

ISSN 1561-8331 (Print)
ISSN 2524-2342 (Online)

АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ
ORGANIC CHEMISTRY

УДК 547.518+547.78+547.775+547.556.7
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-3-206-217>

Поступила в редакцию 14.11.2023
Received 14.11.2023

**Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. С. Ковальская,
Н. А. Жуковская, В. И. Поткин**

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

**4,5-ДИХЛОРИЗОТИАЗОЛ-3-КАРБОКСИЛАТЫ И ПИРИДИНСОДЕРЖАЩИЕ
ПРОИЗВОДНЫЕ БЕНЗОЦИКЛОПЕНТАХИНОЛИНОВ И БЕНЗАКРИДИНОВ:
СИНТЕЗ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЗАВИСИМОСТИ
СТРУКТУРА–БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

Аннотация. Бензоциклопентахинолины и бензакридины получали путем реакции каскадной трехкомпонентной конденсации замещенных альдегидов, 1,3-циклоалкилдикетонов и 2-нафтиламина или 1,5-диаминонафталина с выходом 60–88 %. Синтезированные полиазотистые гетероциклические соединения 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. Методом квантово-химического моделирования путем проведения неэмпирических расчетов с уровнем теории HF/6-31G была проведена полная оптимизация геометрических параметров и определена электронная структура 18 сложных эфиров 4,5-дихлортиазолкарбоновой кислоты с замещенными бензоциклопентахинолинами и бензакридинами.

Ключевые слова: замещенные альдегиды, 1,3-циклоалкилдикетоны, сложные эфиры 4,5-дихлортиазолкарбоновой кислоты, 2-нафтиламин, 1,5-диаминонафталин, каскадная трехкомпонентная конденсация, бензоциклопентахинолины, бензакридины, бисбензакридины, квантово-химическое моделирование, неэмпирические расчеты, метод Фукуи

Для цитирования. 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилаты и пиридинсодержащие производные бензоциклопентахинолинов и бензакридинов: синтез и квантово-химическое моделирование физико-химических свойств и зависимости структура–биологическая активность / Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. С. Ковальская [и др.] // Весні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2025. – Т. 61, № 3. – С. 206–217. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-3-206-217>

E. A. Dikusar, E. A. Akishina, S. S. Koval'skaya, N. A. Zhukovskaya, V. I. Potkin

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

**4,5-DICHLORIZOTHIAZOLE-3-CARBOXYLATES AND PYRIDINE-CONTAINING DERIVATIVES
OF BENZOCYCLOPENTAQUINOLINES AND BENZACRIDINES: SYNTHESIS
AND QUANTUM-CHEMICAL MODELING OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
AND DEPENDENCE STRUCTURE–BIOLOGICAL ACTIVITY**

Abstract. Benzocyclopentaquinolines and benzacridines were obtained via cascade three-component condensation of substituted aldehydes, 1,3-cycloalkyldiketones and 2-naphthylamine or 1,5-diaminonaphthalene with a yield of 60–88 %. The synthesized polynitrogen heterocyclic compounds are of interest for biotesting for various types of activity and also as bulk ligands for obtaining metal complexes – promising catalysts for cross-combination reactions. Using the quantum chemical modeling method by conducting nonempirical calculations with a theory level of HF/6-31G, a complete optimization of geometric parameters was carried out and the electronic structure of 18 esters of 4,5-dichlorothiazole carboxylic acid with substituted benzocyclopentaquinolines and benzoacridines was determined.

Keywords: substituted aldehydes, 1,3-cycloalkyldiketones, esters of 4,5-dichlorothiazole carboxylic acid, 2-naphthylamine, 1,5-diaminonaphthalene, cascade three-component condensation, benzocyclopentaquinolines, benzacridines, bisbenzacridines, quantum chemical-modeling, nonempirical calculations, Fukui method

For citations. Dikusar E. A., Akishina E. A., Zhukovskaya N. A., Koval'skaya S. S., Potkin V. I. 4,5-dichloro-rizothiazole-3-carboxylates and pyridine-containing derivatives of benzocyclopentaquinolines and benzacridines: synthesis and quantum-chemical modeling of physicochemical properties and dependence structure–biological activity. *Vestsi Natsyonal'noi akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2025, vol. 61, no. 3, pp. 206–217 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2025-61-3-206-217>

Введение. Ранее мы сообщали о синтезе производных бисакридина, содержащих пиридиновые и 1,2-азольные фрагменты [1], пиридинсодержащих бензоциклопентахинолинах, бензакридинах и их четвертичных солях [2]. Высокий интерес к функционально замещенным ароматическим конденсированным гетероциклическим системам обусловлен высоким потенциалом их биологической активности [3–14].

Схема 1

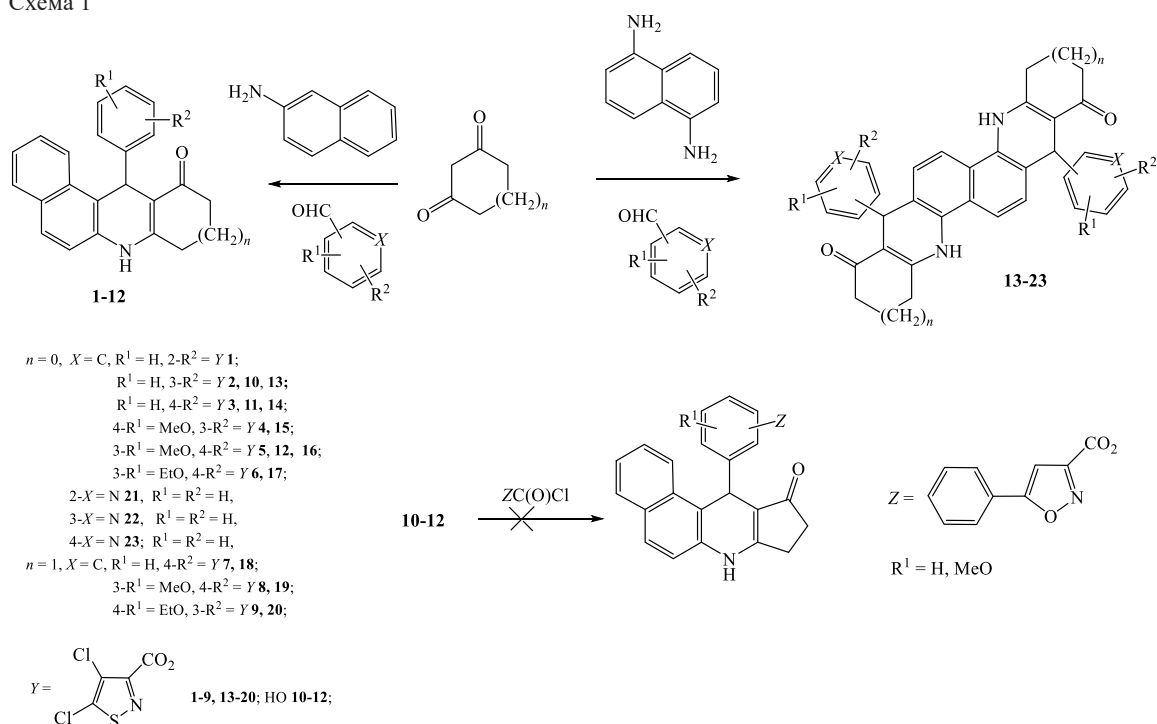
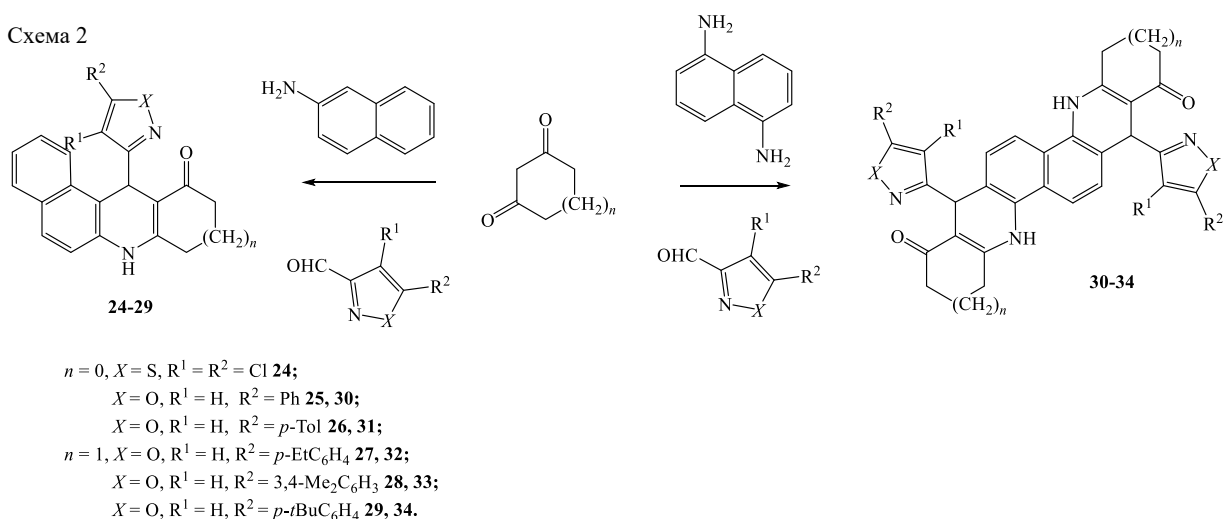


Схема 2



Бензоциклопентахинолины и бензакридины (**1–34**) получали путем реакции каскадной трехкомпонентной конденсации замещенных альдегидов, 1,3-циклоалкилдикетонных и 2-нафтиламина или 1,5-диаминонафталина с выходом 60–88 % (схемы 1, 2).

