

С. М. Десенко, В. Д. Орлов, Н. В. Гетманский, С. А. Комыхов,  
 Б. В. Папонов, А. Ю. Ковалевский, О. В. Шишкин,  
 Ю. Т. Стручков

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ  
 3,7-ДИГИДРО-2Н-1,2,4-ТРИАЗОЛО-  
 [1',5'-а']ПИРИМИДО[4,5-*d*]БЕНЗО[*b*]ПИРАНА

Конденсацией 5-(2-оксифенил)-6,7-дигидро-1,2,4-триазоло[1,5-*a*]пиримидинов с альдегидами получены производные новой гетероциклической системы — 3,7-дигидро-2Н-1,2,4-триазоло[1',5'-*a*]пиримидо[4,5-*d*]пирана, в том числе 9-метил-2,3-дифенилзамещенное, строение которого установлено методом РСА.

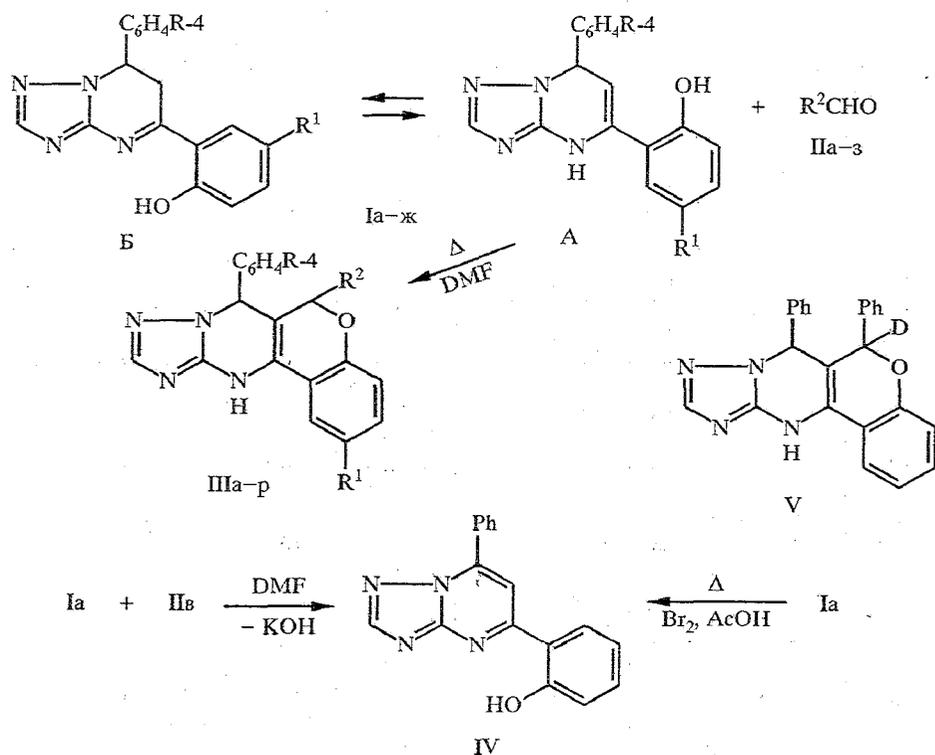
Наличие в дигидропроизводных азолопиримидинов весьма реакционно-способного енаминного фрагмента открывает возможности для их химической модификации, в том числе для синтеза новых гетероциклических систем. Целью настоящей работы явилось исследование гетероциклизации 5-(2-оксифенил)-6,7-дигидро-1,2,4-триазоло[1,5-*a*]пиримидинов (Iа—ж) с альдегидами (IIа—з), которую осуществляли кипячением растворов указанных реагентов в ДМФА в течение 10...45 мин.

