

ISSN 1561-8331 (Print)

ISSN 2524-2342 (Online)

УДК 547.576+547.786+547.788

Поступила в редакцию 20.09.2016

Received 20.09.2016

Е. А. Дикусар¹, Л. Н. Филиппович^{1,2}, С. Н. Шахаб^{1,2},
С. К. Петкевич¹, С. Г. Стёпин³

¹Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

²Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

³Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, Витебск, Беларусь

СИНТЕЗ (*E,E*)-АЗОАЗОМЕТИНОВ НА ОСНОВЕ 4-АМИНОАЗОБЕНЗОЛА

Аннотация. Жидкокристаллические устройства отображения информации широко используются в таких отраслях техники как измерительное приборостроение, бытовая и промышленная электроника, медицинская техника и др. Производство этих устройств является перспективной и развивающейся отраслью промышленности Беларуси. Анализ рынка жидкокристаллических устройств позволяет утверждать, что спрос на пленочные поляризаторы всех типов (пропускающего, отражающего и пропускающе-отражающего) будет возрастать в связи с постоянным ростом выпуска жидкокристаллических индикаторов и расширением сфер их применения. В настоящее время производители жидкокристаллических индикаторов в Республике Беларусь закупают поляризаторы за рубежом, причем цена на них определяется фирмами-изготовителями. Очевидно, что исследования, направленные на создание отечественных пленочных поляризаторов различного функционального назначения и на разработку технологий их изготовления, являются актуальными. 4-Аминоазобензол (краситель анилиновый желтый) применяется в производстве более сложных промежуточных продуктов, красителей, химических добавок к полимерам, фармацевтических препаратов, пестицидов и др. 4-Аминоазобензол является доступным исходным соединением для получения на его основе перспективных соединений для создания оптических материалов. Взаимодействием 4-аминоазобензола с альдегидами ванилинового ряда в среде кипящего абсолютного метанола в присутствии каталитических количеств ледяной уксусной кислоты были синтезированы (*E,E*)-азоазометины с выходами 75–88 %.

Ключевые слова: 4-аминоазобензол, альдегиды, (*E,E*)-азоазометины, красители, квантово-химические расчеты, моделирование, жидкокристаллические индикаторы

Для цитирования. Синтез (*E, E*)-азоазометинов на основе 4-аминоазобензола / Е. А. Дикусар [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 58–71.

Е. А. Dikusar¹, L. N. Filippovich^{1,2}, S. N. Shahab^{1,2}, S. K. Petkevich¹, S. G. Stepin³

¹Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

²Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

³Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

SYNTHESIS OF (*E,E*)-AZOAZOMETHINES BASED ON 4-AMINOAZOBENZENE

Abstract. Liquid crystal display devices are widely used in industries such as measuring instrumentation, consumer and industrial electronics, medical equipment and others. The production of these devices is a promising and growing branch of industry in Belarus. The analysis of the liquid crystal device market suggests that the demand for film polarizers of all types (transmissive, reflective and permeable-reflective) will increase due to the constant growth of liquid crystal device manufacture and their scope expanding. Currently, manufacturers of liquid crystal devices in Belarus buy polarizers abroad, and the price is determined by the manufacturers. Obviously, the researches aimed at creating domestic film polarizers of various functional purposes and for the development of technologies for their manufacture, are relevant. 4-aminoazobenzene (aniline yellow colorant) is used in the production of more complex intermediates, dyestuffs, chemical additives to polymers, pharmaceuticals, pesticides, etc. 4-aminoazobenzene is an accessible parent compound for the synthesis of promising compounds for the development of optical materials. By reaction of 4-aminoazobenzene series with vanillin aldehydes in a medium of boiling absolute methanol in the presence of catalytic amounts of glacial acetic acid, (*E,E*)-azoazomethines with 75–88 % yields were synthesized.

Keywords: 4-aminoazobenzene, aldehydes, (*E, E*)-azoazomethines, colorants, quantum-chemical calculations, modeling, liquid crystal displays

For citation. Dikusar E. A., Filippovich L. N., Shahab S. N., Petkevich S. K., Stepin S. G. Synthesis of (*E,E*)-azoazomethines based on 4-aminoazobenzene. *Vestsi Natsyianal'nai akademii navuk Belarusi. Seryia khimichnykh navuk*=Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series, 2018, vol. 54, no. 1, pp. 58–71 (In Russian).

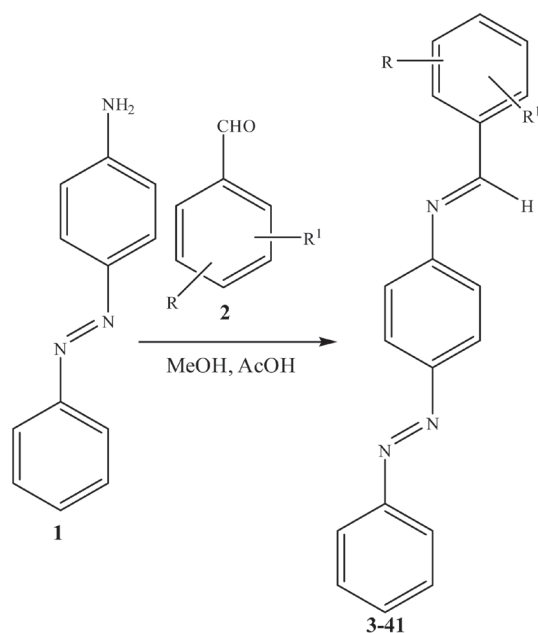
Введение. Жидкокристаллические устройства отображения информации (ЖКУ) широко используются в измерительном приборостроении, бытовой и промышленной электронике, медицинской технике и др. [1–7]. Производство ЖКУ является перспективной и развивающейся отраслью промышленности Беларуси. Анализ рынка ЖКУ позволяет утверждать, что спрос на пленочные поляризаторы всех типов (пропускающего, отражающего и пропускающе-отражающего) будет возрастать в связи с постоянным ростом выпуска ЖК-индикаторов и расширением сфер их применения [8–11]. В настоящее время производители ЖКИ в республике закупают поляризаторы за рубежом. Очевидно, что исследования, направленные на создание отечественных пленочных поляризаторов различного функционального назначения и на разработку технологий их изготовления, являются актуальными.

Требования к характеристикам поляризаторов постоянно растут по мере расширения областей применения ЖК-индикаторов. Одной из важных характеристик поляризатора является интервал рабочих температур. Наиболее распространенный йодный поляризатор устойчив в температурном интервале от -60 до $+60$ °С, однако в настоящее время требуются поляризаторы, выдерживающие температуры от -60 до $+90$ °С и выше [12]. Поиск и синтез новых эффективных дихроичных красителей остается актуальной задачей исследований в области создания поляризующих полимерных пленок [13–17]. В практике широко используются поляризаторы на основе поливинилового спирта (ПВС), окрашенного органическими красителями – производными стильбена, антрахинона и азосоединений, так как они более устойчивы к воздействию повышенных температур и влажности окружающей среды по сравнению с традиционными «йодными» поляризаторами, но уступают им по спектрально-поляризационным характеристикам [18]. В связи с этим разработка термостойких дихроичных поляризаторов с улучшенными оптическими и эксплуатационными свойствами, в которых для окрашивания ПВС используют органические красители, остается важной задачей, успешное решение которой требует знания всех факторов, определяющих оптическую анизотропию пленки [19, 20]. Основные виды пленочных поляризаторов предназначены для работы в видимой области спектра и применяются в жидкокристаллических индикаторах и дисплеях [21–24]. Однако для ряда устройств специального назначения необходимы пленки, поляризующие ультрафиолетовое (УФ) излучение. Создание таких поляризаторов требует использования новых красителей, поглощающих в УФ-области спектра и выяснения специфики формирования на их основе поляризующих пленок [25, 26]. Это обуславливает необходимость направленного органического синтеза широкого ассортимента красителей [27]. 4-Аминоазобензол (краситель анилиновый желтый) **1** применяется в производстве более сложных промежуточных продуктов, красителей, химических добавок к полимерам, фармацевтических препаратов, пестицидов и др. [28]; является доступным исходным продуктом для получения на его основе перспективных соединений для создания оптических материалов.

Материалы и методы. Взаимодействием 4-аминоазобензола **1** с альдегидами ванилинового ряда **2** [29–32] в среде кипящего абсолютного метанола в присутствии каталитических количеств ледяной уксусной кислоты были синтезированы (*E,E*)-азоазометины **3–41** с выходами 75–88 %. По аналогичной методике, взаимодействием **1** с 9-фенантренкарбальдегидом **42**, ферроценкарбальдегидом **44**, 5-фенилизоксазол-3-карбальдегидом **46**, 5-(*n*-толил)изоксазол-3-карбальдегидом **47** и терефталевым альдегидом **50** были получены соответствующие (*E,E*)-азоазометины **43, 45, 48, 49, 51** с выходом 86–90 %.

Состав и строение соединений **3–41, 43, 45, 48, 49, 51** установлены на основании данных элементного анализа, ИК-, ЯМР ^1H - и ^{13}C -спектроскопии (**3, 17, 30, 48, 49**) и хромато-масс-спектрометрии. (*E,E*)-азоазометины **3–41, 43, 45, 48, 49, 51** обладают интенсивной красно-оранжевой окраской.

Сведения о соединениях **3, 4, 8, 9, 20, 33** (используемых в качестве красителей) приведены в работах [28, 33].



R = R¹ = H **3**; R = H, R¹ = 2-HO **4**; 2-EtO **5**; 2-*n*-BuO **6**; 2-PhCH₂O **7**; 4-HO **8**; 4-MeO **9**; 4-Me(CH₂)₁₄O **10**; 4-HOC(O) **11**; 4-MeOC(O) **12**; R = 2-HO, R¹ = 4-HO **13**; R = 2-EtO, R¹ = 4-EtO **14**; R = 2-*n*-BuO, R¹ = 4-*n*-BuO **15**; R = 2-PhCH₂O, R¹ = 4-PhCH₂O **16**; R + R¹ = 3,4-OCH₂O **17**; R = 3-HO, R¹ = 4-HO **18**; R = 3-HO, R¹ = 4-MeO **19**; R = 3-MeO, R¹ = 4-HO **20**; 4-MeO **21**; 4-EtO **22**; 4-*iso*-PrO **23**; 4-*n*-BuO **24**; 4-Me₂CHCH₂O **25**; 4-Me(CH₂)₅O **26**; 4-Me(CH₂)₇O **27**; 4-Me(CH₂)₁₄O **28**; 4-PhCH₂O **29**; R = 3-EtO, R¹ = 4-MeO **30**; R = 3-*n*-BuO, R¹ = 4-MeO **31**; R = 3-PhCH₂O, R¹ = 4-MeO **32**; R = 3-EtO, R¹ = 4-HO **33**; 4-EtO **34**; 4-*iso*-PrO **35**; 4-*n*-BuO **36**; 4-Me(CH₂)₅O **37**; 4-Me(CH₂)₁₄O **38**; 4-PhCH₂O **39**; R = 3-*n*-BuO, R¹ = 4-*n*-BuO **40**; R = 3-PhCH₂O, R¹ = 4-PhCH₂O **41**.

