

Е. В. Трофимова, Б. П. Арчegov, А. Н. Федотов*, Р. А. Газзаева,
С. С. Мочалов, Н. С. Зефирев

**4Н-3,1-БЕНЗОКСАЗИНЫ ИЗ БЕНЗИЛЦИКЛОПРОПАНОВ. ПЕРВЫЙ
ПРИМЕР КИСЛОТНО-КАТАЛИЗИРУЕМОЙ ПЕРЕГРУППИРОВКИ
В РЯДУ *орто*-ЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗИЛЦИКЛОПРОПАНОВ**

Осуществлен синтез 2-N-ациламинозамещенных бензилциклопропанов, установлено, что под действием кислот 2-N-ациламинозамещенные бензилциклопропаны перегруппировываются в соответствующие 4Н-3,1-бензоксазины, а не в ожидаемые 3,1-бензоксазепины. Показано, что подобный тип перегруппировки характерен и для 2-N-ациламинозамещенных аллилбензолов.

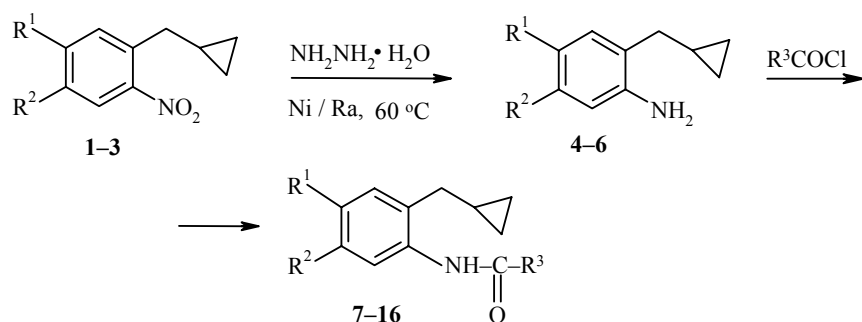
Ключевые слова: 4-алкил-4Н-3,1-бензоксазины, 6-аллил-7-амино-1,4-бензодиоксан, 2-аминобензилциклопропаны, 2-N-ациламиноаллилбензолы, 2-N-ациламинобензилциклопропаны, 6-бутироил-7-нитро-1,4-бензодиоксан, 1-(2-N-*n*-метокси-бензоиламино)-4,5-этилендиоксифенилбутанол-1, 2-нитробензилциклопропаны, пере-группировки.

Бензилциклопропаны относятся к малоизученному классу соединений, хотя формально являются гомологами фенилциклопропанов, химия которых изучена весьма основательно, особенно в области синтеза из них гетероциклических соединений различных классов [1–14]. Вместе с тем имеющиеся данные по химическим превращениям бензилциклопропанов свидетельствуют о том, что введение в фенилциклопропан метиленовой группы в связь "бензольное кольцо–трехуглеродный цикл" приводит к значительным различиям в поведении указанных циклопропилсодержащих субстратов в идентичных реакциях, хотя в некоторых случаях фенил- и бензилциклопропаны ведут себя сходным образом [15–21].

В настоящей работе была поставлена задача сравнить поведение *орто*-функционально замещенных бензилциклопропанов с аналогичными фенилциклопропанами в условиях кислотного катализируемого превращения. С этой целью мы синтезировали ряд *о*-ациламинобензилциклопропанов и изучили вероятность их перегруппировки в условиях, в которых фенилциклопропановые аналоги превращаются в соответствующие 3,1-бензоксазины [3].

Необходимые для исследования *о*-ациламинобензилциклопропаны **7–16** были получены из нитросоединений **1–3** последовательными реакциями восстановления и ацилирования.

Принимая во внимание результат превращения *о*-ациламинофенилциклопропанов и путь его реализации [3] в кислых средах, для ациламинобензилциклопропанов **7–16** в тех же условиях мы вправе были ожидать