Т а б л и ц а 1

Характеристики соединений IIIа—г,е—к,р, IV, V\*

Соединение	Найдено N, %	Брутто-формула	Вычислено N, %	$T_{пл.}^{\circ C}$	ИК спектр, $\nu_{C=C}$ , см <sup>-1</sup>	УФ спектр, $\lambda_{max}$ (ε · 10 <sup>-3</sup> )	Выход, %
IIIа	18,8	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O	18,5	314...316	1675	282 (5,1), 294 (4,7), 318 (5,2)	62
IIIб	16,7	C <sub>19</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	16,9	261...263	1673	282 (5,4), 294 (4,9), 317 (5,2)	55
IIIв	14,5	C <sub>18</sub> H <sub>13</sub> N <sub>4</sub> OBr	14,7	256...258	1672	285 (3,9), 295 (4,5), 315 (4,3)	65
IIIг	17,4	C <sub>19</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> O	17,7	246...248	1655	285 пл., 294 (3,4), 315 (3,5)	37
IIIе	13,4	C <sub>25</sub> H <sub>20</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	13,7	244...247	1658	283 (5,4), 296 (5,4), 319 (4,4)	36
IIIж	16,3	C <sub>26</sub> H <sub>23</sub> N <sub>5</sub> O	16,6	240...242	1660	297 (11,1)	
IIIз	12,2	C <sub>24</sub> H <sub>17</sub> N <sub>4</sub> OBr	12,3	265...267	1660	287 (4,5), 297 (5,1), 321 (4,1)	24
IIIи	13,9	C <sub>25</sub> H <sub>20</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	13,7	208...210	1665	284 (5,5), 296 (5,6), 321 (5,5)	33
IIIк	12,0	C <sub>24</sub> H <sub>17</sub> N <sub>4</sub> OBr	12,3	254...256	1663	287 (4,7), 297 (5,4), 321 (4,6)	44
IIIр	14,1	C <sub>25</sub> H <sub>20</sub> N <sub>4</sub> O	14,3	240...242	1675	285 пл., 298 (9,3), 320 пл.	40
IV	19,1	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> N <sub>4</sub> O	19,4	187...190	—	261 (23,4), 317 (18,6)	61
V	14,5	C <sub>24</sub> H <sub>17</sub> N <sub>4</sub> OD	14,8	227...230	1670	285 пл., 296 (4,7), 320 (3,9)	55

\* Соединения IIIд,л—п описаны ранее в работе [4].



I a R = R<sup>1</sup> = H; б R = MeO, R<sup>1</sup> = H; в R = Br, R<sup>1</sup> = H; г R = Me<sub>2</sub>N, R<sup>1</sup> = H; д R = Cl, R<sup>1</sup> = H; е R = F, R<sup>2</sup> = H; ж R = H, R<sup>1</sup> = Me; II a R<sup>2</sup> = H; б R<sup>2</sup> = Me; в R<sup>2</sup> = Ph; г R<sup>2</sup> = 4-MeOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; д R<sup>2</sup> = 4-Me<sub>2</sub>NC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; е R<sup>2</sup> = 4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; ж R<sup>2</sup> = 4-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; з R<sup>2</sup> = 4-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; III a R = R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = H; б R = MeO, R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = H; в R = Br, R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = H; г R = R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = Me; д R = R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = Ph; е R = R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-MeOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; ж R = R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-Me<sub>2</sub>NC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; з R = R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; и R = MeO, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = Ph; к R = Br, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = Ph; л R = MeO, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-MeOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; м R = Me<sub>2</sub>N, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-Me<sub>2</sub>NC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; н R = Br, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; о R = Cl, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; п R = F, R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = 4-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>; р R = H, R<sup>1</sup> = Me, R<sup>2</sup> = Ph

Наличие в дигидропиримидиновом цикле соединений I двух потенциальных реакционных центров предполагает возможность формирования как бензопиранового, так и бензоксазинового цикла. Однако в условиях реакции наблюдалось образование исключительно бензопирановых систем (III). При использовании суперосновных сред (DMFA—KOH), которые, как известно [1], должны способствовать участию в реакции группы NH, соединение Ia не вступало в реакцию с бензальдегидом, а превращалось в результате гетероароматизации в замещенный триазолопиримидин (IV).

Строение синтезированных продуктов IIIa—p установлено по данным спектральных методов (см. табл. 1, 2), а структура соединения IIIp — также с помощью РСА. Продукт IV идентичен образцу, полученному предложенным ранее методом гетероароматизации дигидроазолопиримидиновых систем [2].

