

В. Л. Иванов, В. А. Артемов, Л. А. Родиновская,
 А. М. Шестопалов, В. Н. Нестеров, Ю. Т. Стручков,
 В. П. Литвинов

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРИДО[3',2' : 4,5]ТИЕНО[3,2-*b*]ПИРИДИНОВ И СТРОЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ПРОДУКТОВ

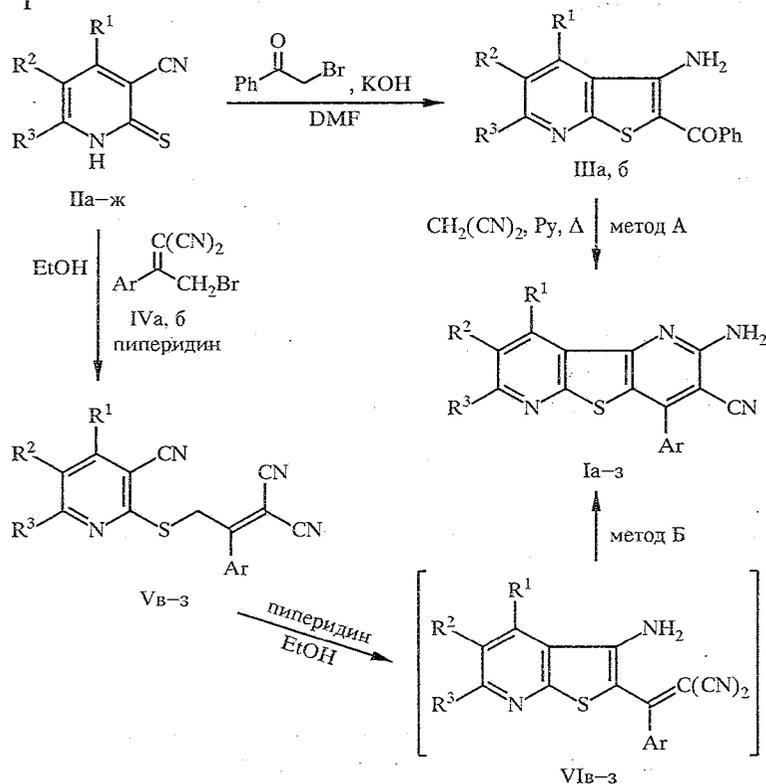
Замещенные пиридо[3',2' : 4,5]тиено[3,2-*b*]пиридины получены реакцией 3-амино-2-бензоилтиено[2,3-*b*]пиридинов с малонитрилом и взаимодействием 3-цианопиридин-2(1H)-тионов с 2-арил-3-бром-1,1-дицианопропаном. 2-Амино-4-(4-бромфенил)-7,9-диметил-3-цианопиридо[3',2' : 4,5]тиено[3,2-*b*]пиридин использован для синтеза замещенного пиридо[3'',2'' : 4',5']тиено[2',3' : 5,6]пиридо[2,3-*d*]пиримидина. Строение полученных соединений подтверждено данными спектроскопии и РСА.

Ранее пиридо[3',2' : 4,5]тиено(селенофено)[2,3-*d*]пиримидины были получены нами взаимодействием 3-цианопиридин-2(1H)-тионов (селенонов) с N-цианхлорацетоамидом [1, 2]. Установлено, что образование конденсированных пиримидинов протекает в результате последовательных реакций: нуклеофильного замещения у атома серы и замыкания тиофенового цикла по Торпу—Циглеру, а пиридинового цикла — по Торпу—Гуарешчи. Такого типа многостадийные реакции можно назвать каскадными.