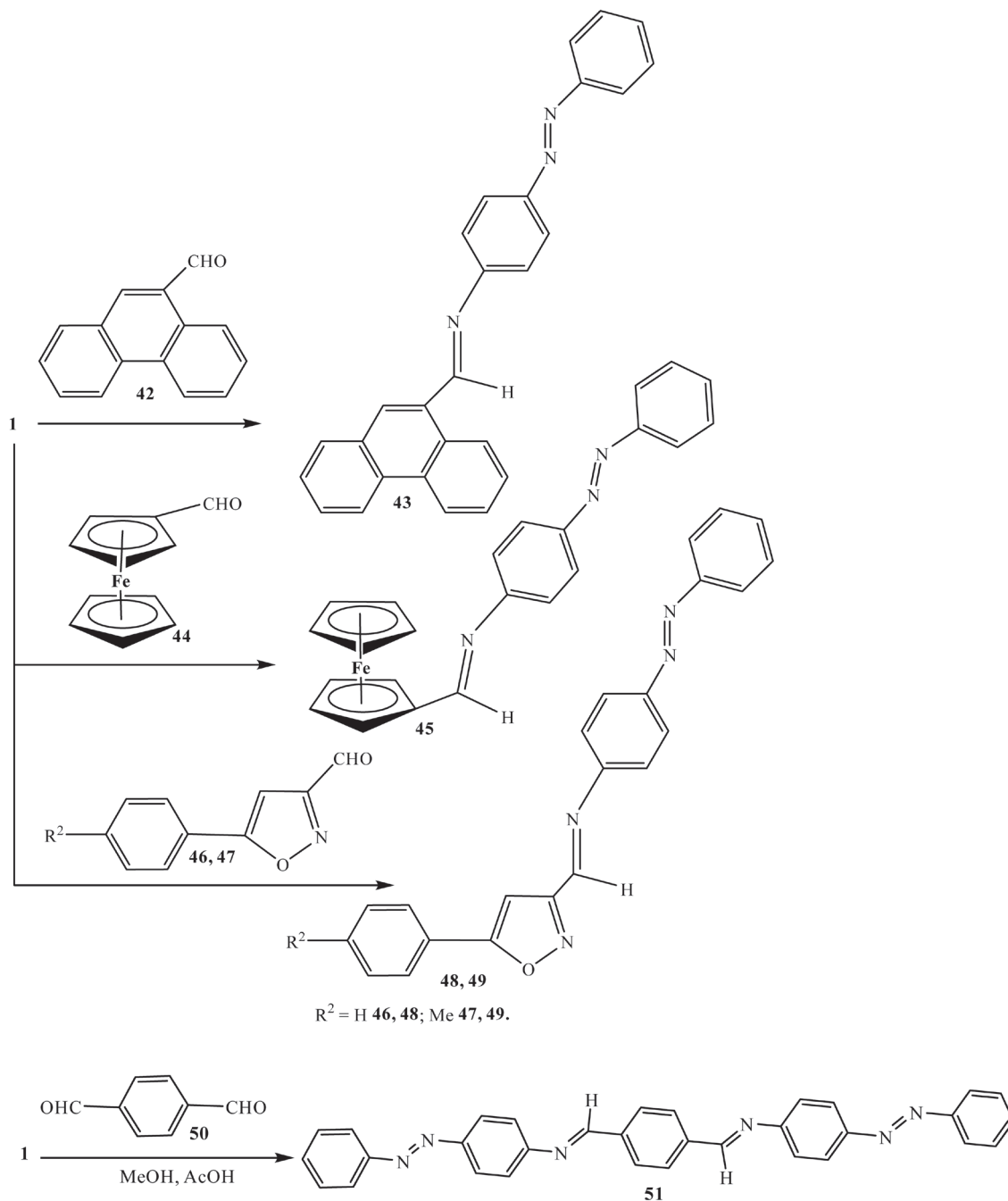
Путем квантово-химических расчетов с использованием метода DFT с применением уровня теории B3LYP/MIDI и программного пакета GAMESS [34], базисного набора MIDI [35] были установлены наиболее термодинамически устойчивые изомеры соединений **3**, **35**, **48**, **49**. В процессе расчетов проводили полную оптимизацию всех геометрических параметров до достижения минимумов полных электронных энергий (*E,E*)-, (*E,Z*)- (*Z,E*)- и (*Z,Z*)-азоазометинов **3** (рис. 1) и **35**, **48**, **49**. Полные энергии систем (*E*, а.е.), вычисленные методом DFT и дипольные моменты (*D*, Дб) приведены в (таблице).

Квантово-химические расчеты показали, что наиболее термодинамически устойчивыми являются (*E,E*)-конфигурационные изомеры соединений **3**, **35**, **48**, **49**. (*E,E*)-изомеры более устойчивы на ~93,3–97,8 кДж/моль, чем их соответствующие (*Z,Z*)-изомеры (таблица). (*E,E*)-конфигурации устойчивее, чем (*E,Z*)-конфигурации (конфигурационные изомеры по азогруппе) на ~23,0–29,2 кДж/моль, а (*E,E*)-конфигурации устойчивее, чем (*Z,E*)-конфигурации (конфигурационные изомеры по азогруппе) на ~70,3–88,8 кДж/моль (1 а.е. Хартри = 2625,5 кДж/моль). Данные по расчетам дипольных моментов демонстрируют закономерное увеличение полярности изомеров при переходе от (*E*)- к (*Z*)-конфигурациям.

Азоазометинам **3–41**, **43**, **45**, **48**, **49**, **51** приписана (*E,E*)-конфигурация на основании анализа ЯМР ¹H и ¹³C-спектров соединений **3**, **17**, **30**, **48**, **49** и сравнения полученных данных со спектрами других азометинов [29–32, 36, 37]. Возможность перехода (*E,E*)-азоазометинов **3–41**, **43**, **45**, **48**, **49**, **51** в другие конфигурации (*E,Z*-, *Z,E*-, *Z,Z*-) позволяет использовать их для создания оптических материалов, обладающих термо- и фототропными свойствами [36].

Экспериментальная часть. ИК-спектры соединений записаны на Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы Nicolet с приготовлением образцов в виде таблеток с KBr, для соединений **5–7** – в тонкой пленке. Спектры ЯМР ¹H и ¹³C соединений **3**, **17**, **30**, **48**, **49** записаны на спектрометре Bruker Avance-500 в CDCl₃ или в (CD₃)₂SO. Химические сдвиги измерены относительно

остаточных сигналов дейтерированных растворителей [CDCl_3 , δ_{H} 7.26, δ_{C} 77.2 м.д.; $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$, δ_{H} 2.50, δ_{C} 40.1 м.д.]. Масс-спектры получены на приборе Agilent 5975 inert MSD / 6890N Network GC System в режиме ионизации электронным ударом с энергией электронов 70 эВ; капиллярная колонка HP-5MS (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм); фаза – 5 % PhMe Silicone; температура испарителя +250 °С.



4-Аминоазобензол **1** имел чистоту марки «ч.» (содержание основного вещества – 99 %), т. пл. 125–126°С [28].

(E,E)-Азоазометины 3–41, 43, 45, 48, 49, 51 (общая методика). К раствору 2 ммоль 4-аминоазобензола **1** и 2 ммоль соответствующего альдегида **2, 42, 44, 46, 47** (1 ммоль диальдегида **50**) в 30 мл сухого метанола прибавляли 2 капли ледяной уксусной кислоты и кипятили 1 ч. Горячий раствор фильтровали через бумажный складчатый фильтр, охлаждали и оставляли на 10–15 ч при 0–5 °С. Выпавшие осадки соединений **3, 4, 8–41, 43, 45, 48, 49, 51** отделяли фильтрованием

на стеклянном пористом фильтре или декантацией (5–7), промывали небольшим количеством (5–10 мл) холодного метанола и сушили на воздухе.

(E)-1-[Фенил-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 3. Выход 87 %, т.пл. 127–128 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3090, 3059, 3040, 3000 (CH_{Ar}); 2960, 2923, 2880, 2854 (CH_{Alk}); 1622 ($\text{C}=\text{N}$); 1585, 1572, 1493, 1448, 1439, 1363, 1310, 1301 (Ar); 1285, 1220, 1186, 1155, 1141, 1103, 1071, 1020, 1001, 970, 920; 877, 850, 760, 752, 687, 608, 562 (CH_{Ar}). Спектр ЯМР ^1H (δ , м.д.): 7.35 д ($2\text{H}_{\text{аром.}}$, J 8.6 Гц), 7.44–7.56 м ($6\text{H}_{\text{аром.}}$), 7.91–7.98 м ($4\text{H}_{\text{аром.}}$), 8.01 д ($2\text{H}_{\text{аром.}}$, J 8.6 Гц), 8.52 с (1H, $\text{CH}=\text{N}$). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.д.: 121.77 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 122.98 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 124.27 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 129.03 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 129.21 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 129.26 ($2\text{CH}_{\text{аром.}}$), 131.00 ($1\text{CH}_{\text{аром.}}$), 131.93 ($1\text{CH}_{\text{аром.}}$), 161.17 ($\text{CH}=\text{N}$), 136.16, 150.93, 152.94, 154.63 ($4\text{C}_{\text{четв.}}$). Найдено, %: С 80.08; Н 5.36; N 14.49. $[M]^+$ 285. $\text{C}_{19}\text{H}_{15}\text{N}_3$. Вычислено, %: С 79.98; Н 5.30; N 14.73. M 285.35.

