

*Посвящается академику М. Г. Воронкову
в связи с 85-летием*

**Т. И. Вакульская, И. А. Титова, Л. И. Ларина, О. Н. Верховина,
Г. В. Долгушин, В. А. Лопырев**

**АНИОН-РАДИКАЛЫ В РЕАКЦИЯХ ВИКАРИОЗНОГО
С-АМИНИРОВАНИЯ
N-ЗАМЕЩЕННЫХ НИТРОТРИАЗОЛОВ**

Методом ЭПР изучены процессы викариозного нуклеофильного замещения водорода в симметричных и вицинальных нитротриазолах иодидом 1,1,1-триметилгидразина в среде *t*-BuOK/ДМСО. В процессе ЭПР-мониторинга указанных реакций зарегистрированы и охарактеризованы первичные анион-радикалы 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола и 1-метил-3-нитро-1,2,4-триазола. Методом ЯМР показано, что аминирование 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола осуществляется исключительно по триазольному циклу с образованием 5-амино-2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола. 1-Метил-3-нитро-1,2,4-триазол, как и 3-нитро-1,2,4-триазол, не образует продуктов аминирования. Обсуждается возможный механизм викариозного С-аминирования нитротриазолов и образования анион-радикалов субстратов.

Ключевые слова: анион-радикалы, нитротриазолы, аминирование, викариозное нуклеофильное замещение водорода, ЭПР, ЯМР.

Пристальное внимание синтетиков к реакциям викариозного нуклеофильного замещения (ВНЗ) водорода отражено в ряде обстоятельных обзоров [1–3]. По реакции ВНЗ водорода аминогруппа легко вводится в нитроароматические и нитрогетероароматические соединения [4, 5], что открывает широкие синтетические возможности (в частности, по реакции Зандмейера) и само по себе оправдывает проявление повышенного интереса к реакциям ВНЗ водорода. За последнее время интерес сместился и к изучению механизма этого процесса [6–9].

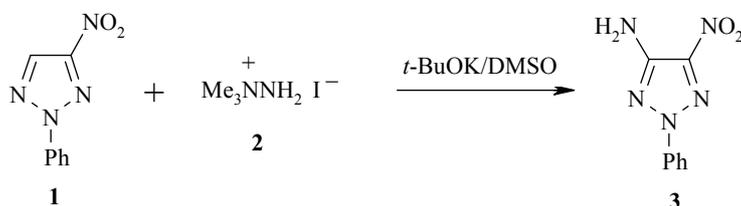
Высказав ранее предположение о возможном электронном переносе при протекании реакций ВНЗ водорода [9] и подтвердив это предположение для реакций викариозного аминирования нитробензола и ряда N-метилированных нитроазолов [10–12], мы полагали, что чем ниже потенциал восстановления нитроазола, тем легче последний должен подвергаться аминированию в реакции ВНЗ водорода. Наши работы по электрохимическому восстановлению азолов в апротонной среде [13, 14] свидетельствуют, что их первые потенциалы восстановления понижаются как при накоплении количества атомов азота в гетероцикле, так и при введении фениленовых фрагментов. По-видимому, перекрытие орбиталей неподеленных электронных пар соседних пиридиновых атомов азота или увеличение ароматичности системы способствуют понижению

энергии НВМО и облегчают процесс переноса электрона на восстанавливаемую молекулу.

Однако, несмотря на то, что незамещенные по атому азота нитроазолы восстанавливаются на первой стадии легче, чем их N-алкилированные производные [15–22], моонитрозамещенные пиразол, имидазол и бензимидазол с незащищенным атомом азота не аминируются в условиях ВНЗ водорода [9, 10, 23–25]. Этот факт можно объяснить тем, что в высокоосновной среде депротонированию подвергается не только реагент, но и не защищенный по атому азота субстрат (моонитроазол), в результате чего перенос электрона от аниона реагента к аниону субстрата становится маловероятным, если не невозможным. С другой стороны, наличие второй нитрогруппы в субстрате компенсирует эффект диссоциации связи NH и, например, динитропиразол, незамещенный по атому азота образует продукт аминирования, хотя и в виде кристаллического сольвата с ДМСО [26].

