

УДК 547.793.4

СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА 2-[2-МЕТИЛ(АЦЕТИЛ,ТОЗИЛ)ОКСИФЕНИЛ]- 5-(3,4,5-ТРИМЕТОКСИФЕНИЛ)-1,3,4-ОКСАДИАЗОЛОВ

© 2022 г. И. Е. Михайлов^{а, *}, Н. И. Викрищук^б, Л. Д. Попов^б,
Г. А. Душенко^а, В. И. Минкин^а

^а НИИ физической и органической химии ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Россия, 344090 Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 194/2
^б ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Россия, 344090 Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 7
*e-mail: mie@sfedu.ru

Поступила в редакцию 10.01.2022 г.

После доработки 21.01.2022 г.

Принята к публикации 23.01.2022 г.

Циклодегидратацией ароилбензогидразидов в хлористом тиониле получены 2-(2-гидроксифенил)-5-(3,4,5-триметоксифенил)-1,3,4-оксадиазол и его 2-метоксифенилпроизводное. Ацетилированием или тозилированием исходного 2-гидроксифенилоксадиазола синтезированы его 2-ацетилоксифенил- и 2-тозилоксифенилпроизводные, которые, наряду с соответствующим 2-метоксифенилоксадиазолом, интенсивно люминесцируют (ϕ 0.22–0.99) в фиолетово-синей области видимого спектра ($\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 364–453 нм). Изучено влияние полярности растворителей на спектрально-люминесцентные свойства этих соединений.

Ключевые слова: 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазолы, люминесценция, квантовый выход люминесценции, органические люминофоры

DOI: 10.31857/S0514749222100093, **EDN:** JWAWPW

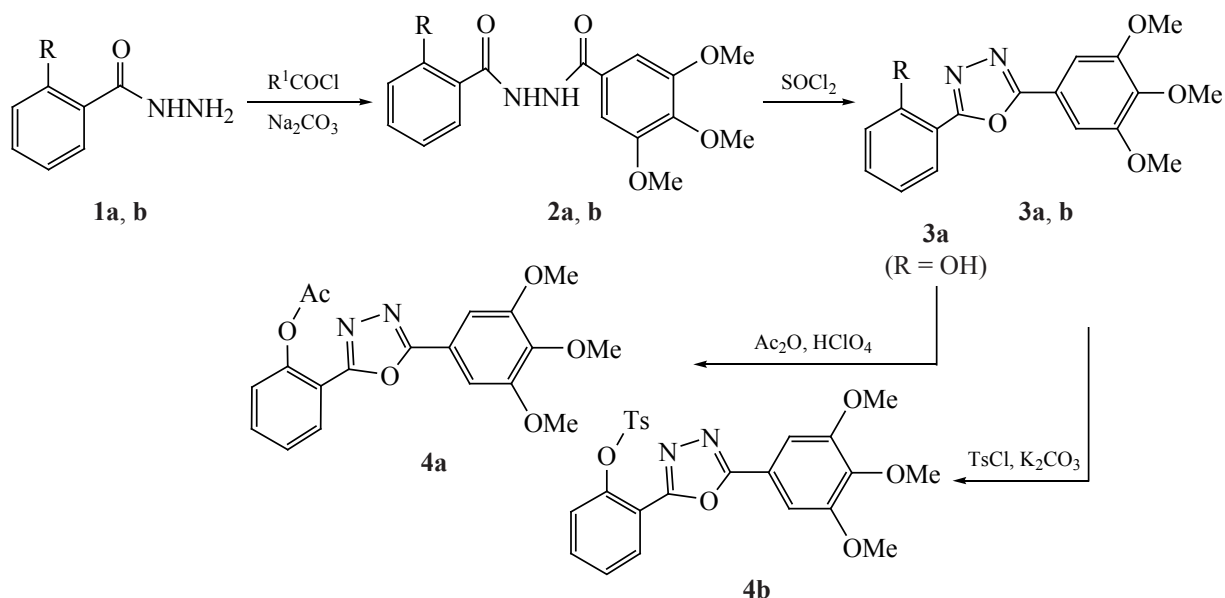
Повышенный интерес к 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазолам и их производным обусловлен уникальными спектрально-люминесцентными свойствами [1–3], благодаря которым получены широко востребованные органические [4–6], металлокомплексные [7, 8] люминофоры и материалы со специальными свойствами [9], а также с высокой биологической активностью [10], используемые в различных областях медицинской химии [11] и химии пестицидов [12].

