

**АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ**  
**ORGANIC CHEMISTRY**УДК 547.815.1+547.788+547.786.1  
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-1-65-72>Поступила в редакцию 13.10.2023  
Received 13.10.2023**Е. А. Дикусар<sup>1</sup>, Е. А. Акишина<sup>1</sup>, С. С. Ковальская<sup>1</sup>, С. Г. Стёпин<sup>2</sup>, В. И. Поткин<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*  
<sup>2</sup>*Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, Витебск, Беларусь***СИНТЕЗ АТОФАНСОДЕРЖАЩИХ БЕНЗОЦИКЛОПЕНТАХИНОЛИНОВ,  
БЕНЗАКРИДИНОВ И БИСБЕНЗАКРИДИНОВ**

**Аннотация.** Атофансодержащие бензоциклопентахинолины и бензакридины получали путем реакции каскадной трехкомпонентной конденсации атофансодержащих сложных эфиров замещенных бензальдегидов, 1,3-цикло-алкилдикетонов и 2-нафтиламина с выходом 60–88 %. Атофансодержащие бисбензакридины были синтезированы по аналогичной методике с использованием 1,5-диаминонафталина с выходом 50–80 %.

**Ключевые слова:** атофан, сложные эфиры гидроксibenзальдегидов, 2-нафтиламин, 1,5-диаминонафталин, каскадная трехкомпонентная конденсация, бензоциклопентахинолины, бензакридины, бисбензакридины

**Для цитирования.** Синтез атофансодержащих бензоциклопентахинолинов, бензакридинов и бисбензакридинов / Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. С. Ковальская [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2025. – Т. 61, № 1. – С. 65–72. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-1-65-72>

**E. A. Dikusar<sup>1</sup>, E. A. Akishina<sup>1</sup>, S. S. Koval'skaya<sup>1</sup>, S. G. Stepin<sup>2</sup>, V. I. Potkin<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*<sup>2</sup>*Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus*<sup>3</sup>*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Minsk, Belarus***SYNTHESIS OF ATOPHANE-CONTAINING BENZOCYCLOPENTAQUINOLINES,  
BENZACRIDINES AND BISBENZACRIDINES**

**Abstract.** Atophane-containing benzocyclopentaquinolines and benzacridines were obtained by the reaction of cascade three-component condensation of atophane-containing esters of substituted benzaldehydes, 1,3-cycloalkyldiketones and 2-naphthylamine with a yield of 60–88 %. Atophane-containing bisbenzacridines were synthesized by a similar technique using 1,5-diaminonaphthalene with a yield of 50–80 %.

**Keywords:** atophane, hydroxybenzaldehyde esters, 2-naphthylamine, 1,5-diaminonaphthalene, cascade three-component condensation, benzocyclopentaquinolines, benzacridines, bisbenzacridines

**For citation.** Dikusar E. A., Akishina E. A., Koval'skaya S. S., Stepin S. G., Potkin V. I. Synthesis of atophane-containing benzocyclopentaquinolines, benzacridines and bisbenzacridines. *Vesti Natsyonal'nai akademii nauk Belarusi. Seriya khimichnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2025, vol. 61, no. 1, pp. 65–72 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-1-65-72>

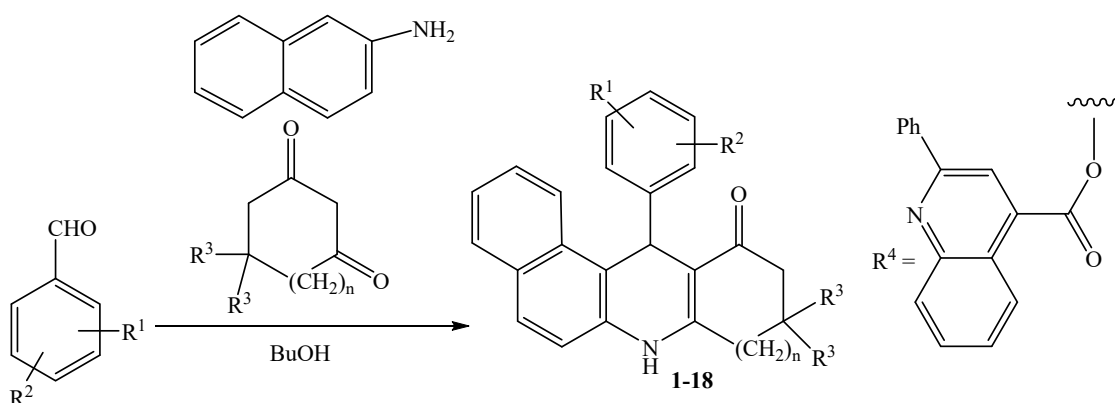
**Введение.** Лекарственная субстанция атофан, или цинхофен (2-фенилхинолин-4-карбоновая кислота), проявляет жаропонижающее, анальгезирующее и противопаразитарное действие, однако в настоящее время в фармакопее не используется из-за токсичности по отношению к почкам и печени. Ранее мы сообщали о синтезе сложных эфиров 2-фенилхинолин-4-карбоновой кислоты, атофансодержащих бензальдегидов и азометинов [1]. Атофан может служить доступным сырьем для дальнейших химических модификаций различных гидроксид- и аминсодержащих субстратов, что в ряде случаев позволяет решить проблему токсичности и снизить выраженность побочных эффектов. Интерес к производным хинолина обусловлен высокой биологической активностью этих соединений [2–11].

Цель данной работы состояла в получении новых атофансодержащих бензоциклопентахинолинов (**1–6**), бензакридинов (**7–18**) и бисбензакридинов (**19–30**).

Атофансодержащие бензоциклопентахинолины и бензакридины (**1–18**) получали путем реакции каскадной трехкомпонентной конденсации атофансодержащих сложных эфиров замещенных бензальдегидов, 1,3-циклоалкилдикетонов и 2-нафтиламина с выходом 60–88 % (схема 1). Атофансодержащие бисбензакридины (**19–30**) были синтезированы по аналогичной методике с использованием 1,5-диаминонафталина с выходом 50–80 % (схема 2).

