

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ РУТЕНИЯ [Ph₄P][*trans*-RuCl₄(dmsO-S)₂] И [Ph₄Sb(dmsO-O)][*trans*-RuCl₄(dmsO-S)₂]

В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, В.С. Сенчурин

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Взаимодействием хлоридов тетрафенилфосфония и тетрафенилстибония в диметилсульфоксиде синтезированы и структурно охарактеризованы комплексы [Ph₄P][*trans*-RuCl₄(dmsO-S)₂] (1) и [Ph₄Sb(dmsO-O)][*trans*-RuCl₄(dmsO-S)₂] (2). По данным РСА, атомы фосфора в катионах 1 имеют мало искаженную тетраэдрическую координацию (P–C 1,756(16)–1,794(19) Å, CPC 105,4(7)°–111,8(5)°), атомы сурьмы в катионах 2 – искаженную тригонально-бипирамидальную с атомом кислорода диметилсульфоксида в аксиальном положении (Sb–O2,633(15) Å, Sb–C 2,094(15)–2,146(15) Å, CSbO 178,54(16)°). В октаэдрических анионах [*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] комплексов 1 и 2 диметилсульфоксидные лиганды координируются на атом металла атомом серы (Ru–S2,349(3), Ru–Cl2,353(5), 2,355(3) Å и 2,332(3), 2,344(6), 2,336(4)–2,353(3) Å соответственно), углы SRuS и *транс*-ClRuCl составляют 180°.

Ключевые слова: синтез, комплекс, катион тетрафенилфосфония, катион тетрафенилстибония, *транс*-бис(диметилсульфоксидо)тетрахлорорутенат-анион, строение, рентгеноструктурный анализ.

Введение

Известны немногочисленные структурно охарактеризованные комплексы рутения с анионами [*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] [1–7], при этом только в состав одного входит тетраорганилфосфониевый катион [Ph₃PCH₂C(O)CH₃]⁺ [7]. Синтез комплекса осуществляли из гексахлорорутената(IV) калия и хлорида ацетонилтрифенилфосфония в смеси диметилсульфоксида и этанола в присутствии соляной кислоты. Отметим, что в результате окислительно-восстановительной реакции степень окисления рутения понижалась с +4 до +3.

Ранее сообщалось о получении *транс*-бис(диметилсульфоксидо)тетрахлорорутената(III) тетрафенилфосфония [Ph₄P]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] с выходом 89 % по реакции обмена между хлоридом тетрафенилфосфония и комплексом [(dmsO)₂H]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] в воде [8]. Вывод о строении продукта был сделан на основании данных ИК- и ЯМР-спектроскопии.

В настоящей работе описаны синтезы комплексов [Ph₄P]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] и [Ph₄Sb(dmsO-O)]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] и приведены результаты исследования их строения методом рентгеноструктурного анализа (РСА).

Экспериментальная часть

Синтез [Ph₄P]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] (1). Смесь 0,072 г (0,191 ммоль) хлорида тетрафенилфосфония и 0,050 г (0,191 ммоль) гидрата хлорида рутения(III) растворяли при перемешивании в 2 мл диметилсульфоксида. После уменьшения объема раствора до 0,5 мл наблюдали образование кристаллов темно-оранжевого цвета, которые отбирали и сушили. Получили 0,074 г (52 %) комплекса 1 с т. разл. 200 °С. ИК спектр, (ν, см^{–1}): 3082, 3059, 3040, 3026, 3011, 2922, 1632, 1585, 1485, 1439, 1406, 1308, 1194, 1167, 1121, 1111, 1020, 995, 972, 934, 918, 760, 725, 694, 532, 522, 451, 417. Найдено, %: С 44,98, Н 4,57. C₂₈H₃₂O₂S₂PCl₄Ru. Вычислено, %: С 45,52, Н 4,34.