С целью расширения круга соединений этого класса и изучения их спектрально-люминесцентных свойств нами бензоилированием гидразидов **1a**, **b** хлорангидридом 3,4,5-триметоксибензойной кислоты были получены бензоилбензогидразиды **2a**, **b**, последующая циклодегидратация которых

в хлористом тиониле привела к 2-(2-гидроксифенил)-5-(3,4,5-триметоксифенил)-1,3,4-оксадиазолу **3a** и его 2-метоксифенилпроизводному **3b**. 2-Ацетилоксифенильное производное **4a** было получено при взаимодействии 2-гидроксифенилоксадиазола **3a** с уксусным ангидридом с использованием каталитического количества 70%-ной HClO_4 , а сульфонирование исходного оксадиазола **3a** *n*-толуолсульфохлоридом в метилэтилкетоне в присутствии K_2CO_3 (схема 1) привело к 2-тозилоксифенильному производному **4b**.

Строение вновь синтезированных соединений **2b**, **3b** и **4a**, **b** было установлено с помощью элементного анализа, ИК, ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии, а также были изучены спектрально-люминесцентные свойства оксадиазолов **3b** и **4a**, **b**.

Схема 1



R = OH (a), OMe (b); R¹ = 3,4,5-(MeO)₃C₆H₂.

В ИК спектрах соединений **3b** и **4a, b** отсутствует широкая полоса фенольного гидроксила, проявляющаяся в 2-гидроксифенилоксиадиазоле **3a** при 3151 см⁻¹, а в области 1599–1583 и 1555–1493 см⁻¹ проявляется группа полос средней интенсивности, относящаяся к колебаниям двойных связей оксадиазольного фрагмента (C=N) и ароматических колец (C=C). В ацетилоксифенил- (**4a**) и в тозиллоксифенил- (**4b**) производных присутствуют соответствующие полосы от ОСОМе (1763 см⁻¹) и 4-МеС₆Н₄SO₂О (1376, 1324 и 1186, 1145 см⁻¹) групп.

Спектры ЯМР ¹Н и ¹³С оксадиазолов **3b** и **4a, b** содержат полный набор сигналов от атомов водорода и углерода, проявляющихся в характерных для них областях, а также в их протонных спектрах отсутствует сигнал фенольного гидроксила, проявляющийся в исходном 2-гидроксифенилоксиадиазоле **3a** при 10.16 м.д. [13]

В спектрах поглощения замещенных оксадиазолов **3b** и **4a, b** максимум длинноволновой полосы, обусловленный электронными S₀→S₁ переходами π→π*-типа в сопряженных между собой 1,3,4-оксадиазольном и арильном фрагментах, лежит в районе 297–311 нм и гипсохромно сдвинут на 25–37 нм по отношению к незамещенному оксадиазолу **3a** [13]. Существенные различия наблюдаются

и в спектрах флуоресценции соединений **3b** и **4a, b** и исходного оксадиазола **3a**. Так, 2-гидроксифенилоксиадиазол **3a** в изооктане, толуоле и ацетонитриле люминесцирует с низким квантовым выходом (φ 0.006–0.015) и его спектры флуоресценции содержат 2 слабо интенсивные полосы излучения, отнесенные по спектрам возбуждения флуоресценции к исходной структуре **3a** (λ_{фл}^{фл} 365–412 нм) и к короткоживущему фототаутомеру (λ_{фл}^{фл} 477–485 нм) [13]. Показано [14], что образование такого фототауомера в 2-(2-гидроксифенил)-5-арил-1,3,4-оксадиазолах происходит в возбужденном состоянии при внутримолекулярном переносе протона от фенольного гидроксила на соседний с ним атом азота оксадиазола в результате ESIPT(Excited-State Intramolecular Proton Transfer)-процесса. В отличие от 2-гидроксифенилоксиадиазола **3a**, его 2-метоксифенил- (**3b**), 2-ацетилоксифенил- (**4a**) и 2-тозиллоксифенил- (**4b**) производные, в которых ESIPT-процесс невозможен из-за отсутствия в них подвижного протона орто-фенольного гидроксила, интенсивно излучают в фиолетовой (соединение **3b**, λ_{макс}^{фл} 364–409 нм) и фиолетово-синей (соединение **4a**, λ_{макс}^{фл} 366–438 нм; соединение **4b**, λ_{макс}^{фл} 399–453 нм) областях видимого спектра с высоким квантовым выходом флуоресценции (φ 0.22–0.99). Наиболее интенсивно люминесцирует 2-метоксифенилпроизводное

