Süni intellekt problemləri üzrə bölmə yaradılmışdır. Bu bölmənin fəaliyyəti nəticəsində 1975 və 1977- ci illərdə Süni intellekt üzrə Tiflis və Repino şəhərlərində iki Beynəlxalq konfranslar keçirilmişdir. Bu forumlarda süni intellekt üzrə dünya miqyaslı alimlər iştirak etmişlər: İ.Makkarti, M.Arbib, Л.Задә, Д.Денат, Д.Мики, İ. Mur, Nilson, П.Binston, К. Хуинрт, Э.Fredkin, Э.Sandeval, К.Simon və b. Belə bir mötəbər forumda Süni intellket problemlərinin mövcud vəziyyəti, nailiyyətləri və perspektivləri araşdırılmış və bu sahədə yerinə yetiriləcək elmi-tədqiqat işlərinin yol xəritəsi işlənmişdir.

Məqalədə göstərilən istiqamətdə ötən dövrdə yerinə yetirilən işlərin qısa xülasəsinə baxılır, əldə edilmiş nəticələr və inkişaf perspektivləri araşdırılır.

Şəkildə Süni intellektin əsas tədqiqat istiqamətlərinin klassik struktru verilmişdir [2,3]



Şəkil. Süni intellektin əsas tədqiqat istiqamətlərinin klassik strukturu

A istiqaməti süni intellektin digər istiqamətlərindən əvvəl öyrənilməyə başlanmışdır və əsasən insana xas olan yaradıcı funksiyaların, xüsusən də oyun məsələlərinin (şahmat, dama, domino və s.) proqram modullarının avtomatik sintezi, musiqi əsərlərinin analizi və sintezi kimi problemlərin həllini nəzərdə tutur. Məhz bu nöqteyi-nəzərdən Süni intellekt termini yaranmışdır. Bu istiqamətin əsas məqsədi həmin dövrdə elm və texnikanın mövcud

nailiyyətlərindən istifadə etməklə insanın və digər canlıların müxtəlif funksiyalarını imitasiya etməyə qadir olan qurğuların (fiziki modellərin) yaradılması idi. Baxmayaraq ki, bu istiqamətdə, xüsusən də ordu sahəsində müəyyən nailiyyətlər əldə edildi (gəcəgörmə aparatları, təsvirlərin oxunması və emalı və s.), komputer texnikası və texnologiyalarının sürətli inkişafı, yeni alqoritmik, proqram, texniki təminatların meydana gəlməsi, süni intellektin A istiqamətinin yeganə olmadığı ideyasını aktuallaşdırdı.

Yeni nəsil komputerlərin yaranması bir-birini hərtərəfli tamamlayan süni intellektin B və C tədqiqat istiqamətlərinin inkişafına rəvac verdi. Beləki müasir geniş funksional imkanlara malik komputerlərin yaradılması, onların daxili və xarici intellektləşdirilməsinin yüksək səviyyəsi, Süni intellekt texnologiyalarının elm və texnikanın müxtəlif sahələrində planlaşdırma, layihələndirmə, elmi-tədqiqat fəaliyyəti, operativ idarəetmə və digər sahələrdə geniş tətbiqini təmin etdi.

Süni intellektin B və C tədqiqat istiqamətlərinin qarşılıqlı əlaqədə inkişafında, onun klassik strukturundakı intellektual interfeysin xüsusi rolunu qeyd etmək lazımdır. Kompüter texnikası və texnologiyalarının inkişafı mərhələlərində-ilk, terminal müdaxiləli və yeni informasiya emalı texnologiyalarının ən müsbət xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən İntellektual interfeys müxtəlif peşə sahiblərinin özlərinə xas olan peşə dillərində Süni intellekt texnologiyaları ilə ünsiyyətdə olmalarına və onun nailiyyətlərindən istifadə etməyə imkan verir. Bu məqsədlə uzun dövrlər ərzində inkişaf edərək formalaşmış intellektual sistemlər-informasiya axtarış, tətbiqi paket proqramları, hesabi-məntiqi proqram paketləri, ekspert və s., intellektual interfeysin tərkibinə daxil edilmişdir.

Süni intellektin müasir dövrdə ən aktual istiqamətlərindən biri qeyri-müəyyənlik şəraitində məqsədyönlü davranışı təmin edən, daxili və xarici mühitlərdə baş verən situasiyalara adaptasiya olunaraq qoyulmuş məqsədə nail olan intellektual robotların alqoritmik, proqram və texniki təminatlarının yaradılmasıdır. Süni intellekt texnologiyasının D istiqaməti göstərilən məsələlərin həlli istiqamətində elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi problemlərinin həlli ilə məşğul olur.

Süni intellektin tədqiqat istiqamətlərinin klassik strukturunun təkmilləşdirilməsi istiqamətində əsas məsələ onun intellektual interfeysinə müasir intellektual sistemlərlə bərabər, müasir, xüsusən də Soft Computing texnologiyaları ilə zənginləşdirilməsidir. (qeyri-səlis məntiq, Neyron şəbəkələri, öyrətmə nəzəriyyəsi, genetik alqoritmlər və s.).

Sənaye inqilablarının yaranması, inkişafı tarixlərinin və nailiyyətlərinin analizinə, eyni zamanda Süni intellekt texnologiyasının tədqiqat istiqamətlərinin araşdırılmasına əsaslanaraq göstərmək olar ki, bütün hallarda və gözlənilən növbəti sənaye inqilablarında əsas tədqiqat istiqaməti kimi Süni İntellekt texnologiyaları aparıcı rol oynayır və gələcəkdə də aktuallığını itirməyəcəkdir.

Odur ki, məqalədə Süni intellekt texnologiyalarının inkişaf tarixi, növləri, nailiyyətləri və perspektivləri məsələlərinə baxılır.

3. Süni intellektin üç əsas növü

Alan Tyuringə görə: Süni intellekt intellektual maşın, xüsusən də intellektual komputer proqramları yaradan elmi və texniki texnologiyalardır.

Verilənlərin müxtəlif sferalarda emalı sahəsində Süni intellektin alqoritmləri artıq insanın hesablama qabiliyyətini milyon dəfələrlə üstələyir. Həmin alqoritmlər artıq insanın bəzi << yaradıcı >> funksiyalarını da yerinə yetirməyə qadirdir. Ancaq bəzi həll olunmamış problemlər, xüsusən də etik (əxlaqi qaydalar), hələlik mövcuddur.

Artıq Süni intellektin əsas alt sistemi hesab edilən Maşın öyrətmə sistemləri bütün həyatı vacib sahələrdəki prosesləri (bank, tibb, təhlükəsizlik, sənaye və s.) avtomatlaşdırmışdır.

Süni intellektin 3 əsas növünü fərqləndirirlər: zəif, bəsit (A1); güclü, ümumi (AG1) və kollektiv, super (super AG1).

Sənaye inqilablarının bütün dövrlərində A1 növü demək olar ki, bəsit və qismən tam şəkildə realizə edilmişdir. Bu gün üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edən və insanın yaradıcı funksiyalarını qurğu və kompüterlə imitasiya edən çoxlu sayda nümunələr göstərmək olar, o cümlədən: müxtəlif təyinatlı sənaye və intellektual robotlar; sosial şəbəkələrdə reklamlar; sifətin tanınması, səsli assistentlər və s.

AG1 növü insan intellektinin qabiliyyətlərinə maksimum yaxınlaşdırılmış süni intellektir və Turinqin klassik təyinatına uyğun olaraq özünü dərk etmə və nəticədə ümumiləşdirmə qabiliyyəti prinsipinə əsaslanır. Ekspertlərin fikrinə görə AG1 təxminən 2075-ci ilə kimi formalaşdırıla bilər və təxminən 30 ildən sonra da super Süni intellektin formalaşması proqnoz olunur.

Super Süni intellekt sadəcə olaraq insan intellektinə bənzər olmaq deyil, bütün sahələrdə ən ağıllıların intellektual qabiliyyətlərini ötürüb keçməyi nəzərdə tutur. Belə ki, Super Süni intellekt özünü yenidən proqramlaşdıraraq təkmilləşməli və sərbəst şəkildə yeni alqoritmlər və sistemlər işləməlidir.

Süni intellektin növlərinin analizinin nəticələrini ümumiləşdirərək aşağıdakıları göstərmək olar:

1. Süni intellekt insanın təbii intellektindəki proseslərin maşınla, xüsusən də kompüter sistemləri ilə imitasiyasıdır.

2. Süni intellekt aşağıdakı əsas konkret tətbiqi sistemlər ilə təqdim edilir: ekspert, təbii dildə informasiya emalı, danışiq və maşınla görmənin tanınması və s.

3. Hal-hazırda Google Translate proqramı böyük həcmli simvolları tərcümə qabiliyyətinə malikdir. Neyron şəbəkələr konteksti nəzərə almaqla böyük massivlərlə təsvir olunan statistik verilənlərlə əməliyyatları yerinə yetirir. Artıq hind, kitay və ərəb dillərini bilmədən həmin dillərdə yazılmış məqalələri oxuyub qavramaq mümkündür. Süni intellekt alqoritmləri vasitəsi ilə həkimlər müxtəlif xəstəliklərin diaqnozunu təyin edə bilirlər. Çevik neyron şəbəkələrinə əsaslanan alqoritmlər istənilən mövzu üzrə məqalələr generasiya etmək qabiliyyətinə malikdir və s.

Məqalənin sonunda göstərilən istiqamət üzrə SDU-da yerinə yetirilən elmi tədqiqat işlərini nəzərdən keçirək.

Keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq SDU-da (keçmiş Azərbaycan Neft və Kimya institutunun Sumqayıt filialı) həmin dövr üçün xüsusi aktualıq kəsb edən müasir avtomatlaşdırma vasitələrindən (Sənaye robotları və digər mexatron qurğular) istifadə etməklə Robototexniki komplekslərin layihələndirilməsi və Sumqayıt şəhərinin sənaye müəssisələrində tətbiqi məqsədi ilə elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsinə başlandı. Tədqiqat obyektini kimi ilk növbədə Sumqayıt aliminium zavodunun Buxarlandırıcılar istehsalı seçildi. Professor R.Ə.Əliyevin rəhbərliyi ilə institutun müxtəlif təyinatlı kafedralarının əməkdaşları və alimlərindən təşkil edilmiş işçi qrupu yaradıldı. Artıq 1984-cü ildə Cənubi Qafqazda ilk dəfə Buxarlandırıcılar istehsalında aliminium vərəqlərdən paket yaradan və onu yayma dəzgahında prokat edən Robototexniki kompleks layihələndirildi və fəaliyyətdə olan istehsalda müvəffəqiyyətlə tətbiq edildi.

Robototexniki kompleksin real vaxt rejimində fəaliyyətini təmin etmək məqsədi ilə onun komputerli idarəetmə sistemində situasiyalı idarəetmə prinsipindən istifadə etməklə, süni intellektin produksiya qaydalarına əsaslanan alqoritmlər işlənilib tətbiq edildi.

Göstərilən istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri Buxarlandırıcılar istehsalının digər sahələrində də Robototexniki komplekslərin layihələndirilməsi və tətbiqi ilə davam etdirildi.

Paralel olaraq Sumqayıt şəhərinin digər sənaye müəssisələrində də-kompressorlar zavodu, Boru-prokat və s., adı çəkilən komplekslərin layihələndirilməsi və tətbiqi yerinə yetirildi.

Qeyd etmək yerinə düşər ki, aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri ümumiləşdirilərək 14 namizədlik və 6 doktorluq dissertasiyaları müdafiə olunmaqla uyğun elmi dərəcələr alınmış və həmin alimlərin böyük əksəriyyəti hal-hazırda da SDU-da fəaliyyət göstərirlər.

1990-ci illərdəki məlum hadisələrlə bağlı tətbiq istiqamətindəki fəaliyyət dayandırılsa da nəzəri elmi-tədqiqat işləri Mühəndislik fakültəsində bu gün də müvəffəqiyyətlə davam etdirilir. Beləki fakültənin alimləri müasir dövrün tələblərinə uyğun olaraq süni intellektin mütərəqqi texnologiyalarından (Soft Computing) və kompüter modelləşdirilməsi aparatlarından (petri şəbəkəsi, produksiya qaydaları, Freym və məntiqi modellər və s.) istifadə etməklə çevik istehsal sistemlərinin situasiyalı idarə edilməsi istiqamətində (süni intellektin D tədqiqat istiqaməti üzrə) elmi-tədqiqat işlərini davam etdirirlər[3,4]. Yerinə yetirilən elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrinin tədris prosesində tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Eyni zamanda SDU-da Süni intellektin B istiqaməti (komputerin xarici intellektləşdirilməsi) üzrə, xüsusən də avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin yaradılması, intellektuallığının yüksəldilməsi sahəsində müasir texnologiyalardan istifadə etməklə elmi-tədqiqat işləri müvəffəqiyyətlə davam etdirilir [5,6,7].

ƏDƏBİYYAT

1. Комиссаров, А. Технологический ренессанс: Четвертая промышленная революция / Вестник, № 3938 от 14.10.2015.
URL:<http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolutsiya>
2. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии / Г.С.Поспелов. – М.: Наука, –1988. –280 с.
3. Əhmədov, M.A. İnformasiya sistemlərinin avtomatlaşdırılmış modelləşdirilməsi və tədqiqat üsulları / M.A.Əhmədov, H.M.Məhəmmədli. –Sumqayıt: Azəri nəşriyyatı, –2015, –137 s.
4. Ахмедов, М.А., Насирова, Э.А. Инструмент автоматизированного проектирования компьютерной модели ГПМ и ее комплексное исследование компьютерными экспериментами // Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии-2023». ИС&ИТ-2023. – Таганрог, –2023. –с. 218-223
5. Гусейнов, А.Г., Салимова, М.Р. Агентно- ориентированный подход к проектированию гибких производственных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия : Управление, вычислительная техника и информатика. –Астрахань, –2022. –№ 4. –с.35-41. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2022-4-35-41> . EDN DOTFKB.
6. Huseynov, A.H. Agent technology at computing option of flexible manufacture system element and composed structure // Advanced Mathematical Models and Applications. –2016 .V. 1.N.1. – pp.20-27.
7. Mammadov, C.F., Huseynov, A.H., Hasanova, Y.M., Salimova, M.R. Algorithmic and mathematical support for topology research of the corporative networks // Advanced mathematical models & applications. –2022. V.7.N.1. –pp.85-92

РЕЗЮМЕ

IV ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Ахмедов М.А., Гусейнов А.Х.

Ключевые слова: искусственный интеллект, промышленная революция, автономные роботы, Интернет вещей, компьютерное моделирование.

В статье анализируются истории, цели и задачи промышленных революций, рассматриваются их основные признаки и оценивается роль искусственного интеллекта в их развитии. Показано, что начиная с Третьей промышленной революции искусственный интеллект играет роль ведущей

технологии последующих революций, а другие прогрессивные технологии служат его развитию. Поэтому исследованы основные направления исследований и перспективы развития искусственного интеллекта. Сравниваются 3 основных типа искусственного интеллекта и рассматриваются перспективы их развития.

Рассмотрены примеры научно-исследовательских работ, выполняемых в СГУ по направлению применения технологий искусственного интеллекта.

SUMMARY

IV INDUSTRIAL REVOLUTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Ahmadov M.A., Huseynov A.H.

Keywords: *artificial intelligence, industrial revolution, autonomous robots, Internet of things, computer modeling.*

The article analyzes the dates, goals and objectives of industrial revolutions, examines their main features and evaluates the role of artificial intelligence in their development. It is shown that starting from the Third Industrial Revolution, artificial intelligence plays the role of the leading technology of subsequent revolutions, and other advanced technologies serve its development. Therefore, the main directions of research and prospects for the development of artificial intelligence have been studied. The 3 main types of artificial intelligence are compared and the prospects for their development are considered.

Examples of scientific-research works performed at SSU in the direction of application of artificial intelligence technologies are considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.09.2023
	Son variant	03.11.2023

UOT 57-1

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_67

DÖVLƏTİN İQTİSADI VƏ MALİYYƏ PROSESLƏRİNDƏ RİYAZİYYATIN TƏTBİQİ VƏ AVTOMATLAŞDIRMANIN ROLU

İSGƏNDƏROV ƏLƏSGƏR ƏLƏKBƏR oğlu [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, professor

Elesger_54@mail.ru

Açar sözlər: iqtisadiyyat, riyazi iqtisadiyyat, iqtisadi model, iqtisadi proqramlaşdırma, maliyyə proqramlaşdırılması, inkişafın proqnozlaşdırılması, büdcə xərcləri, işsizlik.