По аналогичной методике синтезирован комплекс [Ph₄Sb(dmsO-O)]⁺[*транс*-RuCl₄(dmsO-S)₂][–] (2) (71 %), т. разл. 167 °С. ИК спектр, (ν, см^{–1}): 3051, 3001, 2924, 2853, 1481, 1437, 1406, 1306, 1121, 1063, 1018, 995, 957, 741, 692, 455, 415. Найдено, %: С 39,35, Н 4,26. C₃₀H₃₈O₃S₃Cl₄RuSb. Вычислено, %: С 39,71, Н 4,19.

ИК-спектр комплексов 1, 2 записывали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S в таблетке KBr в области 4000–400 см^{–1}.

Рентгеноструктурный анализ (РСА) кристаллов **1**, **2** проведен на автоматическом четырех-кружном дифрактометре D8 QUEST фирмы Bruker (Mo K_α-излучение, λ = 0,71073 Å, графитовый монохроматор). Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проведены с помощью программ SMART и SAINT-Plus [9]. Все расчеты по определению и уточнению структур выполнены с помощью программ SHELXL/PC [10]. Структуры определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Положение атомов водорода уточняли по модели наездника ($U_{\text{изо}}(\text{H}) = 1,2U_{\text{экр}}(\text{C})$). Кристаллографические данные и результаты уточнения структур приведены в табл. 1, геометрические характеристики координационного полиэдра атома сурьмы – в табл. 2.

Таблица 1
Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структур соединений **1**, **2**

Параметры	Значения	
	1	2
Сингония	Ромбическая	Моноклинная
Пространственная группа	Pnma	C2/c
<i>a</i> , Å	13,6897(5)	34,5388(13)
<i>b</i> , Å	25,9220(10)	9,3800(3)
<i>c</i> , Å	8,9148(3)	23,9260(9)
α, град.	90,00	90,00
β, град.	90,00	91,8430(10)
γ, град.	90,00	90,00
<i>V</i> , Å ³	3163,5(2)	7747,4(5)
<i>Z</i>	8	8
ρ _(вычисл.) , г/см ³	1,511	1,556
μ, мм ⁻¹	1,036	1,552
<i>F</i> (000)	1480,0	3624,0
Размер кристалла, мм	0,65 × 0,51 × 0,04	0,43 × 0,18 × 0,13
Область сбора данных по θ, град.	6,56–45,54	6,62–47,08
Интервалы индексов отражений	-14 ≤ <i>h</i> ≤ 14, -28 ≤ <i>k</i> ≤ 28, -9 ≤ <i>l</i> ≤ 9	-33 ≤ <i>h</i> ≤ 38, -10 ≤ <i>k</i> ≤ 10, -24 ≤ <i>l</i> ≤ 26
Измерено отражений	26936	10056
Независимых отражений	2184	5165
<i>R</i> _{int}	0,0337	0,0312
Переменных уточнения	170	388
<i>GOOF</i>	2,100	1,063
<i>R</i> -фактор по $F^2 > 2\sigma(F^2)$	<i>R</i> ₁ = 0,1168, <i>wR</i> ₂ = 0,4008	<i>R</i> ₁ = 0,0909, <i>wR</i> ₂ = 0,2552
<i>R</i> -факторы по всем отражениям	<i>R</i> ₁ = 0,1348, <i>wR</i> ₂ = 0,4416	<i>R</i> ₁ = 0,1073, <i>wR</i> ₂ = 0,2724
Остаточная электронная плотность (min/max), e/Å ³	3,53/-1,78	4,46/-1,97

Таблица 2
Основные длины связей (*d*) и валентные углы (*ω*) в структурах соединений **1**, **2**