В продолжение наших исследований реакций викариозного C-аминирования нитроазолов, содержащих два атома азота в пятичленном цикле [9, 10, 12], и конденсированных аналогов имидазола – нитробензимидазолов [11], в настоящей работе представлены результаты аминирования нитроазолов, содержащих три атома азота в пятичленном цикле – 3-нитро-1,2,4-триазолов и 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола.

Викариозное нуклеофильное аминирование 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола (**1**) иодидом 1,1,1-триметилгидразиния (**2**) в среде *t*-BuOK–ДМСО протекает с интенсивным окрашиванием реакционной смеси и приводит к образованию одного продукта аминирования по гетерокольцу – 5-амино-2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола (**3**), т. е. фенильный заместитель у атома азота не препятствует аминированию гетероцикла, но и сам не аминируется.



Аналогичная ситуация наблюдалась при взаимодействии 1-фенил-4-нитроимидазола и 1-фенил-2-метил-4-нитроимидазола с 4-амино-1,2,4-триазолом в системе MeONa–ДМСО [27, 28], хотя в 4-нитропиразоле, имеющем *para*-нитрофенильный заместитель в положении 1, ВНЗ водорода протекает как по азольному, так и по ариленовому фрагментам [29].

В спектрах ЯМР ^1H (ДМСО- d_6) соединения **3** в области слабого поля (7.3–7.6 м. д.) наблюдаются характерные сигналы, относящиеся к *орто*-, *мета*- и *пара*-протонам фенильного кольца. Широкий сигнал протонов аминогруппы проявляется в более сильном поле (4.5 м. д.) из-за обмена с остатками воды, присутствующей в ДМСО- d_6 . Отнесение сигналов ЯМР ^{13}C сделано на основании двумерных (2D) спектров HSQC-GP ^1H – ^{13}C и НМВС-GP ^1H – ^{13}C и данных работы [30].

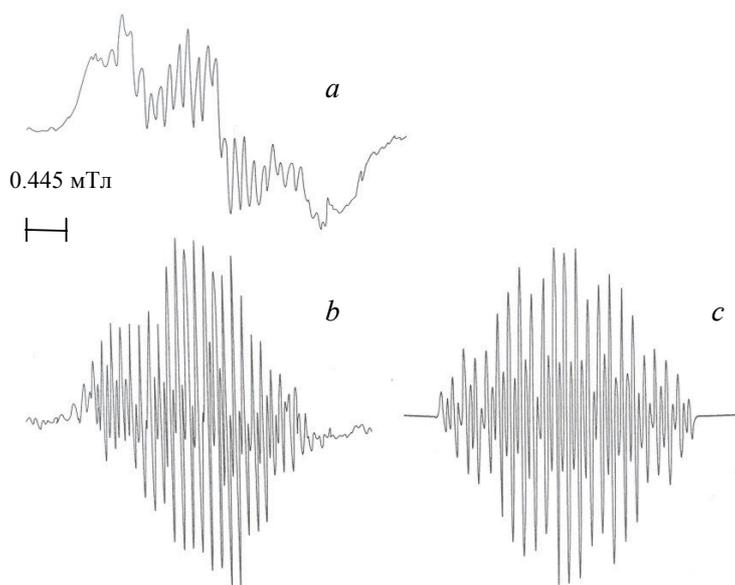


Рис. 1. Спектры ЭПР реакционной смеси соединений **1** и **2** в среде *t*-BuOK–DMCO: через 25 (a) и 45 мин (b) от начала реакции. Симулированный спектр анион-радикала **4** (c)

В процессе изучения методом ЭПР реакции соединения **1** с **2** в инертной атмосфере уже через 5 мин в спектре появляется сигнал – азотный триплет с сильно уширенными крайними компонентами (рис. 1, a). Интенсивность сигнала растет в течение 30 мин, а затем уширение боковых линий в спектре практически исчезает и становится возможным идентифицировать и отнести хорошо разрешенный сигнал к анион-радикалу 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола (**4**). Характер его сверхтонкой структуры (СТС) соответствует взаимодействию неспаренного электрона со всеми магнитными ядрами гетерокольца и слабому взаимодействию с тремя протонами фенильного заместителя (рис. 1, b).