Giriş. *Riyazi iqtisadiyyat* - nəzəri və praktiki fəaliyyətin elə sahəsidir ki, burada iqtisadi obyektlərin, hadisələrin və proseslərin riyazi formalaşdırılmış şəkildə öyrənilməsi yerinə yetirilir. Burada həm həndəsi, həm diferensial və integral, həm də digər hesablama üsullarından istifadə etməklə cəbri və diferensial tənliklər qurulur və həll olunur.

Riyaziyyatın dili iqtisadçılara bir çox hipotezalar və hadisələr haqqında müfəssəl və yoxlanıla bilən fərziyyələr tərtib etməyə imkan verir. Hal-hazırda iqtisadi nəzəri əlaqələrin bir çoxu riyazi modellərdə öz əksini tapmışdır.

Riyazi iqtisadiyyat iqtisadi tədqiqat metodlarının bir çoxunun təkmilləşdirilməsinə imkan vermişdir. Bunlara aşağıdakıları misal göstərmək olar:

- *tarazlıq analizi* – burada müxtəlif böyük subyektlər və iqtisadi sistemlər statistik obyektlər kimi qəbul olunur;
- *müqayisəli statistika* – burada eyni səviyyəli vəziyyətlər təhlil edilir;
- *dinamik analiz* – burada müxtəlif vəziyyətlər arasında keçidlərin trayektoriyaları tədqiq olunur.

İqtisadiyyatın riyazi modellərlə verilmə prosesi. İqtisadi hadisələrin və proseslərin riyazi modelləşdirmə metodları hələ XIX əsrdən başlayaraq geniş istifadə olunur. Bunlardan biri diferensial hesablama üsuludur: bu üsulda iqtisadçılar ev təsərrüfatının faydalılığının maksimallaşdırılması məsələsinə baxmışlar. Bu zaman bir çox iqtisadi-tədqiqatçılar riyazi optimallaşdırma üsulları olan *tətbiqi riyaziyyat*, yəni dəyişənlərin optimal qiymətlərinin tapılması metodlarını inkişaf etdirmişlər. Optimallaşdırma üsullarının inkişafı XX əsrin birinci yarısında davam etdirilmişdir. 2000-ci illərin ortalarında hərbi dövrün tələblərinə uyğun olaraq, iqtisadi-riyazi üsullar daha sürətlə inkişaf etmişdir. Bu zaman *oyunlar nəzəriyyəsi* iqtisadi modelləşdirmə sahəsində mühüm alət kimi yaranıb inkişaf etmişdir.

Buna baxmayaraq, iqtisadiyyatın sürətlə sistemləşdirilməsi Keyns, Xayek və digər alimlər tərəfindən geniş tənqid edilmişdir. Onlar hesab edirdilər ki, iqtisadi fəaliyyətin bir çox elementlərini formallaşdırmaq mümkün deyil.

Müasir iqtisadiyyat əsasən *riyazi analiz* və *matrislər cəbri* əsasında inkişaf edir. Bu alətlər həm riyaziyyatın iqtisadçıları, həm də formal surətdə tədqiqat aparan digər mütəxəssislər tərəfindən istifadə edilir. Bəzi məsələlərdə dəyişənlərin sayının çox olması bu məsələlərin həlli üçün riyaziyyatın yeganə mümkün vasitə olmasına səbəb olur. Yəni, həll prosesini hissələrə ayıraraq, analitik şəkildə göstərmək mümkün olan iqtisadi hadisəni riyazi şəkildə araşdırmaq lazımdır.

İqtisadiyyatın riyazi aləti getdikcə mürəkkəbləşir. Bu sahədə olan bilikləri yaxşı başa düşmək üçün geniş surətdə riyazi biliklərə malik olmaq lazımdır. Praktiki olaraq, iqtisadi məsələlər tətbiqi riyaziyyatçılar tərəfindən həll edilir.

İqtisadiyyat və riyaziyyatın əlaqəsi dəqiq müəyyən edilmiş məhdudiyyətlər və qaydalara əsaslanan xüsusi fərziyyələr əsasında qurulur. İqtisadi problemlər qeyri formal şəkildə verilir, amma onların riyazi şəkili ciddi formalaşdırılmış şəkildə salınır.

Formal şəkildə olan iqtisadi modellər aşağıdakı şəkillərdə ola bilər: stoxastik və determinik, həmçinin diskret və kəsilməz formalarda.

Stoxastik modellər – bu modellər təsadüfi proseslər anlayışları ilə ifadə edilir, müşahidə edilən zamana görə dəyişən proseslərin köməyi ilə verilir. İqtisadi ölçmələri olan tədqiqatların çoxu bu proseslərin testləşdirilməsi və onların parametrlərinin qiymətləndirilməsinə həsr edimişdir.

Determinik modellər – bi modellər keyfiyyət nəzəriyyəsi (ictimai seçim) və ya miqdar (məsələn, maliyyə) dəyişənlərinin hiperbolik koordinat sistemində qurulması şəkillərində və ya onlar arasında *funksional əlaqə* şəklində ola bilər.

Keyfiyyət modelləri – bu modellərin dəqiqlikləri az olduqlarına görə, onlar az yayılmışdır. Bu modelə misal kimi *cenari planlaşdırılması* modelini göstərmək olar. Burada mümkün gələcək hadisələrin simulyasiyası baş verir. Bəzi hallarda ədədi olmayan analizdən, yəni *qərar qəbul etmə ağacından* istifadə edilir.

2. İqtisadi modelləşdirmənin mürəkkəbləşmə prosesi. 1930-cu illərin sonunda iqtisadiyyatın riyazi aparatları xeyli genişləndi. İqtisadi tədqiqatlarda *diferensial tənliklərdən* istifadə edilməyə başlandı, *qraflar nəzəriyyəsi qabarıq çoxluqlar* ilə birlikdə istifadə edilirdi. Bu zaman iqtisadi nəzəriyyəyə riyazi metodların tətbiqi ilə yanaşı fizika da əlavə edildi. İqtisadiyyatın riyaziləşdirilməsi ilə birlikdə mexanikadan aksiomatikaya keçid prosesi baş verdi. XXI əsrdə isə aparıcı elmi jurnallarda akademik təşkilatlarda işləyən iqtisadçıların məqalələri daha çox dərc edilməyə başlanmışdır. Son illərdə riyazi ifadələrlə verilmiş məqalələrin sayı 95%-dən 5,8 %-ə düşmüşdür.

Məqalələrdə düsturlara əvvəllər çox yer verilirdi. Son vaxtlar problemlərin formalaşdırılmasında düsturlardan daha az istifadə olunur.

3. İqtisadi məsələlərin proqramlaşdırılması. İqtisadi proqramlaşdırma metodları bütün maliyyə sisteminə aid olan işlərin və onların inkişafını təmin etmək üçün dövlətin strateji səviyyəsinə aid metodlar toplusudur. Bu işlərin yerinə yetirilməsi üçün iqtisadi verilənlərin toplanması, analiz edilməsi və istifadəsini yerinə yetirən proqramlar lazımdır. Bu metodların müxtəlif növləri maliyyə proqramlaşdırmasına da daxildir.

İqtisadi proqramlaşdırma məsələlərinə aşağıdakıları aid etmək olar:

1) İqtisadiyyat kompleksinə aid olan sahələrin hər birinin inkişafı üçün nəzərdə tutulan məqsədlərin yerinə yetirilməsi;

2) Məqsədlərin ierarxiyası sisteminin, yəni dövlət proqramının üstünlük ardıcılıqlarının təyin edilməsi;

3) Büdcə aktivlərinin ən səmərəli istifadə edilmə istiqamətlərinin axtarılması;

4) Ümumi iqtisadi göstəricilər və imkanlar əsasında proqnozların tərtib olunması;

5) Alətlər və məqsədlər arasında uyğunsuzluqların aradan qaldırılması.

İqtisadi proqnozlaşdırmada qısa müddətli (2 ilə qədər), orta müddətli (5 ilə qədər) və uzun müddətli (20 ilə qədər) proqramlardan istifadə olunur. Ümumiyyətlə, iqtisadi proqramlaşdırma məsələləri konkret dövlətin bütün iqtisadi modelinin işlərinə aiddir.

4. Maliyyə proqramlaşdırması və proqnozlaşdırmasının məqsədi və məsələləri. İqtisadi proqramlaşdırmadan fərqli olaraq, maliyyə proqramlaşdırması özünün miqyası və strateji yanaşılması ilə fərqlənir. Amma onların hər ikisinin məsələləri oxşardır. Bu məsələlərə aşağıdakılar aiddir:

1) Müəyyən istiqamətlər üzrə büdcə və xərclərin idarə olunmasının yaxşılaşdırılması;

2) Səmərəsi az olan proqramların müəyyən edilməsi və ilkin dövrlərdə ləğvi;

3) Pül fondlarının planlaşdırılması və onlara nəzarət;

4) Büdcə xərclərinin səmərəliliyinin artırılması.

Proqramlaşdırmanın hansı sahəyə aid olmasından asılı olmayaraq, bu prosesdə sürüşkən şkala prinsipi istifadə edilir. Yəni, müəyyən müddətdən sonra (adətən, bir il) plana yenidən baxılır və ona düzəliş edilir. Bu zaman birinci ilin göstəriciləri büdcə parlamenti tərəfindən təsdiq edilir, bir ildən sonrakı dövrdə isə, xərclərin analizinin nəticələri əsasında, onların miqdarı dəyişilə bilər. Çox zaman 5-illik və 7-illik planlar istifadə edilir. Başqa müddətlər də ola bilər.

5. İqtisadi məsələlərin həlli üçün proqramlaşdırmanın istifadə edilməsi. Proqramlaşdırma metodikasından müxtəlif xüsusiyyətləri olan ölkələrdə istifadə edilir. Məsələn, bu metodika ABŞ-da iqtisadi və maliyyə proqramlaşdırması büdcənin planlaşdırılmasında, Almaniyada- büdcənin maksimal neytrallaşdırılması üçün, Fransada- vəsaitlərin xərclənməsi üçün daha effektiv proqramların seçilməsində istifadə edilir.

İqtisadi məsələlərin həlli üçün bir qayda olaraq, əsas proqramlaşdırma alqoritmindən istifadə edilir. İlk növbədə iqtisadiyyatın müəyyən sahəsinin (və ya sahələrinin) statistik verilənlərinin aktualaşdırılması yerinə yetirilir və onların vəziyyətləri qiymətləndirilir. Sonra isə xarici şəraitin mümkün vəziyyətləri nəzərə alınaraq, iqtisadiyyatın inkişafı üçün proqnoz hazırlanır. Proqnozda xarici, real, cari və qeyd edilmiş sektorlar – valyutanın kursu, infilyasiya, büdcə, pul kütləsinin miqdarı və s. nəzərə alınır. Yeniləşdirilmiş göstəricilər əsasında düzəliş əməliyyatları yerinə yetirilir.

İqtisadi məsələlərin həlli üçün çoxlu sahələr üzrə proqramlaşdırma yerinə yetirilir. Bunlara elm, təhsil, kənd təsərrüfatı, hərbi və digər sahələrin subssidiyalaşdırılması aiddir. Dövlətin maliyyə proqramında büdcə vasitələrinə kapital qoyuluşu və dövlət borclarının faizlərinin verilməsi də yer alır.

Proqramlaşdırmanın səmərəliliyi ən çox bazanın düzgün seçilməsindən asılıdır. Baza “indiyə qədər toplanmış” və “sıfırla başlanan” növlərə malikdir. Birinci halda büdcənin tənzimlənməsi maliyyə ilinin nəticələrinin analizinə əsasən, ikinci halda isə yenidən, bu analiz nəzərə alınmadan, amma yeni vəziyyət və situasiya nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir.

Beləliklə, həm maliyyə, həm də iqtisadi proqramlaşdırmanın məqsədi əsas problemlər olan infilyasiya, büdcənin çatışmazlığı və işsizliyin aradan qaldırılmasıdır. Bu problemlər aradan qaldırıldıqda dövlət digər məqsədləri yerinə yeturə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Malixin, V.İ. İqtisadiyyatda riyaziyyat / V.İ. Malixin. –Bakı: İqtisad Universiteti, –2008, –484 s.
2. Vəliyev, T.S. İnfrastruktur: mahiyyəti, təsnifatı və əhəmiyyəti / T.S.Vəliyev, –Bakı: Elm, – 2000, –82 s.
3. Гафаров, З.М. Применение современного международного транспортного права в Азербайджанской Республике / З.М.Гафаров, Э.А.Алиев. –М.: Олма-Пресс, –2002, –350 с.
4. Могилевкин, И. Мировой транспорт: новые горизонты и новые проблемы // Мировая экономика и международные отношения, –2000, № 9, –с. 29-36

РЕЗЮМЕ

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКИ И РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССАХ ГОСУДАРСТВА

Искендеров А.А.

Ключевые слова: экономика, математическая экономика, экономическая модель, экономическое программирование, финансовое программирование, прогнозирование развития, бюджетные расходы, безработица.

В статье представлена информация о применении математических методов и роль автоматизации в экономических и финансовых исследованиях государства. Приведены пути использования знаний математики при решении экономических задач, информация о процессе обеспечения экономики математическими моделями, процессе экономического моделирования, программировании экономических и финансовых вопросов, прогнозировании развития в этих

областях, о её целях и проблемах. Показано, что основной целью в этом процессе является устранение инфляции, бюджетного дефицита и безработицы.

SUMMARY
**APPLICATION OF MATHEMATICS AND THE ROLE OF AUTOMATION IN ECONOMIC
AND FINANCIAL PROCESSES OF THE STATE**

Isgandarov E.A.

Keywords: *economy, mathematical economy, economic model, economic programming, financial programming, development forecasting, budget expenditures, unemployment.*

The article provides information about the state's policy of applying mathematical knowledge and automation in economic and financial research. Ways of using mathematical knowledge in solving economic problems are shown. Information is provided about the process of providing the economy with mathematical models, the process of economic modeling, programming of economic and financial issues, forecasting development in these areas, its purpose and issues. It is shown that the main goal in this process is to eliminate inflation, budget deficit and unemployment.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.10.2023
	Son variant	30.11.2023

TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN İNTERNET TƏHLÜKƏLƏRİNDƏN QORUMAQ ÜÇÜN PROqram TEXNİKİ VASİTƏLƏRİN YARADILMASI

¹ZEYNALOV CAVANŞİR İBRAHİM oğlu

²NƏCƏFOV HƏSƏN TAĞI oğlu

Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan, 1- professor

“Naxçıvan” Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan, 2- dissertant

c.zeynalov@mail.ru, hasan_nacafov@mail.ru

Açar sözlər: internet hücumları, texnoloji kompüter şəbəkələri, telemexaniki sistemlər, virus hücumları, təsadüfi hücumlar, STM32F4XX controller, LPT port.

Giriş. Məlumdur ki, müasir dünyada texnoloji kompüter şəbəkələri adlandırılan sənaye şəbəkələri sürətlə inkişaf etməkdədir. Texnoloji kompüter şəbəkələrinin və SCADA sistemlərinin ilkin variantları “Telemexaniki sistemlər” sistemləridir. “Telemexanika” sözü ilk dəfə fransız alimi E. Branli tərəfindən 1905-ci ildə işlədilmişdir. İlk telemexaniki sistemlər hərəkət edən hərbi hissələrin idarə edilməsi məqsədi ilə istifadə edilmişdir. Telemexaniki sistemlərin teleölçü və telesignalizasiya kimi sadə funksiyaları olmuşdur [1]. Öz inkişafı nəticəsində bu sistemlər SCADA və texnoloji kompüter şəbəkələrinə çevrilmişdir və bu şəbəkələr korporativ şəbəkələrlə inteqrasiyaya girmədən fəaliyyət göstərə bilmir. İdarəetmənin strukturunda bir çox hallarda qlobal Internet şəbəkəsindən istifadə edilir [2].

Neftçixarma müəssisələri üçün də müxtəlif təyinatlı telemexaniki, SCADA və ya texnoloji sistemlər yaradılmışdır [3]. Neftçixarma üçün yaradılan telemexaniki sistemlərin ilkin variantları öz dövrünün texniki və proqram vasitələri əsasında yaradılmışdır. Zaman keçdikcə bu sistemlərdə mürəkkəb proqram texniki vasitələr tətbiq edilməyə başlamışdır. Bu sistemlərin müasir variantları əsasən paylanmış strukturlu naqilsiz nəzarət, idarəetmə və diaqnostika sistemləridir [4, 5]. Müasir dövrdə neftçixarma müəssisələri üçün sistemlər yaradılarkən müasir informasiya, monitoring, diaqnostika texnologiyalarından istifadə edilməkdədir [6].

Müasir dünyada texnoloji proseslərə münasibət dəyişmişdir. Bu eyni zamanda əsasən Internet üzərindən gələn kiber təhlükələrlə bağlı riskləri artırır [2, 7].