В настоящей работе мы впервые сообщаем об использовании каскадных реакций в синтезе замещенных пиридо[3',2' : 4,5]тиено[3,2-*b*]пиридинов, поскольку пока известны только два подхода к синтезу таких соединений. Первый из них заключается в замыкании пиридинового кольца в результате взаимодействия 3-аминотиено[2,3-*b*]пиримидина с ацеталем малонового диальдегида [3]. Во втором используется реакция 2-ацил-3-аминотиено[2,3-*d*]пиримидина с этилортоформиатом или диэтилацеталем диметилформамида [4]. Оба указанных синтеза осуществляются в жестких условиях, что приводит к затруднениям при выделении целевых веществ и малому их выходу. Кроме того, применяемые исходные соединения являются малодоступными.

Нами разработаны новые пути синтеза функционально замещенных пиридо[3',2' : 4,5]тиено[3,2-*b*]пиридинов (Ia—з), основанные на использовании 3-цианопиридин-2(1H)-тионов (IIa—ж), что позволяет значительно сократить и упростить построение указанных трициклических систем. Первый из них заключается во взаимодействии продуктов конденсации тионов IIa,б и фенацилбромиды — 3-амино-2-бензоилтиено[2,3-*b*]пиридинов (IIIa,б) с малонитрилом в условиях реакции Фридендера (метод А, схема 1). Реакция протекает при нагревании в пиридине и приводит к целевым продуктам с хорошими выходами. Однако ввиду жесткости условий образуется значительное количество смолообразных продуктов, что затрудняет выделение и очистку целевого пиридотиенопиридина. Частично результаты, полученные этим методом, были представлены на конференции [5].

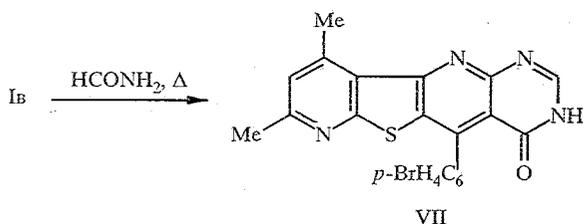
Схема 1



I—III, V, VI a $R^1=R^2=H, R^3=Ph$; б $R^1=CH_3, R^2=H, R^3=Ph$;
 в $R^1=R^3=CH_3, R^2=H$; г $R^1=R^2=H, R^3=CH_3$; д $R^1=R^3=Ph, R^2=H$; е $R^1=H, R^2R^3=(CH_2)_3$;
 ж $R^1=H, R^2=R^3=(CH_2)_4$; з $R^1=R^3=CH_3, R^2=H$
 Ia, б, з, IVa, в, з, VIз, Ar = Ph; Ib—ж, IVб, Vв—ж, VIв—ж Ar = 4-BrC₆H₄

Второй путь синтеза конденсированных структур I заключается во взаимодействии пиридинтионов IIв—ж с 2-бром-1-арилэтилиденмалоннитрилами (IVa, б) (метод Б, схема 1). Реагенты IV представляют собой блоки, включающие фрагменты арилбромметилкетона и малонитрила. Каскадные реакции по методу Б протекают в значительно более мягких условиях и при этом выходы пиридопиридинов I существенно выше. Так, например, нагревание пиридинтиона IIв с реагентами IVa, б в спирте в присутствии пиперидина уже через 2 мин приводит к соответствующим продуктам Ib, з с практически количественными выходами.

Механизм рассматриваемого превращения включает первоначальное региоселективное алкилирование пиридинтионов II по атому серы с образованием замещенных пиридинов V. При использовании недостатка основания в случае 4,6-диметилзамещенных исходных IIв, з из реакционной смеси были выделены интермедиаты Vв, з соответственно. На следующей стадии происходит внутримолекулярная циклизация последних по Торпу—Циглеру с участием кислой метиленовой группы боковой цепи и группы 3-CN, в результате чего, вероятно, образуются тиенопиридины VI, выделить которые из реакционной смеси не удалось. Возможно, это объясняется очень быстрой циклизацией соединений VI с образованием пиридинового цикла. Действительно, подобные взаимодействия amino- и нитрильной групп протекают очень легко [6]. Таким образом, каскадные реакции образования пиридопиридинов I включают последовательные стадии алкилирования, циклизации по Торпу—Циглеру и внутримолекулярного взаимодействия amino- и нитрильной групп. Выходы и характеристики полученных продуктов I представлены в табл. 1.



