

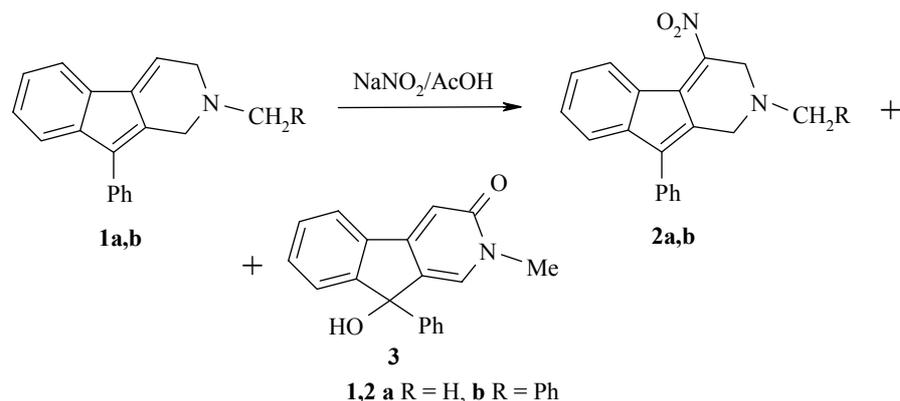
С. В. Волков, А. Н. Левов, А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина,
О. Е. Волкова, В. Н. Хрусталёв^а

СИНТЕЗ И МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ
4-НИТРО-9-ФЕНИЛ-2,3-ДИГИДРО-1Н- И 9-ГИДРОКСИ-3-ОКСО-
9-ФЕНИЛ-2,3-ДИГИДРО-9Н-ИНДЕНО[2,1-*c*]ПИРИДИНОВ
И 3,7-ДИФЕНИЛ-3а,4,5,6-ТЕТРАГИДРОИНДЕНО[2,1-*c*]-
ИЗОКСАЗОЛО[5,4-*d*]ПИРИДИНА

Нитрованием N-алкил-9-фенил-2,3-дигидро-1Н-индено[2,1-*c*]пиридинов нитритом натрия в уксусной кислоте получены их 4-нитропроизводные и побочный продукт окисления – 2-метил-9-гидрокси-3-оксо-9-фенил-2,3-дигидро-9Н-индено[2,1-*c*]пиридин. Методом РСА изучено их молекулярное строение. Взаимодействием 1-гидрокси-2-фенил-2-хлоразометина с 2-метил-9-фенил-2,3-дигидро-1Н-индено[2,1-*c*]пиридином в присутствии триэтиламина получен продукт [2+3]-циклоприсоединения – 5-метил-3,7-дифенил-3а,4,5,6-тетрагидроиндено[2,1-*c*]изоксазоло[5,4-*d*]пиридин.

Ключевые слова: N-алкил-4-нитро-9-фенил-2,3-дигидро-1Н-индено[2,1-*c*]пиридины, 9-гидрокси-2-метил-3-оксо-9-фенил-2,3-дигидро-9Н-индено[2,1-*c*]пиридин, 3,7-диметил-3а,4,5,6-тетрагидроиндено[2,1-*c*]изоксазоло[5,4-*d*]пиридин, РСА.

Принцип химического модифицирования известных природных и синтетических биологически активных веществ и их предшественников является до сих пор одним из основополагающих в стратегии создания новых лекарств [1], химических средств защиты и лечения растений и животных [2], а также пищевых добавок [3]. Продолжая систематические исследования химии [4, 5] и биологической активности [6, 7] производных инденопиридинов, в настоящей работе мы поставили задачу изучить направления превращений N-алкил-9-фенил-2,3-дигидро-1Н-индено[2,1-*c*]пиридинов **1a,b** при их взаимодействии с нитритом натрия в кислой среде, а также с бензгидроксимоилхлоридом в присутствии основания. Важность функционализации этих ближайших предшественников противоаллергического средства тефорина [1] очевидна, хотя целевую химическую модификацию последнего нельзя считать очень простой задачей, если учесть весьма значительную химическую лабильность предшественников [5]. Прежде всего при изучении реакции между нитритом натрия и инденопиридинами **1a,b** было установлено, что основными продуктами являются 4-нитропроизводные **2a,b**, выделенные с помощью колоночной хроматографии в виде гранатово-красных кристаллов с выходом 50 и 49% соответственно.