Электронные спектры поглощения соединений IIIa—p в целом аналогичны спектрам енаминных таутомеров дигидроазолопиримидинов [3], а их ИК спектры (в KBr) содержат полосы ν<sub>C=C</sub> в области 1655...1675 см<sup>-1</sup>. В спектрах ПМР присутствуют сигналы ароматических протонов, а также протонов групп NH и CH. Таким образом, спектральные данные указывают на существование соединений III в енаминной таутомерной форме (в твердой фазе и растворах в изопропиловом спирте и ДМСО-D<sub>6</sub>) в отличие от исходных о-оксиарильных производных дигидро-1,2,4-триазоло[1,5-a]пиримидина I, существующих в виде смеси таутомеров А и Б [3].

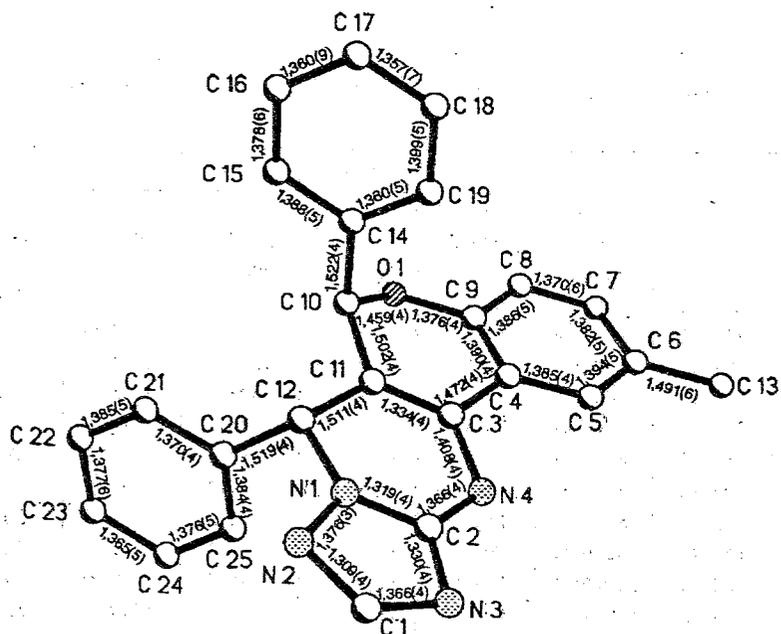
Химические сдвиги,  $\delta$  (м. д.) и КССВ,  $J$  (Гц) соединений IIIa—p, IV, V

Соединение	$N_{Ag}$ м	Гетероцикл. фрагментов				$CH_3$
		триазол. СН (1Н, с)	пиран. СН (1Н)	дигидропиримидин		
				СН (1Н, с)	NH (1Н, с)	
IIIa	6,9...7,7	7,69	4,18 д; 4,71 д*	6,10	10,3	
IIIб	6,7...7,6	7,64	4,67 д; 4,20 д*	6,04	10,2	3,72 (3Н, с)
IIIв	6,8...7,7	7,67	4,70 д; 4,20 д*	6,14	10,3	
IIIг	7,2...7,4	7,65	4,48 к 4,91 к	A* <sup>2</sup> : 6,13 B* <sup>2</sup> : 6,18	10,2 10,2	2,26 (3Н, д, $J = 6,4$ ) 0,55 (3Н, д, $J = 6,6$ )
IIIд	6,3...7,8	7,66	5,37 с 5,90 с	A: 5,63 B: 6,19	10,5	
IIIе	6,8...7,8	7,66	5,34 с 5,84 с	A: 5,59 B: 6,13	10,5	3,72 (3Н, с) 3,56 (3Н, с)
IIIж	7,6...7,8	7,66	5,25 с	A: 5,56	10,5	2,86 (6Н, с)
IIIз	6,7...7,9	7,66	5,38 с 5,89 с	A: 5,69 B: 6,15	10,5	
IIIи	6,7...8,8	7,64	5,38 с 5,86 с	A: 5,57 B: 6,10	10,5	3,75 (3Н, с) 3,54 (3Н, с)
IIIк	6,7...7,6	7,67	5,39 с 5,88 с	A: 5,67 B: 6,21	10,5	
IIIл	6,7...7,7	7,65	5,33 с 5,80 с	A: 5,55 B: 6,11	10,5	3,74 (3Н, с) 3,71 (3Н, с) 3,57 (3Н, с) 3,55 (3Н, с)
IIIм	6,6...7,4	7,63	5,28 с	A: 5,42	10,6	2,78 (6Н, с) 2,70 (6Н, с)
IIIн	6,7...7,7	7,80	5,39 с 5,87 с	A: 5,73 B: 6,19	10,6	
IIIо	6,7...7,6	7,68	5,41 с 5,90 с	A: 5,74 B: 6,21	10,6	
IIIп	6,7...7,6	7,70	5,41 с 5,90 с	A: 5,70 B: 6,20	10,6	
IIIр	6,6...7,4	7,65	5,34 с	5,63	10,4	2,26 (3Н, с)
IV	7,0...8,3	—	—	—	12,3(ОН)	
V	6,7...7,4	7,66	—	A: 5,63 B: 6,28	10,5 10,4	

