

Е. В. Бабаев, К. Ю. Пасичниченко, В. Б. Рыбаков,  
С. Г. Жуков

## ГЕТЕРОЦИКЛЫ С МОСТИКОВЫМ АТОМОМ АЗОТА

### 14\*. О ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИИ ЭФИРА АЦЕТИЛЕНДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ К ИЛИДУ 2-ХЛОР-N-ФЕНАЦИЛПИРИДИНИЯ. КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА 3-(*n*-НИТРОБЕНЗОИЛ)-5-ХЛОРИНДОЛИЗИН-1,2-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ<sup>\*2</sup>

В реакции илида 2-хлор-1-(*n*-нитрофенацил)пиридиния с диметилowym эфиром ацетилендикарбоновой кислоты образуется производное 5-хлориндолизина, структура которого доказана методом РСА. По данным спектров ЯМР <sup>1</sup>H и масс-спектров, полученный индолизин подвергается необычной внутримолекулярной циклизации с образованием ядра бенз[*e*]цикл[3.3.2]азина.

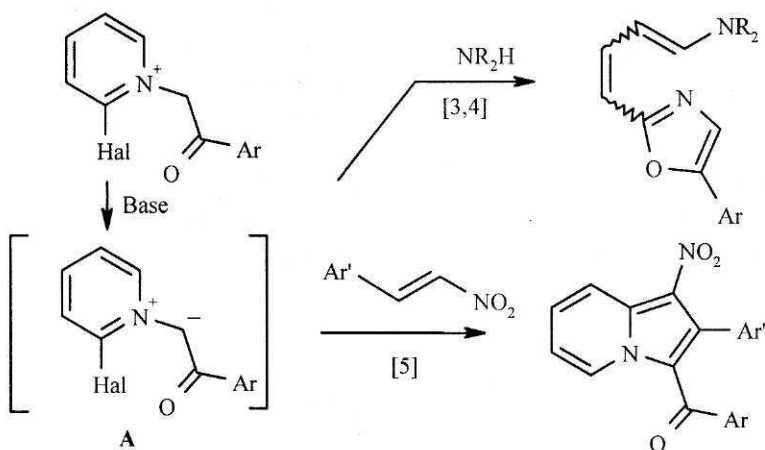
**Ключевые слова:** бенз[*e*]цикл[3.3.2]азин, диметилowy эфир ацетилендикарбоновой кислоты, конденсированные гетероциклы: индолизин, пиридин, пиридиниевые илиды, пиррол, 5-хлориндолизин, 2-хлор-1-(*n*-нитрофенацил)пиридинийбромид, внутримолекулярная циклизация 3-ароил-5-хлориндолизинов, 1,3-диполярное циклоприсоединение, рентгеноструктурный анализ.

Ранее нами обнаружены новые интересные превращения солей 2-галоген-N-фенацилпиридиния под действием роданида калия (с образованием производных 2-амино-3-ацилтиазоло[3,2-*a*]пиридиния [2]) и в реакции со вторичными аминами (с образованием оксазолиллидиенов [3, 4]). В последнем случае объяснить механизм образования оксазольного ядра из пиридинового можно лишь предположив промежуточное образование пиридиниевого илида А (который претерпевает замыкание оксазольного кольца и раскрытие пиридинового цикла).

Аналогичный илид, по-видимому, является интермедиатом превращения солей 2-хлор-N-фенацилпиридиния в 1-нитроиндолизины под действием ω-нитростиролов [5]. В этой реакции генерируемые под действием оснований илиды А присоединяются по Михаэлю к активированным кратным связям с последующими внутримолекулярным замыканием пиррольного фрагмента и окислительной ароматизацией.