Компьютерная симуляция максимально соответствует экспериментальному спектру для следующего характера и констант СТС, мТл: триплет (N–NO₂, 0.550); дублет (1H, 0.550); триплет (1N, 0.220); триплет (1N, 0.110); триплет (1N, 0.055); дублет (1H-*para*, 0.020); триплет (2H-*ortho*, 0.010) (рис. 1, c).

Квантово-химический расчет распределения спиновой плотности в анион-радикале **4** позволил сделать отнесение констант СТС кольцевых атомов азота. Минимальная азотная константа относится к атому N-2, связанному с фенильным заместителем. Кстати следует отметить, что во всех анион-радикалах N-метилпроизводных нитроазолов, полученных нами ранее электрохимическим восстановлением в ацетонитриле, минимальная спиновая плотность на атомах азота во всех случаях соответствовала пиррольному атому азота [31].

Для объяснения слабой передачи спиновой плотности в ароматический фрагмент мы предположили, что фенильное кольцо вывернуто из плоскости триазиольного ядра. Проведенные *ab initio* расчеты анион-радикала **4** действительно показали отсутствие спиновой плотности на фенильном ядре, когда оно развернуто на 90°. Но энергетически оказалась

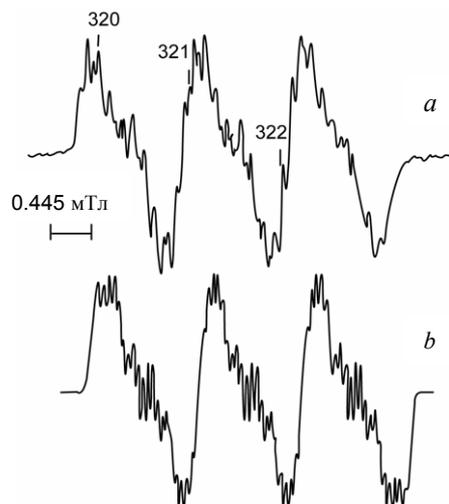
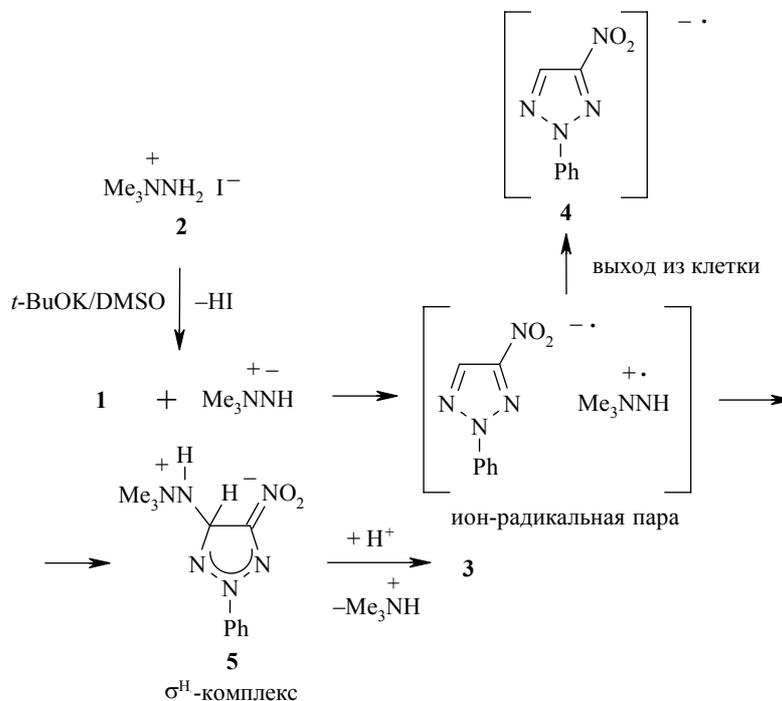


