

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

## 2-БРОМ-1-ФЕНИЛЭТИЛИДЕНМАЛОНОНИТРИЛ В СИНТЕЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ТИЕНО[3,2-*b*]ПИРИДИНОВ И ТИАЗОЛО[4,5-*b*]ПИРИДИНОВ

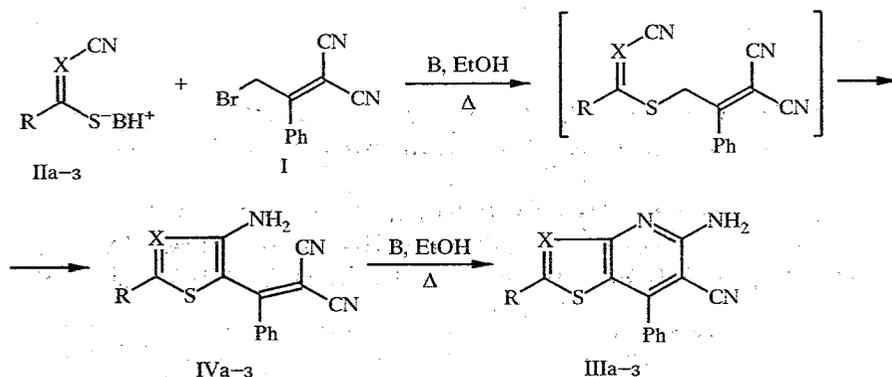
Предложен новый региоселективный метод синтеза функционально замещенных тиено[3,2-*b*]пиридинов и тиазоло[4,5-*b*]пиридинов на основе 2-бром-1-фенилэтилиденмалононитрила. При получении тиазоло[4,5-*b*]пиридинов были выделены промежуточные продукты — замещенные 5-(2,2-дициано-1-фенилвинил)тиазолы. Образование тиазоло[4,5-*b*]пиридинов было подтверждено рентгеноструктурным исследованием.

Функционально замещенные тиенопиридины и тиазолопиридины представляют значительный интерес, поскольку многие их представители обладают широким спектром биологической активности. Известные способы получения таких соединений характеризуются, как правило, большим числом стадий или требуют труднодоступных исходных [1—3]. Нами предложен новый, удобный метод региоселективного синтеза функционально замещенных тиенопиридинов и тиазолопиридинов на основе (2-бром-1-фенилэтилиден)малононитрила (I) с использованием стратегии каскадных реакций, разработанной ранее для получения пиридотиенопиридинов и пиридотиенопиримидинов [4—6].

Аддукты малононитрила (цианамид) с изотиоцианатами или сероуглеродом (IIa—z) реагируют с динитрилом I с образованием функционально замещенных тиено[3,2-*b*]пиридинов (тиазоло[4,5-*b*]пиридинов) (IIIa—z). Механизм этого процесса можно представить как последовательность стадий алкилирования по атому серы, замыкания тиофенового(тиазольного) цикла по реакции Торпа—Циглера, приводящего к соответствующим его замещенным (IV) и последующей циклизации по реакции Торпа—Гуареси, завершающей построение бициклической системы III.

В результате взаимодействия малононитрила I и 1-(R-амино)-2,2-дицианоэтилен-1-тиолатов пиперидиния IIa—в (образующихся в этанольном растворе из эквимолярных количеств соответствующей натриевой соли и пиперидина) были получены 2-амино-6-(R-амино)-3,7-дициано-4-фенилтиено[3,2-*b*]пиридины (IIIa—в). При этом промежуточные продукты — 4-амино-2-(R-амино)-3-циано-5-(2,2-дициано-1-фенилвинил)тиофены (IVa—в) выделить не удалось, вероятно, из-за быстро протекающей циклизации последних, приводящей к соединениям IIIa—в.

