

Н. А. Волошин^а, С. О. Безуглый^а, А. В. Метелица^{б*},
Е. В. Соловьева^б, К. Е. Шепеленко^б, В. И. Минкин^{а,б}

ФОТО- И ТЕРМОХРОМНЫЕ СПИРАНЫ

35*. СИНТЕЗ И ФОТОХРОМНЫЕ СВОЙСТВА СПИРО[ИНДОЛИН-2,3'-ПИРАНО[3,2-*f*]ХИНОЛИНОВ] И ИХ КАТИОННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Синтезированы новые фотохромные спиропиранохинолины и их катионные производные. Кватернизация хинолинового фрагмента приводит к существенному повышению термической устойчивости мероцианиновых изомеров катионных спиропиранов.

Ключевые слова: 6-гидроксихинолин-5-карбальдегид, мероцианины, соли спиропиранов, спиропиранохинолины, фотохромизм.

Дизайн и исследование новых эффективных фотохромных систем с целью создания на их основе полифункциональных материалов для молекулярной электроники являются актуальной проблемой [2–4]. Особое место среди известных классов фотохромных соединений занимают относительно легко синтезируемые спиропираны, которые, в зависимости от молекулярной структуры, проявляют варьирующиеся в широком диапазоне спектрально-кинетические характеристики [2–5].

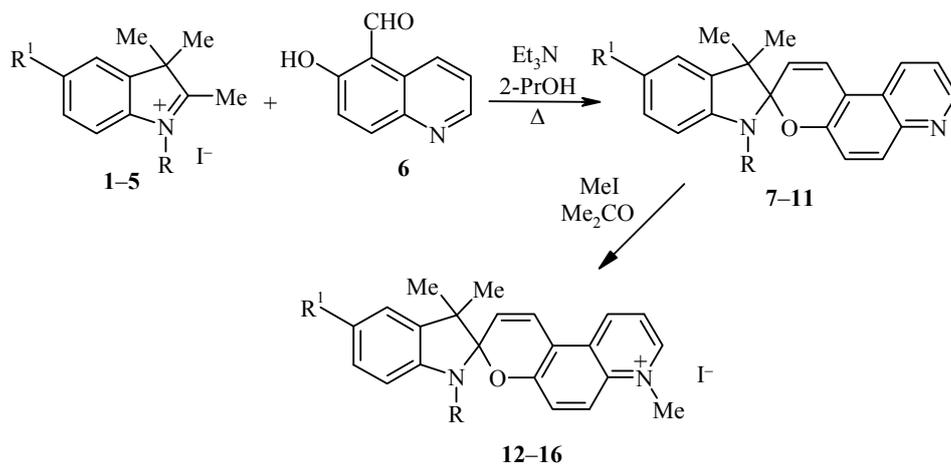
Синтез, строение и фотохимические свойства кристаллов солей спиропиранов и спирооксазинов привлекают особое внимание [6–9]. Катионные спиропираны SP^+X^- являются перспективными соединениями для получения гибридных полифункциональных материалов, сочетающих в одной кристаллической решётке две подрешётки: фотохромную подрешётку катиона спиропирана или спирооксазина [10] и магнитную анионную подрешётку моно- или биметаллических (трис)оксалатов металлов [6, 11–17], в которых спиросоединение выполняет функцию фотохимического молекулярного переключателя, возмущающего магнитную подрешётку.

В связи с этим важной задачей является исследование новых катионных производных спиропиранов и спирооксазинов [18–23] для дизайна фотохромных магнетиков.

В продолжение этих исследований настоящая работа посвящена синтезу и описанию фотохромных свойств ряда хинолинспиропираниндолинов и их катионных аналогов.

Взаимодействием иодидов 3*H*-индолия **1–5** с 6-гидрокси-5-формилхинолином (**6**) в присутствии основания, и последующим алкилированием полученных спиро[индолин-2,3'-пиранохинолинов] **7–11** иодистым метилом получены катионные спиропираны **12–16**, содержащие кватернизованный пиридиновый фрагмент в сопряжённом цикле.

