

Научная статья

УДК 539.194:535.37

doi: 10.17223/24135542/25/4

Становление специализации «фотохимия» на химическом факультете Томского университета

**Ирина Владимировна Соколова¹, Георгий Владимирович Майер²,
Любовь Гавриловна Самсонова³, Ольга Константиновна Базыль⁴,
Ольга Николаевна Чайковская⁵**

*1, 2, 3, 4, 5 Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия*

¹ sokolova@phys.tsu.ru

² mayer_gv@mail.ru

³ slg@phys.tsu.ru

⁴ okbazy1@rambler.ru

⁵ dean@phys.tsu.ru

Аннотация. Описаны этапы развития специализации «фотохимия» на химическом факультете Томского государственного университета. Представлены история становления специализации, обзор основных результатов и библиография работ, посвященных исследованиям в области фотохимии. Первые исследования по фотохимии в Томском университете стали проводиться с приездом в 1935 г. в Томск ученицы академика А.Н. Теренина Н.А. Прилежаевой. Далее в исследование электронно-возбужденных состояний включилась выпускница химического факультета ТГУ по специальности «физическая химия» В.И. Данилова, начав совместно с А.Ф. Терпуговой применять квантовую химию для исследования спектральных свойств многоатомных молекул. Именно комплексные исследования (экспериментальные и квантово-химические) фотопроцессов, протекающих в сложных органических молекулах, отличают томскую научную школу Прилежаевой–Даниловой. Важный этап в ее дальнейшем развитии связан с выпускником химического факультета ТГУ В.Г. Плотниковым (аспирантом Н.А. Прилежаевой и В.И. Даниловой), который разработал общие выражения для констант скоростей процессов безызлучательной конверсии и теоретически обосновал спектрально-люминесцентную систематику Нурмухаметова–Плотникова–Шигорина. Впоследствии Г.В. Майером были разработаны методики квантово-химической оценки констант скоростей внутренней и интеркомбинационной конверсии в многоатомных молекулах, а В.Я. Артюховым создан проблемно-ориентированный программный комплекс, позволяющий с высокой точностью решать спектроскопические задачи и проблемы изучения фотопроцессов. В 1997 г. ректор ТГУ Г.В. Майер предложил организовать на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ специализацию «фотохимия». Были проведены подробные обсуждения с руководством факультета (декан Ю.Г. Слизов) и кафедры (зав. кафедрой Ф.Г. Унгер) и сотрудниками, разработаны соответствующие планы и курсы, и специализация «фотохимия» начала осуществляться. В статье представлен список кандидатских диссертаций, защищенных по фотохимическому направлению в рамках специальности «физическая

химия», а также перечень монографий и глав в монографиях, опубликованных в рамках фотохимической специализации. Кроме того, приведены примеры некоторых грантов и программ, успешно выполненных в рамках фотохимической тематики. При реализации научно-образовательного проекта «Оптические датчики для биологических сред», поддержанного Министерством образования Норвегии, были проведены четыре Международных школы по квантовой химии и спектроскопии биологических систем для студентов, аспирантов и молодых ученых. Основная задача школ состояла в повышении качества образования в области инструментального наблюдения и теоретического исследования спектроскопии и фотохимии флуоресцентных органических, металлоорганических и биологических кластеров. Студенты и аспиранты, закончившие специализацию «фотохимия» на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ, успешно работают в таких организациях, как «Сибур», ОАО «ТомскНИПИ-нефть», Санкт-Петербургский государственный университет, Институт проблем химической физики РАН, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН; некоторые из них продолжают работать в Томском государственном университете. Можно заключить, что идея об организации специализации «фотохимия» на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ оказалась удачной и плодотворной.

Ключевые слова: физическая химия, фотохимия, сложные молекулы, электронно-возбужденные состояния

Благодарности: Работа поддержана государственным заданием Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0033 «Разработка теории квантовых процессов и явлений в физике высоких энергий и физике конденсированного состояния».

