

December 2019

Crystal structure of the cadmium complexes with 2-amino-1-methylbenzimidazole

RAHMONOVA Dilnosa

Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, rahmonovadilnoza@yandex.ru

KADIROVA Zuhra

Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan, zuhra_kadirova@yahoo.com

HOJAMAMBERDIEV Mirabbos

Uzbekistan-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan, hmirabbos@mail.ru

DAMINOVA Shakhlo

Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan, daminova_sh@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

 Part of the [Materials Science and Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Dilnosa, RAHMONOVA; Zuhra, KADIROVA; Mirabbos, HOJAMAMBERDIEV; and Shakhlo, DAMINOVA (2019) "Crystal structure of the cadmium complexes with 2-amino-1-methylbenzimidazole," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2019 : No. 4 , Article 17.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2019/iss4/17>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

CRYSTAL STRUCTURE OF THE CADMIUM COMPLEXES WITH 2-AMINO-1-METHYLBENZIMIDAZOLE

Dilnosa RAHMONOVA¹ (rahmonovadilnoza@yandex.ru), Zuhra KADIROVA^{2,3} (zuhra_kadirova@yahoo.com), Miraboss HOJAMAMBERDIEV³ (hmirabbos@mail.ru), Shakhlo DAMINOVA^{2,3} (daminova_sh@mail.ru), Samat TALIPOV⁴ (samat_talipov@yahoo.com)

¹National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan

³Uzbekistan-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan

⁴Institute of Bioorganic Chemistry, Tashkent, Uzbekistan

The aim of this work is the synthesis, study of the crystal and molecular structure of coordination compounds of cadmium with 2-amino-1-methylbenzimidazole. For the first time, the crystal structures of mixed ligand complexes of 2-amino-1-methylbenzimidazole (L) with various acidoligands (acetate and nitrate) with the distorted-octahedral structure of the metal polyhedron - $[CdL_2(AC)_2] \cdot H_2O$ and $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$ were determined. The ligand molecule is coordinated through the nitrogen atom of the heterocyclic ring, the acidoligand is monodentate coordinated in the crystal structure of the complex. The presence of hydrated or innersphere water molecules in the molecules leads to the formation of a wide network of intermolecular hydrogen bonds.

Keywords: 2-amino-1-methylbenzimidazole, acidoligand, cadmium, complex

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ КАДМИЯ С 2-АМИНО-1-МЕТИЛБЕНЗИМИДАЗОЛОМ

Дильноза Саломовна РАХМОНОВА¹ (rahmonovadilnoza@yandex.ru), Зухра Чингизовна КАДИРОВА^{2,3} (zuhra_kadirova@yahoo.com), Мирабосс Икрамович ХУЖАМБЕРДИЕВ³ (hmirabbos@mail.ru), Шахло Шариповна ДАМИНОВА^{2,3} (daminova_sh@mail.ru), Самат Абдилхатович ТАЛИПОВ⁴ (samat_talipov@yahoo.com)

¹Национальный Университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

²Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

³Узбекско-японский молодежный центр инноваций, Ташкент, Узбекистан

⁴Институт биоорганической химии, Ташкент, Узбекистан

Целью данной работы является синтез, исследование кристаллической и молекулярной структуры координационных соединений кадмия с 2-амино-1-метилбензимидазолом. Впервые расшифрованы кристаллические структуры смешаннолигандных комплексов 2-амино-1-метилбензимидазола (L) с различными ацидолигандами (ацетат и нитрат) с искаженно-октаэдрическим строением полиэдра металла - $[CdL_2(AC)_2] \cdot H_2O$ и $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$. В кристаллической структуре комплекса молекула лиганда координируется через атом азота гетероциклического кольца, ацидолиганд координируется монодентатно. Наличие в молекулах комплексов гидратной или внутрисферной молекул воды приводит к образованию широкой сети межмолекулярных водородных связей.

Ключевые слова: 2-амино-1-метилбензимидазол, ацидолиганд, кадмий, комплекс

2-AMINO-1-METILBENZIMIDAZOLE BILAN KADMIY KOMPLEKSLARNING KRISTALL TUZILISHI

Dilnosa Salomovna RAHMONOVA¹ (rahmonovadilnoza@yandex.ru), Zuhra Chingizovna KADIROVA^{2,3} (zuhra_kadirova@yahoo.com), Miraboss Ikromovich HOJAMAMBERDIEV³ (hmirabbos@mail.ru), Shakhlo Sharipovna DAMINOVA^{2,3} (daminova_sh@mail.ru), Samat Abdilkhatoich TALIPOV⁴ (samat_talipov@yahoo.com)

¹O'zbekiston Milliy Universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

³O'zbekistan-Yaponiya Yoshlar innovatsiya markazi, Toshkent, O'zbekiston

⁴Bioorganik kimyo instituti, Toshkent, O'zbekiston

Ushbu ishning maqsadi kadmiyning 2-amino-1-metilbenzimidazol bilan koordinatsion birikmalarini sintez qilish, kristall va molekulyar tuzilishini tadqiq qilish. 2-amino-1-metilbenzimidazol (L) ning turli atsidoligandlar (atsetat va nitrat) bilan aralash ligandli metall poliedrining buzilgan-oktaedral tuzilishi $[CdL_2(AC)_2] \cdot H_2O$ va $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$ komplekslarining kristall tuzilishlari birinchi marta aniqlangan. Kompleksning kristall tuzilishida ligand molekulasida geterosiklik halqaning azot atomi bilan koordinatsiyalanadi, atsidoligand esa monodentat holda koordinatsiyalanadi. Kompleks molekularida gidratlangan yoki ichki sferali suv molekularining mavjudligi molekulararo vodorod bog'larining keng tarmog'ini shakllantirishga olib keladi.

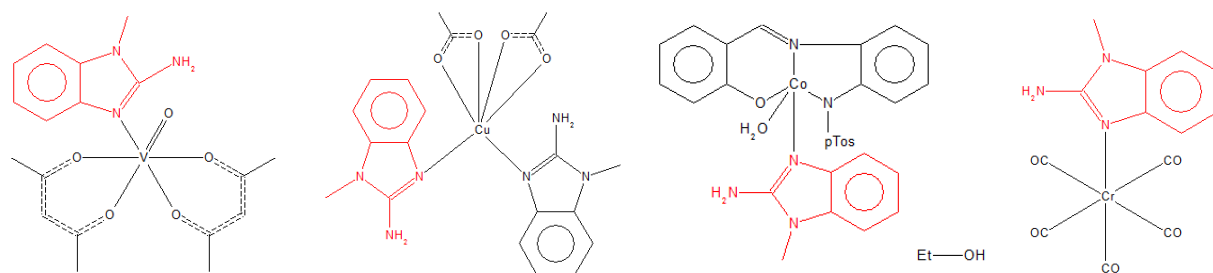
Kalit so'zlar: 2-amino-1-metilbenzimidazol, atsidoligand, kadmi, kompleks

Введение

Смешаннолигандные координационные соединения переходных металлов с азотсодержащими гетероциклическими лигандами широко используются в различных отраслях науки, техники, медицине, сельском хозяйстве, металлургии, химической промышленности и других важных отраслях [1]. Производные аминобензимидазолов, содержащие различные функциональные группы, являются одними из наиболее интересных, как в научном, так и в практическом отношении органических лигандов, в состав которых входят различные донорные атомы, обладающие высокими комплексообразующими свойствами [2]. Исследование физико-химических свойств и

кристаллического строения комплексов аминобензимидазолов позволяет получить важные сведения о механизме химических реакций и каталитических процессов современной химии растворов электролитов, общей теории кислот и оснований и донорно-акцепторном взаимодействии. К настоящему времени в Кембриджском структурном банке данным зарегистрированы только 7 структур моно- и смешаннолигандных комплексных соединений 2-амино-1-метилбензимидазола (L) с металлами [3-9] (рис.1).