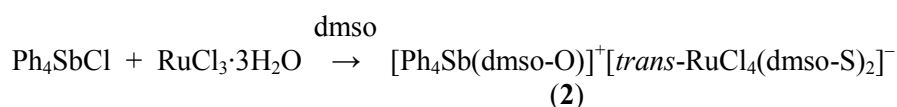
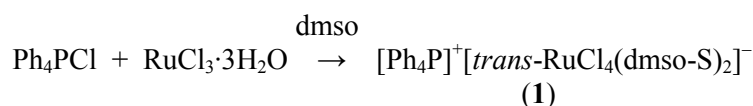
Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω, град.
1			
Ru(1)–Cl(1)	2,355(3)	Cl(1)Ru(1)Cl(1 ¹)	180,0
Ru(1)–Cl(1 ¹)	2,355(3)	Cl(2 ¹)Ru(1)Cl(1)	90,14(13)
Ru(1)–Cl(2 ¹)	2,353(5)	Cl(2)Ru(1)Cl(1 ¹)	90,14(13)
Ru(1)–Cl(2)	2,353(5)	Cl(2 ¹)Ru(1)Cl(1 ¹)	89,86(13)
Ru(1)–S(1 ¹)	2,349(3)	Cl(2)Ru(1)Cl(1)	89,86(13)

Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω , град.
Ru(1)–S(1)	2,349(3)	Cl(2)Ru(1)Cl(2 ¹)	179,998(1)
S(1)–O(1)	1,467(10)	S(1 ¹)Ru(1)Cl(1 ¹)	86,50(13)
S(1)–C(7)	1,738(14)	S(1 ¹)Ru(1)Cl(1)	93,50(13)
S(1)–C(8)	1,774(13)	S(1)Ru(1)Cl(1)	86,50(13)
P(1)–C(1)	1,756(16)	S(1)Ru(1)Cl(1 ¹)	93,50(13)
P(1)–C(11)	1,789(14)	S(1)Ru(1)Cl(2)	89,07(13)
P(1)–C(21)	1,788(14)	S(1 ¹)Ru(1)Cl(2 ¹)	89,08(13)
P(1)–C(31)	1,794(19)	S(1 ¹)Ru(1)S(1)	180,00(11)
Преобразования симметрии: ¹ 1– <i>x</i> , 1– <i>y</i> , 1– <i>z</i>			
2			
Sb(1)–C(11)	2,123(14)	C(11)Sb(1)C(31)	101,9(5)
Sb(1)–C(31)	2,146(15)	C(21)Sb(1)C(11)	111,5(5)
Sb(1)–C(21)	2,112(14)	C(21)Sb(1)C(31)	100,3(6)
Sb(1)–C(1)	2,094(15)	C(1)Sb(1)C(11)	122,2(5)
Sb(1)–O(3)	2,633(15)	C(1)Sb(1)C(31)	100,5(6)
Ru(1)–Cl(1 ¹)	2,336(4)	C(1)Sb(1)C(21)	115,7(6)
Ru(1)–Cl(1)	2,336(4)	C(31)Sb(1)O(3)	178,54(16)
Ru(1)–S(1 ¹)	2,344(6)	Cl(1)Ru(1)Cl(1 ¹)	179,999(1)
Ru(1)–S(1)	2,344(6)	Cl(1)Ru(1)S(1)	87,9(2)
Ru(1)–Cl(2 ¹)	2,334(7)	Cl(1 ¹)Ru(1)S(1)	92,1(2)
Ru(1)–Cl(2)	2,334(7)	S(1 ¹)Ru(1)S(1)	180,0(3)
Ru(2)–Cl(3 ²)	2,353(3)	Cl(2)Ru(1)Cl(1)	92,3(2)
Ru(2)–Cl(3)	2,353(3)	Cl(2)Ru(1)S(1)	90,7(3)
Ru(2)–Cl(4 ²)	2,344(3)	Cl(2)Ru(1)Cl(2 ¹)	180,0(4)
Ru(2)–Cl(4)	2,344(3)	Cl(3 ²)Ru(2)Cl(3)	179,997(1)
Ru(2)–S(2)	2,332(3)	S(2 ²)Ru(2)S(2)	180,0
Ru(2)–S(2 ²)	2,332(3)	Cl(4 ²)Ru(2)Cl(4)	180,00(15)
Преобразования симметрии: ¹ 2– <i>x</i> , 1– <i>y</i> , 2– <i>z</i> ; ² 3/2– <i>x</i> , 3/2– <i>y</i> , 1– <i>z</i>			

Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 1477220, deposit@ccdc.cam.ac.uk; <http://www.ccdc.cam.ac.uk>).

