ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 5

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

UDK: 546,05

[Zn(AMT)$_2$(AETT)(SO$_4$)] KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA KRISTALL TUZILISHI

Ruziboyeva Guzal Sultonaliyevna
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.
E-mail: ruziboyevaguzal22@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-3145-5266
Turayev Xayit Xudaynazarovich
Termiz davlat universiteti, k.f.d., prof.
E-mail: turaevxayit@tersu.uz
https://orcid.org/0000-0002-0627-5449
Ibragimov Aziz Baxtiyarovich
O‘zFA Umumiy va noorganik kimyo institute
E-mail azizibragimov@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-2709-7979

Annotatsiya. 2-amino-5-metil-1,3,4-tiadiazol va 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazolni o‘z ichiga olgan aralash ligandli Zn (II) koordinatsion kompleksi suvli muhitda sekin bug‘latish usuli bilan sintez qilindi va spektroskopik va hisoblash tahlillari yordamida qo‘llab-quvvatlangan monokristall rentgen difraksiyasi yordamida strukturaviy tavsiflandi. Zn (II) markazi uchta tiadiazol azot donori va monodentat sulfat guruhidan bitta kislorod atomi bilan belgilangan biroz buzilgan tetraedrik ZnN_3O muvofiqlashtirish muhitini qabul qiladi. Kristall qobig‘i kooperativ N–H···O va N–H···N vodorod bog‘lari bilan barqarorlashgan. Hirshfeld sirtini Crystal Explorer 17.5 dasturi yordamida tahlil qilindi. IQ-spektri tahlili o‘tkazilib, ligand bilan tebranish chastotalari taqqoslandi.UB-spektri tahlili o‘tkazildi.

Kalit so‘zlar. 2-amino-5-metil-1,3,4-tiadiazol va 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol, rux sulfat kristalogidrati, (AETT, AMT)

Аннотация. Смешаннолигандный координационный комплекс Zn (II), содержащий 2-амино-5-метил-1,3,4-тиадиазол и 2-амино-5-этил-1,3,4-тиадиазол, был синтезирован в водной среде методом медленного испарения. Его структура была охарактеризована методом рентгеноструктурного анализа монокристалла, а также с помощью спектроскопических и расчетных методов. Центральный атом Zn (II) имеет слегка искаженное тетраэдрическое координационное окружение ZnN3O, образованное тремя донорными атомами азота тиадиазола и одним атомом кислорода монодентатной сульфатной группы. Кристаллическая упаковка стабилизирована кооперативными водородными связями N–H···O и N–H···N. Поверхность Хиршфельда была проанализирована с помощью программы Crystal Explorer 17.5. Проведен анализ ИК-спектра, частоты

колебаний которого сопоставлены с частотами лиганда. Также проведен анализ УФ-спектра.

Ключевые слова. 2-амино-5-метил-1,3,4-тиадиазол и 2-амино-5-этил-1,3,4-тиадиазол, кристаллогидрат сульфата цинка, (АЭТТ, АМТ)

Abstract. A mixed-ligand Zn (II) coordination complex containing 2-amino-5-methyl-1,3,4-thiadiazole and 2-amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole was synthesized from an aqueous medium by the slow evaporation method and structurally characterized by single-crystal X-ray diffraction, supported by spectroscopic and computational analyses. The Zn (II) center adopts a slightly distorted tetrahedral ZnN3O coordination environment defined by three thiadiazole nitrogen donors and one oxygen atom from a monodentate sulfate group. The crystal packing is stabilized by cooperative N–H···O and N–H···N hydrogen bonds. The Hirshfeld surface was analyzed using the CrystalExplorer17.5 program. IR spectroscopy analysis was conducted, and the vibrational frequencies were compared with those of the free ligands. UV-Vis spectroscopy analysis was also performed.

Keywords. 2-amino-5-methyl-1,3,4-thiadiazole, 2-amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole, zinc sulfate crystal hydrate, (AETT, AMT)

KIRISH.