* Сообщение 34 см. [1]



1, 7, 12 R = Pr, R¹ = H; 2, 8, 13 R = All, R¹ = H; 3, 9, 14 R = Pr, R¹ = Br;
4, 10, 15 R = Me, R¹ = Me; 5, 11, 16 R = Me, R¹ = OMe

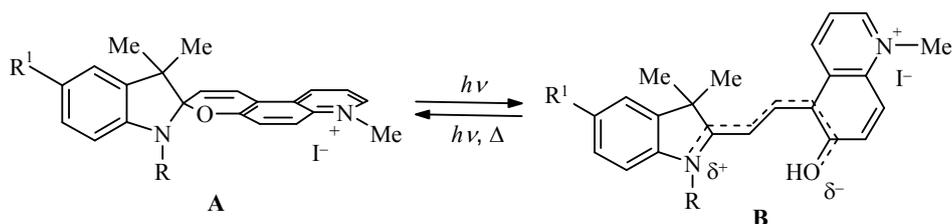
Структура соединений **7–16** установлена методом ЯМР ¹H спектроскопии и подтверждена данными элементного анализа.

Спектры ЯМР ¹H спиropиранов **7–16** содержат два сигнала магнитно-неэквивалентных геминальных метильных групп, сигналы *N*-алкильных заместителей (Me, Pr, All) и сигналы соответствующих индикаторных групп заместителей (Me, OMe), лежащие в сильном поле, и несколько групп взаимосвязанных сигналов в слабopольной области спектра, относящихся к индолиновому и пиранохинолиновому фрагментам. Сигналы диастереотопных протонов метиленовой группы *N*-аллилзамещённых спиropиранов **8, 13** проявляются в виде двух триплетов дублета дублетов, а сигналы протонов терминальной CH₂ группы проявляются каждый в виде квартета дублетов.

Данные ЯМР ¹H спектроскопии однозначно подтверждают строение полученных спиropиранов. Отсутствие сигналов протонов индолинового и пиранохинолинового фрагментов в областях спектра, характерных для открытой мероцианиновой формы [24–26], свидетельствует, что полученные соединения находятся в растворе CDCl₃ в спиropирановой форме.

Электронные спектры поглощения растворов спиropиранов [индолин-2,3'-пиранохинолинов] **7–11** характеризуются полосами длинноволнового поглощения с максимумами в области 347–349 нм и молярными коэффициентами экстинкции 4280–4520 л·моль⁻¹·см⁻¹ (таблица). В отличие от них полосы поглощения катионных производных **12–16**, содержащих кватернизованный пиридиновый фрагмент в сопряжённом цикле, смещены в длинноволновую область спектра и имеют меньшую интенсивность. Максимумы длинноволновых полос поглощения катионных спиropиранов находятся при 398–401 нм, а соответствующие молярные коэффициенты экстинкции составляют 3470–3710 л·моль⁻¹·см⁻¹ (таблица). Спектральные характеристики катионных и некаатионных спиropиранов незначительно меняются при варьировании заместителей в индолиновом фрагменте.

Механизм фотохромных превращений спиropиранов связан с термически и фотохимически обратимым процессом гетеролитического разрыва связи C_{спиropиран}-O циклического изомера **A** с последующей *цис-транс*-изомеризацией в метастабильную мероцианиновую форму **B** [2–4].



При облучении растворов как катионных спиропиранов, так и их нейтральных аналогов в полосах длинноволнового поглощения наблюдается окрашивание, связанное с появлением мероцианиновых изомеров **B** [2–4].

Мероцианиновые изомеры спиро[индолин-2,3'-пиранохинолинов] **7–11** имеют полосы длинноволнового поглощения с максимумами при 564–570 нм. Нециклические формы **B** катионных производных **12–16** поглощают в более длинноволновой области спектра и характеризуются максимумами длинноволновых полос при 570–579 нм. Наибольшее влияние на спектры поглощения

