

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ Zn С N'-АЦИЛ-САЛИЦИЛГИДРАЗИДАМИ

Г.Г. Гондолова

Гюльнар Гаджимагамед кызы Гондолова

Гянджинское отделение Национальной АН Азербайджана, пр-т Г.Алиева, 153, Гянджа, Азербайджан, AZ 2003

E-mail: gulnargondolova@gmail.com

*Синтезированы комплексы Zn с потенциально тридентатным (карбонильный и гидроксильный атомы кислорода салицилового фрагмента и атом азота амидной группы) лигандом N'-фталимида-салициламидом (H<sub>2</sub>L) и потенциально гептадентатным (карбонильный и гидроксильный атомы кислорода салицилового фрагмента, два атома азота гидразидного фрагмента и два атома кислорода карбонильной и карбоксильной групп малеинового фрагмента) лигандом N'-малеоил-салицилгидразидом (H<sub>4</sub>L) с 78% и 86% выходом, соответственно. Структурные особенности полученных N'-фталимида-салициламида (H<sub>2</sub>L) и N'-малеоил-салицилгидразида (H<sub>4</sub>L) установлены с помощью ИК и <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР спектроскопии. В <sup>1</sup>H ЯМР спектрах сигналы протонсодержащих групп обнаруживаются в ожидаемой области. Также строение лигандов подтверждает <sup>13</sup>C ЯМР спектроскопия. Выход лигандов составляет 92% и 95%, соответственно. Было установлено, что оба лиганда, в проведенных реакциях синтеза, ведут себя как бидентатные, находятся в енольной форме. Лиганд-N-(салициламид)-фталимид координируется с ионом цинка через атомы кислорода фенольной и азота амидной групп. Лиганд N'-малеоил-салицилгидразид координируется с ионом цинка через атомы кислорода салицилового остатка и атом азота амидной группы малеинового остатка. Строение синтезированных координационных соединений Zn с H<sub>2</sub>L и H<sub>4</sub>L исследованы методами ИК- и электронной абсорбционной спектроскопий, элементным анализом и термогравиметрией. Эти анализы помогли установить, что ион металла в комплексных соединениях связан с двумя молекулами воды водородной связью и образует искаженную октаэдрическую геометрию. Координацию с молекулами воды также подтверждают кривые ТГ, в которых первые и вторые стадии потери веса отнесены к удалению молекул растворителей - координированных молекул воды и ДМФА.*

**Ключевые слова:** комплексы Zn, ИК-, электронный спектр, элементный анализ, термогравиметрия

## SYNTHESIS AND STUDY OF Zn COMPLEXES WITH N'-ACYL-SALICYLHYDRAZIDES

G.H. Gondolova

Gulnar H. Gondolova

Azerbaijan National Academy of Sciences, Ganja branch, H. Aliyev ave., 153, Ganja, AZ 2003, Azerbaijan

E-mail: gulnargondolova@gmail.com

*Zn complexes with potentially tridentate (carbonyl and hydroxyl oxygen atoms of the salicylic fragment and nitrogen atom of the amide group) were synthesized by the ligand N'-phthalimido-salicylamide (H<sub>2</sub>L) and potentially heptadentate (carbonyl and hydroxyl oxygen atoms of the salicylic fragment, two nitrogen atoms of the hydrazide moiety and two oxygen atoms of the carbonyl and carboxyl groups of the maleic fragment) with the ligand N'-maleoal-salicylhydrazide (H<sub>4</sub>L) with 78% and 86% yield, respectively. The structural features of the N'-phthalimido-salicylamide (H<sub>2</sub>L) and N'-maleoal-salicylhydrazide (H<sub>4</sub>L) obtained were established by IR and <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. In the <sup>1</sup>H NMR spectra, signals from proton-containing groups are detected in the expected region. Also the structure of the ligands confirms <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. The yield of ligands is 92% and 95%, respectively. It was found that both ligands, in the conducted synthesis reactions, behave as bidentate, are in the enol form. Ligand-N-(salicylamide) -phthalimide is coordinated with zinc ion through the oxygen atoms of the phenol and nitrogen amide groups. The N'-maleoal-salicylhydrazide ligand is coordinated with the zinc ion through the oxygen atoms of*