Попытки ацилировать фенолы **10–12** хлорангидридом 5-фенилизоксазол-3-карбоновой кислоты в растворе дихлорметана в присутствии триэтиламина или в растворе пиридина успеха не имели. Сложные эфиры синтезировать не удалось (см. схему 1).

Методом квантово-химического моделирования путем проведения неэмпирических расчетов с уровнем теории HF/6-31G [15] была проведена полная оптимизация геометрических параметров и определена электронная структура 18 сложных эфиров 4,5-дихлортиазолкарбоновой кислоты с замещенными бензоциклопентахинолинами и бензакридинами (соединения **1–9, 35–43**) (табл. 1). В ходе анализа разности энергий высшей занятой молекулярной орбитали (ВЗМО) и низшей вакантной молекулярной орбитали (НВМО) по методу Фукуи [16] вычислены наиболее (соединение **9**) и наименее (соединение **7**) перспективные эфиры для проведения их биологического тестирования:

$$\Delta F = |E_{\text{ВЗМО}} - E_{\text{НВМО}}|,$$

где ΔF – разность энергий ВЗМО и НВМО, $E_{\text{ВЗМО}}$ – энергия высшей занятой молекулярной орбитали, $E_{\text{НВМО}}$ – энергия низшей вакантной молекулярной орбитали.

Квантово-химическое моделирование показало, что наиболее термодинамически устойчивыми (максимальная величина полной энергии системы со знаком «–», E_p выраженной в атомных единицах) являются *мета*-изомеры исследованных соединений (**2, 4, 36, 37, 39, 41**).

Дипольные моменты исследованных соединений хорошо коррелируют с пространственным расположением сложноэфирных заместителей в ароматическом фрагменте и имеют максимальное значение у *пара*-изомеров (**3, 5–9, 40, 42, 43**).

Таблица 1. Полные энергии системы (E_p), энергии высших занятых молекулярных орбиталей ($E_{\text{ВЗМО}}$) и низших вакантных молекулярных орбиталей ($E_{\text{НВМО}}$), разности энергий ВЗМО и НВМО (ΔF), дипольные моменты (Д. м.) соединений **1–9, 35–43**

Table 1. Total system energies (E_p), energy of highest occupied molecular orbitals (E_{HOMO}) and lowest unoccupied molecular orbitals (E_{LUMO}), energy differences of HOMO and LUMO (ΔF), dipole moments (D. m.) of compounds **1–9, 35–43**

№	E_p а. е.	$E_{\text{ВЗМО}}, eV$	$E_{\text{НВМО}}, eV$	$\Delta F, eV$	Д. м., D	Структура
Производные 1,3-циклопентандиона						
1	–2 643,2003 100 939	–8,3376 342	2,21 230 308	11,3064 198	8,26	<i>орто</i> -
2	–2 643,2038 354 035	–7,6001 999	1,60276 324	9,20296 312	7,49	<i>мета</i> -
3	–2 643,1947 145 573	–8,5281 154	2,21 230 308	10,74041 852	9,34	<i>пара</i> -
4	–2 757,0267 471 819	–7,6655 077	1,7279 366	9,39344 432	8,08	<i>изованилин</i>
5	–2 757,0226 429 053	–7,7716 330	2,21774 54	9,98937 836	10,11	<i>ванилин</i>
6	–2 796,0471 795 104	–8,4791 346	2,25312 048	10,73225 504	9,29	<i>ванилаль</i>
Производные 1,3-циклогександиона						
35	–2 682,2216 874 297	–7,4804 689	1,89392 736	9,374396 244	8,72	<i>орто</i> -
36	–2 682,2249 508 243	–7,5729 883	1,66262 876	9,23561 704	7,61	<i>мета</i> -
7	–2 682,2154 647 886	–7,6519 019	3,74159 50	11,39349 692	8,88	<i>пара</i> -
37	–2 796,0477 198 763	–7,5321 709	2,94429 512	10,47646 6	8,23	<i>изованилин</i>
8	–2 796,0433 378 572	–7,6546 231	2,8164 006	10,47102 368	9,77	<i>ванилин</i>
9	–2 835,0678 613 270	–7,6246 903	1,55922 468	9,18391 5	9,05	<i>ванилаль</i>
Производные 5,5-диметилциклогексан-1,3-диона						
38	–2 760,2590 627 052	–7,4695 842	1,90753 316	9,37711 736	8,76	<i>орто</i> -
39	–2760,2618 381 079	–7,5566 132	2,38101 5	9,93767 632	6,71	<i>мета</i> -
40	–2 760,2530 488 318	–7,6437 384	2,57965 968	10,22339 812	8,90	<i>пара</i> -
41	–2 874,0851 925 387	–7,5240 074	1,83134 068	9,35534 748	8,18	<i>изованилин</i>
42	–2 874,0808 789 669	–7,6491 808	2,9116 412	10,56082 196	9,85	<i>ванилин</i>
43	–2 913,1054 053 154	–8,3784 516	2,31570 716	10,6941 588	9,18	<i>ванилаль</i>

Экспериментальная часть. ИК-спектры полученных соединений записаны на Фурье-спектрофотометре Protege-460 фирмы Nicolet с приготовлением образцов в виде таблеток с KBr. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C сняты на спектрометре Bruker Avance-500 или Bruker Avance II 400 в ДМСО- d_6 и $\text{Py}-d_5$ относительно остаточных сигналов растворителя [ДМСО- d_6 , δ_{H} 2,50, δ_{C} 40,1 м. д.; $\text{Py}-d_5$, δ_{H} 8,50, δ_{C} 133,7 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 V1.9.7. Контроль за ходом реакций и чистотой полученных соединений осуществлен методом ТСХ на пластинах Merck Silica gel 60 F₂₅₄. Синтез и физико-химические характеристики соединений **40–43** были опубликованы ранее [17].

Бензоциклопентахинолины и бензакридины 1–12, 24–29 (общая методика). К раствору 5 ммоль формилфенил-4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилата или гидроксibenзальдегида в 30 мл бутанола последовательно прибавляли 0,72 г (5 ммоль) 2-нафтиламина и 0,5 г (5 ммоль) 1,3-циклоалкандиона. 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)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (1). Выход 65 %, т. пл. 299–230 °С. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 3 240, 3 176 (NH), 3 083, 3 025, 2 923, 1 753 (C=O), 1 667, 1 610, 1 587, 1 522, 1 500, 1 466, 1 399, 1 205, 1 189, 961, 811, 744, 731. Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , м. д.): 2,19 м (2H, 2 8-H), 2,62 м (2H, 2 9-H), 5,97 с (1H, 11-H), 7,06 д (1H, J 8,5 Гц), 7,16 м (3H), 7,30 м (2H), 7,37 т (1H, $2 J$ 7,5 Гц), 7,76 д (1H, J 9 Гц), 7,79 д (1H, J 7,5 Гц), 7,90 д (1H, J 8,5 Гц), 10,09 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , м. д.): 24,4 (C-8), 32,8 (C-9), 38,9 (11-CH), 111,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 114,6 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 117,0 (CH), 122,1 (CH), 122,5 (CH), 123,2 (CH), 124,5 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 125,8 (CH), 126,3 (CH), 126,6 (CH), 128,0 (CH), 128,2 (CH), 130,1 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 130,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 131,3 (CH), 135,0 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 137,0 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 146,3 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 149,9 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 152,7 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 155,7 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 164,4 (COO), 199,1 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 507 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 61,81; H 3,30; Cl 13,62; N 4,91; S 5,98. $\text{C}_{26}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$. Вычислено, %: C 61,55; H 3,18; Cl 13,97; N 5,52; S 6,32. M 507,39.

3-(10-Оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (2). Выход 57 %, т. пл. 163–164 °С. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 3 240, 3 172 (NH), 3 083, 2 926, 1 757 (C=O), 1 672, 1 631, 1 610, 1 583, 1 527, 1 506, 1 466, 1 396, 1 352, 1203, 1070, 967, 826, 750. Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , м. д.): 2,31 м (2H, 2 8-H), 2,68 дт (1H, 2J 17 Гц, 2^3J 5 Гц, 9-H), 2,73 дт (1H, 2J 17 Гц, 2^3J 5 Гц, 9-H), 5,73 с (1H, 11-H), 7,03 м (2H), 7,17 д (1H, J 8 Гц), 7,27 д (1H, J 8,5 Гц), 7,32 м (2H), 7,39 т (1H, $2 J$ 8 Гц), 7,79 д (1H, J 8,5 Гц), 7,83 д (1H, J 8 Гц), 7,85 д (1H, J 9 Гц), 10,37 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , м. д.): 23,4 (C-8), 33,0 (C-9), 36,6 (11-CH), 112,1 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 114,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 117,1 (CH), 118,7 (CH), 119,7 (CH), 122,6 (CH), 123,4 (CH), 124,7 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 125,2 (CH), 126,5 (CH), 128,0 (CH), 128,5 (CH), 128,9 (CH), 130,2 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 131,2 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 135,1 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 147,8 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 149,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 150,1 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 152,2 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 156,3 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 164,5 (COO), 199,5 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 507 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 61,88; H 3,38; Cl 13,72; N 4,90; S 5,91. $\text{C}_{26}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$. Вычислено, %: C 61,55; H 3,18; Cl 13,97; N 5,52; S 6,32. M 507,39.