Azot-oltingugurt geterotsiklik ligandlaridan olingan koordinatsion birikmalar o‘zlarining strukturaviy xilma-xilligi va supramolekulyar kimyo, materialshunoslik hamda bioanorganik sohalarda qo‘llanilishi bilan katta e’tiborni tortishda davom etmoqda. Ushbu ligandlar orasida 1,3,4-tiadiazol hosilalari endotsiklik azot donor markazlari va ba’zi hollarda qo‘shimcha amino yoki tiol o‘rinbosarlari orqali koordinatsiyalanishga qodir bo‘lgan bir nechta donor atomlarining mavjudligi tufayli o‘ziga xos o‘rinni egallaydi [1]. Tiadiazol halqasining elektron xususiyatlari moslashuvchan koordinatsion xatti-harakatlarga yordam beradi, bu esa ligandlarning almashinishi va sintetik sharoitlarga qarab diskret komplekslar, koordinatsion polimerlar va kengaytirilgan supramolekulyar arxitekturalarning shakllanishiga imkon beradi. So‘nggi hisoblash va ma’lumotlarga asoslangan yondashuvlar azotga boy geterotsiklik tizimlarning reaktivligi va funksional xatti-harakatlarini boshqarishda elektron va strukturaviy omillarning ahamiyatini yanada ta’kidlaydi [2]. Oltingugurt va azot saqlovchi geterotsiklik karkaslar bilan bog‘liq so‘nggi ishlanmalar tiadiazol bilan bog‘liq arxitekturalarning sezgir molekulyar to‘plamlar, boshqariladigan ajralib chiqish tizimlari va ko‘p funksiyali gibrid materiallardagi ahamiyatini yana bir bor isbotlamoqda [3-8].

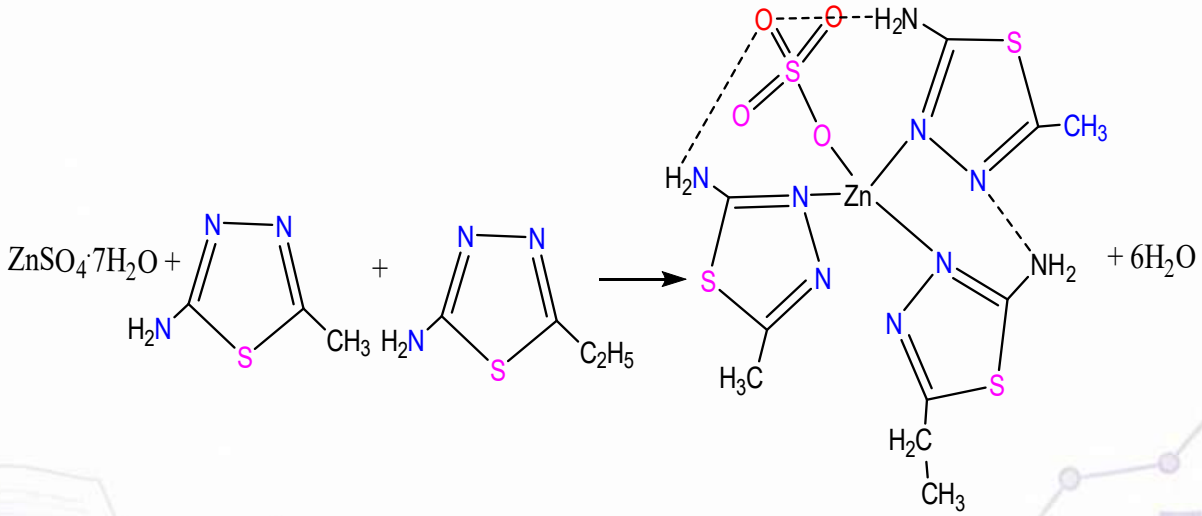
Rux (II) o‘zining moslashuvchan stereokimyosi va tetraedrik, trigonal bipiramidal hamda oktaedrik koordinatsion muhitlarni qabul qilish qobiliyati tufayli tiadiazol ligandlari bilan koordinatsion arxitekturalarni qurish uchun

ISSN 3030-3907

jozibador metall markaz hisoblanadi. Dastlabki tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, oddiy 2-aminoalmashingan tiadiazol ligandlari asosan geterotsiklik azot atomlari orqali koordinatsiyalanib, galogenid tarkibli komplekslarda tetraedrik ZnN_2X_2 koordinatsion muhitlarni hosil qiladi [9]. Shunga o‘xshash xatti-harakatlar dimetil bilan almashingan tiadiazol tizimlarida ham kuzatilgan, bu esa ushbu geterotsiklik tuzilmalarda azot-donor koordinatsiyasi uchun Zn (II) ning afzalligini tasdiqlaydi [10].