*the salicylic residue and the nitrogen atom of the amide group of the maleic residue. The structures of synthesized Zn coordination compounds with H<sub>2</sub>L and H<sub>4</sub>L have been studied by IR and electronic absorption spectrometry, elemental analysis and thermogravimetry. These analyzes helped to establish that the metal ion in complex compounds is bound to two water molecules by a hydrogen bond and forms a distorted octahedral geometry. Coordination with water molecules is also confirmed by the TG curves, in which the first and second stages of weight loss are attributed to the removal of solvent molecules — coordinated water molecules and DMF.*

**Key words:** Zn complexes, IR, electron spectrometry, elemental analysis, thermogravimetry

**Для цитирования:**

Гондолова Г.Г. Синтез и исследование комплексов Zn с N'-ацил-салицилгидразидами. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2019. Т. 62. Вып. 9. С. 27–32

**For citation:**

Gondolova G.H. Synthesis and study of Zn complexes with N'-acyl-salicylhydrazides. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2019. V. 62. N 9. P. 27–32

**ВВЕДЕНИЕ**

Координационные соединения лигандов, содержащих электронодонорные атомы азота и кислорода, представляют большой интерес для органической, неорганической и биорганической химии. В последние годы синтезируются полидентатные N-ацил-салицилгидразидные лиганды, которые используются для синтеза моно-, би- и полиядерных комплексных соединений с переходными металлами. В свою очередь, синтезированные координационные соединения, наряду с N-ацил-салицилгидразидными лигандами, обладают биологической и физиологической активностью. Так, 2-ацетилпиридин-бензоил-гидразон и его медный комплекс показывают антитуберкулезные свойства [1]. Производные гидразинопиримидин-5-карбонитрила обладают противоопухолевой активностью [2]. Производным 2-ацетилпиридина – 2-бензоксазол и 2-бензимидазол гидразонам также присущи противоопухолевые свойства [3]. Производные арилацид N'-(1H-индазол-3-карбонил)-гидразида проявляют антимикробную и антигрибковую активность [4].

Анализ научной литературы показал, что имеется обширная литература по координационным соединениям N-ацил-салицилгидразидных лигандов с переходными металлами [5-15]. Однако, координационные соединения N-ацилсалицилгидразидных лигандов с цинком изучены недостаточно [16-19].

В данной работе нами синтезированы координационные соединения Zn с N'-фталимида-салициламидом (**1**) и N'-малеоил-салицилгидразидом (**2**). Строение этих соединений изучено методами ИК-, УФ-спектроскопии, термогравиметрии.

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

ИК-спектры снимались на спектрофотометре NicoletIS10, электронные абсорбционные спектры на спектрофотометре UV-VIS Evolution 60S, термогравиметрический анализ проводился с использованием дериватографа NETZSCHSTA 449 Fc.

**Синтез лигандов**

**1.1.1. N'-фталимида-салициламид (H<sub>2</sub>L)**

Синтез лиганда H<sub>2</sub>L проводился по методу [20], при взаимодействии салицилгидразида с фталевым ангидридом в растворе ДМФА в мольном соотношении 1:1.

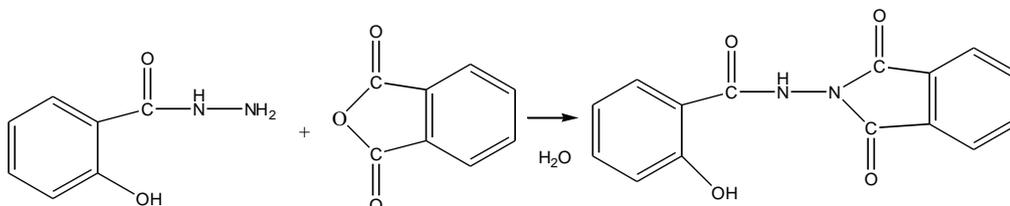


Схема 1. Реакция синтеза H<sub>2</sub>L  
Scheme 1. H<sub>2</sub>L synthesis reaction

Выход составляет 92%, T<sub>пл.</sub> = 251 °C; Найдено С, 63,83; Н, 3,57; N, 9,93%. Вычислено для C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: С, 63,77; Н, 3,64; N, 9,96%. <sup>1</sup>H NMR