Для цитирования: Соколова И.В., Майер Г.В., Самсонова Л.Г., Базыль О.К., Чайковская О.Н. Становление специализации «фотохимия» на химическом факультете Томского университета // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2022. № 25. С. 42–52. doi: 10.17223/24135542/25/4

Original article

doi: 10.17223/24135542/25/4

The formation of a specialization “Photochemistry” at the Chemical Faculty of Tomsk University

**Irina V. Sokolova¹, Georgiy V. Mayer², Lubov G. Samsonova³,
Olga K. Bazyl⁴, Olga N. Tchaikovskaya⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5} National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

¹ sokolova@phys.tsu.ru

² mayer_gv@mail.ru

³ slg@phys.tsu.ru

⁴ okbazyl@rambler.ru

⁵ dean@phys.tsu.ru

Abstract. The stages of the development of the specialization of "Photochemistry" at the Chemistry Faculty of Tomsk State University are presented. The history of the formation of specialization is given, an overview of the main results and a bibliography

of works on studies in the field of photochemistry. The first studies on photochemistry at the Tomsk State University were carried out with the arrival in Tomsk in 1935 N.A. Prilezhayeva, the pupil of Academician A.N. Terenin. Further, a graduate of the Faculty of Chemistry of TSU in the specialty "Physical Chemistry" V.I. Danilova, starting together with A.F. Terpugova use quantum chemistry to study the spectral properties of polyatomic molecules. It is complex studies (experimental and quantum-chemical) photoprocesses that occur in organic molecules that distinguish the Tomsk scientific school of Prilezhayeva-Danilova. An important stage in its further development is associated with a graduate of the chemical faculty of TSU V.G. Plotnikov (graduate student of N.A. Prilezhayeva and V.I. Danilova), who developed general expressions for the constants of the processes of a nonradiative conversion and theoretically substantiated the spectral-luminescent systematics of Nurmukhametov-Plotnikov-Shigorin. Further G.V. Mayer developed the methods of quantum-chemical assessment of the rate constants of internal and intercombination conversion in polyatomic molecules, and V.Ya. Artyukhov created a problem-oriented software complex that allows with high accuracy to solve spectroscopic problems and problems of studying photoprocesses. In 1997, the rector of TSU G.V. Mayer was proposed to organize the specialization "Photochemistry" at the Department of Physical and Colloid Chemistry of the Faculty of Chemistry of TSU. Detailed discussions were held with the leadership of the faculty (dean Yu.G. Slizhov) and the department (head of the department of F.G. Unger) and employees, the relevant plans and courses were developed, and the specialization of "Photochemistry" began to be carried out. The article has a list of candidate dissertations protected in a photochemical direction as part of the specialty "Physical Chemistry", as well as monographs and chapters in monographs, published as part of a photochemical specialization. In addition, examples of some grants and programs successfully executed in the framework of photochemical topics are given. During the implementation of the scientific and educational project "Optical sensors for biological environments", supported by the Ministry of Education of Norway, 4 international schools for quantum chemicals and spectroscopy of biological systems for students, graduate students and young scientists were held. The main task of schools was to improve the quality of education in the field of instrumental observation and theoretical study of spectroscopy and photochemistry of fluorescent organic, metal-organic and biological clusters. Students and graduate students who have completed the specialization of "Photochemistry" at the Department of Physical and Colloid Chemistry of the Faculty of Chemistry TSU, successfully work in various organizations: Sibur, Tomsknipeft, St. Petersburg State University, Institute of Problems of Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences and, of course, some of them continue to work at Tomsk State University. It can be concluded that it was a successful and fruitful idea of organizing the specialization of "photochemistry" at the Department of Physical and Colloid Chemistry of the Faculty of TSU.

Keywords: physical chemistry, photochemistry, complex molecules, electronically excited states

Acknowledgments: The work was supported by the state task of the Ministry of Education and Science of Russia, project No. 0721-2020-0033 Theory of quantum processes and phenomena development in high energy physics and condensed matter physics.

For citation: Sokolova I.V., Mayer G.V., Samsonova L.G., Bazyl O.K., Tchakovskaya O.N. The formation of a specialization "Photochemistry" at the Chemical Faculty of Tomsk University // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Chimia – Tomsk State University Journal of Chemistry*, 2021, 25, 42–52. doi: 10.17223/24135542/25/4

Начало

Первые исследования по фотохимии в Томском государственном университете стали проводиться с приездом в 1935 г. в Томск ученицы академика А.Н. Теренина Н.А. Прилежаевой [1]. В 1937 г. она защитила кандидатскую диссертацию на тему «Фотохимические процессы в сложных молекулах», а затем – докторскую диссертацию на тему «Превращение электронной энергии в элементарных процессах». Далее в исследовании электронно-возбужденных состояний включилась выпускница химического факультета ТГУ по специальности «физическая химия» В.И. Данилова [2], начав совместно с А.Ф. Терпуговой применять квантовую химию для исследования спектральных свойств многоатомных молекул. В 1969 г. В.И. Даниловой была защищена докторская диссертация по химии на тему «Электронное строение, спектры и некоторые физико-химические свойства алифатических и ароматических соединений».