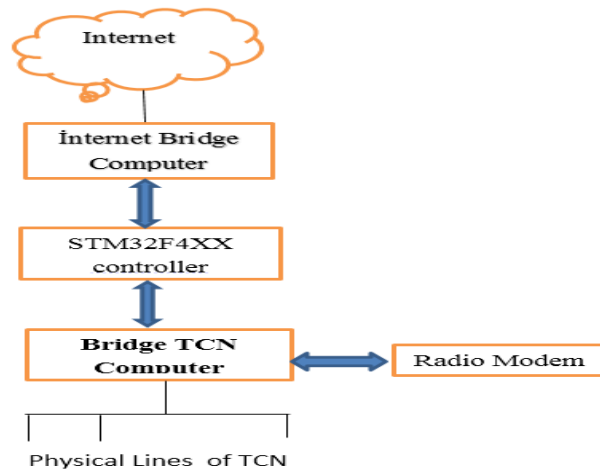
Sənaye müəssisələrində kiber hücumların obyektləri proqramla idarə edilə bilən komponentlər ola bilər. Sənaye obyektlərinin, texnoloji proseslərin idarəetmə sistemlərinə müxtəlif mənbələrdən hücumlar ola bilər:

- Sistemin özündən baş verən daxili hücumlar. Əməkdaşlar tərəfindən (bilərəkdən və ya bilməyərəkdən viruslanmış kartlardan və s. istifadə etməklə, oyunlardan və ya əyləncəli proqramlardan istifadə etməklə), təchizatçılar və s. kimi sistemlə əlaqəsi ola bilən insanlar tərəfindən;

- Digər hücumlara aid etmək olar: Təsadüfi xarakterli daxili və ya xarici hücumlar; Müəssisə rəhbərliyi ilə narazılığı olan əməkdaşlar və ya əlaqədar şəxslər tərəfindən ; Xakerlər tərəfindən müxtəlif maraqlar xatirinə; Virus yaradıcıları tərəfindən; Sistem xaricindən məqsədyönlü hücumlar; Kriminal qruplar və terrorçular tərəfindən; Xarici dövlətlərin kəşfiyyat orqanları tərəfindən və s.

İdarəetmə obyektlərinə və sistemlərinə olan kiber hücumlar təşkil edənlər qarşılarına adətən müxtəlif məqsədləri qoyurlar [7].

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, idarəetmə sistemlərinə olan kiber hücumlar əsasən müəssisənin İnternetə birləşdirilmiş məlumat şəbəkəsindən standart protokollar və vasitələrdən istifadə etməklə daxil olur.



Şəkil 1. Qlobal İnternet və ya korporativ şəbəkə ilə texnoloji kompüter şəbəkəsi arasında qeyri standart körpü.

Məqalənin yazılmasından məqsəd texnoloji kompüter şəbəkələri ilə qlobal İnternet şəbəkəsi arasında qeyri standart proqram texniki körpü yaratmaqdır (şəkil 1).

2. Məsələnin qoyuluşu.

Məlumdur ki, konkret bir istehsal və ya texnoloji proses üçün risklər qiymətləndirilərkən bəzi təhlükə tiplərini ayırmaq olar [8-11]:

- Prosesin idarəetmə sistemində məsafədən qeyri – qanuni giriş;
- Ofisin korporativ şəbəkəsindən baş verən İnternet mənbəli hücumlar;
- Texnoloji kompüter şəbəkəsinin zəif yerlərinin axtarılması ilə baş verən və peşəkar qruplar tərəfindən baş verən hücumlar;
- (D) Dos hücumları;
- İstismar heyətinin səhvləri ilə əlaqədar olan və ya istismar heyətinin sobataj halları (istismar heyətinin qəsdən törətdiyi hücumlar);
- Obyekt kontrollerlərinə göndərilən idarəetmə komandalarının tutularaq oxunması və məqsədyönlü şəkildə dəyişdirilməsi;
- Sistem resurslarına qeyri qanuni giriş;
- Şəbəkə qurğularına hücumlar;
- Texniki nasazlıq və fors major halları və s.

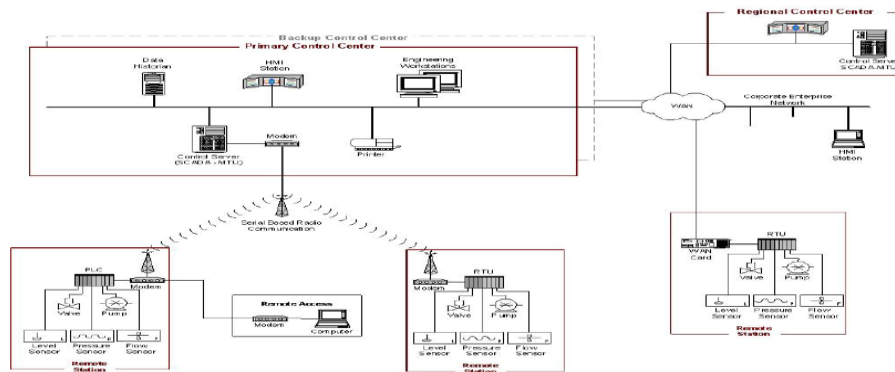
Xakerlər getdikcə daha çox professional vərdislərə və biliklərə yiyələnirlər. Onların hücumlarının metodları daha çox genişlənir. Ona görə də texnoloji sistemlərin və sənaye sistemlərinin müdafiəsi ilə məşğul olan qruplar müntəzəm olaraq müxtəlif mənbələri analiz edirlər, şəbəkələrdə və İnternetdə baş verən anomal halları araşdırırlar [12]. Son zamanlar texnoloji kompüter şəbəkələrinin və SCADA sistemlərinin kiber hücumlardan qorunması üçün müxtəlif səviyyələrdə ciddi işlər aparılmalıdır. Bu məqsədlə sistemlərin təhlükəsizliyinə aid müxtəlif standartlar müqayisə edilməkdədir [13, 14]. Müasir dövrdə kiber təhlükəsizliyin təmin edilməsi daimi, kəsilməz proses kimi yerinə yetirilən siyasətdən, prosedur və proqram təminatlarından, avadanlıqlardan ibarətdir. Artıq bu məsələ ilə təkə ayrı-ayrı qruplar və təşkilatlar deyil, bütöv dövlət orqanları, dövlətlər məşğul olmağa başlamışlar.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin qərarı ilə 2012-ci ildə ölkədə informasiya proseslərinin mühafizəsi, sabitliyi və fasiləsizliyi, dövlət orqanlarının informasiya ehtiyatlarının qorunması, bu sahədə təhdidlərin qarşısının alınması, təhlili və qabaqlanması üçün dövlət və qeyri-dövlət informasiya infrastrukturu subyektlərinin, onların istifadəçilərinin fəaliyyətinin

əlaqələndirilməsi, kibertəhlükəsizlik sahəsində risklərin qiymətləndirilməsi və idarə olunması, ümummilli hazırlığın və maarifləndirmənin təmin edilməsi üçün Xüsusi Dövlət Mühafizə Xidməti yaradılmışdır [15]. Xidmətin qarşısında xüsusi dövlət, mobil xüsusi dövlət və dövlətlərarası hökumət rabitəsinin, dövlət orqanları, dövlətə məxsus olan hüquqi şəxslər, o cümlədən Azərbaycan Respublikasının Prezidenti tərəfindən yaradılan publik hüquqi şəxslər (bundan sonra – dövlət qurumları) üçün xüsusi təyinatlı informasiya-telekommunikasiya sistemlərinin və şəbəkələrinin, idarələrarası elektron sənəd dövriyyəsinin, *dövlət qurumlarının* internet şəbəkəsi ilə əlaqəsinin, onların internet informasiya resurslarının məlumat və resurs mərkəzində yerləşdirilməsinin təşkilini, istismarını, təhlükəsizliyini və inkişafını təmin etmək, dövlət mühafizəsi obyektlərinin və mühafizə olunan obyektlərin təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədi qoyulmuşdur.

Şəkil 2-də SCADA sistemlərinin ümumiləşmiş sxemi verilmişdir. Şəkil 2-dən göründüyü kimi idarəetmə mərkəzi ilə texnoloji proseslər arasında müxtəlif rabitə vasitələri, o cümlədən İnternet rabitə istifadə edilə bilər və istifadə edilir. Beləliklə, İnternetin özü və idarəetmə mərkəzlərinin lokal şəbəkələri texnoloji prosesləri idarə edən proqram texniki vasitələr üçün təhlükə mənbəyidir.

Məqalənin yazılmasından qarşıya qoyulan məqsəd texnoloji, sənaye proseslərinin kompüter şəbəkələri ilə global İnternet şəbəkəsi arasında qeyri standart mübadilə protokolu vasitəsi ilə proqram texniki körpü yaratmaqdır.



Şəkil 2. SCADA sistemlərinin ümumiləşmiş sxemi.

3. Məsələnin həlli.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yaradılacaq körpü şəkil 1-də vermiş sadə sxem əsasında qurulur. Burada İnternet Bridge Kompüter bir tərəfdən İnternetlə, digər tərəfdən STM32F4XX controllerlə qeyri standart rabitəni təmin edir. İnternetdən gələn, texnoloji prosesin idarəetmə sistemi ilə əlaqədar olan məlumatlar bu kompüterdə qəbul edilir. Burada məlumatların, əməllərin tanınması prosesi həyata keçirilir. Texnoloji prosesin idarəetmə sisteminə ötürmək üçün informasiya sisteminə qeyri standart protokolla ötürülməli məlumatlar hazırlanır və ötürülür.

STM32F4XX kontrolleri müxtəlif idarəetmə sistemlərinin texnoloji proses və texniki obyektlərlə əlaqəsini təmin etmək üçün geniş istifadə edilməkdədir [16, 17].

Bu kontrollerin 100 giriş-çıxış siqnalları vardır. Hər hansı bir xarici qurğu ilə rabitə zamanı bir neçə siqnaldan istifadə etmək zərurəti yaranırsa və ya bir neçə giriş çıxış eyni vaxtda istifadə edilməklə bir qurğu ilə rabitəni təmin edirsə, bu giriş-çıxışlar bir məntiqi ad altında birləşirlər. Məsələn, kontrollerin PB12, PB13, PB14, PB15 giriş və çıxışları Serial Peripheral Interface(SPI) protokolunu [18, 19] təmin edə bilən hər hansı bir xarici qurğu ilə rabitə yaratmaq üçün birləşmişlər. Kontrollerin PA8, PB12, PC9 giriş və çıxışları Inter-Integrated Circuit (İ2C) protokolu ilə birləşə, xarici qurğularla rabitəni təmin etmək üçün bir yerdə istifadə edilir [20]. Bu protokolla təmin edilmiş istənilən qurğu kontrollerə birləşdirilə bilər. Aparılan eksperimentlər zamanı bu giriş-çıxışlar hərəkətin izlənməsi qurğusu (MPU 9250) ilə rabitəni təmin etmək üçün istifadə edilmişdir [21]. Kontrollerin PC10 və PC11 giriş və çıxışları UART (RS485) protokolu ilə rabitəni təmin edə

bilən qurğularla məlumat mübadiləsi zamanı istifadə edilmişdir. Aparılan eksperimentlər zamanı bu giriş çıxışlardan kompüter ilə məlumat mübadiləsi məqsədi ilə istifadə edilmişdir [22].

Şəkil 1-də verilmiş TCN Bridge Kompüter aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- STM32F4XX controllerlə qeyri standart rabitəni təmin edir;
- Texnoloji kompüter şəbəkəsi ilə müxtəlif kanallarla rabitəni təmin edir;
- Qlobal İnternet şəbəkəsi ilə ötürüləcək məlumatlar qeyri standart protolol vasitəsi ilə ötürülmək üçün hazırlanır və ötürülür;
- İnternet şəbəkəsindən qəbul edilən və texnoloji kompüter şəbəkəsinin, texnoloji proseslərin idarə etmə sistemi üçün nəzərdə tutulan məlumatlar və əmrlər formalaşdırılaraq TKKŞ-in idarəetmə sistemlərinə ötürülür.

Beləliklə, sistemdə iki körpü kompüter vardır. Bu kompüterlərin STM32F4XX kontrollerləri ilə rabitəni yaratmaq üçün LPT portlarından istifadə edilmişdir və hər kompüterdə bir LPT port üzərindən ikitərəfli protokol işlənmişdir[23]. Birinci LPT portun 16-lıq say sistemində ünvanları 378H-37FH, ikinci LPT portun 16-lıq say sistemində ünvanları 278H-27FH-dır. Bu portla SM32F4XX kontrollerləri arasında rabitə yaratmaq üçün hər kompüterin LPT portuna 10 ədəd GPIO ikitərəfli ikilik giriş çıxış pinləri ayırmaq kifayətdir. İnternet Bridge Kompüter üçün ayrılan pinləri İ1-İ10 adlandıraraq. TCN Bridge Kompüter üçün ayrılan pinləri T1-T10 adlandıraraq. Bu 10 sayda pinlərin 8-i verilənləri yazmaq və ya oxumaq üçün, ikisi isə mübadiləni sinxronlaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər.

Şəkil 3.1-də birləşdirici kabelin sxemi verilmişdir.

Göstərilən texniki vasitələrdən istifadə etməklə körpünün sürətlə işləyən protokolunu yaratmaq olar. Bir baytın ötürülməsi və qəbul edilməsi alqoritmləri aşağıda verilmişdir. Bu alqoritmlər əsasında istənilən sayda məlumat mübadiləsi həyata keçirilə bilər. Yaradılan protokolun sürəti STM32F4XX prosessorunun sürətinin onda biri qədər ola bilər.

	Kontroller			LPT
1	C0	-	15	S3 9-cu
2	D0	-	2	1-ci pin
3	D1	-	3	2-ci pin
4	D2	-	4	3-cü pin
5	D3	-	5	4-cü pin
6	D4	-	6	5-ci pin
7	D5	-	7	6-cı pin
8	D6	-	8	7-ci pin
9	D7	-	9	8-ci pin
11	S7	-	16	10-cu pin
12	S5 "0"	-	25	
13	S6 "1"	-	17	
18	Ground	-	18	
...	...	-	...	
25	Ground	-	25	

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq STM kontrollerindən istifadə etməklə Texnoloji Korporativ Kompüter şəbəkəsinin yuxarı və aşağı hissələri arasında təhlükəsiz rabitəni təmin etmək olar.

Nəticə. Məqalədə verilmiş proqram texniki vasitələrin müxtəlif variantları yaradılaraq analoji məqsədlər üçün istifadə edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Горюнов, А.Г. Телеконтроль и телеуправление / А.Г.Горюнов, –Томск, – 2013. –23 с.
2. Чертков, А. Кибербезопасность промышленной автоматизации // Control engineering. Россия, –2017. –№ 2(68), –с.22-25.
3. Абдуллаев, А.А. Телемеханические комплексы для нефтяной промышленности / А.А.Абдуллаев, А.А.Джавадов, А.А.Левин [и др.] –М.: Недра, –1982. –200 с.
4. Тагиров, Д.Н. Беспроводная нефтедобыча. Опыт СНГ / «ИСУП», –2015, № 2(56), –8 с.
5. Рзаев, А.Г. Автоматизация процессов нефтедобычи штанговыми глубинными насосами с применением помехотехнологий // Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti “Neftqazəlməhdqatlayihə” İnstitutu, Elmi Əsərlər . –2012, № 4, –с.76-80
6. Алиев, Т.А. Алгоритмы диагностики неисправностей штанговых глубинно-насосных установок / Т.А.Алиев, О.Г.Нусратов, Г.А.Гулуев [и др.] // Мехатроника, автоматизация, управление, Т.16, № 5, –2015. –с.314-320
7. Защита систем от кибер атак // Schneider Electric. Выпуск № 36, апрель, –2011, –с.110.
8. Лопухов, И. Промышленные сети в условиях возросших киберугроз. СТА 4, 2014, с. 6-10
9. Сергей Воробьев. Глубокая защита промышленного сетевого периметра. СТА 4, 2017, с. 26-33.
10. Nabiyev, Babak R.. Application of clustering methods network traffic for detecting DDOS attacks. Problems of information technology, 2018, №1, 98–107.
11. Федотов А.М. Информационная безопасность в корпоративной сети // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций / ВИНТИ. - М.: ВИНТИ, 2008. - N 2. - С.88-101.
12. URL: <https://www.t-systems.com/us/en/solutions/security/targeted-cyber-attack-prevention-with-it-security-391864>
13. Teodor Sommestad, Göran N. Ericsson,, Jakob Nordlander. SCADA System Cyber Security – A Comparison of Standards.
URL: https://www.researchgate.net/publication/224179264_SCADA_system_cyber_security_-_A_comparison_of_standards
14. Charles Kim. Cyber-Defensive Architecture for Networked Industrial Control Systems. International Journal of Engineering and Applied Computer Science (IJEACS), Volume: 02, Issue: 01, January 2017, pp. 1-9.
15. “İnformasiya təhlükəsizliyi sahəsində fəaliyyətin təkmilləşdirilməsi tədbirləri haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2012-ci il 26 sentyabr tarixli 708 nömrəli Fərmanı. URL: <http://e-qanun.gov.az/framework/24353>
16. RM0090. Reference manual
URL:https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/reference_manual/3d/6d/5a/66/b4/99/40/d4/DM00031020.pdf/files/DM00031020.pdf/jcr:content/translations/en.DM00031020.pdf.1745.p
17. STM32CubeMX.presentation.pdf. 220 p.
18. Basics of the spi communication protocol.URL: <http://www.circuitbasics.com/basics-of-the-spi-communication-protocol/>.
19. SPI: Overview and Use of the PICmicro Serial Peripheral Interface. 46 p.
20. Basics of UART Communication. URL: <https://web.stanford.edu/class/cs140e/notes/lec4/uart-basics.pdf>.
21. MPU-9250 Register Map and Descriptions Revision 1.4. 55 p.
22. The i2c-bus specification. version 2.1. 46 p.
23. URL:<https://web.archive.org/web/20120301022928/http://retired.beyondlogic.org/spp/parallel.pdf>

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОТ ИНТЕРНЕТ-УГРОЗ

Зейналов.Д.И., Наджафов Г.Т.