Целью данной работы является синтез, исследование кристаллической и молекулярной структуры координационных соединений кадмия с 2-амино-1-метилбензимидазолом.

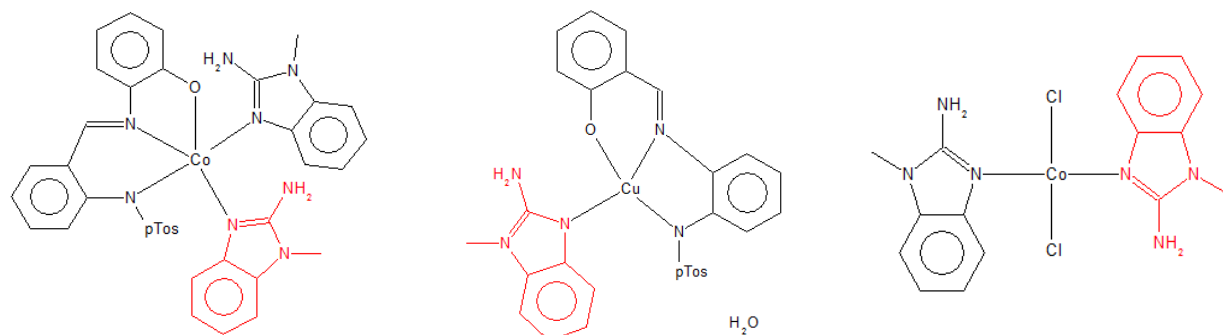


бис(ацетилацетонато- k^2O,O')-*цис-бис*((ацетато- O)-(2--амино-1-(2-амино-1-метилбензимидазол- $k-N^3$)-оксо-ванадий (IV) (BOVMAB) [3]

цис-бис((ацетато- O)-(2--амино-1-метилбензимидазол- N))-медь (FUFWIM) [4]

аква-(2-(3-тозиламино)- N -(2''-гидроксипенилиден)анилин)-(1-метил-2-аминобензимидазол- N)-кобальт (II) этанол сольват (GOKTOP) [5]

(1-метил-1*H*-бензимидазол-2-амин- N^3)-пентакарбонил-хром (0) (LUNCIH) [6]



бис(1-метил-2-аминобензимидазол- N)-(2-((2-(*p*-толилсульфонил)амидо)фенил)метиленамино)фенolato- N,N',O -кобальт (II) (QEVJEG) [7]

(2-амино-1-метилбензимидазола)-(2-тозиламино- N -салицилиденанилино)-медь(II) моногидрат (RINWOA) [8]

Дихлоро-*бис*(2-амино-1-метилбензимидазол)-кобальт(II) (SUNJEX) [9]

Рисунок 1. Структуры смешаннолигандных комплексных соединений 2-амино-1-метилбензимидазола (L) с металлами.

Таблица 1
Основные кристаллоструктурные параметры синтезированных комплексов

Параметры	$CdL_2(Ac)_2 \cdot H_2O$	$CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2$
$a, \text{Å}$	8.996(2)	7.428(2)
$b, \text{Å}$	17.094(3)	8.862(2)
$c, \text{Å}$	14.475(3)	9.027(2)
α°	90	67.39(3)
β°	96.35(3)	75.07(3)
γ°	90	83.99(3)
$V \text{ Å}^3$	2212.3 (8)	530.01 (18)
Z	4	2
R фактор	0.043	0.061
Пр.гр	Cc	P_1

Объекты и методы исследования

Синтез комплекса $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$ проводили в водно-спиртовой среде. Навеску нитрата кадмия (Sigma-Aldrich) в количестве ($3 \cdot 10^{-3}$ моль) растворяли в минимальном количестве воды и смешивали со спиртовым насыщенным раствором 2-амино-1-метилбензимидазола (Sigma-Aldrich) ($6 \cdot 10^{-3}$ моль) при нагревании на водяной бане. Бесцветный раствор подкисляли азотной кислотой до $pH \approx 5$ для предотвращения выпадения гидроксидов.

Через трое суток выпавшие бесцветные кристаллы отделяли фильтрованием, промывали этанолом и высушивали на воздухе. Выход составил 66%, $T_{пл} = 128-130^\circ C$.

Комплекс $[CdL_2(Ac)_2] \cdot H_2O$ готовили сливанием водных раствора ацетата кадмия (Sigma-Aldrich) и спиртового раствора 2-амино-1-метилбензимидазола (Sigma-Aldrich) в молярных соотношениях 1:2 без подкисления при $pH=8$. В результате упари-