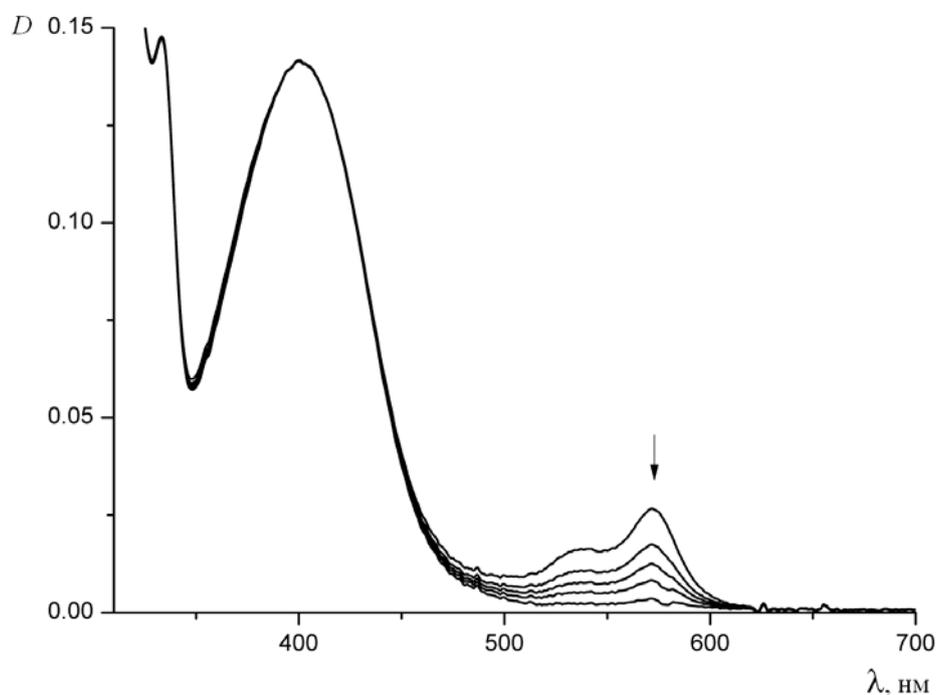
**Спектрально-кинетические характеристики спиропиранов 7–11
и их катионных производных 12–16 в ацетонитриле при 293 К**

Соединение	Форма А		Форма В	
	$\lambda_{\max}^{\text{abs}}$, нм	$\varepsilon \cdot 10^3$, л·моль ⁻¹ ·см ⁻¹	λ_{\max} , нм	τ_{293} , с
7	291	10260	528, 564	0.2
	349	4460		
	364 (пл)	3710		
8	290	10330	526, 561	0.1
	349	4280		
	363 пл	3630		
9	289 пл	9940	530, 565	0.1
	301	9660		
	347	4430		
	362 пл	3670		
10	291	9970	529, 565	0.3
	298	9920		
	348	4510		
	363 пл	3840		
11	302	9010	535, 570	0.4
	348	4520		
12	271	46590	572	10.6
	320	4320		
	333	3750		
	401	3600		
13	269	45090	570	6.7
	320	4070		
	333	3720		
	399	3530		
14	269	51840	576	7.7
	333	3870		
	398	3470		
15	270	44550	573	15.4
	333	3980		
	400	3710		
16	242	29880	579	35.4
	270	45910		
	317 (пл)	8060		
	401	3670		

при структурной модификации катионных и некатионных соединений оказывает введение электронодонорной метоксигруппы в положение 5' индолиновой части аналогов **11** и **16**. Это проявляется в bathochromном смещении максимумов полос длинноволнового поглощения окрашенных форм **B** (таблица) по сравнению с максимумами производных, имеющих иные заместители.

После прекращения облучения в растворах катионных и некатионных спиропиранов наблюдаются термические релаксационные процессы, связанные с рециклизацией мероцианиновых изомеров **B** в исходные спироциклические формы **A**, и таким образом свидетельствующие о том, что все полученные спиропираны обладают фотохромными свойствами. Кинетика релаксационных процессов подчиняется моноэкспоненциальному закону и может быть корректно охарактеризована постоянными времени (время жизни). Время жизни нециклических форм спиро[индолин-2,3'-пиранохинолинов] **7–11** составляет 0.1–0.4 с, достигая максимального значения в случае 5'-метокси-замещённого спиропирана **11**. Время жизни окрашенных форм катионных спиропиранов **12–16** на один–два порядка больше и находится в интервале 6.7–35.4 с (таблица). Такое существенное возрастание термической устойчивости нециклических изомеров катионных спиропиранов, очевидно, связано с электроноакцепторными свойствами катионного фрагмента, оказывающего стабилизирующее влияние на биполярную мероцианиновую структуру.

Наряду с термической реакцией рециклизации катионные спиропираны демонстрируют и обратную фотореакцию, приводящую к эффективному фотообесцвечиванию предварительно окрашенных растворов этих соединений (рисунок).