Ключевые слова: интернет-атаки, технологические компьютерные сети, телемеханические системы, вирусные атаки, случайные атаки, контроллер STM32F4XX, порт LPT.

Интенсивное развитие технических компьютерных сетей и SCADA-систем неизбежно привело к ускорению процесса интеграции этих сетей с глобальной сетью Интернет. В результате упростилось решение многих задач в технических и производственных процессах, появилась возможность дистанционного управления коллективами предприятий и обслуживающим персоналом. Однако такая ситуация привела и к появлению новых угроз, ранее не существовавших в упомянутых выше системах мониторинга, диагностики и управления. Целевые атаки на конкретные промышленные компании организуются через Интернет различными специализированными группами, хакерами, а в некоторых случаях и государственными структурами. Со временем организаторы кибератак на системы управления технологическими процессами усовершенствовали свои методы и средства, а так же повысили уровень своей квалификации.

В статье рассматриваются мотивы, источники и цели кибератак на технологические компьютерные сети и SCADA. Показано, что обеспечение кибербезопасности является важной задачей и что над этим вопросом работают различные государственные структуры. В статье представлен алгоритм программных и аппаратных средств, гарантирующих не стандартный обмен между этими двумя сетями для защиты технических компьютерных сетей от атак, которые могут осуществляться через Интернет.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF SOFTWARE AND HARDWARE TOOLS FOR PROTECTING TECHNOLOGICAL PROCESSES FROM INTERNET THREATS

Zeynalov.J.I., Najafov.H.T.

Key words: internet attacks, technological computer networks, telemechanical systems, virus attacks, random attacks, STM32F4XX controller, LPT port.

The intensive development of technical computer networks and SCADA systems has inevitably led to an acceleration of the process of integration of these networks with the global Internet. As a result, the solution of many problems in technical and production processes has been simplified, and it has become possible to remotely manage enterprise teams and service personnel. However, this situation has also led to the emergence of new threats that did not previously exist in the monitoring, diagnostics and management systems mentioned above. Targeted attacks on specific industrial companies are organized via the Internet by various specialized groups, hackers, and in some cases, government agencies. Over time, the organizers of cyber attacks on process control systems have improved their methods and means, as well as increased the level of their qualifications.

This article discusses the motives, sources and goals of cyber attacks on technological computer networks and SCADA. It is shown that ensuring cyber security is an important task and that various government agencies are working on this issue. The article presents an algorithm of software and hardware that guarantees non-standard exchange between these two networks to protect technical computer networks from attacks that can be carried out via the Internet.

.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.10.2023
	Son variant	22.11.2023

УДК 631.22.014:636.084.75

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_77

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КАПЕЛЬНОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЯ ПТИЦАМ

¹САИТОВ ВИКТОР ЕФИМОВИЧ [ORCID](#)²АЛЛАХВЕРДИЕВ БАХРУЗ АЛЛАХВЕРДИ оглу

ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Россия, профессор

Сумгаитский государственный университет, Азербайджан, старший преподаватель

baxelm@mail.ru

Ключевые слова: вода, капельная поилка, ниппельная поилка, микрокашечная поилка, канал, шарик-толкатель, система поения, самоочищение, толкатель, расход воды.

В настоящей статье рассматриваются особенности использования капельных поилок для поения сельскохозяйственных птиц при их клеточном содержании. Даны сравнительные оценки поилок для сельскохозяйственных птиц разной конструкции. Рекомендована конструкция капельной поилки с двухклапанной системой шарикового типа, которое отвечает ветеринарно-санитарным требованиям птицефабрики.

В наше время птицеводство является наиболее динамичной и значимой отраслью сельскохозяйственного производства, обеспечивающей получение высококачественных диетических продуктов питания – яиц и мяса. Птицеводство считается самым перспективным направлением для бизнеса в сельском хозяйстве. Поэтому, для увеличения эффективности предприятия и повышения качества продукта необходимо провести автоматизацию производственных процессов в птичнике, повысить производительность и надежность машин и оборудования 1,5...2,0 раза, снизить удельную металлоемкость на 10...20%, довести производство яиц на душу населения до 500 шт. и производство мяса птицы в убойном весе на 6,5 млн. тонн [1].

Автоматизация в птицеводстве – это процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам [2].

Для реализации данной задачи в условиях Западной Сибири построены крупные птицеводческие фермы и фабрики, оснащенные необходимым клеточным оборудованием. Однако в связи с внедрением клеточного содержания и кормления птицы возникли трудности с системой их поения.

Несовершенство этого технологического элемента в общей проблеме производства яиц и мяса птицы обусловлено, главным образом, организационными причинами применяемых системы поения. Поэтому в последние годы в птицеводстве Сибири с целью снижения потерь воды и улучшения ветеринарно-санитарного состояния птичников планируют полностью перейти от желобковой системы поения на систему поения клапанного типа, то есть ниппельного или микрокашечного типа.

В настоящее время в Сибири каскадные батареи для молодняка птицы стали оснащать усовершенствованными микрокашечными (БKM-3-04.270, БKM-3-04.500) и ниппельными поилками. Однако даже такое улучшение поилок не лишено недостатков и требует дальнейшего их совершенствования. Из-за большой массивности рычага (по отношению к емкости чаши) и высокого уровня воды при поениях птицы, рычаг потопляется, и вода переливается через края чаши. В ниппельной поилке бывает из-за большого давления воды

на клапан или осадков минеральных солей на седло клапана, из-за чего толкатель прилипает к седлу, у молодняка не хватает усилия клева, чтобы открыть клапан и удовлетворить потребность в воде. Поэтому в результате этого снижается живая масса птицы или наступает ее гибель.

Попадая на пометные настилы из листовой стали, вода вызывает ее интенсивную коррозию и тем самым сокращает срок их службы. Помимо этого, подросший молодняк нередко выбивает микрочашки из водоводных труб, что приводит к затоплению пометных траншей водой, особенно в вечернее и ночное время, когда в птичниках отсутствует обслуживающий персонал.

Каждая поильная установка для сельскохозяйственных птиц предоставляет свои требования к качеству воды. При поении птиц водой должны соблюдаться санитарно-гигиенические требования к питьевой воде [3].

Использование фильтров для очистки воды перед подачей ее в поильную установку обязательно, так как песок или взвешенные вещества могут вывести из строя элементы поилки. Если в исходной воде превышены нормы по жесткости или железу, тогда поилки попросту забиваются и перестают пропускать через себя воду [4, 5, 6].

Учитывая конструктивные недостатки микрочашечных и ниппельных поилок в системе поения птицы, нами были разработаны капельные поилки из нержавеющей стали. Общий вид капельной поилки для сельскохозяйственных птиц с двухклапанной системой шарикового типа представлен на рисунке [7].

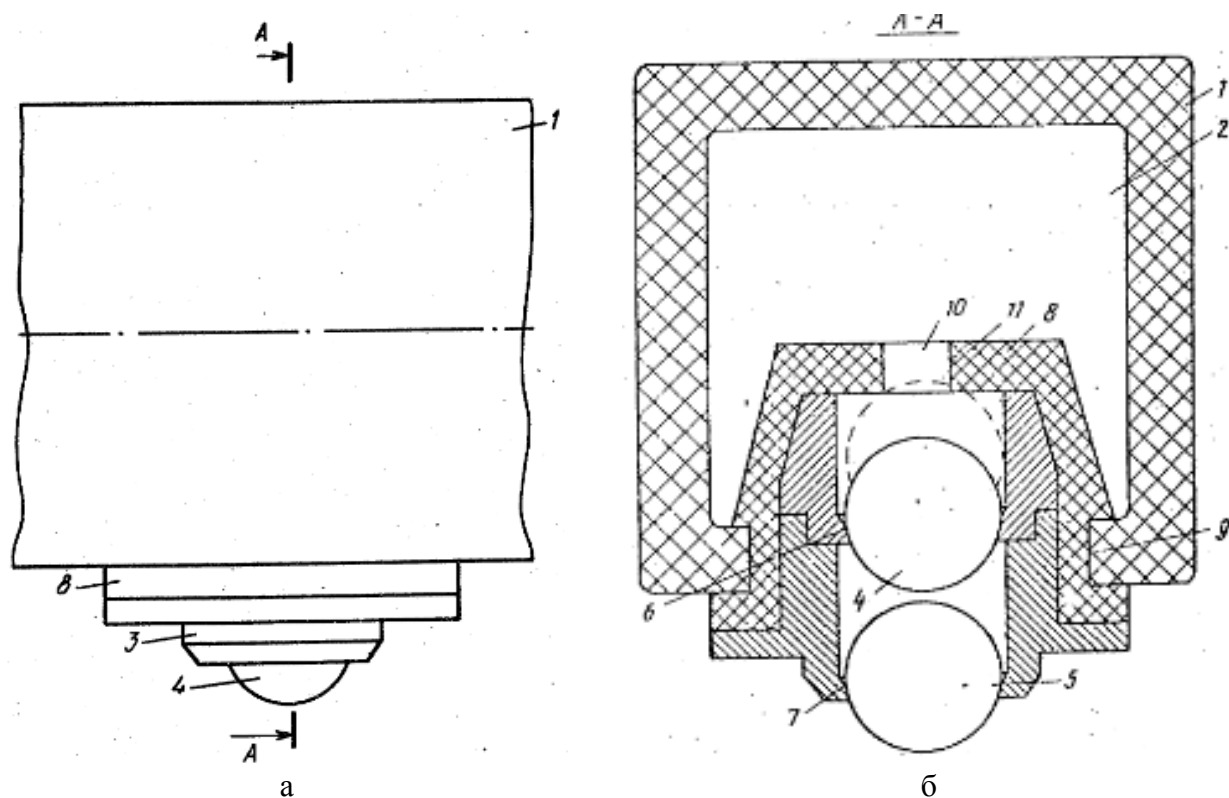


Рисунок. Схематично представленный общий вид капельной поилки для сельскохозяйственных птиц (а) и схема ее конструктивного выполнения в разрезе А-А (б)

Целью разработки было повышение надежности и сокращение потерь воды путем ее порционной подачи и двойного плотного закрывания каналов отверстий поилки. Из-за постоянного вращения шариков при клеве птиц происходит самоочищение контактирующей части отверстия с шариком от осадков минеральных солей.

Поилка для птиц включает корпус 1 с каналом 2 для воды, в котором установлено регулирующее поток воды в канале приспособление 3, выполненное в виде металлического шарика 4 и толкателя 5, выполненного также в виде шарика, размещенных в соответствующих седлах 6 и 7 одинаково диаметра. Приспособление 3 сообщено с корпусом 1 и каналом 2 для воды посредством эластичного уплотнительного элемента 8, который выполнен в виде колпачка. Колпачок плотно насажен на приспособление 3 и снаружи имеет выемку 9, в которую упирается нижний край корпуса 1. Расстояние между металлическими шариками 4 и 5 равно $1/3 \dots 2/5$ расстояния между шариком 4 и стенкой уплотнительного элемента 8. Уплотнительный элемент 8 имеет со стороны канала центральное отверстие 10, диаметр которого меньше диаметра шариков 4 и 5. Соотношение $1/3 \dots 2/5$ обеспечивает ограничение перемещения шарика 4, плотное перекрытие центрального отверстия 10 при полном выдавливании толкателя и получение определенной ограниченной порции воды птицей.

Капельная поилка для птиц с двухклапанной системой шарикового типа работает следующим образом.

Птица клювом ударяет на толкатель 5, при этом он выходит из седла 7, перемещается вверх и отжимает шарик 4 из седла 6, передвигая его к седлу 11. Когда шарик 4 находится между седлами 6 и 11, выпускной и впускной каналы открыты и птица получает воду. При достижении шариком крайнего положения он прижимается к седлу 11 и поток воды перекрывается.

Таким образом, предлагаемая поилка более проста в изготовлении и надежна в эксплуатации, а также экономичны в расходе воды. Это связано с тем, что затраты труда при эксплуатации батареи типа БКМ на проверку работы микрокашечных поилок для птицы у оператора уходит 25...30% рабочего времени, а на проверку работы капельных поилок только 3...5% времени. Капельные поилки полностью автоматизированы, закрыты и удовлетворяют физиологическим потребностям птицы в воде, имеют низкий расход воды, гигиеничны, чем микрокашечные поилки. От применения микрокашечных поилок влажность помета в пометном канале составляет 80%, а от применения капельных поилок влажность помета снижается до 70%. Вследствие этого снижается масса помета и уменьшаются затраты на транспортировку. При этом экономический эффект от применения капельных поилок составляет 3100...3200 руб. на 1000 голов птицы. Анализ сравнительных оценок показывает, что капельные поилки востребованы в наше время и будущее за ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессарабов Б.Ф., Могильда Н.П., Крыканов А.А. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе // Технология производства и переработки, Санкт-Петербург – 2020. – 304 с.
2. Алешкин А.В., Лазько М.В. Автоматизированные системы кормления сельскохозяйственных птиц // Каспий в цифровую эпоху: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием в рамках Международного научного форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития». – Астрахань, 2021. – С. 177-180.
3. Саитов, В.Е. Санитарно-гигиенические требования к питьевой воде для животноводческих ферм / В.Е. Саитов, А.Б. Котюков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 6 (часть 5). - С. 830-833.
4. Саитов, В.Е. Совершенствование устройств очистки воды в животноводческих фермах: Монография / В.Е. Саитов, А.Б. Котюков, П.А. Савиных. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. - 176 с.

5. Сайтов В.Е., Котюков А.Б. Способы модернизации технических средств очистки воды в животноводческих комплексах // Современные наукоемкие технологии. – 2017. - № 4. – С. 49-55.
6. Сайтов В.Е., Котюков А.Б., Сайтов А.В. Совершенствование устройств очистки воды в животноводческих комплексах // Современные проблемы науки и образования. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. – Том XVIII. – С. 69-70.
7. А.с. № 1734611 СССР, МПК А01 К 39/02. Поилка для птиц / Аллахвердиев Б.А., Рассомахин Г.К., Мкртумян В.С.; заявитель и патентообладатель Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 4838542/15; заявл. 12.06.1990; опубл. 23.05.1992, Бюл. № 19.

XÜLASƏ.

QUŞLARA İÇMƏK ÜÇÜN DAMCI SU TƏCHİZATI CİHAZLARININ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ Saitov V.E., Allahverdiyev B.A.

Açar sözlər: *su, damcı Sippy, Məmə Sippy, mikroşəkilli Sippy, kanal, tappet topu, Sippy sistemi, özünü təmizləmə, tappet, su sərfi*

Bu məqalədə kənd təsərrüfat quşlarının qəfəsdə saxlandığı zaman suvarılması üçün damcı içən qurguların istifadəsinin xüsusiyyətləri müzakirə olunur. Müxtəlif konstruksiyaya malik olan damcı içən qurguların müqayisəli qiymətləndirilməsini təqdim etdik. Quşçuluq təsərrüfatının baytarlıq və sanitariya tələblərinə cavab verən iki klapanlı şar tipli sistemə malik damcı içən qurğunun dizaynı tövsiyə olunur.

SUMMARY

IMPROVEMENT OF DRIP WATER SUPPLY DEVICES FOR DRINKING BIRDS

Saitov V.Y., Allahverdiyev B.A.

