

УДК 541.49+546.791.6-381+547.792

Строение и флуоресцентные свойства комплексов уранил-иона с производными 3-(2-гидроксифенил)-5-(2-пиридил)-1,2,4-триазола

А. В. Ващенко¹, Д. Н. Хоменко¹, Р. А. Дорошук¹, О. В. Севериновская²,
В. С. Старова¹, В. В. Трачевский³, Р. Д. Лампека¹

¹ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
ул. Владимирская, 64, Киев 01033, Украина. E-mail: dkhomenko@ukr.net

² Институт химии поверхности им. А. А. Чуйко НАН Украины
ул. Генерала Наумова, 17, Киев 03164, Украина

³ Институт металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины
бульвар Академика Вернадского, 36, Киев 03680, Украина

На основании анализа данных ИК, электронной спектроскопии, ЯМР и MALDI масс-спектрометрии предложено строение новых комплексов уранил-иона с 3-(2-пиридил)-5-(2-гидроксифенил)-1,2,4-триазолами. Показана перспективность использования триазольных лигандов как аналитических реагентов для определения уранил-иона методом флуоресценции.

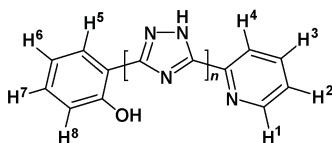
Ключевые слова: координационные соединения, уранил-ион, 1,2,4-триазол, флуоресценция.

Производные 1,2,4-триазола активно исследуются как лиганды в координационной химии, поскольку за счет нескольких донорных центров в гетероцикле они способствуют получению разнообразных типов комплексных соединений, обладающих интересными физико-химическими характеристиками [1—4]. Металл-органические каркасы на их основе могут быть использованы как эффективные сорбенты газов, например N₂, H₂, CH₄, и для разделения летучих органических веществ с близкими температурами кипения [1]. За счет мостиковой функции триазольного гетероцикла производные 1,2,4-триазола способны образовывать полиядерные комплексы с антиферромагнитным взаимодействием между парамагнитными ионами металлов [2, 3]. Кроме того, триазольный гетероцикл в комплексах некоторых *d*- и *f*-металлов проявил себя в качестве эффективного флуорофора [4—6]. При этом триазолсодержащие полидентатные хелатные лиганды способны не только усиливать люминесценцию комплексов за счет «эффекта антенны», но и предотвращать тушение возбужденного состояния иона лантаноида за счет взаимодействия с молекулами растворителя [4]. Флуоресценция соединений, содержащих уранил-ион

в растворе, хорошо изучена [7—9]; установлено, что за счет взаимодействия уранильного катиона с молекулами растворителя его собственная флуоресценция характеризуется низкой интенсивностью. В то же время установлено, что координация органических лигандов способна усиливать интенсивность флуоресценции [8, 10], на основании чего предложено несколько методов качественного и количественного определения урана [9, 10]. Также одним из направлений исследования флуоресцентных свойств соединений уранила является изучение влияния координации уранил-иона на люминесценцию молекулы органического лиганда [11]. Такой подход позволит разрабатывать новые методы аналитического определения урана за счет интенсивной флуоресценции селективных к уранилу лигандов.

В настоящей работе представлен синтез трех новых комплексов уранил-иона с 3-(2-гидроксифенил)-5-(2-пиридил)-1,2,4-триазолом (H₂L¹) [12] и впервые синтезированным 2-[5-(2-пиридин-2-ил-4Н-[1,2,4]триазол-3-ил-метил)-4Н-[1,2,4]триазол-3-ил]-фенолом (H₃L²). Строение координационных соединений установлено методами ЯМР ¹H, ИК-, УФ-спектроскопии и масс-спектрометрии, а их