Рис. 2. Спектр ЭПР реакционной смеси соединений 7 и 2 в среде *t*-BuOK–ДМСО (а); симулированный спектр анион-радикала соединения 7 (b)

более выгодна (на ~8 ккал/моль) плоская структура молекулы анион-радикала ($HF = -673.803$ и $HF = -673.791$ для плоской и развернутой под углом 90° соответственно). Вероятно, неэффективное перекрывание орбиталей пиррольного атома азота и π -системы кольца препятствует делокализации спиновой плотности на фенильный фрагмент.

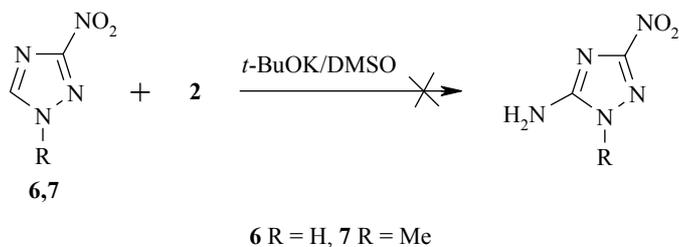
Образование анион-радикалов субстрата в указанной реакции викариозного аминирования мы объясняем наличием прямого электронного переноса от аниона реагента, генерируемого в сверхосновной среде, на нитроазол.



Уширение боковых компонентов азотного триплета (рис. 1, а) может

быть следствием обменных взаимодействий ион-радикалов в клетке растворителя, а интенсивный хорошо разрешенный сигнал свободного анион-радикала **4** наблюдается при его накоплении в растворе в результате выхода из клетки растворителя.

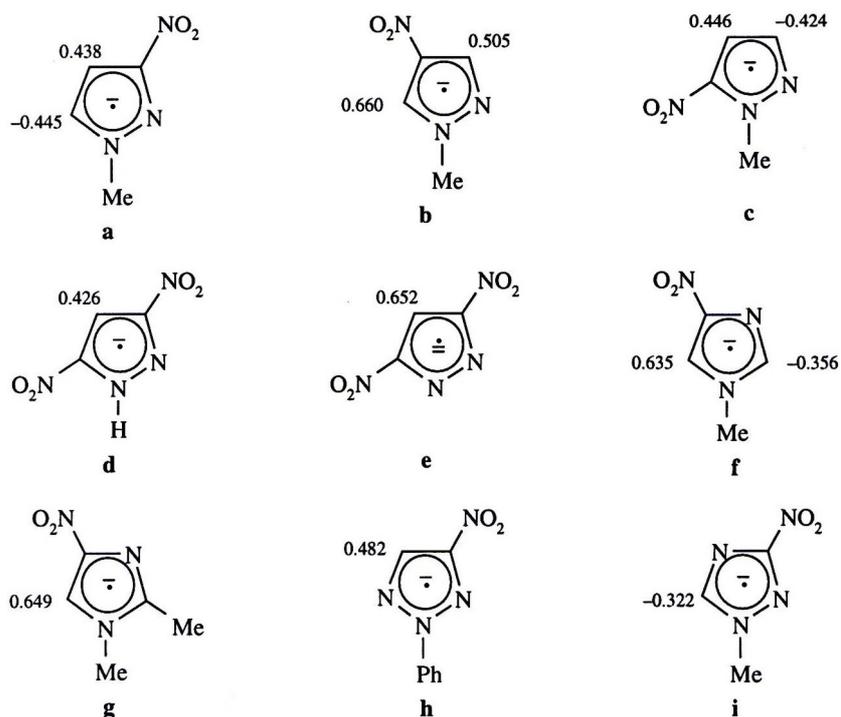
При проведении реакции ВНЗ водорода в 3-нитро-1,2,4-триазоле (**6**) и 1-метил-3-нитро-1,2,4-триазоле (**7**) соединением **2** в среде *t*-BuOK–ДМСО получить продукты аминирования не удалось.