Электронные спектры поглощения предварительно окрашенного спиропирана **12** ($c = 3.93 \cdot 10^{-5}$ M, 293 K) в ходе фотохимической реакции обесцвечивания при облучении светом 578 нм (dt 0.6 с) в ацетонитриле

Таким образом, полученные новые катионные спиропираны, содержащие кватернизованный пиридиновый фрагмент в сопряжённом цикле, демонстрируют фотохромные свойства, при этом обратный канал фотохромного цикла реализуется как в основном, так и в возбуждённом состоянии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H зарегистрированы на спектрометре Varian Unity-300 (300 МГц) в CDCl_3 при 20 °С, отнесение сигналов проведено относительно сигнала остаточных протонов растворителя (7.26 м. д.) Электронные спектры поглощения и кинетические кривые термических реакций рециклизации исследуемых соединений записаны на спектрофотометре Agilent 8453 с приставкой для термостатирования образцов. Фотолиз растворов ($c = 2 \cdot 10^{-5}$ М) осуществлён системой Newport на основе ртутной лампы мощностью 200 Вт с набором интерференционных светофильтров. Для приготовления растворов использован ацетонитрил (Aldrich) спектральной степени чистоты.

Соли 3*H*-индолия **1–5** и альдегид **6** получены по описанным ранее методикам [27–30].

3,3-Диметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолины] 7–11 (общая методика). К кипящей смеси 2 ммоль иодида 3*H*-индолия **1–5**, 0.35 г (2 ммоль) формилхинолинола **6** и 28 мл 2-PrOH прибавляют раствор 0.28 мл (2 ммоль) Et_3N в 2 мл 2-PrOH в течение 30 мин. Смесь кипятят 4 ч, охлаждают, и растворитель упаривают в вакууме. Остаток очищают колоночной хроматографией (Al_2O_3 , элюент бензол) и перекристаллизовывают.

3,3-Диметил-1-пропилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолин] (7). Выход 82%, т. пл. 163–164 °С (гептан). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.86 (3H, т, $J = 7.4$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.19 (3H, с, CH_3); 1.30 (3H, с, CH_3); 1.51–1.72 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 3.04–3.23 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 5.82 (1H, д, $J = 10.5$, H-2'); 6.54 (1H, д, $J = 7.8$, H-7); 6.83 (1H, д, т, $J = 7.4$, $J = 1.0$, H-5); 7.08 (1H, д, д, $J = 7.3$, $J = 1.3$, H-4); 7.15 (1H, д, $J = 9.2$, H-5'); 7.16 (1H, д, т, $J = 7.6$, $J = 1.4$, H-6); 7.39 (1H, д, д, $J = 8.6$, $J = 4.2$, H-9'); 7.46 (1H, д, $J = 10.5$, H-1'); 7.85 (1H, д, $J = 9.2$, H-6'); 8.32 (1H, д, $J = 8.6$, H-8'); 8.74 (1H, д, д, $J = 4.2$, $J = 1.6$, H-10'). Найдено, %: С 81.01; Н 6.68; N 7.93. $\text{C}_{24}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 80.87; Н 6.79; N 7.86.

1-Аллил-3,3-диметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолин] (8). Выход 68%, т. пл. 156–157 °С (гептан). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.22 (3H, с, CH_3); 1.32 (3H, с, CH_3); 3.67 (1H, т, д, д, $J = 17.2$, $J = 5.2$, $J = 1.6$) и 3.94 (1H, т, д, д, $J = 17.2$, $J = 4.3$, $J = 2.1$, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 5.05 (1H, к, д, $J = 10.2$, $J = 1.7$) и 5.16 (1H, к, д, $J = 17.2$, $J = 1.8$, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 5.83 (1H, д, $J = 10.5$, H-2'); 5.85 (1H, м, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 6.54 (1H, д, $J = 7.7$, H-7); 6.85 (1H, д, т, $J = 7.4$, $J = 1.0$, H-5); 7.09 (1H, д, д, $J = 7.3$, $J = 1.3$, H-4); 7.14 (1H, д, т, $J = 7.6$, $J = 1.3$, H-6); 7.16 (1H, д, $J = 9.2$, H-5'); 7.38 (1H, д, д, $J = 8.6$, $J = 4.2$, H-9'); 7.47 (1H, д, $J = 10.5$, H-1'); 7.85 (1H, д, $J = 9.2$, H-6'); 8.31 (1H, д, $J = 8.6$, H-8'); 8.74 (1H, д, д, $J = 4.2$, $J = 1.6$, H-10'). Найдено, %: С 81.21; Н 6.42; N 7.96. $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 81.33; Н 6.26; N 7.90.