Обсуждение результатов

Комплексы **1** и **2** синтезировали из гидрата хлорида рутения (III) и хлоридов тетрафенилфосфония и тетрафенилстибония (соответственно) в диметилсульфоксиде. Установлено, что при медленном испарении растворителя из раствора кристаллизуются устойчивые на воздухе темно-оранжевые кристаллы:



По данным РСА, в кристалле комплекса **1** катионы тетрафенилфосфония имеют мало искаженную тетраэдрическую конфигурацию: углы СРС варьируют в интервале 105,4(7)°–111,8(5)°, расстояния Р–С равны 1,756(16)–1,794(19) Å (рис. 1).

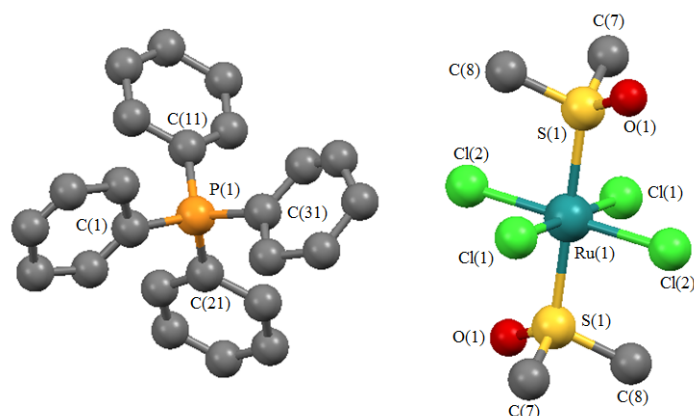


Рис. 1. Строение комплекса 1 (атомы водорода не показаны)

В кристалле комплекса **2** координация атома сурьмы в катионе – искаженная тригонально-бипирамидальная за счет дополнительного взаимодействия атома металла с атомом кислорода диметилсульфоксида (рис. 2). Расстояние Sb–O составляет 2,633(15) Å, что меньше суммы ван-дер-ваальсовых радиусов атомов на ~1 Å. Длина связей Sb–C изменяется в интервале 2,094(15)–2,146(15) Å, при этом максимальное значение соответствует *псевдо*-аксиальной связи Sb–C(31), что характерно для тригонально-бипирамидальных структур. *Псевдо*-аксиальный угол CSbO (178,54(16)°) близок к теоретическому углу 180°. Сумма углов CSbC в *псевдо*-экваториальной плоскости (349,4(5)°) значительно меньше 360°. Атом сурьмы выходит из плоскости [C₃] в сторону атома C(31) на 0,399 Å.