TAJRIBAVIY QISM. Aralash ligandli Zn (II) koordinatsion kompleksi suvli muhitda sekin bug‘latuvchi eritma usulida sintez qilindi. Rux sulfatning geptagidrati (0,287 g, 1 mmol) tashqi sharoitda 10 ml distillangan suvda eritildi. Alohida idishda 2-amino-5-metil-1,3,4-tiadiazol (0,230 g, 2 mmol) va 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol (0,129 g, 1 mmol) 10 ml distillangan suvda 30-35 °C da magnitli aralashtirish bilan to‘liq eriguncha eritildi.

Rux sulfat eritmasiga ligand eritmasi tomchilab, uzluksiz aralashtirish ostida qo‘shildi va hosil bo‘lgan aralashma 30-35 °C haroratda qo‘shimcha pH o‘zgarishisiz bir xil sharoitda ushlab turildi. Tiniq reaksion eritma atrof-muhit sharoitida bir xil haroratda sekin bug‘latildi. Taxminan 10 kun o‘tgach, monokristall rentgenografik tahlil uchun mos keladigan rangsiz shaffof kristallar olindi. Kristallar filtrlash yo‘li bilan ajratib olindi, reaksiyaga kirishmagan reagentlar va qoldiq aralashmalardan tozalash uchun sovuq distillangan suv bilan bir necha marta yuvildi va tashqi sharoitda quritildi. Yakuniy mahsulot 80% unum bilan olindi. Reaksiya tenglamasi quyidagicha(1-sxema).



1-sxema. $[Zn(AMT)_2(AETT)(SO_4)]$ kompleksining sintez reaksiyasi

TAHLIL NATIJALARI. Bir kristalli rentgenografiya tahlili shuni ko‘rsatdiki, aralash ligandli Zn (II) tiadiazol kompleksi *P*-1 fazoviy guruhga ega bo‘lgan triklinik kristall sistemada kristallanadi. Kristallografik parametrlar va tozalash statistikasi 1-jadvalda umumlashtirilgan. Kristall tuzilishi triklinik P^{-1}

ISSN 3030-3907

fazoviy guruhida har bir birlik yacheykaga (Z = 1) bitta formula birligini o‘z ichiga oladi.

Zn (II) atrofidagi koordinatsion muhit tiadiazol halqalaridan olingan uchta azot atomi va sulfat guruhidan olingan bitta kislorod atomidan iborat bo‘lib, ZnN_3O donor to‘plamini hosil qiladi. Rasmda ko‘rsatilganidek. 1-jadvalda ko‘rsatilganidek, sulfat ioni O1 atomi orqali monodentat tarzda koordinatsiyalanadi, AMT va AETT ligandlari esa endotsiklik halqa azot atomlari orqali neytral monodentat donorlar sifatida harakat qiladi. Shuning uchun koordinatsion sferani N1 (AMT), N3 (AETT), N5 (AMT) va O1 (SO_4^{2-}) atomlari to‘ldiradi.

Tanlangan koordinatsion bog‘lanish masofalari 2-jadvalda keltirilgan. Zn–N bog‘lari orasidagi masofa 2,010 (5) –2,023 (5) Å oralig‘ida, Zn–O bog‘lari orasidagi masofa esa 1,927 (6) Å oralig‘ida yotadi. Bu qiymatlar tarkibida aralash azot va kislorod donor atomlari bo‘lgan tetraedrik koordinatsiyalangan Zn (II) komplekslari uchun kutilgan oraliqqa to‘g‘ri keladi. Zn-donor bog‘ining o‘rtacha uzunligi 1,995 Å bo‘lib, metall markazi atrofidagi zich to‘rt koordinatali muhitni tasdiqlaydi.

Uzluksiz shakl-o‘lchov tahlili yordamida koordinatsion geometriyani baholash metall markazining tetraedrik joylashishga yaqinlashishini tasdiqlaydi. Ideal tetraedrik geometriya (T-4) uchun hisoblangan shakl parametri 0,458 ga teng bo‘lib, bu kvadrat-yassi (SP-4), tebranma (SS-4) va bo‘sh trigonal bipiramidal (vTBPY-4) tayanch geometriyalari uchun olingan ko‘rsatkichlardan sezilarli darajada kichikdir (3-jadval). Samarali koordinatsion son 3,9332 va 2-jadvalda keltirilgan kichik buzilish ko‘rsatkichi ideal tetraedrik muhitdan faqat kichik og‘ishni ko‘rsatadi.