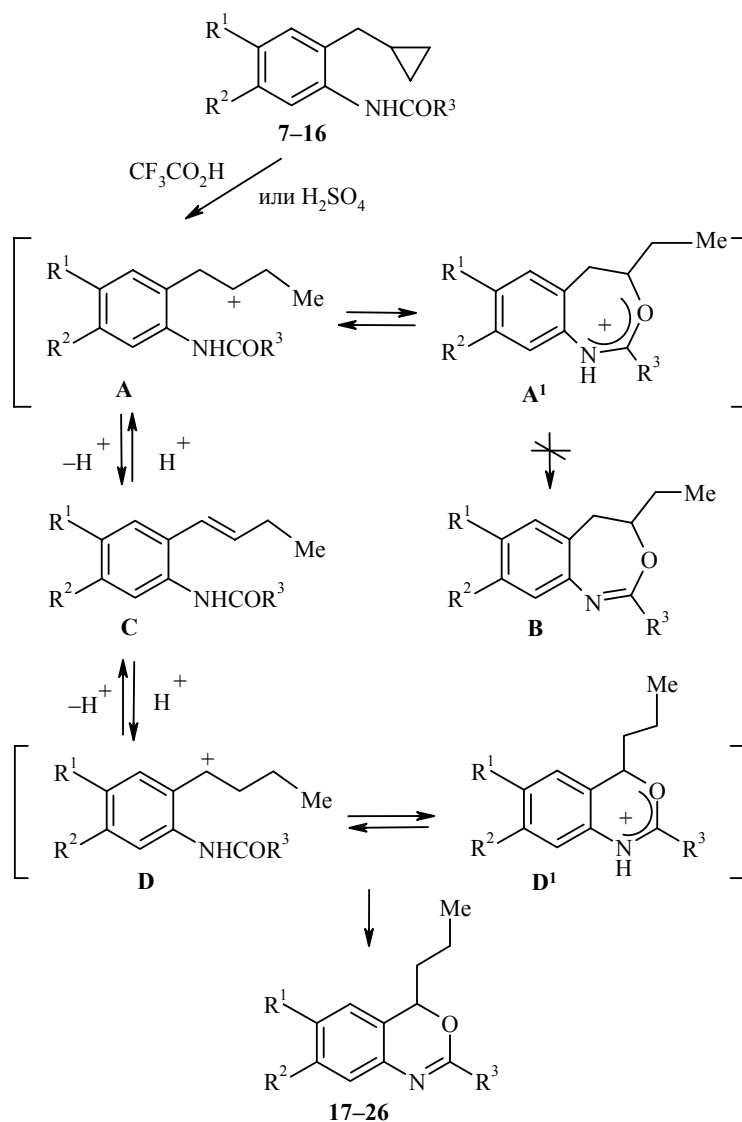


1, 4, 7-9 $R^1 = R^2 = H$; 2, 5, 10-15 $R^1 = R^2 = O(CH_2)_2O$; 3, 6, 16 $R^1 = R^2 = OMe$;
 7, 11 $R^3 = Ph$; 8, 13 $R^3 = p-MeC_6H_4$; 9, 14 $R^3 = p-BrC_6H_4$; 10 $R^3 = i-Pr$;
 12, 16 $R^3 = p-MeOC_6H_4$; 15 $R^3 = p-NO_2C_6H_4$

образования гетероциклических соединений ряда 3,1-бензоксазепина (типа **B**) – продуктов перегруппировки амидов, отвечающих формированию в ходе превращения гетероциклических ионов **A**. Однако оказалось, что при обработке *орто*-замещенных бензилциклопропанов **7–16** трифторуксусной кислотой в стандартных условиях с высокими выходами образуются не 4-этил-3,1-бензоксазепины типа **B**, а соответствующие 4-пропил-3,1-бензоксазины **17–26*** (табл. 2). К такому же результату приводит и перегруппировка соединений **7–16** под действием конц. H_2SO_4 при $-20^\circ C$.

Поскольку продукты перегруппировки – соответствующие 4-пропил-4Н-3,1-бензоксазины **17–26** не могли образоваться непосредственно из 2-ациламинобензилциклопропанов **7–16**, и, как видно из схемы, являются результатом вторичных процессов, суть которых заключается в изомерном переходе ионов гомобензильного типа **A** в ионы бензильного типа **D**, следует предположить, что образующиеся на начальном этапе перегруппировки циклические ионы 3,1-бензоксазепиния (типа **A**¹) как термодинамически значительно менее стабильные быстро изомеризуются в ионы шестизвенной структуры **D**¹. При этом временной интервал изомеризации ионов **A**¹ в **D**¹ настолько мал, что нам не удалось зафиксировать сигналы протонов циклических ионов (типа **A**¹) в спектре ЯМР ¹H, например, раствора 2-(4-метилбензоил)аминобензилциклопропана (**8**) во фторсульфоновой кислоте: сразу же после смешения реагентов в спектре идентифицировались только сигналы протонов, отвечающих структуре соответствующего иона 4Н-3,1-бензоксазиния. Интересно отметить, что подобный быстрый переход циклических интермедиатов семизвенного строения (типа **A**¹) в ионы шестизвенного строения (типа **D**¹) наблюдался и в процессе кислотно-катализируемой реакции N-оксида *n*-нитробензил-идениминобензилциклопропана [19]. В отличие от данного случая авторам работы [19] удалось методом ЯМР ¹H зафиксировать образование, причем в преобладающем количестве, циклических ионов семизвенной структуры, которые за короткий промежуток времени (~2 ч) количественно изомеризовались в ионы шестизвенной структуры. Мы полагаем, что изомеризация ионов типа **A**¹ в ионы шестизвенной структуры **D**¹

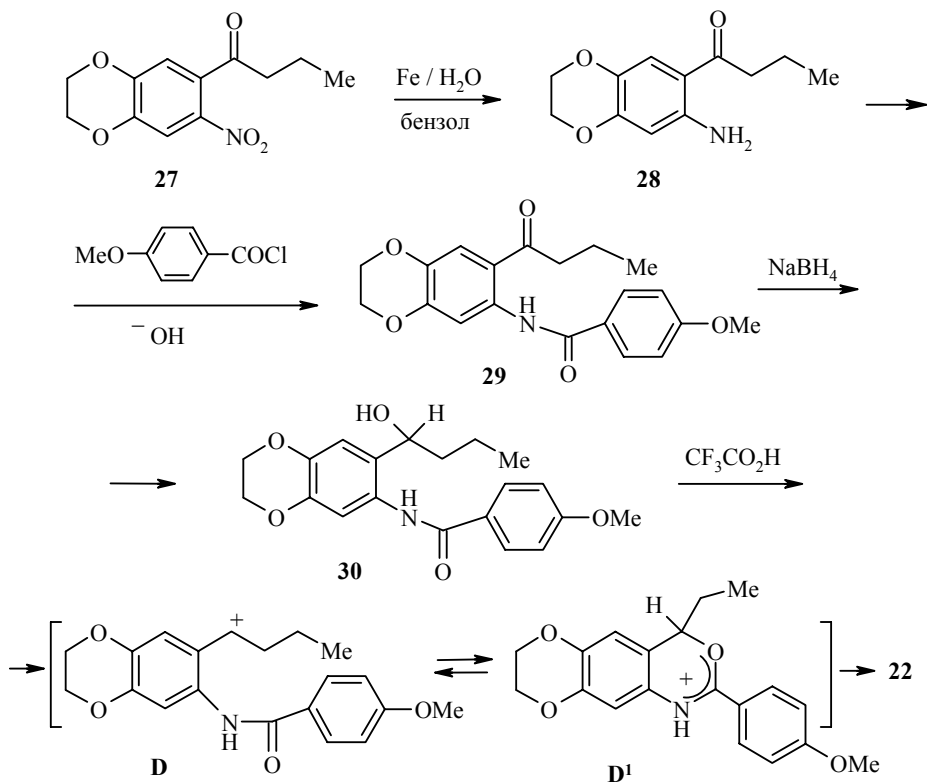
* Значения R^1 , R^2 и R^3 соединений **17–26** те же, что и для соединений **7–16** соответственно.