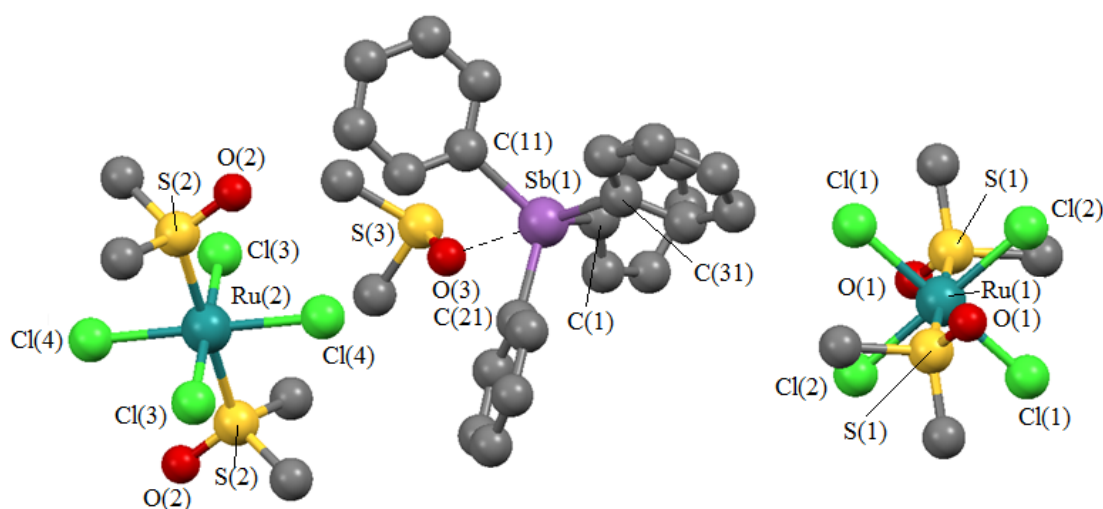


Рис. 2. Строение комплекса 2 (атомы водорода не показаны)

В анионах [trans-RuCl₄(dmsO-S)₂]⁻ комплексов **1** и **2** (в **2** два типа кристаллографически независимых анионов) длины связей Ru–Cl (2,353(5), 2,355(3) Å для **1**, 2,336(4)–2,353(3) Å для **2**) близки к сумме ковалентных радиусов атомов рутения и хлора (2,39 Å [11]). Диметилсульфоксидные лиганды координируются на центральный атом через атом серы (Ru–S 2,349(3) и 2,332(3)–2,344(6) Å соответственно), углы SRuS и *транс*-ClRuCl составляют 180°.

Выводы

Таким образом, реакции гидрата хлорида рутения (III) и хлоридов тетрафенилфосфония и тетрафенилстибония в диметилсульфоксиде позволяют синтезировать комплексы с анионами

$[trans-RuCl_4(dmsO-S)_2]^-$ в одну стадию. Отличие строения катионов $[Ph_4P]^+$ и $[Ph_4Sb(dmsO-O)]^+$ в полученных комплексах обусловлено размерами и подвижностью координационной сферы атома металла, что в присутствии *n*-донорного лиганда (диметилсульфоксида) приводит к изменению координационного полиэдра и увеличению координационного числа атома сурьмы.

Литература

1. Jaswal, J.S. Ruthenium(III) Complexes Containing Dimethylsulfoxide or Dimethylsulfide Ligands, and a New Route to *trans*-Dichlorotetrakis(dimethylsulfoxide)ruthenium(II) / J.S. Jaswal, S.J. Rettig, B.R. James // *Can. J. Chemistry*. – 1990. – V. 68, № 10. – P. 1808–1817.
2. Synthesis, Molecular Structure, and Chemical Behavior of Hydrogen *trans*-Bis(dimethyl sulfoxide)tetrachlororuthenate(III) and *mer*-Trichlorotris(dimethyl sulfoxide)ruthenium(III): the First Fully Characterized Chloride-dimethyl Sulfoxide-ruthenium(III) Complexes / E. Alessio, G. Balducci, M. Calligaris et al. // *Inorg. Chem.* – 1991. – V. 30, № 4. – P. 609–618.
3. Calligaris, M. Structure of Acridinium *trans*-Tetrachlorobis(dimethyl sulfoxide)ruthenate(III) / M. Calligaris, N. Bresciani-Pahor, R.S. Srivastava // *Acta Crystallogr.* – 1993. – V. 49 C, № 3. – P. 448–451.
4. Синтез и строение *транс*-[(ДМСО)Н][Ru(ДМСО)₂Cl₂] / О.В. Рудницкая, И.В. Мирошниченко, А.И. Сташ и др. // *Журн. неорган. химии*. – 1993. – Т. 38, № 7. – С. 1187–1190.
5. Рудницкая, О.В. Синтез и строение (Bu₄N)[Ru(ДМСО)₂Cl₂] / О.В. Рудницкая, А.И. Сташ, Н.М. Сеницын // *Журн. неорган. химии*. – 1994. – Т. 39, № 2. – С. 262–265.
6. Ruthenium Complexes with Purine Derivatives: Syntheses, Structural Characterization and Preliminary Studies with Plasmidic DNA / A. Garcia-Raso, J.J. Fiol, A. Tasada et al. // *Inorg. Chem. Commun.* – 2005. – V. 8, № 9. – P. 800–804.
7. Шарутин, В.В. Синтез и строение бис(диметилсульфоксидо)Тетрахлорорутената(III) Ацетонилтрифенилфосфония $[Ph_3PCH_2C(O)CH_3]^+[RuCl_4(ДМСО)_2]^-$ / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, В.С. Сенчурин // *Журн. общей химии*. – 2015. – Т. 85, № 5. – С. 842–845.
8. Anderson, C.M. Synthesis and Characterization of Ionic Ru(III) Complexes Containing Dimethylsulfoxide and Dinitrogen Heterocyclic Ligands / C.M. Anderson, A. Herman, F.D. Rochon // *Polyhedron*. – 2007. – V. 26, № 14. – P. 3661–3668.
9. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
10. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
11. Бацинов, С.С. Атомные радиусы элементов / С.С. Бацинов // *Журн. неорган. химии*. – 1991. – Т. 36, № 12. – С. 3015–3037.