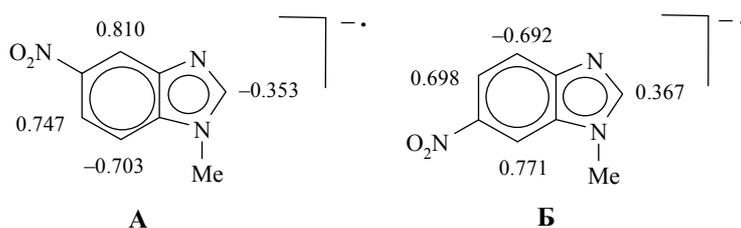
Мониторинг ЭПР, как и ожидалось, показал, что реакционная смесь N-незамещенного нитротриазола **6** с иодидом **2** диамагнитна, что согласуется с отсутствием, как промежуточного сине-фиолетового окрашивания реакционной смеси, так и продукта аминирования. Неожиданным оказалось то, что и 1-метилтриазол **7**, в отличие от других N-защищенных нитроазолов [10–12], также не образует продуктов аминирования в условиях реакции ВНЗ водорода, хотя при этом наблюдались окрашивание реакционной смеси и появление в спектре ЭПР сигнала первичного анион-радикала 1-метил-3-нитро-1,2,4-триазола ($g = 2.0032$); характер и константы СТС, мТл: триплет (N–NO₂, 1.178); дублет (1H, 0.440); триплет (1N, 0.160); триплет (1N, 0.120); триплет (1N, 0.050); квартет (3H–CH₃, 0.050) (рис. 2). Указанный анион-радикал (**i**) с близкими константами ранее был получен нами электрохимическим восстановлением 1-метил-3-нитро-1,2,4-триазола в апротонной среде [16, 18].

Почему же не образуется в реакции ВНЗ водорода продукт аминирования 1-метил-3-нитро-1,2,4-триазола? Ответ на этот вопрос мы нашли, сопоставив результаты исследования методом ЭПР реакций викариозного C-аминирования нитропроизводных 1,2,3- и 1,2,4-триазолов и аналогичные результаты, полученные нами ранее для 1-метил-4-нитропиразола [12], 1-метил-4-нитроимидазола [9, 10] и 1-метил-5- и 1-метил-6-нитробензимидазолов [11], с данными квантовохимических расчетов распределения спиновой плотности в анион-радикалах субстратов (**a–i**). Оказалось, что аминирование всех указанных соединений осуществляется исключительно по атомам углерода с достаточно высокой *положительной* спиновой плотностью в их анион-радикалах. В частности, в анион-радикале соединения **7** в единственном свободном положении **5**, по которому могло бы осуществиться аминирование, спиновая плотность имеет отрицательный знак (**i**).

Рассчитанная спиновая плотность на СН-атомах углерода в ион-радикалах нитроазолов



С этой точки зрения показателен пример викариозного аминирования 1-метил-5- и 1-метил-6-нитробензимидазолов [11]. Если первый образует единственный продукт – 4-амино-1-метил-5-нитробензимидазол, то последний образует при аминировании два продукта – 7-амино-1-метил-6-нитробензимидазол и 2-амино-1-метил-6-нитробензимидазол в соотношении 2:1. Максимальная положительная спиновая плотность в анион-радикале 1-метил-5-нитробензимидазола (**A**) сосредоточена в положении 4, а в анион-радикале 1-метил-6-нитробензимидазола (**B**) – в положении 7. Но зато положение 2 в **A** характеризуется отрицательной, а в **B** достаточно высокой положительной спиновой плотностью.



Таким образом, в наших работах по изучению ВНЗ водорода в азолах механизм реакции впервые рассмотрен на примере викариозного С-аминирования нитроазолов с точки зрения возможного электронного переноса. Предложена схема реакции, включающая последовательные стадии переноса электрона, образования σ^H -комплекса и продукта аминирования. Наблюдение первичных анион-радикалов нитроазолов в реакциях викариозного С-аминирования свидетельствует, что электронный перенос

осуществляется быстро, а последующая стадия образования σ^{H} -комплекса является медленной стадией, что позволяет радикальным частицам успеть выйти из клетки растворителя до их "схлопывания" в σ^{H} -комплекс и в силу их устойчивости накапливаться в растворе. Аминирование при этом осуществляется по атомам углерода, характеризующимся достаточно высокой и только положительной спиновой плотностью в анион-радикалах субстрата.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C записаны на спектрометрах фирмы Bruker DPX-400 и Bruker AV-400 (400 и 101 МГц соответственно) в ДМСО- d_6 . Химические сдвиги ^1H и ^{13}C измерены относительно ТМС, точность измерений – 0.01 и 0.02 м. д., соответственно, КССВ (J_{CH}) определены с точностью 0.1 Гц. Для получения двумерных спектров ^1H - ^{13}C использовались методики **HSQC-GP** (Heteronuclear Single Quantum Correlation Gradient Pulse) [32] и **HMBC-GP** (Heteronuclear Multiple Bond Correlation Gradient Pulse) [33].

Спектры ЭПР получены в специальных ячейках в атмосфере сухого аргона на спектрометре SE/X-2547 (Радиопан, Польша) с разрешающей способностью не хуже 0.06 мТл (контроль по катион-радикалу перилена) и чувствительностью $5 \cdot 10^{11}$ сп/мТл, оборудованном магнитометром и измерителем высокой частоты. Все исходные вещества и растворители подвергались тщательной очистке. Каждый компонент реакционной смеси проверялся на отсутствие парамагнетизма. В обязательном порядке проводились контрольные опыты, когда в реакционной смеси по очереди отсутствовал один из компонентов. Мониторинг ЭПР каждой реакционной смеси осуществлялся непрерывно в течение нескольких часов.

Идентификация сигналов ЭПР анион-радикалов 1-метилнитроазолов осуществлялась их встречным синтезом в условиях электрохимического генерирования и компьютерной симуляцией спектров ЭПР по программе WINEPR SimFonia 1.26 1996, Bruker.

Квантово-химические расчеты распределения спиновой плотности в анион- и дианион-радикалах проводились с использованием комплекса программ GAUSSIAN-98 [34].

Нитротриазолы **1**, **6** и **7** получали по методикам [35–37] и очищали перекристаллизацией или вакуумной сублимацией непосредственно перед использованием.

5-Амино-2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазол (3). В 40 мл абсолютного ДМСО при перемешивании растворяют 4.0 г (0.021 ммоль) 2-фенил-4-нитро-1,2,3-триазола (**1**), затем добавляют 4.85 г (0.024 ммоль) иодида 1,1,1-триметилгидразиния (**2**), после полного растворения последнего добавляют 5.38 г (0.048 ммоль) *трет*-бутоксид калия. Реакционная масса окрашивается в насыщенный красно-черный цвет. Перемешивают при комнатной температуре 10 ч, затем выливают в воду со льдом и подкисляют 10% HCl до pH 6. Выпавший осадок оранжевого цвета отфильтровывают, промывают холодной водой и перекристаллизовывают из водного этанола. Т. пл. 165 °С. Выход 4 г (93% на не перекристаллизованный продукт). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3500, 3390 (NH_2); 1575, 1320, 1270 (NO_2); 1485, 1210, 765 (C_6H_5); 1635 ($\text{C}=\text{N}$). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 7.53 (2H, д, $J = 7.6$, H-*o* Ph); 7.46 (2H, т, $J = 7.6$, H-*m* Ph); 7.26 (1H, т, $J = 7.6$, H-*p* Ph); 4.00 (2H, ш. с, NH_2). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 146.21 (C-4); 143.48 (C-*ipso* Ph); 141.20 (C-5); 129.64 (C-*m* Ph); 126.47 (C-*p* Ph); 117.77 (C-*o* Ph). Хромато-масс-спектр, найдено: m/z 205 [M] $^+$. $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_5\text{O}_2$. Вычислено: M = 205.18. Найдено, %: C 46.32; H 3.64; N 34.27. $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_5\text{O}_2$. Вычислено, %: C 46.83; H 3.44; N 34.13.

Работа выполнена при финансовой поддержке ОХНМ РАН (грант 4.1.7.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М. Макоша, *Успехи химии*, **58**, 1298 (1989).
2. М. Макоша, *Изв. АН, Сер. хим.*, 531 (1996).
3. О. Н. Чупахин, Д. Г. Береснев, *Успехи химии*, **71**, 803 (2002).
4. A. R. Katritzky, K. S. Laurenzo, *J. Org. Chem.*, **53**, 3978 (1988).
5. О. В. Донская, Г. В. Долгушин, В. А. Лопырев, *ХГС*, 435 (2002). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **38**, 371 (2002)].
6. M. Makosza, A. Kwast, *J. Phys. Org. Chem.* **11**, 341 (1998).
7. M. Makosza, T. Lemek, A. Kwast, F. Terrier, *J. Org. Chem.*, **67**, 394 (2002).
8. T. Lemek, M. Makosza, D. S. Stephenson, H. Mayr, *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **42**, 2793 (2003).
9. O. V. Donskaya, V. N. Elokhina, T. I. Vakul'skaya, A. V. Vokin, L. I. Larina, V. A. Lopyrev, in *Abstracts of International Conference "Reactions Mechanisms and Organic Intermediates"*, S.-Petersburg, Russia, 2001, p. 96.
10. O. V. Donskaya, V. N. Elokhina, A. S. Nakhmanovich, T. I. Vakul'skaya, L. I. Larina, A. V. Vokin, A. I. Albanov, V. A. Lopyrev, *Tetrahedron Lett.*, **43**, 6613 (2002).
11. И. А. Титова, Т. И. Вакульская, Л. И. Ларина, М. И. Мизандронцев, В. А. Волков, Г. В. Долгушин, В. А. Лопырев, *ЖОрХ*, **41**, 1331 (2005).
12. Т. И. Vakul'skaya, I. A. Titova, G. V. Dolgushin, V. A. Lopyrev, *Magn. Reson. Chem.*, **43**, 1023 (2005).
13. В. А. Лопырев, Т. Г. Ермакова, Т. Н. Кашик, Л. Е. Протасова, Т. И. Вакульская, *ХГС*, 315 (1986). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **22**, 253 (1986)].
14. Т. Г. Ермакова, А. И. Грица, Н. М. Дериглазов, Л. А. Татарова, В. В. Кейко, Т. И. Вакульская, В. А. Лопырев, *ХГС*, 408 (1980). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **16**, 313 (1980)].
15. В. А. Шагун, Т. И. Вакульская, Л. И. Ларина, В. А. Лопырев, *ХГС*, 193 (2000). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **36**, 157 (2000)].
16. Т. И. Вакульская, Л. И. Ларина, О. Б. Нефедова, В. А. Лопырев, *ХГС*, 523 (1982). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **18**, 400 (1982)].
17. Т. И. Вакульская, Т. Н. Рахматулина, М. С. Певзнер, Т. П. Кофман, В. А. Лопырев, *ХГС*, 343 (1987). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **23**, 287 (1987)].
18. В. А. Лопырев, Л. И. Ларина, Л. Х. Баумане, Е. Ф. Шибанова, Р. А. Гавар, С. М. Пономарева, Т. И. Вакульская, Я. П. Страдынь, *ХГС*, 1246 (1984). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **20**, 1021 (1984)].
19. V. A. Lopyrev, L. I. Larina, T. I. Vakul'skaya, E. F. Shibanova, I. A. Titova, M. G. Voronkov, *Magn. Reson. Chem.*, **23**, 305 (1985).
20. В. А. Лопырев, Л. И. Ларина, И. М. Сосонкин, Т. И. Вакульская, Г. Л. Калб, Е. Ф. Шибанова, *ХГС*, 827 (1985). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **21**, 688 (1985)].
21. Т. И. Вакульская, Л. И. Ларина, О. Б. Нефедова, Л. П. Петухов, М. Г. Воронков, В. А. Лопырев, *ХГС*, 1398 (1979). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **15**, 1127 (1979)].
22. В. А. Лопырев, Л. И. Ларина, Т. Н. Рахматулина, Е. Ф. Шибанова, Т. И. Вакульская, М. Г. Воронков, *ДАН*, **242**, 142 (1978).
23. В. А. Лопырев, В. Н. Елохина, О. В. Крылова, А. С. Нахманович, Л. И. Ларина, М. С. Сорокин, А. И. Вокин, *ХГС*, 1254 (1999). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **35**, 1109 (1999)].
24. В. Н. Елохина, О. В. Крылова, Л. И. Ларина, А. С. Нахманович, М. С. Сорокин, К. А. Волкова, В. А. Лопырев, *ХГС*, 551 (2000). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **36**, 476 (2000)].
25. M. K. Bernard, *Polish J. Chem.*, **69**, 1120 (1995).
26. R. D. Schmidt, G. S. Lee, P. F. Pagoria, A. R. Mitchell, R. Gilardi, *J. Heterocycl. Chem.*, **38**, 1227 (2001).
27. J. Suwinski, K. Swierczek, T. Glowiak, *Tetrahedron*, **49**, 5339 (1993).
28. J. Suwinski, K. Swierczek, T. Glowiak, *Tetrahedron Lett.*, **33**, 7941 (1992).
29. M. K. Bernard, M. Makosza, B. Szafran, U. Wrzeczono, *Liebigs Ann. Chem.*, 545 (1989).
30. L. I. Larina, V. A. Lopyrev, *Topics in Heterocyclic Systems – Synthesis, Reactions and Properties*, **1**, 187 (1996).
31. Л. И. Ларина, В. М. Дубников, Ф. С. Лурье, Т. И. Вакульская, Н. М. Витковская, В. А. Лопырев, М. Г. Воронков, *Журн. структур. химии*, **21**, 203 (1980).