Координаты атомов ($\cdot 10^4$) и эквивалентные изотропные тепловые параметры ($\cdot 10^3 \text{ \AA}^2$) в комплексе $[\text{CdL}_2(\text{Ac})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Атом	x	y	z	U^a
Cd ¹	7948 (3)	09207 (3)	2959 (2)	0588 (3)
O ^{1C}	9148 (18)	-0126 (14)	4009 (12)	078 (5)
O ^{2C}	1.034 (2)	0450 (11)	2935 (11)	074 (5)
O ^{1D}	558 (2)	0495 (14)	2928 (13)	085 (5)
O ^{2D}	6691 (19)	-0095 (12)	1873 (13)	080 (5)
O ^{1W}	303 (3)	1402 (6)	3000 (19)	090 (3)
C ^{1A}	729 (2)	2437 (15)	1588 (11)	065 (6)
C ^{1B}	863 (3)	2433 (10)	4343 (15)	064 (6)
C ^{1C}	1.029 (2)	0010 (11)	3645 (14)	071 (7)
C ^{1D}	555 (2)	0001 (13)	2259 (15)	079 (7)
C ^{2A}	640 (3)	2925 (14)	2138 (16)	072 (6)
C ^{2B}	951 (3)	2815 (11)	3853 (14)	064 (5)
C ^{2C}	1.187 (3)	-0349 (19)	408 (2)	109 (11)
C ^{2D}	417 (2)	-0399 (14)	1923 (16)	070 (6)
C ^{3A}	581 (2)	3533 (12)	1770 (17)	082 (8)
C ^{3B}	1.019 (3)	3546 (15)	4205 (14)	079 (7)
C ^{4A}	592 (2)	3781 (11)	0845 (16)	064 (5)
C ^{4B}	985 (3)	376 (2)	512 (2)	102 (11)
C ^{5A}	685 (2)	3355 (14)	0241 (17)	072 (7)
C ^{5B}	902 (3)	3349 (13)	5578 (17)	077 (7)
C ^{6A}	755 (3)	2692 (15)	0629 (12)	063 (6)
C ^{6B}	845 (2)	2682 (12)	5177 (16)	063 (6)
C ^{7A}	857 (3)	1551 (13)	1013 (19)	069 (6)
C ^{7B}	726 (2)	1570 (16)	4969 (15)	063 (6)
C ^{8A}	895 (3)	2114 (18)	-0593 (17)	084 (8)
C ^{8B}	699 (3)	2151 (14)	6496 (17)	082 (8)
N ^{1A}	804 (2)	1750 (10)	1749 (14)	072 (5)
N ^{1B}	7924 (19)	1690 (10)	4156 (10)	066 (5)
N ^{2A}	837 (2)	2129 (11)	0310 (13)	062 (5)
N ^{2B}	757 (3)	2104 (12)	5587 (14)	072 (6)
N ^{3A}	947 (4)	0896 (13)	082 (2)	119 (12)
N ^{3B}	644 (2)	0938 (9)	5050 (14)	060 (5)
H ^{2CA}	1.1704	-0838	4383	163*
H ^{2CB}	1.2353	0010	4531	163*
H ^{2CC}	1.2500	-0435	3598	163*
H ^{2DA}	4145	-0900	2220	105*
H ^{2DB}	4125	-0469	1263	105*
H ^{2DC}	3331	-0092	2065	105*
H ^{2AA}	6266	2790	2746	087*
H ^{2BA}	9702	2624	3277	077*
H ^{3AA}	5253	3845	2132	099*
H ^{3AB}	9741	0560	1245	143*
H ^{3AC}	9749	0839	0270	143*
H ^{3BA}	1.0799	3848	3867	095*
H ^{3BB}	6062	0849	5558	072*
H ^{3BC}	6297	0614	4594	072*
H ^{4AA}	5402	4223	0617	077*
H ^{4BA}	1.0250	4217	5379	122*
H ^{5AA}	6956	3519	-0360	087*
H ^{5BA}	8803	3501	6166	093*
H ^{8AA}	8662	2584	-0928	127*
H ^{8AB}	8554	1668	-0940	127*
H ^{8AC}	1.0024	2079	-0503	127*
H ^{8BA}	6427	1686	6595	124*
H ^{8BB}	6346	2599	6508	124*
H ^{8BC}	7804	2198	6978	124*
H ^{1W}	22 (2)	132 (12)	225 (15)	11 (6)*
H ^{2W}	372 (14)	112 (7)	302 (8)	03 (3)*

Примечание: $^a U = (\sum \sum U_{ij} a_i^* a_j^* a_i a_j) / 3$

Таблица 3

Межатомные расстояния и валентные углы в структуре комплекса ацетата Cd(II) с L¹

Связь	d, Å	Связь	d, Å	Связь	d, Å
Cd ¹ -N ^{1B}	2.178 (15)	N ^{1A} -C ^{7A}	1.26 (3)	N ^{1B} -C ^{7B}	1.39 (3)
Cd ¹ -O ^{1D}	2.251 (18)	N ^{1A} -C ^{1A}	1.36 (3)	N ^{1B} -C ^{1B}	1.43 (2)
Cd ¹ -N ^{1A}	2.261 (18)	N ^{2A} -C ^{6A}	1.33 (3)	N ^{2B} -C ^{7B}	1.29 (3)
Cd ¹ -O ^{2C}	2.298 (18)	N ^{2A} -C ^{7A}	1.42 (3)	N ^{2B} -C ^{6B}	1.44 (3)
Cd ¹ -O ^{2D}	2.524 (18)	N ^{2A} -C ^{8A}	1.46 (3)	N ^{2B} -C ^{8B}	1.47 (3)
Cd ¹ -O ^{1C}	2.51 (2)	N ^{3A} -C ^{7A}	1.43 (4)	N ^{3B} -C ^{7B}	1.32 (3)
Cd ¹ -C ^{1C}	2.721 (14)	C ^{1A} -C ^{2A}	1.45 (3)	C ^{1B} -C ^{6B}	1.31 (3)
O ^{1C} -C ^{1C}	1.23 (3)	C ^{1A} -C ^{6A}	1.50 (3)	C ^{1B} -C ^{2B}	1.30 (3)
O ^{2C} -C ^{1C}	1.28 (3)	C ^{2A} -C ^{3A}	1.26 (3)	C ^{2B} -C ^{3B}	1.46 (3)
C ^{1C} -C ^{2C}	1.61 (3)	C ^{3A} -C ^{4A}	1.42 (3)	C ^{3B} -C ^{4B}	1.43 (4)
O ^{1D} -C ^{1D}	1.28 (3)	C ^{4A} -C ^{5A}	1.46 (3)	C ^{4B} -C ^{5B}	1.27 (5)
O ^{2D} -C ^{1D}	1.24 (3)	C ^{5A} -C ^{6A}	1.39 (3)	C ^{5B} -C ^{6B}	1.35 (3)
C ^{1D} -C ^{2D}	1.45 (3)				
Угол	w, град	Угол	w, град	Угол	w, град
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1D}	96.8 (7)	O ^{1C} -C ^{1C} -C ^{2C}	120 (2)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{1A}	105 (2)
N ^{1B} -Cd ¹ -N ^{1A}	104.0 (3)	O ^{2C} -C ^{1C} -C ^{2C}	116 (2)	C ^{5A} -C ^{6A} -C ^{1A}	120 (2)
O ^{1D} -Cd ¹ -N ^{1A}	107.7 (7)	O ^{1C} -C ^{1C} -Cd ¹	67.2 (11)	N ^{1A} -C ^{7A} -N ^{3A}	131 (2)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{2C}	108.4 (6)	O ^{2C} -C ^{1C} -Cd ¹	57.3 (10)	N ^{1A} -C ^{7A} -N ^{2A}	113 (2)
O ^{1D} -Cd ¹ -O ^{2C}	140.6 (3)	C ^{2C} -C ^{1C} -Cd ¹	167.5 (17)	N ^{3A} -C ^{7A} -N ^{2A}	116 (3)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{2C}	95.3 (6)	C ^{1D} -O ^{1D} -Cd ¹	99.7 (14)	C ^{7B} -N ^{1B} -C ^{1B}	101.1 (18)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{2D}	150.2 (6)	C ^{1D} -O ^{2D} -Cd ¹	88.0 (15)	C ^{7B} -N ^{1B} -Cd ¹	128.8 (16)
O ^{1D} -Cd ¹ -O ^{2D}	53.6 (6)	O ^{2D} -C ^{1D} -O ^{1D}	119 (2)	C ^{1B} -N ^{1B} -Cd ¹	130.0 (15)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{2D}	90.1 (7)	O ^{2D} -C ^{1D} -C ^{2D}	120.6 (19)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{6B}	107 (2)
O ^{2C} -Cd ¹ -O ^{2D}	96.0 (6)	O ^{1D} -C ^{1D} -C ^{2D}	120.6 (18)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{8B}	126 (2)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1C}	89.4 (6)	C ^{7A} -N ^{1A} -C ^{1A}	108.3 (19)	C ^{6B} -N ^{2B} -C ^{8B}	127 (2)
O ^{1D} -Cd ¹ -O ^{1C}	97.2 (7)	C ^{7A} -N ^{1A} -Cd ¹	122.4 (15)	C ^{6B} -C ^{1B} -C ^{2B}	118.9 (19)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1C}	149.8 (6)	C ^{1A} -N ^{1A} -Cd ¹	127.7 (13)	C ^{6B} -C ^{1B} -N ^{1B}	112 (2)
O ^{2C} -Cd ¹ -O ^{1C}	54.6 (6)	C ^{6A} -N ^{2A} -C ^{7A}	106.6 (19)	C ^{2B} -C ^{1B} -N ^{1B}	129 (2)
O ^{2D} -Cd ¹ -O ^{1C}	91.1 (3)	C ^{6A} -N ^{2A} -C ^{8A}	126 (2)	C ^{1B} -C ^{2B} -C ^{3B}	120 (2)
N ^{1B} -Cd ¹ -C ^{1C}	97.5 (6)	C ^{7A} -N ^{2A} -C ^{8A}	127 (2)	C ^{2B} -C ^{3B} -C ^{4B}	114 (2)
O ^{1D} -Cd ¹ -C ^{1C}	121.2 (8)	N ^{1A} -C ^{1A} -C ^{2A}	134.0 (18)	C ^{5B} -C ^{4B} -C ^{3B}	123 (3)
N ^{1A} -Cd ¹ -C ^{1C}	123.2 (7)	N ^{1A} -C ^{1A} -C ^{6A}	106.4 (19)	C ^{4B} -C ^{5B} -C ^{6B}	117 (2)
O ^{2C} -Cd ¹ -C ^{1C}	27.9 (7)	C ^{2A} -C ^{1A} -C ^{6A}	120 (2)	C ^{1B} -C ^{6B} -C ^{5B}	126 (2)
O ^{2D} -Cd ¹ -C ^{1C}	96.3 (6)	C ^{3A} -C ^{2A} -C ^{1A}	118 (2)	C ^{1B} -C ^{6B} -N ^{2B}	106.6 (19)
O ^{1C} -Cd ¹ -C ^{1C}	26.8 (6)	C ^{2A} -C ^{3A} -C ^{4A}	125.0 (19)	C ^{5B} -C ^{6B} -N ^{2B}	127 (2)
C ^{1C} -O ^{1C} -Cd ¹	86.0 (13)	C ^{3A} -C ^{4A} -C ^{5A}	121.4 (17)	N ^{2B} -C ^{7B} -N ^{3B}	127 (2)
C ^{1C} -O ^{2C} -Cd ¹	94.8 (13)	C ^{6A} -C ^{5A} -C ^{4A}	115 (2)	N ^{2B} -C ^{7B} -N ^{1B}	114 (2)
O ^{1C} -C ^{1C} -O ^{2C}	123.8 (16)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{5A}	134 (2)	N ^{3B} -C ^{7B} -N ^{1B}	119 (2)