Развитие методов

Именно комплексные исследования (экспериментальные и квантовохимические) фотопроцессов, протекающих в сложных органических молекулах, отличают томскую научную школу Прилежаевой–Даниловой. Важный этап в ее дальнейшем развитии связан с выпускником химического факультета ТГУ В.Г. Плотниковым (аспирантом Н.А. Прилежаевой и В.И. Даниловой), который разработал общие выражения для констант скоростей процессов безызлучательной конверсии и теоретически обосновал спектрально-люминесцентную систематику Нурмухаметова–Плотникова–Шигорина. Докторская диссертация В.Г. Плотникова на тему «Природа электронно-возбужденных состояний и спектрально-люминесцентные свойства многоатомных молекул» содержит развернутую систему представлений о связи фотофизических и фотохимических процессов, протекающих в многоатомных молекулах, с их электронным строением. Более подробно о научной биографии В.Г. Плотникова и его основных научных результатах можно прочитать в работе [3].

Далее Г.В. Майером были разработаны методики квантовохимической оценки констант скоростей внутренней и интеркомбинационной конверсии в многоатомных молекулах, которые изложены в докторской диссертации «Орбитальная природа электронно-возбужденных состояний, спектрально-люминесцентные свойства и лазерная активность π -электронных молекул» (1988). В.Я. Артюховым был создан проблемно-ориентированный программный комплекс, позволяющий с высокой точностью решать спектроскопические задачи и проблемы изучения фотопроцессов (докторская диссертация «Квантово-химическое исследование электронно-возбужденных состояний, спектров и фотопроцессов в сложных молекулярных системах»; 1997). Предложенный Т.Н. Копыловой комплексный подход к исследованию генерационной способности органических соединений позволил создать целый

ряд новых лазерно-активных сред (докторская диссертация «Преобразование излучения эксимерных лазеров органическими соединениями»; 1993). Р.Т. Кузнецовой установлен способ управления фотопревращениями в органических соединениях (докторская диссертация «Особенности фотопревращений в органических соединениях при мощном лазерном возбуждении»; 2000).

Становление специализации «фотохимия»

В 1997 г. ректор ТГУ Г.В. Майер предложил организовать специализацию «фотохимия» на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ [4]. Были проведены подробные обсуждения с руководителями факультета (декан Ю.Г. Слизов) и кафедры (зав. кафедрой Ф.Г. Унгер) и сотрудниками, разработаны соответствующие планы и курсы, и специализация «фотохимия» стала осуществляться. Были созданы лекционные курсы «Фотохимия» (И.В. Соколова), «Лазерная химия и фотохимия» (Т.Н. Копылова), «Вычислительный эксперимент в исследовании фотоники молекул» (О.К. Базыль), «Люминесцентные и фотохимические методы анализа в химии, биологии и охране окружающей среды», «Фотостабильность лазерных сред на основе сложных молекул», «Межмолекулярные взаимодействия и спектрально-люминесцентные и фотохимические свойства» (Р.Т. Кузнецова), «Физико-химические методы определения характеристик молекул в основном и возбужденном состояниях», «Сольватofлуорохромия органических соединений в растворах и полимерных матрицах» (Л.Г. Самсонова), «Компьютерное моделирование фотоники органических молекул» (В.Я. Артюхов). К лекционным курсам разрабатывались соответствующие семинарские, практические и лабораторные занятия. Позже был подготовлен курс лекций «Фотохимия объектов окружающей среды» для экологической специализации. Помимо этого, преподаватели специализации «фотохимия» стали участвовать в осуществлении общего курса «Строение вещества». Для методического сопровождения преподавания данных курсов были разработаны соответствующие учебно-методические пособия [5–11]. Преподаватели специализации «фотохимия» участвовали в качестве лекторов в ФПК, проводимых на ХФ ТГУ.

За время существования специализации «фотохимия» ее окончило значительное число бакалавров, специалистов, магистров. Многие студенты, активно занимавшиеся научной работой, были отмечены наградами. Так, на IV Всероссийской конференции молодых ученых «Физика и химия высокоэнергетических систем» (Томск, 2008) устный доклад магистранта Е.Г. Ермолиной отмечен II премией. На XI Молодежной конференции по органической химии, посвященной 110-летию со дня рождения И.Я. Постовского (Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2008) устный доклад студентки А.М. Жаворонко отмечен дипломом за лучшее выступление. На IX Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Химия и химические технологии в XXI веке» (Томск, 2008) студент А.С. Синельников отмечен дипломом за активное участие в работе конференции.