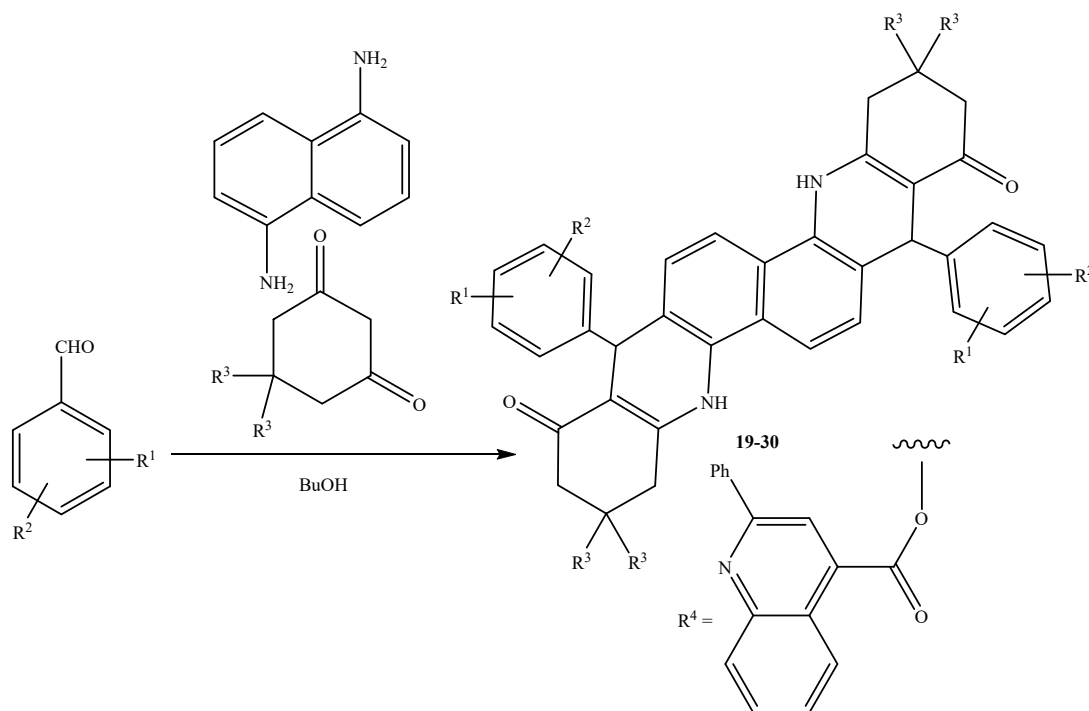
Синтезированные полиазотистые гетероциклические соединения (**1–30**) представляют интерес для биотестирования на различные виды биологической активности и в качестве объемных лигандов для получения на их основе металлокомплексов – перспективных катализаторов реакций кросс-сочетания [12].

Схема 1



$R^1 = H, R^2 = 2-R^4$  **1, 7, 13**;  $R^1 = H, R^2 = 3-R^4$  **2, 8, 14**;  $R^1 = H, R^2 = 4-R^4$  **3, 9, 15**;  $R^1 = 3-MeO, R^2 = 4-R^4$  **4, 10, 16**;  
 $R^1 = 3-EtO, R^2 = 4-R^4$  **5, 11, 17**;  $R^1 = 4-MeO, R^2 = 3-R^4$  **6, 12, 18**;  $n = 0, R^3 = H$  **1-6**;  $n = 1, R^3 = H$  **7-12, Me 13-18**.

Схема 2



$R^1 = H, R^2 = 2-R^4$  **19, 25**;  $R^1 = H, R^2 = 3-R^4$  **20, 26**;  $R^1 = H, R^2 = 4-R^4$  **21, 27**;  $R^1 = 3-MeO, R^2 = 4-R^4$  **22, 28**;  
 $R^1 = 3-EtO, R^2 = 4-R^4$  **23, 29**;  $R^1 = 4-MeO, R^2 = 3-R^4$  **24, 30**;  $R^3 = H$  **19-24, Me 25-30**.

**Экспериментальная часть.** ИК-спектры полученных соединений записаны на Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы Nicolet с приготовлением образцов в виде таблеток с KBr. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  сняты на спектрометре Bruker Avance-500 или Bruker Avance II 400 в ДМСО- $d_6$  относительно остаточных сигналов растворителя ( $\delta_{\text{H}}$  2,50,  $\delta_{\text{C}}$  40,1 м. д.). ВЭЖХ-МС-исследования были выполнены с использованием жидкостного хроматографа Agilent 1200 с масс-селективным детектором Agilent 6410 Triple Quad в режиме Positive ESI MS2 Scan. Колонка ZORBAX Eclipse XDB-C18 (4,6 × 50 мм; 1,8 мкм). Мобильная фаза: вода, содержащая 0,05 % (v/v) муравьиной кислоты – ацетонитрил (от 40 до 90 % за 10 мин). Скорость элюирования 0,5 мл/мин. Элементный анализ C,H,N,S-содержащих соединений выполнялся на CHNS-анализаторе Vario MICRO cube VI.9.7. Контроль за ходом реакций и чистотой полученных соединений осуществлен методом ТСХ на пластинах Merck Silica gel 60 F<sub>254</sub>.

**Атофансодержащие бензоциклопентахинолины и бензакридины 1–18 (общая методика).**

К раствору 5 ммоль атофансодержащего безальдегида в 30 мл бутанола последовательно прибавляли 0,72 г (5 ммоль) 2-нафтиламина и 5 ммоль 1,3-циклоалкилдiona или димедона. Смесь кипятили 8 ч, после чего охлаждали и выдерживали при 5 °С 10–12 ч. Выпавший осадок отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта, промывали охлажденным бутанолом и сушили на воздухе при 50 °С 10–12 ч.