Keywords: *water, drip drinker, nipple drinker, micro-cup drinker, channel, pusher ball, drinking system, self-cleaning, pusher, water flow*

In this article, the features of the use of drip drinkers for the drinking of farm birds in their cellular content are considered. These are comparative ratings of drinkers for farm birds of different constructions. The recommended design of a drip drinker with a two-valve ball-type system meets the veterinary and sanitary requirements of the poultry farm.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.11.2023
	Son variant	08.12.2023

УДК 621.39.17

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_81

РАЗРАБОТКА ЛЕГКОВЕСНОГО БЛОЧНОГО СИММЕТРИЧНОГО ШИФРА LEA

РЗАЕВ ХАЗАЙЛ НУРАДДИН ОГЛУ ResearcherID (IRID): 20301391

БАГИРОВ ЭЛЬНУР ЯШАР ОГЛУ [ORCID](#)

МАМЕДОВ МУСА ФАМИЛ ОГЛУ [ORCID](#)

*Азербайджанский технический университет, Баку, Азербайджан, 1-доцент
Фогито Тех ООО, Баку, Азербайджан, 2- разработчик программного обеспечения
Кибернет ООО, Баку, Азербайджан, 3- разработчик программного обеспечения
xazail49@mail.ru , info.elnur@yahoo.com , musamammadovv@gmail.com*

Ключевые слова: симметричные криптосистемы, легковесный блочно-симметричный алгоритм шифрования, поля Галуа

Развитие высоких технологий и бурный рост вычислительных ресурсов выдвигают более жесткие требования к механизмам защиты, особенно на основе криптографических преобразований. Проведенные исследования показали, что в смарт технологиях с ограниченными ресурсами необходимо использовать легковесные алгоритмы шифрования. В статье рассматривается реализация легковесного шифра LEA, а также проводится его оценка стойкости.

Введение. Развитие современных технологий и появление полномасштабных квантовых компьютеров требует критического пересмотра требований к уровню криптостойкости алгоритмов, как постквантовой криптографии, так и используемых в киберпространстве и информационно-коммуникационных системах алгоритмов традиционной и несимметричной криптографий. Проводится анализ возможных подходов повышения уровня криптостойкости алгоритмов симметричной криптографии на основе цепей Фейстеля. Одним из перспективных алгоритмов симметричных криптосистем в условиях постквантовой криптографии (постквантовый период) по мнению специалистов, остается алгоритм блочно-симметричного шифрования ГОСТ 28147 основными достоинствами которого являются простота реализации и высокий уровень криптостойкости. Однако в условиях полномасштабного квантового компьютера эффективность криптографической защиты информации на основе симметричных криптосистем (уровень их криптостойкости) может быть поставлен под сомнение из-за возможности реализации атаки на основе алгоритма Гровера, который легко применить для поиска ключа шифрования методом “грубой силы”. Таким образом, особое место среди решаемых задач занимает разработка перспективных методов и алгоритмов криптографического преобразования в постквантовый криптопериод, а также усовершенствование/модификация стандартов симметричной криптографии, для обеспечения практически всех услуг безопасности: конфиденциальности, целостности, аутентичности, и причастности в постквантовый период [1–5]. Кроме этого, актуальной задачей является формирование систем защиты в киберфизических системах на основе смарт-технологий, которые зачастую используют элементы инфраструктуры сигнализации с ограниченными ресурсами [1–7]. Что в свою очередь требуем формирования и разработки симметричных криптосистем на основе легковесных блочно-симметричных шифров [7–11].

Целью статьи является разработка и верификация легковесного блочного симметричного шифра LEA на основе теории полей Галуа.

Для практической реализации легковесного симметричного блочного алгоритма в смарт-чипсетах с ограниченными вычислительными ресурсами предлагается следующий

подход. Предлагаемый основной шаг алгоритма шифрования легковесного блочно-симметричного шифра (ЛБСИШ, LEA) структурно состоит из следующих этапов, основанных на полях Галуа [12]:

1 этап. Формирование сеансовых ключевых данных (секретная матрица суммирования $SUM[i,j]$ ($SUM[i,j] = SUM[j,i]$), секретные ключи $kl_SUM[z]$ для формирования промежуточных матриц суммирования $SUM_nov[i,j]$, секретные раундовые ключи $kl[i]$, $N1, N2$ -входные данные из поля $GF(2^n)$)

2 этап. Формирование секретной промежуточной матрицы $SUM_nov[i,j]$ используя секретную матрицу суммирования $SUM[i,j]$ и секретный ключ $kl_SUM[i]$: $SUM_nov[i,j] = SUM[i,j] + kl_SUM[z]$

3 этап. Сложение с ключом. Младшая часть преобразуемого блока складывается с ключом $kl[i]$ используя матрицу сложения $SUM_nov[i,j]$ которая была создана на втором этапе: $S = N1 + kl[i] = SUM_nov[N1, kl[i]]$

4 этап. Использование блока замены (поблочная замена). Значение S полученное на предыдущем этапе преобразуется в значение SS используя соответствующий блок замены $H[i,j]$: $SS = H[i,S]$

5 этап. Сложение. Значение SS , полученное на шаге складывается со старшей половиной $N2$ преобразуемого блока.

$$SSS = SS + N2 = SUM_nov[SS, N2]$$

6 этап. Сдвиг по цепочке: младшая часть превращаемого блока сдвигается на место старшей, а на ее место помещается результат выполнения предыдущего шага: $N2 = N1$; $N1 = SSS$.

Структурная схема предложенного основного шага легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования представлена на рис. 1.

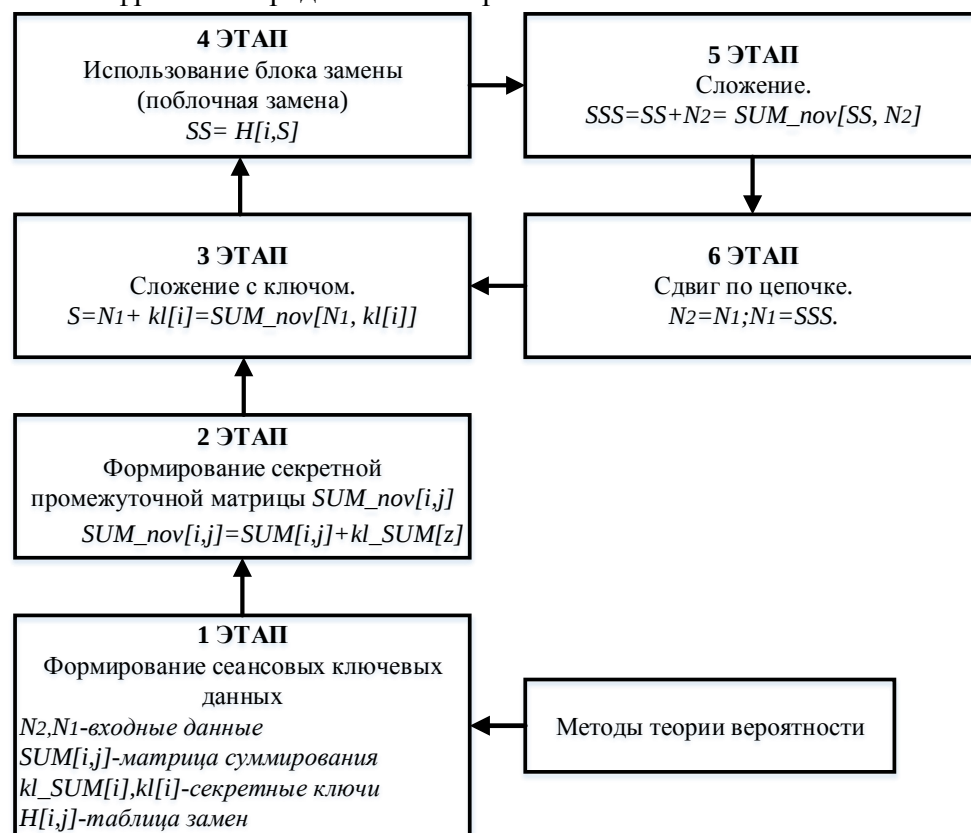


Рис. 1. Структурная схема основного шага предложенного ЛБСИШ

Таким образом блок-схема основного шага предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования LEA представлена на рис. 2.

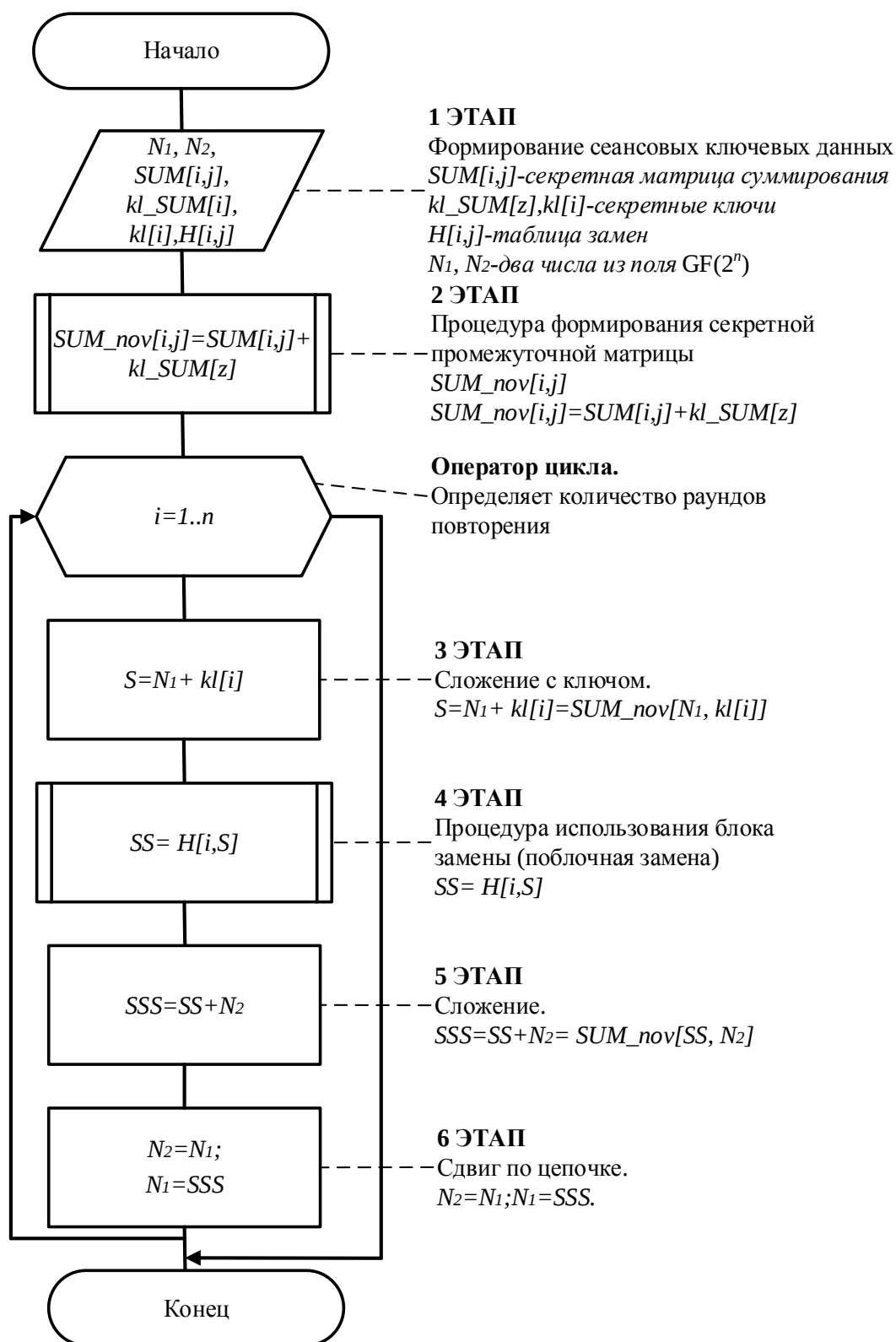


Рис. 2. Блок-схема основного шага предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования LEA

Тогда структуру предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования можно описать многораундовой схемой, представленной на рис. 3. Входные

данные V_d разбиваются на блоки длиной $2*n$, которые в дальнейшем будут использоваться для формирования промежуточных данных N_1 и N_2 принадлежащие полю $GF(2^n)$.

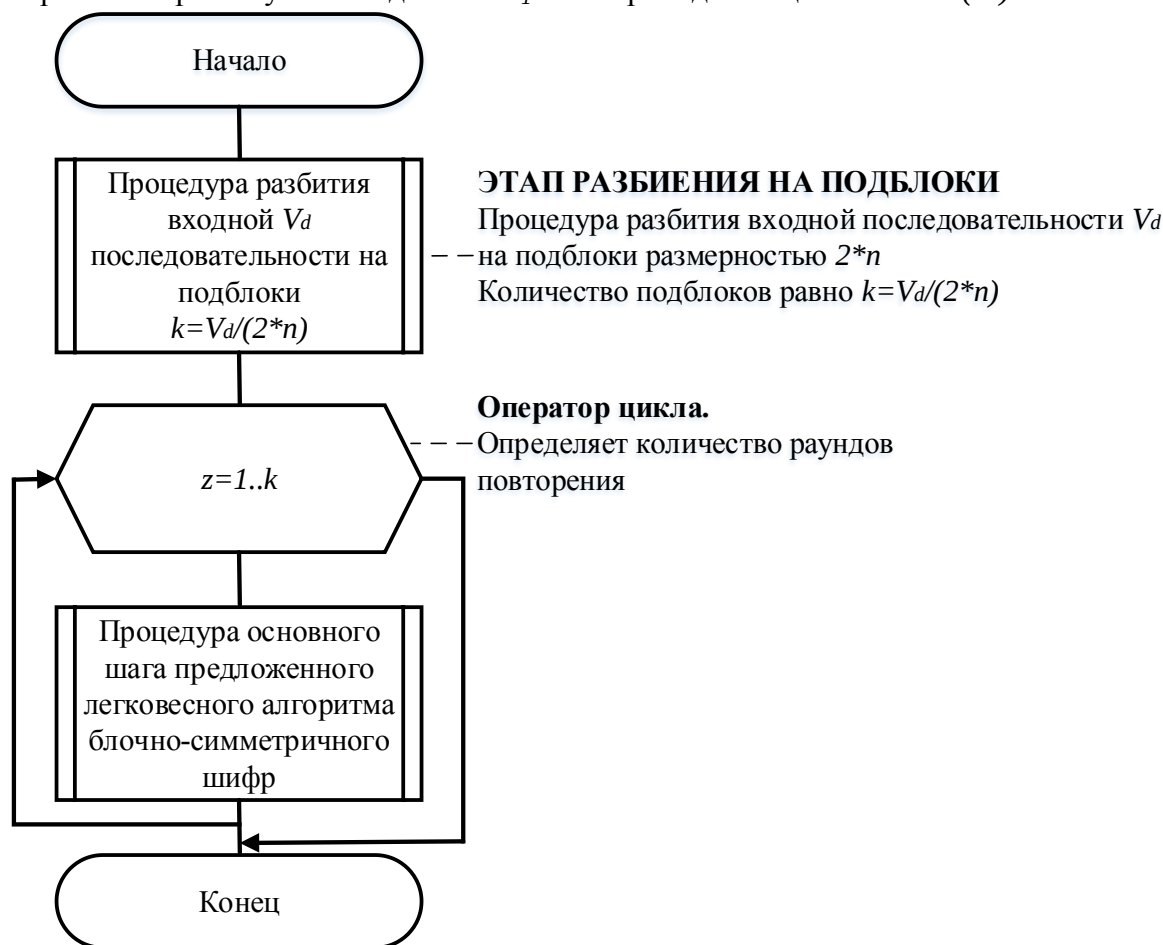


Рис. 3. Структуру предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования

Основным достоинством предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования LEA, является отсутствие сложных математических операций. Каждое действие (этап) в предложенном алгоритме являет собой операцию присвоения заранее вычисленных двумерных массивов, таких как $SUM_nov[i,j]$ и $SUM[i,j]$.

Недостатком предложенного алгоритма является необходимость хранения матрицы сложения размером $(2^n) \times (2^n)$ состоящая из элементов поля $GF(2^n)$.

Для поля $GF(2^4)$ -256 элементов, для поля $GF(2^5)$ -1024 элемента), а так же матриц перестановок для каждого из подблоков и ключей для формирования промежуточных матриц сложения для каждого из подблока.

Для ускорения работы предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования LEA секретные промежуточные матрицы $SUM_nov[i,j]$ возможно рассчитывать заранее и обращаться к ним по необходимости в зависимости от ключа $kl_SUM[z]$. Для поля $GF(2^4)$ таких матриц будет 16 (все возможные ключевые данные $kl_SUM[z]$). Размер необходимого пространства будет составлять $16*256*4=16384$ бит (16-количество матриц, 256-количество элементов в матрице, 4-размер элемента матрице в битах).