1-jadval.

$[Zn(AMT)_2(AETT)(SO_4)]$uchun kristall ma’lumotlari va tuzilishni aniqlashtirish parametrlari.

CCDC	**2541708**
Empirik formula	$C_{19}H_{31}N_{18}O_8S_8Zn_2$
Formula vazni	1026,88
Harorat (K)	293 (2)
Kristallar sistemasi	triklinik
Guruh xonasi	P-1
a (Å)	10.3293 (14)
b (Å)	10.6912 (10)
c (Å)	11.5619 (10)
α (°)	102.291 (8)

ISSN 3030-3907

β (°)	109,911 (10)
γ (°)	104.639 (9)
Hajm (Å^3)	1097,0 (2)
Z	1.
ρ_{hisob} (g/sm^3)	1.554
μ (mm^{-1})	5.434
F (000)	523
Kristall o‘lchami (mm^3)	0,2 × 0,15 × 0,1
Nurlanish	Cu Kα (λ = 1,54184)
Ma’lumotlarni yig‘ish uchun 2θ diapazoni (°)	8.612 dan 152.566 gacha
Indeks diapazonlari	-11 ≤ h ≤ 12, -13 ≤ k ≤ 11, -11 ≤ l ≤ 14
Fikrlar jamlandi	7428
Mustaqil mulohazalar	4372 [R_{int} = 0,0362, R_{sigma} = 0,0486]
Ma’lumotlar/cheklovlar/parametrlar	4372/0/256
F2 bo‘yicha muvofiqlik darajasi	1,004
Yakuniy R indekslari [I>=2σ (I)]	R_1 = 0,0689, wR_2 = 0,1966
Yakuniy R indekslari [barcha ma’lumotlar]	R_1 = 0,0897, wR_2 = 0,2217
Eng katta farq. cho‘qqi/teshik (e Å^{-3})	1,81/-0,56

*Izoh: Empirik formula va formula og‘irligi aniqlashtirilgan nosimmetrik birlikdan hosil bo‘lgan kristallografik birlik-yacheyka tarkibiga mos keladi.

2-jadval.

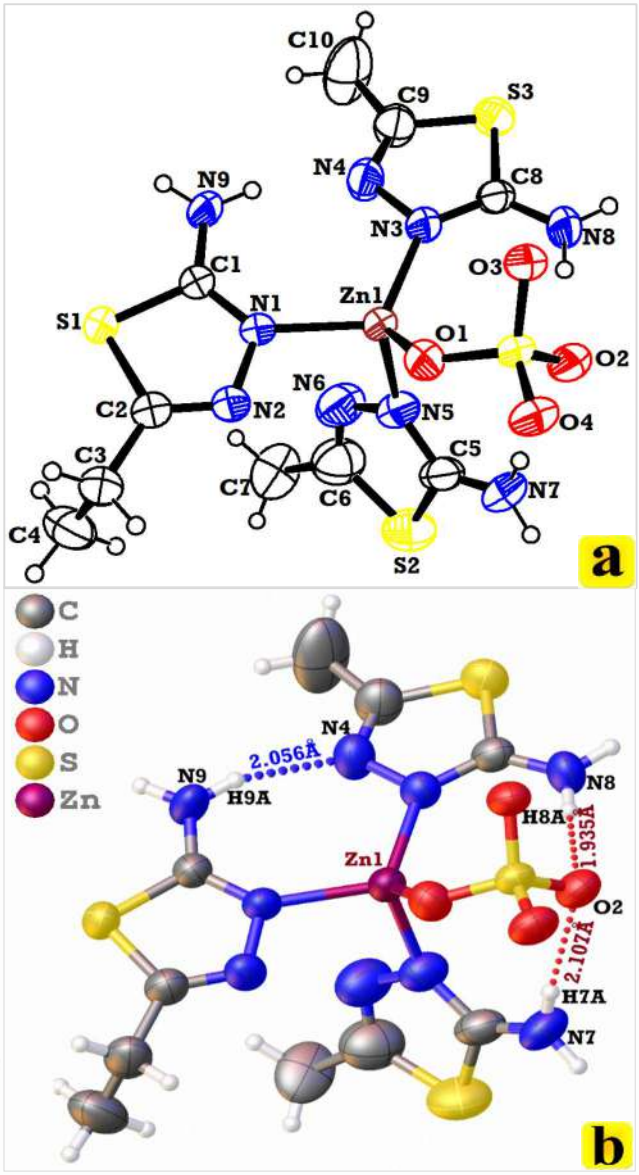
[Zn(AMT)$_2$(AETT)(SO$_4$)]uchun tanlangan bog‘lanish uzunliklari va ko‘p qirrali buzilish parametrlari.