Соединения I вступают в реакции, характерные для пиридинов, содержащих энаминонитрильный фрагмент; при взаимодействии пиридопиримидина Iв с формамидом происходит замыкание пиримидинового цикла с образованием тетрациклического соединения VII (схема 2).

Для установления структуры полученных соединений достаточно информативными оказались ИК спектры. Так, в спектрах соединений V проявляются две полосы поглощения нитрильных групп — при 2240 (3-CN) и 2215 см^{-1} (CN боковой цепи) и отсутствуют полосы поглощения аминогруппы. При циклизации соединений Vв,з полоса группы 3-CN при 2240 см^{-1} исчезает и в спектре продуктов Iв,з появляются характерные полосы поглощения аминогруппы (см. эксперим. часть и табл. 1). Однако на основании этих данных нельзя сделать однозначный выбор между структурами I и VI. Поэтому был осуществлен рентгеноструктурный анализ соединения Iз, который показал, что оно является трициклической системой (см. далее).

Химические сдвиги протонов аминогрупп в соединениях I также характерны и проявляются обычно в виде достаточно узких синглетов в области 7 м. д. Исключением является 9-фенилзамещенное соединение Id, в котором протоны аминогруппы, по-видимому, сильно экранированы кольцевым током фенильного заместителя. Действительно, данные РСА соединения Iз указывают на контакт атома N(1) и заместителя R¹. Этот контакт проявляется также в химических сдвигах метильных заместителей в спектрах ПМР соединений Iв,з. Так, сигналы протонов групп 9-CH₃ (R¹) находятся в значительно более слабом поле, чем 7-CH₃. Такой же эффект описан для пиридо[3',2':4,5]тиено[3,2-d]пиримидиновой системы [2].

Рентгеноструктурным исследованием однозначно доказано строение соединения Iз. На рис. 1 показан общий вид молекулы с длинами связей, валентные углы приведены в табл. 2.

Длины связей в молекуле пиридопиримидина Iз имеют обычные значения [7]. Его трициклическое ядро плоское с точностью до $\pm 0,020$ Å.

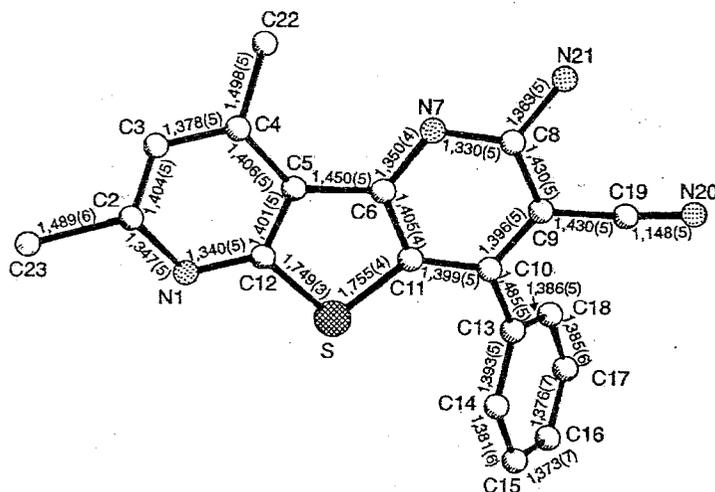


Рис. 1. Общий вид молекулы соединения Iз и длины связей в ней (нумерация атомов не соответствует общепринятой)