(400 МГц, MeOD, 300 К), δ м.д.: 7,94 (d, 2H, J=32 Гц, CH-CO фтал.), 7,71 (t, 2H, J=20 Гц, CH-CH фтал.) 7,63 (d, 1H, J=4 Гц, o-PhCH); 7,50 (t, 1H J=4 Гц; p-

PhCH), 7,01 (t, 1H, J=4 Гц, m-PhCH), 6,97 (s, 1H, ArH);  $^{13}\text{C}$  ЯМР (MeOD),  $\delta$  м.д.: 167,93 и 167,93 (-CO фтал.), 165,30 (-CO-Ph), 159,22 (PhC-OH), 134,71 и 134,63 (CH-CH-CH-CH фтал.), 133,91 (p-PhC), 131,81 (o-PhC), 130,08 и 129,88 (-CO-CH фтал.), 128,86 и 128,51 (-CH.фтал.), 123,38 (m PhC), 119,28 (PhC-CO-), 117,03 (m-PhC-C-OH); ИК (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu$  OH фенольн., 3400;  $\nu$ N-H, 3272 ш.;  $\nu$ C=O

асим.фтал., 1795;  $\nu$ C=O симм.фтал., 1734с;  $\nu$ C-OH фенольн., 1212.

### 1.1.2. N'-малеоил-салицилгидразид (H<sub>4</sub>L)

Синтез лиганда H<sub>4</sub>L проводился по методу [21, 22], смешиванием метанольных растворов салицилгидраза и малеинового ангидрида в мольном соотношении 1:1 (Схема 1).

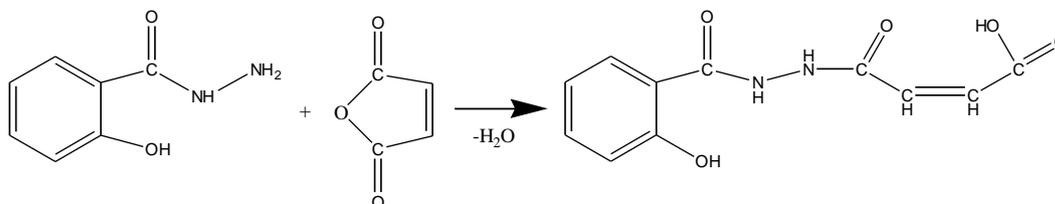


Схема 2. Реакция синтеза H<sub>4</sub>L  
Scheme 2. H<sub>4</sub>L synthesis reaction

Выход составляет 95%,  $T_{\text{пл}} = 188$  °С; Найдено: С, 52,8; Н, 4; N, 11,2%. Вычислено для C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>N<sub>2</sub>: С, 53,4; Н, 4,2; N, 10,8%.  $^1\text{H}$  ЯМР (400 МГц, MeOD, 300 К),  $\delta$  м.д.: 7,91 (d, 1H, J=12 Гц, o-PhCH); 7,44 (t, 1H J=12 Гц.; p-PhCH), 6,96 (t, 1H, J=16 Гц, m-PhCH), 6,81(s, 1H, ArH), 6,55 (d, 1H, J=8 Гц, -CH=), 6,40 (d, 1H, J=8 Гц, =CH-);  $^{13}\text{C}$  ЯМР (MeOD),  $\delta$  м.д.: 166,92 (-COOH-), 166,03 (-CO-Ph), 163,54 (Ph-CO-), 158,53 (PhC-OH), 134,01(-NHCO-CH=), 131,76 (p-PhC), 129,94 (=CH-COOH), 128,82 (o-PhC), 119,25 (m-Ph), 116,77 (PhC-CO-), 114,74 (m-PhC-C-OH); ИК (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu$ N-H, 3029 ш.;  $\nu$ C=O, 1704с;  $\nu$ C=C, 1659с;  $\nu$ C=N, 1610с;  $\nu$ NC=O, 1525сл.;  $\delta$ N-H, 1490 ш;  $\nu$ C-OH (фенольн.), 1228с, 1160с.