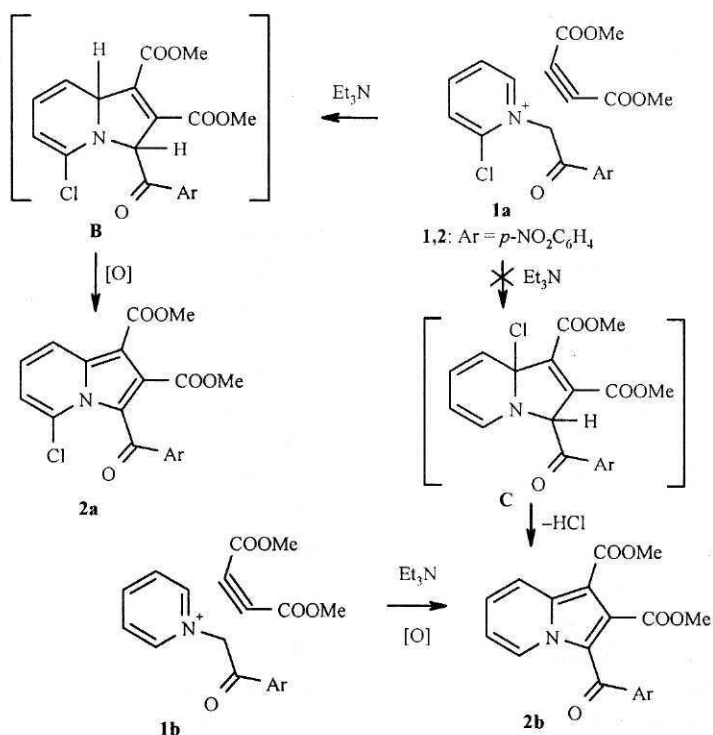
\* Сообщение 13 см. [1].

\*<sup>2</sup> Посвящается памяти А. Н. Коста в связи с 85-летием со дня рождения.

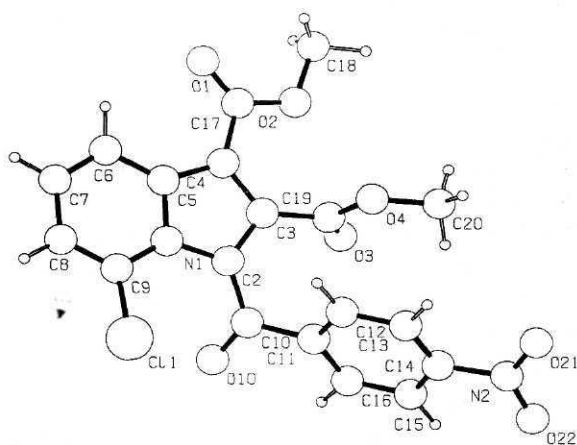


Илиды типа **A**, генерируемые из солей 2-галогенпиридиния, могли бы вступать в реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения. (Такие реакции илидов, получаемых из обычных солей *N*-фенацилпиридиния, широко используются в органическом синтезе [6].) Между тем, исследования в этой области ограничиваются единственной публикацией [7], где продемонстрирована возможность протекания циклоприсоединения для илида 2-бром-*N*-фенацилпиридиния.

Нами найдено, что в реакции соли 1-(*n*-нитрофенацил)-2-хлорпиридинийбромида (**1a**) с диметилowym эфиром ацетилендикарбоновой кислоты в присутствии триэтиламина образуется производное 3-ацил-5-хлориндолизина **2a**:



Структура индолизина **2a** доказана на основании спектральных данных (ЯМР  $^1\text{H}$ , масс-спектры) и рентгеноструктурного анализа (см. рис., табл. 1–3). По данным РСА, в молекуле **2a** сложноэфирная группа в положении 1 лежит в плоскости индолизинового бицикла, тогда как такая же группа в положении 2 повернута относительно этой плоскости на  $84^\circ$ . Карбонильный фрагмент бензоильной группы повернут на  $56^\circ$ , а фенильный фрагмент — на  $35^\circ$  относительно плоскости индолизина. Угол между нитрогруппой и фенильным кольцом составляет  $13^\circ$ .



Нумерация атомов и структура соединения **2a**

Очевидно, что механизм превращения с необходимостью подразумевает образование илида типа **A**. Дальнейшее 1,3-диполярное циклоприсоединение с участием такого илида могло бы протекать двумя способами: через циклоаддукты **B** или **C**, приводя к индолизинам **2a** или **2b** соответственно. Как видно, реализуется атака диполярофила, приводящая к циклоаддукту **B**; последующая ароматизация молекулы в индолизин носит окислительный характер. При этом в реакционной смеси не образуется даже следов индолизина **2b**, который получался бы за счет неокислительной ароматизации циклоаддукта **C**. (Для доказательства этого факта нами был осуществлен направленный синтез индолизина **2b** циклоприсоединением к "обычному" пиридиновому илиду, полученному из соли **1b**, а выделенное вещество использовалось как хроматографический и спектральный стандарт.)