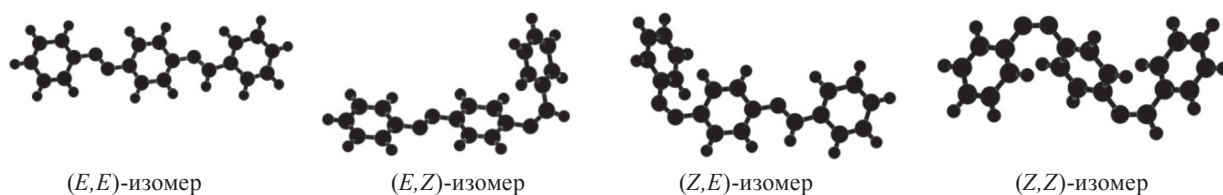


Рис. 1. Квантово-химические модели (E,E)-, (E,Z)-, (Z,E)- и (Z,Z)-азоазометина 3

Fig. 1. Quantum-chemical models of (E,E)-, (E,Z)-, (Z,E)- and (Z,Z)-azoazomethine 3

Полные энергии систем и дипольные моменты (E,E)-, (E,Z)-, (Z,E)- и (Z,Z)-изомеров азоазометинов 3, 35, 48, 49

Total energy of the system and dipole moments of (E,E)-, (E,Z)-, (Z,E)- and (Z,Z)-isomers of azoazomethines 3, 35, 48, 49

Номер соединения	Конфигурация			
	(E,E)-изомер	(E,Z)-изомер	(Z,E)-изомер	(Z,Z)-изомер
3				
<i>E</i> , а.е.	-891.9931987435	-891.9836760598	-891.9664319976	-891.9567177028
<i>D</i> , Дб	1.75	3.43	3.58	4.51
35				
<i>E</i> , а.е.	-1236.9497280684	-1236.9409869849	-1236.9229631567	-1236.9141875628
<i>D</i> , Дб	4.33	5.74	6.93	5.11
48				
<i>E</i> , а.е.	-1135.3940930189	-1135.3829772539	-1135.3602576346	-1135.3568274103
<i>D</i> , Дб	2.29	5.39	3.73	5.94
49				
<i>E</i> , а.е.	-1174.4822017920	-1174.4711578438	-1174.4483977678	-1174.4450516553
<i>D</i> , Дб	2.57	6.07	4.40	6.26

2-(E)-[4-(E)-Фенилдиазенилфенил]иминометилфенол 4. Выход 86 %, т.пл. 153–154 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3053, 3038, 3001 (CH_{Ar}); 2951, 2923, 2853 (CH_{Alk}); 1614 ($\text{C}=\text{N}$); 1591, 1563, 1489, 1454, 1420, 1407, 1363, 1301 (Ar); 1282, 1220, 1184, 1160, 1145, 1109, 1069, 1035, 1018, 1000, 970, 922, 908, 870, 860, 849, 820, 763, 750, 740, 683, 611, 563, 541 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.97; Н 5.16; N 13.70. $[M]^+$ 301. $\text{C}_{19}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 75.73; Н 5.02; N 13.94. M 301.12.

(E)-1-[(2-Этоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 5. Выход 75 %, масло. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3066, 3040 (CH_{Ar}); 2980, 2931, 2896, 2880 (CH_{Alk}); 1619 ($\text{C}=\text{N}$); 1599, 1586, 1510, 1492, 1456, 1410, 1390, 1363, 1300 (Ar); 1285, 1251, 1226, 1186, 1160, 1140, 1117, 1100, 1043, 980, 930, 885, 839, 755, 735, 689, 605, 563 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 76.82; Н 5.87; N 12.54. $[M]^+$ 329. $\text{C}_{21}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 76.57; Н 5.81; N 12.76. M 329.40.

(E)-1-[(2-Бутоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 6. Выход 77 %, масло. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3065, 3030, 3002 (CH_{Ar}); 2958, 2933, 2872 (CH_{Alk}); 1619 ($\text{C}=\text{N}$); 1600, 1587, 1506, 1493, 1456, 1411, 1364, 1300 (Ar); 1285, 1250, 1225, 1184, 1140, 1102, 1069, 1030, 1010, 975, 885, 836, 765, 756, 689, 610, 560, 545 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 77.60; Н 6.61; N 11.19. $[M]^+$ 357. $\text{C}_{23}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 77.28; Н 6.49; N 11.76. M 357.46.

(E)-1-[(2-Бензилоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 7. Выход 80 %, ма-сло. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3064, 3035, 3005 (CH_{Ar}); 2990, 2930, 2874, 2835 (CH_{Alk}); 1618 ($\text{C}=\text{N}$); 1600, 1587, 1493, 1480, 1453, 1411, 1365, 1299 (Ar); 1280, 1250, 1223, 1285, 1140, 1124, 1165, 1148, 1020, 1007, 970, 920, 888, 839, 755, 739, 689, 625, 606, 564 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 80.11; Н 5.60; N 10.42. $[M]^+$ 391. $\text{C}_{26}\text{H}_{21}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 79.77; Н 5.41; N 10.73. M 391.17.

4-(E)-[4-(E)-Фенилдиазенилфенил]иминометилфенол 8. Выход 88 %, т.пл. 233–234 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3059 (CH_{Ar}); 2960, 2923, 2854 (CH_{Alk}); 1610 ($\text{C}=\text{N}$); 1571, 1516, 1442, 1386 (Ar); 1286, 1258, 1240, 1190, 1170, 1110, 975, 850, 836, 770, 730, 685, 580, 559, 540 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.90; Н 5.14; N 13.76. $[M]^+$ 301. $\text{C}_{19}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 75.73; Н 5.02; N 13.94. M 301.12.

(E)-1-[(4-Этоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 9. Выход 86 %, т.пл. 137–138 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3080, 3059, 3037, 3013 (CH_{Ar}); 2958, 2924, 2884, 2870, 2854 (CH_{Alk}); 1619 ($\text{C}=\text{N}$); 1606, 1580, 1571, 1510, 1460, 1439, 1420, 1365, 1303 (Ar); 1254, 1169, 1106, 1060, 1029, 970, 924, 880, 856, 836, 818, 770, 763, 687, 581, 562, 545 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 76.78; Н 5.90; N 12.50. $[M]^+$ 329. $\text{C}_{21}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 76.57; Н 5.81; N 12.76. M 329.40.

(E)-1-[(4-Пентадецилоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 10. Выход 88 %, т.пл. 109–110 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3067, 3040 (CH_{Ar}); 2960, 2917, 2865, 2848 (CH_{Alk}); 1620 ($\text{C}=\text{N}$); 1608, 1586, 1572, 1511, 1472, 1464, 1305 (Ar); 1255, 1170, 910, 1019, 970, 856, 840, 764, 720, 687, 602, 563, 534 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 79.94; Н 8.90; N 7.96. $[M]^+$ 511. $\text{C}_{34}\text{H}_{45}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: С 79.80; Н 8.86; N 8.21. M 511.75.

4-(E)-[4-(E)-Фенилдиазенилфенилиминометил]бензойная кислота 11. Выход 88 %, т.пл. 259–260 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3085, 3059, 3045, 3030, 3009, 2995 (CH_{Ar}); 2924, 2883, 2860, 2669, 2580, 2544 (CH_{Alk}); 1684 ($\text{C}=\text{O}$); 1622 ($\text{C}=\text{N}$); 1609, 1584, 1567, 1490, 1428, 1360, 1316 (Ar); 1288, 1225, 1185, 1160, 1125, 1103, 1020, 960, 861, 804, 785, 763, 688, 563, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 73.16; Н 4.73; N 12.47. $[M]^+$ 329. $\text{C}_{20}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 72.94; Н 4.59; N 12.76. M 329.36.

Метил 4-(E)-[4-(E)-фенилдиазенилфенилиминометил]бензоат 12. Выход 85 %, т.пл. 192–193 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3085, 3070, 3060, 3045, 3005, 2995 (CH_{Ar}); 2946, 2930, 2886, 2846 (CH_{Alk}); 1719 ($\text{C}=\text{O}$); 1620 ($\text{C}=\text{N}$); 1606, 1585, 1565, 1485, 1439, 1420, 1361, 1302 (Ar); 1280, 1230, 1195, 1111, 1020, 970, 870, 854, 840, 830, 795, 766, 691, 565 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 73.74; Н 5.08; N 11.90. $[M]^+$ 343. $\text{C}_{21}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 73.45; Н 4.99; N 12.24. M 343.39.

4-(E)-[4-(E)-Фенилдиазенилфенилиминометил]фенилен-1,3-диол 13. Выход 80 %, т.пл. 185–186 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3070, 3055, 3040, 3001 (CH_{Ar}); 2960, 2923, 2853 (CH_{Alk}); 1638 ($\text{C}=\text{N}$), 1613, 1596, 1574, 1531, 1491, 1459, 1358 (Ar); 1296, 1271, 1219, 1193, 1154, 1134, 978, 890, 845, 840, 820, 764, 730, 687, 560, 550, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 72.23; Н 5.01; N 12.99. $[M]^+$ 317. $\text{C}_{19}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 71.91; Н 4.76; N 13.24. M 317.35.

(E)-1-[(2,4-Диэтоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 14. Выход 78 %, т.пл. 139–140 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3085, 3065, 3045, 3030, 3002 (CH_{Ar}); 2980, 2970, 2926, 2895, 2878 (CH_{Alk}); 1605 ($\text{C}=\text{N}$); 1580, 1564, 1506, 1489, 1470, 1460, 1434, 1420, 1390, 1368, 1326 (Ar); 1271, 1237, 1185, 1153, 1142, 1118, 1098, 1045, 994, 970, 925, 890, 850, 822, 805, 764, 740, 686, 635, 615, 585, 558, 545 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.21; Н 6.21; N 11.01. $[M]^+$ 373. $\text{C}_{23}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 73.97; Н 6.21; N 11.25. M 343.46.

(E)-1-[(2,4-Дибутоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 15. Выход 77 %, т.пл. 114–115 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3060 (CH_{Ar}); 2958, 2936, 2869 (CH_{Alk}); 1605 ($\text{C}=\text{N}$); 1584, 1568, 1505, 1490, 1470, 1460, 1434, 1393, 1360, 1320, 1310 (Ar); 1292, 1274, 1260, 1226, 1183, 1151, 1116, 1070, 1037, 1007, 970, 940, 885, 850, 840, 830, 805, 767, 740, 687, 640, 620, 595, 532 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.68; Н 7.33; N 9.54. $[M]^+$ 429. $\text{C}_{27}\text{H}_{31}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 75.49; Н 7.27; N 9.78. M 429.56.