## 2. Синтез комплексов

### 2.1. Синтез (HL)<sub>2</sub>Zn (1)

Реакционную смесь: 0,05 моль, H<sub>2</sub>L растворенного в 25 мл метанола и 0,025 моль (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Zn, растворенного в 5 мл воды, интенсивно перемешивали при 50-60 °С в течение 30 мин. После стояния в течение суток из реакционной смеси выпал мелкий кристаллический осадок белого цвета. Продукт реакции отфильтровывался, промывался диэтиловым эфиром и сушился при комнатной температуре. Выход 78%.  $T_{\text{пл}} > 250$  °С

### 2.2. Синтез (H<sub>3</sub>L)<sub>2</sub>Zn (2)

Синтез 2 проводился аналогичным 1 способом, но с H<sub>4</sub>L. Выход 86%.  $T_{\text{пл}} > 250$  °С

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### ИК спектроскопия

ИК-спектры лигандов показывают полосы поглощения при 3400-3445, 1654-1671 и 3272-3305  $\text{cm}^{-1}$ , относящиеся к  $\nu$ O-H фенольной,  $\nu$ CO амидной и  $\nu$ NH амидной групп, соответственно. Полосы при

1212 и 1228  $\text{cm}^{-1}$  относятся к валентным колебаниям  $\nu$ CO фенольной группы в H<sub>2</sub>L и H<sub>4</sub>L, соответственно. Отсутствие  $\nu$ CO амидной и  $\nu$ NH амидной групп полос поглощения в ИК-спектрах обоих комплексов, указывает на участие этих групп в координации с ионом металла. Присутствие же асимметричной и симметричной колебательных полос карбоксильной группы  $\nu$ COO указывает на то, что карбоксильная группа в H<sub>4</sub>L не участвует в комплексообразовании (Схема 3). Наличие в комплексах полос при 614-684 и 413-415  $\text{cm}^{-1}$  также могут подтверждать образование M-O и M-N связей соответственно (таблица).

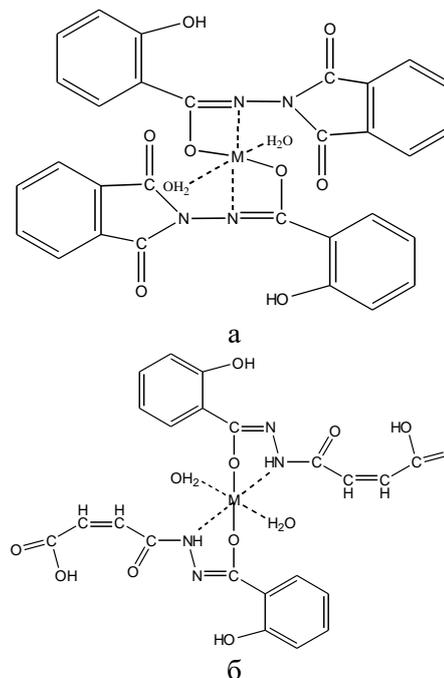


Схема 3. Структура комплексов: а – (HL)<sub>2</sub>Zn, б – (H<sub>3</sub>L)<sub>2</sub>Zn  
Scheme 3. Structure of complexes a – (HL)<sub>2</sub>Zn, б – (H<sub>3</sub>L)<sub>2</sub>Zn

Волновые числа в ИК-спектрах синтезированных соединений и их отнесение  
 Table. Wave numbers in IR spectra, synthesized compounds and their assignment

Соединение	Полосы поглощения $\nu$ , $\text{cm}^{-1}$							
	$\nu\text{O-H}$ фенольн	$\nu\text{NH}$ амидн.	$\nu\text{CO}$ асимм., фтал.	$\nu\text{CO}$ симм., фтал.	$\nu\text{CO}$ амидн.	$\nu\text{CO}$ фенольн.	$\nu\text{M-O}$	$\nu\text{M-N}$
$\text{H}_2\text{L}$	3400ш.	3272ср.	1795сл.	1734с.	1654с.	1212	-	-
$(\text{HL})_2\text{Zn}$	3323ш.	-	1794сл.	1725	-	1241	614	413
	$\nu\text{O-H}$ фе- нольн	$\nu\text{NH}$ амидн.	$\nu\text{CO}$ амидн.	$\nu\text{CO}$ фенольн.	$\nu\text{COO}$ асимм	$\nu\text{COO}$ симм.	$\nu\text{M-O}$	$\nu\text{M-N}$
$\text{H}_4\text{L}$	3445ш.	3305ш.	1671с.	1228с.	1610с.	1347с.	-	-
$(\text{H}_3\text{L})_2\text{Zn}$	3416ш.	-	-	1259сл.	1602сл.	1377с.	684	415

#### УФ спектроскопия

В УФ-спектре комплекса  $(\text{HL})_2\text{Zn}$ , наряду с лигандными полосами поглощения при  $\lambda = 296, 308$  и  $332$  нм, наблюдаются полосы поглощения с низкой интенсивностью в видимой области при  $\lambda = 400$  и  $452$  нм (рис. 1).