Данные спектроскопических исследований полученных соединений



Соединение	Основные полосы ИК-спектра, ν , cm^{-1}	УФ-спектр, λ_{max} , нм (ϵ , л·моль $^{-1}$ ·см $^{-1}$)
H_2L^1	1627, 1593, 1460, 1424, 1375, 1016	297 ($1,35 \cdot 10^4$)
H_3L^2	1594, 1546, 1513, 1465, 1381	263 ($1,24 \cdot 10^4$), 284 ($1,14 \cdot 10^4$)
$[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})(\text{HL}^1)] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (1)	1616, 1581, 1559, 1488, 1426, 1302, 917	297 ($1,35 \cdot 10^4$), 346 ($1,07 \cdot 10^4$)
$[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (2)	1613, 1601, 1549, 1480, 1308, 896	297 ($1,35 \cdot 10^4$), 346 ($1,07 \cdot 10^4$)
$[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)(\text{CH}_3\text{COO})]$ (3)	1607, 1571, 1488, 1391, 1296, 912	263 ($1,34 \cdot 10^4$), 305 ($1,41 \cdot 10^4$)

Соединение	Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.										
	CH_2	NH	OH	H^1	H^2	H^3	H^4	H^5	H^6	H^7	H^8
H_2L^1	—	14,34 уш.с	11,29 уш.с	8,76 д	7,57 т	8,03 т	8,21 д	8,06 д	7,00 т	7,34 т	7,04 д
H_3L^2	4,31 с	14,13 уш.с	11,51 уш.с	8,68 д	7,49 т	8,03 т	7,92 д	7,97 д	6,96 т	7,30 т	6,98 д
$[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})(\text{HL}^1)] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (1)	—	14,00 уш.с	—	10,01 д	7,86 т	8,29 т	8,53 д	8,35 д	6,71 т	7,37 т	6,96 д
$[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (2)	—	15,05 уш.с	11,18 уш.с	10,03;	8,02;	8,31;	8,55;	8,37;	6,73;	7,35;	6,98;
				8,75 д	7,55 т	7,88 т	8,02 д	8,05 д	7,03 т	7,4 т	7,00 д
$[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)(\text{CH}_3\text{COO})]$ (3)	4,75 с	14,91 уш.с	—	9,92 д	7,88 т	8,32 т	8,62 д	8,06 д	6,77 т	7,58 т	7,21 д

Примечание. с — синглет; уш.с — уширенный синглет; д — дублет; т — триплет.

люминесцентные характеристики изучены методом флуоресцентной спектроскопии.

Экспериментальная часть

3-(2-Гидроксифенил)-5-(2-пиридил)-1,2,4-триазол (H_2L^1) синтезирован в соответствии с методикой [12].

2-[5-(2-пиридин-2-ил-4Н-[1,2,4]триазол-3-илметил)-4Н-[1,2,4]триазол-3-ил]-фенол (H_3L^2). 2,45 г (9,95 ммоль) этилового эфира 5-(2-гидроксифенил)-1,2,4-триазолилуксусной кислоты [13] растворяли в 50 мл метанола. К полученному раствору добавляли 0,65 мл (12,44 ммоль) гидразин-гидрата и кипятили 24 ч. Осадок гидразида 5-(2-гидроксифенил)-1,2,4-триазолилуксусной кислоты отфильтровывали, промывали тремя порциями метанола (5 мл) и высушивали на воздухе. Полученный гидразид массой 2,4 г (9,72 ммоль) без предварительной очистки присыпали к свежеприготовленному раствору 1,39 г (10,20 ммоль) метилового иминоэфира пиридин-2-карбоновой кислоты [14] в

50 мл метанола, после чего смесь кипятили 24 ч. Полученный осадок H_3L^2 отфильтровывали, промывали тремя порциями метанола (5 мл) и высушивали на воздухе. Выход 2,23 г (54 %). Вычислено для $\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{N}_7\text{O}$, %: С 60,18; Н 4,01; N 30,70. Найдено, %: С 60,2; Н 3,9; N 31,7.

Синтез комплексов 1—3 (общая методика). К раствору 0,5 ммоль $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в 10 мл метанола приливали 10 мл метанольного раствора 0,5 ммоль лиганда (1 ммоль в случае соединения 2). В течение 48 ч при комнатной температуре из раствора выпадали красные кристаллы, которые отфильтровывали, промывали метанолом (1 мл) и высушивали на воздухе.