5-Бром-3,3-диметил-1-пропилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолин] (9). Выход 72%, т. пл. 137–138 °С (гептан). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.85 (3H, т, $J = 7.3$, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 1.18 (3H, с, CH_3); 1.27 (3H, с, CH_3); 1.49–1.69 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 2.99–3.21 (2H, м, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$); 5.79 (1H, д, $J = 10.5$, H-2'); 6.40 (1H, $J = 8.2$, H-7); 7.14 (1H, д, $J = 2.2$, H-4); 7.15 (1H, д, $J = 9.2$, H-5'); 7.24 (1H, д, д, $J = 8.2$, $J = 2.2$, H-6); 7.39 (1H, д, д, $J = 8.6$, $J = 4.2$, H-9'); 7.47 (1H, д, $J = 10.5$, H-1'); 7.86 (1H, д, $J = 9.2$, H-6'); 8.32 (1H, д, $J = 8.6$, H-8'); 8.75 (1H, д, д, $J = 4.2$, $J = 1.6$, H-10'). Найдено, %: С 66.36; Н 5.25; N 6.37. $\text{C}_{24}\text{H}_{23}\text{BrN}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 66.21; Н 5.32; N 6.43.

1,3,3,5-Тетраметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолин] (10). Выход 70%, т. пл. 142–143 °С (гептан). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.19 (3H, с, 3- CH_3); 1.32

(3H, с, 3-CH₃); 2.32 (3H, с, 5-CH₃); 2.69 (3H, с, 1-CH₃); 5.82 (1H, д, $J = 10.5$, H-2'); 6.44 (1H, д, $J = 7.8$, H-7); 6.91 (1H, м, H-4); 6.98 (1H, м, H-6); 7.19 (1H, д, $J = 9.2$, H-5'); 7.38 (1H, д, д, $J = 8.6$, $J = 4.2$, H-9'); 7.49 (1H, д, $J = 10.5$, H-1'); 7.85 (1H, д, $J = 9.2$, H-6'); 8.33 (1H, д, $J = 8.6$, H-8'); 8.74 (1H, д, д, $J = 4.2$, $J = 1.6$, H-10'). Найдено, %: C 80.47; H 6.61; N 8.25. C₂₃H₂₂N₂O. Вычислено, %: C 80.67; H 6.48; N 8.18.

1,3,3-Триметил-5-метоксиспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолин] (11).

Выход 73%, т. пл. 186–187 °С (гептан–толуол, 2:1). Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 1.22 (3H, с, 3-CH₃); 1.32 (3H, с, 3-CH₃); 2.70 (3H, с, 1-CH₃); 3.81 (3H, с, OCH₃); 5.84 (1H, д, $J = 10.5$, H-2'); 6.46 (1H, д, $J = 7.8$, H-7); 6.71–6.75 (2H, м, H-4,6); 7.21 (1H, д, $J = 9.2$, H-5'); 7.40 (1H, д, д, $J = 8.6$, $J = 4.3$, H-9'); 7.51 (1H, д, $J = 10.5$, H-1'); 7.87 (1H, д, $J = 9.2$, H-6'); 8.35 (1H, д, $J = 8.6$, H-8'); 8.76 (1H, д, д, $J = 4.3$, $J = 1.5$, H-10'). Найдено, %: C 77.16; H 6.08; N 7.67. C₂₃H₂₂N₂O₂. Вычислено, %: C 77.07; H 6.19; N 7.82.

Иодиды 3,3,7'-триметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] 12–16 (общая методика). Смесь 1 ммоль спиропирана 7–11, 0.426 г (~0.2 мл, 3 ммоль) MeI и 5.0 мл ацетона выдерживают 5 сут при комнатной температуре. Выпавший осадок отфильтровывают и промывают ацетоном.