существляется через обратимые стадии формирования ионов открытой структуры (типа **A** и **D**); при этом, принимая во внимание данные работ [10, 14, 19], можно считать, что изомерный переход ионов **A** в **D** осуществляется через интермедиат **C**.

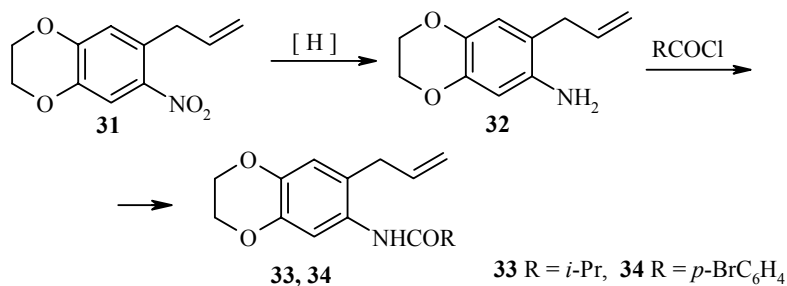
В пользу предложенной схемы превращения ациламинобензилциклопропанов **7-16** свидетельствует и встречный синтез 4-пропил-4H-3,1-бензоксазина (**22**) из *o*-амидофенилбутанола-1 (**30**) – соединения, из которого в условиях реакции карбениевый ион **D** или циклический интермедиат **D**¹ образуются непосредственно, а не опосредовано, как в случае соответствующего бензилциклопропана **12**.

Таким образом, нам впервые удалось показать, что *ortho*-функционально замещенные бензилциклопропаны, хотя и опосредовано, но способны перегруппировываться в стабильные изомерные структуры.



С целью выяснить носит ли этот "аномальный", на первый взгляд, тип перегруппировки общий характер или это особенность превращения только ациламинобензилциклопропанов, мы изучили реакцию алкенильных аналогов последних, углеводородный фрагмент в которых в условиях кислотного катализа также способен генерировать карбениевый ион гомобензильного типа.

Необходимые модельные 2-ациламиноалкенилбензолы **33**, **34** были синтезированы аналогично 2-ациламинобензилциклопропанам **7–16**.



Оказалось, что ациламиноаллилбензолы **33**, **34** в принятых условиях также превращаются в соответствующие 4Н-3,1-бензоксазины **35**, **36**, а не в 3,1-бензоксазепины **37**, **38**, т. е., очевидно, что и в этом случае перегруппировка осуществляется по той же схеме, которая предлагается для перегруппировки ациламинобензилциклопропанов **7–16**.

Т а б л и ц а 1

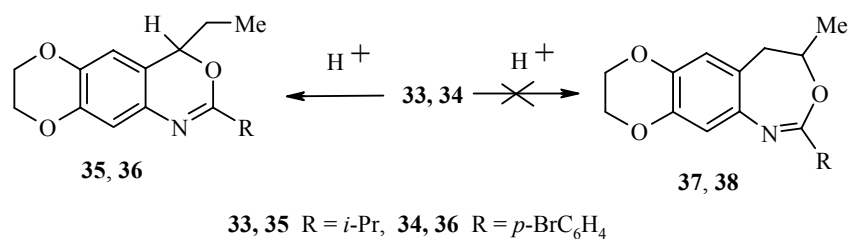
Характеристики соединений 7–16, 29, 33, 34

Соединение	Брутто-формула*	Найдено, % Вычислено, %			Т. пл., °C (спирт)	ИК спектр, ν , cm^{-1}	Выход, %
		C	H	N			
7	$\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{NO}$	<u>81.14</u> 81.24	<u>6.59</u> 6.86	<u>5.32</u> 5.57	118–119	3210–3340 (NH), 1640 (C=O)	94
8	$\text{C}_{18}\text{H}_{19}\text{NO}$	<u>81.12</u> 81.47	<u>6.93</u> 7.22	<u>5.43</u> 5.28	120–121	3220–3380 (NH), 1645 (C=O)	92
9	$\text{C}_{17}\text{H}_{16}\text{NBrO}$	<u>61.23</u> 61.83	<u>4.53</u> 4.88	<u>4.19</u> 4.24	147–148	3330–3460 (NH), 1650 (C=O)	89
10	$\text{C}_{16}\text{H}_{21}\text{NO}_3$	<u>69.36</u> 69.79	<u>7.41</u> 7.69	<u>4.83</u> 5.09	–	3210–3360 (NH), 1660 (C=O)	88
11	$\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{NO}_3$	<u>73.49</u> 73.77	<u>5.87</u> 6.19	<u>4.38</u> 4.53	–	3190–3330 (NH), 1640 (C=O)	89
12	$\text{C}_{20}\text{H}_{21}\text{NO}_4$	<u>69.89</u> 70.78	<u>5.95</u> 6.24	<u>4.09</u> 4.13	146–147	3220–3350 (NH), 1650 (C=O)	91
13	$\text{C}_{20}\text{H}_{21}\text{NO}_3$	<u>74.39</u> 74.28	<u>6.31</u> 6.55	<u>4.09</u> 4.33	–	3200–3310 (NH), 1650 (C=O)	84
14	$\text{C}_{19}\text{H}_{18}\text{NBrO}_3$	<u>58.63</u> 58.78	<u>4.45</u> 4.67	<u>3.54</u> 3.61	199–200	3220–3340 (NH), 1650 (C=O)	93
15	$\text{C}_{19}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$	<u>64.13</u> 64.40	<u>4.92</u> 5.12	<u>7.56</u> 7.90	–	3230–3370 (NH), 1640 (C=O)	87
16	$\text{C}_{20}\text{H}_{23}\text{NO}_4$	<u>70.45</u> 70.36	<u>6.48</u> 6.79	<u>3.83</u> 4.10	141–142	3220–3350 (NH), 1650 (C=O)	83
29	$\text{C}_{20}\text{H}_{21}\text{NO}_5$	<u>67.31</u> 67.59	<u>5.82</u> 5.96	<u>3.79</u> 3.94	201–202	–	88
33	$\text{C}_{15}\text{H}_{19}\text{NO}_3$	<u>68.79</u> 68.94	<u>7.47</u> 7.33	<u>5.21</u> 5.36	–	3210–3320 (NH), 1650 (C=O)	91
34	$\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{NBrO}_3$	<u>57.63</u> 57.77	<u>3.47</u> 4.31	<u>3.53</u> 3.74	–	3200–3360 (NH), 1640 (C=O)	82

* Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): соединение 7 – 251 $[\text{M}]^+$ (22.1); 222 (8.2); 146 (34.8); 131 (21.9); 118 (16.9); 105 (100); 77 (62.3); 51 (7.9); соединение 8 – 265 $[\text{M}]^+$ (12.1); 172 (5.1); 146 (24.8); 136 (8.1); 130 (23.5); 119 (100); 91 (47.9); 77 (5.2); 65 (14.3); соединение 9 – 330 $[\text{M}]^+$ (11.3); 185 (100); 172 (8.1); 157 (37.9); 146 (91.5); 130 (61.8); 118 (27.1); 91 (5.1); 76 (16.2); соединение 16 – 341 $[\text{M}]^+$ (29.3); 326 (5.2); 206 (33.8); 190 (24.8); 175 (7.9); 135 (100); 107 (8.1); 92 (7.3); 77 (12.1).

Спектры ЯМР ^1H соединений 7–16, 29, 33 и 34

Соединение	Химические сдвиги, δ , м. д. (J , Гц)
7	0.39 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.58 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 1.19 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.48 (2H, д, $J = 5.4$, CH_2 -бензильная); 7.01 (2H, м, Н аром.); 7.19 (1H, т, $J = 8.0$, Н аром.); 7.25–7.35 (3H, м, Н аром.); 7.48 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.); 7.91 (1H, м, Н аром.); 9.19 (1H, с, NH)
8	0.19 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.61 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 1.01 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.42 (3H, с, CH_3); 2.62 (2H, д, $J = 4.8$, CH_2 -бензильная); 7.11–7.33 (5H, м, Н аром.); 7.76 (2H, д, $J = 8.1$, Н аром.); 7.91 (1H, м, Н аром.); 8.93 (1H, с, NH)
9	0.21 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.59 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.95 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.61 (2H, д, $J = 5.2$, CH_2 -бензильная); 7.18 (1H, м, Н аром.); 7.23 (1H, м, Н аром.); 7.38 (1H, м, Н аром.); 7.63 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.68 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.89 (1H, м, Н аром.); 9.41 (1H, с, NH)
10	0.17 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.48 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.94 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 1.17 (6H, д, $J = 6.4$, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 2.38 (2H, д, $J = 5.2$, CH_2 -бензильная); 2.59 (1H, м, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 4.22 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.78 (1H, с, Н аром.) и 6.82 (1H, с, Н аром.); 8.81 (1H, с, NH)
11	0.12 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.39 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.91 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.38 (2H, д, $J = 5.4$, CH_2 -бензильная); 4.25 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.77 (1H, с, Н аром.); 6.91 (1H, с, Н аром.); 7.48–7.59 (3H, м, Н аром.); 7.95 (2H, м, Н аром.); 9.71 (1H, с, NH)
12	0.19 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.54 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.92 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.24 (2H, д, $J = 5.6$, CH_2 -бензильная); 3.85 (3H, с, OCH_3); 4.31 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.91 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.06 (1H, с, Н аром.); 7.08 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.12 (1H, с, Н аром.); 9.29 (1H, с, NH)
13	0.16 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.47 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.97 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.42 (3H, с, CH_3); 2.48 (2H, д, $J = 5.4$, CH_2 -бензильная); 4.26 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.84 (1H, м, Н аром.); 6.86 (1H, с, Н аром.); 7.25 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.86 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 9.17 (1H, с, NH)
14	0.12 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.41 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.91 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.44 (2H, д, $J = 5.6$, CH_2 -бензильная); 4.21 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.81 (1H, с, Н аром.); 6.92 (1H, с, Н аром.); 7.69 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.); 7.92 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.); 9.54 (1H, с, NH)
15	0.11 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.42 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.87 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.35 (2H, д, $J = 5.6$, CH_2 -бензильная); 4.27 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 6.79 (1H, с, Н аром.); 6.93 (1H, с, Н аром.); 7.34 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.); 8.13 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.); 10.05 (1H, с, NH)
16	0.21 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.56 (2H, м, Н <i>c</i> -Pr); 0.93 (1H, м, Н <i>c</i> -Pr); 2.14 (2H, д, $J = 5.6$, CH_2 -бензильная); 3.78 (3H, с, OCH_3); 3.89 (3H, с, OCH_3); 3.97 (3H, с, OCH_3); 6.91 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.); 7.06 (1H, с, Н аром.); 7.08 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.); 7.12 (1H, с, Н аром.); 9.31 (1H, с, NH)
29	1.01 (3H, т, $J = 7.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.76 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 2.97 (2H, т, $J = 7.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 3.88 (3H, с, CH_3O); 4.29 (2H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 4.38 (2H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 7.02 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.48 (1H, с, Н аром.); 7.92 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 8.39 (1H, с, Н аром.); 12.04 (1H, с, NH)
33	1.15 (6H, д, $J = 6.2$, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 2.58 (1H, м, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 3.22 (2H, д, $J = 6.4$, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 4.21 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.03 (2H, м, $\text{CH}_2=\text{CH}$); 5.89 (1H, м, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 6.59 (1H, с, Н аром.); 6.85 (1H, с, Н аром.); 8.55 (1H, с, NH)
34	3.27 (2H, д, $J = 6.4$, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 4.25 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.11 (2H, м, $\text{CH}_2=\text{CH}$); 5.88 (1H, м, $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$); 6.65 (1H, с, Н аром.); 6.85 (1H, с, Н аром.); 7.61 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.89 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 9.45 (1H, с, NH)



