

ВОСПОМИНАНИЯ О ЛЕКЦИЯХ ПО МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПРОФЕССОРА Г.А. ДОМРАЧЕВА

А.В. Гущин, М.А. Гиричева

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, Россия*

Воспоминания А.В. Гущина о курсе лекций «Устойчивость и термораспад металлоорганических соединений», прочитанном студентам 4 курса кафедры органической химии ГГУ им. Н.И. Лобачевского в 1978 г. д.х.н. Г.А. Домрачевым, профессором, заместителем директора Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук, заведующим лабораторией, лауреатом Государственной премии СССР, автором монографии «Металлоорганические соединения в электронике». В курсе лекций раскрыты основы квантовой химии металлоорганических соединений, теория диссипативных структур И. Пригожина, лауреата Нобелевской премии 1977 г. по химии за работы в области неравновесной термодинамики. Освещен метод криосинтеза сэндвичевых бисареновых комплексов металлов из паров металла и замороженного лиганда. Описаны методы получения пленочных металлических и карбидных пленок пиролизом паров МОС (ОМСVD-технологией). Разобраны результаты исследования карбеного механизма образования сажи и алканов в реакциях МОС, реакции образования продуктов метатезиса олефинов, применение карбеновых комплексов металлов как участников процессов α -элиминирования при распаде МОС, по этому направлению в 2005 г. Нобелевскими лауреатами стали Р. Граббс, Р. Шрок и И. Шовен. Представленный лекционный материал по последним научным достижениям в области металлоорганической химии того времени открывает возможность для химиков управлять не только микроструктурой, но и макроструктурой твердых металлосодержащих продуктов их термораспада и представляет путь к созданию новых материалов.

Ключевые слова: металлоорганические соединения, термораспад, катализ, метатезис.

В феврале 1978 г. заведующий кафедрой органической химии профессор Виктор Алексеевич Додонов представил нам, студентам 4 курса кафедры органической химии ГГУ им. Н.И. Лобачевского, лектора по спецкурсу «Устойчивость и термораспад металлоорганических соединений» Георгия Алексеевича Домрачева, д.х.н., заведующего лабораторией Института химии АН СССР, лауреата Государственной премии СССР, автора монографии «Металлоорганические соединения в электронике» (в то время он еще не был заместителем директора института) [1]. Это был приветливо и немного стеснительно улыбающийся высокий подтянутый человек с пышной шевелюрой седеющих волос и густыми бровями, в очках, одетый в строгий светлый костюм-тройку.

Он ввел нас в мир металлоорганической химии, которая бурно развивалась тогда в Горьком под руководством его учителя, академика Григория Алексеевича Разуваева, д.х.н., директора Института химии АН СССР (ныне Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН), почетного гражданина г. Нижнего Новгорода.

Знакомился с нами Георгий Алексеевич на первой встрече основательно, каждого из 14 человек попросил представиться и рассказать несколько слов о том, в какую научную группу он направлен, какую тему будущей дипломной работы ему предложили. Сам лектор обладал особенной манерой речи, он говорил очень немногословно, отрывисто, к этому мы быстро привыкли. Он никогда не «заливался соловьем», был всегда краток, лекции его с первого занятия было сравнительно легко записывать, несмотря на сложность материала, содержащего немало математических формул, матриц, квантово-химических понятий. Вначале он давал под

Персоналии

запись общую классификацию разделов темы, а затем подробно разбирал один за другим, и каждый раз в начале и в конце напоминал их место в общей системе.

Сразу было понятно, что этот человек влюблен в химию. Во время рассказов о работах своих и учеников его глаза блестели, он взглядом обходил всех слушателей, чтобы убедиться, что они заинтересовались, внимательно следят и сопереживают.

Георгий Алексеевич вел нас по переднему краю развития металлоорганической химии, стремясь познакомить с последними достижениями в области устойчивости и распада металлоорганических соединений (МОС), почерпнутыми из книг и научных журналов, привезенных с конференций. Он знакомил нас с азами квантовой химии и моделирования строения и свойств МОС, которая тогда еще только начинала развиваться, а сейчас неизменно сопутствует разработке практики и теории МОС. Уже тогда он развивал квантово-химические исследования со студентом С.Ю. Кетковым, ныне д.х.н., заведующим лабораторией наноразмерных систем и структурной химии Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН (ИМХ РАН), профессором Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

С помощью Георгия Алексеевича мы разобрались в сложностях диссипативных структур И. Пригожина, который в 1977 г. стал лауреатом Нобелевской премии по химии за работы в области неравновесной термодинамики [2–5].