Производные подкласса 5-хлориндолизинов не были описаны. Сравнение ЯМР  $^1\text{H}$  спектров индолизинов **2a, b** показало, что атом хлора в положении 5 оказывает незначительное влияние на химические сдвиги протонов пиридинового фрагмента. Особенностью масс-спектрального поведения индолизина **2a** явился интенсивный пик  $[\text{M}-\text{HCl}]$ . Кроме того, очищенный методом ТСХ образец индолизина **2b**, по данным хромато-масс-спектрометрии, включал соединение, содержащее на одну молекулу  $\text{HCl}$  меньше, чем исходное вещество. Оказалось, что индолизин **2b** при 1380

Координаты атомов ( $\times 10^4$ ) и эквивалентные изотропные параметры ( $U_{eq} \times 10^3$ )  
в исследованной структуре 2a

АТОМ	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	$U_{eq}$
Cl <sub>(1)</sub>	2066(2)	5672(1)	5206(1)	59(1)
N <sub>(1)</sub>	2269(4)	8331(3)	4743(2)	40(1)
C <sub>(2)</sub>	3042(5)	8347(3)	3672(2)	37(1)
C <sub>(3)</sub>	3659(5)	9591(3)	3298(2)	38(1)
C <sub>(4)</sub>	3260(5)	10365(3)	4121(3)	40(1)
C <sub>(5)</sub>	2389(5)	9573(3)	5024(3)	42(1)
C <sub>(6)</sub>	1658(5)	9805(5)	6075(3)	53(1)
C <sub>(7)</sub>	905(6)	8810(5)	6786(3)	61(1)
C <sub>(8)</sub>	951(5)	7532(5)	6521(3)	59(1)
C <sub>(9)</sub>	1682(5)	7287(4)	5517(3)	49(1)
C <sub>(10)</sub>	2762(5)	7410(3)	2995(2)	42(1)
O <sub>(10)</sub>	1230(4)	6973(3)	3064(2)	59(1)
C <sub>(11)</sub>	4403(5)	7075(3)	2145(2)	39(1)
C <sub>(12)</sub>	6297(5)	6967(3)	2310(3)	47(1)
C <sub>(13)</sub>	7823(6)	6720(3)	1499(3)	49(1)
C <sub>(14)</sub>	7387(5)	6585(3)	532(3)	46(1)
C <sub>(15)</sub>	5541(6)	6624(4)	364(3)	51(1)
C <sub>(16)</sub>	4044(6)	6860(3)	1176(3)	46(1)
C <sub>(17)</sub>	3520(5)	11774(4)	4075(3)	47(1)
O <sub>(2)</sub>	4104(4)	12334(2)	3073(2)	60(1)
C <sub>(18)</sub>	4325(10)	13753(4)	2909(5)	76(2)
C <sub>(19)</sub>	4416(6)	10057(3)	2158(3)	44(1)
O <sub>(3)</sub>	3433(4)	10400(3)	1482(2)	68(1)
O <sub>(4)</sub>	6324(4)	9989(2)	1988(2)	51(1)
C <sub>(20)</sub>	7258(9)	10337(6)	903(4)	73(1)
N <sub>(2)</sub>	8964(6)	6442(3)	-367(3)	62(1)
O <sub>(21)</sub>	10544(5)	6689(4)	-307(3)	93(1)
O <sub>(22)</sub>	8627(5)	6073(3)	-151(2)	91(1)
H <sub>(6)</sub>	1748(50)	10700(37)	6208(27)	61(12)
H <sub>(7)</sub>	408(57)	9019(39)	7493(32)	82(13)
H <sub>(8)</sub>	579(52)	6772(39)	7087(30)	72(12)
H <sub>(12)</sub>	6568(52)	7047(34)	2991(28)	65(12)
H <sub>(13)</sub>	9193(57)	6629(36)	1603(28)	72(12)
H <sub>(15)</sub>	5225(45)	6480(31)	-335(26)	52(10)
H <sub>(18A)</sub>	5230(88)	13982(60)	2067(50)	177(25)
H <sub>(18B)</sub>	5029(72)	13924(48)	3406(39)	107(18)
H <sub>(18C)</sub>	3166(77)	14236(52)	2897(40)	116(21)
H <sub>(20A)</sub>	6592(81)	10024(54)	410(42)	138(23)
H <sub>(20B)</sub>	7281(66)	11237(51)	777(36)	101(18)
H <sub>(20C)</sub>	8695(88)	10035(52)	926(40)	138(22)