Защиты диссертаций

Остановимся только на кандидатских диссертациях, защищенных по фотохимическому направлению в рамках специальности «физическая химия»; в данном разделе приведен список таких работ.

1. Соколова Т.В. Спектрально-люминесцентные и фотохимические свойства некоторых метилфенолов и дигидрохинолинов в разных средах : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2006 (рук. О.Н. Чайковская).

2. Сультимова Н.Б. Исследование кинетики первичных фотохимических реакций при фотосенсибилизированном окислении фенолов в водных средах : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Москва, 2006 (рук. П.П. Левин, И.В. Соколова).

3. Савенкова Н.С. Спектрально-люминесцентные и фотохимические свойства тетрапиррольных соединений : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2007 (рук. Р.Т. Кузнецова)

4. Гадиров Р.М. Экспериментальное и квантово-химическое исследование фотопроцессов в замещенных кумарина : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2007 (рук. Л.Г. Самсонова).

5. Селиванов Н.И. Влияние межмолекулярных взаимодействий на фотопроцессы замещенных акридина, кумарина и нильского красного в растворах и тонких пленках : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2011 (рук. Л.Г. Самсонова).

6. Ермолина Е.Г. Спектрохимия новых комплексов порфиринов с лютецием и гадолинием : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2011 (рук. Р.Т. Кузнецова).

7. Синельников А.Н. Физико-химические свойства родамина Б и производных пиррометена : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2013 (рук. В.Я. Артюхов).

8. Нечаев Л.В. Влияние видимого и УФ-излучения на взаимодействие гуминовых кислот с нафталином в водных средах : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2014 (рук. О.Н. Чайковская).

9. Вершинин Н.О. Фотодеградация водных растворов 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты под действием УФ-излучения : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2015 (рук. И.В. Соколова).

10. Аксенова Ю.В. Спектроскопическое изучение физико-химических свойств дифторборатов дипирролилметена в основном и возбужденном

состояниях : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2015 (рук. Р.Т. Кузнецова).

11. Вусович О.В. Спектрально-люминесцентные и фотохимические свойства природных фенолов и хинолоновых производных : диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук : 02.00.04 – физическая химия. Томск, 2017 (рук. О.Н. Чайковская).

Монографии и главы в монографиях

Можно отметить также монографии и главы в монографиях, опубликованные в рамках фотохимической специализации.

Соколова И.В., Чайковская О.Н. Фотохимические методы для решения природоохранных задач. Томск : Изд. Дом ТГУ, 2016. 90 с.

Чайковская О.Н., Нечаев Л.В. Взаимодействие полициклических ароматических углеводородов с органическим веществом почв и водных осадков. Томск : Изд. Дом ТГУ, 2017. 124 с.

Sokolova I.V., Tchaikovskaya O.N. Photodegradation of water contaminants and humic acids of different nature and genesis using various light sources // Photodegradation: Mechanisms and Applications / ed. F. Soto. New York : Nova Science Publishers, 2019. P. 193–212.

Sokolova I.V., Tchaikovskaya O.N. Spectroscopy and Photochemistry of Humic Acids of Different Genesis // Advances in Chemistry Research / Ed. J.C. Taylor. New York : Nova Science Publishers, 2019. P. 169–182. ISBN: 978-1-53616-519-7 (Numbered Series; Vol. 58).

Гранты и программы

Сотрудники химического факультета ТГУ регулярно участвуют в конкурсах на получение грантов. Ниже приведены примеры некоторых грантов и программ, успешно выполненных в рамках фотохимической тематики.

РФФИ-БРФФИ № 08-02-90003-Бел_а «Влияние химического строения нанопористых ксерогелей на взаимодействие внедренных тетрапиррольных молекул с мощным оптическим излучением», рук. Г.В. Майер, отв. исп. Р.Т. Кузнецова

РФФИ № 06-08-01380 «Оптимизация процессов фотоиндуцированного биоразложения устойчивых ксенобиотиков в водных средах, в том числе с участием гуминовых веществ», рук. И.В. Соколова.

РФФИ № 06-02-96907-р_офи «Исследование фундаментальных основ и разработка технологии создания органических светодиодов», рук. Т.Н. Копылова.

РФФИ № 09-08-90705 «Научная работа российского молодого ученого Каретниковой Елены Анатольевны в Томском государственном университете по исследованию роли гуминовых веществ в процессах комплексной фотобиодеградации устойчивых органических экотоксикантов – гербицидов», 2009, рук. И.В. Соколова.

ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009–2013» Минобнауки «Теоретическое и экспериментальное исследование влияния межмолекулярных взаимодействий на фотофизические процессы, протекающие в органических молекулах в тонких пленках», 2009–2010, Н.И. Селиванов, аспирант кафедры физической и коллоидной химии, рук. Л.Г. Самсонова.

РФФИ № 12-03-90837-мол_рф_нр «Исследование фотосенсибилизированного фоторазложения хлорфеноксиуксусных гербицидов в водных средах в присутствии биоломинесцентных бактерий *Photobacterium phosphoreum*, молодой ученый Н.Б. Сульtimoва, рук. О.Н. Чайковская.

Международные школы

В рамках реализации научно-образовательного проекта «Оптические датчики для биологических сред» (OPS@BE), поддержанного Министерством образования Норвегии, было проведено 4 Международных школы по квантовой химии и спектроскопии биологических систем для студентов, аспирантов и молодых ученых:

The First Norwegian-Russian Autumn School “Quantum Chemistry”, Tomso, Norway, с 25 сентября по 1 октября 2018 г.;

2nd Norwegian-Russian Winter School “Molecular Response Properties”, Haraldvollen, Norway, с 14 по 18 января 2019 г.;

3rd Norwegian-Russian Summer School “Advanced optical methods to study DNA complexes”, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, с 17 по 29 июня 2019 г.;

4th Norwegian-Russian Winter School “Experimental advanced fluorescence spectroscopy of organic molecules and biological systems”, Томск, Россия, с 25 января по 9 февраля 2020 г.

Основная задача школ состояла в повышении качества образования в области инструментального наблюдения и теоретического исследования спектроскопии и фотохимии флуоресцентных органических, металлоорганических и биологических кластеров. Она была решена с помощью серии совместных двусторонних междисциплинарных лекций и практических курсов, посвященных современным теоретическим методам квантовой химии и экспериментальным методикам. Одно- и многофотонная спектроскопия обеспечивает глубокое понимание электронных и химических свойств крупных молекулярных структур посредством изучения фотофизических и фотохимических процессов, происходящих в присутствии электромагнитных полей и при взаимодействии с окружающей средой. Такие исследования обеспечивают неинвазивный мониторинг и контроль молекулярных биомаркеров в процессе разработки и испытания биологических полимеров и лекарств, что позволяет применять их в медицине и фармакологии. Благодаря обмену образовательными курсами будущие ученые получили доступ к современным средствам вычислительной и экспериментальной биофотоники в норвежских и российских научных организациях: UiT Арктическом

университете Норвегии, Томском государственном университете, Санкт-Петербургском государственном университете и Университете Осло. Инициатива основана на общих интересах участников и совместных стремлениях по налаживанию образовательного сотрудничества между этими учреждениями в области вычислительной химии.

V Международная открытая научно-образовательная онлайн-школа «Многоуровневые вычислительные подходы в биофотонике» состоится в июне 2022 г. в Томском государственном университете.

Заключение

Студенты и аспиранты, закончившие специализацию «фотохимия» на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ, успешно работают в самых различных организациях, таких как «Сибур», ОАО «ТомскНИПИнефть», Санкт-Петербургский государственный университет, Институт проблем химической физики РАН, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН. И, конечно, некоторые из них продолжают работать в Томском государственном университете. На наш взгляд, идея об организации специализации «фотохимия» на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ оказалась удачной и плодотворной.