В случае аналогичной реакции с использованием пиперидиниевых солей N-замещенных N'-цианотиомочевины IIг—е (получаемых из соответствующих натриевых солей и пиперидина) удалось выделить промежуточные 4-амино-2-(R-амино)-5-(2,2-дициано-1-фенилвинил)тиазолы (IVг—е), представляющие собой ярко-желтые или оранжевые соединения, умеренно растворимые в этаноле. Большая устойчивость тиазолов IVг—е по сравнению с соответствующими тиофенами объясняется, по-видимому, понижением нуклеофильности аминогруппы с введением в кольцо атома азота вместо фрагмента C—CN. В процессе кипячения этих соединений в спирте в присутствии каталитических количеств пиперидина или выдерживания без растворителя при температуре выше 190 °C происходит дальнейшая циклизация с образованием 5-амино-2-(R-амино)-7-фенил-6-цианотиазо-



B = пиперидин; I—IV а R = NHPh, X = C—CN, б R = NHEt, X = C—CN, в R = NHCH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>, X = C—CN, г R = NHPh, X = N, д R = NHEt, X = N, е R = NHCH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>, X = N, ж R = SCH<sub>3</sub>, X = C—CN, з R = SCH<sub>3</sub>, X = N

ло [4,5-*b*]пиридинов IIIг—е. Это бесцветные или светло-желтые соединения, практически нерастворимые в этаноле.

I-Метилмеркапто-2,2-дицианоэтилен-1-тиолат пиперидиния IIж (получаемый в этанольном растворе из эквимолярных количеств соответствующего дитиолата натрия и йодистого метила с дальнейшим последовательным добавлением эквимолярных количеств уксусной кислоты и пиперидина) реагирует с динитрилом I с образованием 2-амино-3,7-дициано-6-метилмеркапто-4-фенилтиено[3,2-*b*]пиридина IIIж. Взаимодействие S-метил-N-цианиминодитиокарбоната пиперидиния IIз (получаемого аналогично тиолату IIж) с соединением I приводит к 2-амино-6-метилмеркапто-4-фенил-3-цианотиазоло[4,5-*b*]пиридины IIIз. Строение полученных продуктов подтверждено данными ПМР и ИК спектров (см. табл. 1), а также с помощью РСА кристалла соединения IIIе (см. табл. 1).

В ИК спектрах 2-амино-6-(R-амино)-3,7-дициано-4-фенилтиено[3,2-*b*]пиридинов IIIа—в имеются уширенные полосы поглощения при 2210...2220 см<sup>-1</sup>, отвечающие близким по значению сигналам двух цианогрупп.

В спектрах ПМР наблюдаются синглетные сигналы протонов аминогруппы при 6,9 м. д. и протона группы NHR при δ > 8,9.

В ИК спектрах 4-амино-2-(R-амино)-5-(2,2-дициано-1-фенилвинил)тиазолов IVг—е имеются сигналы двух цианогрупп при 2150...2210 см<sup>-1</sup>, характерные для дицианоэтиленильного фрагмента. В спектрах соответствующих тиазоло[4,5-*b*]пиридинов IIIг—е наблюдается только один сигнал в области 2210 см<sup>-1</sup>, относящийся к группе CN пиридинового цикла.

Спектры ПМР тиазолов IVг—е содержат уширенный синглетный сигнал при 6,1...7,0 м. д., характерный для протонов аминогруппы тиазольного кольца, и узкий синглет при δ > 8,5 протона группы NHR. В спектрах соответствующих тиазоло[4,5-*b*]пиридинов IIIг—е имеются два узких синглета при 6,5...6,9 м. д. и 8,7...11,3 м. д., принадлежащих протонам групп NH<sub>2</sub> и NHR соответственно.