Благодаря лектору мы узнали, что наши нижегородские термодинамики во главе с И.Б. Рабиновичем в научных обзорах уже тогда создавали справочную базу термодинамических величин МОС, синтезированных в нашем городе, которая в 1996 г. была издана как монография, и с тех пор широко используется металлоорганиками [6].

На лекциях мы узнали о новом методе криосинтеза сэндвичевых бисареновых комплексов металлов из паров металла и замороженного лиганда. Установка такого типа в то время создана в лаборатории Георгия Алексеевича и позволяла изучать криосинтез и стабильность МОС [7–10].

Много внимания в лекциях было уделено углероду, саже. Было известно, что во время получения пленочных металлических и карбидных пленок пиролизом паров МОС (ОМСVD-технология) образуется сажа. Это нежелательный процесс, и с ним всегда ведется борьба. Однако Георгий Алексеевич преподносил эту черную сажу как нечто загадочное, фрактально красивое и достойное специального изучения, показывал микрофотографии нитей, пластинок и игл в массе сажи. Он изучал их в лаборатории вместе с О.Н. Суворовой, Б.И. Петровым, А.М. Объедковым, Б.С. Каверинным и др. сотрудниками и оказался совершенно прав. Сейчас сажа «дает» химикам углеродные нанотрубки, которые при введении в полимеры, адгезивы придают им уникальные свойства на пути к новым композиционным материалам. А фуллерены, выделяемые из «гелиевой» сажи, прославили ИМХ РАН на весь мир как самые дешевые и чистые. По разработанной в институте технологии сегодня в г. Чкаловск Нижегородской области работает завод фуллеренов и нанотрубок [11–14].

Г.А. Домрачев был художником. Дома, на работе, у друзей осталось множество написанных им картин и набросков. Художественное начало ощущалось и в его лекциях. При рассмотрении сложных теоретических вопросов симметрии молекул, орбиталей, кристаллов, теоремы Яна Теллера, идей Ландау он непременно сопровождал объяснение красивыми и понятными рисунками мелом на доске. Фрактальным анализом в лаборатории Георгий Алексеевич занимался вместе с учениками [15]. Спустя 5 лет в 1981 г. Р. Гофману была присуждена Нобелевская премия за правила сохранения орбитальной симметрии синхронных реакций [16–20].

Очень интересно в лекциях подавался материал работ в области метатезиса [21–27].

Для А.В. Гущина, связавшего в дальнейшем научную жизнь с окислительно-восстановительными реакциями МОС сурьмы и висмута, были наиболее интересны процессы восстановительного распада органических производных переходных и непереходных металлов, которые в лекциях Г.А. Домрачева занимали существенное место. Большинство примеров он разбирал на пента- и тетрафенильных соединениях фосфора, сурьмы, висмута, которые в те годы он изучал вместе с сотрудником ИХАН и одновременно аспирантом заочного обучения ГГУ В.В. Шарутиным [28–31]. На странице этой лекции сохранилась надпись, сделанная А.В. Гущиным позже: «Мой $\text{Ph}_3\text{Bi}(\text{O}_2\text{CPh})_2$ – аналогично!»

На последней лекции для нас Георгий Алексеевич сделал обобщение, что с накоплением

знаний законов строения и устойчивости МОС все больше открывается возможность для химиков управлять не только микроструктурой, а и макроструктурой твердых металлосодержащих продуктов их термораспада, а это представляет путь к созданию новых материалов. В этом видно отличающее его стремление развивать научные исследования для достижения практических целей.

Таким запомнился студентам Георгий Алексеевич – влюбленным в свое дело ученым, преподавателем, художником, высокообразованным интеллигентом и доброжелательным человеком.