\*  $J = 13,5...13,8$  Гц.\*<sup>2</sup> А — *R,R(S,S)*-изомер; Б — *R,S(S,R)*-изомер.

Отнесение сигналов метиновых протонов осуществлено путем сравнения спектров соединения IIIд и его дейтероаналога V, полученного конденсацией дейтеробензальдегида с дигидротриазолопиримидином Ia ( $R = H$ ). Наличие двух хиральных центров в молекулах соединений IIIг—p предполагает возможность образования двух изомеров. Действительно, в спектрах неочищенных продуктов IIIг—p наблюдается удвоение сигналов метиновых протонов. Сигналы, лежащие в области более слабого поля и имеющие интегральную интенсивность 5...15% от основных, по нашему мнению, являются сигналами протонов группы СН второго диастереомера.

Строение 9-метил-2,3-дифенил-3,7-дигидро-2Н-1,2,4-триазоло[1',5'-d']пиримидо[4,5-d]бензо[b]пирана IIIр подтверждено также рентгеноструктурным исследованием (см. рис. и табл. 3, 4), которое, в частности, показало, что это соединение имеет одинаковую (*R,R* или *S,S*)-конфигурацию при атомах  $C_{(10)}$  и  $C_{(12)}$ . Учитывая отмеченные выше особенности спектров ПМР соединений IIIг—p, можно сделать общий вывод относительно аналогичной конфигурации всех образующихся в реакции изомеров.



Строение (без атомов водорода) и длины связей молекулы 3Hр

Дигидропиримидиновый цикл имеет конформацию неравномерно уплощенной ванны (параметры складчатости [5]  $S = 0,16$ ,  $\theta = 69,1^\circ$ ,  $\phi = 1,4^\circ$ ), пирановый цикл — конформацию искаженной софы (параметры складчатости  $S = 0,44$ ,  $\theta = 51,8^\circ$ ,  $\phi = 26,7^\circ$ ). Атомы C(3), C(4), C(9), O(1)

Таблица 3

Некоторые валентные ( $\omega$ ) и торсионные ( $\tau$ ) углы в молекуле 3Hр

Угол	$\omega$	Угол	$\omega$
N(2)—N(1)—C(2)	110,0(2)	N(1)—C(2)—N(4)	121,2(2)
C(2)—N(1)—C(12)	127,8(2)	C(4)—C(3)—C(11)	120,3(3)
C(1)—N(3)—C(2)	100,5(2)	C(3)—C(4)—C(9)	117,0(3)
C(9)—O(1)—C(10)	118,2(2)	O(1)—C(9)—C(4)	122,3(3)
N(1)—C(2)—N(3)	111,7(3)	C(3)—C(11)—C(10)	121,2(3)
N(4)—C(3)—C(11)	121,4(3)	C(5)—C(4)—C(9)	118,5(3)
O(1)—C(10)—C(11)	111,9(2)	C(5)—C(6)—C(7)	117,4(3)
C(3)—C(11)—C(12)	124,5(2)	C(4)—C(5)—C(6)	122,2(3)
N(1)—C(12)—C(11)	106,4(2)	C(7)—C(8)—C(9)	120,0(3)
N(1)—N(2)—C(1)	100,8(2)	C(6)—C(7)—C(8)	121,8(3)
C(2)—N(4)—C(3)	117,5(2)	C(7)—C(8)—C(9)	120,0(3)
N(2)—C(1)—N(3)	117,1(3)		
Угол	$\tau$	Угол	$\tau$
C(12)—N(1)—C(2)—N(4)	3,4(4)	C(3)—C(4)—C(9)—O(1)	0,1(4)
N(1)—C(2)—N(4)—C(3)	6,0(4)	C(4)—C(9)—O(1)—C(10)	23,9(4)
C(2)—N(4)—C(3)—C(11)	-6,1(4)	C(9)—O(1)—C(10)—C(11)	-35,0(4)
N(4)—C(3)—C(11)—C(12)	-3,0(5)	O(1)—C(10)—C(11)—C(3)	25,2(4)
C(3)—C(11)—C(12)—N(1)	10,4(4)	C(10)—C(11)—C(3)—C(4)	-3,2(5)
C(11)—C(12)—N(1)—C(2)	-10,5(4)	C(11)—C(3)—C(4)—C(9)	-10,6(4)