Таблица 4

Координаты атомов ($\cdot 10^4$) и эквивалентные изотропные тепловые параметры ($\cdot 10^3 \text{ \AA}^2$) в комплексе $[\text{CdL}_2(\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]$

Атом	x	y	z	U^a
Cd ¹	0.50488 (14)	0.29614 (14)	0.48373 (13)	0.05307 (19)
N ^{1A}	0.6126 (15)	0.2665 (14)	0.2420 (14)	0.048 (2)
N ^{1B}	0.3978 (13)	0.3251 (14)	0.7274 (13)	0.046 (2)
N ^{2A}	0.7656 (13)	0.1567 (15)	0.0577 (13)	0.049 (2)
N ^{2B}	0.2478 (14)	0.4363 (14)	0.9106 (14)	0.049 (2)
N ^{3A}	0.6636 (16)	-0.0227 (15)	0.3370 (14)	0.054 (3)
N ^{3B}	0.3447 (18)	0.6111 (16)	0.6300 (14)	0.059 (3)
N ^{4A}	0.1896 (14)	0.0290 (15)	0.6073 (12)	0.051 (2)
N ^{4B}	0.8207 (13)	0.5655 (14)	0.3620 (12)	0.047 (2)
O ^{1A}	0.3584 (13)	0.0278 (15)	0.5830 (15)	0.071 (2)
O ^{1B}	0.6487 (12)	0.589 (2)	0.3717 (15)	0.097 (4)
O ^{2A}	0.0957 (16)	-0.0928 (14)	0.6556 (16)	0.075 (3)
O ^{2B}	0.883 (2)	0.4285 (13)	0.3983 (15)	0.096 (4)
O ^{3A}	0.1026 (16)	0.1643 (15)	0.5787 (17)	0.078 (3)
O ^{3B}	0.9141 (14)	0.6861 (16)	0.3122 (17)	0.077 (4)
C ^{1A}	0.6617 (16)	0.3866 (15)	0.0876 (15)	0.048 (3)
C ^{1B}	0.3472 (14)	0.1955 (17)	0.8860 (14)	0.046 (3)
C ^{2A}	0.6341 (18)	0.5587 (18)	0.0288 (17)	0.053 (3)
C ^{2B}	0.3797 (18)	0.0317 (18)	0.9286 (17)	0.056 (3)
C ^{3A}	0.699 (2)	0.651 (2)	-0.1300 (18)	0.066 (4)
C ^{3B}	0.305 (2)	-0.0647 (17)	1.0994 (18)	0.062 (3)
C ^{4A}	0.796 (2)	0.580 (2)	-0.242 (2)	0.068 (4)
C ^{4B}	0.210 (2)	0.005 (2)	1.2125 (18)	0.065 (4)
C ^{5A}	0.8309 (18)	0.420 (2)	-0.1961 (17)	0.063 (4)
C ^{5B}	0.1844 (19)	0.1754 (18)	1.1627 (15)	0.056 (3)
C ^{6A}	0.7571 (16)	0.3215 (16)	-0.0295 (14)	0.047 (3)
C ^{6B}	0.2525 (14)	0.2679 (18)	0.9983 (15)	0.049 (3)
C ^{7A}	0.6791 (15)	0.1270 (14)	0.2131 (17)	0.050 (3)
C ^{7B}	0.3359 (15)	0.4599 (16)	0.7491 (12)	0.045 (3)
C ^{8A}	0.8460 (19)	0.037 (2)	-0.015 (2)	0.063 (3)
C ^{8B}	0.165 (2)	0.562 (2)	0.9769 (15)	0.059 (3)
O ^{1W}	0.2766 (14)	0.4912 (16)	0.3798 (15)	0.068 (3)
O ^{2W}	0.7309 (13)	0.1042 (17)	0.5892 (14)	0.072 (3)
H ^{2AA}	0.5698	0.6076	0.1019	0.063*
H ^{2BA}	0.4450	-0.0139	0.8530	0.067*
H ^{3AA}	0.6800	0.7639	-0.1663	0.079*
H ^{3BA}	0.3208	-0.1776	1.1359	0.074*
H ^{4AA}	0.8378	0.6466	-0.3528	0.082*
H ^{4BA}	0.1621	-0.0619	1.3219	0.078*
H ^{5AA}	0.9009	0.3749	-0.2706	0.076*
H ^{5BA}	0.1244	0.2235	1.2376	0.067*
H ^{8AA}	0.8350	-0.0702	0.0704	0.094*
H ^{8AB}	0.9751	0.0613	-0.0670	0.094*
H ^{8AC}	0.7810	0.0407	-0.0952	0.094*
H ^{8BA}	0.1813	0.6676	0.8892	0.089*
H ^{8BB}	0.2260	0.5597	1.0597	0.089*
H ^{8BC}	0.0349	0.5409	1.0251	0.089*
H ^{3AN}	0.747 (13)	-0.092 (12)	0.312 (11)	0.04 (2)*
H ^{3BN}	0.597 (13)	-0.025 (10)	0.414 (11)	0.030 (19)*
H ^{3CN}	0.449 (14)	0.631 (12)	0.586 (13)	0.05 (3)*
H ^{3DN}	0.322 (11)	0.694 (11)	0.651 (9)	0.026 (17)*
H ^{1W1}	0.246 (16)	0.557 (16)	0.452 (15)	0.09 (4)*
H ^{1W2}	0.73 (3)	0.00 (3)	0.72 (3)	0.22 (9)*
H ^{2W2}	0.851 (18)	0.130 (16)	0.572 (14)	0.08 (3)*
H ^{2W1}	0.238 (11)	0.428 (10)	0.374 (9)	0.019 (19)*