Литература

1. Металлоорганические соединения в электронике / Г.А. Разуваев, Б.Г. Грибов, Г.А. Домрачев, Б.А. Саламатин. – М.: Наука, 1972. – 479 с.
2. Пригожин, И. Неравновесная статистическая механика / И. Пригожин. – М.: Мир, 1964. – 314 с.
3. Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
4. Пригожин, И. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / И. Пригожин, Д. Кондепуди. – М.: Мир, 2002. – 464 с.
5. Пригожин, И. Определено ли будущее / И. Пригожин. – Ижевск: ИКИ, 2005. – 240 с.
6. Рабинович, И.Б. Термодинамика металлоорганических соединений / И.Б. Рабинович, В.П. Нистратов, В.И. Тельной, М.С. Шейман. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 1996. – 297 с.
7. Ketkov, S.Y. Zero Kinetic Energy Spectroscopy: Mass-Analyzed Threshold Ionization Spectra of Chromium Sandwich Complexes with Alkylbenzenes, $(\eta(6)\text{-RPh})(2)\text{Cr}$ (R = Me, Et, i-Pr, t-Bu) / S.Y. Ketkov, H.L. Selzle, F.G. Cloke, G.V. Markin, Y.A. Shevelev, G.A. Domrachev, E.W. Schlag // Journal of Physical Chemistry. – 2010. – V. 114. – No. 42. – P. 11298–11303. DOI: 10.1021/jp104282r.
8. Lyssenko, K.A. Estimation of the Barrier to Rotation of Benzene in the $(\text{Eta}(6)\text{-C}_6\text{H}_6)(2)\text{Cr}$ Crystal via Topological Analysis of the Electron Density Distribution Function / K.A. Lyssenko, A.A. Korlyukov, D.G. Golovanov, S.Y. Ketkov, M.Y. Antipin // Journal of Physical Chemistry – 2006. – V. 110, No. 20. – P. 6545–6551. DOI: 10.1021/jp057516v.
9. Ketkov, S.Y. A Study of Peralkylated Derivatives of Bis($\eta(6)$ -benzene) Chromium by Gas-phase Electronic Absorption Spectroscopy / S.Y. Ketkov, G.A. Domrachev, J.C Green // Russian Chemical Bulletin. – 2001. – V. 50, No. 8. – P. 1390–1394. DOI: 10.1023/A:1012776805318.
10. Ketkov, S.Y. Two-Color Resonance Photoionization Spectrum of Nickelocene in a Supersonic Jet / S.Y. Ketkov, H.L. Selzle, E.W. Schlag, S.N. Titova, L.V. Kalakutskaya // Optics and Spectroscopy – 2004. – V. 97, No. 4. – P. 567–571. DOI: 10.1134/1.1813698.
11. Rychagova, E.A. Redox Reactions of Organic C-60 Derivatives / E.A. Rychagova, L.V. Kalakutskaya, A.I. Poddel'sky, S.Y. Ketkov, G.A. Domrachev // Russ. Chem. Bull. – 2014. – V. 63, No. 7. – P. 1590–1598. DOI: 10.1007/s11172-014-0639-y.
12. Markin, A.V. Thermodynamic characteristics of bis($\eta(6)$ -ethylbenzene)chromium fulleride / A.V. Markin, V.A. Ruchenin, N.N. Smirnova, G.A. Abakumov, G.V. Markin, Y.A. Shevelev, V.A. Kuropatov, M.A. Lopatin, V.K. Cherkasov, G.A. Domrachev // Russ J. Phys. Chem. – 2011. – V. 85, No. 8. – P. 1423–1429. DOI: 10.1134/S003602441108022X.
13. Troitskii, B.B. Effect of Fullerene C-60 and Other Antioxidants on High-Temperature Oxidative Degradation of Poly(methyl methacrylate) and Methyl Methacrylate Copolymers with Methacrylic Acid / B.B. Troitskii, G.A. Domrachev, L.V. Khokhlova, L.E. Yashchuk, V.N. Denisova, M.A. Novikova, Y.A. Dorofeeva // Russ J. General Chem. – 2003. – V. 73, No. 7. – P. 1091–1094. DOI: 10.1023/B:RUGC.0000007617.47454.45.
14. Ob'edkov, A.M. MOCVD Modification of the Surface of Multiwalled Carbon Nanotubes to Impart to Them Necessary Physicochemical Properties / A.M. Ob'edkov, B.S. Kaverin, S.A. Gusev, A.V. Ezerskii, N.M. Semenov, A.A. Zaytsev, V.A. Egorov, G.A. Domrachev // Journal of Surface Investigation-X-Ray Synchrotron Neutron And Neutron Techniques – 2009. – V. 3, No. 4. – P. 554–558. DOI: 10.1134/S1027451009040120.
15. Domrachev, G.A. The Role of Symmetry and Spatial Shielding of Metal by Ligands in the Biological Activity of Organometallic and Coordination Compounds / G.A. Domrachev, Y.A. Shevelev, L.N. Zakharov, L.G. Domracheva, E.G. Domracheva // Doklady Chemistry – 2003. – V. 388, no. 1–3. – P. 17–18. DOI: 10.1023/A:1022140500209.