Bog‘lanish	**Masofa (Å)**
Zn (1) -O (1)	1.927 (6)
Zn (1) -N (1)	2.010 (5)
Zn (1) -N (3)	2.018 (6)
Zn (1) -N (5)	2.023 (5)
O‘rtacha bog‘lanish uzunligi (Å)	1,9945
Ko‘p yoqli hajm	3.9998
Buzilish ko‘rsatkichi (bog‘ uzunligi) (Å^3)	0,01703
Kvadratik uzayish	1.0123

ISSN 3030-3907

Bog‘lanish burchagi farqi (daraja^2)	48.6147
Samarali muvofiqlashtirish raqami	**3.9332**

Molekulyar konformatsiyaning barqarorlashuviga tiadiazol ligandlarining aminosubstitutlari ishtirokidagi ichki molekulyar vodorod bog‘lanish o‘zaro ta’sirlari yordam beradi. Xususan, N9–H9A···N4, N8–H8A···O2 va N7–H7A···O2 kontaktlari yaqqol ko‘rinadi va Zn (II) markazi atrofida koordinatsiyalangan ligandlarning yo‘nalishini saqlashga yordam beradi. Bu o‘zaro ta’sirlar metall koordinatsiyasida qo‘shimcha donor atomlar ishtirokisiz qattiq koordinatsion tizimning shakllanishiga yordam beradi.



1-rasm. (a) [Zn(AMT)$_2$(AETT)(SO$_4$)] ning atomlarni belgilash sxemasi va 50% ehtimollik bilan siljish ellipsoidlarini ko‘rsatuvchi ORTEP diagrammasi (b) Ichki molekulyar vodorod bog‘lanishni ko‘rsatuvchi molekulyar tuzilish