4-(10-Оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (3). Выход 60 %, т. пл. 307–309 °С. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 3 237, 3 177 (NH), 3 088, 2 913, 1 736 (C=O), 1 667, 1 625, 1 605, 1 585, 1 524, 1 501, 1 465, 1 396, 1 356, 1 216, 1 072, 964, 816, 750. Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , м. д.): 2,30 м (2H, 2 8-H), 2,68 дт (1H, (1H, 2J 17 Гц, 2^3J 5 Гц, 9-H), 2,72 дт (1H, 2J 17 Гц, 2^3J 5 Гц, 9-H), 5,70 с (11-H), 7,09 д (2H, J 8,5 Гц), 7,26 д (2H, J 8,5 Гц), 7,31 т (1H, $2 J$ 7,5 Гц), 7,33 д (1H, J 9 Гц), 7,38 т (1H, $2 J$ 7,5 Гц), 7,79 д (1H, J 8,5 Гц), 7,82 д (1H, J 7,5 Гц), 7,85 д (1H, J 9 Гц), 10,36 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , м. д.): 23,6 (C-8), 33,3 (C-9), 36,4 (11-CH), 112,5 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 115,0 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 117,3 (CH), 120,9 (2 CH), 122,8 (CH), 123,5 (CH), 124,8 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 126,6 (CH), 128,2 (CH), 128,4 (2CH), 128,5 (CH), 130,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 131,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 135,2 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 144,3 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 147,5 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 150,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 152,4 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 156,8 ($\text{C}_{\text{четв.}}$), 164,5 (COO), 199,7 (C=O).

Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 507 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 61,80; H 3,20; Cl 13,72; N 5,09; S 5,99. $C_{26}H_{16}Cl_2N_2O_3S$. Вычислено, %: C 61,55; H 3,18; Cl 13,97; N 5,52; S 6,32. M 507,39.

2-Метокси-5-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (4). Выход 61 %, т. пл. 268–269 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 231, 3 161 (NH), 3 083, 2 924, 1 747 (C=O), 1 667, 1 629, 1 607, 1 583, 1 530, 1 504, 1 465, 1 399, 1 354, 1 255, 1 191, 1 177, 1 117, 1 070, 972, 813, 747. Спектр ЯМР ^1H (Py- d_5 , м. д.): 2,25 м (2H, 2 8-H), 2,36 м (1H, 9-H), 2,42 м (9-H), 3,51 с (3H, OMe), 6,25 с (1H, 11-H), 6,81 д (1H, J 8,5 Гц), 7,33 т (1H, 2 J 7,5 Гц), 7,41 т (1H, 2 J 7,5 Гц), 7,49 м (2H), 7,87 м (3H), 8,13 д (1H, J 8,5 Гц), 11,24 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (Py- d_5 , м. д.): 22,6 (C-8), 32,4 (C-9), 35,6 (11-CH), 54,0 (OCH₃), 111,1 (CH), 112,5 (C_{четв.}), 114,4 (C_{четв.}), 116,1 (CH), 120,8 (CH), 122,3 (CH), 122,5 (CH), 124,4 (C_{четв.}), 125,4 (CH), 125,5 (CH), 129,8 (C_{четв.}), 131,2 (C_{четв.}), 135,8 (C_{четв.}), 137,8 (C_{четв.}), 138,5 (C_{четв.}), 148,4 (C_{четв.}), 149,0 (C_{четв.}), 151,8 (C_{четв.}), 155,1 (C_{четв.}), 163,0 (COO), 198,8 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 537 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 60,78; H 3,44; Cl 12,74; N 5,00; S 5,45. $C_{27}H_{18}Cl_2N_2O_4S$. Вычислено, %: C 60,34; H 3,38; Cl 13,19; N 5,21; S 5,97. M 537,41.

2-Метокси-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (5). Выход 63 %, т. пл. 295–296 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 258, 3 180 (NH), 3 093, 3 019, 2 937, 1 754 (C=O), 1 660, 1 626, 1 607, 1 593, 1 586, 1 525, 1 505, 1 461, 1 396, 1 376, 1 346, 1 265, 1 198, 1 178, 1 111, 1 072, 1 030, 961, 875, 814, 755. Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , м. д.): 2,33 м (2H, 2 8-H), 2,68 дт (1H, (1H, 2J 17 Гц, 2 3J 5 Гц, 9-H), 2,73 дт (1H, 2J 17 Гц, 2 3J 5 Гц, 9-H), 3,72 с (3H, OMe), 5,74 с (1H, 11-H), 6,48 дд (1H, 3J 8 Гц, 4J 1,5 Гц), 7,69 д (1H, J 8,5 Гц), 7,34 м (3H), 7,40 т (1H, 2 J 7,5 Гц), 7,84 м (3H), 10,37 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , м. д.): 23,9 (C-8), 33,6 (C-9), 37,1 (11-CH), 55,8 (OCH₃), 112,5 (CH), 112,7 (C_{четв.}), 117,6 (CH), 119,5 (CH), 122,2 (CH), 123,2 (CH), 123,9 (CH), 125,1 (C_{четв.}), 127,0 (CH), 128,5 (CH), 128,9 (CH), 130,7 (C_{четв.}), 131,9 (C_{четв.}), 135,6 (C_{четв.}), 136,4 (C_{четв.}), 138,5 (C_{четв.}), 146,0 (C_{четв.}), 149,0 (C_{четв.}), 150,0 (C_{четв.}), 151,0 (C_{четв.}), 152,4 (C_{четв.}), 156,6 (C_{четв.}), 165,0 (COO), 200,2 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 537 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 60,70; H 3,41; Cl 12,98; N 5,02; S 5,40. $C_{27}H_{18}Cl_2N_2O_4S$. Вычислено, %: C 60,34; H 3,38; Cl 13,19; N 5,21; S 5,97. M 537,41.

2-Этокси-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[f]циклопента[b]хинолин-11-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (6). Выход 52 %, т. пл. 240–241 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 266, 3 193 (NH), 3 101, 2 924, 1 749 (C=O), 1 667, 1 625, 1 608, 1 584, 1 523, 1 503, 1 467, 1 396, 1 352, 1 265, 1 196, 1 117, 1 070, 1 037, 961, 819, 746. Спектр ЯМР ^1H (Py- d_5 , м. д.): 1,12 т (3H, 2 J 7 Гц, CH₂CH₃), 2,29 м (1H, 8-H), 2,41 м (2H, 8-H + 9-H), 2,47 м (1H, 9-H), 4,01 к (2H, 3 J 7 Гц, CH₂CH₃), 6,29 с (1H, 11-H), 6,95 дд (1H, 3J 8 Гц, 4J 1,5 Гц), 7,29 с (1H, 2'-H), 7,34 т (1H, 2 J 7,5 Гц), 7,43 т (1H, 2 J 7,5 Гц), 7,51 д (1H, J 9 Гц), 7,90 м (2H), 7,95 д (1H, J 8,5 Гц), 8,16 д (1H, J 8,5 Гц), 10,29 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (Py- d_5 , м. д.): 12,9 (CH₂CH₃), 22,7 (C-8), 32,5 (C-9), 36,5 (11-CH), 62,8 (CH₂CH₃), 112,4 (C_{четв.}), 112,6 (CH), 114,4 (C_{четв.}), 116,2 (CH), 118,5 (CH), 121,0 (CH), 122,4 (CH), 122,6 (CH), 125,6 (CH), 127,1 (CH), 127,6 (CH), 129,8 (C_{четв.}), 131,4 (C_{четв.}), 135,1 (C_{четв.}), 136,2 (C_{четв.}), 144,8 (C_{четв.}), 148,4 (C_{четв.}), 148,7 (C_{четв.}), 149,1 (C_{четв.}), 152,3 (C_{четв.}), 155,6 (C_{четв.}), 163,2 (COO), 198,9 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 541 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 61,46; H 3,78; Cl 12,39; N 4,81; S 5,42. $C_{28}H_{20}Cl_2N_2O_4S$. Вычислено, %: C 60,99; H 3,66; Cl 12,86; N 5,08; S 5,81. M 551,44.

4-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (7). Выход 58 %, т. пл. 293–295 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 260 (NH); 3 186, 3 088, 3 023, 2 945, 2 915, 2 863 (C–H_{алиф.}), 1 741 (C=O), 1 595 (C=O), 1 581, 1 520, 1 500, 1 468, 1 398, 1 383, 1 353, 1 242, 1 215, 1 191, 963, 816, 748. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,74–1,88 м (1H, CH₂), 1,87–2,00 м (1H, CH₂), 2,17–2,35 м (2H, CH₂), 2,55–2,89 м (2H, CH₂), 5,90 с (1H, CH), 7,08 д (2H_{Ar}, J 8,5 Гц), 7,23–7,38 м (4H_{Ar}), 7,43 т (1H_{Ar}, J 7,5 Гц), 7,75–7,85 м (2H_{Ar}), 7,93 д (1H_{Ar}, J 8,4 Гц), 9,82 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 21,46 (CH₂), 27,37 (CH₂), 35,77 (CH), 37,26 (CH₂), 117,59 (1CH_{Ar}), 121,60 (2CH_{Ar}), 122,98 (1CH_{Ar}), 124,23 (1CH_{Ar}), 127,45 (1CH_{Ar}), 128,71 (1CH_{Ar}), 129,04 (1CH_{Ar}), 129,38 (2CH_{Ar}), 108,89, 116,62, 125,60, 130,98, 131,79, 134,98, 146,25, 148,18, 151,18, 153,23, 157,63, 168,54, 194,16 (13 C_{четв.}). Найдено, %: C 62,31; H 3,55; Cl 13,45; N 5,24; S 6,09. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 522,10 (100) $[M+H]^+$. $C_{27}H_{18}Cl_2N_2O_3S$. Вычислено, %: C 62,19; H 3,48; Cl 13,60; N 5,37; S 6,15. M 521,41.