Предлагаемый основной шаг алгоритма расшифрования легковесного блочно-симметричного шифра LEA структурно состоит из следующих этапов.

1 этап. Формирование сеансовых ключевых данных (секретная матрица суммирования $SUM[i,j]$ ($SUM[i,j] = SUM[j,i]$), секретные ключи $kl_SUM[i]$ для формирования промежуточных матриц суммирования $SUM_nov[i,j]$, секретные раундовые ключи $kl[i]$. $N1$, $N2$ – входные данные из поля $GF(2^n)$

2 этап. Формирование секретной промежуточной матрицы $SUM_nov[i,j]$ используя секретную матрицу суммирования $SUM[i,j]$ и секретный ключ $kl_SUM[i]$: $SUM_nov[i,j] = SUM[i,j] + kl_SUM[i]$

3 этап. Нахождение значения SSS : $SSS = SS + N2 = SUM_nov[SS, N2] = N1$.

4 этап. Нахождение значения $N1$: $N1 = N2$.

5 этап. Нахождение S : $S = N1 + kl[i]$

6 этап. Использование блока замены (поблочная замена). Значение S полученное на предыдущем этапе преобразуется в значение SS используя соответствующий блок замены $H[i,j]$: $SS = H[i,S]$

7 этап. Нахождение значения $N2$: $N2 = SSS + SS = SUM_nov[SSS, SS]$

Структурная схема предложенного основного шага легковесного алгоритма блочно-симметричного расшифрования представлена на рис. 4.

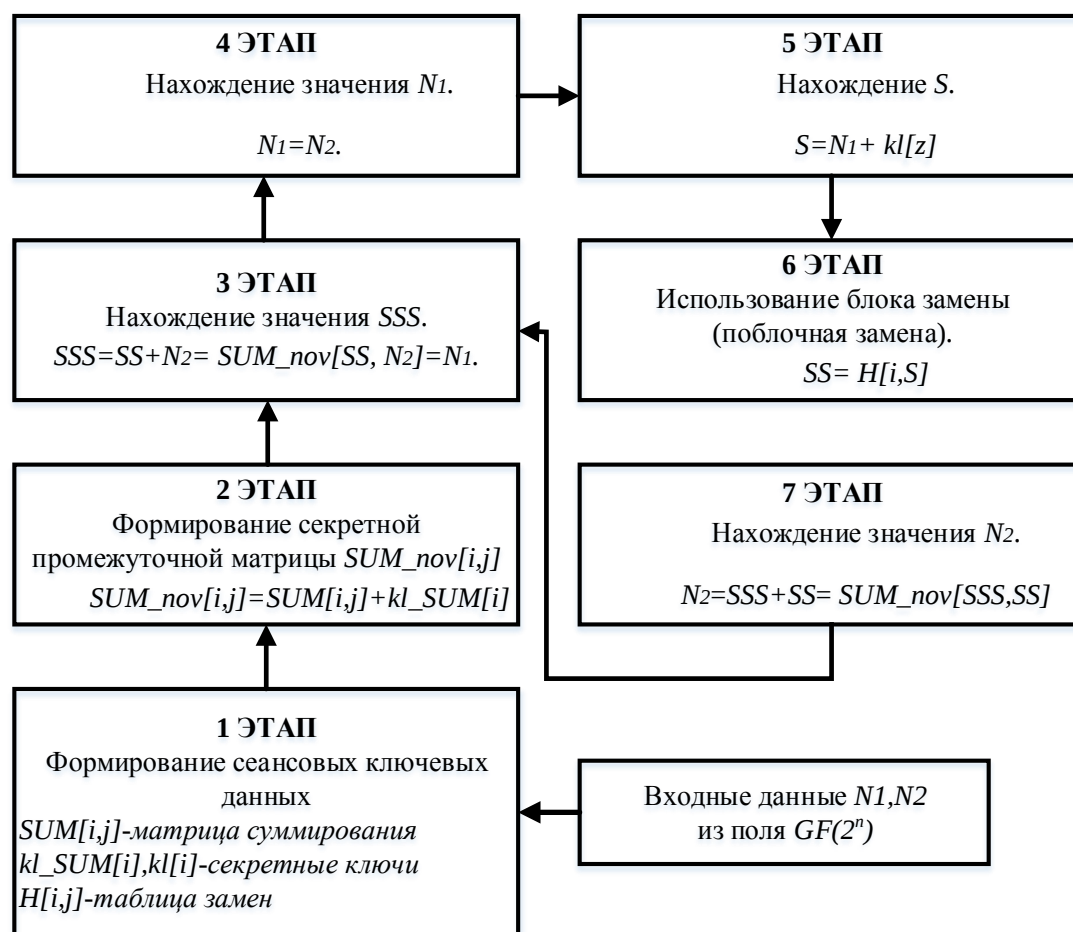


Рис. 4. Структурная схема основного шага легковесного алгоритма блочно-симметричного расшифрования LEA

Основным отличием является формирования входных данных поля Галуа – значения $N2$ для следующего раунда итерации. Такой подход обеспечивает возможность увеличения стойкости предлагаемого легковесного алгоритма шифрования, и в тоже время обеспечивает возможность уменьшения поля Галуа, что и обеспечивает его практическую реализацию.

Таким образом блок-схема основного шага предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования представлена на рис. 5.

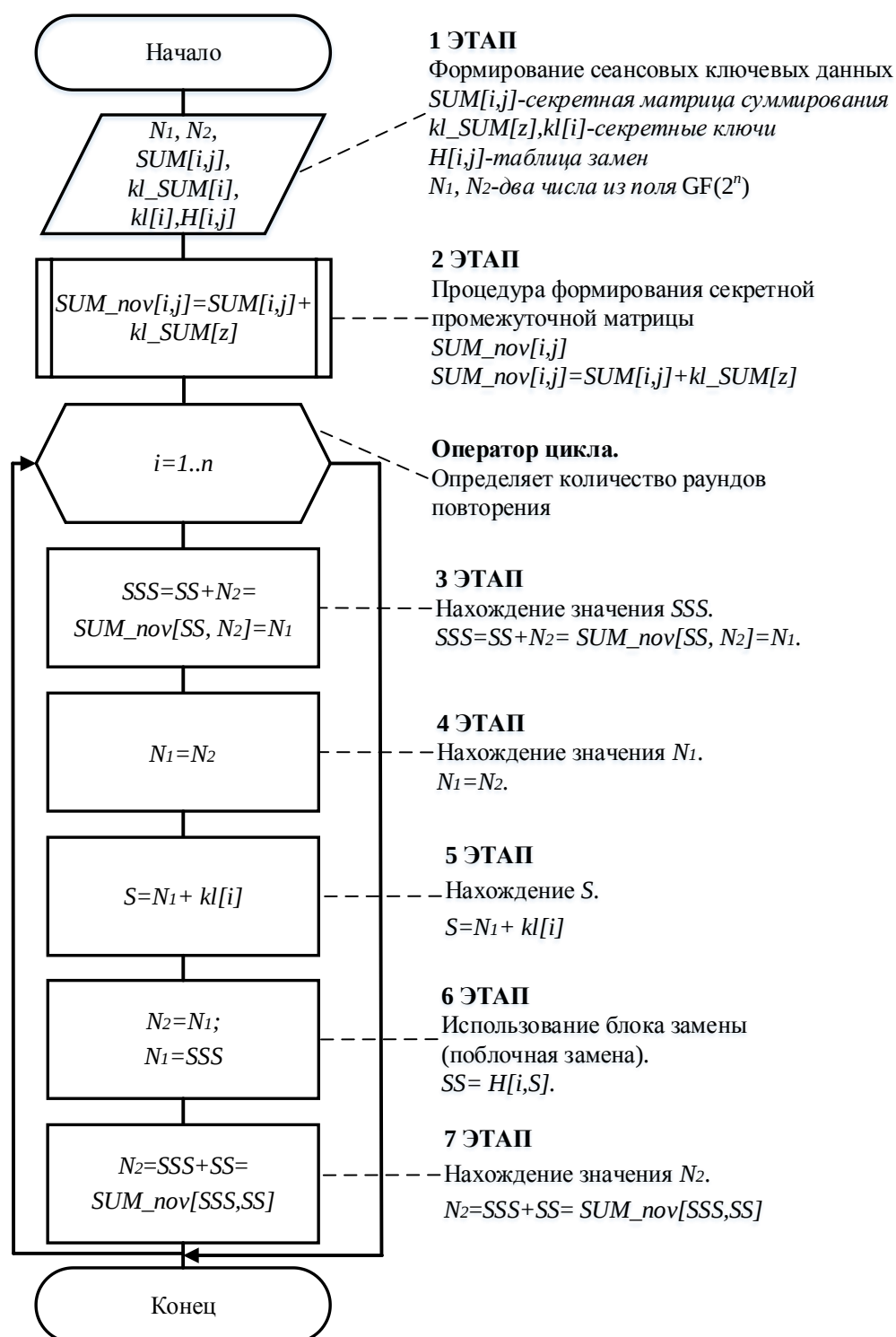


Рис. 5. Блок-схема основного шага предложенного легковесного алгоритма блочно-симметричного шифрования

Таким образом, LEA – это 48 битный симметричный блочный алгоритм. Он поддерживает 60 битный секретный ключ. Количество раундов – 4. Алгоритм имеет структуру сети Фейстеля. Разработанный легковесный алгоритм имеет простую схему

реализации, а преобразования, используемые в данном алгоритме, имеют хорошие криптографические свойства.

Для проведения экспериментальных исследований свойств разработанного шифра использован пакет NIST 822-STS, который позволяет оценить стойкость криптограммы на основе оценки случайности. Структурная схема легковесного алгоритма шифрования на основе расширенных полей Галуа (поле $GF(2^4)$) будет иметь вид представленный на рис. 6.

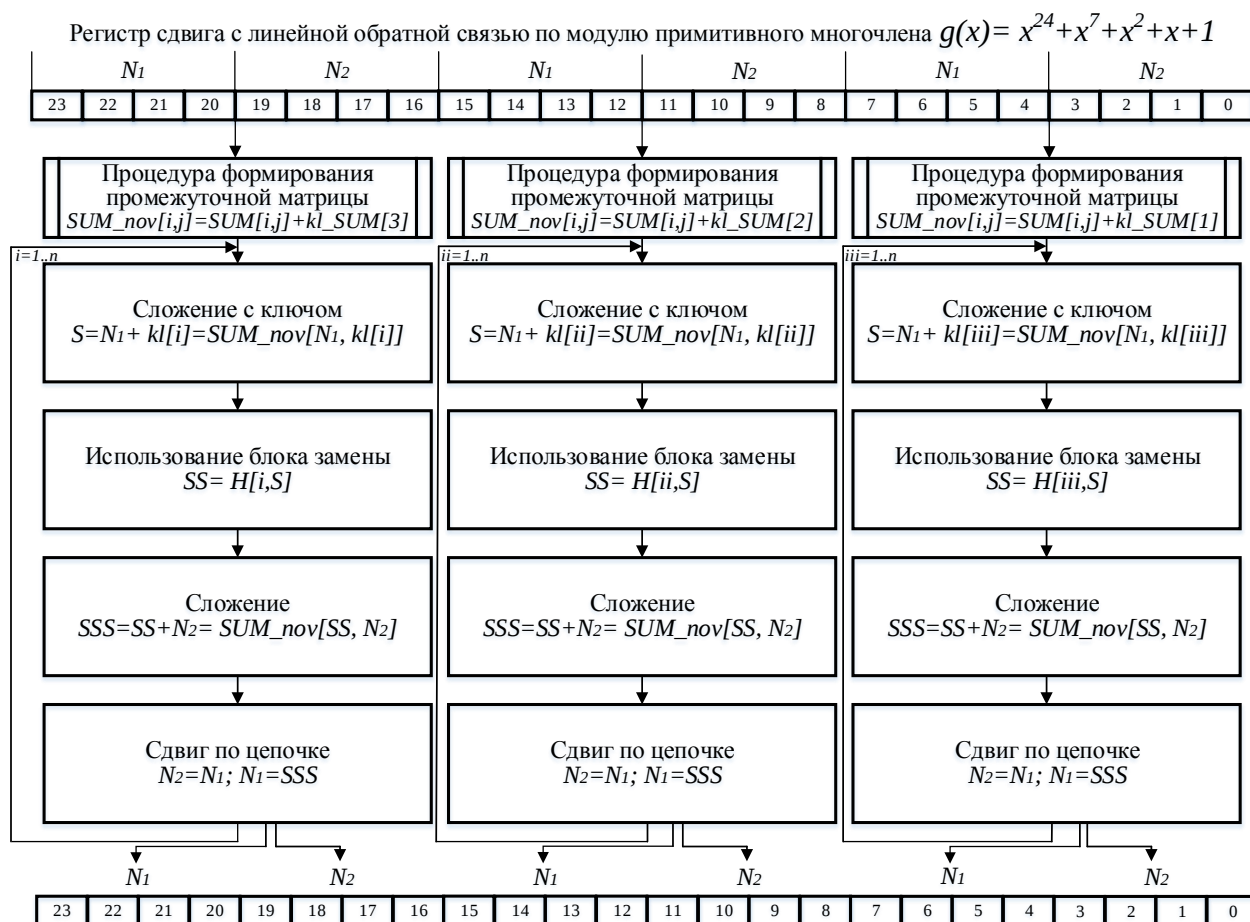


Рис. 6. Структурная схема легковесного алгоритма шифрования на основе $g(x) = x^{24} + x^7 + x^2 + x + 1$

Таблица 1

Результаты сравнительных исследований статистической безопасности предложенного легковесного алгоритма шифрования

№ п/п	Количество раундов повторений	Количество тестов, в которых тестирование прошло М последовательностей (%)		Длина ключевой последовательности kl	Количество блоков замен
		$M \geq 96\%$	$M < 96\%$		
1.	$n=3$	185(97%)	4(3%)	36 бит	9
2.	$n=4$	185(97%)	4(3%)	48 бит	12
3.	$n=5$	181(96%)	8(4%)	60 бит	15
4.	$n=6$	186(98%)	3(2%)	72 бита	18

Анализ результатов тестирования, сведенных в табл. 1. показывает, что предложенный легковесный алгоритм шифрования на основе расширенных полей Галуа обладает

показателями статистической безопасности, которые удовлетворяют их использование в смарт-технологиях.

Выводы

1. Предложенный легковесный алгоритм шифрования LEA обеспечивает требуемый уровень стойкости, что подтверждают проведенные исследования статистической стойкости, и, в постквантовый период. Кроме всего, использование данного БСШ обеспечивает его практическую реализацию в смарт-технологиях с ограниченными вычислительными возможностями.

2. Проведенные исследования стойкости легковесного алгоритма шифрования LEA обеспечивает требуемый уровень стойкости при количестве циклов $n=6$, и количеством блоков замены $S\text{-box}=18$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yevseiev, S. Synergy of building cybersecurity systems: monograph / S. Yevseiev, V. Ponomarenko, O. Laptiev, O. Milov and others. – Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2021. – 188 p.
2. Yevseiev, S., Milevskiy, S., Bortnik, L. [et al.]. Socio-Cyber-Physical Systems Security Concept. 4th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications. June 9-11, –2022, –Ankara, –Turkey
3. Modeling of security systems for critical infrastructure facilities: monograph / S. Yevseiev, R. Hryshchuk, K. Molodetska, M. Nazarkevych and others. – Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2022. – 196 p.
4. Євсєєв С.П., Рзаєв Х.Н., Корольов Р.В., Мамедов М., Багіров Е. Генератор псевдовипадкових чисел на m -ічних кодах. XI міжнародна науково-практична конференція “Математика. Інформаційні технології. Освіта”. Луцьк-Світязь, 3–5 червня 2022. С. 70.
5. Корольов, Р., Мамедов, М., Багіров, Э. Розробка вдосконаленого методу формування псевдовипадкових чисел на основі надлишкових m -ічних кодів // V Міжнародна науково-практична конференція “Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем” (PCSITS)”14–15 квітня 2022, –Київ, Україна. –С. 11–13.
6. Korolov, R., Tkachov, A., Voropay, N. [et al.]. Development of an improved method for forming pseudorandom numbers based on redundant m -ary codes // Системи обробки інформації, 2022, випуск 1 (168), P.11–13. DOI: 10.30748/soi.2022.168.00
7. Yevseiev, S., Korolev, R., Koval, M. Rzayev, Kh. [et al.]. “Development of a method for ensuring confidentiality and authenticity in wireless channels”. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6/9 (120) 2022. P. 15–27
8. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика: пер. с англ. / В. Столлингс. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 672 с.
9. Фергюсон Н. Практическая криптография. : Пер. с англ. / Н.Фергюсон, Б.Шнайер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 424 с.
10. Ryabyu M. Review of current methods of quantum and post-quantum cryptography // Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2014, vol. 20, issue 3, p. 236–241
11. Зубов А.Ю. Совершенные шифры / А.Ю.Зубов. – М.: Гелиос АРВ, 2003. – 160 с.
12. K.B.Mənsimov, F.G.Feyziyev, N.X.Aslanova. Kodlaşdırma nəzəriyyəsi. Bakı, Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2009.
13. Цифрова схемотехніка та архітектура мікропроцесорів: навчальний посібник / Євсєєв С. П., Дженюк Н.В., Охрименко М.Ю. та ін. – Харків, – Львів: Видавництво ПП «Новий Світ – 2000», 2023. –513 с.