Примечание. $^a U = (SSU_{ij} \cdot a_j^* \cdot a_i) / 3$

Таблица 5

Межатомные расстояния и валентные углы в структуре $[CdL^1_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$

Связь	d, Å	Связь	d, Å	Связь	d, Å
Cd ¹ -N ^{1A}	2.229 (11)	N ^{1A} -C ^{1A}	1.374 (17)	N ^{1B} -C ^{7B}	1.303 (18)
Cd ¹ -N ^{1B}	2.241 (10)	N ^{1A} -C ^{7A}	1.376 (16)	N ^{1B} -C ^{1B}	1.435 (17)
Cd ¹ -O ^{2W}	2.366 (11)	N ^{2A} -C ^{7A}	1.318 (18)	N ^{2B} -C ^{7B}	1.378 (16)
Cd ¹ -O ^{1W}	2.388 (11)	N ^{2A} -C ^{6A}	1.371 (18)	N ^{2B} -C ^{6B}	1.396 (18)
Cd ¹ -O ^{1A}	2.458 (12)	N ^{2A} -C ^{8A}	1.452 (18)	N ^{2B} -C ^{8B}	1.467 (18)
Cd ¹ -O ^{1B}	2.627 (15)	N ^{3A} -C ^{7A}	1.359 (17)	N ^{3B} -C ^{7B}	1.353 (18)
N ^{4A} -O ^{1A}	1.215 (14)	C ^{1A} -C ^{6A}	1.397 (19)	C ^{1B} -C ^{2B}	1.36 (2)
N ^{4A} -O ^{2A}	1.217 (16)	C ^{1A} -C ^{2A}	1.42 (2)	C ^{1B} -C ^{6B}	1.405 (18)
N ^{4A} -O ^{3A}	1.268 (17)	C ^{2A} -C ^{3A}	1.33 (2)	C ^{2B} -C ^{3B}	1.435 (19)
N ^{4B} -O ^{2B}	1.204 (17)	C ^{3A} -C ^{4A}	1.40 (3)	C ^{3B} -C ^{4B}	1.40 (2)
N ^{4B} -O ^{3B}	1.205 (15)	C ^{4A} -C ^{5A}	1.33 (3)	C ^{4B} -C ^{5B}	1.41 (2)
N ^{4B} -O ^{1B}	1.259 (14)	C ^{5A} -C ^{6A}	1.410 (18)	C ^{5B} -C ^{6B}	1.376 (18)
Угол	w, град	Угол	w, град	Угол	w, град
N ^{1A} -Cd ¹ -N ^{1B}	179.7 (6)	O ^{1A} -N ^{4A} -O ^{3A}	119.4 (12)	N ^{2A} -C ^{7A} -N ^{3A}	125.1 (11)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{2W}	88.8 (4)	O ^{2A} -N ^{4A} -O ^{3A}	116.5 (11)	N ^{2A} -C ^{7A} -N ^{1A}	112.9 (11)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{2W}	90.9 (4)	N ^{4A} -O ^{1A} -Cd ¹	115.7 (9)	N ^{3A} -C ^{7A} -N ^{1A}	121.9 (12)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1W}	91.8 (4)	O ^{2B} -N ^{4B} -O ^{3B}	124.0 (12)	C ^{7B} -N ^{1B} -C ^{1B}	106.4 (9)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1W}	88.5 (4)	O ^{2B} -N ^{4B} -O ^{1B}	119.9 (13)	C ^{7B} -N ^{1B} -Cd ¹	126.1 (8)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1W}	179.3 (6)	O ^{3B} -N ^{4B} -O ^{1B}	116.1 (13)	C ^{1B} -N ^{1B} -Cd ¹	126.3 (9)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1A}	86.5 (4)	N ^{4B} -O ^{1B} -Cd ¹	105.3 (10)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{6B}	105.8 (11)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1A}	93.4 (4)	C ^{1A} -N ^{1A} -C ^{7A}	102.6 (11)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{8B}	127.2 (12)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1A}	74.9 (4)	C ^{6A} -C ^{1A} -C ^{2A}	116.4 (12)	C ^{6B} -N ^{2B} -C ^{8B}	127.0 (11)
O ^{1W} -Cd ¹ -O ^{1A}	105.4 (4)	C ^{3A} -C ^{2A} -C ^{1A}	120.9 (14)	C ^{2B} -C ^{1B} -C ^{6B}	123.8 (13)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1B}	93.1 (4)	C ^{2A} -C ^{3A} -C ^{4A}	120.4 (17)	C ^{2B} -C ^{1B} -N ^{1B}	129.3 (12)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1B}	87.0 (4)	C ^{5A} -C ^{4A} -C ^{3A}	122.2 (15)	C ^{6B} -C ^{1B} -N ^{1B}	106.9 (12)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1B}	107.6 (4)	C ^{4A} -C ^{5A} -C ^{6A}	117.3 (16)	C ^{1B} -C ^{2B} -C ^{3B}	114.7 (14)
O ^{1W} -Cd ¹ -O ^{1B}	72.1 (4)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{1A}	104.8 (10)	C ^{4B} -C ^{3B} -C ^{2B}	122.3 (14)
O ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1B}	177.4 (5)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{5A}	132.5 (14)	C ^{3B} -C ^{4B} -C ^{5B}	120.6 (13)
O ^{1A} -N ^{4A} -O ^{2A}	124.1 (13)	C ^{1A} -C ^{6A} -C ^{5A}	122.6 (14)	C ^{6B} -C ^{5B} -C ^{4B}	117.2 (14)

вания маточного раствора на водяной бане, выпадал бесцветный кристаллический осадок комплекса кадмия, которые отфильтровывали, промывали этанолом и высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы. Выход продукта составил 69%.

Рентгеноструктурный анализ монокристаллов проведен на автоматическом дифрактометре CrysAlis Red Oxford Diffraction Ltd. (ICuK_α, графитовый монохроматор), основные параметры приведены в таблице 1.