$[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})(\text{HL}^1)] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (1). Выход 0,226 г (75 %). Вычислено для $\text{C}_{16}\text{H}_{19}\text{N}_4\text{O}_6\text{U}$, %: С 32,12; Н 3,18; N 9,32. Найдено, %: С 32,1; Н 3,2; N 9,2.

$[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ (2). Выход 0,251 г (67 %). Вычислено для $\text{C}_{27}\text{H}_{24}\text{N}_8\text{O}_5\text{U}$, %: С 41,65; Н 3,11; N 14,39. Найдено, %: С 41,6; Н 3,2; N 14,3.

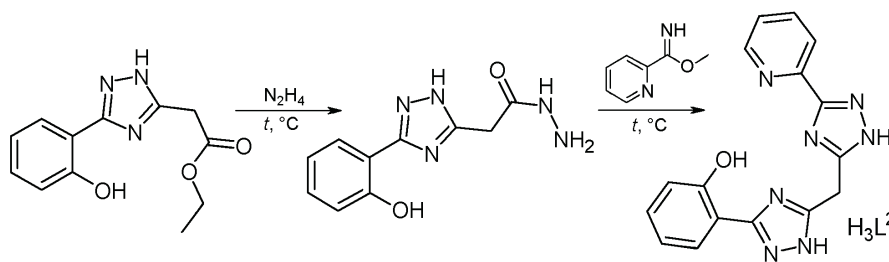


Рис. 1. Схема синтеза лиганда H_3L^2 .

$[UO_2(H_2L^2)(CH_3COO)]$ (**3**). Выход 0,139 г (43 %). Вычислено для $C_{18}H_{17}N_7O_5U$, %: С 33,29; Н 2,64; N 15,10. Найдено, %: С 33,4; Н 2,6; N 15,1.

Спектры ЯМР 1H записывали в растворе DMSO- d_6 при рабочей частоте прибора 400 МГц. В качестве вторичного эталона использован центральный сигнал остаточных протонов DMSO- d_6 ($\delta = 2,503$ м. д.). ИК-спектры записывали в таблетках KBr. Спектры флуоресценции и возбуждения растворов лигандов и комплексов в DMSO регистрировали при комнатной температуре в диапазоне 200—600 нм при оптимальных длинах волн возбуждения и эмиссии для каждого соединения (таблица). MALDI масс-спектры получены методом безматричной десорбции/ионизации при облучении азотным лазером ($\lambda = 337$ нм). Эксперимент проводили в рефлекторном режиме регистрации позитивных и негативных ионов в массовом диапазоне 0—1500 m/z .

Результаты и обсуждение

Методика синтеза лигандов H_2L^1 и H_3L^2 основана на способности иминоэфиров ацилировать гидразиды карбоновых кислот с последующей внутримолекулярной циклизацией образующихся ациамидразонов в 1,2,4-триазолы [12, 13]. Такой подход делает возможным синтез триазолов с желательными заместителями в 3-м и 5-м положениях, как, например, в H_3L^2 (см. рис. 1), что позволяет получать лиганды с заданными координационно-химическими свойствами, а вариации гидрофобно-гидрофильных характеристик соответствующих заместителей могут регулировать растворимость комплексных соединений в полярных или неполярных растворителях.

В процессе синтеза комплексов уранила установлено, что в зависимости от соотношения исходных компонентов лиганд H_2L^1 способен образовывать комплексы состава $M : L = 1 : 1$ и $1 : 2$, тогда как H_3L^2 образует только комплексы состава $M : L = 1 : 1$.