XÜLASƏ
YÜNGÜL ÇƏKİLİ LEA SİMMTERİK BLOK ŞİFRİNİN İŞLƏNİB HAZIRLANMASI
Rzayev X.N., Bağirov E.Y., Məmmədov M.F.

Açar sözlər: *simmetrik kriptosistemlər, sadə blok-simmetrik şifrələmə alqoritmi, Qalua fəzası*

Yüksək texnologiyaların inkişafı və hesablama resurslarının sürətli artımı təhlükəsizlik mexanizmlərinə, xüsusən kriptografik çevrilmələrə əsaslananlara daha sərt tələblər qoyur. Tədqiqatlar göstərdi ki, məhdud resurslara malik ağıllı texnologiyalarda sadə şifrələmə alqoritmlərindən istifadə etmək lazımdır. Məqalədə sadə LEA şifrəsinin tətbiqi müzakirə edilir və həmçinin onun gücü qiymətləndirilir.

SUMMARY
DEVELOPMENT OF A LIGHTWEIGHT BLOCK SYMMETRIC CIPHER LEA
Rzayev X.N., Bagirov E.Y., Mammadov M.F.

Keywords: *symmetric cryptosystems, light-weight block symmetric encryption algorithm, Galois fields*

The advancement of high technologies and the rapid growth of computational resources impose more stringent requirements on security mechanisms, especially those based on cryptographic transformations. Research conducted has demonstrated that in smart technologies with limited resources, it is necessary to employ lightweight encryption algorithms. This article discusses the implementation of the lightweight cipher LEA and evaluates its security.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.10.2023
	Son variant	30.11.2023

MAYE MÜHİTİNDƏ AXIN SİXLİQÖLÇƏNİN İŞLƏNMƏSİNİN PROBLEMLƏRİ VƏ ONLARIN HƏLLİ YOLLARI

¹SƏFƏROVA TƏRANƏ AĞA qızı [ORCID](#)

²ƏMİRASLANOV BƏHRUZ QURBAN oğlu [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, 1,2 - tex.f.d., baş müəllim

tarana.safarova.70@mail.ru ; amiraslanov_bk@mail.ru

Açar sözlər: məhlulların sıxlığı, həssas element, vibrasiya sıxlıqölçəni, avtomatik sıxlıqölçən, elektromexaniki analogiyalar, kamerton rezonatoru, keyfiyyət əmsali

Giriş. Məqalədə magistral boru kəmərləri ilə daşınan neft və neft məhsullarının axınının sıxlığının ölçülməsi zamanı ölçmə şəraitindən asılı olaraq sıxlığın təyin edilməsinin düzgünlüyünün təkmilləşdirilməsi yolları araşdırılır və sıxlıqölçən vasitəsilə maye axınının sıxlığının ölçülməsinin perspektiv üsulları müqayisəli təhlili aparılmışdır. Yeni forma və dizayna malik həssas elementi olan rezonatorlu sıxlıqölçən cihaz təklif olunmuşdur. Texnoloji prosesdə maye sıxlıqölçənlərin işlənilib hazırlanması, tətbiqi və istismarında mövcud problemlər və onların həlli yolları müəyyən edilmişdir.

Problemin aktuallığı. Sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq edilən sıxlıqölçənlər texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərində (TP AİS) əsas rol oynayır. Belə ki, müasir texnoloji proseslərin idarəetmə sistemləri, bir qayda olaraq, öz tərkibində alt sistemlərin biri kimi xammalın aralıq və son məhsulların keyfiyyətinə avtomatik nəzarət sistemini həyata keçirirlər. Hazır məhsulların keyfiyyətini xarakterizə edən mühüm parametrlərdən biri müxtəlif sənaye sahələrində istifadə olunan məhlulların sıxlığıdır. Sıxlığın ölçülməsi zamanı informasiya mübadiləsi üçün əsas qovşaqlardan biri kimi sıxlığın tezlik signalına çevrilməsidir ki, bu zaman müxtəlif metodlar tətbiq edilir. Sıxlıqölçənlərin TP AİS-də informasiya-ölçmə sistemində tətbiqi zamanı mayelərin xüsusiyyətlərindən və mayenin axın sürətindən asılı olaraq sıxlığın təyin olunması kəmiyyəti də fərqli alınır. Bu nöqteyi-nəzərdən suspenziyaların, uçucu mayelərin, tərkibində müxtəlif qarışıqların olduğu maddələrə mühüm rol oynayır. Çirkli istehsalat şəraitində 2,5 MPa-a qədər yüksək təzyiqdə ölçmə imkanı, yüksək həssaslıqla və aşağı ölçmə xəta ($\pm 0,5$ -dən $\pm 1\%$) dəqiqliyi ilə ölçmənin aparılması, ölçü diapazonunun geniş diapazonda (100-dən 2000 kq/m³-ə qədər) tənzimlənməsi imkanının olması tezlik üsulunun tətbiqiinin üstünlüyünü sübut edən göstəricilərdən sayıla bilər. Sıxlığı ölçülən mayelərdə qaz daxilolmalarının olması səbəbindən çəki sıxlıqölçənlərin tətbiq etmək mümkünsüzdür. Lakin digər ölçmə növlərinə əsaslanan sıxlıqölçənlər mövcuddur.

Sıxlıqölçənlərin bir sıra çatışmazlıqları vardır ki, bunlardan əsası sıxlığı ölçülən mayelərin tərkibində çoxlu sayda hərəkət edən hissəciklərin olmasıdır və həssas elementin, yəni rezonator borusunun məxsusi tezliyinin aşağı olması səbəbindən mexaniki vibrasiyalara həssaslıqlı olmasıdır. Bununla belə ümumi sənaye təyinatlı istehsalat üçün nəzərdə tutulmuş maye axın sıxlıqölçənlərinin tətbiqi üçün maye mühitində sıxlığın ölçülməsinin ən perspektivli metodları müəyyən edilməlidir. Bu mənada məqalənin sonrakı hissəsində biz sıxlığın ölçülməsi üçün mövcud üsulları təhlil edəcəyik, həm də mövcud üsulların müqayisəli təhlili nəticəsində sıxlığın təyin edilməsi zamanı yüksək dəqiqlik verən, ölçmə dəqiqliyi xətasının aşağı olduğu halı əks etdirən cihaz, yəni həssas element təklif etmək məqsədilə tövsiyələr hazırlacağıq.

Problemin həlli. Sənayedə yüksək ölçmə dəqiqlikli və etibarlı sıxlıqölçənlərin işlənməsi, yəni bilavasitə nəzarət olunan parametrlərin tezlik-modullaşdırıcı siqnallarına çevrilməsi ilə müşayiət olunan yeni istiqamət yüksək keyfiyyətə malik sıxlıqölçənlər hesab oluna bilər. Lakin onların aşağı metroloji göstəricilərə malik olması, böyük ölçüyə və kütləyə, etibarlılığa və s. eləcə də montaj, xidmətlər göstərilməsi işində mükəmməl maneələr yaranır. Vibrasiya sıxlıqölçənləri ənənəvi sıxlıqölçənlərdən əsas aralıq çeviricidən istifadə etmədən tezlik-modullaşdırıcı siqnala çevrilməsi ilə fərqlənir. Bu zaman ölçmənin dəqiqliyi təmin edilmiş olur. Vibrasiya sıxlıqölçənlərin ölçmələrinin dəqiqliyi, əsasən onun rezonatorunun keyfiyyət əmsalı ilə müəyyən edilir ki, bu da rəqslərin bir periodu ərzində rezonatorada mexaniki enerjinin itkilərini səciyyələndirir. Rezonatorun (həssas element) keyfiyyət əmsalını yüksəltmək üçün, yəni sıxlığın ölçmə dəqiqliyini yüksəltmək üçün, ilk növbədə, rezonatorun dayaqlara birləşmə yerlərində yaranan rəqslərin eninə reaksiyalarını, birləşmə yerlərində reaktiv qüvvələrin miqyasının azaldılması yollarının tapılmasına əsas diqqət yetirilməlidir. Axında maye mühitinin sıxlığının ölçülməsi problemlərdən həll etmək üçün bir çox sənaye sahəsində maddələrin tərkibinin və ya xassələrinin müəyyən edilməsi və sıxlıq kəmiyyətinə davamlı nəzarəti həyata keçirmək tələb olunur.

Sıxlıqölçənlərin tətbiq olunması sahələrinin genişlənməsi onların istismar şəraitinin əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşməsinə səbəb olmuşdur. Bu da ilk növbədə, temperatur diapazonunun genişləndirilməsi, ətraf mühitin və sıxlığı təyin edilən maddənin təzyiqinin rezonatora təsiri, istismar yerində sıxlıqölçənin quraşdırıldığı yerdə vibrasiya səviyyəsinin olması və bir sıra digər təsiredici amilləri qeyd etmək lazımdır. Sıxlıqölçənlərə, çox çirklənmiş və tərkibində əlavə məhsullar olan mayelərlə (su qatışıqlarının olması, mexaniki çirklər maddələrin olması və s.) işləmək qabiliyyəti baxımından qoyulan tələblər də artmışdır. Məqalədə, müxtəlif sənaye sahələrində fəaliyyət göstərən müasir avtomatik axın sıxlıqölçənlərin iş şəraitini nəzərə alaraq ümumiləşdirilmiş tələblər müəyyən edilmişdir.

TP AİS-də məhsulların sıxlığını birbaşa axında ölçmək üçün sıxlıqölçənlər xüsusi vericiləri olan sıxlıqölçənlər və universal vericiləri olan sıxlıqölçənlər olmaqla tədqiq olunurlar[8,9]. Sıxlıqölçənlərə mayələrin sıxlığı ilə onların müxtəlif fiziki xassələri arasındakı əlaqəyə əsaslanan üsullardan istifadə edən qurğular daxildir. Belə sıxlıqölçənlər arasında daha çox ultrasəs və radioizotop növlərini ayırd etmək olar.

Ultrasəs tipli sıxlıqölçənlərin işi, sıxlıqdan asılı olaraq, ultrasəs dalğalarının mayədə yayılma sürətinin dəyişməsinə əsaslanır. Ultrasəs sıxlıqölçən cihazlar istənilən mayenin sıxlığının təmamsız ölçülməsi ilə fərqlənir. Analoq vericili sıxlıqölçənlərin mövcud müxtəlifliyinə baxmayaraq, hazırda yalnız üzgəc, çəki və hidrostatik tipli sıxlıqölçənlər daha geniş yayılmışdır. Həssas elementi üzgəc olan sıxlıqölçənlərin iş prinsipi aerometr prinsipinə əsaslanır. Aerometrlər kimi qismən və ya tamamilə yüklənmiş üzgəc götürülür. Üzgəcin yerləşdiyi yerdə mayenin və ya qazın sıxlığı dəyişdiyi zaman, üzmə qüvvəsi dəyişir və üzgəc müvafiq olaraq yuxarı və ya aşağı hərəkət edir. Sıxlığın ölçüsü ya üzgəcin yerdəyişməsidir, ya da üzmə qüvvəsinə təsir edən qaldırıcı qüvvədir. Üzgəc tipli sıxlıqölçənlərin çatışmazlıqları çirklənmiş mayələrin sıxlığının ölçülməsinin mümkün olmaması, həssas elementin (üzgəc) ümumi maye axınından qorunmasının vacibliyi və tədqiq olunan mayenin tərkibində mexaniki hərəkət edən hissəciklərin olmasıdır.

Çəki tipli sıxlıqölçənlərin iş prinsipi sabit həcmli maddənin kütləsinin sıxlığa düz mütənəssib olmasına əsaslanır, yəni boru kəməri ilə axan mayenin sıxlığını ölçmək üçün içindən keçən maddənin müəyyən bir həcmi davamlı olaraq çəkmək kifayətdir.

Mayələr üçün vibrasiya-tezlik sıxlıqölçmə cihazlarının hazırlanmasına həsr olunmuş məlumat mənbələrinin təhlili göstərdi ki, hazırda boru rezonatorlarının sintezinin iki üsulunu göstərmək olar: elektromexaniki analogiyalar metodu ilə sintez və evristik sintez.

Evristik sintez layihəçilərin bu sahədə toplanmış təcrübəsinə, onların şəxsi intuisiyası və yaradıcılıq qabiliyyətlərindən istifadəsinə əsaslanır. Bu metodun çatışmayan cəhəti sintez edilmiş konstruksiyanın elmi əsaslandırılmasının olmamasıdır.

Müəllilər tərəfindən aparılan təhlillər və araşdırmalara, layihəçilərin təcrübələrinə əsaslanaraq sıxlıqölçənlərin rezonator hissəsində onun dayaqlara bərkidilmə yerlərində rəqsi enerjinin səpələnməsinin aşağı salınması problemi həm nəzəri riyazi düsturla təsbit olunmuş, həm də təcrübi olaraq konstruktiv baxımdan yenisi işlənmişdir. Rezonatorun rezonans tezliyinin alınması üçün bərkidici gövdəyə birləşdirilən elastiki elementlərlərin uyğun sayının artırılması və digər konstruktiv əlavələr etməklə sazlanma prosesi aparılmışdır.

İkinci sintez üsuluna görə elektrik və mexaniki sistemdə tənliliklərindən birlikdə istifadə olunmasına əsaslanmışdır. Bu da mexaniki sistemi elektrik dövrəsindəki proseslərlə tədqiq edilərək əvəz etməyə imkan verir. Belə bir əvəzetmənin məqsədəuyğunluğu elektrik dövrələrini təhlil etmək üçün aparat əldə etməkdir.

Müasir vibrasiya sıxlıqölçmənin problemlərinin təhlili aparıldıqdan sonra keyfiyyət əmsalı artırılmış birborulu rezonatorların yeni formaları və konstruksiyaları təklif edilmişdir [1,2,3]. Sıxlıqölçənlər üçün onların həssas elementi üzərində tədqiqatlar müəlliflər tərəfindən davam etdirilir.

Nəticə

1. Maye mühitində axın sıxlıqölçənin işlənməsinin problemləri və onların həlli yolları araşdırılaraq müasir avtomatik maye sıxlıqölçənlərinə qoyulan ümum tələblər müəyyən olunmuşdur.

2. Vibrasiya-tezlik sıxlıqölçənləri üçün sıxlığın ölçmə dəqiqliyinin artırılmasının aktual problemi onun həssas elementinin keyfiyyət əmsalının yüksəldilməsidir. Bu birborulu rezonatorlu sıxlıqölçənlər tərəfindən təmin edilmişdir.

3. Sıxlıqölçənlər üçün təklif olunan metodiki hesablama üsulları, əldə olunmuş analitik asılılıqlar məmulatların keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsində, onların dəqiq hesabatının aparılmasında, həmçinin idxal-ixrac əməliyyatlarının yerinə yeririlməsində elmi-praktika kimi istifadə oluna bilər.

4. Yeni konstruktiv quruluşlu vibrasiya-tezlik sıxlıqölçəni və onun texniki xarakteristikaları istehsal sahələrində yeni xüsusiyyətlərə malik avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemlərində geniş tətbiq imkanına malikdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Вибрационно - частотный плотномер жидкости на основе однорубного резонатора // Прикладные вопросы математики и новые информационные технологии. Sumqayit, 2021, s..294-296.
2. Система автоматической настройки вибрационно-частотного плотномера на основе нечеткой логики // Международной научно-технической конференции”, Пром-Инжиниринг”, г. Сочи, 2021, стр. 60-63.
3. Amiraslanov B.K., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Huseynov A.S., Kravets A.I.. Influence of the pressure of the measured liquid on the readings of vibration-frequency density sensors in the chemical industry // III International conference mip: engineering-2021: Advanced technologies in material science, mechanical and automation engineering, Scopus preview. E3S Web of Conferences, г. Krasnoyarsk, Russia, 2021, стр. 129-135.

РЕЗЮМЕ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПОТОЧНЫХ ПЛОТНОМЕРОВ
ЖИДКИХ СРЕД И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Сафарова Т.А., Амирасланов Б.Г.