(E)-1-[(2,4-Дибензилоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенил]фенилметанимин 16. Выход 75 %, т.пл. 132–133 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3090, 3062, 3030, 3003, (CH_{Ar}); 2922, 2870, 2854 (CH_{Alk}); 1608 ($\text{C}=\text{N}$); 1602, 1584, 1504, 1491, 1453, 1431, 1379, 1363 (Ar); 1291, 1267, 1225, 1172, 1113, 1009, 979, 885, 847, 837, 822, 809, 764, 732, 696, 688, 623, 566, 538 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 79.93; Н 5.64; N 8.07. $[M]^+$ 497. $\text{C}_{33}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 79.66; Н 5.47; N 8.44. M 497.60.

(E)-1-{Бензо[d][1,3]диоксол-5-ил-N-4-(E)-фенилдиазенил}фенилметанимин 17. Выход 87 %, т.пл. 149–150 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3065, 3055, 3040, 3002 (CH_{Ar}); 2960, 2921, 2853, 2787 (CH_{Alk});

1623 (C=N); 1598, 1579, 1570, 1498, 1481, 1446, 1430, 1383, 1340, 1302 (Ar); 1265, 1221, 1204, 1146, 1099, 1033, 927, 860, 846, 820, 805, 770, 725, 684, 620, 570, 555 (CH_{Ar}). Спектр ЯМР ¹H, δ, м.д.: 6.06 с (2H_{аром.} CH₂), 6.91 д (1H_{аром.}, J 7.9 Гц), 7.29–7.34 м (2H_{аром.}), 7.45–7.56 м (5H_{аром.}), 7.80–7.86 м (1H_{аром.}), 7.90–7.94 м (2H_{аром.}), 7.98 д (2H_{аром.}, J 8.6 Гц), 8.39 с (1H, CH=N). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м.д.: 101.90 (1CH_{аром.}), 107.17 (1CH_{аром.}), 108.48 (1CH_{аром.}), 121.79 (2CH_{аром.}), 122.96 (2CH_{аром.}), 124.28 (2CH_{аром.}), 126.38 (1CH_{аром.}), 129.26 (2CH_{аром.}), 130.95 (1CH_{аром.}), 160.15 (CH=N), 129.97, 148.74, 150.79, 151.08, 152.97, 154.65 (6C_{четв.}). Найдено, %: С 73.13; Н 4.68; N 12.31. [M]⁺ 329. C₂₀H₁₅N₃O₂. Вычислено, %: С 72.94; Н 4.59; N 12.76. M 329.12.

4-(E)-[4-(E)-Фенилдиазенилфенилиминометил]фенилен-1,2-диол 18. Выход 76 %, т.пл. 153–155 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3063, 3051, 3040 (CH_{Ar}); 2960, 2923, 2853 (CH_{Alk}); 1645 (C=N); 1596, 1568, 1527, 1519, 1490, 1442, 1384 (Ar); 1293, 1191, 1165, 1118, 1069, 1018, 970, 870, 843, 814, 769, 750, 730, 639, 640, 610, 585, 570, 540 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 72.29; Н 4.93; N 12.95. [M]⁺ 317. C₁₉H₁₅N₃O₂. Вычислено, %: С 71.91; Н 4.76; N 13.24. M 317.35.

2-Метокси-5-[(E)-4-(E)-фенилдиазенилфенилиминометил]фенол 19. Выход 79 %, т.пл. 153–154 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3075, 3050, 3030, 3005 (CH_{Ar}); 2970, 2928, 2840, 2830 (CH_{Alk}); 1614 (C=N); 1578, 1560, 1512, 1491, 1436, 1340, 1304 (Ar); 1278, 1251, 1221, 1200, 1145, 1132, 1113, 1019, 971, 930, 870, 845, 809, 762, 730, 684, 620, 605, 570, 556, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 72.74; Н 5.30; N 12.50. [M]⁺ 331. C₂₀H₁₇N₃O₂. Вычислено, %: С 72.49; Н 5.17; N 12.68. M 331.38.

2-Метокси-4-[(E)-4-(E)-фенилдиазенилфенилиминометил]фенол 20. Выход 86 %, т.пл. 161–162 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3090, 3085, 3060, 3040, 3001 (CH_{Ar}); 2972, 2933, 2854 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1599, 1571, 1515, 1494, 1463, 1453, 1427, 1385, 1302 (Ar); 1284, 1261, 1210, 1177, 1160, 1154, 1141, 1124, 1070, 1032, 1018, 970, 920, 870, 847, 830, 766, 746, 730, 685, 613, 590, 551, 534 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 72.70; Н 5.33; N 12.46. [M]⁺ 331. C₂₀H₁₇N₃O₂. Вычислено, %: С 72.49; Н 5.17; N 12.68. M 331.38.

(E)-1-[(3,4-Диметоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 21. Выход 79 %, т.пл. 157–158 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3083, 3057, 3008, 2990 (CH_{Ar}); 2967, 2934, 2900, 2856, 2837 (CH_{Alk}); 1626 (C=N); 1578, 1510, 1490, 1463, 1440, 1418, 1370, 1330 (Ar); 1273, 1239, 1218, 1180, 1160, 1139, 1125, 1101, 1070, 1019, 970, 940, 880, 868, 855, 845, 815, 777, 755, 730, 691, 615, 590, 580, 557, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 73.28; Н 5.80; N 11.89. [M]⁺ 345. C₂₁H₁₉N₃O₂. Вычислено, %: С 73.03; Н 5.54; N 12.17. M 345.40.

(E)-1-[(3-Метокси-4-этоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 22. Выход 82 %, т.пл. 138–139 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3080, 3060, 3040, 3002 (CH_{Ar}); 2981, 2969, 2955, 2824, 2868, 2855 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1600, 1570, 1509, 1489, 1470, 1439, 1419, 1391, 1373, 1333 (Ar); 1269, 1238, 1225, 1213, 1137, 1101, 1033, 970, 918, 870, 849, 807, 766, 750, 689, 615, 585, 556, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 73.85; Н 6.02; N 11.45. [M]⁺ 359. C₂₂H₂₁N₃O₂. Вычислено, %: С 73.52; Н 5.89; N 11.69. M 359.43.

(E)-1-[(4-Изопропокси-3-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 23. Выход 84 %, т.пл. 145–146 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3080, 3065, 3040, 3001, 2990 (CH_{Ar}); 2972, 2950, 2929, 2913, 2869, 2827 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1600, 1585, 1570, 1502, 1489, 1463, 1439, 1421, 1383, 1376, 1332, 1301 (Ar); 1269, 1236, 1225, 1213, 1186, 1143, 1137, 1108, 1071, 1036, 947, 930, 869, 853, 820, 810, 768, 740, 720, 689, 617, 580, 557, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.29; Н 6.37; N 10.93. [M]⁺ 373. C₂₃H₂₃N₃O₂. Вычислено, %: С 73.97; Н 6.21; N 11.25. M 343.46.

(E)-1-[(4-Бутокси-3-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 24. Выход 85 %, т.пл. 120–121 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3080, 3060, 3040, 3010 (CH_{Ar}); 2956, 2930, 2870, 2845, 2825 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1599, 1573, 1509, 1488, 1468, 1439, 1422, 1397, 1376, 1340 (Ar); 1274, 1236, 1224, 1216, 1190, 1158, 1149, 1133, 1100, 1069, 1031, 1019, 1005, 975, 870, 847, 803, 771, 740, 725, 692, 615, 580, 557, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.72; Н 6.59; N 10.56. [M]⁺ 387. C₂₄H₂₅N₃O₂. Вычислено, %: С 74.39; Н 6.50; N 10.84. M 387.48.

(E)-1-[(4-Изобутокси-3-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 25. Выход 84 %, т.пл. 154–155 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3088, 3070, 3060, 3040, 3010 (CH_{Ar}); 2961, 2923, 2865, 2854, 2830 (CH_{Alk}); 1618 (C=N); 1600, 1585, 1570, 1509, 1488, 1468, 1438, 1420, 1396, 1369, 1333 (Ar); 1274, 1237, 1224, 1215, 1160, 1134, 1101, 1021, 970, 871, 847, 810, 768, 740, 725, 690, 615, 580, 555, 530

(CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.66; Н 6.51; N 10.50. $[M]^+$ 387. C₂₄H₂₅N₃O₂. Вычислено, %: С 74.39; Н 6.50; N 10.84. *M* 387.48.

(E)-1-[(4-Гексилокси-3-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 26. Выход 88 %, т.пл. 96–97 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3075, 3060, 3045, 3035, 3004 (CH_{Ar}); 2955, 2926, 2870, 2855 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1599, 1585, 1571, 1510, 1490, 1464, 1420, 1393, 1380, 1330, 1271, 1238 (Ar); 1214, 1155, 1137, 1100, 1070, 1036, 1021, 990, 970, 887, 850, 815, 801, 765, 745, 730, 688, 616, 580, 557, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.60; Н 7.24; N 9.81. $[M]^+$ 415. C₂₆H₂₉N₃O₂. Вычислено, %: С 75.15; Н 7.03; N 10.11. *M* 415.54.

(E)-1-[(3-Метокси-4-октилоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 27. Выход 85 %, т.пл. 92–93 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3070, 3060, 3055, 3040, 3003 (CH_{Ar}); 2951, 2925, 2871, 2852 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1600, 1586, 1570, 1512, 1490, 1464, 1453, 1420, 1393, 1370, 1330, 1301 (Ar); 1274, 1238, 1214, 1160, 1138, 1101, 1069, 1038, 1020, 970, 960, 868, 840, 810, 767, 740, 727, 690, 615, 580, 560, 540 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 76.05; Н 7.55; N 9.14. $[M]^+$ 443. C₂₈H₃₃N₃O₂. Вычислено, %: С 75.81; Н 7.50; N 9.47. *M* 443.26.

(E)-1-[(3-Метокси-4-пентадецилоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 28. Выход 80 %, т.пл. 86–87 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3085, 3070, 3055, 3035, 3010 (CH_{Ar}); 2960, 2918, 2860, 2850 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1601, 1586, 1570, 1513, 1490, 1466, 1439, 1420, 1390, 1370, 1335 (Ar); 1274, 1238, 1227, 1214, 1160, 1140, 1101, 1065, 1038, 970, 868, 845, 815, 767, 745, 730, 690, 615, 580, 540, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 77.87; Н 8.85; N 7.39. $[M]^+$ 541. C₃₅H₄₇N₃O₂. Вычислено, %: С 77.59; Н 8.74; N 7.76. *M* 541.78.