2-Метокси-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризо-тиазол-3-карбоксилат (8). Выход 55 %, т. пл. > 300 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 261 (NH); 3 183, 3 088, 3 053, 2 937, 2 864 (C–H_{алиф}), 1 745 (C=O), 1 594 (C=O), 1 580, 1 518, 1 493, 1 465, 1 396, 1 383, 1 360, 1 271, 1 235, 1 189, 1 118, 1 065, 1 031, 960, 819, 742. Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1,76–1,89 м (1H, CH₂), 1,90–2,00 м (1H, CH₂), 2,27–2,35 м (2H, CH₂), 2,59–2,70 м (2H, CH₂), 3,71 с (3H, OMe), 5,93 с (1H, CH), 6,64 дд (1H_{Ar}, *J* 8,3, 1,7 Гц), 6,98 д (1H_{Ar}, *J* 8,3 Гц), 7,27 д (1H_{Ar}, *J* 1,7 Гц), 7,31 д (1H_{Ar}, *J* 7,3 Гц), 7,35 д (1H_{Ar}, *J* 8,8 Гц), 7,45 т (1H_{Ar}, *J* 7,4 Гц), 7,76–7,85 м (2H_{Ar}), 8,01 д (1H_{Ar}, *J* 8,5 Гц), 9,82 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 21,48 (CH₂), 27,40 (CH₂), 36,11 (CH), 37,28 (CH₂), 56,27 (OMe), 113,15 (1CH_{Ar}), 117,54 (1CH_{Ar}), 120,28 (1CH_{Ar}), 122,66 (1CH_{Ar}), 123,16 (1CH_{Ar}), 124,24 (1CH_{Ar}), 127,46 (1CH_{Ar}), 128,71 (1CH_{Ar}), 129,00 (1CH_{Ar}), 108,79, 116,56, 125,54, 130,98, 131,89, 135,00, 136,81, 147,65, 150,33, 151,44, 152,90, 153,32, 157,10, 194,26 (14 C_{четв}). Найдено, %: С 61,33; Н 3,71; Cl 12,71; N 5,01; S 5,69. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 552,10 (100) [M+H]⁺. C₂₈H₂₀Cl₂N₂O₄S. Вычислено, %: С 60,99; Н 3,66; Cl 12,86; N 5,08; S 5,81. *M* 551,44.

2-Этокси-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризо-тиазол-3-карбоксилат (9). Выход 59 %, т. пл. > 300 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 262 (NH); 3 190, 3 086, 2 980, 2 950, 2 868 (C–H_{алиф}), 1 750 (C=O), 1 600 (C=O), 1 583, 1 520, 1 494, 1 471, 1 397, 1 386, 1 357, 1 267, 1 238, 1 193, 1 117, 1 070, 1 031, 962, 821, 752. Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1,18 т (3H, OCH₂CH₃, *J* 7,0 Гц), 1,77–1,88 м (1H, CH₂), 1,90–2,00 м (1H, CH₂), 2,24–2,34 м (2H, CH₂), 2,58–2,70 м (2H, CH₂), 3,88–4,08 м (2H, OCH₂CH₃), 5,89 с (1H, CH), 6,63 дд (1H_{Ar}, *J* 8,2, 1,8 Гц), 6,97 д (1H_{Ar}, *J* 8,3 Гц), 7,22 д (1H_{Ar}, *J* 1,8 Гц), 7,30–7,36 м (2H_{Ar}), 7,41–7,47 м (1H_{Ar}), 7,78–7,84 м (2H_{Ar}), 7,99 д (1H_{Ar}, *J* 8,5 Гц), 9,81 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 14,93 (OCH₂CH₃), 21,49 (CH₂), 27,39 (CH₂), 36,08 (CH), 37,28 (CH₂), 64,47 (OCH₂CH₃), 114,26 (1CH_{Ar}), 117,53 (1CH_{Ar}), 120,24 (1CH_{Ar}), 122,58 (1CH_{Ar}), 123,15 (1CH_{Ar}), 124,24 (1CH_{Ar}), 127,45 (1CH_{Ar}), 128,70 (1CH_{Ar}), 129,01 (1CH_{Ar}), 108,81, 116,58, 125,37, 130,98, 131,88, 134,97, 137,17, 147,56, 149,41, 151,43, 153,12, 153,31, 157,17, 194,26 (14 C_{четв}). Найдено, %: С 61,81; Н 4,05; Cl 12,42; N 4,87; S 5,54. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 566,07 (100) [M+H]⁺. C₂₉H₂₂Cl₂N₂O₄S. Вычислено, %: С 61,60; Н 3,92; Cl 12,54; N 4,95; S 5,67. *M* 565,47.

11-(3-Гидроксифенил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (10). Выход 66 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 363 (OH), 3 317, 3 172 (NH), 1 655, 1 627, 1 607, 1 580, 1 520, 1 500, 1 490, 1 463 (C=C, C=O), 1 256, 1 220 (C–O). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 328 [M+H]⁺ (100). Найдено, %: С 81,12; Н 5,29; N 3,96. C₂₂H₁₇NO₂. Вычислено, %: С 80,71; Н 5,23; N 4,28. *M* 327,38.

11-(4-Гидроксифенил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (11). Выход 75 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 240, 3 150 (NH), 1 627, 1 609, 1 597, 1 579, 1 520, 1 464 (C=C, C=O), 1 248, 1 225 (C–O). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 328 [M+H]⁺ (100). Найдено, %: С 80,99; Н 5,28; N 3,97. C₂₂H₁₇NO₂. Вычислено, %: С 80,71; Н 5,23; N 4,28. *M* 327,38.

11-(4-Гидрокси-3-метоксифенил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (12). Выход 70 %, т. пл. 287–289 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 370 (OH), 3 322, 3 240 (NH), 1 667, 1 629, 1 589, 1 521, 1 498, 1 467 1 464 (C=C, C=O), 1 262, 1 216, 1 124 (C–O). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 358 [M+H]⁺ (100). Найдено, %: С 77,61; Н 5,52; N 3,44. C₂₃H₁₉NO₃. Вычислено, %: С 77,29; Н 5,36; N 3,92. *M* 357,41.

11-(4,5-Дихлоризотиазол-3-ил)-8,9-дигидро-7H-бензо[*f*]циклопента-[*b*]хинолин-10(11H)-он (24). Выход 86 %, т. пл. > 300 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 269, 3 125 (NH), 3 030, 2 920, 2 858, 1 676, 1 612 (C=O), 1 597, 1 522, 1 502, 1 458, 1 392, 1 348, 1 320, 1 254, 1 234, 1 204, 1 184, 1 010, 989, 881, 817, 771, 652, 536. Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 2,19–2,38 м (2H, CH₂), 2,62–2,82 м (2H, CH₂), 5,99 с (1H, CH), 7,26 д (1H_{Ar}, *J* 8,7 Гц), 7,33 т (1H_{Ar}, *J* 7,4 Гц), 7,44 т (1H_{Ar}, *J* 7,3 Гц), 7,77 д (1H_{Ar}, *J* 8,5 Гц), 7,80–7,87 м (2H_{Ar}), 10,51 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 24,61 (CH₂), 33,79 (CH₂), 36,69 (CH), 118,27 (1CH_{Ar}), 122,44 (1CH_{Ar}), 124,47 (1CH_{Ar}), 127,80 (1CH_{Ar}), 129,26 (1CH_{Ar}), 129,93 (1CH_{Ar}), 109,80, 113,08, 122,54, 131,00, 132,23, 136,13, 147,34, 166,49, 169,52, 200,22 (C=O) (10 C_{четв}). Найдено, %: С 59,11; Н 3,21; Cl 18,19; N 7,15; S 8,14. C₁₉H₁₂Cl₂N₂OS. Вычислено, %: С 58,92; Н 3,12; Cl 18,31; N 7,23; S 8,28. *M* 387,28.

11-(5-Фенилизоксазол-3-ил)-8,9-дигидро-7H-бензо[*f*]циклопента-[*b*]хинолин-10(11H)-он (25). Выход 76 %, т. пл. 241–242 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 238, 3 163 (NH), 3 102, 3 082, 3 050, 3 040,

3 007, 2 990, 2 952, 2 925, 2 868, 1 666, 1 633 (C=O), 1 608, 1 584, 1 530, 1 510, 1 468, 1 450, 1 430, 1 401, 1 380, 1 350, 1 342, 1 271, 1 238, 1 218, 1 570, 1 160, 1 139, 1 117, 1 071, 1 046, 1 027, 1 014, 988, 960, 944, 920, 890, 830, 815, 790, 765, 745, 740, 730, 715, 685, 660, 643, 608, 600, 540, 498, 490, 440, 420. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 2,37 т (CH_2 , 3J 5 Гц), 2,73 дт (1H, 2J 17,5 Гц, 2J 5 Гц, Н-10), 2,80 дт (1H, 2J 17,5 Гц, 2J 5 Гц, Н-10), 5,86 с (1H, 12-Н), 6,77 с (1H, $\text{H}_{\text{изокс}}$), 7,30 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,70 дд (1H, 3J 7 Гц, H_{Ar}), 7,38–7,44 м (3H, H_{Ar}), 7,49 т (1H, 3J 7 Гц, H_{Ar}), 7,72 дд (2H, 3J 8 Гц, 4J 1,5 Гц), 7,84 т (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 8,05 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 10,48 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 23,80 т (2CH_2), 29,48 д (12-Н), 33,31 т (10- CH_2), 99,66 д ($\text{CH}_{\text{изокс}}$), 108,90 с, 112,37 с, 117,43 д, 122,39 д, 123,71 д, 125,16 д ($2\text{C}_{\text{фенилен}}$), 126,52 с, 126,75 д, 128,21 д, 128,85 д ($2\text{C}_{\text{фенилен}}$), 128,91 д, 129,96 д, 130,23 с, 131,51 с, 134,69 с, 166,07 с, 167,18 с, 168,29 с, 199,42 с (C=O). Найдено, %: С 79,51; Н 4,85; N 7,29. $\text{C}_{25}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: С 79,35; Н 4,79; N 7,40. *M* 378,42.