**2-(10-Оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)пентил 2-фе-нилхинолин-4-карбоксилат 1.** Выход 64 %, т. пл. 312–314 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3 228, 3 168 (NH), 3 085, 3 060, 3 028, 2 918, 2 860, 1704 1704 (C=O), 1 674, 1 630, 1 610, 1 585, 1 525, 1 510, 1 490, 1 480, 1 466, 1 455, 1 415, 1 394, 1 342, 1 277, 1 245, 1 225, 1 205, 1 177, 1 140, 1 128, 1 103, 1 080, 1 070, 1 030, 1 010, 993, 955, 899, 880, 845, 835, 820, 812, 790, 772, 751, 698, 660, 652, 625, 615, 610. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 2,24 ддд (1H,  $^2J$  17 Гц,  $^3J$  6,5 и 3,5 Гц, 8-H), 2,27 ддд (1H,  $^2J$  17 Гц,  $^3J$  6,5 и 3 Гц, 8-H), 2,46 м (2H, 9-H), 5,88 с (1H, 11-H), 7,20 т (1H, 2  $^3J$  7,5 Гц), 7,23 т (1H, 2  $^3J$  7,5 Гц), 7,31 м (2H), 7,38 т (1H, 2  $^3J$  8,5 Гц), 7,43 нм (1H), 7,60 м (4H), 7,79 м (2H), 7,88 д (1H,  $^3J$  8,5 Гц), 7,93 т (1H, 2  $^3J$  8,5 Гц), 8,27 д (1H,  $^3J$  8,5 Гц), 8,31 д (2H,  $^3J$  7 Гц, *o*-Ph), 8,80 уш. с (1H, 3-H атофан.), 8,85 д (1H,  $^3J$  8,5 Гц), 9,93 уш. с (1H, NH). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 23,9 (8-CH<sub>2</sub>), 33,4 (9-CH<sub>2</sub>), 115,2 (C<sub>четв.</sub>), 117,5 (CH), 120,8 (CH), 122,7 (CH<sub>четв.</sub>), 123,3 (CH), 123,8 (CH), 123,9 (CH), 125,5 (CH), 126,1 (CH), 126,8 (CH), 127,2 (CH), 127,3 (2 CH, Ph), 128,3 (CH), 128,5 (CH), 128,6 (CH), 129,1 (2 CH, Ph), 130,1 (CH), 130,2 (CH), 130,4 (CH), 130,6 (C<sub>четв.</sub>), 131,0 (C<sub>четв.</sub>), 131,8 (CH), 134,6 (C<sub>четв.</sub>), 135,4 (C<sub>четв.</sub>), 137,5 (C<sub>четв.</sub>), 137,9 (C<sub>четв.</sub>), 148,8 (C<sub>четв.</sub>), 155,8 (C<sub>четв.</sub>), 163,3 (C<sub>четв.</sub>), 164,8 (C<sub>четв.</sub>), 199,7 (C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 559 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 81,97; Н 4,83; N 4,68. C<sub>38</sub>H<sub>26</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 81,70; Н 4,69; N 5,01. *M* 558,64.

**3-(10-Оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)пентил 2-фе-нилхинолин-4-карбоксилат 2.** Выход 66 %, т. пл. 284–286 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3 239, 3 166 (NH), 3 090, 3 080, 3 060, 3 040, 3 035, 3 010, 2 950, 2 922, 2 855, 1 738 (C=O), 1 675, 1 629, 1 610, 1 599, 1 585, 1 527, 1 507, 1 490, 1 480, 1 466, 1 430, 1 420, 1 397, 1 380, 1 342, 1 300, 1 270, 1 236, 1 214, 1 182, 1 141, 1 135, 1 125, 1 080, 1 070, 1 025, 1 010, 990, 950, 920, 910, 890, 810, 790, 769, 735, 715, 701, 690, 665, 650, 620. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 559 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 81,86; Н 4,74; N 4,73. C<sub>38</sub>H<sub>26</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 81,70; Н 4,69; N 5,01. *M* 558,64.

**4-(10-Оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)пентил 2-фе-нилхинолин-4-карбоксилат 3.** Выход 60 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3 249, 3 182 (NH), 3 115, 3 094, 3 060, 3 020, 2 960, 2 927, 2 918, 2 855, 1 728 (C=O), 1 663, 1 626, 1 600, 1 586, 1 547, 1 523, 1 503, 1 466, 1 446, 1 431, 1 397, 1 378, 1 349, 1 337, 1 295, 1 279, 1 266, 1 246, 1 218, 1 201, 1 184, 1 176, 1 163, 1 148, 1 129, 1 111, 1 100, 1 080, 1 029, 1 016, 1 010, 1 003, 990, 945, 903, 870, 860, 850, 825, 814, 786, 762, 752, 740, 710, 700, 685, 670, 645, 639, 620. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 559 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 81,90; Н 4,78; N 4,70. C<sub>38</sub>H<sub>26</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 81,70; Н 4,69; N 5,01. *M* 558,64.

**2-Метокси-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)пентил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 4.** Выход 84 %, т. пл. > 315 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3 300, 3 180 (NH), 3 090, 3 060, 3 050, 3 012, 2 930, 2 880, 2 860, 2 840, 1 730 (C=O), 1 660, 1 625, 1 610, 1 594, 1 540, 1 521, 1 503, 1 461, 1 445, 1 435, 1 420, 1 393, 1 375, 1 349, 1 340, 1 280, 1 266, 1 225, 1 217, 1 199, 1 182, 1 140, 1 130, 1 119, 1 070, 1 030, 1 010, 1 001, 990, 950, 940, 897, 860,

850, 842, 835, 812, 801, 787, 770, 763, 710, 690, 670, 645, 635, 620. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 589  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 79,92; Н 4,85; N 4,44.  $C_{39}H_{28}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,58; Н 4,79; N 4,76.  $M$  588,66.

**2-Этокси-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)-пентил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 5.** Выход 80 %, т. пл. 298–299 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 272, 3 184 (NH), 3 098, 3 050, 3 030, 2 970, 2 960, 2 924, 2 900, 2 850, 1 732 (C=O), 1 660, 1 627, 1 596, 1 585, 1 540, 1 523, 1 503, 1 467, 1 440, 1 430, 1 420, 1 395, 1 378, 1 346, 1 280, 1 263, 1 240, 1 217, 1 190, 1 185, 1 135, 1 119, 1 039, 1 034, 1 010, 985, 970, 950, 890, 860, 845, 830, 811, 780, 764, 745, 715, 680, 665, 650, 640, 625. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 603  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,04; Н 5,13; N 4,19.  $C_{40}H_{30}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,72; Н 5,02; N 4,65.  $M$  602,69.