Следовательно, в отличие от 2-ациламинофенилциклопропанов, претерпевающих непосредственно кислотно-катализируемую перегруппировку в 4H-3,1-бензоксазины, 2-ациламинобензилциклопропаны, по крайней мере, не содержащие электроноакцепторных заместителей в бензольном кольце, не способны в тех же условиях превращаться в стабильные продукты, отвечающие прямому взаимодействию образующегося иона

Т а б л и ц а 3

Характеристики 4-алкил-4H-3,1-бензоксазинов 17–26, 35, 36*

Соединение	Брутто-формула	Найдено, % Вычислено, %			Выход, %
		C	H	N	
17**	C ₁₇ H ₁₇ NO	<u>81.07</u>	<u>7.12</u>	<u>5.33</u>	69
		81.24	6.82	5.57	
18	C ₁₈ H ₁₉ NO	<u>81.13</u>	<u>6.97</u>	<u>5.07</u>	76
		81.48	7.22	5.28	
19	C ₁₇ H ₁₆ BrNO	<u>61.53</u>	<u>4.61</u>	<u>3.98</u>	72
		61.83	4.88	4.24	
20	C ₁₆ H ₂₁ NO ₃	<u>69.43</u>	<u>7.42</u>	<u>4.81</u>	63
		69.79	7.69	5.09	
21	C ₁₉ H ₁₉ NO ₃	<u>73.48</u>	<u>5.92</u>	<u>4.21</u>	67
		73.77	6.19	4.53	
22	C ₂₀ H ₂₁ N ₄ O ₄	<u>70.47</u>	<u>6.11</u>	<u>3.89</u>	65
		70.78	6.24	4.13	
23	C ₂₀ H ₂₁ NO ₃	<u>74.45</u>	<u>6.21</u>	<u>4.12</u>	72
		74.28	6.55	4.33	
24	C ₁₉ H ₁₈ BrNO ₃	<u>58.91</u>	<u>4.32</u>	<u>3.39</u>	71
		58.78	4.67	3.61	
25	C ₁₉ H ₁₈ N ₂ O ₅	<u>64.19</u>	<u>4.82</u>	<u>7.51</u>	57
		64.40	5.12	7.91	
26	C ₂₀ H ₂₃ NO ₄	<u>70.11</u>	<u>6.53</u>	<u>4.41</u>	76
		70.36	6.79	4.10	
35	C ₁₅ H ₁₉ NO ₃	<u>68.51</u>	<u>7.59</u>	<u>5.51</u>	65
		68.94	7.33	5.36	
36	C ₁₈ H ₁₆ BrNO ₃	<u>57.52</u>	<u>4.18</u>	<u>3.49</u>	79
		57.77	4.31	3.74	

* Соединения **17**, **19–26**, **35**, **36** – вязкие масла. Соединение **18** – т. пл. 115 °С (спирт).

** Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): соединения **17** – 251 [M] (21.9); 208 (100); 152 (10.1); 105 (12.3); 77 (22.4); 51 (8.3).

Спектры ЯМР ^1H соединений 17–26, 35, 36

Соединение	Химические сдвиги, δ , м. д. (J , Гц)
17	0.95 (3H, т, $J = 6.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.52 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.82 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 5.56 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 7.12–7.65 (7H, м, Н аром.); 8.07 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.)
18	1.04 (3H, т, $J = 6.6$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.62 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.95 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 2.45 (3H, с, CH_3); 5.47 (1H, т, $J = 6.5$, Н-4 бензоксазина); 7.17 (3H, м, Н аром.); 7.28 (3H, м, Н аром.); 7.94 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.)
19	1.05 (3H, т, $J = 6.4$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.57 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.89 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 5.65 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 7.21–7.43 (4H, м, Н аром.); 7.79 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 8.09 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.)
20	0.94 (3H, т, $J = 6.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.21 (6H, д, $J = 6.4$, $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$); 1.45 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.65 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 2.55 (1H, м, $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$); 4.21 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.10 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.38 (1H, с, Н аром.); 6.65 (1H, с, Н аром.)
21	0.96 (3H, т, $J = 6.4$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.57 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.77 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.89 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 4.24 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.31 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.48 (1H, с, Н аром.); 6.82 (1H, с, Н аром.); 7.30–7.46 (3H, м, Н аром.); 8.08 (2H, д, $J = 8.0$, Н аром.)
22	1.02 (3H, т, $J = 6.4$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.62 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.78 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.91 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 3.85 (3H, с, CH_3O); 4.24 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.28 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.51 (1H, с, Н аром.); 6.81 (1H, с, Н аром.); 6.93 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 8.06 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.)
23	1.02 (3H, т, $J = 6.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.58 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.78 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.94 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 2.46 (3H, с, CH_3); 4.26 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.34 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.25 (1H, с, Н аром.); 6.82 (1H, с, Н аром.); 7.22 (2H, д, $J = 7.8$, Н аром.); 8.02 (2H, д, $J = 7.8$, Н аром.)
24	0.97 (3H, т, $J = 6.4$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.52 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.76 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.88 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 4.24 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.24 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.49 (1H, с, Н аром.); 6.78 (1H, с, Н аром.); 7.51 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.92 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.)
25	0.91 (3H, т, $J = 6.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.49 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.77 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 4.22 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.52 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.71 (1H, с, Н аром.); 6.75 (1H, с, Н аром.); 8.12 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.); 8.31 (2H, д, $J = 8.4$, Н аром.)
26	1.02 (3H, т, $J = 6.2$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.62 (2H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.77 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 1.92 (1H, м, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$); 3.79 (3H, с, CH_3O); 3.85 (3H, с, CH_3O); 3.94 (3H, с, CH_3O); 5.28 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.51 (1H, с, Н аром.); 6.80 (1H, с, Н аром.); 6.93 (2H, д, $J = 8.1$, Н аром.); 8.06 (2H, д, $J = 8.1$, Н аром.)
35	0.97 (3H, т, $J = 6.3$, CH_3CH_2); 1.21 (6H, д, $J = 6.4$, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 1.76 (2H, м, CH_3CH_2); 2.56 (1H, м, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$); 4.19 (4H, м, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.05 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.37 (1H, с, Н аром.); 6.65 (1H, с, Н аром.)
36	1.04 (3H, т, $J = 6.6$, CH_3CH_2); 1.85 (2H, м, CH_3CH_2); 4.22 (4H, с, $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}$); 5.23 (1H, м, Н-4 бензоксазина); 6.45 (1H, с, Н аром.); 6.78 (1H, с, Н аром.); 7.51 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.); 7.96 (2H, д, $J = 8.2$, Н аром.)

гомобензильного типа с внутренним нуклеофилом. Тем не менее, на пути трансформации *орто*-ациламинобензилциклопропанов в конечные продукты реакции – 4-пропил-4Н-3,1-бензоксазины **17–26** несущие положительный заряд циклические ионы (A^1), отвечающие прямому взаимодействию карбениевого иона гомобензильного типа с внутренним нуклеофилом, очевидно все же образуются. Найденная "аномальная" перегруппировка 2-ациламинобензилциклопропанов, по всей видимости, может быть распространена не только на соответствующие аллилбензолы, но и на *орто*-замещенные бензолы, которые содержат заместители, проявляющие нуклеофильные свойства, и заместители, способные в условиях реакции генерировать карбениевый центр гомобензильного типа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР 1H получены на спектрометрах Varian VXR-400 (400 МГц) и Bruker DRX-500 (500 МГц) в $CDCl_3$, стандарт – остаточные протоны дейтерированного растворителя. ИК спектры записаны на спектрометре UR-20 в вазелиновом масле и гексахлорбутадиене. Масс-спектры получены на приборе Finnigan SSQ-7000, тип GC-MS с использованием капиллярной колонки (30 м, неподвижная фаза ДВ-1, газ-носитель – гелий) и программированием температуры от 50 до 300 °С (10 град/мин). Энергия ионизации 70 эВ. Контроль за чистотой полученных соединений проводился на пластинках Silufol и на Al_2O_3 II ст. акт. (по Брокману), в системе эфир–хлороформ–петролейный эфир (40–70 °С), 1:1:3. Препаративное разделение реакционных смесей проводилось на пластинках с Al_2O_3 II ст. акт. (по Брокману) в системе бензол–этилацетат, 5:1.

2-Нитробензилциклопропан (1) получают нитрованием бензилциклопропана, как описано в работе [15], выход 37.5%, т. кип. 106–107 °С (3 мм рт. ст.), n_D^{20} 1.5447 [15].

2-Нитро-4,5-этилендиоксибензилциклопропан (2) получают аналогично из 3,4-этилендиоксибензилциклопропана (т. кип. 144–146 °С (14 мм рт. ст.), n_D^{20} 1.5503), выход 83%, т. пл. 87–88 °С (спирт). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.21 (2H, м, H *c*-Pr); 0.49 (2H, м, H *c*-Pr); 1.01 (1H, м, H *c*-Pr); 2.71 (2H, д, $J = 7.6$, CH_2 -бензильная); 4.46 (4H, м, OCH_2CH_2O); 7.08 (1H, с, H аром.); 7.53 (1H, с, H аром.). Найдено, %: С 61.01; Н 5.41; N 5.71. $C_{12}H_{13}NO_4$. Вычислено, %: С 61.27; Н 5.57; N 5.95.

2-Нитро-4,5-диметоксибензилциклопропан (3) получают нитрованием 3,4-диметоксибензилциклопропана (т. кип. 162–164 °С (19 мм рт. ст.), n_D^{20} 1.5354), как описано в [15], выход 72%, т. пл. 75–76 °С (спирт). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.24 (2H, м, H *c*-Pr); 0.56 (2H, м, H *c*-Pr); 1.11 (1H, м, H *c*-Pr); 2.89 (2H, д, $J = 6.8$, CH_2 -бензильная); 3.92 (3H, с, CH_3O); 3.99 (3H, с, CH_3O); 6.98 (1H, с, H аром.); 7.62 (1H, с, H аром.). Найдено, %: С 60.46; Н 6.21; N 5.71. $C_{12}H_{15}NO_4$. Вычислено, %: С 60.75; Н 6.37; N 5.90.

6-Бутироил-7-нитро-1,4-бензодиоксан (27) синтезируют аналогично из 6-бутироил-1,4-бензодиоксана, выход 78%, т. пл. 90–91 °С (спирт). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.99 (3H, т, $J = 7.3$, $CH_3CH_2CH_2$); 1.76 (2H, м, $CH_3CH_2CH_2$); 2.68 (2H, т, $J = 7.3$, $CH_3CH_2CH_2$); 4.35 (4H, м, OCH_2CH_2O); 6.80 (1H, с, H аром.); 7.66 (1H, с, H аром.). Найдено, %: С 57.12; Н 5.03; N 5.31. $C_{12}H_{13}NO_5$. Вычислено, %: С 57.37; Н 5.21; N 5.57.

6-Аллил-7-нитро-1,4-бензодиоксан (31) получают нитрованием 6-аллил-1,4-бензодиоксана под действием N_2O_4 , как описано в работе [22]. Выход 71%, т. пл. 40–41 °С (спирт). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 3.59 (2H, д, $J = 7.6$, $CH_2CH=CH_2$); 4.33 (4H, м, OCH_2CH_2O); 5.06 (2H, м, $CH_2CH=CH_2$); 5.91 (1H, м, $CH_2CH=CH_2$); 6.88 (1H, с, Н аром.); 7.52 (1H, с, Н аром.). Найдено, %: С 59.41; Н 4.88; N 6.12. $C_{11}H_{11}NO_4$. Вычислено, %: С 59.72; Н 5.01; N 6.33.