Координаты неводородных атомов ( $\times 10^4$ ) и атомов водорода ( $\times 10^3$ )  
в молекуле Шр

Атом	x	y	z	Атом	x	y	z
N(1)	3486(2)	2965(3)	3899(1)	C(21)	2505(3)	2944(3)	2437(1)
N(2)	4025(2)	1358(3)	3905(1)	C(22)	2988(4)	3070(5)	1934(2)
N(3)	4825(2)	2954(3)	4648(1)	C(23)	4097(4)	3941(5)	1898(2)
N(4)	3549(2)	5476(3)	4431(1)	C(24)	4710(3)	4663(5)	2362(2)
O(1)	724(2)	7692(3)	3321(1)	C(25)	4224(3)	4554(4)	2862(2)
C(1)	4792(3)	1441(5)	4362(1)	H(4N)	402(2)	615(4)	473(1)
C(2)	3958(2)	3849(4)	4336(1)	H(1)	536(3)	44(4)	450(1)
C(3)	2524(3)	6109(4)	4076(1)	H(5)	287(3)	812(3)	499(1)
C(4)	1967(3)	7763(4)	4214(1)	H(7)	49(3)	1194(4)	449(1)
C(5)	2280(3)	8650(4)	4704(1)	H(8)	-2(3)	1049(4)	363(1)
C(6)	1750(3)	10239(4)	4808(2)	H(10)	99(2)	567(3)	288(1)
C(7)	889(3)	10916(5)	4401(2)	H(12)	186(3)	259(3)	342(1)
C(8)	543(3)	10057(5)	3916(2)	H(13A)	242(3)	1044(4)	564(1)
C(9)	1080(3)	8477(4)	3820(1)	H(13B)	292(3)	1182(4)	533(1)
C(10)	886(3)	5834(4)	3282(1)	H(13C)	150(3)	1181(4)	548(1)
C(11)	2042(2)	5223(4)	3634(1)	H(15)	-73(3)	396(4)	262(1)
C(12)	2557(3)	3535(4)	3450(1)	H(16)	-256(3)	245(4)	279(1)
C(13)	2106(4)	11188(6)	5334(2)	H(17)	-320(3)	276(4)	366(1)
C(14)	-300(3)	4904(4)	3411(1)	H(18)	-202(3)	425(5)	438(1)
C(15)	-993(3)	3988(5)	2993(2)	H(19)	-21(3)	560(4)	423(1)
C(16)	2076(4)	3146(5)	3094(2)	H(21)	175(3)	230(4)	246(1)
C(17)	2475(4)	3232(6)	3605(3)	H(22)	252(3)	261(4)	161(1)
C(18)	1823(4)	4134(5)	4019(2)	H(23)	443(3)	387(4)	154(2)
C(19)	-707(3)	4959(5)	3920(2)	H(24)	542(3)	531(5)	236(1)
C(20)	3115(3)	3672(4)	2904(1)	H(25)	467(3)	508(3)	322(1)