Структуры расшифровали прямым методом с помощью комплекса программ SHELXS и уточнены с помощью комплекса SHELXL [10]. Атомы водорода были установлены геометрически и уточнялись по модели наездника. Молекулярная графика осуществлялась программой Accelrys Materials Studio и Mercury [11]. В таблицах 2-5 приведены координаты атомов и их тепловые факторы, межатомные расстояния и валентные углы.

Таблица 5

Межатомные расстояния и валентные углы в структуре $[CdL^1_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$

Связь	d, Å	Связь	d, Å	Связь	d, Å
Cd ¹ -N ^{1A}	2.229 (11)	N ^{1A} -C ^{1A}	1.374 (17)	N ^{1B} -C ^{7B}	1.303 (18)
Cd ¹ -N ^{1B}	2.241 (10)	N ^{1A} -C ^{7A}	1.376 (16)	N ^{1B} -C ^{1B}	1.435 (17)
Cd ¹ -O ^{2W}	2.366 (11)	N ^{2A} -C ^{7A}	1.318 (18)	N ^{2B} -C ^{7B}	1.378 (16)
Cd ¹ -O ^{1W}	2.388 (11)	N ^{2A} -C ^{6A}	1.371 (18)	N ^{2B} -C ^{6B}	1.396 (18)
Cd ¹ -O ^{1A}	2.458 (12)	N ^{2A} -C ^{8A}	1.452 (18)	N ^{2B} -C ^{8B}	1.467 (18)
Cd ¹ -O ^{1B}	2.627 (15)	N ^{3A} -C ^{7A}	1.359 (17)	N ^{3B} -C ^{7B}	1.353 (18)
N ^{4A} -O ^{1A}	1.215 (14)	C ^{1A} -C ^{6A}	1.397 (19)	C ^{1B} -C ^{2B}	1.36 (2)
N ^{4A} -O ^{2A}	1.217 (16)	C ^{1A} -C ^{2A}	1.42 (2)	C ^{1B} -C ^{6B}	1.405 (18)
N ^{4A} -O ^{3A}	1.268 (17)	C ^{2A} -C ^{3A}	1.33 (2)	C ^{2B} -C ^{3B}	1.435 (19)
N ^{4B} -O ^{2B}	1.204 (17)	C ^{3A} -C ^{4A}	1.40 (3)	C ^{3B} -C ^{4B}	1.40 (2)
N ^{4B} -O ^{3B}	1.205 (15)	C ^{4A} -C ^{5A}	1.33 (3)	C ^{4B} -C ^{5B}	1.41 (2)
N ^{4B} -O ^{1B}	1.259 (14)	C ^{5A} -C ^{6A}	1.410 (18)	C ^{5B} -C ^{6B}	1.376 (18)
Угол	w, град	Угол	w, град	Угол	w, град
N ^{1A} -Cd ¹ -N ^{1B}	179.7 (6)	O ^{1A} -N ^{4A} -O ^{3A}	119.4 (12)	N ^{2A} -C ^{7A} -N ^{3A}	125.1 (11)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{2W}	88.8 (4)	O ^{2A} -N ^{4A} -O ^{3A}	116.5 (11)	N ^{2A} -C ^{7A} -N ^{1A}	112.9 (11)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{2W}	90.9 (4)	N ^{4A} -O ^{1A} -Cd ¹	115.7 (9)	N ^{3A} -C ^{7A} -N ^{1A}	121.9 (12)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1W}	91.8 (4)	O ^{2B} -N ^{4B} -O ^{3B}	124.0 (12)	C ^{7B} -N ^{1B} -C ^{1B}	106.4 (9)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1W}	88.5 (4)	O ^{2B} -N ^{4B} -O ^{1B}	119.9 (13)	C ^{7B} -N ^{1B} -Cd ¹	126.1 (8)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1W}	179.3 (6)	O ^{3B} -N ^{4B} -O ^{1B}	116.1 (13)	C ^{1B} -N ^{1B} -Cd ¹	126.3 (9)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1A}	86.5 (4)	N ^{4B} -O ^{1B} -Cd ¹	105.3 (10)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{6B}	105.8 (11)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1A}	93.4 (4)	C ^{1A} -N ^{1A} -C ^{7A}	102.6 (11)	C ^{7B} -N ^{2B} -C ^{8B}	127.2 (12)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1A}	74.9 (4)	C ^{6A} -C ^{1A} -C ^{2A}	116.4 (12)	C ^{6B} -N ^{2B} -C ^{8B}	127.0 (11)
O ^{1W} -Cd ¹ -O ^{1A}	105.4 (4)	C ^{3A} -C ^{2A} -C ^{1A}	120.9 (14)	C ^{2B} -C ^{1B} -C ^{6B}	123.8 (13)
N ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1B}	93.1 (4)	C ^{2A} -C ^{3A} -C ^{4A}	120.4 (17)	C ^{2B} -C ^{1B} -N ^{1B}	129.3 (12)
N ^{1B} -Cd ¹ -O ^{1B}	87.0 (4)	C ^{5A} -C ^{4A} -C ^{3A}	122.2 (15)	C ^{6B} -C ^{1B} -N ^{1B}	106.9 (12)
O ^{2W} -Cd ¹ -O ^{1B}	107.6 (4)	C ^{4A} -C ^{5A} -C ^{6A}	117.3 (16)	C ^{1B} -C ^{2B} -C ^{3B}	114.7 (14)
O ^{1W} -Cd ¹ -O ^{1B}	72.1 (4)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{1A}	104.8 (10)	C ^{4B} -C ^{3B} -C ^{2B}	122.3 (14)
O ^{1A} -Cd ¹ -O ^{1B}	177.4 (5)	N ^{2A} -C ^{6A} -C ^{5A}	132.5 (14)	C ^{3B} -C ^{4B} -C ^{5B}	120.6 (13)
O ^{1A} -N ^{4A} -O ^{2A}	124.1 (13)	C ^{1A} -C ^{6A} -C ^{5A}	122.6 (14)	C ^{6B} -C ^{5B} -C ^{4B}	117.2 (14)

Результаты и обсуждение

Для $[CdL^1_2(As)_2] \cdot H_2O$ наблюдается приближенная к бидентатной координация ацетата и структура включает молекулу гидратной воды, способствующую соединению димеров комплексов в ленты (табл. 6). Кадмий имеет сильно искаженную конфигура-

цию, приближающуюся к октаэдрической. Также имеются внутримолекулярные водородные связи между аминогруппой 2-амино-1-метилбензимидазола и ацетатом.

На рисунках 2 и 3. представлено строение комплекса ацетата Cd(II) с L, в таблицах 2 и 3 приведены координаты атомов, эквива-

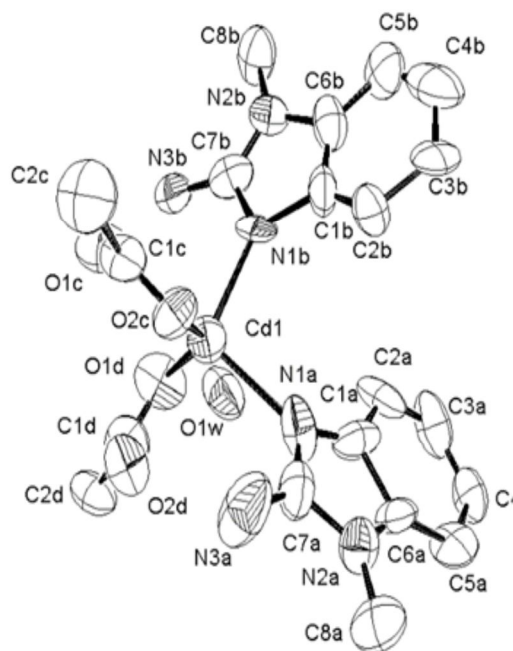


Рисунок 2. Конформация и нумерация атомов в молекуле соединения комплекса ацетата Cd(II) с 2-амино-1-метилбензимидазолом.