В ИК спектрах синтезированных соединений наблюдаются высокоинтенсивные полосы поглощения при 1320 и 1514 см^{-1} , характерные для нитрогрупп, сопряженных с олефиновой связью. В масс-спектрах обоих соединений присутствуют пики молекулярных ионов M^+ , ионов $[M-H]^+$, $[M-OH]^+$, $[M-HNO]^+$ и $[M-NO_2]^+$ различной интенсивности, подтверждающие брутто-формулы продуктов **2a,b**. О том, что нитрогруппа находится при C(4) тетрагидропиридинового кольца, свидетельствует, во-первых, отсутствие триплетного сигнала протона Н-4 (в исходных соединениях он наблюдался в области 6.87 и 6.80 м. д.); во-вторых, значительный сдвиг в слабые поля ($\Delta\delta = 0.6$ м. д.) дублет-дублетного сигнала бензольного протона Н-5, что может быть связано прежде всего с нахождением электроноакцепторной группы NO_2 в псевдопери-положении к этому протону и ее дезэкранирующим эффектом. Для однозначного подтверждения того факта, что в условиях электрофильного нитрозирования происходит окисление нитрозогруппы до нитрогруппы, был проведен РСА нитросоединения **2a** (рис. 1, табл. 1 и 2).

Инденопиридиновая часть молекулы **2a** (за исключением атома N(2)) практически плоская (среднеквадратичное отклонение атомов от средней плоскости составляет 0.018 \AA). Атом N(2) выходит из этой плоскости на 0.618 \AA и, следовательно, тетрагидропиридиновый цикл имеет конформацию *софа*. Нитрогруппа расположена практически копланарно с плоскостью инденопиридина (угол между соответствующими плоскостями 60°), в то время как фенильный заместитель развернут на угол 50.3° по отношению к той же плоскости.

Атом N(2) имеет пирамидальную конфигурацию (сумма валентных углов при атоме N(2) равна 334.6°).

Длины связей и валентные углы в молекуле **2a** имеют среднестатистические значения [8].

При синтезе нитросоединения **2a** из реакционной смеси был также выделен с выходом 17% продукт частичного окисления исходного **1a** – 9-гидрокси-3-оксо-2,3-дигидроинденопиридин **3**. Это соединение образовалось в результате изомеризации *s-транс*-диенового фрагмента в *s-цис*-диеновую систему, закрепленную окислением группы $3-CH_2$ в кетогруппу с образованием термодинамически устойчивой α -пиридоновой системы.

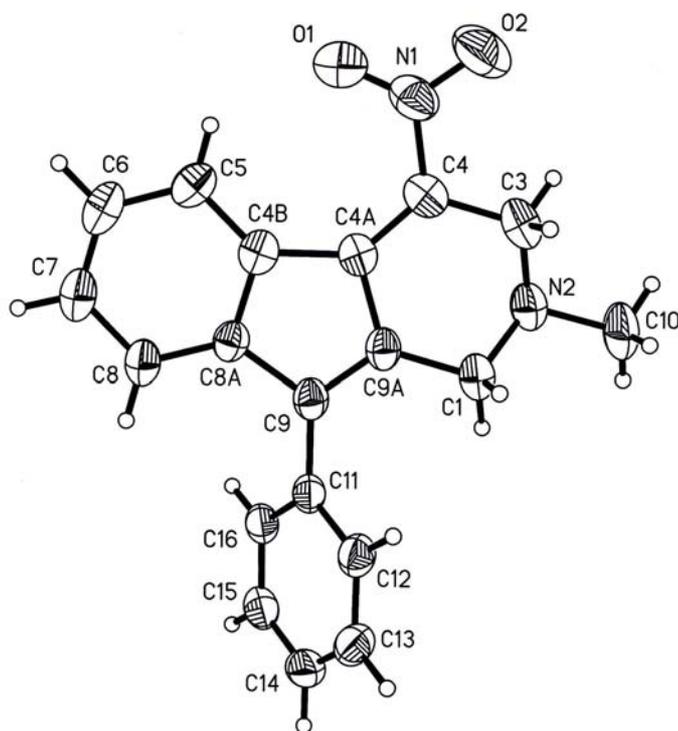


Рис. 1. Молекулярная структура соединения **2a** (атомы показаны 40%-вероятностными эллипсоидами анизотропных смещений)

Т а б л и ц а 1

Длины связей (*l*) в структуре **2a**

Связь	<i>l</i> , Å	Связь	<i>l</i> , Å
O(1)–N(1)	1.193(3)	C(5)–C(6)	1.388(4)
O(2)–N(1)	1.205(3)	C(6)–C(7)	1.362(4)
N(1)–C(4)	1.460(3)	C(7)–C(8)	1.397(3)
C(1)–N(2)	1.444(3)	C(8)–C(8A)	1.373(3)
C(1)–C(9A)	1.483(3)	C(8A)–C(9)	1.481(3)
N(2)–C(3)	1.442(3)	C(9)–C(9A)	1.353(3)
N(2)–C(10)	1.456(3)	C(9)–C(11)	1.470(3)
C(3)–C(4)	1.492(3)	C(11)–C(12)	1.387(3)
C(4)–C(4A)	1.356(3)	C(11)–C(16)	1.398(3)
C(4A)–C(9A)	1.466(3)	C(12)–C(13)	1.371(3)
C(4A)–C(4B)	1.484(3)	C(13)–C(14)	1.373(3)
C(4B)–C(5)	1.381(3)	C(14)–C(15)	1.367(3)
C(4B)–C(8A)	1.416(3)	C(15)–C(16)	1.369(3)

Валентные углы (ω) в структуре 2a

Угол	ω , град.	Угол	ω , град.
O(1)–N(1)–O(2)	121.9(3)	C(6)–C(7)–C(8)	120.2(2)
O(1)–N(1)–C(4)	120.8(2)	C(8A)–C(8)–C(7)	118.6(2)
O(2)–N(1)–C(4)	117.3(3)	C(8)–C(8A)–C(4B)	121.36(19)
N(2)–C(1)–C(9A)	109.70(19)	C(8)–C(8A)–C(9)	129.6(2)
C(3)–N(2)–C(1)	111.79(18)	C(4B)–C(8A)–C(9)	108.98(17)
C(3)–N(2)–C(10)	110.9(2)	C(9A)–C(9)–C(11)	126.70(19)
C(1)–N(2)–C(10)	111.9(2)	C(9A)–C(9)–C(8A)	108.16(19)
N(2)–C(3)–C(4)	112.31(18)	C(11)–C(9)–C(8A)	125.14(17)
C(4A)–C(4)–N(1)	124.0(2)	C(9)–C(9A)–C(4A)	110.12(18)
C(4A)–C(4)–C(3)	122.3(2)	C(9)–C(9A)–C(1)	128.5(2)
N(1)–C(4)–C(3)	113.7(2)	C(4A)–C(9A)–C(1)	121.40(19)
C(4)–C(4A)–C(9A)	116.04(19)	C(12)–C(11)–C(16)	117.9(2)
C(4)–C(4A)–C(4B)	137.4(2)	C(12)–C(11)–C(9)	120.85(19)
C(9A)–C(4A)–C(4B)	106.52(17)	C(16)–C(11)–C(9)	121.27(18)
C(5)–C(4B)–C(8A)	118.8(2)	C(13)–C(12)–C(11)	121.1(2)
C(5)–C(4B)–C(4A)	135.0(2)	C(12)–C(13)–C(14)	119.8(2)
C(8A)–C(4B)–C(4A)	106.18(18)	C(15)–C(14)–C(13)	120.2(2)
C(4B)–C(5)–C(6)	119.1(2)	C(14)–C(15)–C(16)	120.4(2)
C(7)–C(6)–C(5)	121.8(2)	C(15)–C(16)–C(11)	120.5(2)

Подобные процессы могут сопровождаться прототропным сдвигом C(1)→C(9), а высокая C(9)–Н кислотность триарилметинового протона [9] приводит к легкому окислению этого фрагмента до соответствующего карбинола. Надо отметить, что соединение **3** имеет температуру плавления, спектры ИК, ЯМР ^1H и масс-спектры, идентичные таковым для вещества, которое ранее мы получили окислением исходного **1a** диоксидом марганца при комнатной температуре [5]. С целью окончательного установления строения и стереохимических особенностей соединения **3** был проведен его РСА (рис. 2, табл. 3 и 4).

Инденопиридиновый фрагмент молекулы **3** практически плоский (среднеквадратичное отклонение атомов от средней плоскости составляет 0.024 Å). Плоскость фенильного заместителя расположена под углом 74.7° по отношению к плоскости инденопиридинового фрагмента, а плоскость трехатомной группировки (C(9)–O(2)–N(2O)) – под углом 84.5°.

Атом N(2) имеет плоскотригональную конфигурацию (сумма валентных углов при атоме N(2) равна 360.0°).

Длины связей и валентные углы в молекуле **3** имеют среднестатистические значения [8].

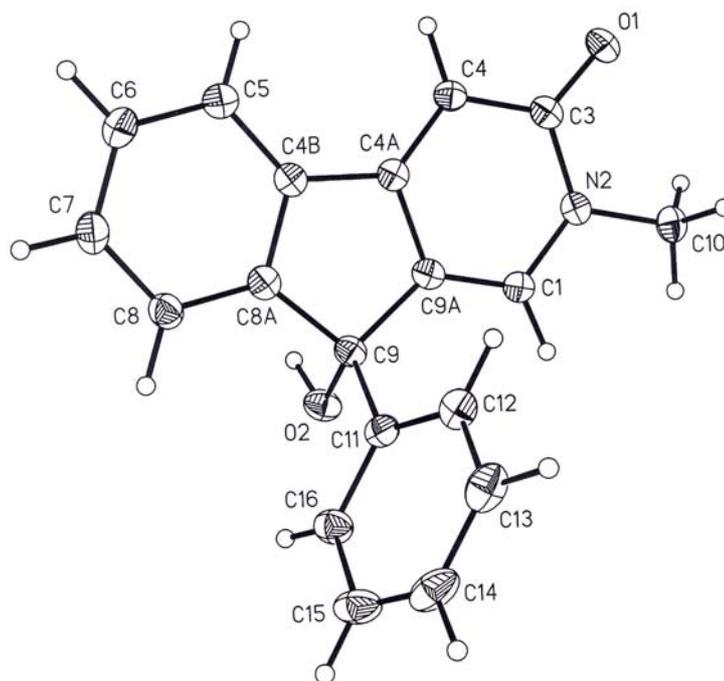


Рис. 2. Молекулярная структура соединения **3** (атомы показаны 50%-вероятностными эллипсоидами анизотропных смещений)

Молекулы **3** в кристалле образуют centrosимметричные димеры за счет межмолекулярных водородных связей $O(2)-H(2O)\dots O(1) [-x, -y + 1, -z + 1]$ ($O\dots O$ 2.759(2), $H\dots O$ 1.81(2) Å, $\angle O-H\dots O$ 177(1)°) (рис. 3).

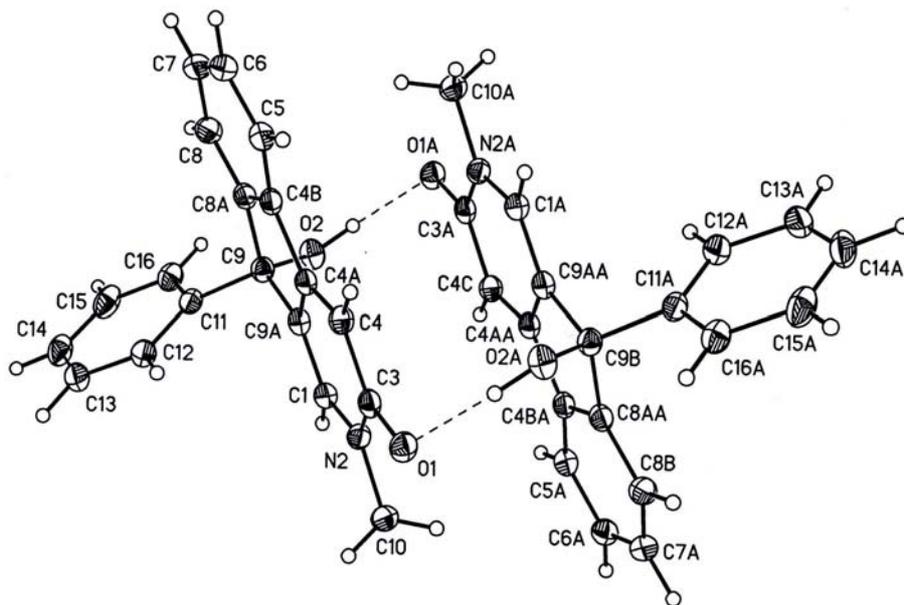


Рис. 3. Centrosимметричные димеры соединения **3** в кристалле, пунктирными линиями показаны водородные связи

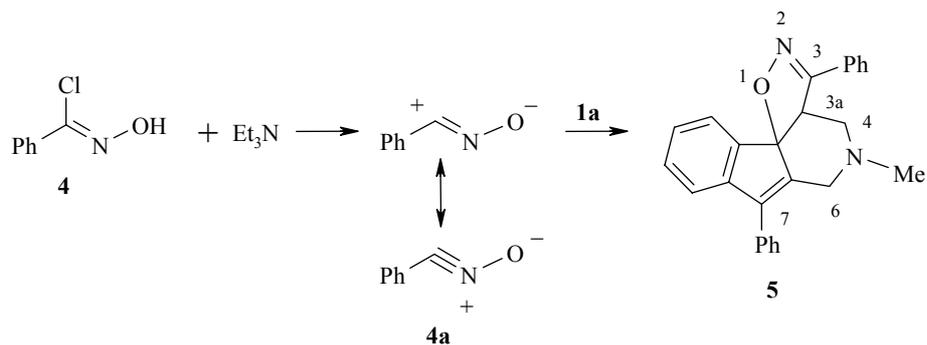
Длины связей (*l*) в структуре 3

Связь	<i>l</i> , Å	Связь	<i>l</i> , Å
O(1)–C(3)	1.2575(14)	C(6)–C(7)	1.3939(19)
O(2)–C(9)	1.4319(14)	C(7)–C(8)	1.3951(19)
C(1)–C(9A)	1.3547(17)	C(8)–C(8A)	1.3854(17)
C(1)–N(2)	1.3756(15)	C(8A)–C(9)	1.5387(17)
N(2)–C(3)	1.3894(16)	C(9)–C(11)	1.5247(16)
N(2)–C(10)	1.4678(16)	C(9)–C(9A)	1.5281(16)
C(3)–C(4)	1.4360(17)	C(11)–C(16)	1.3902(18)
C(4)–C(4A)	1.3643(16)	C(11)–C(12)	1.3945(18)
C(4A)–C(9A)	1.4240(16)	C(12)–C(13)	1.3923(19)
C(4A)–C(4B)	1.4655(16)	C(13)–C(14)	1.386(2)
C(4B)–C(5)	1.3932(17)	C(14)–C(15)	1.381(2)
C(4B)–C(8A)	1.4024(16)	C(15)–C(16)	1.3886(19)
C(5)–C(6)	1.3907(18)		

Была также осуществлена реакция инденопиридина **1a** с оксимом хлорбензальдегида **4**. Последний в присутствии триэтиламина превращается в цвиттер-ион **4a**, который вступает с соединением **1a** в реакцию [2+3]-циклоприсоединения с возможным образованием двух изомеров. В результате хроматографического разделения было выделено лишь одно вещество (с выходом 29%), имеющее по спектральным данным строение тетрагидроиндено[2,1-*c*]изоксазоло[5,4-*d*]пиридина **5**.

Основные валентные углы (ω) в структуре 3

Угол	ω , град.	Угол	ω , град.
C(9A)–C(1)–N(2)	20.41(11)	O(2)–C(9)–C(11)	107.05(9)
C(1)–N(2)–C(3)	122.83(10)	O(2)–C(9)–C(9A)	112.92(9)
C(1)–N(2)–C(10)	119.88(10)	C(11)–C(9)–C(9A)	113.90(10)
C(3)–N(2)–C(10)	117.28(10)	O(2)–C(9)–C(8A)	111.77(10)
O(1)–C(3)–N(2)	119.28(11)	C(11)–C(9)–C(8A)	110.86(9)
O(1)–C(3)–C(4)	124.06(11)	C(6)–C(5)–C(4B)	118.15(12)
N(2)–C(3)–C(4)	116.66(10)	C(5)–C(6)–C(7)	120.95(12)
C(4A)–C(4)–C(3)	120.13(11)	C(1)–C(9A)–C(9)	129.65(11)
C(6)–C(7)–C(8)	120.76(12)	C(16)–C(11)–C(9)	119.65(11)
C(8A)–C(8)–C(7)	118.64(12)	C(12)–C(11)–C(9)	121.47(11)
C(8)–C(8A)–C(9)	127.92(11)		



Т а б л и ц а 5

**Основные кристаллографические данные и параметры уточнения
для соединений 2а и 3**

Соединение	2а	3
Брутто-формула	C ₁₉ H ₁₆ N ₂ O ₂	C ₁₉ H ₁₅ NO ₂
<i>M</i>	304.34	289.32
T, К	293	120
Сингония	Моноклинная	Моноклинная
Пространственная группа	<i>P</i> 2 ₁ / <i>c</i>	<i>P</i> 2 ₁ / <i>c</i>
<i>a</i> , Å	10.757(2)	13.3169(9)
<i>b</i> , Å	15.027(3)	9.5943(6)
<i>c</i> , Å	10.025(2)	11.0655(7)
β, град.	107.65(2)	93.932(5)
<i>V</i> , Å ³	1544.2(5)	1410.47(16)
<i>Z</i>	4	4
<i>d</i> _с , г/см ⁻³	1.309	1.362
<i>F</i> (000)	640	608
μ, мм ⁻¹	0.086	0.089
2θ _{max} , град.	54	54
Число		
измеренных отражений	3527	12 949
независимых отражений	3335	3054
наблюдаемых отражений с <i>I</i> > 2σ(<i>I</i>)	1959	2612
уточняемых параметров	208	259
<i>R</i> ₁ (<i>I</i> > 2σ(<i>I</i>))	0.056	0.042
<i>wR</i> ₂ (все данные)	0.140	0.116
GOOF	1.004	1.024

В его спектре ЯМР ^1H два протона Н-4 испытывают значительный экранирующий эффект бензальдиминного фрагмента и резонируют в виде двух дублет-дублетных сигналов в области 2.51 и 2.82 м. д. (в спектре исходного соединения **1a** аналогичные два протона Н-3 дают один синглетный сигнал при 3.41 м. д.). Геминальная КССВ этих протонов составляет $^2J = 11.0$, а $^3J = 7.0$ и 4.0 Гц соответственно. Это свидетельствует об аксиальном положении метинового протона Н-3а, который резонирует в виде триплетного сигнала при 3.97 м. д. Рассмотрение модели Дрейдинга трехмерной молекулы **5** также показывает, что благодаря sp^2 -конфигурации атома С(6а), а также участию атомов С(3а), С(6а) и С(11b) в жесткой спиросочлененной системе двух пятичленных циклов, пиперидиновый цикл должен иметь конформацию *софы* с аксиальным расположением протона Н-3а. Для дополнительного подтверждения структуры соединения **5** был проведен анализ методом NOESY. Пространственное строение изомерного аддукта циклоприсоединения **5** было установлено при помощи двумерного эффекта Оверхаузера на ядрах ^1H . Так, в спектре 2D NOESY наблюдается отсутствующий в спектре COSY кросс-пик между протонами Н-3а (3.97 м. д.) и *орто*-протонами фенильного заместителя при С(3) (7.78 м. д.). Этот факт указывает на то, что указанные ядра пространственно сближены, что возможно лишь в случае структуры **5**.

В заключение статьи отметим, что нитросоединение **2a**, в соответствии с предсказанием интернет-программы PASS [10], перспективно для его биотестирования в качестве средства для лечения психосексуальных расстройств, болезни Альцгеймера и гипертонии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H зарегистрированы на спектрометре Bruker WM-400 (400 МГц) в CDCl_3 , внутренний эталон ТМС. Масс-спектры (ЭУ) получены на приборе MAT-112 с прямым вводом образца в источник ионов при ионизирующем напряжении 70 эВ. ИК спектры записаны на спектрометре IR-75 в таблетках КВг. Для ТСХ использовали пластины Silufol UV-254 (проявление парами иода). Колоночную хроматографию проводили на силикагеле (Silicagel L 32/63). Соединения **1a** и **1b** получены, как описано в работе [11].

Рентгеноструктурное исследование соединений 2a и 3. Кристаллы соединений **2a** и **3** выращены в бензоле. Параметры элементарных ячеек и интенсивности отражений измерены на автоматических дифрактометрах Syntex P2₁ (T = 293 К, $\lambda\text{MoK}\alpha$ -излучение, графитовый монохроматор, $\theta/2\theta$ -сканирование) (соединение **2a**) и Bruker SMART 1000 CCD (T = 120 К, $\lambda\text{MoK}\alpha$ -излучение, графитовый монохроматор, φ - и ω -сканирование) (соединение **3**). Основные кристаллографические данные и параметры уточнения представлены в табл. 3. Структуры обоих соединений определены прямым методом и уточнены полноматричным МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов. Положения атомов водорода в случае соединения **2a** рассчитаны геометрически и уточнены в изотропном приближении с фиксированными позиционными (модель "наездника") и тепловыми ($U_{\text{iso}}(\text{H}) = 1.5U_{\text{eq}}(\text{C})$ для группы CH_3 и $U_{\text{iso}}(\text{H}) = 1.2U_{\text{eq}}(\text{C})$ для всех остальных групп) параметрами. Атомы водорода в случае соединения **3** локализованы объективно в разностных Фурье-синтезах и уточнены изотропно. Все расчеты проведены с использованием комплекса программ SHELXTL PLUS [12]. Таблицы координат атомов, длин связей, валентных углов и анизотропных температурных параметров для соединений **2a** и **3** депонированы в Кембриджском банке структурных данных (CCDC 658025 и 658026 соответственно).

2-Метил-4-нитро-9-фенил-2,3-дигидро-1H-индено[2,1-с]пиридин (2a). К раствору 2 г (7.7 ммоль) инденопиридина **1a** в 15 мл AcOH в течение 1 ч добавляют порциями 0.53 г (7.7 ммоль) NaNO₂. Смесь перемешивают еще 0.5 ч при 20 °С, затем нейтрализуют насыщенным раствором соды (рН 7) и экстрагируют эфиром. Экстракт сушат MgSO₄, упаривают растворитель и остаток разделяют на хроматографической колонке (элюент гексан, затем этилацетат–гексан, 1:5). Сначала получают 1.17 г (50%) соединения **2a** в виде гранатово-красных кристаллов, т. пл. 102–103 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1320, 1514 (NO₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.48 (3H, с, CH₃); 3.53 (2H, с, H-1); 3.78 (2H, с, H-3); 7.20–7.50 (8H, м, H_{аром}); 8.18 (1H, д, д, ³*J* = 7.6 и ⁴*J* = 1.0, H-5). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 304 [M]⁺ (4), 303 (7), 302 (10), 287 [M–OH]⁺ (7), 286 (11), 278 (12), 274 (27), 273 [M–H–NO]⁺ (100), 258 [M–NO₂]⁺ (47), 257 (30), 242 (11), 230 (19), 215 (15), 202 (17), 201 (22), 189 (7), 77 (4). Найдено, %: С 75.21; Н 5.44; N 9.15. C₁₉H₁₆N₂O₂. Вычислено, %: С 75.00; Н 5.26; N 9.21. *M* 304.

Затем с хроматографической колонки элюируют **9-гидрокси-2-метил-3-оксо-9-фенил-2,3-дигидро-9H-индено[2,1-с]пиридин (3)** в виде бежевых кристаллов. Выход 0.38 г (17%). По т. пл. (143–145 °С), спектру ЯМР ¹H, масс- и ИК спектрам вещество **3** идентично ранее выделенному и описанному в работе [5] веществу.

2-Бензил-4-нитро-9-фенил-2,3-дигидро-1H-индено[2,1-с]пиридин (2b) получают аналогично соединению **2a**. Выход 49%. Темно-бордовые кристаллы, т. пл. 80–82 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 1328, 1521 (NO₂). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 3.39 (2H, с, H-1); 3.73 (2H, с, H-3); 3.83 (2H, с, NCH₂C₆H₅); 7.23–7.49 (8H, м, H_{аром}); 8.16 (1H, д, д, ³*J* = 7.5 и ⁴*J* = 1.0, H-5). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 380 [M]⁺ (8), 379 (8), 363 [M–OH]⁺ (20), 349 [M–H–NO]⁺ (5), 334 [M–NO₂]⁺ (7), 333 (21), 242 (11), 215 (15), 91 (100), 65 (23). Найдено, %: С 78.73; Н 5.47; N 7.34. C₂₅H₂₀N₂O₂. Вычислено, %: С 78.95; Н 5.26; N 7.37. *M* 380.

