

ПИРИДИНСОДЕРЖАЩИЕ БЕНЗОЦИКЛОПЕНТАХИНОЛИНЫ И БЕНЗАКРИДИНЫ И ИХ ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ СОЛИ

© 2023 г. Е. А. Дикусар^{1,*}, Е. А. Акишина¹, С. С. Ковальская¹, М. С. Григорьев²,
М. А. Федосеева³, К. А. Алексеева³, В. И. Поткин¹

¹ Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси,
ул. Сурганова 13, Минск, 220072 Беларусь

² Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина Российской академии наук,
Москва, 119071 Россия

³ Российский университет дружбы народов, Москва, 117198 Россия
*e-mail: dikusar@ifoch.bas-net.by

Поступило в редакцию 6 апреля 2023 г.

После доработки 30 мая 2023 г.

Принято к печати 2 июня 2023 г.

Трехкомпонентной каскадной конденсацией 2-нафтиламина, пиридинкарбальдегидов и 1,3-циклоалкандионов в бутаноле при температуре кипения синтезированы 11-пиридинил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-оны и 12-пиридинил-8,9,11,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7H)-оны. Получены четвертичные аммониевые соли ряда производных бензоциклопентахинолинов и бензоакридинов.

Ключевые слова: бензоциклопентахинолины, бензоакридины, 2(3,4)- пиридинкарбальдегиды, 2-нафтиламин, 1,3-циклопентандион, 1,3-циклогександион, 5,5-диметилциклогександион, каскадная трехкомпонентная конденсация

DOI: 10.31857/S0044460X23070053, EDN: HFRZKA

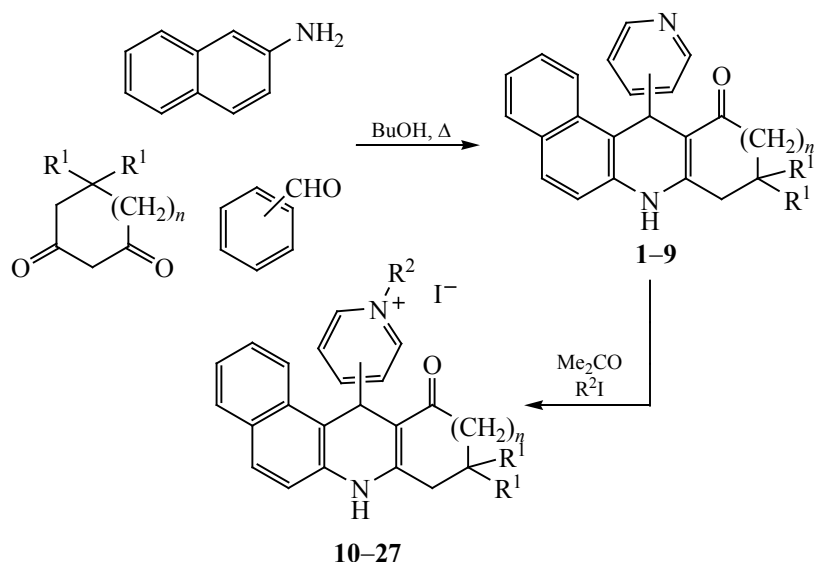
Каскадная трехкомпонентная конденсация ароматических альдегидов, ароматических аминов и циклических β-дикетонных широко используется в синтезе производных бензо[*a*]акридина, 4,7-фенантролина и других конденсированных азаетероциклов [1–3]. Образующиеся в результате этой реакции соединения обладают рядом полезных свойств, в частности, высокой биологической активностью [4–6].

Ранее мы сообщали о синтезе пиридиновых производных акридина и хинолина, содержащих остатки никотиновой и изоникотиновой кислот, ковалентно присоединенных с помощью сложноэфирных групп в различные положения ароматического фрагмента [7].

В настоящей работе трехкомпонентной каскадной конденсацией 2-нафтиламина, 2-, 3-, 4-пиридинкарбальдегидов и 1,3-циклоалкандионов в бутаноле при температуре кипения синтезированы 11-пиридинил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-оны **1–3** и 12-пиридинил-8,9,11,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7H)-оны **4–9** с выходом 60–79% (схема 1).

Кипячением бензоциклопентахинолинов **2**, **3** и бензоакридинов **5**, **6**, **8**, **9** в ацетоне с избытком метил-, этил- или бутилидидов были получены их четвертичные аммониевые соли – производные 3- и 4-пиридинкарбальдегидов **10–27** – с выходом 63–90%. В тех же условиях производные 2-пиридинкарбальдегида **1**, **4**, **7** четвертичные аммоние-

Схема 1.



$n = 0$, $R^1 = H$ (1-3, 10, 11, 16, 17, 22, 23); $n = 1$, $R^1 = H$ (4-6, 12, 13, 18, 19, 24, 25); $n = 1$, $R^1 = Me$ (7-9, 14, 15, 20, 21, 26, 27); 2-N (1, 4, 7), 3-N (2, 5, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22, 24), 4-N (3, 6, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27); $R^2 = Me$ (10-15), Et (16-21), Bu (22-27).

евые соли не образуют, что связано, вероятно, со стерическим экранированием пиридинового атома азота в этих соединениях. Слабоосновная вторичная аминогруппа, сопряженная с карбонильной группой ($HN-C=C-O$) во всех случаях не затрагивается.

Состав и строение синтезированных соединений 1-27 подтверждены данными элементного анализа, ЯМР 1H и ^{13}C , ИК, УФ спектроскопии и масс-спектрометрии. Кроме того, кристаллизацией из ацетона был выращен монокристалл соединения 23 и выполнен его рентгеноструктурный анализ.

Рентгенодифракционный эксперимент для соединения 23 проведен на автоматическом четырехкружном дифрактометре с двумерным детектором Bruker KAPPA APEX II (излучение MoK_{α} , графитовый монохроматор) при 100(2) К. Параметры элементарной ячейки уточнены по всему массиву данных. Поправки на поглощение введены по программе SADABS [8]. Структура решена с использованием программы SHELXT-2018/2 [9] и уточнена полноматричным методом наименьших квадратов по F^2 (SHELXL-2018/3) [10] в анизотроп-

ном приближении для неводородных атомов. Атомы Н групп CH , CH_2 и CH_3 размещены в геометрически вычисленных позициях с изотропными температурными факторами $U(H) = 1.2U_{экр}(C)$ для групп CH и CH_2 и $U(H) = 1.5U_{экр}(C)$ для группы CH_3 . Атом Н группы NH уточнен изотропно с температурным фактором $U(H) = 1.2U_{экр}(N)$. Кристаллографические данные и детали уточнения структуры 23 $C_{25}H_{25}N_2OI$ (M 496.37), моноклинная пространственная группа $C2/c$, a 21.1600(7), b 9.6212(3), c 23.5554(8) Å, β 110.736(1)°, V 4484.9(3) Å³, Z 8, $\mu(MoK_{\alpha})$ 1.446 мм⁻¹, $d_{выч}$ 1.470 г/см³, измерены 38488 рефлексов ($2\theta_{max}$ 60°), число независимых рефлексов 6521 (R_{int} 0.0236, R_{sigma} 0.0177), 5999 наблюдаемых рефлексов с $I > 2\sigma(I)$. Итоговые факторы расходимости: $R1$ 0.0208, wR 0.0463 [$I > 2\sigma(I)$], $R1$ 0.0242, $wR2$ 0.0476 для всех данных, GOOF 1.061. Координаты атомов соединения 23 депонированы в Кембриджском центре кристаллографических данных (CCDC 2249322).

Органический катион в соединении 23 связан с иодид-ионом Н-связью (рис. 1, табл. 1). Атом кислорода выступает в роли акцептора протонов в

Таблица 1. Геометрические характеристики водородных связей в молекуле соединения **23**

D–H···A	D–H, Å	H···A, Å	D···A, Å	Угол DHA, град
N ¹¹ –H ¹¹ ···I ¹	0.834(19)	2.66(2)	3.4844(12)	173.1(17)
C ¹⁹ –H ¹⁹ ···O ²⁴	0.95	2.58	3.1501(17)	119
C ²⁵ –H ^{25A} ···O ^{24a}	0.99	2.26	3.2240(18)	164

^a Преобразование симметрии: 1–x, 1–y, 1–z.

слабых внутримолекулярной и межмолекулярной связях типа C–H···O (табл. 1).