32. A. Bax, S. Subramanian *J. Magn. Reson.*, **67**, 565 (1986).
33. A. Bax, S. Subramanian *J. Am. Chem. Soc.*, **108**, 2093 (1986).
34. M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, V. G. Zakrzewski, J. A. Montgomery, Jr., R. E. Stratmann, J. C. Burant, S. Dapprich, J. M. Millam, A. D. Daniels, K. N. Kudin, M. C. Strain, O. Farkas, J. Tomasi, V. Barone, M. Cossi, R. Cammi, B. Mennucci, C. Pomelli, C. Adamo, S. Clifford, J. Ochterski, G. A. Petersson, P. Y. Ayala, Q. Cui, K. Morokuma, D. K. Malick, A. D. Rabuck, K. Raghavachari, J. B. Foresman, J. Cioslowski, J. V. Ortiz, B. B. Stefanov, G. Liu, A. Liashenko, P. Piskorz, I. Komaromi, R. Gomperts, R. L. Martin, D. J. Fox, T. Keith, M. A. Al-Laham, C. Y. Peng, A. Nanayakkara, C. Gonzalez, M. Challacombe, P. M. W. Gill, B. Johnson, W. Chen, M. W. Wong, J. L. Andres, C. Gonzalez, M. Head-Gordon, E. S. Replogle, J. A. Pople, *Gaussian 98. Revision A.6.* Gaussian / Inc. Pittsburgh PA. 1998.
35. H. A.-G. Farbwerke, Ger. Pat. 1168437; *Chem. Abstr.*, **61**, 1873 (1964).
36. Л. И. Багал, М. С. Певзнер, А. Н. Фролов, Н. И. Шелудякова, *XTC*, 259 (1970). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **6**, 240 (1970)].
37. Л. И. Багал, М. С. Певзнер, Н. И. Шелудякова, В. М. Керусов, *XTC*, 265 (1970). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **6**, 245 (1970)].

Иркутский институт химии
им. А. Е. Фаворского СО РАН,
Иркутск 664033
e-mail: irk_inst_chem@irioch.irk.ru

Поступило 31.07.2006