В электронном спектре поглощения комплекса  $(\text{H}_3\text{L})_2\text{Zn}$ , помимо полос поглощения лиганда  $\lambda = 306, 318$  и  $330$  нм, присутствуют полоса переноса заряда при  $400$  нм и полоса низкой интенсивности в видимой области  $\lambda = 418$  нм (рис. 2).

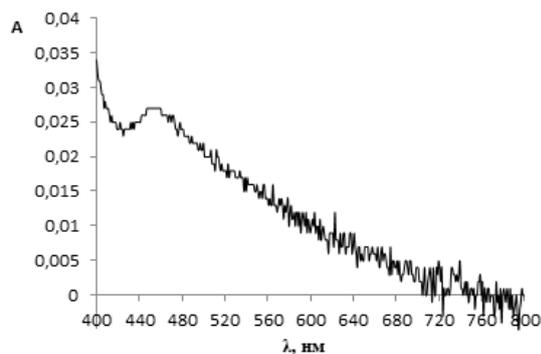
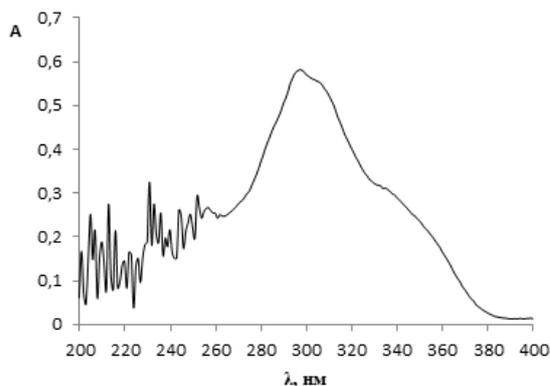


Рис.1. УФ-спектр  $(\text{HL})_2\text{Zn}$   
 Fig.1. UV-spectra of  $(\text{HL})_2\text{Zn}$

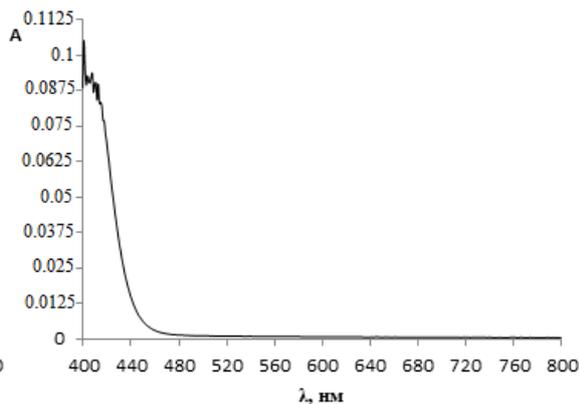
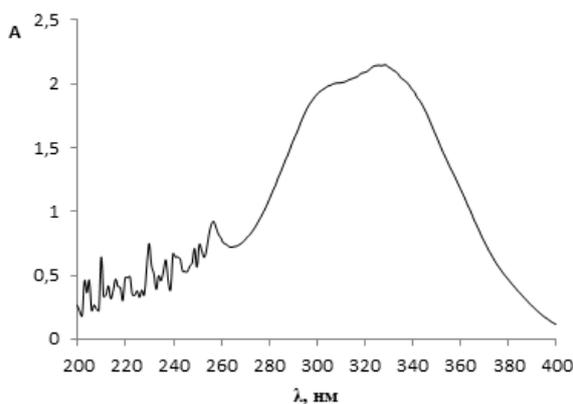


Рис.2. УФ-спектр  $(\text{H}_3\text{L})_2\text{Zn}$   
 Fig.2. UV-spectra of  $(\text{H}_3\text{L})_2\text{Zn}$

#### ТГ-анализ комплексов

Кривые ТГ соединений **1** и **2** показывают три стадии потери веса. Первая потеря веса составляет 8,92%, происходит в интервале температур 50-200 °С, вторая – 16,04% и находится между 200

и 324 °С. Для соединения **1**. Для соединения **2** первая потеря веса составляет 14,44% в интервале температур 46-192 °С, а вторая составляет 17,165% в диапазоне 192-356 °С.