Слабополярный сдвиг всех протонов пиридинового, *мета*- и *орто*-протонов гидроксифенильного гетероциклов, а также сдвиг в сильное поле *пара*-протона (относительно гидроксильной группы) оксифе-

нила в спектрах ЯМР 1H **1** и **3** свидетельствуют о координации лигандов уранил-ионом (см. таблицу). Такой характер сдвигов протонов в спектрах ЯМР 1H связан с увеличением $-I$ - и $-M$ -эффектов атома азота пиридина при образовании координационной связи $U-N$. В случае оксифенильного цикла сдвиги сигналов протонов в слабое поле можно объяснить смещением электронной плотности по системе σ -связей к иону уранила. Также следует отметить незначительный слабополярный сдвиг сигнала *пара*-протона (относительно OH-группы), что может быть результатом незначительного увеличения $+M$ -эффекта при депротонировании OH-группы. В случае образования комплексных соединений одна молекула H_2L^1 и одна молекула H_3L^2 не способны полностью заполнить координационную сферу уранил-иона за счет имеющихся донорных центров и компенсировать его положительный заряд. Поэтому в состав соединений **1** и **3** входят ацетат-анионы, координированный характер которых подтверждается положением полос поглощения карбоксильной группы в ИК-спектрах ($\nu_{as}(COO^-) = 1581$ cm^{-1} и $\nu_s(COO^-) = 1426$ cm^{-1} в комплексе **1**, $\nu_{as}(COO^-) = 1571$ cm^{-1} и $\nu_s(COO^-) = 1391$ cm^{-1} в комплексе **3**) [15]. При растворении комплексов **1** и **3** в диметилсульфоксиде происходит их частичная диссоциация на катионы $[UO_2(HL)(DMSO)_x]^+$ и ацетат-ионы, которые за счет присутствующей в DMSO воды образуют уксусную кислоту, что подтверждается наличием в спектрах ЯМР 1H сигналов протонов метильных групп при 1,91 м. д. [16]. При этом диссоциация комплекса **3** проходит практически полностью, что следует из отсутствия сигнала координированных ацетат-ионов при 2,39 м. д. и присутствия сигналов при 1,91 м. д., характерных для уксусной кислоты. Диссоциация же комплекса **1** вследствие меньшей дентатности H_2L^1 , делающей возможной бидентатно-хелатную координацию ацетат-иона, происходит не полностью, и в спектре ЯМР 1H наблюдаются сигналы протонов ароматических циклов как катионов $[UO_2(HL^1)(DMSO)_x]^+$, так и частиц

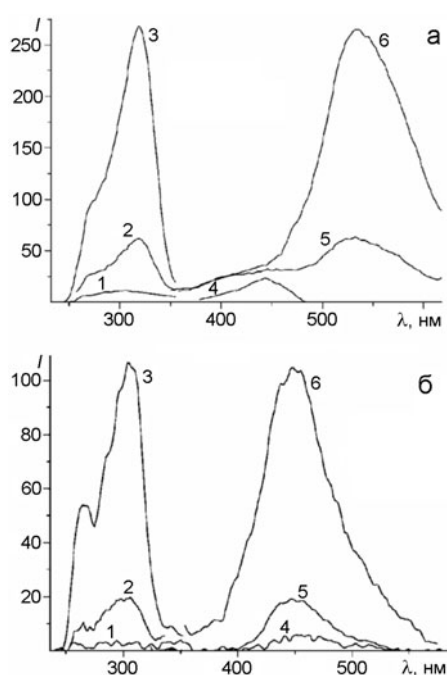


Рис. 2. Спектры возбуждения (1—3) и флуоресценции (4—6) растворов лигандов и их комплексов с уранил-ионом в DMSO: *a* — $C_{\text{H}_3\text{L}^1} = 10^{-5}$ М (3, 6); $C_{[\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})(\text{HL}^1)]} = 10^{-5}$ М (1, 4); $C_{[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2]} = 10^{-5}$ М (2, 5); *b* — $C_{\text{H}_3\text{L}^2} = 10^{-7}$ М (3, 6); $C_{[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)(\text{CH}_3\text{COO})]} = 10^{-7}$ М (1, 4); $C_{[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)(\text{CH}_3\text{COO})]} = 10^{-5}$ М (2, 5).

$[\text{UO}_2(\text{HL}^1)(\text{CH}_3\text{COO})(\text{DMSO})_x]$, сигналы которых находятся в более слабом поле. При этом степень диссоциации ожидаемо увеличивается при разбавлении растворов, о чем можно судить по увеличению относительной интенсивности сигнала метильной группы CH_3COOH в спектре ЯМР ^1H .