Таким образом, разработан удобный одностадийный способ синтеза пиридинсодержащих производных бензоциклопентахинолина и бензоакридина. Ряд соединений способен вступать в реакцию квартернизации (производные 3- и 4-пиридинкарбальдегидов), образуя водорастворимые производные, перспективные для поиска субстанций, обладающих антимикробной, противоопухолевой или фунгицидной активностью. 2-Пиридилпроизводные, в свою очередь, имеют расположение координационных центров (атома азота и карбонильной группы) благоприятствующее образованию металлокомплексов с солями переходных металлов [11], которые могут оказаться полезными в качестве катализаторов реакций кросс-сочетания.

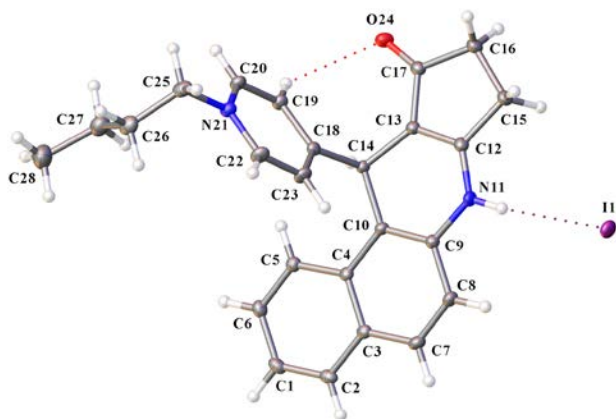


Рис. 1. Общий вид молекулы соединения **23** в кристалле. Эллипсоиды температурных смещений изображены с вероятностью 50%. Пунктиром показаны водородные связи.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на Фурье-спектрофотометре Protege-460 Nicolet с приготовлением образцов в виде таблеток с KBr. УФ спектры сняты на спектрофотометре Varian Cary 300 с использованием кварцевых кювет с l 1 см. В качестве растворителя применяли метанол. Концентрация исследуемых соединений составляла 5×10^{-5} моль/л. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C сняты на спектрометре Bruker Avance-500 или Bruker Avance II 400 в ДМСО- d_6 относительно остаточных сигналов растворителя. 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: ацетонитрил (от 40 до 90% за 10 мин)–вода, содержащая 0.05% (об.) муравьиной кислоты, скорость элюирования – 0.5 мл/мин]. Элементный анализ C,H,N,S-содержащих соединений выполнен на CHNS-анализаторе Vario MICRO cube V1.9.7, для иодсодержащих соединений – методом стандартного микроанализа. Контроль за ходом реакций и чистотой полученных соединений осуществлен методом ТСХ на пластинах Merck Silica gel 60 F₂₅₄.

Общая методика синтеза пиридинсодержащих бензакридинов 1–9. К раствору 0.53 г (5 ммоль) пиридинкарбальдегида 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°C 10–12 ч. Выпавший осадок отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта, промывали охлажденным бутанолом и сушили на воздухе при 50°C 10–12 ч.

11-Пиридин-2-ил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (1).

Выход 1.02 г (65%), желтые кристаллы, т. пл. 282°C (разл.). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3223, 3210, 3158 (NH), 3074, 3040, 3005 (C-H_{Ar}), 2958, 2925, 2851, 2840 (C-H_{Alk}), 1678 (C=O), 1637, 1620, 1582, 1528, 1510 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 228 (51000), 276 (25000), 288 (27000), 332 (9000), 355 (9000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 2.22–2.28 м (2H, H^8), 2.68–2.74 м (2H, H^9), 5.75 с (1H, H^{11}), 7.03 д. д (1H, Py , H^5 , 3J 7.0 и 5.0 Гц), 7.25–7.31 м (2H), 7.36 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.49 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.63 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.79 д (2H, 3J 8.5 Гц), 7.97 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.28 д (1H, Py , H^6 , 3J 5.0 Гц), 10.31 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 23.7 т (C^8), 33.2 т (C^9), 40.6 д (C^{11}), 111.5, 115.6, 117.4 д, 120.9 д, 122.5 д, 122.9 д, 123.3 д, 126.4 д, 128.1 д, 128.3 д, 130.2, 131.7, 134.9, 136.2 д, 148.2 д, 163.9 (Py , C^2), 165.1, 199.5 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 313 (100) $[M + \text{H}]^+$. Найдено, %: C 80.97; H 5.22; N 8.65. $\text{C}_{21}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 80.75; H 5.16; N 8.97. M 312.37.

11-Пиридин-3-ил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (2). Выход 1.17 г (75%), желтые кристаллы, т. пл. 298–300°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3258, 3179 (NH), 3084, 3055, 3030 (C-H_{Ar}), 2990, 2954, 2924, 2875, 2857 (C-H_{Alk}), 1671 (C=O), 1629, 1586, 1534, 1510 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 227 (54000), 275 (23000), 278 (27000), 330 (9000), 354 (8000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 2.25–2.31 м (2H, H^8), 2.66–2.72 м (2H, H^9), 5.71 с (1H, H^{11}), 7.16 д. д (1H, Py , H^5 , 3J 8.0 и 5.0 Гц), 7.30 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.33 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.36 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.46 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.77 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.82 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.85 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.24 д. д (1H, Py , H^6 , 3J 5.0 и 1.5 Гц), 8.50 д (1H, Py , H^2 , 3J 1.5 Гц), 10.41 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 23.6 т (C^8), 33.2 т (C^9), 34.7 д (C^{11}). 111.9, 114.3, 117.3 д, 122.7 д, 123.3 д, 123.6 д, 126.7 д, 128.2 д, 128.7 д, 130.4, 131.2, 134.7 д, 135.3, 141.3, 146.7 д, 149.4 д, 164.6, 199.7 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 313 (100) $[M + \text{H}]^+$. Найдено, %: C 81.06; H 5.24; N 8.71. $\text{C}_{21}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 80.75; H 5.16; N 8.97. M 312.37.

11-Пиридин-4-ил-7,8,9,11-тетрагидро-10H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-10-он (3). Выход 1.00 г (64%), желтые кристаллы, т. пл. 279–280°C.

ИК спектр, ν , см^{-1} : 3244, 3181 (NH), 3112, 3091, 3070, 3030, 3019 (C-H_{Ar}), 2960, 2950, 2921, 2855 (C-H_{Alk}), 1663 (C=O), 1626, 1604, 1596, 1586, 1524, 1504 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 227 (52000), 276 (22000), 287 (22000), 331 (8000), 353 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 2.26–2.32 м (2H, H^8), 2.67–2.73 м (2H, H^9), 5.69 с (1H, H^{11}), 7.16 д (2H, Py , $\text{H}^{3,5}$, 3J 6.0 Гц), 7.32 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.34 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.37 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.72 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.83 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.78 д (1H, 3J 9.0 Гц), 8.35 д (2H, Py , $\text{H}^{2,6}$, 3J 6.0 Гц), 10.44 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 23.5 т (C^8), 33.1 т (C^9), 36.5 д (C^{11}), 111.2, 113.7, 117.2 д, 122.5 д (2C, Py , $\text{C}^{3,5}$), 122.6 д, 123.5 д, 126.6 д, 128.2 д, 128.8 д, 130.3, 131.2, 135.2, 149.1 д (2C, Py , $\text{C}^{2,6}$), 153.6, 164.9, 199.5 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 313 (100) $[M + \text{H}]^+$. Найдено, %: C 80.99; H 5.22; N 8.50. $\text{C}_{21}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 80.75; H 5.16; N 8.97. M 312.37.

12-Пиридин-2-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7H)-он (4). Выход 1.01 г (62%), желтые кристаллы, т. пл. >320°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3236, 3172 (NH), 3090, 3080, 3055, 3040, 3005 (C-H_{Ar}), 2955, 2940, 2930, 2890, 2820 (C-H_{Alk}), 1622 (C=O), 1610, 1586, 1560, 1525, 1503 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 216 (31000), 232 (49000), 280 (21000), 292 (23000), 340 (7000), 370 (9000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 1.76–1.82 м (1H), 1.92 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5.0 Гц), 2.19–2.24 м (2H), 2.60–2.65 м (2H), 5.97 с (1H, H^{12}), 6.98 д. д. д (1H, Py , H^5 , 3J 7.5, 5.0, 4J 1.5 Гц), 7.26 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.29 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.40 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.48 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.58 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.72 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.75 д. т (1H, Py , H^3 , 3J 7.5, 4J 2.0 и 1.5 Гц), 8.16 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.26 д. д. д (1H, Py , H^6 , 3J 5.0, 4J 2.0 и 1.5 Гц), 9.75 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 21.5 т (C^9), 27.4 т (C^8), 37.2 т (C^{10}), 39.3 д (C^{12}), 107.5, 116.7, 117.6 д, 121.5 д, 123.0 д, 123.4 д, 123.9 д, 127.0 д, 128.3 д, 128.8 д, 130.7, 132.0, 134.7, 136.6 д, 149.0 д, 153.7, 165.6, 193.9 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 326 (100) $[M + \text{H}]^+$. Найдено, %: C 81.18; H 5.67; N 8.21. $\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 80.96; H 5.56; N 8.58. M 326.40.

12-Пиридин-3-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[*a*]акридин-11(7H)-он (5). Выход 1.24 г (76%),

желтые кристаллы, т. пл. $>320^{\circ}\text{C}$. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3249, 3180 (NH), 3085, 3060, 3055, 3040, 3010 (C-H_{Ar}), 2990, 2955, 2930, 2912, 2987, 2875, 2850 (C-H_{Alk}), 1617 (C=O), 1595, 1581, 1519 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 216 (36000), 232 (51000), 279 (20000), 290 (23000), 338 (8000), 368 (10000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 1.74–1.80 м (1H), 1.92 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5.0 Гц), 2.23–2.29 м (2H), 2.59–2.65 м (2H), 5.87 с (1H, H^{12}), 7.14 д. д (1H, Py , H^5 , 3J 7.5 и 5.0 Гц), 7.30 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.34 д (1H, J 9.0 Гц), 7.42 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.52 д. т (1H, Py , H^4 , 3J 7.5, 4J 2.0 Гц), 7.80 д (2H, 3J 8.5 Гц), 7.93 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.20 д. д (1H, Py , H^6 , 3J 5.0, 4J 2.0 Гц), 8.52 д (1H, Py , H^2 , 4J 2.0 Гц), 9.88 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 20.9 т (C^9), 26.7 т (C^8), 33.6 д (C^{12}), 36.5 т (C^{10}), 107.6, 115.2, 116.9 д, 122.2 д, 123.4 д, 123.7 д, 126.9 д, 128.3 д, 128.5 д, 130.3, 130.9, 134.4, 134.8 д, 142.5, 146.7 д, 148.7 д, 152.9, 193.5 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 326 (100) $[\text{M} + \text{H}]^+$. Найдено, %: С 81.27; Н 5.64; N 8.34. $\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 80.96; Н 5.56; N 8.58. M 326.40.

12-Пиридин-4-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[а]акридин-11(7H)-он (6). Выход 1.26 г (77%), желтые кристаллы, т. пл. $>320^{\circ}\text{C}$. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3254, 3185 (NH), 3087, 3070, 3055, 3017 (C-H_{Ar}), 2987, 2960, 2949, 2935, 2916, 2889, 2860, 2820 (C-H_{Alk}), 1618 (C=O), 1600, 1583, 1519 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 214 (30000), 232 (46000), 280 (18000), 290 (19000), 339 (6000), 370 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 1.82–1.88 м (2H), 2.52 м (2H), 2.62 м (2H), 5.86 с (H^{12}), 7.19 д (2H, Py , $\text{H}^{3,5}$, 3J 5.0 Гц), 7.32 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.35 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.42 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.82 д (2H, 3J 8.5 Гц), 7.87 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.23 д (2H, Py , $\text{H}^{2,6}$, 3J 5.0 Гц), 9.92 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 20.9 т (C^9), 26.9 т (C^8), 35.5 д (C^{12}), 36.7 т (C^{10}), 107.2, 114.8, 117.1 д, 122.3 д, 123.0 д (2C, Py , $\text{C}^{3,5}$), 123.9 д, 127.1 д, 128.6 д (2C), 130.5, 131.2, 134.6, 149.4 д (2C, Py , $\text{C}^{2,6}$), 153.3, 155.2, 193.6 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 326 (100) $[\text{M} + \text{H}]^+$. Найдено, %: С 81.20; Н 5.62; N 8.32. $\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 80.96; Н 5.56; N 8.58. M 326.40.

9,9-Диметил-12-пиридин-2-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[а]акридин-11(7H)-он (7). Выход 1.26 г (71%), желтые кристаллы, т. пл. $302\text{--}303^{\circ}\text{C}$.

ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3238, 3190, 3169 (NH), 3090, 3070, 3064, 3003 (C-H_{Ar}), 2960, 2950, 2930, 2905, 2869 (C-H_{Alk}), 1634 (C=O), 1579, 1518, 1500 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 216 (30000), 233 (49000), 281 (19000), 292 (22000), 341 (7000), 374 (9000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 0.89 с (3H, 9- CH_3), 1.03 с (3H, 9- CH_3), 2.02 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.24 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.43 д (1H, 2J 16.5 Гц), 2.57 д (1H, 2J 16.5 Гц), 5.97 с (1H, H^{12}), 6.98 д. д (1H, Py , H^5 , 3J 6.5 и 4.5 Гц), 7.25–7.31 м (2H), 7.42 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.49 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.58 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.73 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.76 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.21 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.28 д (1H, Py , H^6 , 3J 4.5 Гц), 9.71 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 26.7 к (9- CH_3), 29.5 к (9- CH_3), 32.4 (C^9), 39.2 д (C^{12}), 40.5 т (C^8), 50.6 т (C^{10}), 106.1, 116.2, 117.5 д, 121.2 д, 122.7 д, 123.2 д, 123.7 д, 126.8 д, 128.1 д, 128.5 д, 130.5, 131.8, 134.5, 136.2 д, 148.7 д, 151.7, 165.1, 193.2 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 354 (100) $[\text{M} + \text{H}]^+$. Найдено, %: С 81.59; Н 6.37; N 7.53. $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 81.33; Н 6.26; N 7.90. M 354.45.

9,9-Диметил-12-пиридин-3-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[а]акридин-11(7H)-он (8).

Выход 1.40 г (79%), желтые кристаллы, т. пл. $285\text{--}286^{\circ}\text{C}$. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3254, 3163 (NH), 3090, 3053, 3010 (C-H_{Ar}), 2959, 2924, 2902, 2865, 2835, 2812 (C-H_{Alk}), 1621 (C=O), 1610, 1599, 1583, 1527, 1506 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 216 (31000), 233 (48000), 280 (17000), 291 (19000), 339 (7000), 370 (9000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ , м. д.: 0.83 с (3H, 9- CH_3), 1.03 с (3H, 9- CH_3), 2.03 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.24 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.42 д (1H, 2J 16.5 Гц), 2.57 д (1H, 2J 16.5 Гц), 5.82 с (1H, H^{12}), 7.15 д. д (1H, Py , H^5 , 3J 8.0 и 5.0 Гц), 7.32 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.33 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.43 т (1H, 3J 8.0 Гц), 7.54 д. т (1H, Py , H^4 , 3J 8.0, 4J 2.0 Гц), 7.81 д (2H, 3J 8.5 Гц), 7.94 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.20 д. д (1H, Py , H^6 , 3J 5.0, 4J 2.0 Гц), 8.53 д (1H, Py , H^2 , 4J 2.0 Гц), 9.82 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO-}d_6$), δ_{C} , м. д.: 25.8 к (9- CH_3), 28.6 к (9- CH_3), 31.7 (C^9), 33.3 д (C^{12}), 40.5 т (C^8), 49.7 т (C^{10}), 105.9, 114.9, 116.5 д, 121.7 д, 122.9 д, 123.3 д, 126.5 д, 127.9 д, 128.0 д, 129.9, 130.5, 133.9, 134.3 д, 141.7, 146.3 д, 148.2 д, 150.6, 192.6 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 354 (100) $[\text{M} + \text{H}]^+$. Найдено, %: С 81.52; Н 6.38; N 7.59. $\text{C}_{24}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 81.33; Н 6.26; N 7.90. M 354.45.

9,9-Диметил-12-пиридин-4-ил-8,9,11,12-тетрагидробензо[а]акридин-11(7H)-он (9). Выход 1.06 г (60%), желтые кристаллы, т. пл. 295–296°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3259, 3187 (NH), 3090, 3080, 3055, 3024, 3015, 3090 (C–H_{Ar}), 2956, 2928, 2920, 2890, 2870 (C–H_{Alk}), 1640 (C=O), 1597, 1584, 1560, 1521 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 214 (34000), 233 (51000), 281 (19000), 291 (20000), 341 (7000), 372 (9000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.83 с (3H, 9-CH₃), 1.01 с (3H, 9-CH₃), 2.04 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.24 д (1H, 2J 16.0 Гц), 2.40 д (1H, 2J 16.5 Гц), 2.55 д (1H, 2J 16.5 Гц), 5.84 с (1H, H¹²), 7.20 д (2H, Py, H^{3,5}, 3J 6.0 Гц), 7.31 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.35 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.43 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.80 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.82 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.89 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.32 д (2H, Py, H^{2,6}, 3J 6.0 Гц), 9.86 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 26.2 к (9-CH₃), 29.0 к (9-CH₃), 32.1 (C⁹), 35.5 д (C¹²), 40.0 т (C⁸), 50.1 т (C¹⁰), 105.7, 114.8, 117.0 д, 122.2 д, 122.8 д (2C, Py, C^{3,5}), 123.7 д, 127.0 д, 128.4 д (2C), 130.3, 131.1, 134.5, 149.3 д (2C, Py, C^{2,6}), 151.3, 154.6, 193.0 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 354 (100) [$M + \text{H}$]⁺. Найдено, %: C 81.55; H 6.34; N 7.53. C₂₄H₂₂N₂O. Вычислено, %: C 81.33; H 6.26; N 7.90. M 354.45.

Общая методика синтеза четвертичных иодаккильных солей пиридинсодержащих бензакридинов 10–27. Смесь 2 ммоль пиридинсодержащего бензакридина, 5 ммоль иодаккана и 50 мл свежеперегнанного ацетона кипятили при перемешивании 48 ч. Растворитель удаляли, остаток сушили в вакууме при 50°C.

1-Метил-3-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (10). Выход 1.93 г (85%), оранжевые кристаллы, т. пл. 292–293°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3212, 3167 (NH), 3112, 3086, 3041, 3024 (C–H_{Ar}), 2985, 293, 2918, 2863 (C–H_{Alk}), 1670 (C=O), 1629, 1610, 1599, 1582, 1523, 1508 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 227 (61000), 276 (28000), 286 (23000), 330 (8000), 354 (8000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 2.25 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.0 и 4.0 Гц), 2.36 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.0 и 4.0 Гц), 2.70–2.76 м (2H), 4.29 с (3H, N-Me), 5.97 с (1H, H¹¹), 7.35–2.42 м (3H), 7.73 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.88 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.90–7.97 м (2H), 8.28 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.71 д (1H, 3J 6.0 Гц, 6-Пу), 8.96 с (1H, 2-Пу), 10.64 с (NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц,

ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 24.1 т (C⁸), 33.3 т (C⁹), 35.3 д (C¹¹), 48.1 к (N-Me), 110.1, 112.1, 117.8 д, 122.8 д, 124.2 д, 127.3 д, 127.5 д, 128.7 д, 129.9 д, 130.8, 131.1, 135.8, 143.3 д, 143.4 д, 143.6 д, 145.3, 165.6, 200.1 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 327 (100) [$M - \text{I}$]⁺. Найдено, %: C 58.46; H 4.28; I 27.65; N 5.81. C₂₂H₁₉IN₂O. Вычислено, %: C 58.16; H 4.22; I 27.93; N 6.17. M 454.05.

1-Метил-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (11). Выход 1.93 г (85%), оранжевые кристаллы, т. пл. 241–242°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3205, 3160 (NH), 3110, 3083, 3039, 3019 (C–H_{Ar}), 2955, 2920, 2910, 2890, 2855, 2845, 2830 (C–H_{Alk}), 1703, 1680 (C=O), 1640, 1615, 1600, 1585, 1523, 1506 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 225 (59000), 278 (19000), 318 (7000), 353 (5000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 2.24 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.5 и 3.5 Гц), 2.37 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.5 и 3.5 Гц), 2.71–2.76 м (2H), 4.18 с (3H, N-Me), 6.03 с (H¹¹), 7.36 т (1H, 3J 7.0 Гц), 7.36–7.42 м (2H), 7.70 д (1H, 3J 8.5), 7.84–7.90 м (3H), 7.96 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.74 д (2H, 3,5-Пу, 3J 7.0 Гц), 10.66 с (NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 23.9 т (C⁸), 33.1 т (C⁹), 37.3 д (C¹¹), 47.0 к (N-Me), 109.2, 111.9, 117.5 д, 122.5 д, 124.0 д, 125.7 д (2C, 3,5-Пу), 127.2 д, 128.4 д, 129.7 д, 130.5, 131.0, 135.3, 145.1 д (2C, 2,6-Пу), 161.7, 165.7, 199.5 с (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 327 (100) [$M - \text{I}$]⁺. Найдено, %: C 58.51; H 4.30; I 27.62; N 5.85. C₂₂H₁₉IN₂O. Вычислено, %: C 58.16; H 4.22; I 27.93; N 6.17. M 454.05.

1-Метил-3-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)пиридиния иодид (12). Выход 2.06 г (88%), оранжевые кристаллы, т. пл. 300–301°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3222, 3160 (NH), 3120, 3077, 3052, 3030, 3020 (C–H_{Ar}), 2972, 2942, 2931, 2900, 2855 (C–H_{Alk}), 1634 (C=O), 1620, 1608, 1579, 1519 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 223 (55000), 231 (73000), 280 (25000), 290 (23000), 340 (7000), 364 (8000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 1.82 м (1H), 1.94 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5.0 Гц), 2.22 д. т (1H, 2J 16.5, 3J 5.0 Гц), 2.32 д. д. д (1H, 2J 16.5, 3J 10.0 и 5.0 Гц), 2.63–2.69 м (2H), 4.32 с (3H, NCH₃), 6.04 с (C¹²), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.39 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.85 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.87–2.93 м (2H), 7.95 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.27 д (1H, 3J 8 Гц), 8.67 д (1H, 3J 6.5 Гц, 6-Пу), 9.08 с (1H, 2-Пу), 10.10 с (1H, NH). Спектр

ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ_{C} , м. д.: 20.7 т (C^9), 26.7 т (C^8), 34.4 д (C^{12}), 36.3 т (C^{10}), 48.0 к (NCH_3), 105.9, 112.9, 117.2 д, 122.0 д, 124.0 д, 127.4 д (2C), 128.6 д, 129.3 д, 130.4, 130.6, 134.5, 143.1 д, 143.2 д, 143.3 д, 146.5, 153.9, 193.6 с ($\text{C}=\text{O}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 341 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 59.27; Н 4.59; I 26.81; N 5.54. $\text{C}_{23}\text{H}_{21}\text{IN}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 58.99; Н 4.52; I 27.10; N 5.98. M 468.34.

1-Метил-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)пиридиния иодид (13). Выход 2.10 г (90%), оранжевые кристаллы, т. пл. 217–218°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3268, 3188 (NH), 3120, 3088, 3065, 3020, 3002 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Ar}}$), 2977, 2944, 2935, 2913, 2885, 2860, 2820 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Alk}}$), 1701 ($\text{C}=\text{O}$), 1638, 1613, 1597, 1582, 1515 ($\text{C}-\text{C}_{\text{Ar}}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 228 (67000), 280 (20000), 326 (8000), 353 (6000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ , м. д.: 1.73–1.79 м (1H), 1.95 д. т (1H, 2J 13.0 Гц, 3J 5.0 Гц), 2.22 д. т (1H, 2J 16.0 Гц, 3J 4.5 Гц), 2.33 д. д. д (1H, 2J 16.0, 3J 6.0 и 4.5 Гц), 2.63–2.69 м (2H), 4.15 с (3H, NCH_3), 6.10 с (1H, H^{12}), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.40 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.44 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.76 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.88–7.94 м (4H), 8.70 д (2H, 3J 6.5 Гц, 2,6-Пу), 10.14 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ_{C} , м. д.: 20.7 т (C^9), 26.8 т (C^8), 36.4 т (C^{10}), 36.7 д (C^{12}), 47.1 к (NCH_3), 105.4, 112.8, 117.1 д, 122.1 д, 124.1 д, 126.0 д (2C , 3,5-Пу), 127.4 д, 128.6 д, 129.4 д, 130.4, 130.8, 134.3, 145.1 д (2C , 2,6-Пу), 154.2, 163.2, 193.4 ($\text{C}=\text{O}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 341 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 59.21; Н 4.63; I 26.84; N 5.63. $\text{C}_{23}\text{H}_{21}\text{IN}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 58.99; Н 4.52; I 27.10; N 5.98. M 468.34.

3-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-1-метилпиридиния иодид (14). Выход 1.78 г (72%), оранжевые кристаллы, т. пл. 168–170°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3228, 3171 (NH), 3070, 3017 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Ar}}$), 2954, 2926, 2867 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Alk}}$), 1706 ($\text{C}=\text{O}$), 1629, 1609, 1582, 1521 ($\text{C}-\text{C}_{\text{Ar}}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 215 (43000), 232 (56000), 281 (20000), 292 (19000), 370 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ , м. д.: 0.85 с (3H, 9- CH_3), 1.05 с (3H, 9- CH_3), 2.04 д (1H, H^8 , 2J 16.0 Гц), 2.27 д (1H, H^8 , 2J 16.0 Гц), 2.48 д (1H, H^{10} , 2J 16.5 Гц), 2.60 д (1H, H^{10} , 2J 16.5 Гц), 4.33 с (3H, NCH_3), 6.02 с (1H, H^{12}), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.38 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.85 д (1H, 3J

8.0 Гц), 7.87–7.93 м (2H), 7.96 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.26 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.67 д (1H, 4-Пу, 3J 5.5 Гц), 9.19 с (1H, 2-Пу), 10.06 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ_{C} , м. д.: 27.0 к (3H, 9- CH_3), 29.1 к (3H, 9- CH_3), 32.6 с (C^9), 34.8 д (C^{12}), 40.3 т (C^8), 48.2 к (NCH_3), 50.1 т (C^{10}), 105.0, 113.3, 117.5 д, 122.3 д, 124.4 д, 127.7 д, 127.8 д, 129.0 д, 129.7 д, 130.8, 131.0, 134.9, 143.4 д, 143.6 д, 143.8 д, 146.6, 152.4, 193.4 ($\text{C}=\text{O}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 369 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 60.87; Н 5.25; I 25.14; N 5.21. $\text{C}_{25}\text{H}_{25}\text{IN}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 60.49; Н 5.08; I 25.57; N 5.64. M 496.39.

4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-1-метилпиридиния иодид (15). Выход 1.74 г (70%), оранжевые кристаллы, т. пл. 208–210°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3230, 3168 (NH), 3120, 3066, 3007 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Ar}}$), 2954, 2926, 2866 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Alk}}$), 1706 ($\text{C}=\text{O}$), 1637, 1630, 1610, 1583, 1520 ($\text{C}-\text{C}_{\text{Ar}}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 230 (55000), 280 (16000), 302 (11000), 327 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ , м. д.: 0.84 с (3H, 9- CH_3), 1.05 с (3H, 9- CH_3), 2.03 д (1H, H^8 , 2J 16.0 Гц), 2.30 д (1H, H^8 , 2J 16.0 Гц), 2.44 д (1H, H^{10} , 2J 16.5 Гц), 2.63 д (1H, H^{10} , 2J 16.5 Гц), 4.15 с (3H, NCH_3), 6.08 с (1H, H^{12}), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.39 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.86 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.90 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.91–7.97 м (3H), 8.70 д (2H, 2,6-Пу, 3J 6.5 Гц), 10.09 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ_{C} , м. д.: 26.2 к (3H, 9- CH_3), 28.8 к (3H, 9- CH_3), 30.5 с (C^9), 32.0 д (C^{12}), 36.7 т (C^8), 46.9 к (NCH_3), 49.7 т (C^{10}), 104.0, 112.8, 117.0 д, 121.9 д, 124.0 д, 125.8 д (2C , 3,5-Пу), 127.2 д, 128.4 д, 129.2 д, 130.3, 130.7, 134.2, 145.0 д (2C , 2,6-Пу), 152.1, 162.8, 192.8 ($\text{C}=\text{O}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 369 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 60.82; Н 5.29; I 25.22; N 5.30. $\text{C}_{25}\text{H}_{25}\text{IN}_2\text{O}$. Вычислено, %: С 60.49; Н 5.08; I 25.57; N 5.64. M 496.39.

1-Этил-3-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[*l*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (16). Выход 1.48 г (63%), оранжевые кристаллы, т. пл. 302°C (разл.). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3224, 3190, 3177 (NH), 3135, 3100, 3086, 3050, 3039, 3013 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Ar}}$), 2981, 2934, 2854, 2820 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Alk}}$), 1674 ($\text{C}=\text{O}$), 1634, 1612, 1600, 1584, 1521, 1503 ($\text{C}-\text{C}_{\text{Ar}}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 227 (65000), 276 (24000), 286 (21000), 331 (7000), 356 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, $\text{DMSO}-d_6$), δ , м. д.: 1.50 т (3H, $\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_3$, 3J 7.0 Гц), 2.26 д. т (1H, 2J

17.5, 3J 5.0 Гц), 2.37 д. т (1H, 2J 17.5, 3J 5.0 Гц), 2.71–2.77 м (2H), 4.63 т (2H, N-CH₂CH₃, 3J 7.0 Гц), 6.00 с (1H, H¹¹), 7.35–7.42 м (3H), 7.73 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.87–7.93 м (2H), 7.96 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.09 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.86 д (1H, 6-Пу, 3J 6.0 Гц), 9.29 с (1H, 2-Пу), 10.64 с (NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ_C , м. д.: 16.3 к (N-CH₂CH₃), 24.0 т (C⁸), 33.2 т (C⁹), 35.2 д (C¹¹), 56.3 т (N-CH₂CH₃), 109.9, 111.9, 117.7 д, 122.7 д, 124.1 д, 127.3 д, 127.9 д, 128.7 д, 129.9 д, 130.7, 130.9, 135.7, 142.3 д, 143.4 д, 143.6 д, 145.2, 165.6, 200.1 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 341 (100) [$M - I$]⁺. Найдено, %: С 59.33; Н 4.60; I 26.74; N 5.63. C₂₃H₂₁IN₂O. Вычислено, %: С 58.99; Н 4.52; I 27.10; N 5.98. *M* 468.34.

1-Этил-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7Н-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (17). Выход 1.76 г (75%), оранжевые кристаллы, т. пл. 196–198°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3203, 3157 (NH), 3117, 3076, 3060, 3045, 3016, 3005 (C-H_{Ar}), 2958, 2924, 2870, 2845, 2820 (C-H_{Alk}), 1710 (C=O), 1674, 1636, 1611, 1597, 1583, 1523, 1506 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 225 (65000), 278 (20000), 318 (8000), 351 (5000). Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1.45 т (3H, 3J 7 Гц, N-CH₂CH₃), 2.26 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.5 и 3.5 Гц), 2.38 д. д. д (1H, 2J 17.5, 3J 6.5 и 3.5 Гц), 2.74 м (2H), 4.46 к (2H, N-CH₂CH₃, 3J 7.0 Гц), 6.07 с (1H, H¹¹), 7.36–7.42 м (3H), 7.73 д (1H, 3J 8.0), 7.86–7.92 м (3H), 7.97 д (1H, 3J 9.0 Гц), 8.86 д (2H, 3,5-Пу, 3J 7.0 Гц), 10.67 с (NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ_C , м. д.: 15.5 к (N-CH₂CH₃), 23.7 т (C⁸), 32.9 т (C⁹), 37.1 д (C¹¹), 55.2 т (N-CH₂CH₃), 109.1, 111.7, 117.4 д, 122.4 д, 123.9 д, 125.8 д (2C, 3,5-Пу), 127.0 д, 128.3 д, 129.6 д, 130.3, 130.8, 135.2, 143.9 д (2C, 2,6-Пу), 161.9, 165.7, 199.4 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 341 (100) [$M - I$]⁺. Найдено, %: С 59.37; Н 4.62; I 26.70; N 5.69. C₂₃H₂₁IN₂O. Вычислено, %: С 58.99; Н 4.52; I 27.10; N 5.98. *M* 468.34.

1-Этил-3-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[*a*]акридин-12-ил)пиридиния иодид (18). Выход 1.64 г (68%), оранжевые кристаллы, т. пл. 276–277°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3215, 3147 (NH), 3115, 3073, 3055, 3019 (C-H_{Ar}), 2969, 2927, 2884, 2863 (C-H_{Alk}), 1622 (C=O), 1611, 1579, 1520 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 220 (45000), 231 (62000), 280 (21000), 291 (20000), 340 (6000), 369

(7000). Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1.50 т (3H, N-CH₂CH₃, 3J 7 Гц), 1.80–1.86 м (1H), 1.95 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5.0 Гц), 2.22 д. т (1H, 2J 16.5, 3J 5.0 Гц), 2.32 д. д. д (1H, 2J 16.5, 3J 10.0 и 5.0 Гц), 2.64–2.80 м (2H), 4.63 к (2H, N-CH₂CH₃, 3J 7.0 Гц), 6.06 с (1H, H¹²), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.39 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.85 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.90 м (2H), 8.00 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.20 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.82 д (1H, 6-Пу, 3J 6.5 Гц), 9.36 с (1H, 2-Пу), 10.10 (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ_C , м. д.: 16.8 к (NCH₂CH₃), 21.3 т (C⁹), 27.2 т (C⁸), 35.0 д (C¹²), 36.8 т (C¹⁰), 56.7 т (NCH₂CH₃), 106.4, 113.5, 117.6 д, 122.5 д, 124.5 д, 127.9 д, 128.5 д, 129.1 д, 129.8 д, 130.9, 131.1, 134.9, 142.6 д, 142.7 д, 144.3 д, 147.4, 154.4, 194.1 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 355 (100) [$M - I$]⁺. Найдено, %: С 59.99; Н 4.93; I 26.01; N 5.53. C₂₄H₂₃IN₂O. Вычислено, %: С 59.76; Н 4.81; I 26.31; N 5.81. *M* 482.37.

1-Этил-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[*a*]акридин-12-ил)пиридиния иодид (19). Выход 1.66 г (69%), оранжевые кристаллы, т. пл. 204–205°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3264, 3185 (NH), 3115, 3084, 3064, 3040 (C-H_{Ar}), 2999, 2960, 2946, 2931, 2885, 2862, 2820 (C-H_{Alk}), 1704 (C=O), 1637, 1604, 1596, 1581, 1516 (C-C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 228 (53000), 280 (15000), 326 (7000), 356 (4000). Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 1.42 т (3H, 3J 7 Гц, NCH₂CH₃), 1.76–1.81 м (1H), 1.95 д. т (1H, 2J 13.0, 5.0 Гц), 2.23 д. т (1H, 2J 16.0, 3J 5.0 Гц), 2.34 д. д. д (1H, 2J 16.0, 3J 6.5 и 5.0 Гц), 2.64–2.80 м (2H), 4.45 к (2H, NCH₂CH₃, 3J 7.0 Гц), 6.12 с (1H, H¹²), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.41 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.86 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.91 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.93 д (2H, 3,5-Пу, 3J 6.5 Гц), 8.84 д (2H, 6,2-Пу, 3J 6.5 Гц), 10.15 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ_C , м. д.: 15.4 к (NCH₂CH₃), 20.3 т (C⁹), 26.4 т (C⁸), 36.1 т (C¹⁰), 36.3 д (C¹²), 55.1 т (NCH₂CH₃), 105.0, 112.4, 116.8 д, 121.7 д, 123.8 д, 125.9 д (2C, 3,5-Пу), 127.1 д, 128.3 д, 129.0 д, 130.1, 130.5, 134.0, 143.8 д (2C, 2,6-Пу), 153.9, 163.2, 193.2 с (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 355 (100) [$M - I$]⁺. Найдено, %: С 60.07; Н 4.90; I 25.98; N 5.59. C₂₄H₂₃IN₂O. Вычислено, %: С 59.76; Н 4.81; I 26.31; N 5.81. *M* 482.37.

3-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[*a*]акридин-12-ил)-1-этилпиридиния иодид (20). Выход 1.63 г (64%), оранжевые кри-

сталлы, т. пл. 165–167°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3229, 3170 (NH), 3071, 3010 (C–H_{Ar}), 2954, 2926, 2867 (C–H_{Alk}), 1707 (C=O), 1628, 1609, 1582, 1521 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 215 (43000), 232 (59000), 281 (20000), 292 (19000), 340 (6000), 370 (7000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.83 с (3H, 9-CH₃), 1.05 с (3H, 9-CH₃), 1.48 т (3H, 3J 7.0 Гц, NCH₂CH₃), 2.02 д (1H, H⁸, 2J 16.0 Гц), 2.27 д (1H, H⁸, 2J 16.0 Гц), 2.45 д (1H, H¹⁰, 2J 16.5 Гц), 2.61 д (1H, H¹⁰, 2J 16.5 Гц), 4.61 к (2H, NCH₂CH₃, 3J 7.0 Гц), 6.03 с (1H, H¹²), 7.33–7.39 м (2H), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.85 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.87–7.93 м (2H), 7.99 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.22 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.79 д (1H, 6-Пу, 3J 6.0 Гц), 9.39 с (1H, 2-Пу), 10.05 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 16.8 к (NCH₂CH₃), 26.7 к (3H, 9-CH₃), 29.2 к (3H, 9-CH₃), 32.6 (C⁹), 34.9 д (C¹²), 40.2 т (C⁸), 50.1 т (C¹⁰), 56.6 т (NCH₂CH₃), 105.0, 113.4, 117.6 д, 122.3 д, 124.5 д, 127.7 д, 128.3 д, 129.0 д, 129.7 д, 130.8, 131.0, 134.8, 142.4 д, 142.6 д, 144.0 д, 147.0, 152.4, 193.5 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 383 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 61.43; Н 5.57; I 24.40; N 5.17. C₂₆H₂₇IN₂O. Вычислено, %: С 61.18; Н 5.33; I 24.86; N 5.49. M 510.42.

4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-1-этилпиридиния иодид (21). Выход 1.79 г (70%), оранжевые кристаллы, т. пл. 197–198°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3226, 3167 (NH), 3119, 3064, 3009 (C–H_{Ar}), 2954, 2928, 2866 (C–H_{Alk}), 1706 (C=O), 1634, 1610, 1583, 1520 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 229 (62000), 281 (18000), 327 (8000), 356 (5000), 389 (3000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.84 с (3H, 9-CH₃), 1.04 с (3H, 9-CH₃), 1.41 т (3H, 3J 7.0 Гц, NCH₂CH₃), 2.05 д (1H, H⁸, 2J 16.0 Гц), 2.28 д (1H, H⁸, 2J 16.0 Гц), 2.46 д (1H, H¹⁰, 2J 16.5 Гц), 2.62 д (1H, H¹⁰, 2J 16.5 Гц), 4.40 т (2H, 3J 7.0 Гц, NCH₂CH₃), 6.10 (1H, H¹²), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.41 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.45 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.86 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.91 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.93–7.98 м (3H), 8.85 д (2H, 2,6-Пу, 3J 6.5 Гц), 10.10 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 15.8 к (NCH₂CH₃), 26.5 к (3H, 9-CH₃), 28.8 к (3H, 9-CH₃), 32.1 (C⁹), 36.8 д (C¹²), 40.0 т (C⁸), 49.9 т (NCH₂CH₃), 55.4 т (NCH₂CH₃), 104.1, 112.8, 117.2 д, 122.1 д, 124.2 д, 126.2 д (2C, 3,5-Пу), 127.5 д, 128.6 д, 129.4 д, 130.4, 130.8, 134.4, 144.1 д (2C, 2,6-Пу), 152.4, 163.3, 193.0 (C=O). Масс-спектр, m/z

($I_{\text{отн}}$, %): 383 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 61.49; Н 5.43; I 24.44; N 5.20. C₂₆H₂₇IN₂O. Вычислено, %: С 61.18; Н 5.33; I 24.86; N 5.49. M 510.42.

1-Бутил-3-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (22). Выход 1.94 г (78%), оранжевые кристаллы, т. пл. 268–270°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3201, 3155 (NH), 3117, 3083, 3035, 3014 (C–H_{Ar}), 2952, 2921, 2869, 2855 (C–H_{Alk}), 1665 (C=O), 1632, 1610, 1599, 1582, 1524, 1506 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 226 (72000), 276 (27000), 290 (26000), 331 (8000), 352 (8000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.80 т [3H, N(CH₂)₃CH₃, 3J 7.5 Гц], 1.09 м [2H, N(CH₂)₂CH₂CH₃], 1.81 квинтет (2H, NCH₂CH₂CH₂CH₃, 3J 7.5 Гц), 2.25 д. т (1H, 2J 17.5, 3J 5.0 Гц), 2.36 д. т (1H, 2J 17.5, 3J 5.0 Гц), 2.71–2.77 м (2H), 4.58 т [2H, NCH₂(CH₂)₂CH₃, 3J 7.5 Гц], 5.99 с (1H, H¹¹), 7.34–2.80 м (3H), 7.71 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.87 д (1H, 3J 8.0 Гц), 7.91–7.98 м (2H), 8.19 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.85 д (1H, 6-Пу, 3J 6.0 Гц), 9.19 с (1H, 2-Пу), 10.63 с (NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_{C} , м. д.: 13.3 к [N(CH₂)₃CH₃], 18.5 т [N(CH₂)₂CH₂CH₃], 24.2 т (C⁸), 32.5 т (NCH₂CH₂CH₂CH₃), 33.4 т (C⁹), 35.4 д (C¹¹), 60.5 т [NCH₂(CH₂)₂CH₃], 110.0, 112.2, 117.9 д, 122.9 д, 124.2 д, 127.4 д, 128.1 д, 128.8 д, 130.0 д, 130.9, 131.1, 135.8, 142.6 д, 142.9 д, 144.0 д, 145.4, 165.7, 200.2 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 369 (100) $[M - \text{I}]^+$. Найдено, %: С 60.79; Н 5.13; I 25.00; N 5.22. C₂₅H₂₅IN₂O. Вычислено, %: С 60.49; Н 5.08; I 25.57; N 5.64. M 496.39.

1-Бутил-4-(10-оксо-8,9,10,11-тетрагидро-7H-бензо[*f*]циклопента[*b*]хинолин-11-ил)пиридиния иодид (23). Выход 1.86 г (75%), оранжевые кристаллы, т. пл. 278–279°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3200, 3180, 3133 (NH), 3112, 3065, 3054, 3041 (C–H_{Ar}), 2993, 2954, 2926, 2918, 2895, 2869, 2850, 2840 (C–H_{Alk}), 1680 (C=O), 1635, 1612, 1600, 1585, 1571, 1524, 1504 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 225 (65000), 279 (20000), 319 (7000), 353 (5000). Спектр ЯМР ^1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.85 т [3H, N(CH₂)₃CH₃, 3J 7.5 Гц], 1.21 секстет [2H, N(CH₂)₂CH₂CH₃, 3J 7.5 Гц], 1.79 квинтет (2H, NCH₂CH₂CH₂CH₃, 3J 7.5 Гц), 2.25 д. т (1H, 2J 17.5, 2.0, 3J 5.0 Гц), 2.37 д. т (1H, 2J 17.5, 3J 5.0 Гц), 2.73–2.78 м (2H), 4.44 т [2H, NCH₂(CH₂)₂CH₃, 3J 7.5 Гц], 6.06 с (1H, H¹¹), 7.37 т (1H, 3J 7.0 Гц), 7.38–7.44 м (2H), 7.70 д (1H, 3J 8.5), 7.90 д (3H), 7.97 д (1H,

3J 8.5), 8.88 д (2H, 3J 7.0 Гц, 3,5-Пу), 10.67 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_C , м. д.: 13.2 к [N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$], 18.7 т [N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 24.0 т (C 8), 32.3 т (NCH $_2$ CH $_2$ CH $_2$ CH $_3$), 33.3 т (C 9), 37.5 д (C 11), 59.7 т [NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$], 109.3, 112.0, 117.7 д, 122.7 д, 124.2 д, 126.2 д (2C, 3,5-Пу), 127.3 д, 128.6 д, 129.9 д, 130.6, 131.2, 135.5, 144.5 д (2C, 2,6-Пу), 162.2, 166.0, 199.3 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 369 (100) [M – I] $^+$. Найдено, %: C 60.84; H 5.19; I 25.35; N 5.20. C $_{25}$ H $_{25}$ IN $_2$ O. Вычислено, %: C 60.49; H 5.08; I 25.57; N 5.64. M 496.39.

1-Бутил-3-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)пиридиния иодид (24). Выход 2.04 г (80%), оранжевые кристаллы, т. пл. 257–258 °С. ИК спектр, ν , см $^{-1}$: 3223, 3174 (NH), 3115, 3085, 3070, 3045, 3018 (C–H $_{Ar}$), 2987, 2943, 2900, 2890, 2868, 2840 (C–H $_{Alk}$), 1709 (C=O), 1626, 1610, 1583, 1519 (C–C $_{Ar}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 231 (57000), 281 (19000), 291 (19000), 340 (6000), 369 (8000). Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.84 т [3H, N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 1.10–1.16 м [2H, N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 1.80–1.87 м (3H), 1.95 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5 Гц), 2.22 д. т (1H, 2J 17.0, 3J 5.0 Гц), 2.33 д. д. д (1H, 2J 17.0, 3J 10.0 и 5.0 Гц), 2.64–2.70 м (2H), 4.61 т [2H, NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 6.06 с (1H, H 12), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.39 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.43 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.84 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.90 д (1H, 3J 8.5 Гц), 7.92 д. д (1H, 5-Пу, 3J 6.0 и 8.5 Гц), 7.98 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.24 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.81 д (1H, 4-Пу, 3J 6.0 Гц), 9.31 с (1H, 2-Пу), 10.06 (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_C , м. д.: 13.1 к [N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$], 18.4 т [N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 20.8 т (C 9), 26.7 т (C 8), 32.5 т (NCH $_2$ CH $_2$ CH $_2$ CH $_3$), 34.6 д (C 12), 36.3 т (C 10), 60.3 т [NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$], 105.9, 113.0, 117.2 д, 122.0 д, 124.0 д, 127.3 д, 128.1 д, 128.6 д, 129.3 д, 130.4, 130.6, 134.4, 142.2 д, 142.6 д, 143.8 д, 146.8, 153.9, 193.6 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 383 (100) [M – I] $^+$. Найдено, %: C 61.48; H 5.40; I 24.38; N 5.27. C $_{26}$ H $_{27}$ IN $_2$ O. Вычислено, %: C 61.18; H 5.33; I 24.86; N 5.49. M 510.42.

1-Бутил-4-(11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)пиридиния иодид (25). Выход 1.91 г (75%), оранжевые кристаллы, т. пл. 195–196 °С. ИК спектр, ν , см $^{-1}$: 3263, 3185, (NH), 3120, 3084, 3060, 3047, 3020, 3000 (C–H $_{Ar}$), 2951, 2932, 2885, 2865, 2820 (C–H $_{Alk}$), 1708 (C=O), 1638, 1613 (C–C $_{Ar}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 228 (57000), 280 (17000), 326 (7000), 353 (5000).

Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.82 т [3H, N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 1.19 секстет [2H, N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 1.74–1.81 м (3H), 1.95 д. т (1H, 2J 13.0, 3J 5.0 Гц), 2.23 д. т (1H, 2J 16.5, 3J 5.0 Гц), 2.33 д. д. д (1H, 2J 16.5, 3J 6.0 и 4.5 Гц), 2.64–2.70 м (2H), 4.41 т [2H, NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 6.12 с (1H, H 12), 7.36 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.40 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.44 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.86 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.89–7.95 м (4H), 8.84 д (2H, 2,6-Пу, 3J 6.5 Гц), 10.15 (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_C , м. д.: 13.2 к [N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$], 18.7 т [N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 20.7 т (C 9), 26.8 т (C 8), 32.3 т (NCH $_2$ CH $_2$ CH $_2$ CH $_3$), 36.4 т (C 10), 36.7 д (C 12), 59.6 т [NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$], 105.3, 112.7, 117.1 д, 122.0 д, 124.1 д, 126.3 д (2C, 3,5-Пу), 127.4 д, 128.6 д, 129.4 д, 130.4, 130.8, 134.4, 144.3 д (2C, 2,6-Пу), 154.2, 163.6, 193.4 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 383 (100) [M – I] $^+$. Найдено, %: C 61.57; H 5.46; I 24.41; N 5.20. C $_{26}$ H $_{27}$ IN $_2$ O. Вычислено, %: C 61.18; H 5.33; I 24.86; N 5.49. M 510.42.

3-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-1-бутилпиридиния иодид (26). Выход 2.29 г (85%), оранжевые кристаллы, т. пл. 112–113 °С. ИК спектр, ν , см $^{-1}$: 3222, 3164 (NH), 3120, 3064, 3011 (C–H $_{Ar}$), 2955, 2927, 2868 (C–H $_{Alk}$), 1626 (C=O), 1608, 1582, 1521 (C–C $_{Ar}$). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 215 (46000), 232 (61000), 281 (21000), 292 (20000), 341 (6000), 369 (8000). Спектр ЯМР 1H (500 МГц, ДМСО- d_6), δ , м. д.: 0.81 с (3H, 9-CH $_3$), 0.83 т [3H, N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 1.04 с (3H, 9-CH $_3$), 1.07–1.13 м [2H, N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 1.83 квинтет (2H, NCH $_2$ CH $_2$ CH $_2$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц), 2.00 д (1H, H 8 , 2J 16.0 Гц), 2.28 д (1H, H 8 , 2J 16.0 Гц), 2.45 д (1H, H 10 , 2J 16.5 Гц), 2.61 д (1H, H 10 , 2J 16.5 Гц), 4.61 т [2H, NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$, 3J 7.5 Гц], 6.04 с (1H, H 12), 7.35 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.38 д (1H, 3J 9.0 Гц), 7.42 т (1H, 3J 7.5 Гц), 7.85 д (1H, 3J 7.5 Гц), 7.89 д (1H, 1H, 3J 8.5 Гц), 7.92 д. д (1H, 5-Пу, 3J 6.0 и 8.5 Гц), 7.96 д (1H, 3J 8.5 Гц), 8.24 д (1H, 3J 8.0 Гц), 8.81 д (1H, 4-Пу, 3J 6.0 Гц), 9.34 с (1H, 2-Пу), 10.06 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C (125 МГц, ДМСО- d_6), δ_C , м. д.: 13.2 к [N(CH $_2$) $_3$ CH $_3$], 18.3 т [N(CH $_2$) $_2$ CH $_2$ CH $_3$], 26.2 к (9-CH $_3$), 28.9 к (9-CH $_3$), 32.2 (C 9), 32.5 т (NCH $_2$ CH $_2$ CH $_2$ CH $_3$), 34.6 д (C 12), 39.9 т (C 8), 49.8 т (C 10), 60.3 т [NCH $_2$ (CH $_2$) $_2$ CH $_3$], 104.6, 113.0, 117.2 д, 122.0 д, 124.1 д, 127.3 д, 128.0 д, 128.6 д, 129.4 д, 130.6, 130.8, 134.5, 142.3 д, 142.5 д, 143.7 д, 146.5, 152.0, 193.1 (C=O). Масс-спектр, m/z ($I_{отн}$, %): 411 (100) [M – I] $^+$. Найдено, %: C 62.75; H 5.92; I 23.11;

N 5.02. C₂₈H₃₁N₂O. Вычислено, %: C 62.46; H 5.80; I 23.57; N 5.20. M 538.47.

4-(9,9-Диметил-11-оксо-7,8,9,10,11,12-гексагидробензо[а]акридин-12-ил)-1-бутилпиридиния иодид (27). Выход 2.37 г (88%), оранжевые кристаллы, т. пл. 177–179°C. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3222, 3164 (NH), 3119, 3065, 3009 (C–H_{Ar}), 2955, 2929, 2868 (C–H_{Alk}), 1635 (C=O), 1610, 1583, 1520 (C–C_{Ar}). УФ спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 230 (50000), 281 (15000), 301 (9000), 328 (7000). Спектр ЯМР ¹H (500 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 0.81 т [3H, N(CH₂)₃CH₃, ³J 7.5 Гц], 0.82 с (3H, 9-CH₃), 1.05 с (3H, 9-CH₃), 1.13–1.19 м [2H, N(CH₂)₂CH₂CH₃], 1.77 квинтет (2H, NCH₂CH₂CH₂CH₃, ³J 7.5 Гц), 2.04 д (1H, H⁸, ²J 16.0 Гц), 2.29 д (1H, H⁸, ²J 16.0 Гц), 2.46 д (1H, H¹⁰, ²J 16.5 Гц), 2.62 д (1H, H¹⁰, ²J 16.5 Гц), 4.42 т [2H, NCH₂(CH₂)₂CH₃, ²J 16.5 Гц], 6.10 с (1H, H¹²), 7.37 т (1H, ³J 7.5 Гц), 7.41 д (1H, ³J 8.5 Гц), 7.45 т (1H, ³J 7.5 Гц), 7.86 д (1H, ³J 7.5 Гц), 7.89–7.95 м (2H), 7.96 д (2H, 3,5-Пу, ³J 6.5 Гц), 8.86 д (2H, 2,6-Пу, ³J 6.5 Гц), 10.11 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C (125 МГц, ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 13.3 к [N(CH₂)₃CH₃], 18.8 т [N(CH₂)₂CH₂CH₃], 26.4 к (9-CH₃), 29.0 к (9-CH₃), 30.2 с (C⁹), 32.4 т (NCH₂CH₂CH₂CH₃), 37.0 д (C¹²), 40.1 т (C⁸), 50.0 т (C¹⁰), 59.8 т [NCH₂(CH₂)₂CH₃], 104.2, 112.9, 117.3 д, 122.2 д, 124.3 д, 126.4 д (2C, 3,5-Пу), 127.6 д, 128.7 д, 129.6 д, 130.6, 131.0, 134.6, 144.5 д (2C, 2,6-Пу), 152.5, 163.4, 193.1 (C=O). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 411 (100) [M–I]⁺. Найдено, %: C 62.83; H 5.90; I 23.17; N 4.89. C₂₈H₃₁N₂O. Вычислено, %: C 62.46; H 5.80; I 23.57; N 5.20. M 538.47.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Акишина Екатерина Александровна, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0803-8623>

Дикусар Евгений Анатольевич, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3868-1871>

Поткин Владимир Иванович, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0250-837X>

Григорьев Михаил Семенович, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6363-5535>

Алексеева Ксения Александровна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6414-7122>

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-43-10024) и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, гранты Х23Р-НФ-051 и Х22-038. Рентгенодифракционный экс-

перимент проведен в Центре коллективного пользования физическими методами исследования Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН при поддержке Министерства образования и науки России.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов Н.Г., Гусак К.Н. // ЖОрХ. 2006. Т. 42. № 11. С. 1680; Kozlov N.G., Gusak K.N. // Russ. J. Org. Chem. 2006. Vol. 42. N 11. P. 1668. doi 10.1134/S107042800611011X
2. Козлов Н.Г., Терешко А.Б., Гусак К.Н. // ЖОрХ. 2006. Т. 42. № 2. С. 281; Kozlov N.G., Tereshko A.B., Gusak K.N. // Russ. J. Org. Chem. 2006. Vol. 42. N 2. P. 266. doi 10.1134/S1070428002120199
3. Козлов Н.Г., Гусак К.Н. // ЖОХ. 2006. Т. 76. № 2. С. 294; Kozlov N.G., Gusak K.N. // Russ. J. Gen. Chem. 2006. Vol. 76. N 2. P. 278. doi 10.1134/S1070363206020204
4. Chen R., Huo L., Jaiswal Y., Huang J., Zhong Z., Zhong J., Williams L., Xia X., Liang Y., Yan Z. // Molecules. 2019. Vol. 24. N 11. P. 2065. doi 10.3390/molecules24112065
5. Gensicka-Kowalewska M., Cholewiński G., Dzierzbicka K. // RSC Adv. 2017. Vol. 7. P. 15776. doi 10.1039/C7RA01026E
6. Sondhi S.M., Kumar S., Rani R., Chakraborty A., Roy P. // J. Heterocycl. Chem. Vol. 50. N 2. P. 252. doi 10.1002/jhet.985
7. Акишина Е.А., Казак Д.В., Дикусар Е.А., Алексеев Р.С., Бумагин Н.А., Поткин В.И. // ЖОХ. 2020. Т. 90. № 12. С. 1819; Akishina E.A., Kazak D.V., Dikuser E.A., Potkin V.I., Alexeev R.S., Bumagin N.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2020. Vol. 90. N 12. P. 2230. doi 10.31857/S0044460X20120033
8. Krause L., Herbst-Irmer R., Sheldrick G.M., Stalke D.J. // Appl. Crystallogr. 2015. Vol. 48. N 1. P. 3. doi 10.1107/S1600576714022985
9. Sheldrick G.M. // Acta Crystallogr. (A). 2015. Vol. 71. N 1. P. 3. doi 10.1107/S2053273314026370
10. Sheldrick G.M. // Acta Crystallogr. (C). 2015. Vol. 71. N 1. P. 3. doi 10.1107/S2053229614024218
11. Дикусар Е.А., Акишина Е.А., Петкевич С.К., Жуковская Н.А., Алексеев Р.С., Бумагин Н.А., Шахаб С.Н., Филиппович Л.Н., Поткин В.И. // ЖОХ. 2022. Т. 92. № 1. С. 56; 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. // Russ. J. Gen. Chem. 2022. Vol. 92. N 1. P. 40. doi 10.1134/S1070363222010078

Pyridine-Containing Benzocyclopentaquinolines and Benzacridines and Their Quaternary Salts

E. A. Dikusa^{a,*}, E. A. Akishina^a, S. S. Kovalskaya^a, M. S. Grigoriev^b,
M. A. Fedoseeva^c, K. A. Alekseeva^c, and V. I. Potkin^a

^a *Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 220072 Belarus*

^b *A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, 119071 Russia*

^c *Department of Organic Chemistry, RUDN University, Moscow, 117198 Russia*

**e-mail: dikusa^a@ifoch.bas-net.by*

Received April 6, 2023; revised May 30, 2023; accepted June 2, 2023

Three-component cascade condensation of 2-naphthylamine, pyridinecarbaldehydes, and 1,3-cycloalkanediones in butanol under reflux conditions was used to synthesize 11-pyridinyl-7,8,9,11-tetrahydro-10*H*-benzo[*f*]-cyclopenta[*b*]quinolin-10-ones and 12-pyridinyl-8,9,11,12-tetrahydrobenzo[*a*]acridin-11(7*H*)-ones. Quaternary ammonium salts of a number of benzocyclopentaquinolines and benzoacridines derivatives were obtained.

Keywords: benzocyclopentaquinolines, benzoacridines, 2(3,4)-pyridinecarbaldehydes, 2-naphthylamine, 1,3-cyclopentanedione, 1,3-cyclohexanedione, 5,5-dimethylcyclohexanedione, three-component cascade condensation