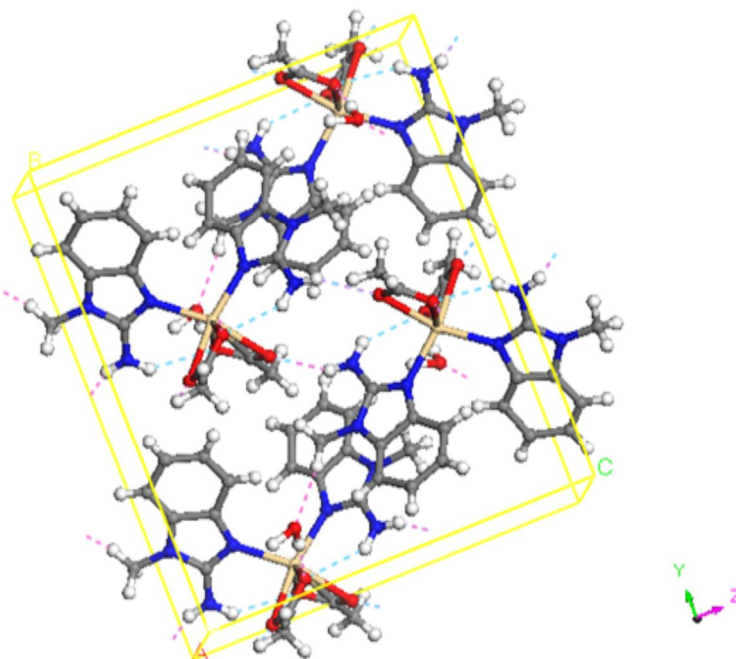


Рисунок 3 Молекулярная упаковка в структуре комплекса ацетата Cd(II) с 2-амино-1-метилбензимидазолом.

лентные изотропные тепловые параметры и межатомные расстояния, валентные углы комплекса.

Для комплекса ацетата кадмия относительно большой радиус иона $r_{Cd^{2+}}=0.095$ нм, а также более сильное отталкивание электронов 4-d подуровня и лигандов, приводит к большому расщеплению кристаллическим полем, что обуславливает искаженно-октаэдрическую конфигурацию (углы L-Cd-L находятся в пределах от 89 до 97 и от 108 до 150°) и реализацию псевдо-бидентатной координации ацетат-иона.

В случае нитратов $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$ в структуру комплексов входят молекулы

внутрисферной воды, а нитрат координирован монодентатно. Для синтезированного комплекса также характерна координация лиганда к металлу через пиридиновый азот ($Cd^{1}-N^{1A}$ 2.229(11), $Cd^{1}-N^{1B}$ 2.241(10) Å). Координационный полиэдр кадмия представляет собой октаэдр. Соответствующие валентные углы равны: ($N^{1A}-Cd^{1}-O^{2W}$ 88,8 (4), $N^{1B}-Cd^{1}-O^{2W}$ 90,9(4), $N^{1A}-Cd^{1}-O^{1W}$ 91,8 (4), $N^{1B}-Cd^{1}-O^{1W}$ 88,5(4), $N^{1A}-Cd^{1}-O^{1A}$ 86,5 (4), $N^{1B}-Cd^{1}-O^{1A}$ 93,4(4), $N^{1A}-Cd^{1}-O^{1B}$ 93.1 (4), $N^{1B}-Cd^{1}-O^{1B}$ 87.0(4)°).

Длины связей и углы в структуре комплекса не отличаются от нормальных значений (табл. 6).

Таблица 6
Возможные кратчайшие контакты и межмолекулярные водородные связи в структуре

Тип связи	Симметрия	D - H	H...A	D...A	D - H...A
O1W --H2W ..O1D		0.78(13)	2.00(13)	2.78(3)	172(11)
N3A --H3AB ..O2C		0.86	2.45	3.17(3)	141
N3A --H3AC ..O1C	[2554]	0.87	2.21	2.92(3)	139
N3B --H3BB ..O2D	[2555]	0.86	2.32	2.99(3)	136
N3B --H3BC ..O1D		0.86	2.43	3.18(3)	145
C8A --H8AA ..O1W	[4554]	0.96	2.35	3.30(3)	169
C8B --H8BA ..N3B		0.96	2.58	2.95(3)	103

Эквивалентные позиции:

[2555] = x,-y,1/2+z

[2554] = x,-y,-1/2+z

[4554] = 1/2+x,1/2-y,-1/2+z

D = Донор A = Акцептор H = водород

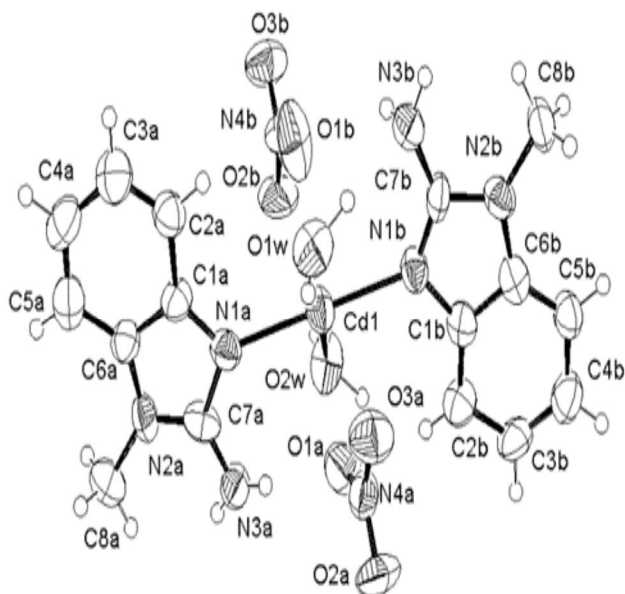


Рисунок 4. Конформация и нумерация атомов в молекуле соединения комплекса нитрата Cd(II) с 2-амино-1-метилбензимидазолом.

Взаимное расположение молекул комплекса в кристалле показано на рисунке 4. Надо отметить, что при замене ацетата на нитратный ацидолиганд не наблюдается бидентатная координация нитрата, который координируется монодентатно, а также в координационную сферу входят молекулы воды, которые участвуют при образовании внутримолекулярных и межмолекулярных водородных связей (табл. 7).