(E)-1-[(4-Бензилокси-3-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 29. Выход 80 %, т.пл. 174–175 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3059, 3034, 3010, 3002 (CH_{Ar}); 2968, 2935, 2871, 2850, 2830 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1600, 1587, 1572, 1510, 1491, 1465, 1454, 1440, 1419, 1382, 1335, 1300 (Ar); 1270, 1235, 1227, 1214, 1160, 1137, 1101, 1040, 1030, 995, 984, 970, 920, 865, 849, 815, 780, 770, 749, 696, 689, 625, 615, 580, 555, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 77.25; Н 5.64; N 9.46. $[M]^+$ 421. C₂₇H₂₃N₃O₂. Вычислено, %: С 76.94; Н 5.50; N 9.97. *M* 421.50.

(E)-1-[(4-Метокси-3-этоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 30. Выход 82 %, т.пл. 163–164 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3065, 3040, 3003 (CH_{Ar}); 2974, 2965, 2955, 2927, 2890, 2875, 2860, 2839 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1598, 1580, 1573, 1510, 1491, 1433, 1395, 1377, 1332 (Ar); 1267, 1241, 1230, 1213, 1085, 1164, 1140, 1101, 1072, 1043, 1021, 1001, 972, 940, 930, 905, 869, 855, 848, 808, 769, 755, 735, 690, 614, 605, 590, 560, 540, 530 (CH_{Ar}). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 1.52 т (3H, CH₂Me, *J* 7 Гц), 3.94 с (3H, OMe), 4.23 к (2H, CH₂, *J* 7 Гц), 6.93 д (1H_{аром.}, *J* 8.2 Гц), 7.27–7.37 м (3H_{аром.}), 7.36 д (1H_{аром.}, *J* 7.2 Гц), 7.52 д (2H_{аром.}, *J* 7.2 Гц), 7.63 д (1H_{аром.}, *J* 1.5 Гц), 7.93 д (2H_{аром.}, *J* 7.8 Гц), 7.99 д (2H_{аром.}, *J* 8.6 Гц), 8.40 с (1H, CH=N). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м.д.: 14.89 (CH₂Me), 56.19 (OMe), 64.55 (CH₂), 110.51 (1CH_{аром.}), 110.88 (1CH_{аром.}), 121.75 (2CH_{аром.}), 122.91 (2CH_{аром.}), 124.24 (2CH_{аром.}), 124.78 (1CH_{аром.}), 129.22 (2CH_{аром.}), 130.89 (1CH_{аром.}), 160.59 (CH=N), 129.43, 149.02, 150.65, 152.77, 152.92, 154.91 (6C_{четв.}). Найдено, %: С 73.92; Н 6.00; N 11.41. $[M]^+$ 359. C₂₂H₂₁N₃O₂. Вычислено, %: С 73.52; Н 5.89; N 11.69. *M* 359.43.

(E)-1-[(3-Бутокси-4-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 31. Выход 84 %, т.пл. 137–138 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3060, 3040, 3010 (CH_{Ar}); 2955, 2945, 2927, 2866, 2835 (CH_{Alk}); 1622 (C=N); 1598, 1587, 1575, 1509, 1490, 1461, 1434, 1395, 1376, 1330, 1306 (Ar); 1272, 1260, 1236, 1223, 1212, 1187, 1161, 1139, 1105, 1060, 1037, 1023, 1014, 970, 866, 830, 814, 771, 760, 749, 730, 688, 617, 590, 563, 555, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.70; Н 6.64; N 10.55. $[M]^+$ 387. C₂₄H₂₅N₃O₂. Вычислено, %: С 74.39; Н 6.50; N 10.84. *M* 387.48.

(E)-1-[(3-Бензилокси-4-метоксифенил)-N-4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 32. Выход 82 %, т.пл. 170–171 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3082, 3055, 3037, 3002 (CH_{Ar}); 2970, 2960, 2929, 2860, 2853, 2842 (CH_{Alk}); 1618 (C=N); 1585, 1571, 1510, 1488, 1462, 1451, 1440, 1433, 1380, 1330 (Ar); 1299, 1269, 1240, 1221, 1210, 1159, 1150, 1131, 1102, 1023, 1008, 969, 930, 920, 871, 847, 806, 771, 747, 730, 700, 692, 615, 570, 549, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 77.13; Н 5.60; N 9.51. $[M]^+$ 421. C₂₇H₂₃N₃O₂. Вычислено, %: С 76.94; Н 5.50; N 9.97. *M* 421.50.

2-Этокси-4-(E)-[4-(E)-фенилдиазенилфенилиминометил]фенол 33. Выход 78 %, т.пл. 84–85 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3069 (CH_{Ar}); 2980, 2960, 2924, 2870, 2853 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1602,

1573, 1516, 1491, 1465, 1440, 1393 (Ar); 1284, 1227, 1203, 1165, 1152, 1128, 1070, 1039, 970, 910, 870, 845, 830, 820, 798, 771, 725, 690, 614, 600, 570, 552, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 73.37; Н 5.62; N 11.93. $[M]^+$ 345. C₂₁H₁₉N₃O₂. Вычислено, %: С 73.03; Н 5.54; N 12.17. *M* 345.40.

(E)-1-(3,4-Диэтоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 34. Выход 82 %, т.пл. 137–138 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3085, 3060, 3040, 3039, 3002 (CH_{Ar}); 2985, 2971, 2925, 2907, 2869 (CH_{Alk}); 1621 (C=N), 1599, 1587, 1571, 1508, 1488, 1470, 1462, 1436, 1394, 1375, 1334 (Ar); 1266, 1239, 1224, 1210, 1167, 1139, 1105, 1043, 1020, 1000, 973, 924, 905, 868, 837, 835, 811, 790, 768, 752, 735, 688, 617, 591, 560, 540, 527 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.25; Н 6.34; N 10.91. $[M]^+$ 373. C₂₃H₂₃N₃O₂. Вычислено, %: С 73.97; Н 6.21; N 11.25. *M* 343.46.

(E)-1-(4-Изопропокси-3-этоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 35. Выход 82 %, т.пл. 116–117 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3070, 3060, 3040, 3030, 3008 (CH_{Ar}); 2990, 2976, 2923, 2895, 2870, 2855 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1588, 1575, 1505, 1491, 1462, 1435, 1392, 1375, 1330 (Ar); 1267, 1237, 1213, 1168, 1138, 1108, 1071, 1047, 970, 950, 940, 910, 871, 860, 840, 830, 814, 805, 780, 767, 755, 735, 691, 614, 595, 570, 540, 525 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.83; Н 6.60; N 10.52. $[M]^+$ 387. C₂₄H₂₅N₃O₂. Вычислено, %: С 74.39; Н 6.50; N 10.84. *M* 387.48.

(E)-1-(4-Бутокси-3-этоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 36. Выход 85 %, т.пл. 121–122 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3080, 3060, 3045, 3035 (CH_{Ar}); 2990, 2956, 2926, 2870 (CH_{Alk}); 1618 (C=N); 1597, 1586, 1569, 1512, 1489, 1463, 1435, 1393, 1375, 1330 (Ar); 1300, 1270, 1238, 1226, 1209, 1170, 1136, 1100, 1068, 1045, 1030, 999, 970, 869, 845, 830, 815, 790, 766, 735, 689, 612, 590, 560, 545, 527 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 74.95; Н 6.84; N 10.08. $[M]^+$ 401. C₂₅H₂₇N₃O₂. Вычислено, %: С 74.79; Н 6.78; N 10.47. *M* 401.51.

(E)-1-(4-Гексилокси-3-этоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 37. Выход 88 %, т.пл. 108–109 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3070, 3060, 3040, 3020 (CH_{Ar}); 2980, 2951, 2926, 2871, 2859 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1600, 1586, 1569, 1512, 1490, 1464, 1437, 1392, 1332 (Ar); 1301, 1271, 1238, 1210, 1169, 1137, 1102, 1070, 1044, 990, 970, 930, 904, 870, 849, 835, 811, 766, 735, 690, 613, 590, 560, 540, 530 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.86; Н 7.39; N 9.51. $[M]^+$ 429. C₂₇H₃₁N₃O₂. Вычислено, %: С 75.49; Н 7.27; N 9.78. *M* 429.56.

(E)-1-(4-Пентадецилокси-3-этоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 38. Выход 79 %, т.пл. 96–97 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3060, 3040 (CH_{Ar}); 2960, 2918, 2865, 2850 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1600, 1586, 1570, 1513, 1490, 1468, 1437, 1393, 1374, 1331 (Ar); 1302, 1272, 1238, 1210, 1170, 1139, 1002, 1072, 1047, 972, 869, 850, 830, 815, 766, 720, 690, 614, 590, 560, 537, 525 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 78.12; Н 9.03; N 7.34. $[M]^+$ 555. C₃₆H₄₉N₃O₂. Вычислено, %: С 77.80; Н 8.89; N 7.56. *M* 555.38.

(E)-1-(4-Бензилокси-3-этоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 39. Выход 85 %, т.пл. 149–150 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3060, 3037 (CH_{Ar}); 2985, 2960, 2923, 2828, 2854 (CH_{Alk}); 1624 (C=N); 1578, 1512, 1490, 1470, 1462, 1431, 1386, 1327 (Ar); 1265, 1231, 1211, 1170, 1136, 1120, 1001, 1047, 991, 930, 905, 870, 855, 830, 810, 795, 770, 746, 730, 690, 615, 595, 560, 540, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 77.66; Н 5.90; N 9.28. $[M]^+$ 435. C₂₈H₂₅N₃O₂. Вычислено, %: С 77.22; Н 5.79; N 9.65. *M* 435.53.

(E)-1-(3,4-Дибутоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 40. Выход 82 %, т.пл. 114–115 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3060, 3040 (CH_{Ar}); 2956, 2931, 2870 (CH_{Alk}); 1619 (C=N); 1599, 1586, 1570, 1512, 1490, 1464, 1436, 1392, 1376, 1331 (Ar); 1300, 1271, 1239, 1226, 1210, 1168, 1136, 1101, 1068, 1025, 1002, 966, 930, 863, 850, 809, 766, 690, 613, 600, 562, 540, 527 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 75.83; Н 7.34; N 9.50. $[M]^+$ 429. C₂₇H₃₁N₃O₂. Вычислено, %: С 75.49; Н 7.27; N 9.78. *M* 429.56.