Персоналии

16. Hoffmann, R. Orbital Symmetry Control of Chemical Reactions / R. Hoffmann, R.B. Woodward // *Science*. – 1970. – V. 167, No. 3919. – P. 825–831.
17. Вудворд, Р. Сохранение орбитальной симметрии / Р. Вудворд, Р. Хоффман. – М.: Мир, 1971. – 207 с.
18. Джилкрист, Т. Органические реакции и орбитальная симметрия / Т. Джилкрист, Р. Сторр. – М.: Мир, 1976. – 352 с.
19. Wilker, C.N. Metallacyclobutane Rearrangements / C.N. Wilker, R. Hoffmann // *J. Am. Chem. Soc.* – 1983. – V. 105, No. 16. – P. 5285–5290. DOI: 10.1021/ja00354a018.
20. Hoffmann, R. Building Bridges Between Inorganic and Organic Chemistry (Nobel Lecture) / R. Hoffmann // *Angewandte Chemie – International Edition in English*. – 1982. – V. 21. – No. 10. – P. 711–724. DOI: 10.1002/anie.198207113.
21. Johns, A.M. High Trans Kinetic Selectivity in Ruthenium-Based Olefin Cross-Metathesis Through Stereoretention / A.M. Johns, T.S. Ahmed, B.W. Jackson, R.H. Grubbs, R.L. Pederson // *Organic Letters*. – 2016. – V. 18, No. 4. – P. 772–775. DOI: 10.1021/acs.orglett.6b00031.
22. Lee, H.K. Multiple Olefin Metathesis Polymerization That Combines All Three Olefin Metathesis Transformations: Ring-Opening, Ring-Closing, and Cross Metathesis / H.K. Lee, K.T. Bang, A. Hess, R.H. Grubbs, T.L. Choi // *J. Am. Chem. Soc.* – 2015. – V. 137, No. 29. – P. 9262–9265. DOI: 10.1021/jacs.5b06033.
23. Weitekamp, R.A. Photolithographic Olefin Metathesis Polymerization / R.A. Weitekamp, H.A. Atwater, R.H. Grubbs // *J. Am. Chem. Soc.* – 2013. – V. 135, No. 45. – P. 16817–16820. DOI: 10.1021/ja4093083.
24. Schrock, R.R. Synthesis of Molybdenum Imido Alkylidene Complexes and Some Reactions Involving acyclic Olefins / R.R. Schrock, J.S. Murdzek, G.C. Bazan, J. Robbins, M. DiMare, M. O'Regan // *J. Am. Chem. Soc.* – 1990. – V. 112, No. 10. – P. 3875–3886. DOI: 10.1021/ja00166a023.
25. Sanford, M.S. Synthesis and Reactivity of Neutral and Cationic Ruthenium(II) Tris(pyrazolyl)borate Alkylidenes / M.S. Sanford, L.M. Henling, R.H. Grubbs // *Organometallics* – 1998. – V. 17, No. 24. – P. 5384–5389. DOI: 10.1021/om980683f.
26. Ulman, M. Relative Reaction Rates of Olefin Substrates with Ruthenium(II) Carbene Metathesis Initiators / M. Ulman, R.H. Grubbs // *Organometallics* – 1998. – V. 17, No. 12. – P. 2484–2489. DOI: 10.1021/om9710172.
27. Chang, S.B. A Highly Efficient and Practical Synthesis of Chromene Derivatives Using Ring-Closing Olefin Metathesis / S.B. Chang, R.H. Grubbs // *J. Org. Chem.* – 1998. – V. 63, No. 3. – P. 864–866. DOI: 10.1021/jo9712198.
28. Sharutiun, V.V. Role of Steric Factors in the Thermolysis of Phosphorus, Antimony and Bismuth Pentaphenyl Compounds – Arylation of Organoelement and Organic Compounds by Aryl Derivatives of 5-Coordinated Bismuth / V.V. Sharutiun // *Zhurnal Obshchei Khimii*. – 1988. – V. 58, No. 10. – P. 2305–2311.
29. Sharutiun, V.V. Thermolysis of Pentavalent Bismuth Aryl Derivatives in the Presence of Triphenylantimony / V.V. Sharutiun, V.T. Bychkov, O.P. Bolotova, V.I. Kuzina // *Zhurnal Obshchei Khimii* – 1986. – V. 56, No. 2. – P. 330–333.
30. Razuvaev, G.A. Investigation of Reactions of Pentaphenylantimony and Pentaphenylbismuth / G.A. Razuvaev, N.A. Osanova, V.V. Sharutin, A.I. Sorokin, I.E. Okhlopko // *Doklady Akademii Nauk SSSR* – 1978. – V. 238, No. 2. – P. 361–363.
31. Sharutiun, V.V. Synthesis and Structure of Triphenylbismuth Bis(2-Phenylaminobenzoate) / V.V. Sharutin, I.V. Egorova, M.A. Kazakov // *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. – 2009. – V. 54, No. 7. – P. 1095–1098. DOI: 10.1134/S0036023609070171.