2-Аминобензилциклопропан (4). К раствору 5.3 г (30 ммоль) 2-нитробензилциклопропана (**1**) в 30 мл этанола порциями добавляют 2 г (33 ммоль) Ni(Ra) и 3.2 г (100 ммоль) гидразингидрата. Реакционную смесь перемешивают 1 ч при 20 °С, выливают в 150 мл воды, экстрагируют эфиром (2 × 50 мл), экстракт сушат $MgSO_4$. Упарив растворитель, остаток хроматографируют на колонке с Al_2O_3 . Получают 3.8 г (86%) соединения **4**, вязкое масло. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.19 (2H, м, Н *c*-Pr); 0.58 (2H, м, Н *c*-Pr); 1.02 (1H, м, Н *c*-Pr); 2.42 (2H, м, CH_2 -бензильная); 3.52 (2H, уш. с, NH_2); 6.68 (1H, д. д, $J_o = 8.0$, $J_m = 1.8$, Н аром.); 6.75 (1H, м, Н аром.); 7.04 (1H, м, Н аром.); 7.21 (1H, д. д, $J_o = 8.0$, $J_m = 1.8$, Н аром.). Найдено, %: С 81.38; Н 8.67; N 9.31. $C_{10}H_{13}N$. Вычислено, %: С 81.59; Н 8.90; N 9.51.

2-Амино-4,5-этилендиоксибензилциклопропан (5) получают аналогично, выход 76%, вязкое масло. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.18 (2H, м, Н *c*-Pr); 0.59 (2H, м, *c*-Pr) и 0.98 (1H, м, Н *c*-Pr); 2.38 (2H, м, $J = 7.6$, CH_2 -бензильная); 3.28 (2H, уш. с, NH_2); 4.21 (4H, м, OCH_2CH_2O); 6.22 (1H, с, Н аром.), 6.73 (1H, с, Н аром.). Найдено, %: С 69.91; Н 7.22; N 6.62. $C_{12}H_{15}NO_2$. Вычислено, %: С 70.22; Н 7.37; N 6.82.

2-Амино-4,5-диметоксибензилциклопропан (6) получают аналогично восстановлением нитросоединения **3**, выход 72%, вязкое масло. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д.: 0.17 (2H, м, Н *c*-Pr); 0.56 (2H, м, Н *c*-Pr); 0.97 (1H, м, Н *c*-Pr); 2.43 (2H, м, CH_2 -бензильная); 3.42 (2H, уш. с, NH_2); 3.81 (3H, с, CH_3O); 3.83 (3H, с, CH_3O); 6.28 (1H, с, Н аром.); 6.78 (1H, с, Н аром.). Найдено, %: С 69.32; Н 8.07; N 6.38. $C_{12}H_{17}NO_2$. Вычислено, %: С 69.54; Н 8.26; N 6.76.

6-Амино-7-бутироил-1,4-бензодиоксан (28) получают из 1,4-бензодиоксана **27** по методике, описанной в работе [23]. Выход 81%, т. пл. 65–66 °С (спирт). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.01 (3H, т, $J = 6.8$, $CH_3CH_2CH_2$); 1.71 (2H, м, $CH_3CH_2CH_2$); 2.79 (2H, т, $J = 6.8$, $CH_3CH_2CH_2$); 4.17 (2H, м, OCH_2CH_2O); 4.27 (2H, м, OCH_2CH_2O); 5.86 (2H, уш. с, NH_2); 6.09 (1H, с, Н аром.); 7.21 (1H, с, Н аром.). Найдено, %: С 64.78; Н 6.69; N 6.12. $C_{12}H_{15}NO_3$. Вычислено, %: С 65.14; Н 6.83; N 6.33.

6-Аллил-7-амино-1,4-бензодиоксан (32). К суспензии 4.4 г (20 ммоль) нитросоединения **31** в 100 мл водного этанола (1:1) постепенно добавляют 12.2 г $Na_2S_2O_4$ и 7.3 г Na_2CO_3 . Реакционную смесь перемешивают 1 ч при 20 °С, разбавляют водой, экстрагируют $CHCl_3$ (3 × 40), экстракт сушат $MgSO_4$, растворитель упаривают, остаток хроматографируют на колонке с Al_2O_3 . Получают 2.14 г (56%) аминсоединения **32**, вязкое масло. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 3.14 (2H, д, $J = 7.2$, $CH_2CH=CH_2$); 3.38 (2H, уш. с, NH_2); 4.14 (4H, м, OCH_2CH_2O); 5.06 (2H, м, $CH_2=CHCH_2$); 5.89 (1H, м, $CH_2=CHCH_2$); 6.17 (1H, с, Н аром.); 7.42 (1H, с, Н аром.). Найдено, %: С 68.87; Н 6.71; N 7.18. $C_{11}H_{13}NO_2$. Вычислено, %: С 69.09; Н 6.85; N 7.32.

2-N-Ациламинобензилциклопропаны 7–16, 6-N-(*n*-метоксибензоиламино)-7-бутироил-1,4-бензодиоксан (29) и 2-N-ациламиноаллилбензолы 33, 34 (табл. 1 и 2) получают ацилированием аминсоединений **4–6, 28, 32** хлорангидридами соответствующих кислот как описано в работе [24].

1-[2-N-(4-Метоксибензоиламино)-4,5-этилендиоксифенилбутанол-1 (30) получают восстановлением *o*-ациламинобутирофенона **29** $NaBH_4$, как описано в работе [20], выход 78%, т. пл. 150–151 °С (из смеси спирт–вода, 1:1). Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 0.88 (3H, т, $J = 6.8$, $CH_3CH_2CH_2CH$); 1.26 (1H, м,

CH₃CH₂CH₂CH); 1.43 (1H, м, CH₃CH₂CH₂CH); 1.74 (1H, м, CH₃CH₂CH₂CH); 1.85 (1H, м, CH₃CH₂CH₂CH); 3.37 (1H, уш. с, OH); 3.83 (3H, с, CH₃O); 4.19 (4H, м, OCH₂CH₂O); 4.66 (1H, т, *J* = 6.6, C_H-OH); 6.56 (1H, с, H аром.); 6.92 (2H, д, *J* = 8.2, H аром.); 7.85 (2H, д, *J* = 8.2, H аром.); 7.88 (1H, с, H аром.); 9.85 (1H, с, NH). Найдено, %; С 66.93; Н 6.22; N 3.71. C₂₀H₂₃NO₅. Вычислено, %; С 67.21; Н 6.49; N 3.92.