**2-Метокси-5-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)-пентил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 6.** Выход 88 %, т. пл. 284–286 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 254, 3 182 (NH), 3 094, 3 060, 3 045, 3 030, 3 010, 2 970, 2 960, 2 945, 2 930, 2 915, 2 850, 2 845, 1 748 (C=O), 1 667, 1 630, 1 608, 1 585, 1 525, 1 506, 1 470, 1 450, 1 430, 1 396, 1 380, 1 335, 1 320, 1 280, 1 265, 1 239, 1 225, 1 205, 1 175, 1 135, 1 122, 1 105, 1 080, 1 065, 1 026, 990, 955, 940, 930, 890, 880, 860, 845, 812, 805, 790, 773, 765, 741, 691, 675, 655, 645, 640, 610. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 589  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 79,87; Н 4,87; N 4,56.  $C_{39}H_{28}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,58; Н 4,79; N 4,76.  $M$  588,66.

**2-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 7.** Выход 75 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 238, 3 165 (NH), 3 085, 3 066, 3 030, 3 010, 2 970, 2 960, 2 939, 2 930, 2 885, 2 860, 2 830, 1 747 (C=O), 1 629, 1 588, 1 575, 1 547, 1 518, 1 496, 1 483, 1463, 1 424, 1 398, 1 389, 1 365, 1 342, 1 284, 1 251, 1 227, 1 203, 1 186, 1 179, 1 142, 1 127, 1 087, 1 063, 1 040, 1 027, 1 011, 991, 955, 897, 856, 835, 816, 789, 781, 765, 747, 719, 704, 689, 677, 670, 653, 617. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 573  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,13; Н 4,99; N 4,59.  $C_{39}H_{28}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,80; Н 4,93; N 4,89.  $M$  572,66.

**3-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 8.** Выход 76 %, т. пл. 300–301 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 262, 3 185 (NH), 3 140, 3 093, 3 065, 3 020, 2 943, 2 918, 2 890, 2 880, 2 850, 2 820, 1 745 (C=O), 1 630, 1 601, 1 585, 1 549, 1 522, 1 497, 1 467, 1 460, 1 431, 1 399, 1 381, 1 342, 1 282, 1 244, 1 213, 1 190, 1 183, 1 138, 1 125, 1 080, 1 065, 1 030, 1 010, 985, 960, 850, 820, 812, 801, 795, 773, 741, 730, 691, 665, 650, 635, 590, 525. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 573  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,05; Н 5,07; N 4,68.  $C_{39}H_{28}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,80; Н 4,93; N 4,89.  $M$  572,66.

**4-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 9.** Выход 79 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 279, 3 189 (NH), 3 090, 3 060, 3 030, 2 939, 2 923, 2 890, 2 865, 2 840, 1 735 (C=O), 1 617, 1 595, 1 581, 1 548, 1 520, 1 493, 1 466, 1 445, 1 428, 1 387, 1 346, 1 324, 1 282, 1 238, 1 200, 1 192, 1 184, 1 143, 1 127, 1 098, 1 029, 1 003, 957, 905, 899, 845, 815, 785, 763, 681, 670, 645, 620. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 573  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,10; Н 5,02; N 4,63.  $C_{39}H_{28}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,80; Н 4,93; N 4,89.  $M$  572,66.

**2-Метокси-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 10.** Выход 82 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 281, 3 195 (NH), 3 089, 3 053, 3 010, 2 954, 2 930, 2 890, 2 870, 2 850, 2 840, 1 744 (C=O), 1 630, 1 617, 1 599, 1 583, 1 550, 1 519, 1 508, 1 493, 1 467, 1 450, 1 427, 1 416, 1 396, 1 382, 1 342, 1 319, 1 270, 1 237, 1 191, 1 181, 1 139, 1 125, 1 077, 1 060, 1 035, 1 010, 984, 960, 903, 890, 820, 765, 744, 689. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 603  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,13; Н 5,24; N 4,35.  $C_{40}H_{30}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,72; Н 5,02; N 4,65.  $M$  602,69.

**2-Этокси-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 11.** Выход 74 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 262, 3 191 (NH), 3 089, 3 055, 3 010, 2 990, 2 980, 2 950, 2 923, 2 890, 2 870, 2 850, 2 830, 1 739 (C=O), 1 630, 1 619, 1 601, 1 584, 1 540, 1 520, 1 495, 1 469, 1 427, 1 398, 1 385, 1 365, 1 342, 1 284, 1 265, 1 238, 1 192, 1 143, 1 126, 1 038, 1 030, 980, 960, 895, 840, 820, 810, 790, 764, 747, 695, 687, 645, 635. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 617  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,21; Н 5,29; N 4,22.  $C_{41}H_{32}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,85; Н 5,23; N 4,54.  $M$  616,72.

**2-Метокси-5-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[a]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 12.** Выход 61 %, т. пл. 297–298 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 258, 3 183 (NH),



3 120, 3 091, 3 073, 3 030, 2 959, 2 927, 2 900, 2 890, 2 860, 2 840, 1 736 (C=O), 1 600, 1 583, 1 548, 1 523, 1 505, 1 468, 1 428, 1 383, 1 350, 1 321, 1 287, 1 262, 1 249, 1 237, 1 226, 1 192, 1 171, 1 140, 1 132, 1 111, 1 078, 1 030, 1 005, 960, 908, 826, 818, 792, 772, 694, 629. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 603  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,07; Н 5,16; N 4,21.  $C_{40}H_{30}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,72; Н 5,02; N 4,65.  $M$  602,69.

**2-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 13.** Выход 70 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 252, 3 175 (NH), 3 090, 3 069, 3 030, 3 010, 2 970, 2 928, 2 903, 2 880, 2 855, 1 744 (C=O), 1 620, 1 590, 1 576, 1 548, 1 519, 1 496, 1 480, 1 464, 1 300, 1 382, 1 344, 1 285, 1 259, 1 245, 1 234, 1 200, 1 190, 1 149, 1 131, 1 087, 1 055, 1 030, 993, 920, 890, 845, 812, 790, 765, 747, 711, 686, 670, 654, 620. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 601  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,25; Н 5,45; N 4,32.  $C_{41}H_{32}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,98; Н 5,37; N 4,66.  $M$  600,72.