Ключевые слова: *плотность растворов, чувствительный элемент, вибрационный плотномер, автоматический измеритель плотности, электромеханические аналогии, камертонный резонатор, добротность.*

В статье исследованы пути повышения точности измерения плотности, в зависимости от условий измерения, потока нефти и нефтепродуктов, транспортируемых по магистральным трубопроводам, проведен сравнительный анализ перспективных методов измерения расхода жидкости плотномерами. Предложен резонаторный плотномер с чувствительным элементом новой формы и конструкции. Обозначены актуальные проблемы разработки, применения и эксплуатации жидкостных плотномеров в технологическом процессе и пути их решения.

SUMMARY

**ACTUAL PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF FLOW DENSITYMETERS
IN LIQUID AND THEIR SOLUTIONS**

Safarova T.A., Amiraslanov B.Q.

Key words: *density of solutions, sensitive element, vibration densitometer, automatic density meter, electromechanical analogies, tuning fork resonator, quality factor.*

In the article, the ways of increasing the density measurement accuracy depending on the measurement conditions during the measurement of the flow density of oil and oil products transported by main pipelines were investigated, prospective methods for liquid flow densitometers were comparatively analyzed. A resonator densitometer with a sensitive element of a new shape and construction has been proposed. Actual problems of development, application and operation of liquid flow densitometers in the technological process and their solutions are indicated.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	12.10.2023
	Son variant	30.11.2023

UOT 654.93

DOI 10.54758/16801245_2023_23_4_94

TENSORFLOW.JS KİTABXANASINDA “TRANSFER ÖYRƏNMƏ” METODU

ƏLİZADƏ-BAĞIRLI ŞƏBNƏM SABİR qızı

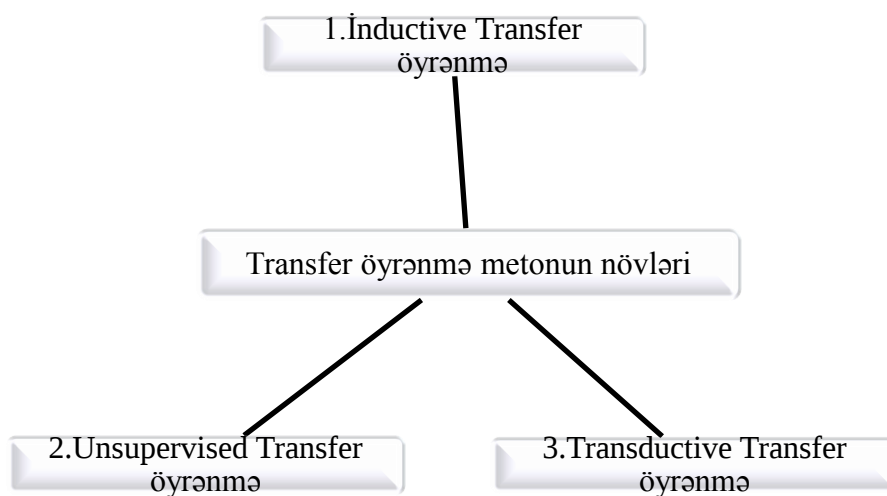
İqtisadiyyat Nazirliyi yanında DVX, MAA, doktorant

sebnem.elizade@hotmail.com

Açar sözlər: transfer öyrənmə, TensorFlow.js modeli, Fine-Tuning metodu, Agnostic Meta-Learning modeli

Giriş. Transfer öyrənmə suni intellekt və tanınma texnologiyalarında tez-tez istifadə olunan bir metoddur. Bu metod vasitəsilə bir tanınma (öyrənmə) məsələsindən əldə olunmuş məlumat və təcrübələri fərqli digər bir tanınma məsələsinin həllində istifadə edib nəticə əldə etməyə köməklik edən vasitədir. Hal-hazırda günümüzdə sürücüsüz minik vasitələri, təbii dil işləmə (danışiq dilinin suni intellekt vasitəsilə başa düşülməsi), görüntünü siniflərə ayıra bilmə bacarıqları məhz Transfer Öyrənmə metonun istifadə olunduğu sahələrdir.

Transfer öyrənmə metodunun aşağıdakı növləri var:

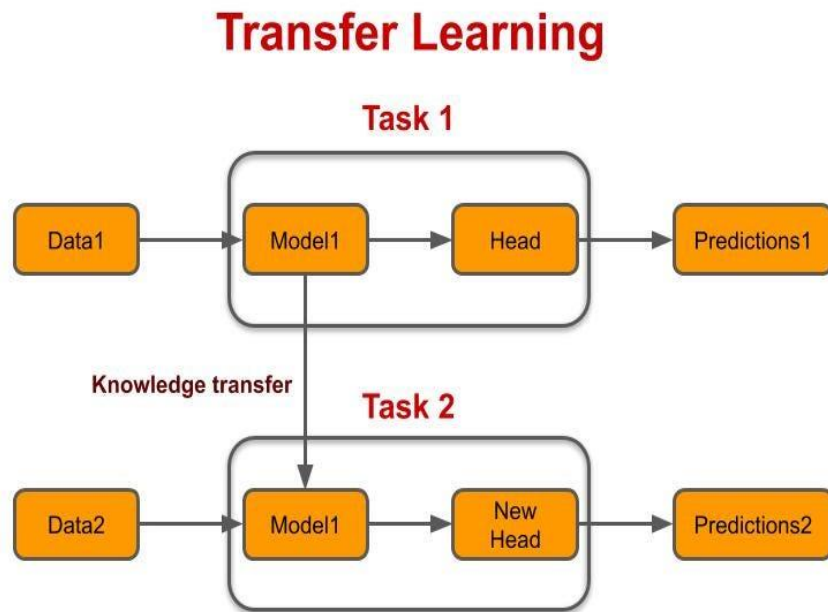


Şəkil.1

1. Inductive Transfer öyrənilən modelin fərqli bir tapşırıq üçün başlanğıc nöqtəsi kimi istifadə olunmasıdır.
2. Unsupervised Transfer etiketlənməmiş verilənlər üzərində aparılmış öyrənmə metodudur. Bir məsələ üzərindən əldə edilmiş məlumatlar, digər məsələlərdə istifadə oluna bilər.
3. Transductive Transfer bir öyrənmə prosesindəki örnəklərin fərqli bir öyrənmə prosesində istifadə olunma metodudur.

Transfer öyrənmə suni intellekt üçün verilənlərin həcmi azaldır və öyrənmə müddətini sürətləndirir. Bu məsələnin həllini uğurla yerinə yetirən model başqa bir məsələnin həllində də

istifadə oluna biləcəyi üçün zamana və qaynaq ehtiyacına qənaət əldə olunur. Bunlar metodun üstünlükləri sayılır.



Şəkil. 2

Fərqli tapşırıqlar arasında oxşarlıqların tapılmasının çətinliyi və məlumat bazaları arasında olan fərqliliklər bu metodunun çatışmazlıqları sayılır.

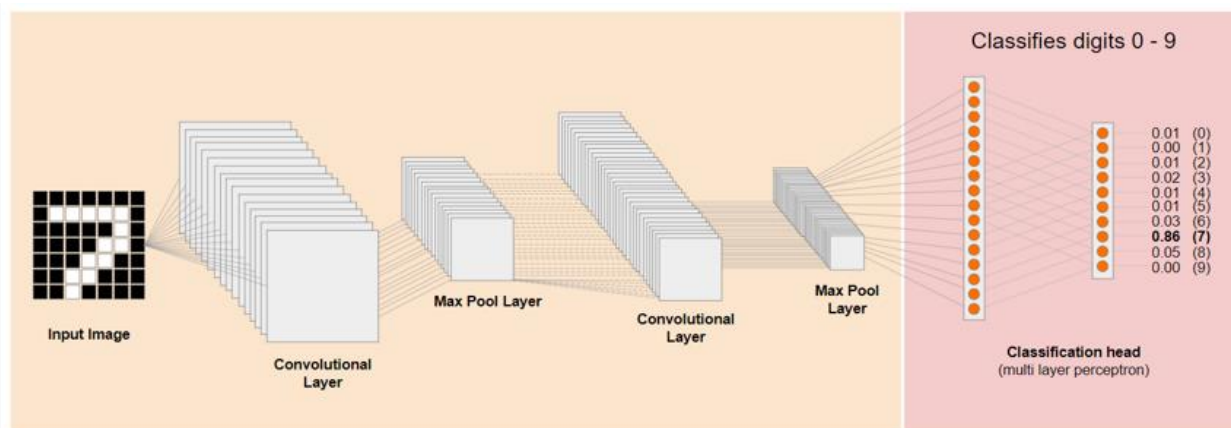
Transfer Öyrənmədə son texniki spesifikasiyalara isə Agnostic Meta-Learning və Fine-Tuning üsullarıdır. Agnostic Meta-Learning müxtəlif bazalarda olan məlumat dəstlərini birləşdirərək meta öyrənmə prosesini həyata keçirir. Fine-Tuning isə verilənlər bazasında əvvəlcədən hazırlanmış modelin alqoritmini təkmilləşdirmək üçün tənzimləmə metodundan istifadə edib, alqoritmi daha mükəmməl formaya salır.

İndi isə TensorFlow.js kitabxanasından tanınma məsələlərində necə istifadə olunmasına baxaq. TensorFlow.js JavaScript proqramlaşdırma dilinin bir hissəsi olub, JavaScript bilikləri olan hər kəsin rahatlıqla istifadə edə biləcəyi bir kitabxanadır. Hal-hazırda tibb sektorunda (xəstəliklərə diaqnoz qoyulması), maliyyə analizləri və təxminləri, oyun sənayesində və s. bu kitabxanadan geniş istifadə olunur. JavaScript tərtibatçıları ən müasir modelləri öyrənmək, tanınma texnologiyalarını inkişaf etdirmək üçün TensorFlow.js-dən istifadə edirlər.

Məsələnin qoyuluşu. Şəkillərin xüsusiyyətlərini götürən və onlardan istifadə edərək yeni obyektləri təsnif etməyi öyrənən çoxqatlı perseptronu necə yaratmaq olar?

Əslində biz insanlar da bu prosesi beynimizdə davamlı olaraq hər zaman edirik. Beynimizdə əvvəllər görmədiyimiz yeni obyektləri (cisimləri) tanımaq üçün istifadə edə biləcəyimiz çoxlu məlumatlar (informasiya toplusu) var. Məhz elə insan beyninin bu funksiyasından istifadə edərək və suni intellektə əsaslanaraq obyektləri tanıma üçün texnologiyalar yaradılmışdır. Ümumiyyətlə söyüd ağacı görməyən bir insana əvvəlcə həmin ağacın bir nümunə olaraq şəklini göstərsək, daha sonar isə müxtəlif təsvirlərin tərkibində söyüd ağacı olmaqla bir neçə şəkil göstərsək artıq həmin təsvirlərin içindən lazımi obyekt insan beyni tanıyacaqdır.

Nəticə. Eyni prinsiplə işləyən TensorFlow.js ilə yaradılmış Konvolyusional Neyron Şəbəkəsinə və yeni bir şey öyrənmək üçün transfer öyrənmənin bu öyrədilmiş şəbəkədən necə istifadə etməsinə baxaq. 0-9 arasındakı əl ilə yazılmış hər hansı rəqəmi Konvolyusional Neyron Şəbəkəsinə daxil edək.



Şəkil. 3

Şəkildən göründüyü kimi əl ilə yazılmış 7 rəqəmini çoxqatlı perseptron vasitəsilə tanıyaraq nəticəni əldə edir.

Transfer öyrənmə metodunun istifadə olunacağı sahələr hər gün daha da artır. TensorFlow.js verilənlərin uzun müddət saxlanmasına ehtiyac qalmadan, birbaşa olaraq brauzerdə işləməsini təmin etdiyinə görə bir çox projətlər və tətbiqlər üçün ideal vasitədir. Buna görə də istər xəstələrə diaqnoz qoyulmasında, istər maliyyə məsələlərinə, istər səslərin tanınmasında və eləcə də bir çox digər sahələrdə bu metoddan istifadə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Jindong Wang and Yigiang Chen. Introduction to Transfer Learning: Algorithms and Practice (Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications)
2. Qiang Yang, Hong Kong University of Science and Technology, Yu Zhang, Hong Kong University of Science and Technology, Wenyan Dai, 4Paradigm Co., Ltd., Sinno Jialin Pan, Nanyang Technological University, Singapore. Transfer Learning 2020 january
3. <https://vestnik.aues.kz/index.php/none/article/view/710>
4. <https://spb.hse.ru/mirror/pubs/share/484161564.pdf>
5. <https://bulletin-phmath.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/1485>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=SBu2nWfC94w>
7. Mert Çeltikoğlu ve Doç. Dr. Pınar Kırıcı. Nasa Rulman verisiyle gelişmiş derin transfer öğrenme yöntemleri kullanarak rulman hatalarının etkin tespiti
8. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bbd/issue/49546/527863>

РЕЗЮМЕ

МЕТОД «ПЕРЕНОСА ОБУЧЕНИЯ» В БИБЛИОТЕКЕ TENSORFLOW.JS

Ализаде-Багырлы Ш.С.

Ключевые слова: трансферное обучение, модель TensorFlow.js, метод Фине-Турнинг, модель Агностического-метаобучения.

Сферы применения метода трансферного обучения увеличиваются с каждым днем. TensorFlow.js – идеальный инструмент для многих проектов и приложений, поскольку он работает непосредственно в браузере без необходимости долгосрочного хранения данных. Поэтому этот метод используется при диагностике пациентов, в финансовых вопросах, в распознавании голоса и во многих других областях.

SUMMARY

THE METHOD OF "TRANSFERRING LEARNING" IN THE LIBRARY TENSORFLOW.JS

Alizadeh-Baghirli Sh.S.

Keywords: *transfer learning, TensorFlow.js model, Fine-Tuning method, Agnostic Meta-Learning model*

The areas where the transfer learning method will be used are increasing every day. TensorFlow.js is an ideal tool for many projects and applications because it works directly in the browser without the need for long-term data storage. Therefore, this method is used in diagnosing patients, in financial matters, in voice recognition, and in many other areas.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.10.2023
	Son variant	04.12.2023

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Riyaziyyat. Fizika

1. *Zarbaliev M.M., Исмайылов P.M., Исмайылова X.H.* Роль химической связи в тепловом расширении твердых растворов системы $TlInSe_2 - TlSmSe_2$ 4
2. *Səfərli İ.S.* İnteqral çevirməsinin köməyi ilə həll edilən bir hidrodinamika məsələsi 10
3. *Hadiyeva S.S.* Diferensial tənliklə ifadə olunan məsələnin həllinin analitik funksiyaların bir sinfində aproksimasiyası 16

Kimya

4. *Ağayev Ə.Ə., Turabxanlı S.E., Əliyeva N.A., Şahmurova P.T.* Alkenil aromatik aminlərin alınma reaksiyalarının tədqiqi 21
5. *Bayramov G.H.* Синтез и исследование нового соединения гуанидина на основе α-хлороктоксиметил эфира и хлоразона 24
6. *Садыгова Н.Д., Гасымов Р.А., Мурадова Ф.М., Аскеров А.Б.* Дикарбонильные соединения и их функциональные производные 31
7. *Quliyev P.H.* Voltampermetrik üsulla stibium ionlarının elektrokimyəvi reduksiyası və təbəqə səthinin tədqiqi 38
8. *Hacıyeva İ.B.* Allilkarbamoilmetilheksilritriokarbonatdan (AKHTK) istifadə etməklə sürtkü kompozisiyalarının yaradılması 43

Biologiya

9. *Şəfiyeva M.R.* Sahilyanı torpaq örtüyünün mikrobioloji təhlili 49
10. *Əliyeva G.R.* İnsan infeksiyalarında aktinomisetlər və əlaqəli orqanizmlər 55

Texnika

11. *Əhmədov M.A., Hüseynov A.H.* IV sənaye inqilabı və süni intellekt 60
12. *İsgəndərov Ə.Ə.* Dövlətin iqtisadi və maliyyə proseslərində riyaziyyatın tətbiqi və avtomatlaşdırmanın rolu 67
13. *Zeynalov C.İ., Nəcəfov H.T.* Texnoloji proseslərin internet təhlükələrindən qorumaq üçün program texniki vasitələrin yaradılması 71
14. *Саитов В.Е., Аллахвердиев Б.А.* Совершенствование устройств капельной подачи воды для питья птицам 77
15. *Рзаев X.H., Багиров Э.Я., Мамедов М.Ф.* Разработка легковесного блочного симметричного шифра LEA 81
16. *Səfərova T.A., Əmiraslanov B.Q.* Maye mühitində axın sıxlıqölçənin işlənməsinin problemləri və onların həlli yolları 90
17. *Əlizadə-Bağırılı Ş.S.* Tensorflow.js kitabxanasında “Transfer öyrənmə” metodu 94

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsəratova</i>

Çapa imzalanmışdır: 28.12.2023-cü il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 226. 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://ssu.nat-tech.scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru