



**АКАДЕМИК БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ ТРОФИМОВ**

(К семидесятилетию со дня рождения)

Академик Борис Александрович Трофимов – яркий представитель школы академика Алексея Евграфовича Фаворского, классика органической химии, основоположника химии ацетилена.

В 1961 г. после окончания (с отличием) Иркутского государственного университета Борис Александрович принят на должность старшего лаборанта в только что организованный Иркутский институт органической химии Сибирского отделения Академии наук СССР (в настоящее время – Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН). С тех пор научная карьера ученого связана с этим институтом, директором которого он является уже почти 15 лет.

Кандидатскую диссертацию Борис Александрович защитил в Иркутском государственном университете (1965 г.) под руководством члена-корреспондента АН СССР Михаила Федоровича Шостаковского – ближайшего ученика академика А. Е. Фаворского. В эти годы складываются тесные научные связи Б. А. Трофимова и с другими соратниками, учениками и учениками учеников Алексея Евграфовича, особенно, в Ленинграде (Т. А. Фаворская, И. А. Фаворская, Т. И. Темникова, И. Н. Домнин, Р. М. Костиков, Б. А. Ершов, А. С. Днепровский и др.).

В 1970 г. в Ленинградском государственном университете Б. А. Трофимов защищает докторскую диссертацию. Темы его кандидатской и докторской диссертаций, разумеется, были связаны с химией ацетилена. Научное творчество 32-летнего доктора наук продолжает

развиваться под сильным влиянием идей и методологии академика А. Е. Фаворского, работы которого он хорошо знает и не устает изучать. Вокруг него быстро формируется плеяда молодых ученых – С. В. Амосова, Н. К. Гусарова, А. И. Михалева, С. Е. Коростова, В. К. Станкевич, А. Г. Малькина, Н. А. Недоля, В. А. Потапов, А. М. Васильцов, Л. М. Синеговская, М. В. Сигалов, Л. Н. Собенина, С. Ф. Малышева, Л. Н. Паршина и др. Все они сегодня доктора наук, профессора, известные ученые.

Значительная часть исследований Б. А. Трофимова и его школы связана с химией гетероциклических соединений и ее новыми разделами, стимулированными химией ацетилена. Следует подчеркнуть, что речь идет о новой химии ацетилена, основанной на применении суперосновных реагентов и катализаторов [1–6]. Борис Александрович и его ученики внесли принципиальный вклад в химию самых различных гетероциклов. Даже предельно сжатое перечисление достижений школы Б. А. Трофимова в области химии гетероциклических соединений впечатляет.

В химии **трехчленных гетероциклов** сегодня хорошо известен синтез "якорных" оксиранов (эпоксидов) на основе гидроксилсодержащих виниловых эфиров [2]. Простейший из таких эпоксидов – "винилокс" был доведен до промышленного применения. Эта общая концепция позволила получить десятки новых эпоксидных мономеров, смол и композиций [7]. В развитие этой концепции синтезированы тираны с винилоксигруппой, обладающей высокой реакционной способностью, которые открыли простые пути к новым функционализированным представителям этого ряда [2].

**1,3-Диоксацикланы, 1,3-оксатиацикланы и 1,3-диокса-2-силацикланы** получены на основе ацетилена, диолов и их сернистых аналогов [2], систематически изучены их реакции с электрофилами (гидролиз, кислотно-каталитический гидролиз, ацилирование с раскрытием цикла) [2] и металлоорганическими реагентами (раскрытие цикла реактивами Гриньяра, Нормана и Иоцича) – последняя группа реакций была практически не известна. В ходе этих исследований была получена новая фундаментальная информация о роли равновесия Шленков в реакциях реактивов Гриньяра [2]. Для сравнения были привлечены соответствующие кремневые аналоги [2]. Взаимодействием диацетиленовых гликолей и диоксида углерода впервые получены **бис(метилен-1,3-диоксолан-2-оны)** – перспективные мономеры и сшивающие агенты для синтеза специальных поликарбонатов [8]. С этой же целью были синтезированы "якорные" **винилоксиалкил-1,3-диоксолан-2-оны** – ранее не известные гибриды простых виниловых эфиров и циклокарбонатов (наиболее известен из них винилоксиэтоксиметил-1,3-диоксолан-2-он – "цикловин" [2]).

**2-Винил-1,3-оксазолидины и 2-метиленморфолины** синтезированы циклизацией 2-гидроксиэтилпропаргиламинов в присутствии сильных оснований, изучена регионаправленность реакции, продемонстрирован ее общий характер [2].

Написана новая глава в химии функционализированных **тиазинов** и **дитиазинов**, получаемых циклизацией дивинилсульфида [3] и дивинилсульфоксида [9] с аммиаком, аминами и тиомочевинной.

Синтезированные в лаборатории Б. А. Трофимова **1,3,2-диоксафосфоланы** с винилоксиалкильными радикалами (своеобразные "кентавры") впервые объединили химию Фаворского (виниловые эфиры) и химию Арбузова (триалкилфосфиты) [2].