**3-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 14.** Выход 72 %, т. пл. 240–241 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 259, 3 190 (NH), 3 090, 3 064, 3 030, 3 007, 2 960, 2 928, 2 899, 2 869, 1 749 (C=O), 1 630, 1 603, 1 583, 1 540, 1 520, 1 489, 1 470, 1 460, 1 440, 1 396, 1 385, 1 347, 1 258, 1 236, 1 212, 1 185, 1 140, 1 124, 1 080, 1 070, 1 033, 982, 897, 820, 812, 770, 742, 730, 696, 655, 630. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 601  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,34; Н 5,48; N 4,41.  $C_{41}H_{32}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,98; Н 5,37; N 4,66.  $M$  600,72.

**4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 15.** Выход 63 %, т. пл. 272–274 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 268, 3 191 (NH), 3 089, 3 065, 3 020, 2 957, 2 925, 2 868, 1 743 (C=O), 1 630, 1 597, 1 583, 1 540, 1 520, 1 494, 1 467, 1 427, 1 395, 1 383, 1 343, 1 259, 1 239, 1 202, 1 182, 1 155, 1 142, 1 125, 982, 899, 811, 765, 744, 696, 645. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 601  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 82,30; Н 5,44; N 4,35.  $C_{41}H_{32}N_2O_3$ . Вычислено, %: С 81,98; Н 5,37; N 4,66.  $M$  600,72.

**4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-2-метоксифенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 16.** Выход 61 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 271, 3 193 (NH), 3 088, 3 052, 3 010, 2 953, 2 929, 2 872, 2 850, 1 751 (C=O), 1 618, 1 600, 1 583, 1 519, 1 507, 1 493, 1 467, 1 396, 1 385, 1 341, 1 270, 1 257, 1 237, 1 203, 1 177, 1 140, 1 123, 1 034, 981, 822, 812, 766, 743, 687, 670. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 631  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,33; Н 5,56; N 4,08.  $C_{42}H_{34}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,98; Н 5,43; N 4,44.  $M$  630,74.

**4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-2-этоксифенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 17.** Выход 68 %, т. пл. 300–301 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 264, 3 190 (NH), 3 090, 2 990, 2 960, 2 950, 2 927, 2 905, 2 870, 1 736 (C=O), 1 630, 1 595, 1 582, 1 522, 1 497, 1 471, 1 446, 1 419, 1 380, 1 348, 1 262, 1 240, 1 187, 1 176, 1 148, 1 120, 1 040, 1 030, 814, 764, 680, 670, 630. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 645  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,39; Н 5,75; N 4,01.  $C_{43}H_{36}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 80,10; Н 5,63; N 4,34.  $M$  644,77.

**5-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-2-метоксифенил 2-фенилхинолин-4-карбоксилат 18.** Выход 59 %, т. пл. 295–297 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 263, 3 180 (NH), 3 090, 3 066, 3 015, 3 000, 2 956, 2 926, 2 870, 2 830, 1 744 (C=O), 1 600, 1 584, 1 545, 1 523, 1 504, 1 467, 1 445, 1 430, 1 400, 1 383, 1 342, 1 281, 1 262, 1 241, 1 230, 1 204, 1 181, 1 141, 1 126, 1 107, 1 076, 1 063, 1 033, 991, 935, 810, 790, 770, 735, 694, 689, 673, 654, 635. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 631  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,35; Н 5,58; N 4,13.  $C_{42}H_{34}N_2O_4$ . Вычислено, %: С 79,98; Н 5,43; N 4,44.  $M$  630,74.

**Атофансодержащие бисбензакридины 19–30 (общая методика).** К раствору 5 ммоль атофансодержащего бензальдегида в 50 мл бутанола последовательно прибавляли 0,4 г (2,5 ммоль) 2,5-диаминонафталина и 5 ммоль 1,3-циклогександиона или димедона. Смесь кипятили 8 ч, после чего охлаждали и выдерживали при 5 °С 10–12 ч. Выпавший осадок отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта, промывали охлажденным бутанолом и сушили на воздухе при 50 °С 10–12 ч.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-диил)-бис-(2,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 19.** Выход 53 %, т. пл. 298–300 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 283, 3 240 (NH), 3 110, 3 060, 3 030, 2 933, 2 900, 2 857, 1 748 (C=O), 1 619,