3b (ϕ 0.78–0.99), в то время как у 2-ацетилоксибензил- (**4a**) (ϕ 0.59–0.98) и 2-тозилоксибензил- (**4b**) (ϕ 0.22–0.42) производных квантовый выход флуоресценции ниже. В то время как не наблюдается четкого влияния полярности растворителя на длинноволновое поглощение оксадиазолов **3b** и **4a, b**, положение максимума излучения и квантовый выход флуоресценции этих соединений заметно зависят от полярности среды. Так, при переходе от высокополярных растворителей (ДМСО, ацетонитрил) к низкополярным (толуол) или к неполярным (изооктан) растворителям квантовый выход флуоресценции возрастает на 0.12–0.23, а максимум излучения сдвигается в синюю область на 44–72 нм. Такое спектральное свойство соединений **3b** и **4a, b** можно объяснить в рамках концепции TICT (Twisted Intramolecular Charge-Transfer) [15], согласно которой электронно-возбужденное состояние этих высокосопряженных соединений напрямую связано с внутримолекулярным переносом заряда от электронодонорных арильных заместителей к электроноакцепторному оксадиазольному фрагменту, что приводит к поляризации и искажению планарной структуры молекулы. В полярных растворителях основной механизм безызлучательной дезактивации такого возбужденного состояния включает колебания с большой амплитудой и образование акомпанарных бирадикалоидных нелюминесцентных TICT-подобных состояний, что снижает квантовый выход люминесценции.

2-Гидрокси-*N'*-(3,4,5-триметоксифенил)-карбонил]бензогидразид (2a). Получен при взаимодействии гидразида салициловой кислоты **1a** с хлорангидридом 3,4,5-триметоксибензойной кислоты по методике [16]. Выход 1.82 г (72%), бесцветные кристаллы, т.пл. 201–203°C (из этанола) (200–202°C [16]). ИК и ЯМР ^1H спектры соединения **2a** соответствуют спектрам, приведенным в [16]. Спектр ЯМР ^{13}C (151 МГц, ДМСО- d_6), δ , м.д.: 56.02 (2OCH₃), 60.07 (OCH₃), 105.00 (2C_{аром}), 114.67 (C_{аром}ⁱ), 117.33 (C_{аром}), 119.01 (C_{аром}), 127.25 (C_{аром}ⁱ), 128.29 (C_{аром}), 134.06 (C_{аром}), 140.53 (C_{аром}ⁱ), 152.66 (2C_{аром}ⁱ), 159.33 (C_{аром}ⁱ), 164.79 (C=O), 167.57 (C=O). C₁₇H₁₈N₂O₆.

2-Метокси-*N'*-(3,4,5-триметоксифенил)карбонил]бензогидразид (2b). Получен при взаимо-