Алексей Владимирович Гущин – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950, Н. Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: gushchin4@yandex.ru

Марина Антоновна Гиричева – студент, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. 603950, Н. Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: margir06.05@gmail.com

Поступила в редакцию 19 февраля 2018 г.

MEMORIES OF THE LECTURES ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY FROM PROFESSOR G.A. DOMRACHEV

A.V. Gushchin, gushchin4@yandex.ru

M.A. Giricheva, margir06.05@gmail.com

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Memories of the lectures on stability and thermal decomposition of organometallic compounds, which were delivered to the students of the Organic chemistry Department, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod by Professor G.A. Domrachev, Deputy Director of the Institute of Organometallic chemistry of the Russian Academy of Sciences, a head of laboratory, a winner of the USSR state prize, the author of the monograph "Organometallic Compounds in Electronics". In the course of lectures the basis of quantum chemistry of organometallic compounds was described, as well as the theory of dissipative structures by I. Prigozhin, the 1977 Nobel prize winner in chemistry for his work in the field of nonequilibrium thermodynamics. The cryosynthesis method of sandwich metal complexes from metal vapors and frozen ligands. Methods of production of metal and carbide films by pyrolysis of organometallic compounds vapor (OMCVD technology) were described. The study results of the carbene mechanism of soot and alkanes in the reaction of organometallic compounds, the formation reaction of the products of olefin metathesis, the application of carbene metal complexes as participants in processes of α -elimination with the collapse of organometallic compounds were examined; in that field in 2005, R.H. Grubbs, R.R. Schrock, and Y. Chauvin won the Nobel Prize. The presented lecture material on the latest scientific achievements in the field of organometallic chemistry of that time opens up the possibility for chemists to control not only the microstructure, but also the macrostructure of solid metal-containing products of their thermal decomposition and represents the way to creation of new materials.

Keywords: organometallic compounds, thermal decomposition, catalysis, metathesis,

References

1. Razuvaev G.A., Gribov B.G., Domrachev G.A., Salamatin B.A. *Metalloorganicheskie soedineniya v elektronike* [Organometallic Compounds in Electronics]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 479 p.
2. Prigozhin I. *Neravnovesnaya statisticheskaya mekhanika* [Nonequilibrium Statistical Mechanics]. Moscow, Mir Publ., 1964. 314 p.
3. Prigozhin I., Stengers I. *Poryadok iz khaosa. Novyy dialog cheloveka s prirodoy* [Order out of Chaos. Man's New Dialogue with Nature]. Moscow, Progress Publ., 1986. 432 p.
4. Prigozhin I., Kondepudi D. *Sovremennaya termodinamika. Ot teplovykh dvigateley do dissipativnykh struktur* [Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures]. Moscow, Mir Publ., 2002. 464 p.
5. Prigozhin I. *Opredeleno li budushchee* [Whether the Future Determined]. Izhevsk, IKI Publ., 2005. 240 p.
6. Rabinovich I.B., Nistratov V.P., Tel'noy V.I., Sheyman M.S. *Termodinamika metalloorganicheskikh soedineniy* [Thermodynamics of Organometallics Compounds]. N. Novgorod, NNGU im. N.I. Lobachevskogo Publ., 1996. 297 p.
7. Ketkov S.Y., Selzle H.L., Cloke F.G., Markin G.V., Shevelev Y.A., Domrachev G.A., Schlag E.W. Zero Kinetic Energy Spectroscopy: Mass-Analyzed Threshold Ionization Spectra of Chromium Sandwich Complexes with Alkylbenzenes, $(\eta(6)\text{-RPh})(2)\text{Cr}$ (R = Me, Et, i-Pr, t-Bu). *Journal of Physical Chemistry*, 2010, vol. 114, no. 42, pp. 11298–11303. DOI: 10.1021/jp104282r.
8. Lyssenko K.A., Korlyukov A.A., Golovanov D.G., Ketkov S.Y., Antipin M.Y. Estimation of the Barrier to Rotation of Benzene in the $(\eta(6)\text{-C}_6\text{H}_6)(2)\text{Cr}$ Crystal via Topological Analysis of the Electron Density Distribution Function. *Journal of Physical Chemistry*, 2006, vol. 110, no. 20, pp. 6545–6551. DOI: 10.1021/jp057516v.
9. Ketkov S.Y., Domrachev G.A., Green J.C. A Study of Peralkylated Derivatives of Bis($\eta(6)$ -benzene) Chromium by Gas-phase Electronic Absorption Spectroscopy. *Russian Chemical Bulletin*, 2001, vol. 50, no. 8, pp. 1390–1394. DOI: 10.1023/A:1012776805318.