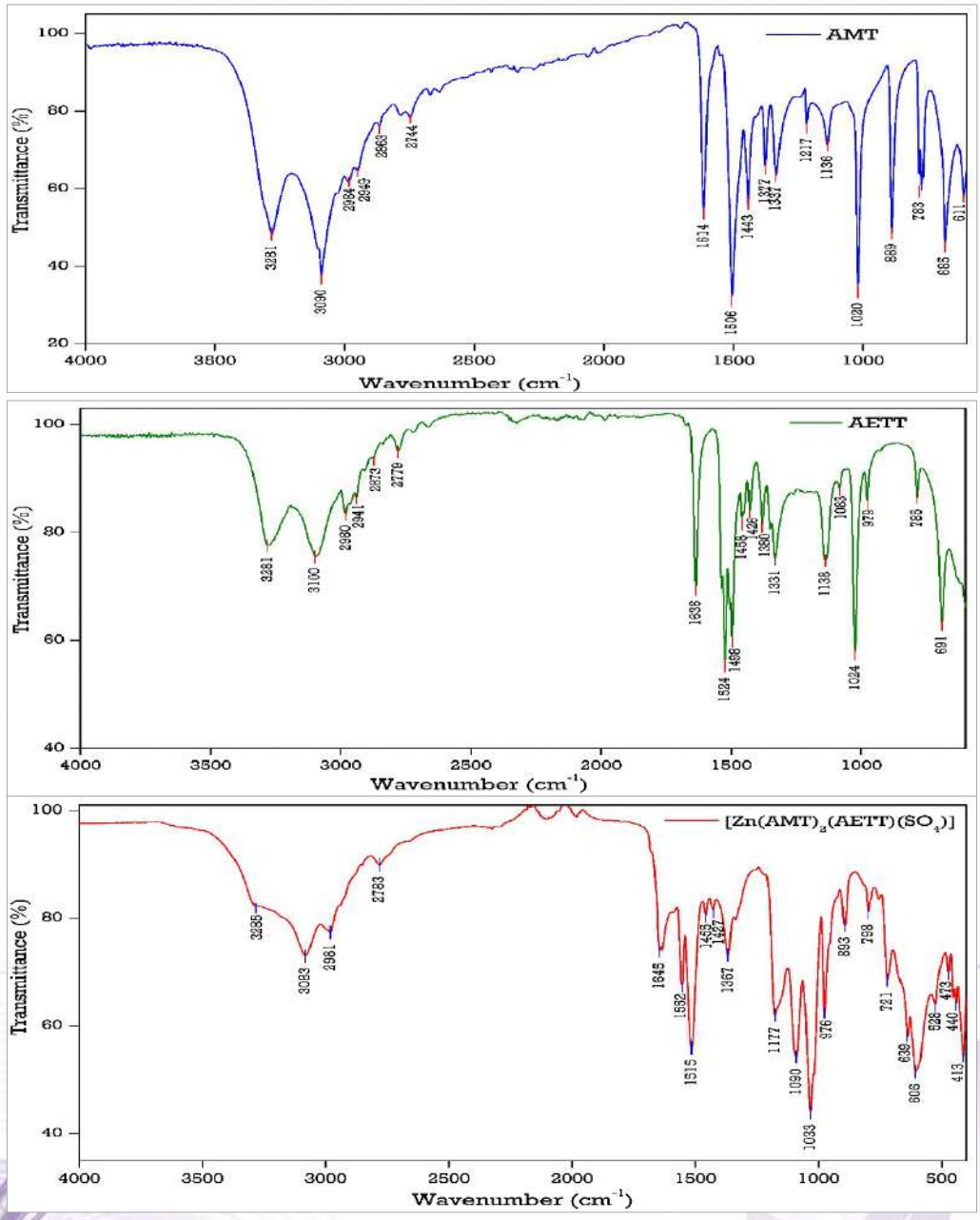
ISSN 3030-3907

3-jadval.

[Zn (AMT) $_2$ (AETT) (SO4) uchun uzluksiz shakl o‘lchovi qiymati hisoblab chiqildi.

[ML4]	SP-4	T-4	SS-4	vTBPY-4
Zn (1)	30,8	0,46	7,87	2.671

Erkin ligandlar 2-amino-5-metil-1,3,4-tiadiazol (AMT), 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol (AETT) va Zn (II) kompleksining FT-IQ-spektrlari 4000-400 sm−1 oralig‘ida qayd etilgan va 1-rasmda keltirilgan. 9. Spektrlarni qiyosiy baholash tiadiazol halqasidagi azot atomlarining Zn (II) markaziga koordinatsiyalanishi va sulfat guruhining monodentat bog‘lanishini aniq isbotlaydi.



2-rasm. (a) erkin AMT ligandi, (b) erkin AETT ligandi va (c) [Zn(AMT)$_2$(AETT)(SO$_4$)] kompleksining IQ-Furye spektrlari.

ISSN 3030-3907

Erkin ligandlar spektrida AMT uchun 3381 sm^{-1} da va AETT uchun 3381 va 3101 sm^{-1} da joylashgan keng yutilish polosalari aminoguruhlarning assimetrik va simmetrik ν(N–H) valent tebranishlariga taalluqlidir. Kompleks spektrida bu polosalar kengayib, 3285 va 3083 sm^{-1} ga siljigan holda namoyon bo‘ladi, bu esa koordinatsiya va kristall panjaradagi o‘zaro ta’sirlardan so‘ng vodorod bog‘lanish muhitidagi o‘zgarishlarni aks ettiradi. 2980–2780 sm^{-1} sohasida kuzatiladigan kuchsiz polosalar tiadiazol halqalariga birikkan metil va etil o‘rinbosarlarining alifatik ν(C–H) valent tebranishlaridan hosil bo‘ladi. Ularning kompleks tarkibida saqlanib qolishi AMT va AETT ligandlarining ikkalasi ham koordinatsion sferaga kirganligini tasdiqlaydi.