12-(5-(*n*-Толил)изоксазол-3-ил)-8,9-дигидро-7Н-бензо[*f*]циклопента-[*b*]хинолин-10(11Н)-он (26). Выход 78 %, т. пл. 268–269 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 274, 3 189 (NH), 3 140, 3 120, 3 101, 3 064, 3 024, 2 954, 2 921, 2 868, 1 672, 1 629 (C=O), 1 612, 1 586, 1 522, 1 502, 1 471, 1 457, 1 430, 1 389, 1 380, 1 333, 1 320, 1 280, 1 267, 1 255, 1 230, 1 220, 1 181, 1 160, 1 140, 1 115, 1 080, 1 045, 1 030, 1 020, 1 003, 990, 949, 903, 845, 816, 808, 799, 790, 745, 740, 712, 685, 668, 640, 636, 612, 590, 560, 540, 509, 499, 440, 425. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 2,29 с (3H, CH_3), 2,33–2,40 м (2H, CH_2), 2,65–2,86 м (2H, CH_2), 5,84 с (1H, CH), 6,68 с (1H, $\text{H}_{\text{изокс}}$), 7,23 д (2H, H_{Ar} , J 8,0 Гц), 7,29 д (1H, H_{Ar} , J 8,7 Гц), 7,36 т (1H, H_{Ar} , J 7,3 Гц), 7,49 т (1H, H_{Ar} , J 7,5 Гц), 7,60 д (2H, H_{Ar} , J 8,0 Гц), 7,81–7,87 м (2H, H_{Ar}), 8,05 д (1H, H_{Ar} , J 8,6 Гц), 10,46 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 24,61 (CH_2), 33,79 (CH_2), 36,69 (CH), 118,27 (1CH, H_{Ar}), 122,44 (1CH, H_{Ar}), 124,47 (1CH, H_{Ar}), 127,80 (1CH, H_{Ar}), 129,26 (1CH, H_{Ar}), 129,93 (1CH, H_{Ar}), 109,80, 113,08, 122,54, 131,00, 132,23, 136,13, 147,34, 166,49, 169,52 (9 $\text{C}_{\text{четв}}$). Найдено, %: С 79,68; Н 5,21; N 7,08. $\text{C}_{26}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: С 79,57; Н 5,14; N 7,14. *M* 392,45.

12-[5-(4-Этилфенил)изоксазол-3-ил]-8,9,10,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7Н)-он (27). Выход 79 %, т. пл. 232–234 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 261, 3 179 (NH), 3 094, 3 080, 3 065, 3 030, 3 020, 2 960, 2 947, 2 928, 2 890, 2 870, 1 615 (C=O), 1 596, 1 582, 1 522, 1 500, 1 470, 1 456, 1 435, 1 423, 1 401, 1 383, 1 371, 1 339, 1 318, 1 285, 1 239, 1 190, 1 160, 1 141, 1 116, 1 060, 1 046, 1 030, 1 008, 965, 959, 947, 913, 856, 835, 827, 816, 805, 767, 740, 695, 666, 645, 620, 610, 591, 535, 528, 517, 489, 461. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,13 т (3H, 3J 7,5 Гц, CH_2CH_3), 1,88–2,00 м (2H), 2,30 т (2H, 3J 5 Гц), 2,72 к (2H, 3J 7,5 Гц, CH_2CH_3), 2,61–2,74 м (2H), 6,07 с (1H, 12-Н), 6,67 с (1H, $\text{H}_{\text{изокс}}$), 7,45 д (2H, 3J 7 Гц, $\text{H}_{\text{фенилен}}$), 7,30 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,36 т (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 7,52 т (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 7,62 д (2H, 3J 7 Гц, $\text{H}_{\text{фенилен}}$), 7,80 д (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 7,82 д (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 8,14 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 9,95 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 15,50 к (CH_2CH_3), 21,38 т (CH_2), 26,66 т (CH_2), 28,28 т (CH_2), 28,83 д (C-12), 37,26 т (10- CH_2), 99,45 д ($\text{CH}_{\text{изокс}}$), 104,92 с, 113,63 с, 117,47 д, 122,80 д, 124,24 д, 124,82 с, 125,88 д ($2\text{C}_{\text{фенилен}}$), 127,31 д, 128,84 д ($2\text{C}_{\text{фенилен}}$), 128,90 д, 129,00 д, 130,74 с, 131,80 с, 134,77 с, 146,50 с, 154,59 с, 167,69 с, 168,93 с, 193,97 с (C=O). Найдено, %: С 80,08; Н 5,85; N 6,51. $\text{C}_{28}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: С 79,98; Н 5,75; N 6,66. *M* 420,50.

12-[5-(2,5-Диметилфенил)изоксазол-3-ил]-8,9,10,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7Н)-он (28). Выход 84 %, т. пл. 263–264 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 261, 3 187 (NH), 3 128, 3 091, 3 060, 3 019, 2 960, 2 945, 2 919, 2 890, 2 864, 1618 (C=O), 1 599, 1 585, 1 521, 1 495, 1 468, 1 425, 1 418, 1 400, 1 381, 1 340, 1 315, 1 300, 1 281, 1 234, 1 187, 1 135, 1 126, 1 090, 1 055, 1 028, 1 010, 956, 902, 890, 860, 840, 816, 797, 760, 750, 738, 710, 696, 675, 645, 610, 587, 540, 528, 514, 495, 476, 460, 430, 420. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,89–2,01 м (2H), 2,20 с (3H, CH_3), 2,21 с (3H, CH_3), 2,31 т (2H, 3J 5 Гц), 2,62–2,74 м (2H), 6,05 с (1H, 12-Н), 6,63 с (1H, $\text{H}_{\text{изокс}}$), 7,18 д (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 7,30 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,37 т (1H, 3J 7,5 Гц, H_{Ar}), 7,43 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,51 с (1H, H_{Ar}), 7,53 т (1H, 3J 7,5 Гц, H_{Ar}), 7,81 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,83 д (1H, 3J 8 Гц, H_{Ar}), 8,13 д (1H, 3J 8,5 Гц, H_{Ar}), 9,94 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 19,82 к (CH_3), 19,90 к (CH_3), 21,44 т (CH_2), 27,43 т (CH_2), 28,99 д (12-С), 37,00 т (10- CH_2), 99,43 д ($\text{CH}_{\text{изокс}}$), 104,79 с, 113,67 с, 117,53 д, 122,86 д, 123,29 д, 124,31 с, 125,04 с, 126,81 д, 127,44 д, 129,92 д, 128,97 д, 130,55 д, 130,79 с, 131,73 д, 134,82 с, 137,64 с, 139,18 с, 154,76 с, 168,06 с, 169,19 с, 194,01 с (C=O). Найдено, %: С 80,13; Н 5,82; N 6,51. $\text{C}_{28}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: С 79,98; Н 5,75; N 6,66. *M* 420,50.

12-[5-(4-трет-Бутилфенил)изоксазол-3-ил]-8,9,10,12-тетрагидробензо[а]акридин-11(7H)-он (29). Выход 82 %, т. пл. 262–263 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 257, 3 185 (NH), 3 087, 3 054, 3 025, 3 016, 2 960, 2 930, 2 900, 2 875, 2 867, 1 620 (C=O), 1 597, 1 583, 1 521, 1 497, 1 467, 1 429, 1 418, 1 401, 1 384, 1 337, 1 316, 1 283, 1 270, 1 237, 1 191, 1 180, 1 139, 1 126, 1 116, 1 046, 1 025, 1 008, 990, 959, 946, 890, 838, 817, 802, 770, 753, 695, 669, 645, 604, 587, 553, 540, 529, 490, 475, 460. Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1,24 с (9H, *t*-Bu), 1,88–2,01 м (2H), 2,31 т (2H, ³J 5 Гц), 2,62–2,74 м (2H), 6,06 с (1H, 12-H), 6,66 с (1H, H_{изокс}), 7,30 д (1H, ³J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,37 т (1H, ³J 8 Гц, H_{Ar}), 7,44 д (2H, ³J 8,5 Гц, H_{фенилен}), 7,53 т (1H, ³J 8 Гц, H_{Ar}), 7,64 д (2H, ³J 8,5 Гц, H_{фенилен}), 7,81 д (1H, ³J 8,5 Гц, H_{Ar}), 7,83 д (1H, ³J 8 Гц, H_{Ar}), 8,13 д (1H, ³J 8,5 Гц, H_{Ar}), 9,95 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 20,87 т (CH₂), 26,86 т (CH₂), 28,43 д (12-H), 30,77 к (*t*-Bu), 34,49 с (CMe₃), 36,56 т (10-CH₂), 99,17 д (CH_{изокс}), 104,25 с, 113,11 с, 116,97 д, 122,29 д, 123,75 д, 124,17 с, 125,18 д (2C_{фенилен}), 125,76 д (2C_{фенилен}), 126,88 д, 128,37 д, 130,22 с, 131,17 с, 134,27 с, 152,76 с, 154,20 с, 167,18 с, 168,35 с, 193,46 с (C=O). Найдено, %: С 80,41; Н 6,38; N 6,17. C₃₀H₂₈N₂O₂. Вычислено, %: С 80,33; Н 6,29; N 6,25. *M* 448,56.

Бисбензоциклопентахинолины и бисакридины 13–23, 30–34 (общая методика). К раствору 5 ммоль формилфенил-4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилата (или 2-, 3-, 4-пиридинкарбальдегида) в 50 мл бутанола последовательно прибавляли 0,4 г (2,5 ммоль) 2,5-диаминонафталина и 0,5 г (5 ммоль) 1,3-циклоалкандиона. 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.

(1,8-Диоксо-1,2,3,4,7,8,9,10,11,14-декагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-7,14-диил)бис(3,1-фенилен)бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (13). Выход 52 %, т. пл. 234–235 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 267, 3 100 (NH), 3 031, 2 923, 1 746 (C=O), 1 671, 1 609, 1 525, 1 500, 1 480, 1 442, 1 394, 1 351, 1 257, 1 195, 1 071, 1 005, 963. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 886 [$M+H$]⁺ (100). Найдено, %: С 57,08; Н 2,84; Cl 15,48; N 5,97; S 6,93. C₄₂H₂₄Cl₄N₄O₆S₂. Вычислено, %: С 56,90; Н 2,73; Cl 15,99; N 6,32; S 7,23. *M* 886,60.