1 590, 1 547, 1 518, 1 492, 1 458, 1 413, 1 383, 1 338, 1 265, 1 231, 1 178, 1 123, 1 101, 1 077, 992, 980, 775, 762, 693, 685, 670, 647. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 017 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 80,66; Н 4,84; N 5,14.  $C_{68}H_{48}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,30; Н 4,76; N 5,51.  $M$  1 017,15.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-дил)-бис(3,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 20.** Выход 50 %, т. пл. 192–194 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 330, 3 312 (NH), 3 059, 3 020, 2 927, 2 867, 1 740 (C=O), 1 591, 1 548, 1 516, 1 481, 1 445, 1 413, 1 382, 1 339, 1 264, 1 217, 1 180, 1 143, 1 127, 1 076, 993, 899, 790, 768, 690, 651. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 017 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 80,72; Н 4,80; N 5,25.  $C_{68}H_{48}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,30; Н 4,76; N 5,51.  $M$  1 017,15.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-дил)-бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 21.** Выход 58 %, т. пл. 216–218 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 300 (NH), 3 090, 3 050, 3 020, 2 926, 2 866, 1 738 (C=O), 1 590, 1 548, 1 514, 1 500, 1 485, 1 446, 1 412, 1 381, 1 342, 1 264, 1 241, 1 230, 1 182, 1 171, 1 164, 1 126, 1 075, 1 065, 1 029, 1 016, 989, 899, 791, 767, 689, 674, 652. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 1,92 нм (2H), 2,00 нм (2H), 2,29 нм (4H), 2,72 нм (2H), 2,94 д (2H, <sup>2</sup>J 17 Гц), 5,36 с (2H, 12-H), 7,28 м (4H), 7,36 м (4H), 7,44 д (2H, <sup>3</sup>J 9 Гц), 7,55 м (6H), 7,69 м (4H), 7,85 т (2H, 2 <sup>3</sup>J 7,5 Гц), 8,11 дд (2H, <sup>3</sup>J 8,5 и 3 Гц), 8,19 т (2H, <sup>3</sup>J 9 Гц), 8,30 м (2H), 8,56 м (2H), 8,66 м (2H), 9,31 уш. с (2NH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 21,0 (3 + 11 2CH<sub>2</sub>), 34,6 (4 + 12 2CH<sub>2</sub>), 36,7 (2 + 10 2CH<sub>2</sub>), 116,2 (2C<sub>четв.</sub>), 119,9 (2CH), 120,6 с (2C<sub>четв.</sub>), 121,4 (4C<sub>четв.</sub>), 121,5 (4CH), 123,1 (2CH), 124,9 (2C<sub>четв.</sub>), 127,2 (4CH), 128,2 (2CH), 128,3 (2CH), 128,9 (4CH), 129,9 (2CH), 130,1 (2CH), 130,5 (2CH), 131,2 (2C<sub>четв.</sub>), 135,2 (2C<sub>четв.</sub>), 137,6 (2CH), 146,2 (2C<sub>четв.</sub>), 148,4 (2CH), 153,8 (2C<sub>четв.</sub>), 155,7 (2C<sub>четв.</sub>), 164,4 (2C<sub>четв.</sub>), 194,0 (2C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 017 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 80,72; Н 4,77; N 5,10.  $C_{68}H_{48}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,30; Н 4,76; N 5,51.  $M$  1 017,15.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-дил)-бис(2-метокси-4,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 22.** Выход 65 %, т. пл. 163–165 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 320, 3 240 (NH), 3 061, 3 030, 3 000, 2 950, 2 928, 2 867, 2 837, 1 743 (C=O), 1 592, 1 548, 1 507, 1 493, 1 432, 1 415, 1 383, 1 341, 1 263, 1 242, 1 230, 1 208, 1 176, 1 142, 1 127, 1 198, 1 075, 1 026, 993, 900, 810, 769, 692, 680, 650. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 077 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 78,37; Н 4,98; N 4,91.  $C_{70}H_{52}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,05; Н 4,87; N 5,20.  $M$  1 077,21.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-дил)-бис(2-этокси-4,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 23.** Выход 54 %, т. пл. 248–250 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 320 (NH), 3 110, 3 061, 3 030, 2 980, 2 950, 2 927, 2 870, 1 748 (C=O), 1 595, 1 548, 1 514, 1 489, 1 428, 1 417, 1 381, 1 342, 1 263, 1 242, 1 229, 1 175, 1 139, 1 120, 1 041, 992, 983, 895, 768, 766, 688, 645. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 1,28 2т (6H, <sup>3</sup>J 7,5 Гц, 2CH<sub>3</sub>), 1,94 нм (2H), 2,01 нм (2H), 2,22 нм (4H, 4+12 2 CH<sub>2</sub>), 2,71 нм (2H, 2+10 2 Ha'), 2,95 уш. д (2H, 2+10 2 He'), 4,07 2к (4H, 2OCH<sub>2</sub>), 5,53 с (2H, 8+16 2 H), 7,21 м (4H), 7,56 м (10H), 7,72 т (2H, 2 <sup>3</sup>J 8,5 Гц), 7,88 м (2H), 8,11 д (2H, <sup>3</sup>J 9 Гц), 8,20 т (2H, 2 <sup>3</sup>J 9 Гц), 8,29 м (6H), 8,58 м (4H), 9,29 уш. с и 9,31 уш. с (2NH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C (ДМСО- $d_6$ , м. д.): 14,9 (2C, CH<sub>3</sub>), 21,4 (2C, 3 + 11 CH<sub>2</sub>), 35,0 (2C, 4 + 12 CH<sub>2</sub>), 37,1 (2C, 2 + 10 CH<sub>2</sub>), 64,2 (2C, 2OCH<sub>2</sub>), 109,8 (2C<sub>четв.</sub>), 112,9 (2CH), 113,3 (2C<sub>четв.</sub>), 119,6 (2CH), 121,0 (2C<sub>четв.</sub>), 122,8 (2CH), 123,2 (2CH), 125,2 (2C<sub>четв.</sub>), 125,3 (2CH), 127,5 (4CH), 128,4 (2CH), 129,4 (4CH), 130,2 (2CH), 130,5 (2CH), 131,0 (2CH), 136,5 (2C<sub>четв.</sub>), 137,5 (2C<sub>четв.</sub>), 137,9 (2CH), 148,1 (2C<sub>четв.</sub>), 148,6 (2CH), 149,6 (2C<sub>четв.</sub>), 154,4 (2C<sub>четв.</sub>), 156,1 (2C<sub>четв.</sub>), 164,6 (2C<sub>четв.</sub>), 194,5 (2C=O). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 105 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 78,40; Н 5,24; N 4,78.  $C_{72}H_{56}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,24; Н 5,11; N 5,07.  $M$  1 105,26.

**(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]акридин-8,16-дил)-бис(6-метокси-3,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 24.** Выход 80 %, т. пл. 250–252 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 312, 3 250 (NH), 3 061, 3 030, 3 002, 2 932, 2 868, 1 743 (C=O), 1 591, 1 548, 1 506, 1 433, 1 418, 1 383, 1 341, 1 266, 1 242, 1 230, 1 180, 1 145, 1 126, 1 070, 1 032, 985, 895, 769, 692, 650. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 077 [ $M+H$ ]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 78,41; Н 5,01; N 4,93.  $C_{70}H_{52}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,05; Н 4,87; N 5,20.  $M$  1 077,21.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-дил)бис(2,1-фенилен)бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 25.** Выход 50 %, т. пл. 280–282 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 3 316 (NH), 3 090, 3 062, 3 032, 2 956, 2 930, 2 900, 2 868, 1 746 (C=O), 1 617, 1 591, 1 547, 1 517, 1 488, 1 459, 1 414, 1 392, 1 383, 1 368, 1 343, 1 282, 1 231, 1 199, 1 179,