Diagnostik jihatdan eng ahamiyatli o‘zgarishlar geterotsiklik halqaning valent tebranishlari sohasida kuzatiladi. Erkin ligandlar uchun xos bo‘lgan ν(C=N) valent tebranishi AMTda 1614 sm^{-1}, AETTda esa 1645 sm^{-1} chastotada namoyon bo‘lib, ularga 1541 sm^{-1} (AETT) va 1488 sm^{-1} chastotalardagi qo‘shimcha halqa tebranishlari hamrohlik qiladi. Kompleks hosil bo‘lgandan so‘ng, bu yutilish chiziqlari quyi chastotalar tomon siljiydi va Zn(II) kompleksida 1583 hamda 1515 sm^{-1} chastotalarda ko‘rinadi. ν(C=N) yutilish chiziqlarining quyi chastotalar tomon siljishi tiadiazol halqasidagi bog‘lanish tartibining pasayganidan dalolat beradi va bu holat halqadagi azot atomining bo‘linmagan elektron juftini Zn(II) markaziga donorlik qilishi natijasida yuzaga keladi. Bu holat kristallografik tuzilishga mos keladi, unga ko‘ra har bir tiadiazol ligandining N3 atomi orqali koordinatsiyalanishi kuzatiladi, ekzotsiklik aminoguruhlar esa koordinatsiyalanmagan holda qoladi. 1367 sm^{-1} chastotadagi yutilish chizig‘i koordinatsiyalangan tiadiazol karkazi ichidagi ν(C–N) valent tebranishiga taalluqlidir.

Sulfat guruhi 1200–950 sm^{-1} sohada o‘ziga xos yutilish chiziqlarini namoyon etadi. Kompleks spektrida 1177, 1090 va 1003 sm^{-1} chastotalarda kuzatilgan kuchli yutilish chiziqlari koordinatsiyalangan sulfat ionining ν_3 va ν_1 valent tebranish modlariga tegishlidir. Bu yutilish chiziqlarining parchalanish shakli va soni SO_4^{2-} ionining bitta kislorod atomi orqali koordinatsiyalanishi natijasida uning ideal tetraedrik simmetriyasi buzilganini ko‘rsatadi. Bu xulosa sulfatning Zn(II) bilan monodentat koordinatsiyalanishini tasdiqlovchi kristallografik ma’lumotlarga mos keladi.

978, 893 va 783 sm^{-1} to‘lqin sonlarida paydo bo‘lgan qo‘shimcha yutilish polosalari tiadiazol halqasining deformatsion va tekislikdan tashqari egilish tebranishlariga taalluqlidir. Uzoq infraqizil sohada 606, 530, 468 va 413 sm^{-1} da kuzatilgan yutilishlar Zn–N va Zn–O koordinatsion bog‘lanish turlari bilan bog‘liq bo‘lgan metall–ligand valent tebranishlariga mos keladi. Ushbu past chastotali tebranishlar tiadiazolning azot donorlari sulfatning kislorodi bilan

ISSN 3030-3907

birgalikda Zn(II) markaziga koordinatsiyalanganligini qo‘shimcha tasdiqlaydi. Shunday qilib, IQ-Furye spektrlari ma’lumotlari monokristall rentgen-strukturaviy tahlili yordamida aniqlangan tetraedrik ZnN_3O koordinatsion muhitini tasdiqlaydi.

XULOSA. Tarkibida ikkita o‘rin olgan 2-amino-1,3,4-tiadiazol ligandi va sulfat ko-ligandi bo‘lgan aralash ligandli Zn(II) koordinatsion kompleksi sintez qilindi hamda uning strukturasi spektroskopik, termik va hisoblash tahlillari bilan tasdiqlangan monokristall rentgen difraksiyasi yordamida tavsiflandi. Zn(II) markazi uchta tiadiazol azot donori va bitta monodentat sulfat kislorod atomidan tashkil topgan biroz buzilgan tetraedrik ZnN_3O koordinatsion muhitni hosil qiladi. Kristall zichlanmasi kengaytirilgan supramolekulyar arxitekturani vujudga keltiruvchi N–H···O va N–H···N vodorod bog‘larining kooperativ tarmog‘i orqali barqarorlashgan bo‘lib, bu arxitektura xarakterli graf-to‘plam motivlari bilan ifodalanadi. Hirshfeld sirti va barmoq izlari diagrammasi tahlillari H···H, O···H/H···O va N···H/H···N kontaktlari molekulalararo barqarorlashuvda ustunlik qilishini tasdiqlaydi, o‘zaro ta’sir energiyasini hisoblash esa elektrostatik va dispers o‘zaro ta’sirlar panjara kogeziyasini birgalikda boshqarishini, bunda kuchli elektrostatik barqarorlashuv vodorod bog‘lanish tarmog‘idan kelib chiqishini ko‘rsatadi. UB-spektri cho‘qqilari aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Y. Hu, C.Y. Li, X.M. Wang, Y.H. Yang, H.L. Zhu, 1,3,4-Tiadiazol: sintezi, reaksiyalari hamda tibbiyot, qishloq xo‘jaligi va materiallar kimyosida qo‘llanilishi, *Chem. Rev.* 114 (2014) 5572–5610. https://doi.org/10.1021/cr400131u