Выходы и характеристики пиридинопиридинов Ia—з

Соединение	Брутто-формула	$T_{пл}^*$, °C	Данные элементного анализа найдено, % вычислено, %			ИК спектр, ν , cm^{-1}	Спектр ЯМР 1H , δ , м. д., КССВ (J), Гц					Выход, %	
			C	H	N		R ¹	R ²	R ³	NH ₂ с, 2H	Ar		
Ia	C ₂₃ H ₁₄ N ₄ S	273...274	60,29 60,44	5,43 5,46	21,72 21,69	3414, 3318, 3215 (NH); 2219 (CN), 1638	8,50 д, J = 8 (1H)	8,05 д, J = 8 (1H)	7,50...8,00* (10H)	м	7,06	*	75
Iб	C ₂₄ H ₁₆ N ₄ S	255...256	73,55 73,45	4,07 4,11	14,30 14,28	3410, 3327, 3225 (NH); 2220 (CN); 1640	2,88 с (3H)	7,94 с (1H)	7,34...8,20 (10H)*	м	6,97	*	67
Iв	C ₁₉ H ₁₃ BrN ₄ S	319...320	56,01 55,76	3,11 3,20	13,60 13,69	3484, 3368 (NH); 2225 (CN); 1627, 1548, 1490	2,94 с (3H)	7,24 с (3H)	2,57 с (3H)		7,00	7,64 д (2H), 7,85 д (2H)	95
Iг	C ₁₈ H ₁₁ BrN ₄ S	254...256	54,74 54,70	2,75 2,80	14,20 14,17	3485, 3380 (NH); 2220 (CN); 1640, 1531, 1492	8,36 д, J = 8 (1H)	7,43 д, J = 8 (1H)	2,62 с (3H)		7,13	7,65 д (2H), 7,85 д (2H)	72
Id	C ₂₉ H ₁₇ BrN ₄ S	271...272	65,31 65,30	3,33 3,21	10,42 10,50	3425, 3304, 3208 (NH); 2222 (CN); 1632, 1568, 1522, 1500	8,12...8,18 м, о-Н(2H); 7,00...7,60 м, м-Н и п-Н (3H)	8,02 с (1H)	7,50...7,60 м, о-Н (2H), 7,00...7,60 м, п- и м-Н (3H)		7,95	7,67, д (2H), 7,86 д (2H)	57
Ie	C ₂₀ H ₁₃ BrN ₄ S	305...307	56,88 57,02	3,07 3,11	13,31 13,30	3480, 3380, 3350 (NH); 2220 (CN); 1616, 1548, 1480	8,28 с (1H)	2,13 т (2H), 3,07 д (4H)			7,11	7,67 д (2H), 7,86 д (2H)	84
Iж	C ₂₁ H ₁₅ BrN ₄ S	308...310	57,99 57,94	3,47 3,47	12,80 12,87	3484, 3380 (NH); 2222 (CN); 1615, 1546, 1492	8,18 с (1H)	1,75...1,95 м (4H), 2,90...3,05 м (4H)			7,12	7,67 д (2H), 7,86 д (2H)	87
Iз	C ₁₉ H ₁₄ N ₄ S	289...290	68,94 69,07	4,11 4,27	17,02 16,96	3517, 3408 (NH); 2218 (CN); 1620, 1505, 1438	2,94 с (3H)	7,22 с (1H)	2,55 с (3H)		6,98	7,58...7,70 м (5H)	94

* Сигналы протонов перекрываются.

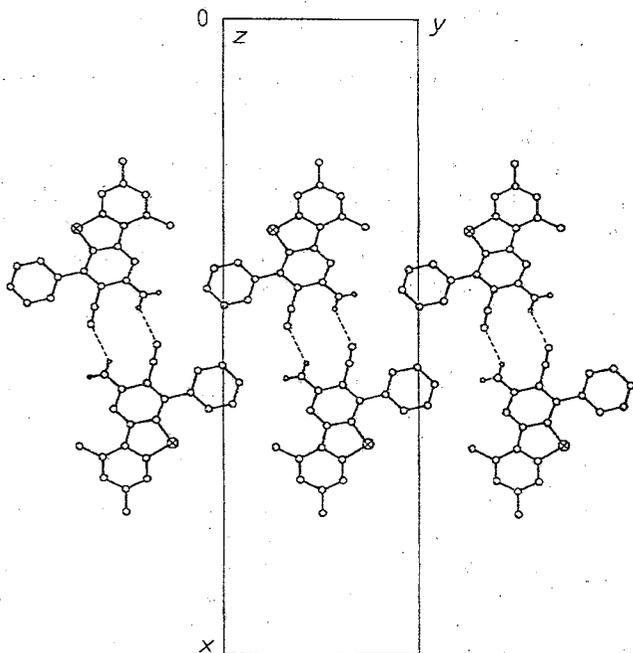


Рис. 2. Проекция ab кристаллической структуры соединения 13
(пунктирными линиями показаны межмолекулярные водородные связи N—H...N)