Иодид 3,3,7'-триметил-1-пропилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] (12). Выход 85%, т. пл. 224–226 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 0.87 (3H, т, $J = 7.4$, CH₂CH₂CH₃); 1.21 (3H, с, 3-CH₃); 1.28 (3H, с, 3-CH₃); 1.51–1.72 (2H, м, CH₂CH₂CH₃); 3.11 (2H, т, $J = 7.4$, CH₂CH₂CH₃); 4.80 (3H, с, 7'-CH₃); 6.09 (1H, д, $J = 10.6$, H-2'); 6.57 (1H, д, $J = 7.7$, H-7); 6.87 (1H, д, т, $J = 7.4$, $J = 0.9$, H-5); 7.08 (1H, д, д, $J = 7.3$, $J = 1.3$, H-4); 7.18 (1H, д, т, $J = 7.6$, $J = 1.3$, H-6); 7.57 (1H, д, $J = 9.6$, H-5'); 7.64 (1H, д, $J = 10.6$, H-1'); 8.05 (1H, д, $J = 9.6$, H-6'); 8.13 (1H, д, д, $J = 8.8$, $J = 5.7$, H-9'); 9.29 (1H, д, $J = 8.8$, H-8'); 10.07 (1H, д, $J = 5.7$, H-10'). Найдено, %: C 60.36; H 5.27; N 5.56. C₂₅H₂₇IN₂O. Вычислено, %: C 60.25; H 5.46; N 5.62.

Иодид 1-аллил-3,3,7'-триметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] (13). Выход 90%, т. пл. 203–205 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 1.23 (3H, с, 3-CH₃); 1.30 (3H, с, 3-CH₃); 3.68 (1H, т, д, д, $J = 17.2$, $J = 5.4$, $J = 1.5$) и 3.90 (1H, т, д, д, $J = 17.2$, $J = 4.2$, $J = 2.0$, CH₂CH=CH₂); 4.81 (3H, с, 7'-CH₃); 5.04 (1H, к, д, $J = 10.2$, $J = 1.7$) и 5.11 (1H, к, д, $J = 17.2$, $J = 1.8$, CH₂CH=CH₂); 5.83 (1H, м, CH₂CH=CH₂); 6.08 (1H, д, $J = 10.6$, H-2'); 6.57 (1H, д, $J = 7.8$, H-7); 6.89 (1H, д, т, $J = 7.5$, $J = 0.9$, H-5); 7.09 (1H, д, д, $J = 7.3$, $J = 1.3$, H-4); 7.16 (1H, д, т, $J = 7.6$, $J = 1.3$, H-6); 7.56 (1H, д, $J = 9.6$, H-5'); 7.66 (1H, д, $J = 10.6$, H-1'); 8.07 (1H, д, $J = 9.6$, H-6'); 8.13 (1H, д, д, $J = 8.8$, $J = 5.7$, H-9'); 9.30 (1H, д, $J = 8.8$, H-8'); 10.07 (1H, д, $J = 5.7$, H-10'). Найдено, %: C 60.37; H 4.98; N 5.58. C₂₅H₂₅IN₂O. Вычислено, %: C 60.49; H 5.08; N 5.64.

Иодид 5-бром-3,3,7'-триметил-1-пропилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] (14). Выход 74%, т. пл. 205–207 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 0.86 (3H, т, $J = 7.4$, CH₂CH₂CH₃); 1.20 (3H, с, 3-CH₃); 1.25 (3H, с, 3-CH₃); 1.47–1.68 (2H, м, CH₂CH₂CH₃); 3.05–3.11 (2H, м, CH₂CH₂CH₃); 4.80 (3H, с, 7'-CH₃); 6.06 (1H, д, $J = 10.6$, H-2'); 6.43 (1H, д, $J = 8.2$, H-7); 7.15 (1H, д, $J = 2.0$, H-4); 7.26 (1H, д, д, $J = 8.2$, $J = 2.0$, H-6); 7.56 (1H, д, $J = 9.6$, H-5'); 7.67 (1H, д, $J = 10.6$, H-1'); 8.07 (1H, д, $J = 9.6$, H-6'); 8.14 (1H, д, д, $J = 8.8$, $J = 5.7$, H-9'); 9.31 (1H, д, $J = 8.8$, H-8'); 10.08 (1H, д, $J = 5.7$, H-10'). Найдено, %: C 51.83; H 4.70; N 4.94. C₂₅H₂₆BrIN₂O. Вычислено, %: C 52.01; H 4.54; N 4.85.