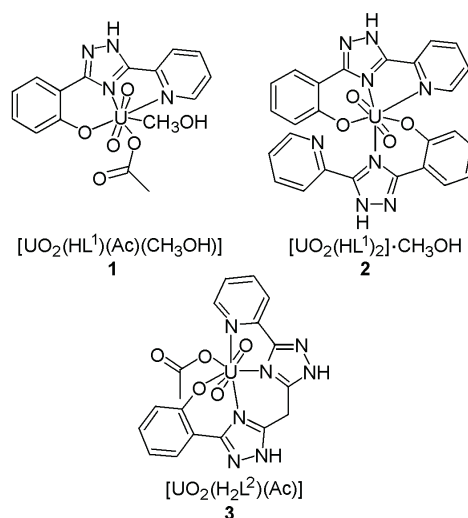
Для спектра ЯМР ^1H комплекса **2** характерно наличие двойного набора сигналов для всех протонов молекулы лиганда, причем спектр является суперпозицией сигналов протонов частицы $[\text{UO}_2(\text{HL}^1)(\text{DMSO})_x]^+$ и некоординированной молекулы H_2L^1 . Это позволяет предположить, что в процессе растворения комплекса **2** в DMSO происходит его диссоциация на H_2L^1 и катион $[\text{UO}_2(\text{HL})(\text{DMSO})_x]^+$. Практически полное разрушение комплекса **2** в растворе подтверждается также электронным спектром (рис. 2, *a*), который соответствует рассчитанному по закону аддитивности спектру смеси лиганда и комплекса **1**.

В кристаллическом состоянии комплекс **2** является индивидуальным соединением, а не эквимольной смесью H_2L^1 и $[\text{UO}_2(\text{HL})(\text{DMSO})_x]^+$, что подтверждается данными масс-спектров безматричной лазерной десорбции/ионизации (MALDI масс-спектрометрии). Для образца **2** характерны пики

$[\text{U}^{\text{III}}\text{O}(\text{HL}^1)_2\text{H}]^+$ и $[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2\text{H}]^+$ с массами 731,17 и 748,04 m/z соответственно, а также их ассоциаты с ионами щелочных металлов. Кроме того, условия, в которых проводился масс-спектрометрический эксперимент, в частности использование рефлекторного режима при высоком времени задержки регистрации ионов (500 нс), также свидетельствуют, что соединение **2** является составной частью образца, а не следствием газовой ассоциации фрагментов. Интересной особенностью MALDI масс-спектра комплекса **2** является образование частицы $[\text{U}^{\text{III}}\text{O}(\text{HL}^1)_2\text{H}]^+$, что можно объяснить высокой интенсивностью ионизирующего лазерного излучения, при котором возможно восстановление U(VI) до U(III), о чем уже сообщалось ранее [17], и, возможно, стабилизацией этой степени окисления за счет координации двух молекул лиганда.

MALDI масс-спектрометрическое исследование комплекса **1** показало, что для соединения **1** характерно образование только трех фрагментов с массами 509,29 m/z ($[\text{UO}_2(\text{HL}^1)]^+$), 591,25 m/z ($[\text{UO}_2(\text{HL}^1)(\text{CH}_3\text{COO})\text{Na}]^+$) и 804,23 m/z ($[\text{UO}_2(\text{HL}^1)_2(\text{H}_2\text{O})\text{K}]^+$). По сравнению со спектром комплекса **2** спектр комплекса **1** характеризуется меньшей фрагментированностью и образованием меньшего количества ассоциатов с ионами щелочных металлов. Комплекс **3** более склонен к образованию ассоциатов с ионами щелочных металлов, что подтверждается присутствием в масс-спектрах не только пиков фрагментов $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)]^+$ и $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)(\text{CH}_3\text{COO})\text{H}]^+$ с массами 591,37 и 651,08 m/z соответственно, но и пиков ассоциатов $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)\text{Na}]^+$ и $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{L}^2)\text{K}]^+$ с массами 613,43 и 629,27 m/z соответственно.