Наиболее убедительным подтверждением строения обсуждаемых продуктов являются результаты рентгеноструктурного исследования соединения IIIе. На рис. 1 показан общий вид молекулы с основными длинами связей (нумерация атомов отличается от рекомендуемой ИЮПАК); валентные углы приведены в таблице 2. Длины связей в молекуле IIIе имеют обычные значения [7]. Тиазолопиридиновый фрагмент с точностью до 0,006 Å плоский. Короткие невалентные внутримолекулярные контакты S(1)...C(9) 3,119(5) Å и C(13)...C(14) 3,140(8) Å (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов S и

## Характеристики синтезированных соединений

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			T <sub>пл.</sub> , °C	ИК спектр, $\nu$ , см <sup>-1</sup>	Спектр ПМР в ДМСО-D <sub>6</sub> , $\delta$ , м. д.	Выход, %
		C	H	N				
IIIa	C <sub>21</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>69.02</u> 68,65	<u>3.29</u> 3,57	<u>19.22</u> 19,06	260...262	3445, 3341, 3316, 3197 (NH), 2217 (CN), 1635, 1600, 1533	6,91 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,21 (1H, м, <i>p</i> -HNPh), 7,38 (4H, м, <i>o</i> -HNPh и <i>m</i> -HNPh), 7,55 (5H, с, H <sub>СР</sub> h), 10,46 (1H, уш. с, NHR)	72,0
IIIб	C <sub>17</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>64.08</u> 63,93	<u>4.04</u> 4,10	<u>21.89</u> 21,93	287...289	3458, 3275, 3184, 2978 (NH), 2210 (CN), 1632, 1588, 1575, 1543, 1522	1,19 (3H, т, CH <sub>3</sub> ), 3,31 (2H, к, CH <sub>2</sub> ), 6,88 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,59 (5H, м, H <sub>Р</sub> h), 8,97 (1H, с, NHR)	81,5
IIIв	C <sub>18</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>65.38</u> 65,24	<u>3.71</u> 3,95	<u>21.21</u> 21,13	275...277	3460, 3340, 3303, 3159 (NH), 2211 (CN), 1634, 1549, 1527	3,92 (2H, д, -CH <sub>2</sub> -), 5,20 (2H, м, =CH <sub>2</sub> ), 5,82 (1H, м, -CH=), 6,87 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,55 (5H, с, H <sub>Р</sub> h), 9,27 (1H, с, NHR)	85,0
IIIг	C <sub>19</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>66.71</u> 66,45	<u>3.86</u> 3,82	<u>20.49</u> 20,39	310...311	3422, 3284, 3180 (NH), 2212 (CN), 1611, 1599, 1540, 1502	6,78 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,00...7,80 (10H, м, H <sub>Р</sub> h), 10,96 (1H, с, NHR)	59,0
IIIд	C <sub>15</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>60.78</u> 61,00	<u>4.51</u> 4,44	<u>23.85</u> 23,71	294...295	3493, 3352, 3170, 2972 (NH), 2220 (CN), 1609, 1553, 1523, 1449	1,20 (3H, т, CH <sub>3</sub> ), 3,40 (2H, к, CH <sub>2</sub> ), 6,28 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,55 (5H, м, H <sub>Р</sub> h), 8,58 (1H, с, NHR)	67,0
IIIе	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>62.48</u> 62,52	<u>4.13</u> 4,26	<u>22.91</u> 22,78	236...238	3461, 3295, 3103 (NH), 2217 (CN), 1642, 1595, 1580, 1523	4,01 (2H, д, -CH <sub>2</sub> -), 5,17 (2H, м, =CH <sub>2</sub> ), 5,87 (1H, м, -CH=), 6,63 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,55 (5H, с, H <sub>Р</sub> h), 8,95 (1H, с, NHR)	70,0
IIIж	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	<u>59.75</u> 59,61	<u>3.06</u> 3,13	<u>17.51</u> 17,38	286...288	3460, 3312, 3170 (NH), 2238, 2215 (CN), 1681, 1545, 1538, 1367	2,76 (3H, с, CH <sub>3</sub> ), 7,23 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,61 (5H, с, H <sub>Р</sub> h)	88,0
IIIз	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	<u>56.53</u> 56,36	<u>3.14</u> 3,38	<u>18.91</u> 18,78	216...218	3481, 3272, 3140 (NH), 2210 (CN), 1632, 1553, 1531, 1496	2,78 (3H, с, CH <sub>3</sub> ), 6,79 (2H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,60 (5H, м, H <sub>Р</sub> h)	74,5
IVг	C <sub>19</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>66.39</u> 66,45	<u>3.80</u> 3,82	<u>20.25</u> 20,39	*	3466, 3359, 3278, 3083 (NH), 2212, 2198 (CN), 1621, 1601, 1560, 1536	6,43* <sup>2</sup> (1H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,05...7,69 (10H, м, H <sub>Р</sub> h), 11,25 (1H, с, NHR)	93,0
IVд	C <sub>15</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>61.12</u> 61,00	<u>4.55</u> 4,44	<u>23.92</u> 23,71	*	3453, 3300, 3244, 3118, 3042 (NH), 2213, 2196 (CN), 1641, 1587	1,17 (3H, т, CH <sub>3</sub> ), 3,40 (2H, к, CH <sub>2</sub> ), 6,60* <sup>2</sup> (1H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,46 (5H, м, H <sub>Р</sub> h), 9,31 (1H, с, NHR)	96,0
IVе	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> S	<u>62.58</u> 62,52	<u>4.20</u> 4,26	<u>22.94</u> 22,78	*	3448, 3297, 3160, 3119 (NH), 2210, 2191 (CN), 1636, 1576, 1457	4,01 (2H, д, -CH <sub>2</sub> -), 5,20 (2H, м, =CH <sub>2</sub> ), 5,87 (1H, м, -CH=), 6,62* <sup>2</sup> (1H, с, NH <sub>2</sub> ), 7,51 (5H, м, H <sub>Р</sub> h), 9,48 (1H, с, NHR)	96,0