10. Ketkov S.Y., Selzle H.L., Schlag E.W., Titova S.N., Kalakutskaya L.V. Two-Color Resonance Photoionization Spectrum of Nickelocene in a Supersonic Jet. *Optics and Spectroscopy*, 2004. vol. 97, no. 4, pp. 567–571. DOI: 10.1134/1.1813698.
11. Rychagova E.A., Kalakutskaya L.V., Poddel'sky A.I., Ketkov S.Y., Domrachev G.A. Redox Reactions of Organic C-60 Derivatives. *Russ. Chem. Bull.*, 2014, vol. 63, no. 7, pp. 1590–1598. DOI: 10.1007/s11172-014-0639-y.
12. Markin A.V., Ruchenin V.A., Smirnova N.N., Abakumov G.A., Markin G.V., Shevelev Y.A., Kuropatov V.A., Lopatin M.A., Cherkasov V.K., Domrachev G.A. Thermodynamic Characteristics of Bis(eta(6)-ethylbenzene)chromium Fulleride. *Russ J. Phys. Chem.*, 2011, vol. 85, no. 8, pp. 1423–1429. DOI: 10.1134/S003602441108022X.
13. Troitskii B.B., Domrachev G.A., Khokhlova L.V., Yashchuk L.E., Denisova V.N., Novikova M.A., Dorofeeva Y.A. Effect of Fullerene C-60 and Other Antioxidants on High-temperature Oxidative Degradation of Poly(methyl methacrylate) and Methyl Methacrylate Copolymers with Methacrylic Acid. *Russ J. General Chem.*, 2003, vol. 73, no. 7, pp. 1091–1094. DOI: 10.1023/B:RUGC.0000007617.47454.45.
14. Ob'edkov A.M., Kaverin B.S., Gusev S.A., Ezerskii A.V., Semenov N.M., Zaytsev A.A., Egorov V.A., Domrachev G.A. MOCVD Modification of the Surface of Multiwalled Carbon Nanotubes to Impart to Them Necessary Physicochemical Properties. *Journal of Surface Investigation-X-Ray Synchrotron Neutron and Neutron Techniques*, 2009, vol. 3, no. 4, pp. 554–558. DOI: 10.1134/S1027451009040120.
15. Domrachev G.A., Shevelev Y.A., Zakharov L.N., Domracheva L.G., Domracheva E.G. The Role of Symmetry and Spatial Shielding of Metal by Ligands in the Biological Activity of Organometallic and Coordination Compounds. *Doklady Chemistry*, 2003, vol. 388, no. 1–3, pp. 17–18. DOI: 10.1023/A:1022140500209.
16. Hoffmann R., Woodward R.B. Orbital Symmetry Control of Chemical Reactions. *Science*, 1970, vol. 167, no. 3919, pp. 825–831.
17. Vudvord R., Hoffmann R. *Sokhranenie orbital'noy simmetrii* [The Conservation of Orbital Symmetry]. Moscow, Mir Publ., 1971. 207 p.
18. Dzhilkrist T., Storr R. *Organicheskie reaktsii i orbital'naya simmetriya* [Organic Reactions and Orbital Symmetry]. Moscow, Mir Publ., 1976. 352 p.
19. Wilker C.N., Hoffmann R. Metallacyclobutane Rearrangements. *J. Am. Chem. Soc.*, 1983, vol. 105, no. 16, pp. 5285–5290. DOI: 10.1021/ja00354a018.
20. Hoffmann R. Building Bridges Between Inorganic and Organic Chemistry (Nobel Lecture). *Angewandte Chemie. International Edition in English*, 1982, vol. 21, no. 10, pp. 711–724. DOI: 10.1002/anie.198207113.
21. Johns A.M., Ahmed T.S., Jackson B.W., Grubbs R.H., Pederson R.L. High Trans Kinetic Selectivity in Ruthenium-Based Olefin Cross-Metathesis through Stereoretention. *Organic Letters*, 2016, vol. 18, no. 4, pp. 772–775. DOI: 10.1021/acs.orglett.6b00031.
22. Lee H.K., Bang K.T., Hess A., Grubbs R.H., Choi T.L. Multiple Olefin Metathesis Polymerization That Combines All Three Olefin Metathesis Transformations: Ring-Opening, Ring-Closing, and Cross Metathesis. *J. Am. Chem. Soc.*, 2015, vol. 137, no. 29, pp. 9262–9265. DOI: 10.1021/jacs.5b06033.
23. Weitekamp R.A., Atwater H.A., Grubbs R.H. Photolithographic Olefin Metathesis Polymerization. *J. Am. Chem. Soc.*, 2013, vol. 135, no. 45, pp. 16817–16820. DOI: 10.1021/ja4093083.
24. Schrock R.R., Murdzek J.S., Bazan G.C., Robbins J., DiMare M., O'Regan M. Synthesis of Molybdenum Imido Alkylidene Complexes and some Reactions Involving acyclic olefins. *J. Am. Chem. Soc.*, 1990, vol. 112, no. 10, pp. 3875–3886. DOI: 10.1021/ja00166a023.
25. Sanford M.S., Henling L.M., Grubbs R.H. Synthesis and Reactivity of Neutral and Cationic Ruthenium(II) Tris(pyrazolyl)borate Alkylidenes. *Organometallics*, 1998, vol. 17, no. 24, pp. 5384–5389. DOI: 10.1021/om980683f.
26. Ulman M., Grubbs R.H. Relative Reaction Rates of Olefin Substrates with Ruthenium(II) Carbene Metathesis Initiators. *Organometallics*, 1998, vol. 17, no. 12, pp. 2484–2489. DOI: 10.1021/om9710172.
27. Chang S.B., Grubbs R.H. A highly Efficient and Practical Synthesis of Chromene Derivatives Using Ring-Closing Olefin Metathesis. *J. Org. Chem.*, 1998, vol. 63, no. 3, pp. 864–866. DOI: 10.1021/jo9712198.