Длины связей ( $l$ ) в молекуле 2а

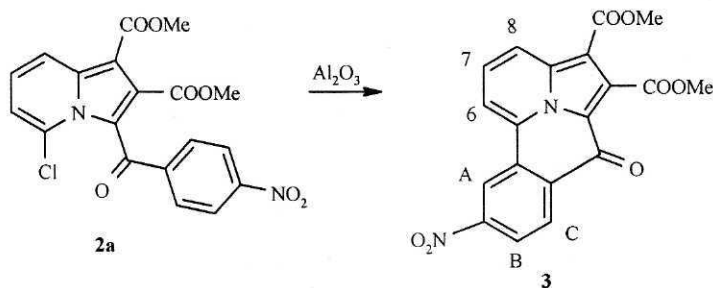
Связь	$l, \text{Å}$	Связь	$l, \text{Å}$
Cl <sub>(1)</sub> -C <sub>(9)</sub>	1.729(4)	C <sub>(11)</sub> -C <sub>(16)</sub>	1.391(4)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(9)</sub>	1.382(4)	C <sub>(11)</sub> -C <sub>(12)</sub>	1.392(5)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(2)</sub>	1.392(4)	C <sub>(12)</sub> -C <sub>(13)</sub>	1.387(5)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(5)</sub>	1.394(4)	C <sub>(13)</sub> -C <sub>(14)</sub>	1.383(5)
C <sub>(2)</sub> -C <sub>(3)</sub>	1.380(4)	C <sub>(14)</sub> -C <sub>(15)</sub>	1.369(5)
C <sub>(2)</sub> -C <sub>(10)</sub>	1.465(4)	C <sub>(14)</sub> -N <sub>(2)</sub>	1.468(4)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(4)</sub>	1.398(4)	C <sub>(15)</sub> -C <sub>(16)</sub>	1.374(5)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(19)</sub>	1.495(4)	C <sub>(17)</sub> -O <sub>(1)</sub>	1.202(4)
C <sub>(4)</sub> -C <sub>(5)</sub>	1.397(4)	C <sub>(17)</sub> -O <sub>(2)</sub>	1.340(4)
C <sub>(4)</sub> -C <sub>(17)</sub>	1.463(5)	O <sub>(2)</sub> -C <sub>(18)</sub>	1.450(5)
C <sub>(5)</sub> -C <sub>(6)</sub>	1.411(5)	C <sub>(19)</sub> -O <sub>(3)</sub>	1.197(4)
C <sub>(6)</sub> -C <sub>(7)</sub>	1.346(5)	C <sub>(19)</sub> -O <sub>(4)</sub>	1.329(4)
C <sub>(7)</sub> -C <sub>(8)</sub>	1.397(6)	O <sub>(4)</sub> -C <sub>(20)</sub>	1.446(5)
C <sub>(8)</sub> -C <sub>(9)</sub>	1.358(5)	N <sub>(2)</sub> -O <sub>(21)</sub>	1.211(5)
C <sub>(10)</sub> -O <sub>(10)</sub>	1.224(4)	N <sub>(2)</sub> -O <sub>(22)</sub>	1.222(4)
C <sub>(10)</sub> -C <sub>(11)</sub>	1.489(4)		