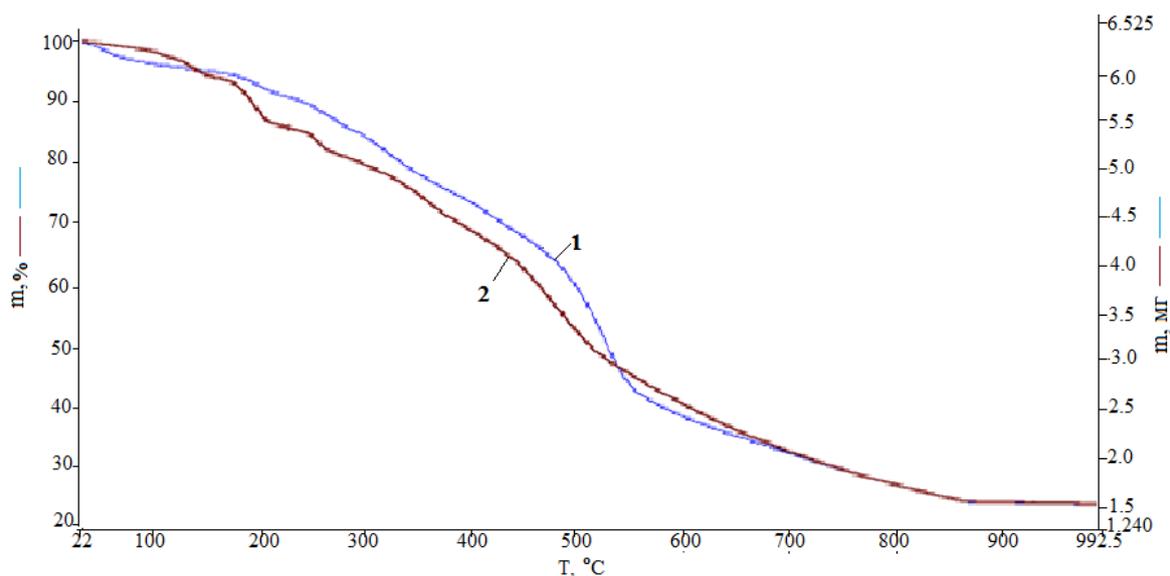


Рис.3. ТГ кривые комплексов: 1-(HL)<sub>2</sub>Zn, 2-(H<sub>3</sub>L)<sub>2</sub>Zn  
 Fig.3. TG curves of complexes: 1-(HL)<sub>2</sub>Zn, 2-(H<sub>3</sub>L)<sub>2</sub>Zn

Обе потери веса отнесены к удалению молекул растворителей – координированных молекул воды и ДМФА. Третьи стадии потери веса составляют 50,355% для **1** от 324 до 856 °С и 44,24% для соединения **2** от 356 до 853 °С, что может быть результатом разложения лигандов. Наблюдаемые общие потери массы на трех стадиях (75,65% и 76,404%) согласуются с рассчитанными (74,49% и 77,01%) для обоих соединений, соответственно (рис. 3).

Ранее были получены полиядерные комплексы железа, марганца, меди, никеля, кобальта, цинка и других переходных металлов с N'-ацил-салицилгидразидами. Результаты исследований комплексов цинка указывают на то, что он образует комплексы с таким же строением как никель и кобальт как с N-(салициламид)-фталимидом, так и с N'-малеоил-салицилгидразидом [20-22].

#### ВЫВОДЫ

Синтезированы комплексы Zn с лигандами N-(салициламид)-фталимид и N'-малеоил-салицилгидразид. Изучено строение этих соединений различными физико-химическими методами. Лиганд N-(салициламид)-фталимид ведет себя как бидентатный, находится в енольной форме и координируется с ионом цинка через атомы кислорода фенольной и азота амидной групп. Лиганд N'-малеоил-салицилгидразид также ведет себя как бидентатный и находится в енольной форме, координируется с ионом цинка через атомы кислорода салицилового остатка и атом азота амидной группы малеинового остатка.

#### ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. **Patole J., Sandbhor U., Padhye S., Deobagkar D.N., Anson C.E., Powell A.** Structural Chemistry and In Vitro Antitubercular Activity of Acetylpyridine Benzoyl Hydrazone and Its Copper Complex against Mycobacterium smegmatis. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2003. V. 13. P. 51–55. DOI: 10.1016/S0960-894(02)00855-7.
2. **Cocco M.T., Congiu C., Lilliu V., Onnis V.** Synthesis and in vitro antitumoral activity of new hydrazinopyrimidine-5-carbonitrile derivatives. *Bioorg. Med. Chem.* 2006. V. 14. P. 366–372. DOI: 10.1016/j.bmc.2005.08.012.
3. **Easmon J., Puerstinger G., Roth Th., Fiebig H., Jenny M., Jaeger W., Heinisch G., Hofmann J.** 2-benzoxazolyl and 2-benzimidazolyl hydrazones derived from 2-acetylpyridine: a novel class of antitumor agent. *Int. J. Cancer.* 2001. V. 94. P. 89–96. DOI: 10.1002/ijc.1427.
4. **Chandrasekhar T., Vinay Kumar L., Babul Reddy A., Jagan Naik P., Narayana Swamy G.** Synthesis and biological evaluation of some new Aryl acid N'-(1H-indazole-3-carbonyl)-hydrazide derivatives. *J. Chem. Pharm. Res.* 2012. V. 4. N 5. P. 2795-2802.
5. **Xuefeng S., Dacheng L., Suna W., Suyuan Z., Daqi W., Jianmin D.** Metal coordination architectures of N-propionyl-1-hydroxy-2-naphthoylhydrazide: From metalladiazamacrocycles to trinuclear complexes. *J. Solid State Chem.* 2010. V. 183. N 9. P. 2144-2153. DOI: 10.1016/j.jssc.2010.07.021.
6. **Xiao Feng-Ping, Long-Fei Jin, Wei Luo, Gong-Zhen Cheng, Zheng-Ping Ji.** Synthesis, characterization and bioactivity of a novel 18-metallacrown-6: [Mn(pcsHz)(CH<sub>3</sub>OH)]<sub>6</sub>·4CH<sub>3</sub>OH·4H<sub>2</sub>O. *Inorg. Chim. Acta.* 2007. V. 360. N 10. P. 3341-3346. DOI: 10.1016/j.ica.2007.04.002.
7. **Shu-Ting W., Hong-Liang T., Shu-Mei L., Qiao-Yan Y., Xi-He H., Chang-Cang H., Xiao-Lin H., Shou-Tian Z.** Delicate modulated assembly of a new kind of trinuclear copper(II) motif governed by N-containing agents. *Cryst. Eng. Comm.* 2014. V. 16. N 42. P. 9792-9799. DOI: 10.1039/C4CE00898G.
8. **Sagarika P., Dash S.P., Majumdera S., Dinda R., Sinnb E., Stoeckli-Evans H., Mukhopadhyay S., Bhutiad S.K., Mitraet P.** Synthesis, structure, characterization and study of antiproliferative