Короткие невалентные внутримолекулярные контакты S...C(14) = 3,230(4) и C(18)...C(19) = 3,127(5) Å (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов S и C 3,50, удвоенный радиус C 3,40 Å [8]) обуславливают разворот фенильного заместителя относительно трициклической системы на $55,2^\circ$. В этом соединении имеется сокращенный внутримолекулярный невалентный

Т а б л и ц а 2

Валентные углы ω в молекуле соединения 13

Угол	ω , град.	Угол	ω , град.
C(11)—S—C(12)	90,9(2)	C(8)—C(9)—C(19)	117,2(3)
C(2)—N(1)—C(12)	115,4(3)	C(10)—C(9)—C(19)	122,2(3)
C(6)—N(7)—C(8)	116,9(3)	C(9)—C(10)—C(11)	115,6(3)
N(1)—C(2)—C(3)	122,0(3)	C(9)—C(10)—C(13)	123,0(3)
N(1)—C(2)—C(23)	116,5(4)	C(11)—C(10)—C(13)	121,3(3)
C(3)—C(2)—C(23)	121,5(4)	S—C(11)—C(6)	112,3(2)
C(2)—C(3)—C(4)	122,1(3)	S—C(11)—C(10)	127,1(2)
C(3)—C(4)—C(5)	116,7(3)	C(6)—C(11)—C(10)	120,5(3)
C(3)—C(4)—C(22)	120,7(3)	S—C(12)—N(1)	120,2(2)
C(5)—C(4)—C(22)	122,6(3)	S—C(12)—C(5)	113,0(3)
C(4)—C(5)—C(6)	131,3(3)	N(1)—C(12)—C(5)	126,7(3)
C(4)—C(5)—C(12)	117,1(3)	C(10)—C(13)—C(14)	121,0(3)
C(6)—C(5)—C(12)	111,6(3)	C(10)—C(13)—C(18)	119,9(3)
N(7)—C(6)—C(5)	124,3(3)	C(14)—C(13)—C(18)	119,0(3)
N(7)—C(6)—C(11)	123,5(3)	C(13)—C(14)—C(15)	120,5(4)
C(5)—C(6)—C(11)	112,2(3)	C(14)—C(15)—C(16)	119,9(4)
N(7)—C(8)—N(21)	116,2(3)	C(15)—C(16)—C(17)	120,1(4)
N(7)—C(8)—C(9)	122,9(3)	C(16)—C(17)—C(18)	120,4(4)
N(21)—C(8)—C(9)	120,9(3)	C(13)—C(18)—C(17)	120,0(4)
C(8)—C(9)—C(10)	120,6(3)	N(20)—C(19)—C(9)	174,6(4)

контакт C(22)...N(7) = 3,053(5) Å (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов групп CH₃ и NH₂ 3,25 Å [8]). Сопряжение между группой NH₂ и пиридиновым циклом вызывает заметное укорочение связи C(8)—N(21) до 1,363 Å, что сравнимо с длиной связи C—N в обоих пиридиновых циклах исследованной молекулы (см. рис. 1).

В кристалле пара слабых межмолекулярных водородных связей N—H...N (N...N 3,107(5), N—H 0,86(5), H...N 2,42(5) Å, угол N—H...N 138(5)°) объединяет молекулы Iз в несимметричные димеры (рис. 2). Анализ упаковки молекул в кристалле показал, что других укороченных межмолекулярных контактов не наблюдается.