Таблица 3

Валентные углы ( $\omega$ ) в молекуле 2а

Угол	$\omega, \text{град.}$	Угол	$\omega, \text{град.}$
C <sub>(9)</sub> -N <sub>(1)</sub> -C <sub>(2)</sub>	130.8(3)	C <sub>(2)</sub> -C <sub>(10)</sub> -C <sub>(11)</sub>	116.7(3)
C <sub>(9)</sub> -N <sub>(1)</sub> -C <sub>(5)</sub>	120.0(3)	C <sub>(16)</sub> -C <sub>(11)</sub> -C <sub>(12)</sub>	119.5(3)
C <sub>(2)</sub> -N <sub>(1)</sub> -C <sub>(5)</sub>	108.7(3)	C <sub>(16)</sub> -C <sub>(11)</sub> -C <sub>(10)</sub>	119.7(3)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(2)</sub> -N <sub>(1)</sub>	107.2(3)	C <sub>(12)</sub> -C <sub>(11)</sub> -C <sub>(10)</sub>	120.8(3)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(2)</sub> -C <sub>(10)</sub>	124.4(3)	C <sub>(13)</sub> -C <sub>(12)</sub> -C <sub>(11)</sub>	120.6(4)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(2)</sub> -C <sub>(10)</sub>	126.3(3)	C <sub>(14)</sub> -C <sub>(13)</sub> -C <sub>(12)</sub>	117.6(4)
C <sub>(2)</sub> -C <sub>(3)</sub> -C <sub>(4)</sub>	109.3(3)	C <sub>(15)</sub> -C <sub>(14)</sub> -C <sub>(13)</sub>	122.9(3)
C <sub>(2)</sub> -C <sub>(3)</sub> -C <sub>(19)</sub>	123.9(3)	C <sub>(15)</sub> -C <sub>(14)</sub> -N <sub>(2)</sub>	118.2(4)
C <sub>(4)</sub> -C <sub>(3)</sub> -C <sub>(19)</sub>	126.5(3)	C <sub>(13)</sub> -C <sub>(14)</sub> -N <sub>(2)</sub>	118.8(4)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(4)</sub> -C <sub>(5)</sub>	107.1(3)	C <sub>(14)</sub> -C <sub>(15)</sub> -C <sub>(16)</sub>	118.8(4)
C <sub>(3)</sub> -C <sub>(4)</sub> -C <sub>(17)</sub>	128.6(3)	C <sub>(15)</sub> -C <sub>(16)</sub> -C <sub>(11)</sub>	120.4(4)
C <sub>(5)</sub> -C <sub>(4)</sub> -C <sub>(17)</sub>	124.2(3)	O <sub>(1)</sub> -C <sub>(17)</sub> -O <sub>(2)</sub>	123.6(3)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(5)</sub> -C <sub>(4)</sub>	107.7(3)	O <sub>(1)</sub> -C <sub>(17)</sub> -C <sub>(4)</sub>	125.7(4)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(5)</sub> -C <sub>(6)</sub>	119.1(3)	O <sub>(2)</sub> -C <sub>(17)</sub> -C <sub>(4)</sub>	110.7(3)
C <sub>(4)</sub> -C <sub>(5)</sub> -C <sub>(6)</sub>	133.2(3)	C <sub>(17)</sub> -O <sub>(2)</sub> -C <sub>(18)</sub>	116.4(3)
C <sub>(7)</sub> -C <sub>(6)</sub> -C <sub>(5)</sub>	119.1(4)	O <sub>(3)</sub> -C <sub>(19)</sub> -O <sub>(4)</sub>	124.7(3)
C <sub>(6)</sub> -C <sub>(7)</sub> -C <sub>(8)</sub>	121.2(4)	O <sub>(3)</sub> -C <sub>(19)</sub> -C <sub>(3)</sub>	124.2(3)
C <sub>(8)</sub> -C <sub>(9)</sub> -N <sub>(1)</sub>	119.6(4)	O <sub>(4)</sub> -C <sub>(19)</sub> -C <sub>(3)</sub>	111.1(3)
C <sub>(8)</sub> -C <sub>(9)</sub> -Cl <sub>(1)</sub>	121.3(3)	C <sub>(19)</sub> -O <sub>(4)</sub> -C <sub>(20)</sub>	116.9(4)
N <sub>(1)</sub> -C <sub>(9)</sub> -Cl <sub>(1)</sub>	118.9(3)	O <sub>(21)</sub> -N <sub>(2)</sub> -O <sub>(22)</sub>	122.4(4)
O <sub>(10)</sub> -C <sub>(10)</sub> -C <sub>(2)</sub>	122.9(3)	O <sub>(21)</sub> -N <sub>(2)</sub> -C <sub>(14)</sub>	119.3(4)
O <sub>(10)</sub> -C <sub>(10)</sub> -C <sub>(11)</sub>	120.2(3)	O <sub>(22)</sub> -N <sub>(2)</sub> -C <sub>(14)</sub>	118.3(4)