2. K. Dou, W. Zhao, C. Wang, Y. Fan, C. He, L. Zhang, S. Pang, Amin substratining geksazaizovurtsitan qafasiga nisbatan reaksiyaga kirishish qobiliyatini faollashtirish: moslashtirilgan mashinali o‘qitish modeli asosidagi tahlil, Chemical Engineering Journal 501 (2024) 157677. https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.157677

3. Z. Qi, S. Wen, H. Li, S. Liu, D. Jiang, 3,4-digidro-benzotiadiazin 1,1-dioksidlar sintezi uchun oltingugurt dioksidi qo‘shish orqali orto-yodoanilinlarni palladiy katalizatorligida aminosulfonillash, Organic Letters 25(40) (2023) 7322–7326. https://doi.org/10.1021/acs.orglett.3c02683

4. L. Xu, H. Wang, Z. Chu, L. Cai, H. Shi, C. Zhu, D. Pan, J. Pan, X. Fei, Y. Lei, Uchinchi avlod EGFR ingibitorining nazoratli ajralishi uchun mitsella asosidagi kompozitlarning haroratga sezgir ko‘p qatlamli plyonkalari, ACS Applied Polymer Materials 2(2) (2020) 741–750. https://doi.org/10.1021/acsapm.9b01051

5. L. Xu, X. Zhang, Z. Chu, H. Wang, Y. Li, X. Shen, L. Cai, H. Shi, C. Zhu, J. Pan, D. Pan, Favipiravirning uzoq muddatli ajralishi uchun blok-sopolimer bilan

qoplangan kremniy dioksidi nanozarralari asosidagi haroratga sezgir ko‘p qatlamli plyonkalar, ACS Applied Nano Materials 4(12) (2021) 14014–14025. https://doi.org/10.1021/acsanm.1c03334

6. L. Xu, Z. Chu, J. Zhang, T. Cai, X. Zhang, Y. Li, H. Wang, X. Shen, R. Cai, H. Shi, C. Zhu, J. Pan, D. Pan, Nanokapsula asosidagi ko‘p qatlamli plyonkalarning cho‘ktirish rejimiga va dori yetkazib berish samaradorligiga sterik ta’sirlar, ACS Omega 7(34) (2022) 30321–30332. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03591

7. L. Xu, Y. Li, T. Cai, J. Zhang, L. He, R. Cai, C. Zhu, H. Shi, Z. Chu, X. Shen, Blok-sopolimer bilan modifikatsiyalangan nanokapsulalar va xitozan biopolimerlari yordamida o‘zaro bog‘langan ko‘p qatlamli plyonkalarda energiyani saqlash, Macromolecular Research 32 (2024) 453–465. https://doi.org/10.1007/s13233-024-00246-w

8. L. Xu, L. He, Y. Li, T. Cai, J. Zhang, Z. Chu, X. Shen, R. Cai, H. Shi, C. Zhu, Favipiravir dori vositasining boshqariladigan ajralib chiqishi uchun harorat va ion kuchi o‘zgarishlariga javoban stimul ta’sirida hosil bo‘ladigan ko‘p qatlamli pardalar, Biomedical Materials 19(3) (2024) 035004. https://doi.org/10.1088/1748-605X/ad2a3b

9. A.C. Fabretti, G.C. Franchini, G. Peyronel, 2-amino-5-metil-1,3,4-tiadiazolning rux(II), kadmiy(II) va simob(II) komplekslari, *Spectrochim. Acta A* 35 (1979) 1009–1012. https://doi.org/10.1016/0584-8539(79)80028-8

10. Nazarov Y.E., Turaev Kh.Kh., Suyunov J.R., Ibragimov B.T., Alimnazarov B.Kh., Ashurov J.M. 8-Hydroxyquinolinium trichlorido(pyridine-2,6-dicarboxylic acid-κ3O,N,O′)copper(II) dihydrate Acta Crystallographica Section E: Crystallographic Communications, 2024, 80(10), c 1049–1053 https://doi.org/10.110 7/S2056989024009186