действии гидразида *o*-метоксибензойной кислоты **1b** с хлорангидридом 3,4,5-триметоксибензойной кислоты аналогично бензоилбензогидразида **2a**. Выход 0.85 г (47%), бесцветные кристаллы, т.пл. 158–160°C (из этанола). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3300, 3223 (N–H), 3072, 2989, 2942, 2838 ν (C–H), 1671, 1634 (C=O_{амид}), 1582, 1542, 1495 (C=C), 1479, 1455, 1433 ν (N–N), 1291, 1228 ν_s (Ar–O–C), 1180, 1120, 1043 ν_{as} (Ar–O–C), 917, 856 δ (C_{аром}–H), 750 δ (C–H). Спектр ЯМР ^1H (600 МГц, CDCl₃), δ , м.д.: 3.85 с (6H, 2OCH₃), 3.87 с (3H, OCH₃), 4.07 с (3H, OCH₃), 7.03 д.д (1H_{аром}, *J* 8.2, 1.2 Гц), 7.06 д.д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 7.7, 1.2 Гц), 7.16 с (2H_{аром}), 7.50 д.д.д (1H_{аром}, *J* 8.2, 7.7, 1.8 Гц), 8.17 д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 1.8 Гц), 10.18 д (1H, NH, *J* 6.3 Гц), 10.90 д (1H, NH, *J* 6.3 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C (151 МГц, CDCl₃), δ , м.д.: 56.25 (OCH₃), 56.26 (2OCH₃), 60.88 (OCH₃), 104.61 (2C_{аром}), 111.48 (C_{аром}), 118.72 (C_{аром}ⁱ), 121.45 (C_{аром}), 126.59 (C_{аром}ⁱ), 132.05 (C_{аром}), 133.77 (C_{аром}), 141.52 (C_{аром}ⁱ), 153.28 (2C_{аром}ⁱ), 157.68 (C_{аром}ⁱ), 161.33 (C=O), 167.57 (C=O). Найдено, %: C 60.31; H 5.43; N 7.65. C₁₈H₂₀N₂O₆. Вычислено, %: C 59.99; H 5.59; N 7.77.

2-[5-(3,4,5-Триметоксифенил)-1,3,4-оксадиазол-2-ил]фенол (3a). Получен циклодегидратацией бензоилбензогидразида **2a** в хлористом тиониле по методике [16]. Выход 2.11 г (61%), бесцветные кристаллы, т.пл. 167–168°C (из бутан-1-ола) (163–165°C [16]). ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C , УФ и люминесцентные спектры соединения **3a** соответствуют спектрам, приведенным в литературе [13]. C₁₇H₁₆N₂O₅.

2-(2-Метоксифенил)-5-(3,4,5-триметоксифенил)-1,3,4-оксадиазол (3b). Раствор 0.52 г (0.0014 моль) бензоилбензогидразида **2b** в 5 мл хлористого тионила кипятили с обратным холодильником в течение 3 ч. Реакционную смесь охлаждали до комнатной температуры и выливали в смесь воды со льдом объемом 30 мл. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали водой (2×15 мл), сушили на воздухе и перекристаллизовывали из пропан-2-ола. Выход 0.21 г (42%), бесцветные кристаллы, т.пл. 118–120°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3000, 2978, 2943, 2839 ν (C–H), 1594, 1585, 1583 (C=N), 1555, 1531, 1493 (C=C), 1456, 1416 ν (N–N), 1365, 1324; 1275, 1255, 1234 ν_s (Ar–O–C), 1193, 1171, 1126 ν_{as} (Ar–O–C), 991, 970, 861, 837,