(E)-1-(3,4-Дибензилоксифенил)-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 41. Выход 81 %, т.пл. 154–155 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3063, 3035, 3003 (CH_{Ar}); 2960, 2924, 2855 (CH_{Alk}); 1620 (C=N); 1599, 1586, 1573, 1509, 1492, 1462, 1454, 1434, 1382, 1333 (Ar); 1300, 1272, 1234, 1212, 1164, 1136, 1102, 1020, 970, 920, 868, 843, 807, 769, 733, 692, 614, 555 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 79.97; Н 5.61; N 8.04. $[M]^+$ 497. C₃₃H₂₇N₃O₂. Вычислено, %: С 79.66; Н 5.47; N 8.44. *M* 497.60.

(E)-1-Фенантрен-9-ил-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 43. Выход 82 %, т.пл. 162–163 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3080, 3065, 3040 (CH_{Ar}); 3000, 2960, 2923, 2853 (CH_{Alk}); 1624 (C=N); 1567, 1527, 1491, 1463, 1441, 1410, 1397, 1360 (Ar); 1300, 1255, 1220, 1193, 1149, 1134, 1101, 1060, 1050,

1040, 1015, 1000, 960, 935, 904, 870, 842, 820, 788, 767, 755, 752, 684, 660, 640, 614, 590, 560, 543, 525 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 84.27; Н 5.13; N 10.41. $[M]^+$ 385. C₂₇H₁₉N₃. Вычислено, %: С 84.13; Н 4.97; N 10.90. *M* 385.47.

(E)-1-Ферроценил-N-[4-(E)-фенилдиазенилфенил]метанимин 45. Выход 80 %, т.пл. 123–124 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3110, 3095, 3081, 3055, 3040 (CH_{Ar} и CH_{Cr}); 2955, 2923, 2853 (CH_{Alk}); 1617 (C=N); 1580, 1492, 1466, 1438, 1410, 1369, 1350, 1327 (Ar и Cr); 1301, 1252, 1222, 1185, 1145, 1138, 1104, 1070, 1046, 1021, 1001, 960, 940, 930, 860, 845, 821, 765, 735, 720, 684, 630, 560, 530 (CH_{Ar} и CH_{Cr}). Найдено, %: С 70.58; Н 4.95; Fe 13.90; N 10.26. C₂₃H₁₉FeN₃. Вычислено, %: С 70.24; Н 4.87; Fe 14.20; N 10.68. *M* 393.27.

(E)-N-[4-(E)-Фенилдиазенилфенил-1-(5-фенилизоксазол-3-ил)]метанимин 48. Выход 77 %, т.пл. 137–138 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3130 (CH_{Изокс.}); 3085, 3070, 3055, 3000 (CH_{Ar}); 2960, 2927, 2890, 2853, 2827 (CH_{Alk}); 1604, 1590, 1576, 1521, 1502, 1465, 1453, 1421, 1333, 1309 (Ar); 1300, 1238, 1160, 1141, 1117, 1096, 1059, 1019, 950, 920, 890, 870, 829, 812, 764, 720, 702, 686, 675, 542, 530 (CH_{Ar}). Спектр ЯМР ¹H (δ , м.д.): 7.13 с (1H, CH_{Изокс.}), 7.41 д (2H_{аром.}, *J* 8.6 Гц), 7.47–7.54 м (6H_{аром.}), 7.85–7.88 м (2H_{аром.}), 7.94 д (2H_{аром.}, *J* 7.8 Гц), 8.02 д (2H_{аром.}, *J* 8.6 Гц), 8.71 с (1H, CH=N). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м.д.: 97.42 (CH_{Изокс.}), 121.95 (2CH_{аром.}), 123.08 (2CH_{аром.}), 124.34 (2CH_{аром.}), 126.12 (2CH_{аром.}), 129.30 (4CH_{аром.}), 130.78 (1CH_{аром.}), 131.27 (1CH_{аром.}), 151.35 (CH=N), 127.15, 151.75, 152.80, 152.88, 162.92, 171.06 (6C_{четв.}). Найдено, %: С 75.21; Н 4.74; N 15.66. $[M]^+$ 352. C₂₂H₁₆N₄O. Вычислено, %: С 74.98; Н 4.58; N 15.90. *M* 352.40.

(E)-N-{4-(E)-Фенилдиазенилфенил-1-[5-(p-толил)изоксазол-3-ил]}метанимин 49. Выход 79 %, т.пл. 182–183 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3126 (CH_{Изокс.}); 3075, 3054, 3040, 3030 (CH_{Ar}); 2960, 2922, 2853 (CH_{Alk}); 1630 (C=N); 1616, 1586, 1570, 1560, 1509, 1448, 1410, 1322 (Ar); 1300, 1255, 1225, 1181, 1141, 1100, 1065, 1030, 1020, 1010, 960, 946, 933, 925, 867, 844, 816, 802, 763, 730, 717, 686, 655, 645, 630, 557, 540, 530, 510 (CH_{Ar}). Спектр ЯМР ¹H (δ , м.д.): 2.42 с (3H, Me), 7.06 с (1H, CH_{Изокс.}), 7.31 д (2H_{аром.}, *J* 7.8 Гц), 7.41 д (2H_{аром.}, *J* 8.6 Гц), 7.45–7.58 м (3H_{аром.}), 7.75 д (2H_{аром.}, *J* 7.9 Гц), 7.95 д (2H_{аром.}, *J* 7.8 Гц), 8.02 д (2H_{аром.}, *J* 8.6 Гц), 8.70 с (1H, CH=N). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м.д.: 21.69 (Me), 96.79 (CH_{Изокс.}), 121.93 (2CH_{аром.}), 123.07 (2CH_{аром.}), 124.32 (2CH_{аром.}), 126.04 (2CH_{аром.}), 129.28 (2CH_{аром.}), 129.96 (2CH_{аром.}), 131.25 (1CH_{аром.}), 151.44 (CH=N), 124.44, 141.13, 151.70, 152.84, 152.88, 162.87, 171.24 (7C_{четв.}). Найдено, %: С 75.64; Н 5.05; N 15.03. $[M]^+$ 366. C₂₃H₁₈N₄O. Вычислено, %: С 75.39; Н 4.95; N 15.29. *M* 366.42.

(1E,1'E)-1,1'-(1,4-Фенилен)бис[N-4-(E)-фенилдиазенилфенилметанимин] 51. Выход 80 %, т.пл. 232–233 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3090, 3076, 3057, 3038, 3003 (CH_{Ar}); 2990, 2923, 2881, 2850 (CH_{Alk}); 1616 (C=N); 1582, 1570, 1487, 1470, 1462, 1439, 1415, 1365, 1357 (Ar); 1302, 1286, 1220, 1188, 1153, 1141, 1103, 1070, 1020, 967, 920, 870, 855, 836, 785, 763, 735, 687, 650, 567, 535 (CH_{Ar}). Найдено, %: С 79.38; Н 5.06; N 16.92. $[M]^+$ 492. C₃₂H₂₄N₆. Вычислено, %: С 78.03; Н 4.91; N 17.06. *M* 492.59.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (гранты X 15CO-006 и X 16-021).

Acknowledgements. This work has been performed with a financial support of Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (grants X 15CO-006 and X 16-021).

Список использованных источников

1. Филиппович, Л. Н. Спектральные характеристики пленок на основе поливинилового спирта, содержащих дисазокрасители из группы азобензолазофталина / Л. Н. Филиппович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2005. – № 5. – С. 112–115.
2. Спектрально-поляризационные свойства и светостойкость поливинилспиртовых пленок, окрашенных дисазокрасителями / Л. Н. Филиппович [и др.] // Журн. прикл. спектроскопии. – 2005. – Т. 72, № 5. – С. 569–575.
3. Agabekov, V. Spectral-polarizing properties and light stability of film polarizers with azodyes / V. Agabekov, N. Ariko, L. Filippovich // J. of the Soc. for Inform. Display. – 2006. – Vol. 14, № 7. – P. 627–632.
4. Филиппович, Л. Н. Оптическая анизотропия ПВС-пленок, окрашенных дихроичными красителями / Л. Н. Филиппович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2006. – № 5. – С. 96–99.
5. Филиппович, Л. Н. Влияние физической структуры полимерной матрицы пленочных поляризаторов на их оптические свойства и светостойкость / Л. Н. Филиппович // Молодежь в науке – 2007: приложение к журналу «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»: в 4 ч. / Нац. акад. навук Беларусі, Совет молодых ученых НАН Беларусі. – 2008. – Ч. 3: Сер. физ.-мат. наук. Сер. физ.-техн. наук. Сер. хим. наук / редкол.: С. В. Абламейко [и др.]. – С. 321–325.