\* Для соединений IVг—е зафиксирована T<sub>пл</sub> продуктов их циклизации IIIг—е, образующихся при нагревании.  
 Из-за обменных процессов сигнал уширен и имеет меньшую интенсивность.

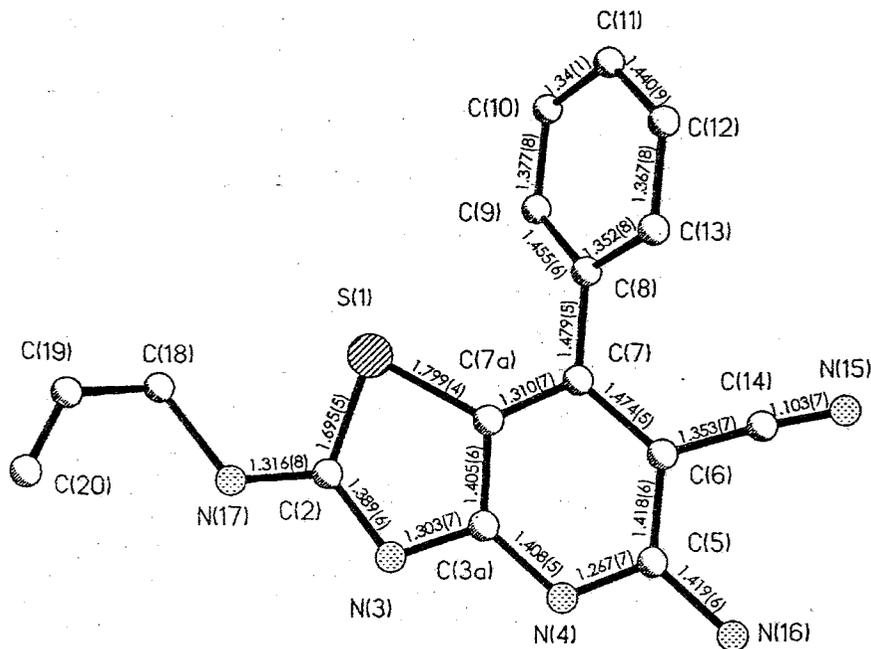


Рис. 1. Общий вид молекулы соединения IIIе и длины связей в ней

С 3,50 Å, удвоенный радиус С 3,40 Å) обуславливают разворот фенильного заместителя относительно бициклического фрагмента на 49,6°.