794 δ (C_{аром}-H), 752, 748, 737 δ (C-H). УФ спектр [$\lambda_{\text{макс}}$, нм ($\epsilon \times 10^{-4}$, л·моль⁻¹·см⁻¹), $\lambda_{\text{возб}}$ 300 нм]: изооктан, $\lambda_{\text{макс}}$ 217 [2.49], 292 [1.42], 306 [1.48], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 364, ϕ 0.99; толуол, $\lambda_{\text{макс}}$ 297 [1.98], 309 [2.10], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 379, ϕ 0.98; метанол, $\lambda_{\text{макс}}$ 214 [3.79], 293 [2.10], 311 [2.27], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 409, ϕ 0.78; ацетонитрил, $\lambda_{\text{макс}}$ 205 [3.66], 291 [1.93], 307 [1.94], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 402, ϕ 0.91; ДМСО, $\lambda_{\text{макс}}$ 310 [1.83], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 408, ϕ 0.87. Спектр ЯМР ¹H (250 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 3.73 с (3H, OCH₃), 3.84 с (6H, OCH₃), 3.89 с (3H, OCH₃), 7.11 д.д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 7.7, 0.9 Гц), 7.22 д.д (1H_{аром}, *J* 7.9, 0.9 Гц), 7.23 с (2H_{аром}), 7.57 д.д.д (1H_{аром}, *J* 7.9, 7.7, 1.8 Гц), 7.92 д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 1.8 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (63 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 56.42 (OCH₃), 56.49 (2OCH₃), 60.67 (OCH₃), 104.26 (2C_{аром}), 112.47 (C^{*i*}_{аром}), 113.07 (C_{аром}), 119.00 (C^{*i*}_{аром}), 121.18 (C_{аром}), 130.55 (C_{аром}), 134.00 (C_{аром}), 140.91 (C^{*i*}_{аром}), 153.83 (2C^{*i*}_{аром}), 157.90 (C^{*i*}_{аром}), 163.06 (C_{Нт}), 164.07 (C_{Нт}). Найдено, %: С 63.32; Н 5.07; N 8.03. C₁₈H₁₈N₂O₅. Вычислено, %: С 63.15; Н 5.30; N 8.18.

Фенил{2-[5-(3,4,5-триметоксифенил)]-1,3,4-оксадазол-2-ил}ацетат (4а). К суспензии 0.71 г (0.002 моль) 2-гидроксифенилоксидазола **3а** в 1.5 мл уксусного ангидрида при перемешивании добавляли 2 капли 70%-ной HClO₄. Реакционную смесь выдерживали 24 ч при комнатной температуре, а затем разбавляли 50 мл воды. Выпавший осадок отфильтровывали и дважды перекристаллизовывали из смеси гексан-бензол (1:1). Выход 0.38 г (52%), бесцветные кристаллы, т.пл. 132–134°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 2939, 2833 ν (C-H), 1763 (C=O), 1591 (C=N), 1548, 1493 (C=C), 1462, 1418 ν (N-N), 1365, 1320; 1240, 1224 ν_s (Ar-O-C), 1192, 1126 $\nu_{\text{ас}}$ (Ar-O-C), 1065, 1037, 1006; 950, 911, 863, 838 δ (C_{аром}-H), 767, 741, 723 δ (C-H). УФ спектр [$\lambda_{\text{макс}}$, нм ($\epsilon \times 10^{-4}$, л·моль⁻¹·см⁻¹), $\lambda_{\text{возб}}$ 290 нм]: изооктан, $\lambda_{\text{макс}}$ 207 [3.65], 244 [0.78], 299 [1.66], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 366, ϕ 0.98; толуол, $\lambda_{\text{макс}}$ 301 [2.23], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 383, ϕ 0.93; метанол, $\lambda_{\text{макс}}$ 219 [1.18], 241 [1.06], 297 [2.33], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 430, ϕ 0.59; ацетонитрил, $\lambda_{\text{макс}}$ 211 [4.36], 245 [1.21], 297 [2.71], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 426, ϕ 0.81; ДМСО, $\lambda_{\text{макс}}$ 301 [2.23], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 438, ϕ 0.80. Спектр ЯМР ¹H (600 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 2.37 с (3H, CH₃), 3.76 с (3H, OCH₃), 3.90 с (6H, OCH₃), 7.36 с (2H_{аром}), 7.46 д.д (1H_{аром}, *J* 7.9, 0.8 Гц), 7.54 д.д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 7.7, 0.8 Гц), 7.71 д.д.д (1H_{аром}, *J* 7.9, 7.7, 1.2 Гц), 8.26 д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 1.2 Гц). Спектр ЯМР

¹³C (151 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 20.91 (CH₃), 56.19 (2OCH₃), 60.20 (OCH₃), 104.19 (C_{аром}), 116.86 (C^{*i*}_{аром}), 118.16 (C^{*i*}_{аром}), 124.30 (C_{аром}), 126.79 (C_{аром}), 129.39 (C_{аром}), 133.21 (C_{аром}), 140.80 (C^{*i*}_{аром}), 148.19 (C^{*i*}_{аром}), 153.48 (2C^{*i*}_{аром}), 161.27 (C_{Нт}), 163.66 (C_{Нт}), 169.05 (C=O). Найдено, %: С 61.90; Н 4.72; N 7.48. C₁₉H₁₈N₂O₆. Вычислено, %: С 61.62; Н 4.90; N 7.56.