6. Влияние природы дихроичного красителя и физической структуры полимера на спектральные и тепловые свойства пленочных поляризаторов / В. Е. Агабеков [и др.] // Докл. Белорус. гос. ун-та информатики и радиоэлектроники. – 2008. – № 5. – С. 109–118.
7. Филиппович, Л. Н. Спектральные свойства и светостойкость поляризационных пленок, окрашенных бриллиантовым желтым / Л. Н. Филиппович, Н. Г. Арико, В. Е. Агабеков // Журн. прикл. спектроскопии. – 2009. – Т. 76, № 3. – С. 466–472.
8. Влияние структуры органических красителей на теплопроводность окрашенных поливинилспиртовых пленок / С. Н. Шахаб [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2009. – № 4. – С. 58–68.
9. Филиппович, Л. Н. Поляризационные пленки для ближней УФ-области спектра / Л. Н. Филиппович // Молодежь в науке – 2009: приложение к журналу «Весті Національної академії наук України»: в 5 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых НАН Беларуси. – 2010. – Ч. 1: Сер. хим. наук / редкол.: Н. П. Крутько (гл. ред.) [и др.]. – С. 82–87.
10. Optical characteristics and thermo stability of film polarizers with azodyes [Electronic resource] / V. E. Agabekov [et al.] // Advanced Display Technologies: proc. of the 11th Intern. symp., Yalta, Crimea, Ukraine, Sept. 8–12, 2002 / Soc. for Inform. Display. – San Jose, 2002. – 1 electronic optical disc (CD-ROM).
11. Chemical and optical investigations of film polarizers with azodyes / V. E. Agabekov [et al.] // Organic Optoelectronics and Photonics. Proceedings of International Symposium. – 2004. – Vol. 5464. – P. 292–296. Doi: 10.1117/12.545149
12. Anisotropy of polarizing polyvinyl alcohol films / V. E. Agabekov [et al.] // XV International Symposium on Advanced Display Technologies. – 2007. – Vol. 6637. – P. 66370H. Doi: 10.1117/12.742595
13. Спектрально-поляризационные и теплофизические свойства поливинилспиртовых пленок с дихроичными красителями / В. Е. Агабеков [и др.] // Химия и технология новых веществ и материалов: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т физико-орг. химии; редкол.: В. С. Солдатов [и др.]. – Минск, 2008. – Вып. 2. – С. 3–27.
14. Термостабильность дихроичных поляризаторов на основе поливинилового спирта / Л. Н. Филиппович [и др.] // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т химии новых материалов; редкол.: В. Е. Агабеков [и др.]. – Минск, 2011. – С. 245–255.
15. Дихроичные поляризаторы на основе поливинилового спирта и дисазокрасителей / В. Е. Агабеков [и др.] // Междунар. конф. «HighMatTech», Киев, Украина, 15–19 окт. 2007 г. : тез. докл. / М-во образования и науки Украины [и др.]; под ред. В. В. Скорохода. – Киев, 2007. – С. 426.
16. Технологический процесс изготовления дихроичных пленочных поляризаторов на основе поливинилового спирта / В. Е. Агабеков [и др.] // II Междунар. конф. по химии и химической технологии : тез. докл., Ереван, Респ. Армения, 13–17 сент. 2010 г. / Ин-т общей и неорг. химии им. М. Манвеляна НАН РА, Ин-т общей и неорг. химии им. Н. Курнакова РАН. – Ереван, 2010. – С. 158–159.
17. Дихроичные поляризаторы для видимой и ультрафиолетовой областей спектра [Электронный ресурс] / С. Н. Шахаб [и др.]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/274632568_DIHROICNYE_POLARIZATORY_DLA_VIDIMOJ_I_ULTRAFIOLETOVOJ_OBLASTEJ_SPEKTRA
18. Влияние структуры и ориентационного распределения азокрасителей на оптическую анизотропию окрашенных ПВХ-пленок / Л. Н. Филиппович [и др.] // Передовые дисплейные и световые технологии : материалы XX Междунар. симпозиума, Ялта, Украина, 8–12 окт. 2012 г. / Ин-т физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины, Ин-т физики НАН Украины. – Киев, 2012. – С. 22.
19. Spectral properties of polarizing films containing mixture of dichroic dyes / Н. А. Almodarresiyeh [et al.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2013. – № 3. – С. 55–59.
20. Широкополосные дихроичные поляризаторы / Х. А. Алмодарресие [и др.] // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. Физика-математика. – 2013. – № 1. – С. 82–90.
21. Получение и оптические свойства широкополосных поливинилспиртовых пленок, окрашенных смесью дихроичных красителей / Х. А. Алмодарресие [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 1. – С. 57–61.
22. Дихроичные красители для широкополосных пленочных поляризаторов / В. Е. Агабеков [и др.] // Химия и технология новых веществ и материалов: сб. ст. / ИФох НАН Беларуси; редкол.: А. В. Бильдюкевич (гл. ред.) [и др.] – Минск, 2014. – Вып. 4. – С. 58–75.
23. Almodarresiyeh, H. A. Polarizing film for wide spectral range [Electronic resource] / H. A. Almodarresiyeh [et al.] // The 3-rd International scientific conference of Iranian students in Belarus, Minsk, 2 June 2012. – Minsk, 2012. – 1 electronic optical disk (CD-ROM).
24. Получение и свойства азокрасителей для широкополосных дихроичных поляризаторов / Л. Н. Филиппович [и др.] // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: тез. докл. XXVI Междунар. науч.-техн. конф. «Реактив – 2012», Минск, 2–4 окт. 2012 г. / НАН Беларуси, Ин-т химии новых материалов; редкол.: В. Е. Агабеков [и др.]. – Минск, 2012. – С. 41.
25. Влияние структуры и ориентационного распределения азокрасителей на оптическую анизотропию окрашенных ПВХ пленок / Л. Н. Филиппович [и др.] // XX Междунар. симпозиум «Передовые дисплейные и световые технологии», ADLT-12: Ялта, 8–12 окт. 2012 г. / Об-во информ. дисплеев и световых технологий Украины [и др.]. – Ялта, 2012. – С. 22–23.
26. Широкополосные дихроичные поляризаторы / Х. А. Алмодарресие [и др.] // 21-й междунар. симпозиум «Передовые дисплейные и световые технологии», ADLT-13: Москва, 9–12 апр. 2013 г. / Моск. гос. обл. ун-т. – М., 2013. – С. 82.
27. Кустов, Л. М. Почему органическая химия важна для физхимика? / Л. М. Кустов // Журн. орган. химии. – 2016. – Т. 52, вып. 7. – С. 1077–1080.

28. Ворожцов, Н. Н. Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей / Н. Н. Ворожцов. – М.: Гос.тех. хим. издат. ОНТИ, 1934. – 534 с.
29. Азотметины на основе ванилина и ванилала / Е. А. Дикусар [и др.] – Нукус: Каракалпакстан, 2007. – 207 с.
30. Азотсодержащие синтоны ванилинового ряда в органическом синтезе. Получение, применение, биологическая активность: в 2-х кн. / Е. А. Дикусар [и др.]. – Нукус: Билим, 2010. – Кн. 2. – 225 с.
31. Замещенные бензальдегиды ванилинового ряда в органическом синтезе: получение, применение, биологическая активность / Е. А. Дикусар [и др.] – Минск: Право и экономика, 2011. – 445 с.
32. Дикусар, Е. А. Бензальдегиды ванилинового ряда. Синтез производных, применение и биологическая активность / Е. А. Дикусар, В. И. Поткин, Н. Г. Козлов. – Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 604 с.
33. Физико-химические свойства шиффовых оснований / Б. У. Минбаев, Н. И. Яшнова. – Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1990. – 230 с.
34. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System / M. W. Schmidt [et al.] // *J. Comput. Chem.* – 1993. – Vol. 14. – N 7. – P. 1347–1363.
35. Huzinaga, S. Gaussian Basis Sets for Molecular Calculations / S. Huzinaga, J. M. Andzelm, M. Klobukowski. – Amsterdam: Elsevier, 1984. – 434 p.
36. Пленкообразующие, термо- и светочувствительные свойства ароматических азотметин ванилинового ряда / В. А. Азарко [и др.] // Оптика неоднородных структур – 2007: материалы междунар. науч.-практич. конф. (2–3 октября 2007 г.). – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2007. – С. 27–30.
37. Saleem L. M. N. Trans-cis isomerization of Schiff's bases (*N*-benzylideneanilines) on addition of lanthanide shift reagents / L. M. N. Saleem // *Organic Magnetic Resonance*. 1982. Vol. 19, N 1. P. 176–180.

References

1. Filippovich L. N. Spectral properties of polyvinylalcohol films containing azobenzeneazobenzene dyes and their mixture. *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Seriya himichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2005, no. 5, pp. 112–115 (in Russian).
2. Filippovich L. N., Ariko N. G., Agabekov V. E., Malashko P. M. Spectral-polarization properties and light resistance of polyvinyl-alcohol films colored with disazo dyes. *Journal of Applied spectroscopy*, 2005, vol. 72, no 5, pp. 617–624.) Doi: 10.1007/s10812-005-0123-4
3. Agabekov V., Ariko N., Filippovich L. Spectral-polarizing properties and light stability of film polarizers with azodyes // *Journal of the Society for Information Display*, 2006, vol. 14, no 7, pp. 627–632. Doi : 10.1889/1.2235693.
4. Filippovich L. N. Optical anisotropy of PVA films colored with dichroic dyes. *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Seriya himichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2006, no. 5, pp. 96–99 (in Russian).
5. Filippovich L. N. Influence of the physical structure of the film polarizers polymer matrix on their optical properties and light fastness. *Molodezh' v nauke–2007: prilozenie k zhurnalu «Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi»*. Ch. 3: *Seriya fizik-matematicheskikh nauk. Seriya fiziko-tekhnicheskikh nauk. Seriya khimicheskikh nauk* [Youth in Science–2007 : Supplement to Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Vol. 3: Physical-Mathematical Science series. Physical-Technical Sciences series. Chemical series]. Minsk, 2008, pp. 321–325 (in Russian).
6. Agabekov V. E., Ariko N. G., Shahab S. N., Filippovich L. N., Malashko P. M. Influence of dichroic dye nature and physical structure of polymer on spectral and thermal properties of polarizing films. *Doklady BGUIR*, 2008, no. 5, pp. 109–118 (in Russian).
7. Filippovich L. N., Ariko N. G., Agabekov V. E. Optical anisotropy and photostability of polarizing films dyed with Brilliant Yellow. *Journal of Applied Spectroscopy*, 2009, vol. 76, no. 3, pp. 440–446. Doi: 10.1007/s10812-009-9182-2
8. Shahab S. N., Ariko N. G., Agabekov V. E., Filippovich L. N. Influence of the structure of organic dyes on heat conductivity of colored polyvinyl alcohol films. *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Seriya himichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2009, no. 4, pp. 58–68 (in Russian).
9. Filippovich L. N. *Polarizing films for the near-UV region of the spectrum*. Molodezh' v nauke–2009: prilozenie k zhurnalu «Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi». Ch. 1: *Seriya khimicheskikh nauk* [Youth in Science–2009 : Supplement to Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Vol. 1: Chemical series]. Minsk, 2010, pp. 82–87 (in Russian).
10. Agabekov V., Filippovich L., Shahab S., Ariko N., Ivanova N. Optical characteristics and thermo stability of film polarizers with azodyes. *Advanced Display Technologies. Proc. of the 11th Intern. symp., Yalta, Crimea, Ukraine, Sept. 8–12, 2002*. San Jose, 2002. 1 electronic optical disc (CD-ROM).
11. Agabekov V., Ariko N., Ivanova N., Filippovich L., Sahahb S., Matusevich V., Kiessling A., Kowarchik R. Chemical and optical investigations of film polarizers with azodyes. *Organic Optoelectronics and Photonics. Proceedings of International Symposium*, 2004, vol. 5464, pp. 292–296. Doi: 10.1117/12.545149.
12. Agabekov V., Ariko N., Shahab S., Filippovich L. Anisotropy of polarizing polyvinyl alcohol films. *Proc. SPIE the Intern. XV International Symposium on Advanced Display Technologies*, 2007, vol. 6637, pp. 66370H. Doi: 10.1117/12.742595.
13. Agabekov V. E., Ariko N. G., Shahab S. N., Filippovich L. N. Spectral polarizing and thermal-physical properties of polyvinyl alcohol films with dichroic dyes. *Khimiya i tekhnologiya novykh veshchestv i materialov: sb. nauch. tr* [Chemistry and technology of new substances and materials: collection of studies]. Minsk, 2008, vol. 2, pp. 3–27 (in Russian).