Иодид 1,3,3,5,7'-пентаметилспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] (15). Выход 77%, т. пл. 230–232 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 1.21 (3H, с, 3-CH₃); 1.29 (3H, с, 3-CH₃); 2.32 (3H, с, 5-CH₃); 2.69 (3H, с, 1-CH₃); 4.80 (3H, с, 7'-CH₃); 6.08 (1H, д, $J = 10.6$, H-2'); 6.46 (1H, д, $J = 7.8$, H-7); 6.91 (1H, д, $J = 1.7$, H-4); 7.00 (1H, д, д, $J = 7.8$, $J = 1.7$, H-6); 7.60 (1H, д, $J = 9.6$, H-5'); 7.66 (1H, д, $J = 10.6$, H-1'); 8.05 (1H, д, $J = 9.6$, H-6'); 8.12 (1H, д, д, $J = 8.8$, $J = 5.7$, H-9'); 9.28 (1H, д, $J = 8.8$, H-8'); 10.12 (1H, д, $J = 5.7$, H-10'). Найдено, %: C 59.37; H 5.43; N 5.90. C₂₄H₂₅IN₂O. Вычислено, %: C 59.51; H 5.20; N 5.78.

Иодид 1,3,3,7'-тетраметил-5-метоксиспиро[индолин-2,3'-пирано[3,2-*f*]хинолиния] (16). Выход 89%, т. пл. 219–221 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (J , Гц): 1.24 (3H,

c, 3-CH₃); 1.31 (3H, c, 3-CH₃); 2.69 (3H, c, 1-CH₃); 3.81 (3H, c, OCH₃); 4.83 (3H, c, 7'-CH₃); 6.11 (1H, д, *J* = 10.6, H-2'); 6.48 (1H, д, *J* = 9.1, H-7); 6.73–6.77 (2H, м, H-4,6); 7.63 (1H, д, *J* = 9.6, H-5'); 7.68 (1H, д, *J* = 10.6, H-1'); 8.09 (1H, д, *J* = 9.6, H-6'); 8.14 (1H, д, д, *J* = 8.8, *J* = 5.7, H-9'); 9.29 (1H, д, *J* = 8.8, H-8'); 10.12 (1H, д, *J* = 5.7, H-10').
Найдено, %: С 57.78; Н 5.10; N 5.75. C₂₄H₂₅N₂O₂. Вычислено, %: С 57.61; Н 5.04; N 5.60.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 годы, ГК № П2260), Совета по грантам Президента РФ (грант НШ-3233.2010.3) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант 09-03-12109).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. А. Волошин, А. В. Чернышев, А. В. Метелица, В. И. Минкин, *ХГС*, 1055 (2011). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **47**, 865 (2011).]
2. R. C. Bertelson, *Organic Photochromic and Thermochromic Compounds*, J. C. Crano, R. J. Guglielmetti (Eds.), Plenum Press, New York, 1999, vol. 1, p. 11.
3. V. I. Minkin, *Chem. Rev.*, **104**, 2751 (2004).
4. В. И. Минкин, *Изв. АН., Сер. хим.*, 673 (2008).
5. G. Berkovic, V. Krongauz, V. Weiss, *Chem. Rev.*, **100**, 1741 (2000).
6. S. Benard, P. Yu, *Adv. Mater.*, **12**, 48 (2000).
7. S. M. Aldoshin, L. A. Nikonova, V. A. Smirnov, G. V. Shilov, N. K. Nagaeva, *J. Mol. Struct.*, **750**, 158 (2005).
8. С. М. Алдошин, Л. А. Никонова, В. А. Смирнов, Г. В. Шилов, Н. К. Нагаева, *Изв. АН., Сер. хим.*, 2050 (2005).
9. I. Kashima, M. Okubo, Y. Ono, M. Itoi, N. Kida, M. Hikita, M. Enomoto, N. Kojima, *Synth. Met.*, **153**, 473 (2005).
10. С. М. Алдошин, *Изв. АН., Сер. хим.*, 704 (2008).
11. Н. А. Санина, С. М. Алдошин, Г. В. Шилов, Е. В. Курганова, Е. А. Юрьева, Н. А. Волошин, В. И. Минкин, В. А. Надточенко, Р. Б. Моргунов, *Изв. АН., Сер. хим.*, 1424 (2008).
12. R. B. Morgunov, F. V. Mushenok, S. M. Aldoshin, E. A. Yur'eva, G. V. Shilov, Y. Tanimoto, *J. Solid State Chem.*, **182**, 1424 (2009).
13. R. B. Morgunov, F. V. Mushenok, S. M. Aldoshin, N. A. Sanina, E. A. Yur'eva, G. V. Shilov, V. V. Tkachev, *New J. Chem.*, **33**, 1374 (2009).
14. Р. Б. Моргунов, Ф. В. Мушенок, С. М. Алдошин, Е. А. Юрьева, Г. В. Шилов, *Физика тв. тела*, **51**, 1568 (2009).
15. S. Benard, P. Yu, *Chem. Commun.*, 65 (2000).
16. S. M. Aldoshin, N. A. Sanina, V. I. Minkin, N. A. Voloshin, V. N. Ikorskii, V. I. Ovcharenko, V. A. Smirnov, N. K. Nagaeva, *J. Mol. Struct.*, **826**, 69 (2007).
17. С. М. Алдошин, Н. А. Санина, В. А. Надточенко, Е. А. Юрьева, В. И. Минкин, Н. А. Волошин, В. Н. Икорский, В. И. Овчаренко, *Изв. АН., Сер. хим.*, 1055 (2007).
18. S. M. Aldoshin, L. A. Nikonova, V. A. Smirnov, G. V. Shilov, N. K. Nagaeva, *J. Mol. Struct.*, **750**, 158 (2005).
19. S. M. Aldoshin, L. A. Nikonova, G. V. Shilov, E. A. Bikanina, N. K. Artemova, V. A. Smirnov, *J. Mol. Struct.*, **794**, 103 (2006).
20. В. В. Ткачев, С. М. Алдошин, Н. А. Санина, Б. С. Лукьянов, В. И. Минкин, А. Н. Утеньшев, К. Н. Халанский, Ю. С. Алексеенко, *ХГС*, 690 (2007). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **43**, 576 (2007).]
21. С. М. Алдошин, Е. А. Юрьева, Г. В. Шилов, Л. А. Никонова, В. А. Надточенко, Е. В. Курганова, Р. Б. Моргунов, *Изв. АН., Сер. хим.*, 2541 (2008).