Заключение

Впервые расшифрованы 2 кристаллические структуры 2 комплексов 2-амино-1-

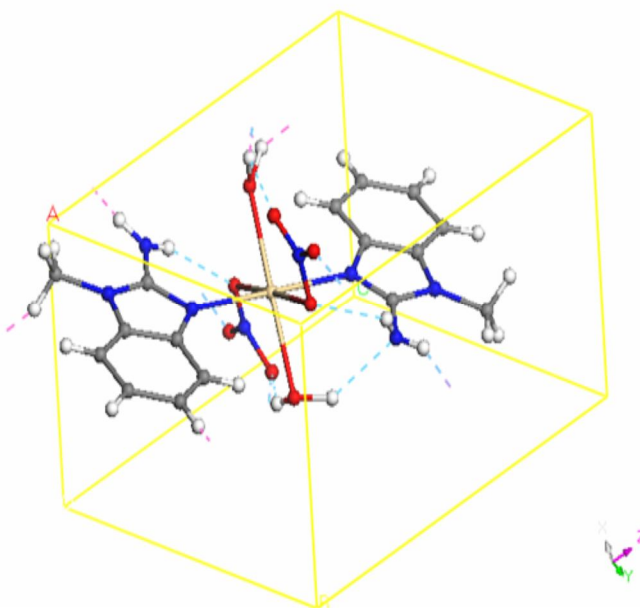


Рисунок 5. Кристаллическая структура соединения комплекса нитрата Cd(II) с 2-амино-1-метилбензимидазолом.

метилбензимидазола с различными ацидолигандами (ацетат и нитрат). Молекула лиганда координируется через атом азота гетероциклического кольца с образованием комплексов состава $[CdL_2(Ac)_2] \cdot H_2O$ и $[CdL_2(NO_3)_2(H_2O)_2]$.

Наблюдается монодентатная координация ацидолиганда с образованием октаэдрического нитратного комплекса кадмия и искаженно-октаэдрического комплекса ацетата кадмия. Наличие в молекулах комплексов гидратной или внутрисферной молекул воды приводит к образованию широкой сети межмолекулярных связей.

Таблица 7

Возможные кратчайшие контакты и межмолекулярные водородные связи в структуре

Тип связи	Симметрия	D - H	H...A	D...A	D - H...A
N3A --H3AN ..O3B	[1545]	0.88(11)	2.21(11)	3.07(2)	165(9)
N3A --H3BN ..O1A		0.74(9)	2.16(10)	2.869(17)	161(10)
N3B --H3CN ..O1B		0.78(11)	2.25(11)	2.850(18)	135(11)
N3B --H3DN ..O2A	[1565]	0.82(10)	2.40(10)	3.10(2)	144(8)
O1W --H1W1 ..N3B		1.00(15)	2.15(13)	3.005(19)	142(10)
O2W --H2W2 ..O2A	[1655]	0.90(14)	2.57(14)	3.129(17)	121(11)
O2W --H2W2 ..O2B		0.90(14)	2.50(14)	2.894(19)	107(10)'
O2W --H2W2 ..O3A	[1655]	0.90(14)	1.94(14)	2.837(16)	169(12)''
O1W --H2W1 ..O2B	[1455]	0.68(9)	2.59(9)	2.984(19)	120(9)
O1W --H2W1 ..O3A		0.68(9)	2.47(9)	2.98(2)	134(7)'

Эквивалентные позиции:

[1545] = x, -1+y, z

[1565] = x, 1+y, z

[1455] = -1+x, y, z

[1655] = 1+x, y, z

D = Донор A = Акцептор H = водород

REFERENCES

1. Garnovskii A. D., Vasil'chenko I. S. Rational design of metal coordination compounds with azomethine ligands. *Russian chemical reviews*, 2002, vol. 71, no.11, pp. 943-968.
2. Garnovskii A. D., Vasil'chenko I. S. Tautomerism and various coordination modes of typical chelating ligands with metals. *Russian chemical reviews*, 2005, vol. 74, no.3, pp. 193-215.
3. Kadirova Z.C., Rahmonova D.S., Talipov S.A., Ashurov J.M., Parpiev N.A. Bis (acetylacetonato- κ^2 O, O')(2-amino-1-methyl-1H-benzimidazole- κ N³) oxidovanadium (IV). *Acta Crystallogr. Sect. E: Struct. Rep. Online*, 2009, vol. 65, pp. m819.
4. Antsyshkina A.S., Porai-Koshits M.A., Ostrikoval V.N., Garnovskii D.A., Sadimenko A.P., Osipov O.A. Kristallicheskiye i molekulyarnyye struktury adduktov atsetata medi s proizvodnymi aminobenzimidazola. Obrazovaniye M, H – tsiklov [Crystal and molecular structures of copper acetate adduct with aminobenzimidazole derivatives. The formation of M, H - cycles.]. *Koord. Khim. (Russ.) (Coord.Chem.)*, 1987, vol. 13, pp. 1422-1447.
5. Garnovskii D. A., Burlov A. S., Vasil'chenko I. S., Garnovskii A. D., Antsyshkina A. S., Sadikov G. G., Sousa A. Structures of Electrochemically Synthesized Adducts of Tridentate Azomethine Ligands with 2-Amino-1-Methylbenzimidazole *Zh. Neorg. Khim. (Russ.) (Russ. J. Inorg. Chem.)*, 1998, vol. 43, pp. 1723-1729.
6. de Jongh L.-A., Strasser C.E., Raubenheimer H.G., Cronje S. Imine coordinated 2-aminoazole complexes of (CO)₅Cr (0) and (CO)₅W (0), verification by structural characterization. *Polyhedron*, 2009, vol. 28, pp. 3635-3641.
7. Antsyshkina A.S., Sadikov G.G., Burlov A.S., Koroleva E.L., Garnovskii D.A., Vasil'chenko I.S., Uflyand I.F., Sergienko V.S., Garnovskii A.D. Structure of the [2-(N-tosylaminophenyl) iminomethyl] phenol molecule (H₂L) and the [bis (1-methyl-2-aminobenzimidazole)][{2-(2'-N-tosylaminophenyl) iminomethyl} phenolato] cobalt (II) (CoLL ('2) complex based on it. *Koord. Khim. (Russ.) (Coord.Chem.)*, 2000, vol. 26, pp. 730-740.
8. Garnovskii D.A., Sousa A., Antsyshkina A.S., Sadikov G.G., Vasil'chenko I.S., Sigeikin S.G., Burlov A.S., Kastineiras A., Garnovskii A.D. First Example of Electrochemically Synthesized adducts of N-(2-Hydroxybenzylidene)-2-tosylaminoaniline metal chelates with a multidentate N,N-base, 2-amino-methylbenzimidazole. *Russian journal of general chemistry*, 1996, vol. 66, no. 1, pp. 143-146.
9. Chekhlov A.N. Crystal and molecular structure of bis (2-amino-1-methylbenzimidazole-N) dichlorocobalt (II). *Zh. Neorg. Khim. (Russ.) (Russ. J. Inorg. Chem.)*, 2004, vol. 49, pp. 1373-1377.
10. Sheldrick G. M. A short history of SHELX. *Acta Crystallographica Section A: Foundations of Crystallography*, 2008, vol. 64, no. 1, pp.112-122.
11. Bruno I. J., Cole J. C., Edgington P. R., Kessler M., Macrae C. F., McCabe P., Taylor R. New software for searching the Cambridge Structural Database and visualizing crystal structures. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science*, 2002, vol. 58, no. 3, pp. 389-397.