1 141, 1 126, 1 101, 1 067, 1 025, 988, 892, 805, 790, 771, 761, 743, 691, 670, 653, 630. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 073  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,90; Н 5,36; N 4,97.  $C_{72}H_{56}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,58; Н 5,26; N 5,22.  $M$  1 073,26.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-диил)бис(3,1-фенилен) бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 26.** Выход 52 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 288, 3 246 (NH), 3 102, 3 066, 3 030, 2 995, 2 959, 2 928, 2 870, 1 730 (C=O), 1 593, 1 548, 1 521, 1 494, 1 444, 1 417, 1 383, 1 349, 1 271, 1 254, 1 207, 1 174, 1 148, 1 130, 1 076, 1 029, 998, 768, 697, 615. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 073  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,81; Н 5,30; N 4,91.  $C_{72}H_{56}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,58; Н 5,26; N 5,22.  $M$  1 073,26.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-диил)бис(4,1-фенилен) бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 27.** Выход 50 %, т. пл. 246–248 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 298 (NH), 3 095, 3 060, 3 030, 2 960, 2 928, 2 865, 1 743 (C=O), 1 591, 1 546, 1 516, 1 500, 1 485, 1 440, 1 415, 1 379, 1 339, 1 260, 1 241, 1 230, 1 197, 1 177, 1 160, 1 135, 1 125, 1 070, 1 016, 978, 899, 766, 691, 652. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 073  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 80,85; Н 5,33; N 4,97.  $C_{72}H_{56}N_4O_6$ . Вычислено, %: С 80,58; Н 5,26; N 5,22.  $M$  1 073,26.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-диил)бис(2-метокси-4,1-фенилен) бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 28.** Выход 60 %, т. пл. 245–247 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 300 (NH), 3 061, 3 030, 3 000, 2 953, 2 929, 2 867, 1 746 (C=O), 1 592, 1 540, 1 514, 1 487, 1 440, 1 417, 1 379, 1 341, 1 268, 1 242, 1 230, 1 199, 1 178, 1 143, 1 122, 1 030, 981, 890, 768, 691, 650. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 133  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 78,81; Н 5,40; N 4,66.  $C_{74}H_{60}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,43; Н 5,34; N 4,94.  $M$  1 133,31.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-диил)бис(2-этокси-4,1-фенилен) бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 29.** Выход 67 %, т. пл. 272–274 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 297 (NH), 3 090, 3 060, 3 040, 2 980, 2 965, 2 927, 2 867, 1 746 (C=O), 1 590, 1 540, 1 511, 1 485, 1 427, 1 415, 1 381, 1 344, 1 266, 1 244, 1 197, 1 185, 1 144, 1 121, 1 042, 1 030, 990, 890, 780, 770, 683. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 161  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 78,97; Н 5,72; N 4,45.  $C_{76}H_{64}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,60; Н 5,55; N 4,82.  $M$  1 161,37.

**(3,3,11,11-Тетраметил-1,9-диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3с]-акридин-8,16-диил)бис(6-метокси-3,1-фенилен) бис(2-фенилхинолин-4-карбоксилат) 30.** Выход 61 %, т. пл. 254–256 °С. ИК-спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 3 295, 3 250 (NH), 3 100, 3 063, 3 020, 3 000, 2 955, 2 930, 2 869, 2 845, 1 746 (C=O), 1 612, 1 593, 1 548, 1 520, 1 509, 1 494, 1 442, 1 417, 1 381, 1 348, 1 261, 1 205, 1 176, 1 140, 1 126, 1 110, 1 028, 956, 810, 790, 770, 692. Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 1 133  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 78,94; Н 5,43; N 4,60.  $C_{74}H_{60}N_4O_8$ . Вычислено, %: С 78,43; Н 5,34; N 4,94.  $M$  1 133,31.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № X22-038).

**Acknowledgments.** The work was carried out with financial support from the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (grant № X22-038).

### Список использованных источников

1. Новые производные атофана (2-фенилхинолин-4-карбоновой кислоты) / Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. Г. Стёпин [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2024. – Т. 60, № 1. – С. 27–35. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2024-60-1-27-35>
2. Panchal, N. B. From molecules to medicine: the remarkable pharmacological odyssey of quinoline and its derivatives / N. B. Panchal, V. M. Vaghela // Oriental Journal of Chemistry. – 2023. – Vol. 39, № 3. – P. 546–567. <https://doi.org/10.13005/ojc/390303>
3. Afzal, O. A review on anticancer potential of bioactive heterocycle quinoline / O. Afzal // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2015. – Vol. 97. – P. 871–910. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.07.044>
4. Ilakiyalakshmi, M. Review on Recent Development of Quinoline for Anticancer Activities / M. Ilakiyalakshmi, N. A. Arumugam // Arabian Journal of Chemistry. – 2022. – Vol. 15. – P. 11104168. <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2022.104168>
5. Musiol, R. An overview of quinoline as a privileged scaffold in cancer drug discovery / R. Musiol // Expert Opinion on Drug Discovery. – 2017. – Vol. 12, № 6. – P. 1319357. <https://doi.org/10.1080/17460441.2017.1319357>
6. Ajani, O. O. Recent advances in chemistry and therapeutic potential of functionalized quinolone motifs – a review / O. O. Ajani, K. T. Iyaya, O. T. Ademosun // RSC Advances. – 2022. – Vol. 12. – P. 18594. <https://doi.org/10.1039/d2ra02896d>
7. Recent Development of Quinoline Derivatives as Anticancer Agents: 2015–2022 / K. Kaur, N. Kumar, J. V. Singh [et al.] // Interdisciplinary Cancer Research. Springer, Cham., 2023. [https://doi.org/10.1007/16833\\_2023\\_125](https://doi.org/10.1007/16833_2023_125)
8. Snehi, V. An extensive review on biological interest of quinoline and its analogues / V. Snehi H. Verma, S. Saha // International Journal of Science and Healthcare Research. – 2023. – Vol. 8, № 1. – P. 45–66. <https://doi.org/10.52403/ijshr.20230105>