5-Метил-3,7-дифенил-3a,4,5,6-тетрагидроиндено[2,1-с]изоксазоло[5,4-d]пиридин (5). К охлажденному до 0–5 °С раствору 0.3 г (1.93 ммоль) бензгидроксимоилхлорида **4** в 20 мл абсолютного эфира постепенно (за 10 мин) добавляют 0.19 г (1.93 ммоль, 0.27 мл) триэтиламина. Смесь перемешивают 0.5 ч, осадок отфильтровывают, а к охлажденному до 0 °С фильтрату (образовавшемуся N-оксиду бензонитрила) осторожно добавляют раствор 0.5 г (1.93 ммоль) инденопиридина **1a** в 30 мл абсолютного эфира. Затем смесь кипятят 6 ч. Растворитель упаривают в вакууме, остаток разделяют на хроматографической колонке, элюент этилацетат–гексан, 1:1. Получают 0.21 г (29%) соединения **5** в виде светло-желтых кристаллов, т. пл. 145–147 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д. (*J*, Гц): 2.27 (3H, с, CH₃); 2.50 (1H, д, д, ²*J* = 12.1 и ³*J* = 7.1, H_{c-4}); 2.82 (1H, д, д, ²*J* = 12.1 и ³*J* = 5.8, H_{a-4}); 3.42 (1H, д, ²*J* = 13.8, H-6); 3.61 (1H, д, ²*J* = 13.8, H-6); 3.96 (1H, т, ³*J* = 7.0 и ³*J* = 5.9, H-3a); 7.09–7.79 (14H, м, H_{аром}). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 378 [M]⁺ (28), 335 [M–CH₂NCH₃]⁺ = Φ₁ (23), 334 (16), 258 [Φ₁–Ph]⁺ (37), 231 (67), 204 (100), 203 (87), 202 (46), 145 (42), 105 (29), 77 (51), 42 (87). Найдено, %: С 82.38; Н 5.75; N 7.62. C₂₆H₂₂N₂O. Вычислено, %: С 82.54; Н 5.82; N 7.41. *M* 378.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик, *Основы органической химии лекарственных веществ*, Мир, Москва, 2003.
2. А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик, *Средства защиты, лечения и регуляции роста животных и растений. Основы органической химии*, Химия, Москва, 2004.
3. А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, Ле Туан Ань, В. Н. Буянов, *Основы органической химии пищевых, кормовых и биологически активных добавок*, Академкнига, Москва, 2006.
4. Н. С. Простаков, А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, А. А. Обычный, *Успехи химии*, **6**, 131 (1997).
5. С. В. Волков, А. Н. Левов, О. Е. Волкова, Н. М. Колядина, К. Б. Полянский, А. Т. Солдатенков, *XTC*, 724 (2006). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **42**, 636 (2006)].
6. Н. С. Простаков, А. Т. Солдатенков, В. О. Фёдоров, А. И. Семикопный, И. А. Сыгинский, М. М. Борисов, Т. П. Муфазалова, *Хим.-фарм. журн.*, **15**, 67 (1981).
7. Н. С. Простаков, А. Т. Солдатенков, В. О. Фёдоров, В. М. Багдади, М. М. Борисов, *Хим.-фарм. журн.*, **21**, 672 (1987).

8. F. H. Allen, O. Kennard, *Chem. Des. Autom. News*, 31 (1993).
9. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. *Органическая химия*, Изд-во МГУ, Москва, 1999, ч. 1, с. 271.
10. А. В. Садым, А. А. Лагунин, Д. А. Филимонов, В. В. Поройков, *Хим.-фарм. журн.*, **36**, 21 (2002).
11. J. T. Plati, W. Wenner, *J. Org. Chem.*, **15**, 209 (1950).
12. G. M. Sheldrick, SHELXTL, V5.10, Bruker AXS Inc., Madison, WI, 1998.

*Российский университет дружбы народов,
Москва 117198
e-mail:swelfen@mail.ru*

Поступило 21.07.2006

^a*Институт элементоорганических
соединений им. А. Н. Несмеянова РАН,
Москва 119991*