Шарутин Владимир Викторович – доктор химических наук, профессор, старший научный сотрудник УНИД, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76. E-mail: vvsharutin@rambler.ru.

Шарутина Ольга Константиновна – доктор химических наук, профессор, кафедра теоретической и прикладной химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76. E-mail: sharutinao@mail.ru.

Сенчурин Владислав Станиславович – кандидат химических наук, доцент, кафедра теоретической и прикладной химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76. E-mail: senvl@rambler.ru

Поступила в редакцию 2 марта 2017 г.

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF RUTHENIUM COMPLEXES [Ph₄P][trans-RuCl₄(dmso-S)₂] AND [Ph₄Sb(dmso-O)][trans-RuCl₄(dmso-S)₂]

V.V. Sharutin, vvsharutin@rambler.ru
O.K. Sharutina, sharutinao@mail.ru
V.S. Senchurin, senvl@rambler.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Ruthenium complexes [Ph₄P][trans-RuCl₄(dmso-S)₂] (**1**) and [Ph₄Sb(dmso-O)][trans-RuCl₄(dmso-S)₂] (**2**) have been synthesized by interaction of tetraphenylphosphonium and tetraphenylstibonium chlorides in dimethylsulfoxide. Their structures have been characterized. According to the X-ray data, the phosphorus atoms in cation **1** have a slightly distorted tetrahedral coordination (P–C 1.756(16)–1.794(19) Å, CPC 105.4(7)°–111.8(5)°), and the antimony atoms in cation **2** have a distorted trigonal-bipyramidal coordination with the dimethyl sulfoxide oxygen atom in the axial position (Sb–O 2.633(15) Å, Sb–C 2.094(15)–2.146(15) Å, CSbO 178.54(16)°). In the [trans-RuCl₄(dmso-S)₂][–] octahedral anion complexes **1** and **2** dimethylsulfoxide ligands are coordinated to the metal atoms by sulfur atoms (Ru–S 2.349(3), Ru–Cl 2.353(5), 2.355(3) Å and 2.332(3)–2.344(6), 2.336(4)–2.353(3) Å, respectively; angles SRuS and trans-ClRuCl constitute 180°.

Keywords: synthesis, complex, tetraphenylphosphonium cation, tetraphenylstibonium cation, trans-bis(dimethylsulfoxido)tetrachlororuthenate-anion, structure, X-ray diffraction analysis.