14. Filippovich L. N., Ariko N. G., Shahab S. N., Agabekov V. E. Thermal stability of dichroic polarizers based on polyvinyl alcohol. *Khimicheskie reaktivy, reagenty i protsessy malotonnazhnoi khimii: sb. nauch. tr.* [Chemical reagents, chemicals and processes of low-tonnage chemistry : collection of studies]. Minsk, 2011, pp. 245–255 (in Russian).
15. Agabekov V. E., Ariko N. G., Shahab S. N., Filippovich L. N. Dichroic polarizers based on polyvinyl alcohol and diazodyes. *Mezhdunarodnaya konferentsiya «HighMatTesh», Kiev, Ukraina, 15–19 okt. 2007 g.: tezisy dokladov* [International conference «HighMatTesh», Kiev, Ukraine, 15–19 Oct. 2007: Book of abstracts]. Kiev, 2007, pp. 426 (in Russian).
16. Agabekov V. E., Ariko N. G., Filippovich L. N., Ivanova N. A., Kosmacheva T. G., Kulevskaya I. V., Shahab S. N., Globa I. Yu., Dayneko O. A. Technological process of preparation of dichroic film polarizers based on polyvinyl alcohol. *II Mezhdunarodnaya konferentsiya po khimii i khimicheskoi tekhnologii : tez. dokl., Erevan, Resp. Armeniya, 13–17 sent. 2010 g.* [II International conference on chemistry and chemical technology : Book of abstracts, Yerevan, Republic of Armenia, 13–17 Sept. 2010]. Yerevan, 2010, pp. 158–159 (in Russian).
17. Shakhb S. N., Filippovich L. N., Ariko N. G., Agabekov V. E. *Dichroic polarizers for visible and ultraviolet areas of the spectrum*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/274632568_DIHROICNYE_POLARIZATORY_DLA_VIDIMOJ_I_ULTRAFIOLETOVOJ_OBLASTEJ_SPEKTRA
18. Filippovich L. N., Ariko N. G., Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Malashko P. M., Agabekov V. E. Influence of the structure and orientational distribution of azodyes on optical anisotropy of colored PVA films. *Peredovye displeinye i svetovye tekhnologii : materialy KhKh Mezhdunar. simp., Yalta, Ukraina, 8–12 okt. 2012 g.* [Advanced display and light technologies: materials of XX International. simp., Yalta, Ukraine, 8–12 Oct. 2012]. Kiev, 2012, pp. 22 (in Russian).
19. Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Agabekov V. E., Ariko N. G. Spectral properties of polarizing films containing mixture of dichroic dyes. *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Serya himichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2013, no. 3, pp. 55–59.
20. Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Agabekov V. E., Ariko N. G. Broadband dichroic polarizers. *Vestnik Mskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Fizika-matematika = Bulletin MGOU. Series: Physics and mathematics*, 2013, no. 1, pp. 82–90 (in Russian).
21. Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Filippovich L. N., Ariko N. G., Agabekov V. E. Preparation and optical properties of broad-band polyvinyl alcohol films colored with a mixture of dichroic dyes. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2014, vol. 58, no. 1, pp. 57–61 (in Russian).
22. Agabekov V. E., Ariko N. G., Filippovich L. N., Shahab S. N., Almodarresiyeh H. A. Dichroic dyes for broadband film polarizers. *Khimiya i tekhnologiya novykh veshchestv i materialov: sbornik statei* [Chemistry and technology of new substances and materials : collection of studies]. Minsk, 2014, pp. 58–75 (in Russian).
23. Almodarresiyeh H. A., Shahab S., Agabekov V., Ariko N. Polarizing film for wide spectral range. *The 3-rd International scientific conference of Iranian students in Belarus, Minsk, 2 June 2012*. Minsk, 2012. 1 electronic optical disk (CD–ROM).
24. Filippovich L. N., Malashko P. M., Ariko N. G., Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Agabekov V. E. Preparation and properties of azodyes for broadband dichroic polarizers. *Khimicheskie reaktivy, reagenty i protsessy malotonnazhnoi khimii: tez. dokl. XXVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Reaktiv – 2012», Minsk, 2–4 okt. 2012 g.* [Chemical reagents, chemicals and processes of low-tonnage chemistry : Book of abstracts of XXVI Int. sci.-tech. conf. “Reagent – 2012”, Minsk, 2–4 Oct. 2012]. Minsk, 2012, pp. 41 (in Russian).
25. Filippovich L. N., Ariko N. G., Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Malashko P. M., Agabekov V. E. Influence of structure and orientational distribution of azodyes on optical anisotropy of colored PVA films. *XX Mezhdunarodnyi simpozium «Peredovye displeinye i svetovye tekhnologii», ADLT–12: Yalta, 8–12 okt. 2012 g.* [XX International Symposium «Advanced Display and Light Technologies», ADLT–12: Yalta, 8–12 Oct. 2012]. Yalta, 2012, pp. 22–23 (in Russian).
26. Almodarresiyeh H. A., Shahab S. N., Filippovich L. N., Ariko N. G., Agabekov V. E. *Broadband dichroic polarizers. 21-i mezhdunarodnyi simpozium «Peredovye displeinye i svetovye tekhnologii», ADLT–13: Moskva, 9–12 apr. 2013 g.* [21st International Symposium «Advanced Display and Light Technologies», ADLT–13: Moscow, 9–12 April. 2013]. Moscow, 2013, pp. 82 (in Russian).
27. Kustov L. M. Why organic chemistry is important for a physical chemist? *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2016, vol. 52, no. 7, pp. 1072–1075. Doi: 10.1134/s1070428016070319
28. Vorozhtsov N. N. Fundamentals of the synthesis of intermediate products and dyes. Moscow, State Technical Chemical Publishing House ONTI, 1934. 534 p. (in Russian).
29. Dikuser E. A., Kozlov N. G., Tlegenov R. T., Uteniyazov K. U. *Azomethins based on vanillin and vanillal*. Nukus, Karakalpakstan Publ, 2007. 207 p. (in Russian).
30. Dikuser E. A., Kozlov N. G., Potkin V. I., Tlegenov R. T. *Nitrogen-containing vanillin synthons in organic synthesis. Preparation, application, biological activity. Vol. 2*. Nukus, Bilim, 2010. 225 p. (in Russian).
31. Dikuser E. A., Kozlov N. G., Potkin V. I., Yuvchenko A. P., Tlegenov R. T. *Substituted benzaldehydes of vanillin series in organic synthesis: production, application, biological activity*. Minsk, Pravo i ekonomika, 2011. 445 p. (in Russian).
32. Dikuser E. A., Potkin V. I., Kozlov N. G. *Vanillin-based benzaldehydes. Synthesis of derivatives, applications and biological activity*. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. 604 p. (in Russian).
33. Minbaev B. U., Yashnova N. *Physicochemical properties of Schiff bases*. Alma-Ata, Science of the Kazakh SSR, 1990. 230 p. (in Russian).
34. Schmidt M. W., Baldrige K. K., Boatz J. A., Elbert S. T., Gordon M. S., Jensen J. H., Koseki S., Matsunaga N., Nguyen K. A., Su S. J., Midus T. L., Dupnis M., Montgomery J. A. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System. *Journal of Computational Chemistry*, 1993, vol. 14, no. 7, pp. 1347–1363. Doi: 10.1002/jcc.540141112

35. Huzinaga S., Andzelm J. M., Klobukowski M. *Gaussian Basis Sets for Molecular Calculations*. Amsterdam: Elsevier, 1984. 434 p.

36. Azarko V. A., Dikusar E. A., Potkin V. I., Kozlov N. G., Yuvchenko A. P. Film-forming, thermo- and photosensitive properties of aromatic azomethines based on vanillin. *Optika neodnorodnykh struktur – 2007: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (2–3 oktyabrya 2007 g.)* [Optics of heterogeneous structures – 2007: materials of the international scientific and practical conference (October 2–3, 2007)]. Mogilev, Mogilev State University named after AA Kuleshov, 2007, pp. 27–30 (in Russian).

37. Saleem L. M. N. *Tran-cis* isomerization of Schiff's bases (*N*-benzylideneanilines) on addition of lanthanide shift reagents. *Organic Magnetic Resonance*, 1982, vol. 19, no. 1, pp. 176–180. Doi: 10.1002/mrc.1270190403

Информация об авторах

Дикусар Евгений Анатольевич – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: dikusar@ifoch.bas-net.by

Филиппович Людмила Николаевна – канд. хим. наук, науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: luda1977@list.ru

Шахаб Сиямак Насер – канд. хим. наук, профессор Российской академии естественных наук, вед. науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: siyamak@tut.by

Петкевич Сергей Константинович – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: petkevich@ifoch.bas-net.by

Стёпин Святослав Генрихович – канд. хим. наук, доцент кафедры орган. химии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет (пр-т Фрунзе, 27, 210023, Витебск, Республика Беларусь). E-mail: stepins@tut.by

Information about the authors

Evgenij A. Dikusar – Ph. D. (Chemistry), Senior researcher, Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dikusar@ifoch.bas-net.by

Liudmila N. Filippovich – Ph. D. (Chemistry), Researcher, Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: luda1977@list.ru

Siyamak N. Shahab – Ph. D. (Chemistry), Professor of the Russian Academy of Natural History, Leading researcher, Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: siyamak@tut.by

Sergej K. Petkevich – Ph. D. (Chemistry), Senior researcher, Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: petkevich@ifoch.bas-net.by

Svjatoslav G. Stepin – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Department of Organic Chemistry, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University (17, Frunze Ave., 210023, Vitebsk, Republic of Belarus). E-mail: stepins@tut.by