{2-[5-(3,4,5-Триметоксифенил)-1,3,4-оксадазол-2-ил]фенил}-4-метилбензолсульфонат(4б).

К смеси 0.41 г (0.0013 моль) 2-гидроксифенилоксидазола **3а** и 0.24 г (0.0013 моль) *n*-толуолсульфохлорида в 5 мл метилэтилкетона добавляли 0.69 г (0.005 моль) поташа и кипятили 4 ч. Реакционную смесь охлаждали до комнатной температуры, осадок отфильтровывали и фильтрат упаривали при пониженном давлении досуха. Образовавшийся твердый продукт дважды перекристаллизовали из бутан-1-ола. Выход 0.13 г (29%), бесцветные кристаллы, т.пл. 183–185°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3002, 2981, 2936, 2828 ν (C-H), 1599 (C=N), 1549, 1494 (C=C), 1456, 1429, 1413 ν (N-N), 1376, 1324 (SO₂), 1264, 1225 ν_s (Ar-O-C), 1186, 1145 (SO₂), 1120, 1093 $\nu_{\text{ас}}$ (Ar-O-C), 1080, 1034, 1019; 979, 955, 874, 853, 847 δ (C_{аром}-H), 778, 754, 740, 722 δ (C-H). УФ спектр [$\lambda_{\text{макс}}$, нм ($\epsilon \times 10^{-4}$, л·моль⁻¹·см⁻¹), $\lambda_{\text{возб}}$ 300 нм]: толуол, $\lambda_{\text{макс}}$ 307 [2.04], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 399, ϕ 0.42; ацетонитрил, $\lambda_{\text{макс}}$ 215 [3.08], 299 [1.61], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 444, ϕ 0.31; ДМСО, $\lambda_{\text{макс}}$ 302 [1.87], $\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 453, ϕ 0.22. Спектр ЯМР ¹H (600 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 2.29 с (3H, CH₃), 3.77 с (3H, OCH₃), 3.91 с (6H, OCH₃), 7.13 д.д (1H_{аром}, *J* 8.4, 0.6 Гц), 7.34 д (2H_{аром} *J* 8.4 Гц), 7.36 с (2H_{аром}), 7.58 д.д.д (1H_{аром} *J* 7.9, 7.8, 0.6 Гц), 7.61 д (2H_{аром}, *J* 8.4 Гц), 7.67 д.д.д (1H_{аром} *J* 8.4, 7.9, 1.8 Гц), 8.16 д.д (1H_{аром}, *J* 7.8, 1.8 Гц). Спектр ЯМР ¹³C (151 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м.д.: 21.01 (CH₃), 56.16 (2OCH₃), 60.24 (OCH₃), 104.09 (2C_{аром}), 117.96 (C_{аром}), 118.14 (C^{*i*}_{аром}), 123.71 (C_{аром}), 128.03 (2C_{аром}), 128.27 (C_{аром}), 130.11 (2C_{аром}), 130.28 (C_{аром}), 131.11 (C^{*i*}_{аром}), 133.51 (C_{аром}), 140.81 (C^{*i*}_{аром}), 145.88 (C^{*i*}_{аром}), 146.03 (C^{*i*}_{аром}), 153.50 (2C^{*i*}_{аром}), 160.99 (C_{Нт}), 164.18 (C_{Нт}). Найдено, %: С 59.39; Н 4.68; N 6.01. C₂₄H₂₂N₂O₇S. Вычислено, %: С 59.74; Н 4.60; N 5.81.