длительном хранении (в сухом виде или в хлороформенном растворе), а также при действии оксида алюминия превращается в соединение, которому можно приписать тетрациклическую структуру **3**:



Структуру соединения **3** подтверждают спектры ЯМР  $^1\text{H}$ . Механизм этой необычной циклизации послужит предметом отдельной публикации.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

**Реакция ильда соли пиридиния **1a** с диметилowym эфиром ацетилендикарбоновой кислоты.** Суспендируют 0.106 г (0.3 ммоль) соли **1a** в 4 мл ацетонитрила, добавляют 0.078 г (0.55 ммоль) диметилового эфира ацетилендикарбоновой кислоты и по каплям 0.06 г (0.6 ммоль) триэтиламина. После встряхивания смеси в течение 10 мин осадок растворяется, раствор приобретает красно-коричневый цвет. Смесь выдерживают 1 сут, упаривают, хроматографируют на пластинке с силикагелем (элюент этилацетат—петролейный эфир; первоначальное соотношение 1 : 1, затем 1 : 2, затем 1 : 1). Пластинку с веществом высушивают 12 ч, смывают вещество с сорбента этилацетатом. Выделяют 0.063 г (54%) индолизина **2a** (17% после перекристаллизации из бензола). Т. пл. 178–180 °С. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ : (400 МГц,  $\text{DMSO-d}_6$ ),  $\delta$ , м. д.,  $J$  (Гц): 8.34 (3H, м,  $p\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ , 8-H); 8.15 (2H, м,  $p\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ ); 7.50 (1H, д. д., 7-H); 7.31 (1H, д.,  $J_{67} = 7.5$ , 6-H); 3.86 (3H, с, 1(2)-COOMe); 3.47 (3H, с, 2(1)-COOMe).

**Диметилowym эфир 3-оксо-3H-6-нитробенз[e]цикл[3.3.2]азин-1,2-дикарбоновой кислоты (**3**).** Растворяют 20 мг индолизина **2a** при кипячении в 30 мл хлороформа, добавляют 0.5 г оксида алюминия (кислый, III ст. акт. по Брокману) и смесь оставляют в открытом сосуде. После испарения растворителя сухой остаток выдерживают 14 дн, контролируя окончательное исчезновение исходного индолизина методом ТСХ. Смесь промывают 20 мл хлороформа, полученный раствор упаривают. Выделяют 0.017 г (90%) циклазина **3**. Т. пл. 353–355 °С.  $R_f$  полученного вещества 0.42 (силуфол, бензол—ацетон, 10 : 1). (Для сравнения,  $R_f$  исходного индолизина 0.24.) Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (400 МГц,  $\text{CDCl}_3$ ),  $\delta$ , м. д.,  $J$  (Гц): 9.33 (1H, ш. с,  $\text{H}_A$ ); 8.30 (1H, д.,  $J_{\text{BC}} = 2.8$ ,  $\text{H}_B$ ); 8.20 (2H, м, 7-H, 8-H); 7.05 (1H, д.,  $J_{\text{BC}} = 2.8$ ,  $\text{H}_C$ ); 6.93 (1H, д.,  $J_{67} = 5$ , 6-H); 2.77 (3H, с, 1(2)-COOMe); 2.42 (3H, с, 2(1)-COOMe).