Таблица 3

Координаты атомов N,C (×10⁴), H (×10³) в молекуле соединения Iз

Атом	x	y	z
N(1)	3329(1)	2573(1)	784(1)
N(7)	2768(1)	3866(2)	-546(4)
N(20)	3849(1)	5525(2)	2335(4)
N(21)	4848(1)	3337(3)	4753(5)
C(2)	4378(1)	5962(3)	3789(5)
C(3)	2611(1)	4956(3)	-899(5)
C(4)	2776(1)	6055(3)	-422(5)
C(5)	3106(1)	6105(3)	449(5)
C(6)	3274(1)	4976(3)	818(4)
C(7)	3615(1)	4683(3)	1694(5)
C(8)	4155(1)	5107(4)	3074(5)
C(9)	4247(1)	3835(3)	3155(5)
C(10)	4011(1)	2961(3)	2459(5)
C(11)	3683(1)	3417(3)	1750(5)
C(12)	3091(1)	3918(3)	279(5)
C(13)	4108(1)	1642(3)	2373(4)
C(14)	3853(1)	750(3)	2866(5)
C(15)	3938(1)	-476(4)	2697(6)
C(16)	4272(1)	-822(4)	2002(6)
C(17)	4528(1)	50(4)	1530(7)
C(18)	4448(1)	1282(4)	1714(6)
C(19)	4579(1)	3506(3)	4019(5)
C(22)	3272(1)	7303(3)	953(7)
C(23)	2247(1)	4924(6)	-1779(7)
H(21)a*	458(1)	574(4)	427(6)
H(21)b*	434(1)	674(4)	367(5)
H(3)	256(1)	678(3)	-81(4)
H(14)	363(1)	96(3)	345(5)
H(15)	375(1)	-106(4)	308(6)
H(16)	432(1)	-162(4)	182(5)
H(17)	475(1)	-21(3)	102(5)
H(18)	463(1)	184(3)	120(5)
H(22)a	353(2)	747(4)	54(6)
H(22)b	313(1)	807(4)	49(6)
H(22)c	325(1)	741(4)	208(7)
H(23)a	219(1)	419(5)	-238(7)
H(23)b	206(2)	503(5)	-97(8)
H(23)c	223(1)	555(5)	-245(8)

* Атомы водорода группы NH₂.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Рентгеноструктурное исследование молекулы Iг. Кристаллы соединения Iг ромбические, при 20 °С $a = 35,622(2)$, $b = 10,935(3)$, $c = 8,2282(4)$ Å, $V = 3226(3)$ Å³, $d_{\text{выч}} = 1,367$ г/см³, $Z = 8$, пространственная группа PbСп. Параметры ячейки и интенсивности 2652 независимых отражений измерены на четырехкружном автоматическом дифрактометре Siemens РЗ/РС α МоК α , графитовый монохроматор, $\theta / 2\theta$ -сканирование до $\theta_{\text{max}} = 28^\circ$. Структура расшифрована прямым методом, выявившим все неводородные атомы, и уточнена полноматричным МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов по 2267 отражениям с $I > 3\sigma(I)$. Все атомы водорода объективно выявлены разностными синтезами и уточнены изотропно. Окончательное значение фактора расхожимости $R = 0,069$ ($R_w = 0,064$). Все расчеты проведены по программе SHELXTL PLUS (версия РС). Координаты атомов приведены в табл. 2 (тепловые параметры можно получить у авторов). Температуры плавления определяли на столике Кофлера, ИК спектры снимали на приборе Specord М-80 в таблетках КВг; спектры ЯМР ¹H — на приборе Bruker WM-250 в растворах ДМСО-*d*₆; спектры ЯМР ¹³C — на приборе Bruker WM-300 в растворах ДМСО-*d*₆; масс-спектры — на приборе Varian MAT СН-6 (70 эВ). Элементный анализ на С, Н, N проводили на приборе Perkin-Elmer С,Н,N-analyser.