Таким образом, основываясь на результатах проведенных спектроскопических и масс-спектрометрических исследований, можно предложить следующее строение комплексов **1—3**:



Спектры поглощения и флуоресценции получены при облучении на максимуме полосы спектра возбуждения. При исследовании флуоресцентных свойств полученных лигандов установлено, что увеличение количества триазольных циклов от одного до двух приводит к гипсохромному смещению максимума в спектрах возбуждения ($\Delta\lambda \approx 15$ нм) и флуоресценции ($\Delta\lambda \approx 87$ нм), а также значительному усилению флуоресценции (рис. 2). В частности, для раствора лиганда H_2L^1 флуоресценция наблюдается при его концентрации $\geq 10^{-5}$ М (рис. 2, а), а для лиганда с двумя триазольными циклами даже при $C_{H_3L^2} \geq 10^{-7}$ М. Спектры получены при максимуме полосы спектра возбуждения.

Образование комплексов H_2L^1 и H_3L^2 с уранил-ионом приводит к значительному тушению флуоресценции лиганда (рис. 2, б) и, как следствие, максимальная детектируемая интенсивность флуоресценции растворов всех уранильных комплексов наблюдается только при концентрации $\gg 10^{-5}$ М. Наблюдаемый эффект можно объяснить высокой вероятностью перехода энергии возбужденного состояния в низшее триплетное состояние за счет интеркомбинационной конверсии. Также нами установлено, что H_2L^1 и H_3L^2 слабо сенсibiliзируют флуоресценцию уранил-иона. В спектрах поглощения и эмиссии комплексов **1** и **2** мы не наблюдаем полос, соответствующих иону уранила, по причине их слабой интенсивности и наложения с полосами поглощения и флуоресценции, соответствующими электронным переходам в молекуле координированного лиганда.

Вследствие комплексообразования положение максимумов полос возбуждения и флуоресценции лиганда в комплексе **3** практически не изменяется. В то же время для комплекса **1** наблюдается гипсохромный сдвиг максимумов относительно спектра некоординированного лиганда. Так, спектр возбуждения комплекса **1** смещен в коротковолновую область примерно на 18 нм, а спектр эмиссии — на 91 нм, что является результатом значительного изменения электронной структуры H_2L^1 в результате комплексообразования. То, что смещение полос наблюдается только в случае комплекса **1**, может быть объяснено наличием сопряжения между всеми тремя ароматическими циклами, входящими в состав лиганда. В случае же H_3L^2 сопряжение между гетероциклами невозможно, поскольку они разделены метиленовой группой.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что производные 3-(2-пиридил)-5-(2-гидроксифенил)-1,2,4-триазола образуют с уранил-ионом моноядерные комплексы, строение которых установлено на основании спектроскопиче-

ских и спектрометрических исследований. Показано, что H_2L^1 вследствие меньшей дентатности способен образовывать с уранил-ионом комплексы состава $M:L = 1:1$ и $1:2$, тогда как H_3L^2 образует только комплексы состава $M:L = 1:1$. Интенсивная флуоресценция данных лигандов и уранильных комплексов на их основе свидетельствует о перспективности использования триазольных лигандов в качестве новых аналитических реагентов для определения соединений уранил-иона методом флуоресцентной спектроскопии.