Синтез соли **1b** (выход 92 %, т. пл. 272–274 °С) и индолизина **2b** (выход 17 %, т. пл. 174–176 °С) описаны ранее [8]. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  индолизина **2b** (400 МГц,  $\text{DMSO-d}_6$ ),  $\delta$ , м. д.,  $J$  (Гц): 9.65 (1H, д.,  $J_{56} = 7$ , 5-H); 8.38 (3H, м,  $p\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ , 8-H); 7.83 (2H, м,  $p\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ ); 7.67 (1H, д. д., 7-H); 7.34 (1H, д. д., 6-H); 3.84 (3H, с, 1(2)-COOMe); 3.30 (3H, с, 2(1)-COOMe).

**Рентгеноструктурное исследование соединения **2a**** проведено на автоматическом монокристалльном дифрактометре CAD-4 [9] на излучении  $\lambda$   $\text{MoK}_\alpha$ . Параметры элементарной ячейки определяли и уточняли в интервале 14–16° углов  $\theta$  по 25 рефлексам (кристалл 0.3 × 0.12 × 0.12 мм). Кристаллы изученного соединения относятся к триклинной

сингонии (пространственная группа  $P(-1)$ ) с параметрами  $a = 7.132(3)$ ,  $b = 10.172(2)$ ,  $c = 12.981(1)$  Å.  $\alpha = 79.81(1)$ ,  $\beta = 78.96(2)$ ,  $\gamma = 81.02(2)^\circ$ ,  $V = 902.4(5)\text{Å}^3$ ,  $Z = 2$ . Первичная обработка дифракционных данных проводилась по комплексу программ WinGX-96 [10]. Структура решена прямыми методами по 3549 рефлексам лежащих в области углов  $\theta$  1-28° и уточнена полноматричным МНК по программному комплексу SHELX-97 [11] в анизотропном приближении для неводородных атомов. Координаты атомов водорода локализованы из разностного синтеза электронной плотности и уточнялись в изотропном приближении. Окончательный  $R$ -фактор имеет значение 0.0561 по 3414 независимым отражениям с  $I > 2\sigma(I)$ .

Позиционные параметры атомов в исследованном соединении и изотропные тепловые параметры, эквивалентные соответствующим анизотропным, приведены в табл. 1, межатомные расстояния и валентные углы в табл. 2 и 3. Пространственное расположение атомов в молекуле и их нумерация показаны на рисунке [12].

*Работа выполнялась при поддержке РФФИ (грант 99-03-33076а). Авторы выражают благодарность РФФИ за финансовую поддержку в оплате лицензии на пользование Кембриджским банком структурных данных (проект № 99-07-90133).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. В. Бабаев, К. Ю. Пасичниченко, В. Б. Рыбаков, С. Г. Жуков, А. В. Ефимов, *ХТС*, 1245 (2000).
2. E. V. Babaev, A. A. Bush, I. A. Orlova, V. B. Rybakov, S. G. Zhukov, *Tetrah. Lett.*, **40**, 7553 (1999).
3. Е. В. Бабаев, А. А. Цисевич, *ХТС*, 278 (1998).
4. E. V. Babaev, A. A. Tsisevich, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1*, 399 (1999).
5. Г. Е. Хорошилов, *Органический синтез и комбинаторная химия*, Тез. докл., Москва, 1999, 163.
6. В. П. Литвинов, *ЖОрХ*, **31**, 1441 (1995).
7. П. Б. Терентьев, С. М. Виноградова, А. Н. Кост, *ХТС*, 651 (1980).
8. К. П. Пасичниченко, Е. В. Бабаев, *Молодежная научная школа по органической химии*, Екатеринбург, 1999, 130.
9. Enraf-Nonius. *CAD-4 Software*, Version 5.0. Enraf-Nonius, Delft, The Netherlands.
10. L. J. Farrugia, *WinGX-96*. An Integrated System of Publically Available Windows Programs for the Solution, Refinement and Analysis of Single Crystal X-Ray Diffraction Data. University of Glasgow, Scotland, U. K., 1996.
11. G. M. Sheldrick, *SHELX-97*. Program for Solution and Refinement of Crystal Structures, University of Göttingen, Germany, 1997.
12. A. L. Spek, *PLUTON-96*. Molecular Graphics Program. University of Utrecht, The Netherlands, 1996.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова,  
Москва 119899, Россия  
e-mail: babaev@org.chem.msu.su

Поступило в редакцию 28.10.99