В кристалле межмолекулярные водородные связи  $N(16) \cdots H_{162} \cdots N(4)$  ( $-x, 1-y, 1-z$ )  $N(16) \cdots N(4)$  2,925(6),  $N(16) \cdots H(162)$  1,10(5),  $H(162) \cdots N(4)$  1,85(5) Å, угол  $N(16) \cdots H(162) \cdots N(4)$  178(3)°,  $N(17) \cdots H(17) \cdots N(3)$  ( $-x, y, 1,5-z$ )  $N(17) \cdots N(3)$  2,962(6),  $N(17) \cdots H(17)$  1,03(5),  $H(17) \cdots N(3)$  1,93(5) Å, угол  $N(17) \cdots H(17) \cdots N(3)$  176(3)° объединяют молекулы IIIе в изогнутые ленты

Таблица 2

Валентные углы  $\omega$  (град.) в молекуле IIIе

Угол	$\omega$	Угол	$\omega$
C(2)—S(1)—C(7a)	81,0(2)	C(6)—C(7)—C(8)	127,5(4)
C(2)—N(3)—C(3a)	109,2(4)	C(7a)—C(7)—C(8)	118,5(4)
C(3a)—N(4)—C(5)	116,3(4)	S(1)—C(7a)—C(3a)	116,2(4)
C(2)—N(17)—C(18)	123,2(13)	S(1)—C(7a)—C(7)	126,9(3)
C(2)—N(17)—C(18a)	122,3(11)	C(3a)—C(7a)—C(7)	116,9(4)
S(1)—C(2)—N(3)	122,2(4)	C(7)—C(8)—C(9)	125,5(4)
S(1)—C(2)—N(17)	114,4(3)	C(7)—C(8)—C(13)	115,1(4)
N(3)—C(2)—N(17)	123,3(4)	C(9)—C(8)—C(13)	119,4(4)
N(3)—C(3a)—N(4)	119,8(4)	C(8)—C(9)—C(10)	124,3(5)
N(3)—C(3a)—C(7a)	111,3(4)	C(9)—C(10)—C(11)	116,0(5)
N(4)—C(3a)—C(7a)	128,8(5)	C(10)—C(11)—C(12)	119,4(6)
N(4)—C(5)—N(16)	115,4(4)	C(11)—C(12)—C(13)	125,8(7)
N(4)—C(5)—C(6)	117,5(4)	C(8)—C(13)—C(12)	115,1(5)
N(16)—C(5)—C(6)	127,1(5)	N(15)—C(14)—C(6)	174,7(4)
C(5)—C(6)—C(7)	126,5(4)	N(17)—C(18)—C(19)	111,4(19)
C(5)—C(6)—C(14)	111,2(4)	N(17)—C(18a)—C(19a)	102,9(13)
C(7)—C(6)—C(14)	122,1(4)	C(18)—C(19)—C(20)	126,2(20)
C(6)—C(7)—C(7a)	114,0(4)	C(18a)—C(19a)—C(20a)	126,3(26)

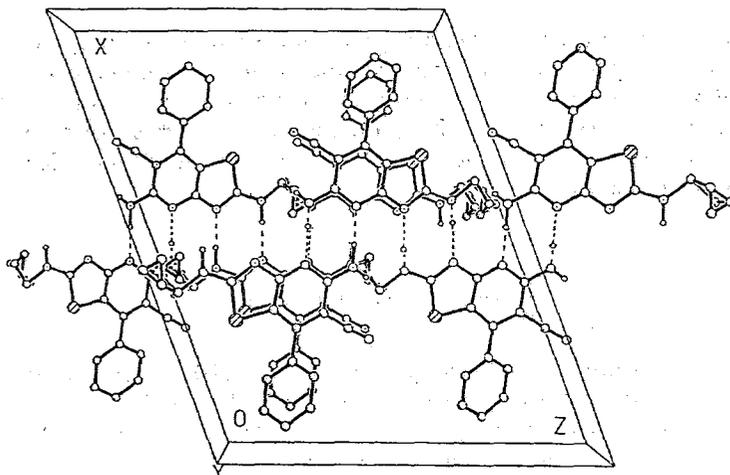


Рис. 2. Проекция  $ac$  кристаллической структуры соединения 3е.  
Пунктирными линиями показаны межмолекулярные водородные связи N—H...N