28. Sharutiun V.V. Role of Steric Factors in the Thermolysis of Phosphorus, Antimony and Bismuth Pentaphenyl Compounds – Arylation of Organoelement and Organic Compounds by Aryl Derivatives of 5-Coordinated Bismuth. *Zhurnal Obshchei Khimii*, 1988, vol. 58. no. 10, pp. 2305–2311. (in Russ.)

29. Sharutiun V.V., Bychkov V.T., Bolotova O.P., Kuzina V.I. Thermolysis of pentavalent Bismuth Aryl Derivatives in the Presence of Triphenylantimony. *Zhurnal Obshchei Khimii*, 1986, vol. 56, no. 2, pp. 330–333. (in Russ.)

30. Razuvaev G.A., Osanova N.A., Sharutin V.V., Sorokin A.I., Okhlopko I.E. Investigation of Reactions of Pentaphenylantimony and Pentaphenylbismuth. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 1978, vol. 238, no. 2, pp. 361–363. (in Russ.)

31. Sharutiun V.V., Egorova I.V., Kazakov M.A. Synthesis and Structure of Triphenylbismuth Bis(2-Phenylaminobenzoate). *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2009, vol. 54, no. 7, pp. 1095–1098. DOI: 10.1134/S0036023609070171.

Received 19 February 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гущин, А.В. Воспоминания о лекциях по металлоорганической химии профессора Г.А. Домрачева / А.В. Гущин, М.А. Гиричева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 55–61. DOI: 10.14529/chem180207

FOR CITATION

Gushchin A.V., Giricheva M.A. Memories of the Lectures on Organometallic Chemistry from Professor G.A. Domrachev. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2018, vol. 10, no. 2, pp. 55–61. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem180207