(1,8-Диоксо-1,2,3,4,7,8,9,10,11,14-декагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-7,14-диил)бис(4,1-фенилен)бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (14). Выход 44 %, т. пл. 208–210 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 265, 3 230 (NH), 3 097, 3 030, 2 960, 2 921, 2 852, 1 750 (C=O), 1 674, 1 609, 1 599, 1 519, 1 501, 1 387, 1 352, 1 319, 1 254, 1 204, 1 185, 1 070, 1 016, 1 005, 990, 963, 884, 812. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 886 [$M+H$]⁺ (100). Найдено, %: С 57,16; Н 2,87; Cl 15,63; N 5,98; S 6,90. C₄₂H₂₄Cl₄N₄O₆S₂. Вычислено, %: С 56,90; Н 2,73; Cl 15,99; N 6,32; S 7,23. *M* 886,60.

(1,8-Диоксо-1,2,3,4,7,8,9,10,11,14-декагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-7,14-диил)бис(6-метокси-3,1-фенилен)бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (15). Выход 63 %, т. пл. 198–200 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 265, 3 220 (NH), 3 085, 3 005, 2 960, 2 924, 2 880, 2 837, 1 753 (C=O), 1 674, 1 609, 1 510, 1 435, 1 389, 1 351, 1 317, 1 264, 1 192, 1 178, 1 120, 1 104, 1 069, 1 023, 1 005, 968, 896, 860, 817, 782, 769. Спектр ЯМР ¹H (DMSO-*d*₆, м. д.): 2,31 м (4H, 4 8-H), 2,82 м (4H, 4 9-H), 3,71 с (6H, 2 OMe), 5,73 уш. с (2H, 2 11-H), 6,99 м (2H), 7,04 м (2H), 7,14 м (2H), 7,28 м (2H), 7,39 м (2H), 7,96 м (2H), 10,06 с (2H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMSO-*d*₆, м. д.): 24,6 (2 C-8), 33,4 (2 C-9), 34,6 (2 11-CH), 55,8 (2 OCH₃), 108,4 (2 C_{четв}), 112,6 (2 CH), 116,0 (2 C_{четв}), 121,4 (2 CH), 121,5 (2 C_{четв}), 122,0 (2 CH), 123,7 (2 CH), 126,5 (2 CH), 128,4 (2 C_{четв}), 132,0 (2 C_{четв}), 138,2 (2 C_{четв}), 140,2 (2 C_{четв}), 148,7 (2 C_{четв}), 150,7 (2 C_{четв}), 152,2 (2 C_{четв}), 156,1 (4 C_{четв}), 165,8 и 165,9 (2 COO), 200,4 (2 C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 946 [$M+H$]⁺ (100). Найдено, %: С 56,10; Н 3,11; Cl 14,50; N 5,71; S 6,43. C₄₄H₂₈Cl₄N₄O₈S₂. Вычислено, %: С 55,83; Н 2,98; Cl 14,98; N 5,92; S 6,77. *M* 946,65.

(1,8-Диоксо-1,2,3,4,7,8,9,10,11,14-декагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-7,14-диил)бис(2-метокси-4,1-фенилен)бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (16). Выход 60 %, т. пл. 204–206 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 267, 3 230 (NH), 3 090, 3 080, 3 035, 3 010, 2 960, 2 928, 2 870, 2 835, 1 751 (C=O), 1 675, 1 623, 1 602, 1 511, 1 464, 1 416, 1 397, 1 351, 1 112, 1 069, 1 030, 961, 928, 872. Спектр ЯМР ¹H (Py-*d*₅, м. д.): 2,16 м (4H, 4 8-H), 2,32 м (4H, 4 9-H), 3,63 с (6H, 2 OMe), 5,50 с (2H, 2 11-H), 6,89 м (2H), 7,13 м (2H), 7,39 м (2H), 7,36 м (2H), 8,41 м (2H), 10,67 с (2H, NH). Спектр ЯМР ¹³C записать не удалось по причине крайне низкой растворимости соеди-

нения. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 946 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 56,11; H 3,03; Cl 14,58; N 5,66; S 6,313. $C_{44}H_{28}Cl_4N_4O_8S_2$. Вычислено, %: C 55,83; H 2,98; Cl 14,98; N 5,92; S 6,77. M 946,65.

(1,8-Диоксо-1,2,3,4,7,8,9,10,11,14-декагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-7,14-диил)бис(2-этокси-4,1-фенилен)бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (17). Выход 43 %, т. пл. 163–165 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 266, 3 230 (NH), 3 085, 2 976, 2 924, 2 869, 1 754 (C=O), 1 670, 1 625, 1 601, 1 515, 1 428, 1 387, 1 351, 1 316, 1 266, 1 254, 1 183, 1 116, 1 068, 1 036, 959, 870, 830, 766, 746. Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , м. д.): 1,20 т (6H, 2 J 7 Гц, CH_2CH_3), 2,31 м (4H, 4 8-H), 2,82 м (4H, 4 9-H), 4,03 к (4H, 3 J 7 Гц, CH_2CH_3), 6,62 с (2H, 2 11-H), 7,07 м (2H), 7,21 м (2H), 7,31 м (2H), 7,64 м (2H), 7,91 м (2H), 10,19 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , м. д.): 15,1 (2 CH_2CH_3), 25,4 (2 C-8), 34,2 (2 C-9), 41,1 (2 11-CH), 64,7 (2 CH_2CH_3), 113,6 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 114,2 (2 CH), 120,5 (2 CH), 122,7 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 122,9 (2 CH), 123,1 (2 CH), 123,9 (2 CH), 125,5 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 136,3 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 137,7 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 142,1 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 149,9 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 151,6 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 151,7 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 153,2 (2 $\text{C}_{\text{четв}}$), 157,3 (4 $\text{C}_{\text{четв}}$), 166,9 (COO), 201,29 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 974 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 56,93; H 3,44; Cl 14,21; N 5,43; S 6,25. $C_{46}H_{32}Cl_4N_4O_8S_2$. Вычислено, %: C 56,68; H 3,31; Cl 14,55; N 5,75; S 6,58. M 974,70.

(1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3-*c*]акридин-8,16-диил)бис-(4,1-фенилен) бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (18). Выход 57 %, т. пл. > 300 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 285 (NH); 3 103, 2 937, 2 867 (C- $\text{H}_{\text{алиф}}$), 1 751 (C=O), 1 587 (C=O), 1 517, 1 493, 1 412, 1 386, 1 364, 1 266, 1 208, 1 192, 1 139, 1 069, 994, 961. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,84–1,93 м (2H, CH_2), 1,93–2,04 м (2H, CH_2), 2,23–2,32 м (4H, 2 CH_2), 2,64–2,76 м (2H, CH_2), 2,86–2,95 м (4H, CH_2), 5,32 с (2H, 2CH), 7,08–7,15 м (4H $_{\text{Ar}}$), 7,27–7,32 м (4H $_{\text{Ar}}$), 7,38–7,43 м (2H $_{\text{Ar}}$), 8,04–8,11 м (2H $_{\text{Ar}}$), 9,22–9,28 м (2H, 2NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 21,57 (2 CH_2), 27,56 (2 CH_2), 37,31 (2 CH_2), 39,90 (2CH), 116,79 (2CH $_{\text{Ar}}$), 121,78 (4CH $_{\text{Ar}}$), 128,89 (2CH $_{\text{Ar}}$), 128,96 (4CH $_{\text{Ar}}$), 121,12, 122,03, 125,35, 125,62, 131,84, 147,07, 148,44, 151,19, 153,24, 154,43, 157,67, 194,58 (12 $\text{C}_{\text{четв}}$). Найдено, %: C 57,91; H 3,15; Cl 15,39; N 6,02; S 6,95. $C_{44}H_{28}Cl_4N_4O_6S_2$. Вычислено, %: C 57,78; H 3,09; Cl 15,50; N 6,13; S 7,01. M 914,66.

1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3-*c*]акридин-8,16-диил)бис-(2-метокси-4,1-фенилен) бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (19). Выход 55 %, т. пл. 295–297 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 328 (NH); 3 033, 2 947, 2 933, 2 867 (C- $\text{H}_{\text{алиф}}$), 1 756 (C=O), 1 592 (C=O), 1 514, 1 489, 1 419, 1 383, 1 361, 1 264, 1 189, 1 157, 1 111, 1 067, 1 032, 994, 960. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,84–1,96 м (2H, CH_2), 1,96–2,10 м (2H, CH_2), 2,22–2,37 м (4H, 2 CH_2), 2,59–2,76 м (2H, CH_2), 2,85–2,97 м (2H, CH_2), 3,74 с (6H, 2OMe), 5,31 с (2H, 2CH), 6,71–6,75 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,00–7,07 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,18–7,21 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,47–7,52 м (2H $_{\text{Ar}}$), 8,04–8,09 м (2H $_{\text{Ar}}$), 9,22–9,28 м (2H, 2NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 21,64 (2 CH_2), 27,56 (2 CH_2), 37,33 (2 CH_2), 39,27 (2CH), 56,34 (OMe), 112,41 (2CH $_{\text{Ar}}$), 116,77 (2CH $_{\text{Ar}}$), 119,66 (2CH $_{\text{Ar}}$), 122,82 (2CH $_{\text{Ar}}$), 128,07 (2CH $_{\text{Ar}}$), 108,64, 121,12, 122,01, 125,56, 131,71, 137,06, 148,46, 150,58, 151,48, 152,91, 154,64, 157,13, 194,64 (13 $\text{C}_{\text{четв}}$). Найдено, %: C 56,75; H 3,48; Cl 14,39; N 5,68; S 6,43. $C_{46}H_{32}Cl_4N_4O_8S_2$. Вычислено, %: C 56,68; H 3,31; Cl 14,55; N 5,75; S 6,58. M 974,71.