Данные элементного анализа синтезированных соединений соответствуют расчетным.

Характеристики соединений I приведены в табл. 1. Исходные соединения были получены по описанным методикам: Па—ж [9, 10], Ша,б [9], IVa,б [11].

2-Амино-4-фенил-3-цианопиридо[3',2':4,5]тиено[3,2-*b*]пиридина (Iа—з). А. Смесь 1 ммоль тиенопиридина Ша,б и 0,2 г (3 ммоль) малонитрила в 10 мл пиридина выдерживают 12 ч при 105...110 °С. После охлаждения смесь разбавляют водой, осадок продуктов Iа,б отфильтровывают, промывают спиртом, гексаном и перекристаллизовывают из уксусной кислоты.

Б. К раствору 5 ммоль пиридинтиона Шв—ж в 10 мл спирта добавляют 5 ммоль пиперидина и смесь нагревают до 50 °С. К нагретому раствору добавляют 5 ммоль реагента IVa,б и перемешивают 2 мин. Выпавший осадок продуктов Iв—з отфильтровывают, промывают спиртом, гексаном и сушат на воздухе.

Соединение Iв. Спектр ЯМР ¹³C: 13,01 (7-СН₃), 23,98 (9-СН₃), 88,23 (С₍₃₎), 116,23, 118,68, 122,54 (С₍₈₎), 123,01 (С_N, С_(4a), С_(9a)), 123,75 (С_{АГ-р}), 130,44 (С_{АГ-о}), 132,16 (С_{АГ-м}), 134,48 (С_{АГ-инс}), 147,19, 147,79 (С₍₂₎ и С_(9b)), 153,14 (С₍₉₎), 158,63 (С_(5a) и С₍₇₎), 162,89 (С₍₄₎).

2-(2-Арил-3,3-дициано-2-пропенилтио)-4,6-диметил-3-цианопиридины (Vв,з). К раствору 5 ммоль пиридинтиона Шв в 10 мл спирта добавляют 5,1 ммоль реагента IVa,б и интенсивно перемешивают в течение 2 мин. Выпавший осадок продукта Vв,з отфильтровывают, промывают спиртом, гексаном и сушат на воздухе.

Соединение Vв. Выход 57%. $T_{\text{пл}} 137$ °С. ИК спектр: 2240 (3-СN), 2224 (СN боковой цепи), 1627, 1582, 1548, 1488. Спектр ЯМР ¹H: 2,37 (3H, с, 4-СН₃); 2,57 (3H, с, 6-СН₃); 4,90 (2H, с, СН₂); 7,15 (1H, с, 5-Н); 7,46...7,80 (4H, м, H_{ар}). Спектр ЯМР ¹³C: 19,60 (4-СН₃), 23,94 (6-СН₃), 34,87 (СН₂), 86,17 (С(СN)₂), 104,80 (С₍₃₎), 112,64 и 112,88 (СN боковой цепи), 114,58 (3-СN), 121,31 (С₍₅₎), 125,73 (С_{АГ-р}), 130,21 (С_{АГ-м}), 131,39 (С_{АГ-о}), 132,78 (С_{АГ-инс}), 152,88 (С₍₄₎), 158,39 (С₍₂₎), 161,83 (С₍₆₎), 174,61 (С=C(СN)₂). Найдено, %: С 55,69, Н 3,31, N 13,67. С₁₉H₁₃BrN₄S. Вычислено, %: С 55,76, Н 3,20, N 13,69.