Изомеризация N-ациламинобензилциклопропанов 7–16 и N-ациламиноаллилбензолов 33, 34 под действием трифторуксусной кислоты (общая методика). К 6 мл трифторуксусной кислоты постепенно добавляют 2 ммоль соответствующего амидобензилциклопропана 7–16 или соответствующего амидоаллилбензола 33, 34. Через 15–30 мин температура реакционной смеси повышается до 30–33 °С. Реакционную смесь охлаждают до 20 °С, выливают в смесь 70 мл воды и 30 г льда и осторожно нейтрализуют NaOH. Продукты реакции экстрагируют CH₂Cl₂ (3 × 30 мл), экстракт сушат MgSO₄, растворитель упаривают, остаток хроматографируют на пластинках с Al₂O₃ (элюент бензол–этилацетат, 5:1). Выходы и физико-химические характеристики продуктов изомеризации приведены в табл. 3 и 4.

Изомеризация 2-N-бензоиламино-4,5-этилендиоксибензилциклопропана (11) под действием конц. H₂SO₄. К 5 мл конц. H₂SO₄, охлажденной до –20 °С, при перемешивании постепенно добавляют 0.62 г (2 ммоль) амида 11. Реакционную смесь перемешивают 1 ч при –20 °С, выливают в смесь 50 г льда и 50 мл воды, нейтрализуют NaOH и выделяют продукт изомеризации как описано выше. Получают 0.43 г (69%) 4-пропил-2-фенил-4Н-3,1-бензоксазина (21), вязкое масло. Спектр ЯМР ¹H идентичен спектру образца, полученного изомеризацией амида 11 действием трифторуксусной кислоты.

Встречный синтез 2-(4-метоксифенил)-4-пропил-6,7-этилендиокси-4Н-3,1-бензоксазина (22) из амидоарилпропанола-1 30. По методике изомеризации ациламинобензилциклопропанов 7–16 из 0.71 г (2 ммоль) карбинола 30 получают 0.48 г (71%) 3,1-бензоксазина 22. Спектр ЯМР ¹H полученного этим методом соединения 22 идентичен спектру 3,1-бензоксазина 22, полученного из соответствующего ациламинобензилциклопропана 12.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта "Ведущая научная школа академика Н. С. Зефирова".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю. С. Шабаров, С. С. Мочалов, И. П. Степанова, *ДАН*, **189**, 1028 (1969).
2. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. СССР, 1502570; *Б. И.*, № 31, 134 (1989).
3. С. С. Мочалов, Р. А. Газзаева, А. Н. Федотов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 922 (2003). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **39**, 794 (2003)].
4. Т. Г. Кутателадзе, И. Н. Шишкина, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. 1268578; *Б. И.*, № 41, 98 (1986).
5. А. Н. Федотов, И. Н. Шишкина, Т. Г. Кутателадзе, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *ХГС*, 1063 (1987). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **23**, 849 (1987)].
6. Т. Г. Кутателадзе, Е. В. Трофимова, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. 1432977; *Б. И.*, № 39, 290 (1988).
7. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. 1397436; *Б. И.*, № 19, 96 (1988).

8. Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, А. с. 1493641; *Б. И.*, № 26, 118 (1989).
9. С. С. Мочалов, Д. В. Косынкин, И. Д. Юдин, К. А. Заводских, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 472 (1994). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **30**, 413 (1994)].
10. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Т. Г. Кутателадзе, Е. В. Трофимова, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 321 (1998). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **34**, 288 (1998)].
11. Е. В. Трофимова, А. Н. Федотов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 1385 (2000). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **36**, 1198 (2000)].
12. А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, В. А. Сидоров, К. А. Потехин, В. А. Романов, С. С. Мочалов, Н. С. Зефилов, *ДАН*, **405**, 65 (2005).
13. А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, В. А. Романов, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 115 (2008). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **44**, 96 (2008)].
14. С. С. Мочалов, Т. Г. Кутателадзе, А. Н. Федотов, Ю. С. Шабаров, *ДАН*, **298**, 1398 (1988).
15. А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **24**, 1413 (1988).
16. А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *ЖОрХ*, **24**, 2403 (1988).
17. С. С. Мочалов, Е. В. Трофимова, А. Н. Федотов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ЖОрХ*, **32**, 852 (1996).
18. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, Р. А. Газзаева, Б. П. Арчegov, Е. В. Трофимова, Н. С. Зефилов, *ЖОрХ*, **37**, 935 (2001).
19. Е. В. Трофимова, А. Н. Федотов, Р. А. Газзаева, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 234 (2003). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **39**, 205 (2003)].
20. С. С. Мочалов, А. Н. Федотов, А. А. Борисенко, В. В. Ткачев, Г. В. Шилов, А. И. Утеньшев, М. А. Алдошин, Н. С. Зефилов, *ДАН*, **391**, 646 (2003).
21. Р. А. Газзаева, С. С. Мочалов, Б. П. Арчegov, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 302 (2005). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **41**, 272 (2005)].
22. С. С. Мочалов, Я. И. Кузьмин, А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, Р. А. Газзаева, Ю. С. Шабаров, Н. С. Зефилов, *ЖОрХ*, **34**, 1379 (1998).
23. Р. А. Газзаева, Б. П. Арчegov, А. Н. Федотов, Е. В. Трофимова, С. С. Мочалов, Ю. С. Шабаров, *Вестн. МГУ, сер. 2, Химия*, **46**, 349 (2005).
24. Р. А. Газзаева, М. И. Хасанов, С. С. Мочалов, Н. С. Зефилов, *ХГС*, 941 (2007). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **43**, 799 (2007)].