1,9-Диоксо-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,16-додекагидроакридино[4,3-*c*]акридин-8,16-диил)бис-(2-этокси-4,1-фенилен) бис(4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат) (20). Выход 55 %, т. пл. > 300 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 316 (NH); 3 101, 3 061, 2 928, 2 868 (C- $\text{H}_{\text{алиф}}$), 1 753 (C=O), 1 600 (C=O), 1 515, 1 506, 1 486, 1 416, 1 382, 1 354, 1 263, 1 184, 1 139, 1 115, 1 069, 1 039, 994, 961. Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1,22 т (6H, 2 OCH_2CH_3 , J 7,0 Гц), 1,87–2,06 м (4H, 2 CH_2), 2,23–2,34 м (4H, 2 CH_2), 2,62–2,76 м (2H, CH_2), 2,86–2,98 м (2H, 2 CH_2), 3,95–4,08 м (4H, 2 OCH_2CH_3), 5,30 с (2H, 2CH), 6,68–6,75 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,00–7,07 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,15–7,20 м (2H $_{\text{Ar}}$), 7,45–7,52 м (2H $_{\text{Ar}}$), 8,03–8,09 м (2H $_{\text{Ar}}$), 9,22–9,28 м (2H, 2NH). Найдено, %: C 57,56; H 3,78; Cl 14,05; N 5,46; S 6,31. $C_{48}H_{36}Cl_4N_4O_8S_2$. Вычислено, %: C 57,49; H 3,62; Cl 14,14; N 5,59; S 6,40. M 1002,76.

7,14-Ди(пиридин-2-ил)-2,3,4,7,9,10,11,14-октагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-1,8-дион (21). Выход 58 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3 184, 3 080 (NH), 3 000, 2 923, 2 851, 1 678, 1 624, 1 592, 1 526, 1 498, 1 432, 1 385, 1 252, 1 003, 882, 800, 751. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 497 $[M+H]^+$ (100). Найдено, %: C 77,73; H 4,96; N 10,96. $C_{32}H_{24}N_4O_2$. Вычислено, %: C 77,40; H 4,87; N 11,28. M 496,57.

7,14-Ди(пиридин-3-ил)-2,3,4,7,9,10,11,14-октагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-1,8-дион (22). Выход 46 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 221, 3 180 (NH), 3 077, 2 917, 2 855, 1 683, 1 636, 1 529, 1 388, 1 256, 1 001, 881, 800, 710. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 497 [$M+H$]⁺ (100). Найдено, %: С 77,85; Н 4,92; N 10,99. C₃₂H₂₄N₄O₂. Вычислено, %: С 77,40; Н 4,87; N 11,28. *M* 496,57.

7,14-Ди(пиридин-4-ил)-2,3,4,7,9,10,11,14-октагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-1,8-дион (23). Выход 56 %, т. пл. > 310 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 239, 3 030 (NH), 2 927, 1 678, 1 626, 1 600, 1 532, 1 498, 1 413, 1 386, 1 252, 997, 810, 759. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 497 [$M+H$]⁺ (100). Найдено, %: С 77,65; Н 4,93; N 11,04. C₃₂H₂₄N₄O₂. Вычислено, %: С 77,40; Н 4,87; N 11,28. *M* 496,57.

7,14-Бис(5-фенилизоксазол-3-ил)-2,3,9,10,11,14-гексагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-1,8(4*H*,7*H*)-дион (30). Выход 45 %, т. пл. 252–253 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 268, 3 225 (NH), 3 095, 3 060, 3 036, 2 953, 2 923, 2 860, 2 855, 1 674, 1 612 (C=O), 1 597, 1 574, 1 521, 1 500, 1 450, 1 440, 1 405, 1 387, 1 340, 1 320, 1 265, 1 253, 1 236, 1 201, 1 175, 1 046, 1 011, 989, 945, 880, 763, 686, 651, 535. Найдено, %: С 76,54; Н 4,58; N 8,81. C₄₀H₂₈N₄O₄. Вычислено, %: С 76,42; Н 4,49; N 8,91. *M* 628,67.

7,14-Бис(5-(*n*-толил)изоксазол-3-ил)-2,3,9,10,11,14-гексагидроциклопента[2,3]хинолино[8,7-*h*]циклопента[*b*]хинолин-1,8(4*H*,7*H*)-дион (31). Выход 41 %, т. пл. 298–300 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 270,3 235 (NH), 3 120, 3 100, 3 030, 2 960, 2 920, 2 858, 1 676, 1 613 (C=O), 1 597, 1 522, 1 501, 1 458, 1 435, 1 392, 1 348, 1 321, 1 254, 1 234, 1 204, 1 184, 1 170, 1 112, 1 060, 1 040, 1 010, 989, 940, 881, 817, 771, 720, 710, 670, 652, 603, 570, 536, 502. Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 2,40 с (6H, 2CH₃), 3,15–3,31 м (4H, 2CH₂), 3,38–3,50 м (4H, 2CH₂), 5,96 с (2H, 2CH), 6,66–6,74 м (2H, 2H_{изокс}), 7,30 д (2H_{Ar}, *J* 8,0 Гц), 7,61–7,74 м (6H_{Ar}), 8,20 д (2H_{Ar}, *J* 8,8 Гц), 10,23 (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 19,80 (2CH₃), 27,12 (CH₂), 30,95 (CH₂), 32,41 (CH), 98,40 д (CH_{изокс}), 119,46 (2CH_{Ar}), 125,91 (4CH_{Ar}), 129,01 (2CH_{Ar}), 129,74 (4CH_{Ar}), 109,91, 119,95, 122,38, 123,92, 129,24, 143,64, 164,53, 173,71, 180,54, 199,21 (C=O) (10 C_{четв}). Найдено, %: С 76,98; Н 5,06; N 8,39. C₄₂H₃₂N₄O₄. Вычислено, %: С 76,81; Н 4,91; N 8,53. *M* 656,73.

8,16-Бис[5-(4-этилфенил)изоксазол-3-ил]-3,4,8,10,11,12,13,16-октагидроакридино[4,3-*c*]акридин-1,9(2*H*,5*H*)-дион (32). Выход 42 %, т. пл. 284–285 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 294 (NH), 3 245, 3 190, 3 102, 3 028, 2 962, 2 929, 2 890, 2 869, 1 620 (C=O), 1 592, 1 519, 1 494, 1 457, 1 418, 1 385, 1 365, 1 334, 1 270, 1 261, 1 193, 1 180, 1 170, 1 135, 1 124, 1 080, 1 070, 1 046, 995, 946, 920, 900, 880, 845, 834, 825, 784, 775, 760, 740, 680, 660, 640, 590, 536. Найдено, %: С 77,65; Н 5,78; N 7,74. C₅₀H₄₈N₄O₄. Вычислено, %: С 77,51; Н 5,66; N 7,86. *M* 712,83.

8,16-Бис[5-(2,5-диметилфенил)изоксазол-3-ил]-3,4,8,10,11,12,13,16-октагидроакридино[4,3-*c*]акридин-1,9(2*H*,5*H*)-дион (33). Выход 45 %, т. пл. 276–277 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 293 (NH), 3 101, 3 025, 2 923, 2 890, 2 867, 1 613 (C=O), 1 594, 1 519, 1 490, 1 445, 1 417, 1 380, 1 333, 1 315, 1 301, 1 264, 1 192, 1 170, 1 127, 1 070, 1 055, 1 020, 995, 970, 945, 920, 902, 890, 876, 860, 855, 820, 802, 781, 759, 740, 706, 685, 650, 600, 590, 536, 505, 480, 430. Найдено, %: С 77,67; Н 5,75; N 7,71. C₄₆H₄₀N₄O₄. Вычислено, %: С 77,51; Н 5,66; N 7,86. *M* 712,83.

8,16-Бис[5-(4-трет-бутилфенил)изоксазол-3-ил]-3,4,8,10,11,12,13,16-октагидроакридино[4,3-*c*]акридин-1,9(2*H*,5*H*)-дион (34). Выход 43 %, т. пл. 279–280 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3 302, 3 243, 3 192 (NH), 3 120, 3 101, 3 031, 2 953, 2 905, 2 868, 1 620 (C=O), 1 592, 1 519, 1 491, 1 460, 1 416, 1 385, 1 365, 1 335, 1 265, 1 260, 1 193, 1 170, 1 140, 1 128, 1 076, 1 045, 995, 949, 930, 915, 875, 855, 837, 782, 739, 685, 605, 553, 536. Найдено, %: С 78,21; Н 6,35; N 7,14. C₅₀H₄₈N₄O₄. Вычислено, %: С 78,10; Н 6,29; N 7,29. *M* 768,94.

2-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[*a*]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (35).

3-(11-Оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[*a*]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (36).

2-Метокси-5-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[*a*]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (37).

2-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[*a*]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (38).

3-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (39).

4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (40).

2-Метокси-5-(9,9-диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил- 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (41).

2-Метокси-4-(9,9-диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (42).

2-Этокси-4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексаагидробензо[а]акридин-12-ил)фенил 4,5-дихлоризотиазол-3-карбоксилат (43).

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект X22-038).

Acknowledgments. The work was carried out with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (project X22-038).