Соединение Vз. Выход 64%. $T_{\text{пл}} 139$ °С. ИК спектр: 2234 (3-СN), 2220 (СN боковой цепи), 1593, 1445 см⁻¹. Спектр ЯМР ¹H: 2,35 (3H, с, 4-СН₃); 2,54 (3H, с, 6-СН₃); 4,90 (2H, с, СН₂); 7,14 (1H, с, 5-Н); 7,48...7,60 (5H, м, H_{рн}). Спектр ЯМР ¹³C: 19,60 (4-СН₃), 23,88 (6-СН₃), 34,96 (СН₂), 86,60 (С(СN)₂), 104,80 (С₍₃₎), 112,86 и 113,10 (СN боковой цепи), 114,61 (3-СN), 121,27 (С₍₅₎), 128,16 (С_{р_н-м}), 128,83 (С_{р_н-о}), 132,02 (С_{р_н-р}), 133,63 (С_{р_н-инс}), 152,86 (С₍₄₎), 158,54 (С₍₂₎), 161,83 (С₍₆₎), 175,79 (С=C(СN)₂). Найдено, %: С 69,11, Н 4,15, N 16,91. С₁₉H₁₄N₄S. Вычислено, %: С 69,07, Н 4,27, N 16,96.

5-(4-Бромфенил)-8,10-диметилпиридо[3'',2''':4',5']тиено [2',3':5,6]пиридо[2,3-*d*]пиримидон-4 (VII). Выдерживают 5 ммоль соединения Iв в 10 мл формамида при ~100 °С в течение 2 ч. После охлаждения реакционной смеси выпавший осадок продукта VII отфильтровывают, промывают спиртом и гексаном, сушат на воздухе. Выход 52%. $T_{\text{пл}} > 300$ °С. ИК спектр: 3478 (NH), 1680 (СО), 1625, 1586, 1548, 1488, 1438 см⁻¹. Спектр ЯМР ¹H: 2,60 (3H, с, 8-СН₃), 3,07 (3H, с, 10-СН₃), 7,35 (1H, с, 9-Н), 7,67 и 7,93 (4H, д. д, С_{ар}), 8,61 (1H, с, 2-Н). Найдено, %: С 57,14, Н 3,05, N 13,22. С₂₀H₁₃BrN₄OS. Вычислено, %: С 57,02, Н 3,11, N 13,30.

Работа выполнена в рамках Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 94-03-08823а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Artyomov V. A., Rodinovskaya L. A., Shestopalov A. M., Litvinov V. P.* // *Mendeleev Comm.* — 1993. — N 4. — P. 149.
2. *Артемов В. А., Родиновская Л. А., Шестопалов А. М., Литвинов В. П.* // ХГС. — 1994. — № 1. — С. 122.
3. *Llemm L. H., Zell R., Barnish J. T., Klemm R. A., Klopfenstein C. E., McCoy D. R.* // *J. Heterocycl. Chem.* — 1970. — Vol. 7. — P. 373.
4. *Dunn A. D., Norrie R.* // *J. Prakt. Chem./Chem. Ztg.* — 1992. — Bd 334. — S. 483; C. A. — Vol. 118. — 59548.
5. *Родиновская Л. А., Шестопалов А. М., Литвинов В. П., Хорошилова Л. А.* // Тез. докл. XV Украинской конф. по органической химии. — Ужгород, 1986. — С. 255.
6. *Бабичев Ф. С., Гаранин Ю. А., Промоненков В. К., Литвинов В. П., Воловенко Ю. М.* // Внутримолекулярное взаимодействие нитрильной и аминогрупп. — Киев: Наук. Думка, 1987. — С. 88.
7. *Allen F. H., Kennard O., Watson D. G., Brammer L., Orpen A. G., Taylor R.* // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. II.* — 1987. — N 12. — P. S1.
8. *Гордон А., Форд Р.* // *Спутник химика.* — М.: Мир, 1976. — С. 130.
9. *Gewald K., Hentschel M., Ilgen U.* // *J. prakt. Chem.* — 1974. — Bd 316. — S. 1230.
10. *Шестопалов А. М., Родиновская Л. А., Шаранин Ю. А., Литвинов В. П.* // ЖОХ. — 1988. — Т. 58. — С. 840.
11. *Susse M., Johnse S.* // *J. prakt. Chem.* — 1981. — Bd 323. — S. 647.

Институт органической химии
им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва 117913

Поступило в редакцию 20.05.95