находятся в одной плоскости, а атомы C(10) и C(11) отклоняются от нее на 0,52 и 0,21 Å соответственно. Следует отметить большую уплощенность дигидропиримидинового цикла по сравнению с неаннелированными аналогами соединений Ш — 5-фенил-7-(4'-метилфенил)-1,2,4-триазоло [1,5-*a*]пиримидином [6] и 7-метил-4,7-дифенил-1,2,4-триазоло [1,5-*a*]пиримидином [7], что, вероятно, связано с взаимным влиянием двух конденсированных частично гидрированных гетероциклов. Атомы C(10) и C(12) отклоняются в разные стороны от среднеквадратичной плоскости N(1), N(2), N(3), C(1), C(2), C(3), C(11) на -0,23 и 0,16 Å соответственно. Сопряженная система молекулы несколько разуплощена (торсионный угол C(11)—C(3)—C(4)—C(9) равен -10,6(4)°, что, вероятно, обусловлено укороченными внутримолекулярными контактами H(5)...H(4N) 2,11(1) Å (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов 2,32 Å [8]), H(5)...N(4) 2,61(1) Å (2,66 Å [8]), C(5)...H(4N) 2,69(1) Å (2,87 Å [8]). Однако длины связей C(3)—C(4) 1,472(4) Å и O(1)—C(9) 1,376(4) Å указывают на сопряжение между неподеленной электронной парой атома кислорода O(1) и *л*-системами бензольного кольца C(4)...C(9) и триазолопиримидинового фрагмента. Фенильные заместители при атомах C(10) и C(12) имеют псевдоаксиальную ориентацию (торсионные углы C(3)—C(11)—C(12)—C(20) -112,9(3)°, C(3)—C(11)—C(12)—H(12) 125(2)°, C(3)—C(11)—C(10)—C(14) -99,9(3)°, C(3)—C(11)—C(10)—H(10) 138(2)°) и направлены в разные стороны от среднеквадратичной плоскости N(1), N(2), N(3), C(1), C(2), C(3), C(11) (углы

между данной плоскостью и связями  $C_{(12)}-C_{(20)}$  и  $C_{(10)}-C_{(14)}$  составляют  $-59,3$  и  $69,3^\circ$  соответственно).

В кристалле молекулы IIIp образуются centrosymmetric димеры за счет водородных связей  $N_{(4)}H...N_{(3)'} [H...N 1,97(1) \text{ \AA}, \text{ угол } N-H...N' 167,9^\circ]$ .

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Рентгеноструктурное исследование соединения IIIp. Кристаллы моноклинные, при  $20^\circ \text{C}$   $a = 10,702(4)$ ,  $b = 7,774(2)$ ,  $c = 24,340(9) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 96,32(2)^\circ$ ,  $V = 2013(2) \text{ \AA}^3$ ,  $d_{\text{ввч}} = 1,246 \text{ г/см}^3$ , пространственная группа  $P2_1/c$ ,  $Z = 4$ . Параметры элементарной ячейки и интенсивности 1737 отражений с  $F > 6\sigma(F)$  измерены на автоматическом дифрактометре Siemens P3/PC ( $\lambda$  MoK $\alpha$ , графитовый монохроматор,  $\theta/2\theta$ -сканирование,  $2\theta_{\text{max}} = 60^\circ$ ).

Структура расшифрована прямым методом с использованием комплекса программ SHELXTL PLUS [9]. Положения атомов водорода выявлены из разностного синтеза электронной плотности. Уточнение полноматричным МНК в анизотропном (изотропном для атомов водорода) приближении проведено до  $R = 0,043$  ( $R_w = 0,049$ ,  $S = 1,62$ ). Координаты неводородных атомов приведены в табл. 4.

ИК спектры соединений IIIa—p, IV, V измерены на приборе Specord 75 IR в таблетках KBr, электронные спектры — на спектрофотометре Specord M-40 в изопропиловом спирте (концентрация веществ  $2...5 \cdot 10^{-5}$  моль/л), спектры ГМР — на приборе Gemini-200 в ДМСО- $D_6$  (внутренний эталон TMS). Ход реакции и чистоту образующихся веществ контролировали методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе бензол—ДМФА, 10 : 1. Исходные соединения Ia—ж синтезированы ранее [3]. Содержание азота в полученных продуктах соответствует вычисленному (см. табл. 1).