Таблица 3

Координаты атомов ( $\times 10^4$ , для H  $\times 10^3$ ) в молекуле 3е

Атом	x	y	z
S(1)	1825(1)	2407(2)	8106(1)
N(3)	601(2)	3093(5)	7127(2)
N(4)	647(2)	3996(5)	5913(2)
N(15)	2272(2)	4875(6)	5033(2)
N(16)	703(2)	4883(7)	4745(2)
N(17)	797(2)	2200(6)	8447(3)
C(2)	1007(2)	2559(6)	7866(3)
C(3a)	951(2)	3431(5)	6694(3)
C(5)	1019(2)	4303(6)	5527(2)
C(6)	1695(2)	4024(5)	5913(2)
C(7)	2016(2)	3410(5)	6726(2)
C(7a)	1616(2)	3150(5)	7109(2)
C(8)	2717(2)	3072(5)	7133(2)
C(9)	3111(3)	3622(7)	7924(3)
C(10)	3769(3)	3329(9)	8281(4)
C(11)	4044(3)	2463(9)	7859(4)
C(12)	3650(3)	1912(8)	7080(4)
C(13)	2999(3)	2193(6)	6710(3)
C(14)	2037(2)	4474(6)	5451(2)
C(18)	1257(12)	1561(49)	9281(18)
C(18a)	1226(9)	1239(48)	9206(18)
C(19)	1043(7)	5(19)	9460(15)
C(19a)	740(11)	5538(19)	9492(9)
C(20)	499(15)	-522(31)	9194(17)
C(20a)	735(12)	-807(23)	9718(11)
H(161)	93(2)	507(5)	452(2)
H(162)	20(3)	530(6)	451(3)
H(17)	31(2)	247(6)	826(2)
H(9)	291(2)	424(5)	818(2)
H(10)	408(3)	383(8)	870(3)
H(11)	449(2)	229(6)	809(2)
H(12)	381(3)	137(6)	684(3)
H(13)	271(2)	174(6)	624(3)

вдоль плоскости *ac* (рис. 2). Анализ упаковки молекул в кристалле показал, что других укороченных межмолекулярных контактов не наблюдается.

Разработанный нами новый метод региоселективного синтеза функционально замещенных тиено[3,2-*b*]пиридинов и тиазоло[4,5-*b*]пиридинов открывает широкие возможности получения потенциально биологически активных соединений.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Температуры плавления определяли на столике Кофлера; ИК спектры снимали на приборе Spеcогd М-80 в таблетках KBr, спектры ПМР — на приборе Bruker WM-200 в растворах ДМСО-*d*<sub>6</sub>. Элементный анализ на С, Н, N проводили на приборе Perkin-Elmer С, Н, N-analyser. Характеристики соединений III и IV приведены в таблице 1.

2-Бром-1-фенилэтилиденмалононитрил I получен по методике, предложенной в работе [8].

Рентгеноструктурное исследование молекулы IIIe. Кристаллы соединения IIIe моноклинные, при 20 °С  $a = 21,903(2)$ ,  $b = 8,366(3)$ ,  $c = 17,991(4)$  Å,  $\beta = 110,56(2)^\circ$ ,  $V = 3087(3)$  Å<sup>3</sup>,  $d_{\text{выч}} = 1,323$  г/см<sup>3</sup>,  $Z = 8$ , пространственная группа *c2/c*. Параметры ячейки и интенсивности 2713 независимых отражений измерены на четырехкружном автоматическом дифрактометре Siemens РЗ/РС ( $\lambda$ MoK $\alpha$ ; 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 1855 отражениям с  $I > 3\sigma(I)$ . Атомы C(18), C(19) и C(20) разупорядочены по двум положениям, что связано с поворотом аллильного заместителя вокруг связи N(17)—C(18). Соотношение заселенностей положений C(18), C(18a), C(19), C(19a), C(20), C(20a), согласно уточнению МНК, равно 0,50 и 0,50 соответственно. Все атомы водорода (кроме связанных с атомами C(18), C(18a), C(19), C(19a), C(20) и C(20a)) объективно выявлены разностными синтесами и уточнены изотропно. Окончательное значение фактора расхожденности  $R = 0,065$  ( $R_w = 0,065$ ). Все расчеты проведены по программе SHELXTL PLUS (версия PC). Координаты атомов даны в таблице 3 (тепловые параметры атомов можно получить у авторов).