22. Н. А. Волошин, С. О. Безуглый, Е. В. Соловьева, А. В. Метелица, В. И. Минкин, *XГС*, 1513 (2008). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **44**, 1229 (2008).]
23. Е. В. Соловьева, Н. А. Волошин, С. О. Безуглый, А. В. Метелица, *XГС*, 630 (2010) [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **46**, 500 (2010).]
24. J. Hobley, V. Malatesta, R. Millini, L. Montanari, W. O. N. Parker, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **1**, 3259 (1999).
25. J. Hobley, V. Malatesta, W. Giroladini, W. Stringo, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2**, 53 (2000).
26. J. Hobley, V. Malatesta, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2**, 57 (2000).
27. D. Shragina, F. Buchgoltz, S. Yitzchaik, V. Krongauz, *Liq. Cryst.*, **7**, 643 (1990).
28. E. Pottier, M. Sergent, R. Phan Tan Luu, R. Guglielmetti, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, **101**, 719 (1992).
29. Н. А. Волошин, А. В. Метелица, Ж. К. Мишо, Е. Н. Волошина, С. О. Безуглый, А. В. Вдовенко, Н. Е. Шелепин, В. И. Минкин, *Изв. АН., Сер. хим.*, 1110 (2003).
30. В. Bobranski, *J. Prakt. Chem.*, **134**, 141 (1932).

^a Южный научный центр РАН,
пр. Чехова, 41, Ростов-на-Дону 344006, Россия
e-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Поступило 21.02.2011

^b НИИ физической и органической химии
Южного федерального университета,
пр. Стачки 194/2, Ростов-на-Дону 344090, Россия
e-mail: photo@ipoc.rsu.ru

^в Южный федеральный университет,
ул. Зорге, 7, Ростов-на-Дону 344090, Россия
e-mail: chimfak@sfedu.ru