**3-Фенил-3,7-дигидро-2H-1,2,4-триазоло[1',5'-a']пиримидо[4,5-d]бензо[b]пиран (IIIa).** А. Раствор 0,5 г (1,7 ммоль) соединения Ia и 0,1 г (3,3 ммоль) параформа в 1 мл ДМФА кипятят 30 мин, смешивают с 20 мл бензола, охлаждают и отфильтровывают 0,32 г продукта IIIa, который перекристаллизовывают из смеси бензол—ДМФА, 1 : 10.

Аналогично из соединения Ib,в и параформа получают продукты IIIб,в соответственно, а из соединения Ia и метальдегида — продукт IIIг.

Б. К суспензии 0,5 г (1,7 ммоль) соединения Ia и 0,1 г (3,3 ммоль) параформа в 1 мл ДМФА добавляют 0,4 г (10 ммоль) измельченного NaOH, смесь кипятят 5 мин, охлаждают, разбавляют водой, нейтрализуют разбавленной HCl и отфильтровывают 0,4 г (78%) продукта IIIa.

**2-Фенил-3-(4-метоксифенил)-3,7-дигидро-2H-1,2,4-триазоло[1',5'-a']пиримидо[4,5-d]-бензо[b]пиран (IIIи).** Из 0,5 г (1,6 ммоль) соединения Ib и 0,17 г (0,16 мл, 1,6 ммоль) бензальдегида IIв в 0,3 мл ДМФА по методике А получают продукт IIIи, который перекристаллизовывают из смеси бензол—ДМФА, 1 : 20.

Аналогично из соответствующих соединений I и II получают IIIд—з,к—p.

**7-Фенил-5-(2-оксифенил)-1,2,4-триазол[1,5-a]пиримидин (IV).** А. К суспензии 0,5 г (1,7 ммоль) соединения Ia и 0,18 г (0,17 мл, 1,7 ммоль) бензальдегида в 1 мл ДМФА добавляют 0,4 г (10 ммоль) измельченного NaOH, смесь кипятят 15 мин, после охлаждения разбавляют водой, нейтрализуют разбавленной HCl, отделившуюся массу смешивают с 20 мл ацетона и отфильтровывают 0,3 г соединения IV.

Б. Раствор 0,5 г (1,7 ммоль) соединения Ia и 0,1 мл (2 ммоль) брома в 1 мл уксусной кислоты нагревают до кипения, охлаждают, смешивают с 20 мл воды и отфильтровывают 0,32 г (65%) продукта IV, который перекристаллизовывают из изопропилового спирта.

*Настоящая работа выполнена при поддержке Международной Соросовской программы поддержки образования в области точных наук Международного фонда «Возрождение» (грант 046), Российского фонда фундаментальных исследований (проект 94-03-8338) и Международного научного фонда (грант M04000).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарский А. Ф. Теоретические основы химии гетероциклов. — М.: Химия, 1985. — С. 145.
2. Десенко С. М., Орлов В. Д., Липсон В. В. // ХГС. — 1990. — № 12. — С. 1638.
3. Десенко С. М., Орлов В. Д., Гетманский Н. В., Комыхов С. А. // ХГС. — 1993. — № 10. — С. 1353.
4. Десенко С. М., Орлов В. Д., Гетманский Н. В., Папонов Б. В., Комыхов С. А. // ХГС. — 1993. — № 10. — С. 1433.
5. Zefirov N. S., Palyulin V. A., Dashevskaya E. E. // J. Phys. Org. Chem. — 1990. — Vol. 3. — P. 143.
6. Орлов В. Д., Десенко С. М., Потехин К. А., Стручков Ю. Т. // ХГС. — 1988. — № 2. — С. 229.
7. Шишкин О. В., Десенко С. М., Орлов В. Д., Линдеман С. В., Стручков Ю. Т. // Изв. РАН. Сер. хим. — 1994. — № 8. — С. 1394.
8. Зефилов Ю. В., Зоркий П. М. // Усп. химии. — 1989. — Т. 58. — С. 713.
9. Sheldrick G. M. SHELXTL PLUS. PC Version. A system of computer programs for the determination of crystal structure from X-ray diffraction data. Rev. 4. 2. 1992.

Харьковский государственный университет,  
Харьков 310077

Поступило в редакцию 28.06.95

Институт элементоорганических  
соединений РАН, Москва 117813