2-Амино-6-(*R*-амино)-3,7-дициано-4-фенилтиено[3,2-*b*]пиридины (IIIa—в). К раствору 2 ммоль 1-(*R*-амино)-2,2-дицианоэтилен-1-тиолата натрия в 20 мл спирта добавляют 2 ммоль уксусной кислоты и через 2 мин 2 ммоль пиперидина. Смесь нагревают до 50 °С и добавляют 2 ммоль (2-бром-1-фенилэтилиден)малонодинитрила I. Выпавший осадок продукта IIIa—в отфильтровывают, промывают этанолом, гексаном и сушат на воздухе.

4-Амино-2-(*R*-амино)-5-(2,2-дициано-1-фенилэтиленил)тиазолы (IVг—е). По описанной выше методике из 2 ммоль натриевой соли *N*-замещенной *N'*-цианотиомочевины в 15 мл спирта получают продукты IVг—е.

5-Амино-2-(*R*-амино)-7-фенил-6-цианотиазоло[4,5-*b*]пиридины (IIIг—е). К раствору 2 ммоль 4-амино-2-(*R*-амино)-5-(2,2-дициано-1-фенилэтиленил)тиазола IVг—е в 30 мл спирта, нагретому до 50 °С, добавляют 2...3 капли пиперидина и кипятят реакцию массу до начала выпадения осадка продукта IIIг—е. Осадок отфильтровывают, промывают этанолом, гексаном и сушат на воздухе.

2-Амино-3,7-дициано-6-метилмеркапто-4-фенилтиено[3,2-*b*]пиридин (IIIж). К раствору 2 ммоль 2,2-дициано-1,1-дителиата натрия в 20 мл этанола добавляют 2 ммоль метилйодида и нагревают до 60...65 °С. Смесь выдерживают 30 мин при температуре 30...40 °С, добавляют последовательно 2 ммоль уксусной кислоты, 2 ммоль пиперидина и 2 ммоль 2-динитрила I. Выпавший осадок продукта IIIж отфильтровывают, промывают этанолом, гексаном и сушат на воздухе.

2-Амино-6-метилмеркапто-4-фенил-3-цианотиазоло[4,5-*b*]пиридин (IIIз). По описанной выше для соединения IIIж методике из *S*-метил-*N*-цианиминодитиокарбоната натрия получают продукт IIIз.

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yokogama M., Tohnishi M., Kurihara A., Imamoto T. // Chem. Lett. — 1982. — N 12. — P. 1933.
2. Yokogama M., Imamoto T. // Synthesis. — 1984. — N 10. — P. 797.
3. Ger. (East)DD 285982/ Evers R., Quincoses S. J., Bohn J. 1991.
4. Иванов В. Л., Артемов В. А., Родиновская Л. А., Шестопалов А. М., Нестеров В. Н., Стручков Ю. Т., Литвинов В. П. // ХГС. — 1996. — № 1. — С. 115.
5. Artyomov V. A., Rodinovskaya L. A., Shestopalov A. M., Litvinov V. P. // Mendeleev Commun. — 1993. — N 4. — P. 149.
6. Артемов В. А., Родиновская Л. А., Шестопалов А. М., Литвинов В. П. // ХГС. — 1994. — № 1. — С. 122.
7. Allen F. H., Kennard O., Watson D. G., Brammer L., Orpen A. G., Taylor R. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. II. — 1987. — S1.
8. Süsse M., Johne S. // J. prakt. Chem. — 1981. — Bd 323. — S. 647.

Институт органического синтеза  
им. А. Д. Зелинского РАН,  
Москва 117913

Поступило в редакцию 22.12.95