References

1. Jaswal J.S., Rettig S.J., James B.R. Ruthenium(III) Complexes Containing Dimethylsulfoxide or Dimethylsulfide Ligands, and a New Route to *trans*-Dichlorotetrakis(dimethylsulfoxide)ruthenium(II). *Can. J. Chemistry*, 1990, vol. 68, no. 10, pp. 1808–1817. DOI: 10.1139/v90-282
2. Alessio E., Balducci G., Calligaris M., Costa G., Attia W., Mestroni G. Synthesis, Molecular Structure, and Chemical Behavior of Hydrogen *trans*-Bis(dimethyl sulfoxide)tetrachlororuthenate(III) and *mer*-Trichlorotris(dimethylsulfoxide)ruthenium(III): the First Fully Characterized Chloride-dimethyl Sulfoxide-ruthenium(III) Complexes. *Inorg. Chem.*, 1991, vol. 30, no. 4, pp. 609–618. DOI: 10.1021/ic00004a005.
3. Calligaris M., Bresciani-Pahor N., Srivastava R.S. Structure of Acridinium *trans*-Tetrachlorobis(dimethylsulfoxide)ruthenate(III). *Acta Crystallogr.*, 1993, vol. 49C, no. 3, pp. 448–451. DOI: org/10.1107/S010827019200725X.
4. Rudnitskaya O.V., Miroshnichenko I.V., Stash A.I., Sinitsyn N.M. [Synthesis and Structure of Complex *trans*-[(DMSO)H][Ru(DMSO)₂Cl₂]]. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1993, vol. 38, no. 7, pp. 1187–1190. (in Russ.)
5. Rudnitskaya O.V., Stash A.I., Sinitsyn N.M. [Structure and Properties of Complex (Bu₄N)[Ru(DMSO)₂Cl₂]]. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1994, vol. 39, no. 2, pp. 262–265. (in Russ.)
6. García-Raso A., Fiol J.J., Tasada A., Prieto M.J., Moreno V., Mata I., Molins E., Bunič T., Golobič A., Ture I. Ruthenium Complexes with Purine Derivatives: Syntheses, Structural Characterization and Preliminary Studies with Plasmidic DNA. *Inorg. Chem. Commun.*, 2005, vol. 8, no. 9, pp. 800–804. DOI: org/10.1016/j.inoche.2005.05.023.
7. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S. Preparation and Structure of Acetyltriphenylphosphonium Bis(dimethylsulfoxido)tetrachlororuthenate(III). *Russian Journal of General Chemistry*, 2015, vol. 85, no. 5, pp. 1136–1139. DOI: 10.1134/S1070363215050229.

8. Anderson C.M., Herman A., Rochon F.D. Synthesis and Characterization of Ionic Ru(III) Complexes Containing Dimethylsulfoxide and Dinitrogen Heterocyclic Ligands. *Polyhedron*, 2007, vol. 26, no. 14, pp. 3661–3668. DOI: org/10.1016/j.poly.2007.03.041.

9. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.

10. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.

11. Batsanov S.S. [Atomic Radii of the Elements]. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1991, vol. 36, no. 12, pp. 3015–3037. (in Russ.)

Received 2 March 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Шарутин, В.В. Синтез и строение комплексов рутения $[\text{Ph}_4\text{P}][\text{trans-RuCl}_4(\text{dmsO-S})_2]$ и $[\text{Ph}_4\text{Sb}(\text{dmsO-O})][\text{trans-RuCl}_4(\text{dmsO-S})_2]$ / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, В.С. Сенчуриин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 58–64. DOI: 10.14529/chem170208

FOR CITATION

Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S. Synthesis and Structure of Ruthenium Complexes $[\text{Ph}_4\text{P}][\text{trans-RuCl}_4(\text{dmsO-S})_2]$ and $[\text{Ph}_4\text{Sb}(\text{dmsO-O})][\text{trans-RuCl}_4(\text{dmsO-S})_2]$. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2017, vol. 9, no. 2, pp. 58–64. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem170208