**Алкенилфосфоланы** и **алкенилфосфоринаны** получены напрямую из красного фосфора и  $\alpha,\omega$ -дигалогеналканов по реакции Трофимова–Гусаровой [10].

Химия **тиофена** существенно дополнена простым и элегантным методом его синтеза из диацетиленов и гидратированного сульфида натрия; соответственно из винилацетиленов получен **2,5-дигидротиофен** и ранее не известный **винилциклобутанодигидротиофен**, в котором дигидротиофеновый цикл конденсирован с циклобутаном. Из дифенилацетиленов синтезирован **тетрафенилтиофен** [3].

Функционализированные **1,3-дитиолы**, **1,3-диселенолы** и **1,3-теллуры** получены одnoreакторно из фенилацетиленов и элементарных серы, селена и теллура в суперосновной системе [11].

Однако наиболее значительный вклад Б. А. Трофимова и его школы в химию гетероциклических соединений – это **новый синтез пирролов** реакцией кетоксимов с ацетиленами в присутствии суперосновных каталитических систем типа МОН–ДМСО (М = щелочной металл) [4, 12, 13]. Сегодня это самый простой и эффективный путь к **пирролам** и **N-винилпирролам** разнообразного строения, в том числе, с алкильными, циклоалкильными, ароматическими и гетероароматическими заместителями. Впервые стали доступными пирролы, конденсированные с макроциклами и стероидными структурами, а также связанные с терпеновыми, каркасными, полициклическими и гетероароматическими системами. Важно, что появилась возможность легко, в одну стадию, из тех же реагентов (а по сути, из кетонов) получать ранее практически не известные N-винилпирролы – мономеры и синтоны для дизайна новых соединений пиррольного ряда. Сегодня эта реакция, которая вошла в монографии [14, 15] и учебники [16, 17] как именная **реакция Трофимова**, широко используется многими научными коллективами, работающими в области химии пиррола, активно цитируется [18–22] и развивается [23]. Она положена в основу создаваемого сейчас в Литве (Фирма "Валдис" при научных консультациях Б. А. Трофимова) первого в мире опытно-промышленного производства **индола** дегидрированием **тетрагидроиндола** [24] – продукта взаимодействия циклогексаноноксида и ацетиленов [25].

Б. А. Трофимовым совместно с профессором Л. Брандсмой (Нидерланды) предложена новая общая стратегия синтеза фундаментальных гетероциклов (**пирролов**, **пиридинов**, **азепинов** с редким набором функциональных заместителей), основанная на циклизации аддуктов металлизированных ацетиленов и алленов с гетерокумуленами (изоцианатами) [26].

В течение ряда лет Б. А. Трофимовым и его школой активно развивается оригинальная химия функционализированных **дигидрофуранов**, получаемых реакциями присоединения разнообразных нуклеофилов к цианацетиленовым спиртам [27, 28]. За цикл работ в этой области Б. А. Трофимов удостоен премии имени А. М. Бутлерова. В последние

годы Б. А. Трофимовым открыто и интенсивно развивается новое оригинальное направление в области химии **пиридина, хинолина и имидазола**. При взаимодействии с цианацетиленами эти гетероциклы генерируют особый класс суперосновных реагентов – цвиттер-ионов и их карбеновых таутомеров, которые легко в биомиметических условиях, как правило, при физиологических температурах, превращаются в ранее не известные гетероциклические системы [29–34].

Б. А. Трофимов – автор 19 монографий и глав в монографиях, 60 крупных обзоров, свыше 900 основных статей (общее число его публикаций, включая 540 российских и зарубежных патентов, превышает 2500). Среди его учеников 72 кандидата и 25 докторов наук.

Б. А. Трофимов продолжает активную научную и научно-организационную деятельность. Выполняя нелегкие обязанности директора большого химического института, завоевавшего мировое признание, он ежедневно бывает в своей лаборатории (в которой 13 докторов и 26 кандидатов наук), планирует конкретные эксперименты и обсуждает их результаты с сотрудниками. Б. А. Трофимов щедро делится с учениками своими идеями и опытом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б. А. Трофимов, С. В. Амосова, А. И. Михалева, Н. К. Гусарова, Е. П. Вялых, в кн.: *Фундаментальные исследования. Химические науки*, Наука, Новосибирск, 1977, с. 174.
2. Б. А. Трофимов, *Гетероатомные производные ацетилена. Новые полифункциональные мономеры, реагенты и полупродукты*, Наука, Москва, 1981.
3. Б. А. Трофимов, С. В. Амосова, *Дивинилсульфид и его производные*, Наука, Новосибирск, 1983.
4. Б. А. Трофимов, А. И. Михалева, *N-Винилтирролы*, Наука, Новосибирск, 1984.
5. Б. А. Трофимов, *Современные проблемы органической химии*, вып. 14, 131 (2004).
6. B. A. Trofimov, *Curr. Org. Chem.*, **6**, 1121 (2002).
7. B. A. Trofimov, N. A. Nedolya, *Rev. Heteroatom Chem.*, **9**, 205 (1993).
8. К. А. Волкова, А. Н. Никольская, Е. П. Леванова, А. Н. Волков, Б. А. Трофимов, *XTC*, 1617 (1979). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **15**, 1296 (1979)].
9. N. K. Gusarova, M. G. Voronkov, B. A. Trofimov, *Sulfur Reports*, **9**, 95 (1989).
10. С. Ф. Малышева, С. Н. Арбузова, в кн.: *Современный органический синтез*, Химия, Москва, 2003, с. 160.
11. B. A. Trofimov, *Sulfur Reports*, **11**, 207 (1992).
12. B. A. Trofimov, *Adv. Heterocycl. Chem.*, **51**, 177 (1990).
13. B. A. Trofimov, in: *The Chemistry of Heterocyclic Compounds*, R. A. Jones (Ed.), Wiley, New York, 1992, vol. 48, p. 131.
14. G. P. Bean, in: *The Chemistry of Heterocyclic Compounds*, Pt. 2, R. A. Jones (Ed.), Wiley, New York, 1992, vol. 48, p. 105–130.
15. R. J. Tedeschi, in: *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, Acad. Press, San Diego, 1992, vol. 1, p. 27–65.
16. А. Ф. Пожарский, В. А. Анисимова, Е. Б. Цупак, *Практические работы по химии гетероциклов*, Изд-во Рост. ун-та, Ростов, 1988, с. 9.

17. М. А. Юровская, *Методы синтеза и химические свойства ароматических гетероциклических соединений*, Изд-во МГУ, Москва, 2005, ч. 1, с. 21.
18. F. Gonzalez, J. F. Sanz-Cervera, R. M. Williams, *Tetrahedron Lett.*, **40**, 4519 (1999).
19. J. Chen, A. Burghart, A. Derecskei-Kovacs, K. Burgess, *J. Org. Chem.*, **65**, 2900 (2000).
20. E. Abele, E. Lukevics, *Heterocycles*, **53**, 2285 (2000).
21. L.-X. Wang, X.-G. Li, Y. Y.-L. Yang, *React. Funct. Polym.*, **47**, 125 (2001).
22. F. Bellina, R. Rossi, *Tetrahedron*, **62**, 7213 (2006).
23. B. A. Trofimov, N. A. Nedolya, in: *Comprehensive Heterocyclic Chemistry III. A Review of the Literature 1995-2007*, A. R. Katritzky, C. A. Ramsden, E. F. V. Scriven, R. J. K. Taylor (Eds.), Elsevier, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, 2008, vol. 3, p. 45.
24. Б. А. Трофимов, А. И. Михалева, Е. Ю. Шмидт, О. А. Ряполов, В. Б. Платонов, Патент РФ 2307830; *Б. И.*, № 28, (2007).
25. Б. А. Трофимов, А. И. Михалева, Е. Ю. Шмидт, О. А. Ряполов, В. Б. Платонов, Патент РФ 2297410; *Б. И.*, № 11, (2007).
26. B. A. Trofimov, *J. Heterocyclic Chem.*, **36**, 1469 (1999).
27. B. A. Trofimov, A. G. Mal'kina, *Heterocycles*, **51**, 2485 (1999).
28. B. A. Trofimov, A. G. Mal'kina, O. A. Shemyakina, A. P. Borisova, V. V. Nosyreva, O. A. Dyachenko, O. N. Kazheva, G. G. Alexandrov, *Synthesis*, 2641 (2007).
29. B. A. Trofimov, L. V. Andriyankova, S. A. Zhivet'ev, A. G. Mal'kina, V. K. Voronov, *Tetrahedron Lett.*, **43**, 1093 (2002).
30. B. A. Trofimov, L. V. Andriyankova, S. I. Shaikhudinova, T. I. Kazantseva, A. G. Mal'kina, A. V. Afonin, *Synthesis*, 853 (2002).
31. L. V. Andriyankova, A. G. Mal'kina, L. P. Nikitina, K. V. Belyaeva, I. A. Ushakov, A. V. Afonin, M. V. Nikitin, B. A. Trofimov, *Tetrahedron*, **61**, 8031 (2005).
32. B. A. Trofimov, L. V. Andriyankova, R. T. Tlegenov, A. G. Mal'kina, A. V. Afonin, L. N. Il'icheva, L. P. Nikitina, *Mendeleev Commun.*, 33 (2005).
33. B. A. Trofimov, L. V. Andriyankova, A. G. Mal'kina, L. P. Nikitina, A. V. Afonin, I. A. Ushakov, L. M. Sinegovskaya, T. I. Vakul'skaya, *Eur. J. Org. Chem.*, 1581 (2006).
34. B. A. Trofimov, L. V. Andriyankova, A. G. Mal'kina, K. V. Belyaeva, L. P. Nikitina, O. A. Dyachenko, O. N. Kazheva, A. N. Chekhlov, G. V. Shilov, A. V. Afonin, I. A. Ushakov, L. V. Baikalova, *Eur. J. Org. Chem.*, 1018 (2007).

**Академик М. Г. Воронков**

*Редакция журнала сердечно поздравляет юбиляра и желает ему долгих лет творческого горения, радости свершения замыслов, неизменной поддержки коллег и учеников, новых достижений и успехов, крепкого здоровья и счастья, понимания и доброты окружающих.*