9. A review on synthetic investigation for quinolone – recent green approaches / A. Patel, S. Patel, M. Mehta [at al.] // *Green Chemistry Letters and Reviews*. – 2022. – Vol. 15, № 2. – P. 2064194. <https://doi.org/10.1080/17518253.2022.2064194>
10. Recent progress in the development of quinoline derivatives for the exploitation of anti-cancer agents / R.-J. Man, N. Jeelani, C. Zhou, Y.-S. Yang // *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. – 2020. – Vol. 21, № 7. – P. 825–838. <https://doi.org/10.2174/1871520620666200516150345>
11. Sharma V. Synthetic Methods of Quinoline Derivatives as Potent Anticancer Agents / V. Sharma, D. K. Mehta, R. Das // *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. – 2017. – Vol. 17, № 16. – P. 1557–1572. <https://doi.org/10.2174/1389557517666170510104954>
12. Бумагин, Н. А. Функционализированные изоксазольные и изотиазольные лиганды: дизайн, синтез, комплексы с палладием, гомогенный и гетерогенный катализ в водных средах / Н. А. Бумагин, В. И. Поткин // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук*. – 2016. – № 2. – С. 321–332.

## References

1. Dikumar E. A., Akishina E. A., Stepin S. G., Filippovich L. N., Bogdanova N. V., Shahab S. N., Potkin V. I. Novel derivatives of atophan (2-phenylquinoline-4-carboxylic acid). *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2024, vol. 60, no. 1, pp. 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2024-60-1-27-35>
2. Panchal N. B., Vaghela V. M. From Molecules to Medicine: The Remarkable Pharmacological Odyssey of Quinoline and Its Derivatives. *Oriental Journal of Chemistry*, 2023, vol. 39, no. 3, pp. 546–567. <https://doi.org/10.13005/ojc/390303>
3. Afzal O., Kumar S., Haider M. R., Ali M. R., Kumar R., Jaggi M., Bawa S. A review on anticancer potential of bioactive heterocycle quinoline. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2015, vol. 97, pp. 871–910. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.07.044>
4. Ilakiyalakshmi M., Arumugam N. A. Review on Recent Development of Quinoline for Anticancer Activities. *Arabian Journal of Chemistry*, 2022, vol. 15, p. 11104168. <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2022.104168>
5. Musiol, R. An overview of quinoline as a privileged scaffold in cancer drug discovery. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1319357. <https://doi.org/10.1080/17460441.2017.1319357>
6. Ajani O. O., Iyaye K. T., Ademosun O. T. Recent advances in chemistry and therapeutic potential of functionalized quinolone motifs – a review. *RSC Advances*, 2022, vol. 12, pp. 18594. <https://doi.org/10.1039/d2ra02896d>
7. Kaur, K., Kumar N., Singh J. V., Bedi P. M. S., Singh H. Recent Development of Quinoline Derivatives as Anticancer Agents: 2015–2022. *Interdisciplinary Cancer Research*. Springer, Cham., 2023. [https://doi.org/10.1007/16833\\_2023\\_125](https://doi.org/10.1007/16833_2023_125)
8. Snehi V., Verma H., Saha S., Kumar S., Pathak D. An Extensive Review on Biological Interest of Quinoline and Its Analogues. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 2023, vol. 8, no. 1, pp. 45–66. <https://doi.org/10.52403/ijshr.20230105>
9. Patel A., Patel S., Mehta M., Patel Y., Patel R., Shan D., Patel D., Shan S., Patel M., Patel S., Solanki N., Bambharoliya T., Patel S., Nagani A., Patel H., Vaghasiya J., Shah H., Prajapati B., Rathod M., Bhimani B., Patel R., Bhavsar V., Rakholiya B., Patel M., Patel P. A review on synthetic investigation for quinolone – recent green approaches. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 2022, vol. 15, no. 2, pp. 2064194. <https://doi.org/10.1080/17518253.2022.2064194>
10. Man R.-J., Jeelani N., Zhou C., Yang Y.-S. Recent progress in the development of quinoline derivatives for the exploitation of anti-cancer agents. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 2020, vol. 21, no. 7, pp. 825–838. <https://doi.org/10.2174/1871520620666200516150345>
11. Sharma V., Mehta D. K., Das R. Synthetic Methods of Quinoline Derivatives as Potent Anticancer Agents. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 2017, vol. 17, no. 16, pp. 1557–1572. <https://doi.org/10.2174/1389557517666170510104954>
12. Bumagin N. A., Potkin V. I. Functionalized isoxazole and isothiazole ligands: design, synthesis, complexes with palladium, homogeneous and heterogeneous catalysis in aqueous media. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2016, no. 2, pp. 321–332 (in Russian).

## Информация об авторах

*Дикусар Евгений Анатольевич* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [dikumar@ifoch.bas-net.by](mailto:dikumar@ifoch.bas-net.by)

*Акишина Екатерина Александровна* – научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: [che.semenovaea@mail.ru](mailto:che.semenovaea@mail.ru)

*Ковальская Светлана Степановна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: [kovalskaya\\_61@mail.ru](mailto:kovalskaya_61@mail.ru)

*Стёпин Святослав Генрихович* – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой. Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет (пр-т Фрунзе, 27, 210023, Витебск, Республика Беларусь). E-mail: [stepins@tut.by](mailto:stepins@tut.by)

*Поткин Владимир Иванович* – академик, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, г. Минск, Беларусь). E-mail: [potkin@ifoch.bas-net.by](mailto:potkin@ifoch.bas-net.by)

## Information about the authors

*Dikumar Evgenij A.* – Ph. D. (Chemistry), Senior Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [dikumar@ifoch.bas-net.by](mailto:dikumar@ifoch.bas-net.by)

*Akishina Ekaterina A.* – Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [che.semenovaea@mail.ru](mailto:che.semenovaea@mail.ru)

*Koval'skaya Svetlana S.* – Ph. D. (Chemistry), Senior Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [kovalskaya\\_61@mail.ru](mailto:kovalskaya_61@mail.ru)

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

*Potkin Vladimir I.* – Academician, Dr. Sc. (Chemistry), Professor, Head of the Laboratory. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [potkin@ifoch.bas-net.by](mailto:potkin@ifoch.bas-net.by)