- activity of dimeric and tetrameric oxidomolybdenum(VI) complexes of N,N'-disalicyloylhydrazine. *Polyhedron*. 2014. V. 80. P. 198-205. DOI: 10.1016/j.poly.2014.04.007.
9. **Cheab K., Martel D., Clement N., Eckes F., Kouaho S., Rogez G., Dagherne S., Kurmoo M., Chouad S., Welter R.** Structural, magnetic and optical properties of an FeIII dimer bridged by the meridional planar divergent N,N'-bis(salicyl)hydrazide and its photo- and electro-chemistry in solution. *Dalton Transact.* 2013. V. 42. N 5. P. 1406-1416. DOI: 10.1039/C2DT32310A.
  10. **Gerber T.I.A., Yumata N.C., Betz R.** The reaction of salicylhydrazide with [ReOX<sub>3</sub>(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]. Influence of X on product formation. *Inorg. Chem. Commun.* 2012. V. 15. P. 69-72. DOI: 10.1016/j.inoche.2011.09.041.
  11. **Boudou-Vivet V., Mathe Ch., Gosselin G.** Synthesis and antiviral evaluation of c-4-hydrazide derivatives of 2',3'-dideoxycytidine. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*. 2001. V. 20:4. N. 7. P. 1029-1032. DOI: 10.1081/NCN-100002484.
  12. **Chen X., Wu Q., Lu W., Yang M., Chen L.** A 3D hydrogen bonding framework of trinuclear Ni(II) complex in mixed ligands system: Structural and magnetic studies. *Inorg. Chem. Commun.* 2011. V. 14. N 5. P. 694-696. DOI: 10.1016/j.inoche.2011.02.008.
  13. **Luo W., Wang X., Meng X., Cheng G., Ping Ji Z.** Metal coordination architectures of N-acyl-salicylhydrazides: The effect of metal ions and steric repulsion of ligands to their structures of polynuclear metal complexes. *Polyhedron*. 2009. V. 28. N 2. P. 300-306.
  14. **Luo W., Wang X., Meng X., Cheng G., Ping Ji Z.** Bent and linear trinuclear nickel complexes with ligands derived from N-acylsalicylhydrazide ligands: structural characterization and bioactivity. *J. Coord. Chem.* 2009. V. 62. N 9. P. 1492-1501. DOI: 10.1080/00958970802609830.
  15. **Dohyun M., Jiheh S., Myoung Soo L.** 2D layered metal-organic frameworks built using a hexanuclear metallamacrocyclic and an octanuclear metallamacrocyclic as supramolecular building blocks. *Cryst. Eng. Comm.* 2009. V. 11. N 5. P. 770-776. DOI: 10.1039/b813603c.
  16. **Lin S., Yang M., Liu S.** Three novel trinuclear zinc(II)/nickel(II) complexes with pentadentate ligands N-nitrobenzoylsalicylhydrazide. *Polyhedron*. 2007. V. 26. P. 4793-4798. DOI: 10.1016/j.poly.2007.01.028.
  17. **Liu D., Chen Z., Qin S., Huang W., Jiang L., Liang F.** Synthesis, Characterization, and Properties of Four Metal Complexes with Multidentate N-Acyl-Salicylhydrazide Ligands. *J. Inorg. Gen. Chem.* 2011. V. 637. N 10. P. 1401-1408. DOI: 10.1002/zaac.201100092.
  18. **Qin S., Chen Z., Liu D., Huang W., Liang F.** Synthesis, crystal structure, and luminescent properties of metal complexes bearing 2,6-pyridine-diacylhydrazide ligands: supramolecular assemblies via intermolecular interactions. *Transit. Met. Chem.* 2011. V. 36. P. 369-378. DOI: 10.1007/s11243-011-9479-x.
  19. **Zhao Sh., Wang S., Liu X., Liang B., Li L., Cai H., Li K.** Synthesis, crystal structures, and selected properties of Cu(II) and Zn(II) complexes with in situ formed 2-hydroxy-N'-(propan-2-ylidene)-benzohydrazide. *J. Coord. Chem.* 2012. V. 65. N 24. P. 4277-4287. DOI: 10.1080/00958972.2012.738813.
  20. **Гондолова Г.Г., Меджидов А.А., Фатуллаева П.А.** Комплексы Fe(II) и Mn(II) с N-(2-гидроксибензамидо)-фталимидом. *Журн. общей химии*. 2018. Т. 3. Вып.88. С. 517-520.  
**Gondolova G.H., Medzhidov A.A., Fatullaeva P.A.** Complexes of Fe(II) and Mn(II) with N-(2-Hydroxybenzamido)-phthalimide. *Russ. J. Gen. Chem.* 2018. V. 88. N 3. P. 605-607. DOI: 10.1134/S1070363218030362.
  21. **Gondolova G.H., Medjidojov A.A., Fatullayeva P.A., Israfilov A.I.** Synthesis and spectroscopic characterization of Fe(III), Mn(II) and Cu(II) complexes with N'-maleoil-salicylic-hydrazid. *J. Chem. Probl.* 2018. V. 16. N 1. P. 44-50.
  22. **Gondolova G., Taslimi P., Medjidojov A., et al.** Synthesis, crystal structure and biological evaluation of spectroscopic characterization of Ni(II) and Co(II) complexes with N-Salicyloil-N'-Maleoil-Hydrazine as anticholinergic and anti-diabetic agents. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 2018. P. e22197. DOI: 10.1002/jbt.22197.

Поступила в редакцию 16.09.2018  
Принята к опубликованию 25.07.2019

Received 16.09.2018  
Accepted 25.07.2019