Литература

1. Lin J. B., Zhang J. P., Zhang W. X. et al. // Inorg. Chem. — 2009. — **48**, N 14. — P. 6652—6660.
2. Klingele M. H., Boyd P. D. W., Moubaraki B. et al. // Eur. J. Inorg. Chem. — 2005. — **5**. — P. 910—918.
3. Liua J., Songa Y., Yua Z. et al. // Polyhedron. — 1999. — **18**, N 10. — P. 1491—1494.
4. Gusev A. N., Hasegawa M., Shimizu T. et al. // Inorg. chim. acta. — 2013. — **406**. — P. 279—284.
5. Xu Q. F., Ge J. F., Zhou Q. X. et al. // Dalton Trans. — 2011. — **40**, N 12. — P. 2805—2814.
6. Li C.-P., Chen J., Guo W., Du M. // J. Solid State Chem. — 2015. — **223**. — P. 95—103.
7. Hall L. A., Dieke G. H. // J. Opt. Soc. Amer. — 1957. — **47**, N 12. — P. 1092—1096.
8. Zhang Y., Bhadbhade M., Karatchevtseva I. et al. // J. Solid State Chem. — 2015. — **226**. — P. 42—49.
9. Kuntic V. S., Malesev D. L., Radovic Z. V., Kosanic M. M. // J. Agric. and Food Chem. — 1998. — **46**. — P. 5139—5142.
10. Kumar S., Maji S., Joseph M., Sankaran K. // Spectrochim. acta A. — 2015. — **138**. — P. 509—516.
11. Addleman R. S., Carrott M. J., Wai C. M. // Anal. Chem. — 2000. — **72**, N 17. — P. 4015—4021.
12. Hage R., Haasnoot J. G., Reedijk J. et al. // Inorg. chim. acta. — 1990. — **174**. — P. 77—85.
13. Хоменко Д. М., Дорощук Р. О., Ващенко О. В., Ламтека Р. Д. // Укр. хим. журн. — 2014. — **80**, № 12. — С. 83—86.
14. Medwid J. B., Paul R., Baker J. S. et al. // J. Med. Chem. — 1990. — **33**, N 4. — P. 1230—1241.
15. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. — М.: Мир, 1991.
16. Gottlieb H. E., Kotlyar V., Nudelman A. // J. Org. Chem. — **62**, N 21. — P. 7512—7515.
17. Havel J., Soto-Guerrero J. // J. Radioanal. and Nucl. Chem. — 2005. — **263**, N 2. — P. 489—492.

Поступила в редакцию 29 января 2016 г.

В окончательном варианте 10 февраля 2016 г.

Будова та флуоресцентні властивості комплексів ураніл-іона з похідними 3-(2-гідроксифеніл)-5-(2-піридил)-1,2,4-триазолу

О. В. Ващенко¹, Д. М. Хоменко¹, Р. О. Дорошук¹, О. В. Севериновська²,
В. С. Старова¹, В. В. Трачевський³, Р. Д. Лампека¹

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ 01033, Україна. E-mail: dkhomenko@ukr.net

² Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України
вул. Генерала Наумова, 17, Київ 03164, Україна

³ Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України
бульвар Академіка Вернадського, 36, Київ 03680, Україна

На основі аналізу даних ІЧ, електронної спектроскопії, ЯМР і MALDI мас-спектрометрії запропоновано будову нових комплексів ураніл-іона з 3-(2-піридил)-5-(2-гідроксифеніл)-1,2,4-триазолами. Показано перспективність використання триазольмісних лігандів як аналітичних реагентів для визначення ураніл-іона методом флуоресценції.

Ключові слова: координаційні сполуки, ураніл-іон, 1,2,4-триазол, флуоресценція.

Structure and Fluorescence Properties of Uranyl Ion Complexes with 3-(2-Pyridyl)-5-(2-Hydroxyphenyl)-1,2,4-Triazole Derivatives

O. V. Vashchenko¹, D. M. Khomenko¹, R. O. Doroshuk¹, O. V. Severynovska²,
V. S. Starova¹, V. V. Trachevsky³, R. D. Lampeka¹

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv
Vul. Volodymyrska, 64/13, Kyiv 01601, Ukraine. E-mail: dkhomenko@ukr.net

² Chuiko Institute of Surface Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine
Vul. Generala Naumova, 17, Kyiv 03164, Ukraine

³ G. V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, National Academy of Sciences of Ukraine
Bulvar Akademika Vernadskoho, 36, Kyiv 03680, Ukraine

Structure of three new uranyl complexes with 3-(2-pyridyl)-5-(2-hydroxyphenyl)-1,2,4-triazoles was proposed basing on IR, UV spectroscopy, NMR and MALDI mass spectrometry data analysis. It was shown prospective using of triazoles as analytical reagents for fluorescence determination of uranyl ion.

Key words: coordination compounds, uranyl ion, 1,2,4-triazole, fluorescence.