Список использованных источников

1. Синтез производных бисакридина с пиридиновым и 1,2-азольными фрагментами / Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. К. Петкевич [и др.] // Журнал общей химии. – 2022. – Т. 92, № 1. – С. 56–71. <https://doi.org/10.31857/S0044460X22010085>
2. Пиридинсодержащие бензоциклопентахинолины и бензакридины и их четвертичные соли / Е. А. Дикусар, Е. А. Акишина, С. С. Ковальская [и др.] // Журнал общей химии. – 2023. – Т. 93, № 7. – С. 1023–1034. <https://doi.org/10.31857/S0044460X23070053>
3. Acridine as an Anti-Tumour Agent: A Critical Review / P. Varakumar, K. Rajagopal, B. Aparna [et al.] // Molecules. – 2022. – Vol. 28, № 1. – Art. 193. <https://doi.org/10.3390/molecules28010193>
4. A Review on Acridines as Antiproliferative Agents / A. Baliwada, K. Rajagopal, P. Varakumar [et al.] // Mini-Reviews in Medicinal Chemistry. – 2022. – Vol. 22, № 21. – P. 2769–2798. <https://doi.org/10.2174/1389557522666220511125744>
5. Denny, W. A. Acridine derivatives as chemotherapeutic agents / W. A. Denny // Current Medicinal Chemistry. – 2022. – Vol. 9, № 18. – P. 1655–1665. <https://doi.org/10.2174/0929867023369277>
6. Novel tetra-acridine derivatives as dual inhibitors of topoisomerase II and the human proteasome / S. Vispé, I. Vandenberghe, M. Robin [et al.] // Biochemical Pharmacology. – 2007. – Vol. 73, № 12. – P. 1863–1972. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2007.02.016>
7. Mechanisms of action of DNA intercalating acridine-based drugs: how important are contributions from electron transfer and oxidative stress? / B. C. Baguley, L. P. Wakelin, J. D. Jacintho, P. Kovacic // Current Medicinal Chemistry. – 2003. – Vol. 10, № 24. – P. 2643–2649. <https://doi.org/10.2174/0929867033456332>
8. Novel acridine-based compounds that exhibit an anti-pancreatic cancer activity are catalytic inhibitors of human topoisomerase II / L. M. Oppgaard, A. V. Ougolkov, D. N. Luchini [et al.] // European Journal of Pharmacology. – 2009. – Vol. 602, № 2–3. – P. 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.11.044>
9. Structure-activity relationships for substituted bis(acridine-4-carboxamides): a new class of anticancer agents / S. A. Gamage, J. A. Spicer, G. J. Atwell [et al.] // Journal of Medicinal Chemistry. – 1999. – Vol. 42, № 13. – P. 2383–2393. <https://doi.org/10.1021/jm980687m>
10. Структурно-функциональный анализ биологической активности производных акридина / Э. Г. Деева, Я. В. Павловская, О. И. Киселев [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 2. – С. 29–34.
11. A review of published data on acridine derivatives with different biological activities / J. S. Rupar, V. D. Dobričić, M. M. Aleksić [et al.] // Kragujevac Journal of Science. – 2018. – Vol. 40, № 1. – P. 83–101. <https://doi.org/10.5937/kgjsci1840083r>
13. Substituted benz[а]acridines and benz[с]acridines as mammalian topoisomerase poisons / D. Makhey, C. Yu, A. Liu [et al.] // Bioorganic and Medicinal Chemistry. – 2000. – Vol. 8, № 5. – P. 1171–1182. [https://doi.org/10.1016/S0968-0896\(00\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0968-0896(00)00048-1)
14. Nowak, K. Chemical structures and biological activities of bis- and tetrakis-acridine derivatives: A review / K. Nowak // Journal of Molecular Structure. – 2017. – Vol. 1146. – P. 562–570. <https://doi.org/10.1016/J.MOLSTRUC.2017.05.042>
15. General Atomic and Molecular Electronic-Structure System / M. W. Schmidt, K. K. Baldridge, J. A. Boatz [et al.] // Journal of Computational Chemistry. – 1993. – Vol. 14. – № 7. – P. 1347–1363. <https://doi.org/10.1002/jcc.540141112>
16. Putz, M. V. DFT chemical reactivity driven by biological activity: applications for the toxicological fate of chlorinated PAHs / M. V. Putz // Applications of Density Functional Theory to Biological and Bioinorganic Chemistry / ed. M. V. Putz, M. P. Mingos. – Berlin: Springer Link, 2013. – P. 181–231. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32750-6_6
17. Синтез структурных аналогов алкалоидов с изоксазольными и изотиазольными фрагментами / С. К. Петкевич, А. В. Клецков, А. П. Кадуцкий [и др.] // Журнал органической химии. – 2018. – Т. 54, № 12. – С. 1793–1800. <https://doi.org/10.1134/S0514749218120129>

References

1. Dikuser E. A., Akishina E. A., Petkevich S. K., Zhukouskaya N. A., Alekseyev R. S., Bumagin N. A., Shahab S. N., Filippovich L. N., Potkin V. I. Synthesis of Bisacridine Derivatives with Pyridine and 1,2-Azole Fragments. *Russian Journal of General Chemistry*, 2022, vol. 92, no. 1, pp. 40–53 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/s1070363222010078>
2. Dikuser E. A., Akishina E. A., Kovalskaya S. S., Grigoriev M. S., Fedoseeva M. A., Alekseeva K. A., Potkin V. I. Pyridine-containing benzocyclopentaquinolines and benzacridines and their quaternary. *Zhurnal obshchei himii = Journal of General Chemistry*, 2023, vol. 93, no. 7, pp. 1023–1034 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0044460X23070053>

3. Varakumar P., Rajagopal K., Aparna B., Raman K., Byran G., Lima C. M. G., Rashid S., Nafady M. H., Emran T. B., Wybraniec S. Acridine as an Anti-Tumour Agent: A Critical Review. *Molecules*, 2022, vol. 28, no. 1, art. 193. <https://doi.org/10.3390/molecules28010193>
4. Baliwada A., Rajagopal K., Varakumar P., Raman K., Byran G. A Review on Acridines as Antiproliferative Agents. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 2022, vol. 22, no. 21, pp. 2769–2798. <https://doi.org/10.2174/1389557522666220511125744>
5. Denny W. A. Acridine derivatives as chemotherapeutic agents. *Current Medicinal Chemistry*, 2022, vol. 9, no. 18, pp. 1655–1665. <https://doi.org/10.2174/0929867023369277>
6. Vispé S., Vandenberghé I., Robin M., Annereau J. P., Créancier L., Pique V., Galy J. P., Kruczynski A., Barret J. M., Bailly C. Novel tetra-acridine derivatives as dual inhibitors of topoisomerase II and the human proteasome. *Biochemical Pharmacology*, 2007, vol. 73, no. 12, pp. 1863–1972. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2007.02.016>
7. Baguley B. C., Wakelin L. P., Jacintho J. D., Kovacic P. Mechanisms of action of DNA intercalating acridine-based drugs: how important are contributions from electron transfer and oxidative stress? *Current Medicinal Chemistry*, 2003, vol. 10, no. 24, pp. 2643–2649. <https://doi.org/10.2174/0929867033456332>
8. Opegard L. M., Ougolkov A. V., Luchini D. N., Schoon R. A., Goodell J. R., Kaur H., Billadeau D. D., Ferguson D. M., Hiasa H. Novel acridine-based compounds that exhibit an anti-pancreatic cancer activity are catalytic inhibitors of human topoisomerase II. *European Journal of Pharmacology*, 2009, vol. 602, no. 2–3, pp. 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.11.044>
9. Gamage S. A., Spicer J. A., Atwell G. J., Finlay G. J., Baguley B. C., Denny W. A. Structure-activity relationships for substituted bis(acridine-4-carboxamides): a new class of anticancer agents. *Journal of Medicinal Chemistry*, 1999, vol. 42, no. 13, pp. 2383–2393. <https://doi.org/10.1021/jm980687m>
10. Deeva E. G., Pavlovskaya Ya. V., Kiselyov O. I., Kiselyov V. I., Piotrovsky L. B., Ershov F. I. The structural-and-functional analysis of the biological activity of acridine derivatives. *Vestnik Rossijskoi akademii meditsinskikh nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2004, no. 2, pp. 29–34 (in Russian).
11. Rupar J. S., Dobričić V. D., Aleksić M. M., Brborić J. S., Čudina O. A. A review of published data on acridine derivatives with different biological activities. *Kragujevac Journal of Science*, 2018, vol. 40, no. 1, pp. 83–101. <https://doi.org/10.5937/kgjsi1840083r>
13. Makhey D., Yu C., Liu A., Liu L. F., LaVoie E. J. Substituted benz[a]acridines and benz[c]acridines as mammalian topoisomerase poisons. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2000, vol. 8, no. 5, pp. 1171–1182. [https://doi.org/10.1016/S0968-0896\(00\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0968-0896(00)00048-1)
14. Nowak K. Chemical structures and biological activities of bis- and tetrakis-acridine derivatives: A review. *Journal of Molecular Structure*, 2017, vol. 1146, pp. 562–570. <https://doi.org/10.1016/J.MOLSTRUC.2017.05.042>
15. Shmidt 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. <https://doi.org/10.1002/jcc.540141112>
16. Putz M. V., Putz A. M. DFT Chemical Reactivity Driven by Biological Activity: Applications for the Toxicological Fate of Chlorinated PAHs. Putz M., Mingos D. (eds.). *Applications of Density Functional Theory to Biological and Bioinorganic Chemistry. Structure and Bonding*, vol. 150. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 181–231. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32750-6_6
17. Petkevich S. K., Kletskov A. V., Kadutskii A. P., Dikuser E. A., Kozlov N. G., Potkin V. I. Synthesis of Alkaloid Analogs Containing Isoxazole and Isothiazole Fragments. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2018, vol. 54, no. 12, pp. 1807–1814. (in Russian). <https://doi.org/10.1134/s1070428018120126>

Информация об авторах

Дикусар Евгений Анатольевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: dikuser@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

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

Жуковская Нелия Александровна – научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: neliya_zhukovskaya@mail.ru

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

Information about the authors

Dikuser 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: dikuser@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

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

Zhukovskaya Neliya 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: neliya_zhukovskaya@mail.ru

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