Элементный С, Н, N анализ выполнен на приборе Perkin Elmer 240С (США). ИК спектры снимали на спектрометре Varian Excalibur 3100 FT-IR (США) в тонком слое с использованием пристав-

ки нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) на кристалле алмаза. Спектры ЯМР ^1H (250, 600 МГц) и ^{13}C (63, 151 МГц) регистрировали на приборах Bruker DPX-250 (Германия) и Bruker Avance-600 (Германия) при комнатной температуре в CDCl_3 и $\text{DMCO}-d_6$ с использованием в качестве внутреннего стандарта сигналов остаточных протонов дейтерированного растворителя. Спектры поглощения и флуоресценции были измерены на спектрофотометре Cary Scan 100 (Австралия) и спектрофлуориметре Cary Eclipse (Австралия), соответственно. Квантовые выходы флуоресценции были определены относительно ацетонитрильного раствора антрацена [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что 2-[2-метил(ацетил,тозил)оксифенил]-5-(3,4,5-триметоксифенил)-1,3,4-оксадиазолы **3b** и **4a, b** интенсивно люминесцируют в фиолетово-синей области видимого спектра ($\lambda_{\text{макс}}^{\text{фл}}$ 364–453 нм) с высоким квантовым выходом флуоресценции (ϕ 0.22–0.99) в полярных и неполярных растворителях, что позволяет отнести их к широко востребованному высокоэффективному органическому люминофорам оксадиазольного ряда, которые могут быть использованы при создании и производстве современных фото- и электролюминесцентных устройств.

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание в сфере научной деятельности, проект № 0852-2020-0031).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михайлов Игорь Евгеньевич, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1820-4012>

Попов Леонид Дмитриевич, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9565-8005>

Душенко Галина Анатольевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5455-8419>

Минкин Владимир Исаакович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6096-503X>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Homocianu M., Airinei A. *J. Fluoresc.* **2016**, *26*, 1617–1635. doi 10.1007/s10895-016-1848-6
2. Păun A., Hădăde N.D., Paraschivescu C.C., Matache M. *J. Mater. Chem. C.* **2016**, *4*, 8596–8610. doi 10.1039/c6tc03003c
3. Mikhailov I.E., Popov L.D., Tkachev V.V., Aldoshin S.M., Dushenko G.A., Revinskii Yu.V., Minkin V.I. *J. Mol. Struct.* **2018**, *1157*, 374–380. doi 10.1016/j.molstruc.2017.12.043
4. Anghel C.C., Bădescu C., Mirea A.G., Păun A., Hădăde N.D., Mădălan A.M., Matache M., Popescu C.C. *Dyes Pigm.* **2022**, *197*, 109927. doi 10.1016/j.dyepig.2021.109927
5. Артюшкина Ю.М., Михайлов И.Е., Буров О.Н., Душенко Г.А., Михайлова О.И., Ревинский Ю.В., Минкин В.И. *ЖОХ.* **2016**, *86*, 2070–2073. [Artyushkina Yu.M., Mikhailov I.E., Burov O.N., Dushenko G.A., Mikhailova O.I., Revinskii Yu.V., Minkin V.I. *Russ. J. Gen. Chem.* **2016**, *86*, 2702–2705.] doi 10.1134/S1070363216120239
6. Михайлов И.Е., Попов Л.Д., Викришчук Н.И., Белдовская А.Д., Ревинский Ю.В., Душенко Г.А., Минкин В.И. *ЖОХ.* **2015**, *85*, 159–161. [Mikhailov I.E., Popov L.D., Vikrishchuk N.I., Beldovskaya A.D., Revinskii Yu.V., Dushenko G.A., Minkin V.I. *Russ. J. Gen. Chem.* **2015**, *85*, 203–205.] doi 10.1134/S1070363215010363
7. Panunzi B., Concilio S., Diana R., Shikler R., Nabha S., Piotto S., Sessa L., Tuzi A., Caruso U. *Eur. J. Inorg. Chem.* **2018**, *23*, 2709–2716. doi 10.1002/ejic.201800344
8. Михайлов И.Е., Артюшкина Ю.М., Душенко Г.А., Минкин В.И. *Изв. АН. Сер. хим.* **2020**, *69*, 176–178. [Mikhailov I.E., Artyushkina Yu.M., Dushenko G.A., Minkin V.I. *Russ. Chem. Bull.* **2020**, *69*, 176–178.] doi 10.1007/s11172-020-2741-7
9. Yu Q., Yin P., Zhang J., He Ch., Imler G.H., Parrish D.A., Shreeve J.M. *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 8816–8819. doi 10.1021/jacs.7b05158
10. Salahuddin, Mazumder A., Yar M.S., Mazumder R., Chakraborty G.S., Ahsan M.J., Rahman M.U. *Synth. Commun.* **2017**, *20*, 1805–1847. doi 10.1080/00397911.2017.1360911
11. Glomb T., Szymankiewicz K., Swiatek P. *Molecules.* **2018**, *23*, 3361–3377. doi 10.3390/molecules23123361
12. Baijika P., Akash M., Midhula C.C., Shadiha S.K. *Int. J. Adv. Res.* **2018**, 1114–1122. doi 10.21474/IJAR01/6328
13. Mikhailov I.E., Dushenko G.A., Gurskii M.E., Vik-

- rishchuk N.I., Popov L.D., Revinskii Yu.V., Lyssenko K.A., Minkin V.I. *Polyhedron*. **2019**, *166*, 73–82. doi 10.1016/j.poly.2019.03.044
14. Gaenko A.V., Devarajan A., Tselinskii I.V., Ryde U. *J. Phys. Chem. A*. **2006**, *110*, 7935–7942. doi 10.1021/jp060646z
15. Potter C.A.S., Brown R.G., Vollmer F., Rettig W. *J. Chem. Soc., Faraday Trans.* **1994**, *90*, 59–67. doi 10.1039/ft9949000059
16. Белдовская А.Д., Душенко Г.А., Викрищук Н.И., Попов Л.Д., Ревинский Ю.В., Михайлов И.Е., Минкин В.И. *ЖОрХ*. **2013**, *49*, 1876–1878. [Beldovskaya A.D., Dushenko G.A., Vikrishchuk N.I., Popov L.D., Revinskii Yu.V., Mikhailov I.E., Minkin V.I. *Russ. J. Org. Chem.* **2013**, *49*, 1861–1863.] doi 10.1134/S1070428013120312
17. Михайлов И.Е., Викрищук Н.И., Попов Л.Д., Душенко Г.А., Белдовская А.Д., Ревинский Ю.В., Минкин В.И. *ЖОХ*. **2016**, *86*, 791–801. [Mikhailov I.E., Vikrishchuk N.I., Popov L.D., Dushenko G.A., Beldovskaya A.D., Revinskii Yu.V., Minkin V.I. *Russ. J. Gen. Chem.* **2016**, *86*, 1054–1063.] doi 10.1134/S1070363216050121

Spectral Luminescent Properties of 2-[2-Methyl(acetyl,tosyl)-oxyphenyl]-5-(3,4,5-trimethoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazoles

I. E. Mikhailov^{a, *}, N. I. Vikrishchuk^b, L. D. Popov^b, G. A. Dushenko^a, and V. I. Minkin^a

^a Research Institute of Physical and Organic Chemistry SFU, prosp. Stachki, 194/2, Rostov-on-Don, 344090 Russia

^b South Federal University, ul. Zorge, 7, Rostov-on-Don, 344090 Russia

*e-mail: mie@sfnu.ru

Received January 10, 2022; revised January 21, 2022; accepted January 23, 2022

Cyclodehydration of aroylbenzohydrazides in thionyl chloride gave 2-(2-hydroxyphenyl)-5-(3,4,5-trimethoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazole and its 2-methoxyphenyl derivative. Acetylation or tosylation of the starting 2-hydroxyphenyloxadiazole synthesized its 2-acetyloxyphenyl- and 2-tosyloxyphenyl derivatives, which, along with the corresponding 2-methoxyphenyloxadiazole, intensely luminesce (ϕ 0.22–0.99) in the violet-blue region of the visible spectrum ($\lambda_{\max}^{\text{fl}}$ 364–453 nm). The effect of the polarity of solvents on the spectral-luminescent properties of these compounds has been studied.

Keywords: 2,5-diaryl-1,3,4-oxadiazoles, luminescence, quantum yield of luminescence, organic phosphors