Список источников

1. Майер Г.В., Чайковская О.Н., Базыль О.К. Развитие идей А.Н. Теренина в Томском университете: этапы и персоналии // Известия вузов. Физика. 2021. № 11. С. 3–5.
2. Базыль О.К., Майер Г.В., Фоминых С.В. и др. Валентина Ивановна Данилова : к 100-летию со дня рождения. Томск : Изд-во НТЛ, 2018. 44 с.
3. Майер Г.В., Артюхов В.Я., Базыль О.К. В.Г. Плотников: жизнь в науке // Известия вузов. Физика. 2020. № 8. С. 5–8.
4. Майер Г.В. Фотохимические исследования органических соединений в Томском университете // Химики ТГУ на пороге третьего тысячелетия / ред. Б.М. Марьянов. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1998. 13 с.
5. Соколова И.В., Чайковская О.Н., Вершинин Н.О. Фотореакторы : учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия». Томск : Том. гос. ун-т, 2014. 67 с.
6. Рабочая программа дисциплины «Строение вещества», направление подготовки 04.03.01 Химия : квалификация (степень) выпускника бакалавр : форма обучения очная / сост. И.В. Соколова, Р.Т. Кузнецова, Л.Г. Самсонова, О.К. Базыль; под ред. О.В. Водянкиной; Нац. исслед. Том. гос. ун-т, Хим. фак., Каф. физ. и коллоид. Химии. Томск : Изд. Дом ТГУ, 2016. 47 с.
7. Лабораторная работа «Определение констант ионизации фенолов спектрофотометрическим методом в основном и возбужденном состоянии» : (метод. указания) / сост. Т.В. Соколова. Томск : Том. гос. ун-т, 2005. 25 с.
8. Физические методы исследования в химии : учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия» / сост. О.К. Базыль. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2013. 98 с.
9. Спектроскопическое проявление межмолекулярных взаимодействий в основном и электронно-возбужденных состояниях : учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия» / сост. Р.Т. Кузнецова. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2010. 85 с.

10. Определение концентрации кислорода и аммиака в газовой смеси методом оптической сенсорики : учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия» / сост. Р.Т. Кузнецова, Е.Г. Ермолина. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2014. 30 с.
11. Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул : учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия» / сост. Л.Г. Самсонова. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2016. 60 с.

References

1. Mayer G.V.; Tchaikovskaya O.N.; Bazyl O.K. Razvitiye idey A.N. Terenina v Tomskom universitete: etapy i personalii [Development of A.N. Terenin ideas at Tomsk University: stages and personalities]. Russian Physics Journal. 2021, 11, 3–5. doi: 10.17223/00213411/64/11/3
2. Bazyl, O.K., Mayer, G.V., Fominykh, S.V. et al. Valentina Ivanovna Danilova. K 100-letiyu so dnya rozhdeniya [Valentina Ivanovna Danilova. To the 100th anniversary of her birth]; Izd-vo NTL: Tomsk, 2018; 44 p. (in Russian)
3. Mayer G.V.; Artyukhov V.Ya.; Bazyl O.K. V.G. Plotnikov: Zhizn' v nauke [Plotnikov: Life in science]. Russian Physics Journal. 2020, 8, 5–8. doi: 10.17223/00213411/63/8/5
4. Mayer, G.V. Fotokhimicheskiye issledovaniya organicheskikh soyedineniy v Tomskom universitete [Photochemical studies of organic compounds at Tomsk University]; Khimiki TGU na poroge tret'yego tysyacheletiya. Red. Mar'yanov B.M. Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1998. 13 p. (in Russian)
5. Sokolova, I.V., Tchaikovskaya, O.N., Vershinin, N.O. Fotoreaktory: uchebno-metodicheskoye posobiye dlya vuzov po spetsial'nosti „Khimiya“ [Photoreactors: educational and methodical manual]; Tomskiy gosudarstvennyy universitet: Tomsk, 2014, 67 p. (in Russian)
6. Rabochaya programma distsipliny "Stroyeniye veshchestva" napravleniye podgotovki 04.03.01 Khimiya : kvalifikatsiya (stepen') bakalavr : forma obucheniya ochnaya pod red. O. V. Vodyankinoy, Nats. issled. Tom. gos. un-t, Khim. fak, (Kaf. fiz. i kolloid. khimii ; sost. I. V. Sokolova, R.T. Kuznetsova, L.G. Samsonova, O.K. Bazyl') [Working program of discipline "Structure of substance"]; Izdatel'skiy Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta: Tomsk, 2016, 47 p. (in Russian)
7. Laboratornaya rabota Opredeleniye konstant ionizatsii fenolov spektrofotometricheskim metodom v osnovnom i vzbuzhdennom sostoyanii (metodicheskiye ukazaniya). [Laboratory work Definition of phenol ionization constants by spectrophotometric method in ground and excited state (guidelines)]; Sostavitel': asp. KHF TGU Sokolova T.V. TGU: Tomsk, 2005, 25 p. (in Russian)
8. Fizicheskiye metody issledovaniya v khimii (ucheb.-metod. posobiye dlya vuzov po spetsial'nosti „Khimiya“) [Physical research methods in chemistry]; Bazyl O.K. Izd-vo Tom. un-ta: Tomsk, 2013, 98 p. (in Russian)
9. Spektroskopicheskoye proyavleniye mezhmolekulyarnykh vzaimodeystviy v osnovnom i elektronno-vzbuzhdennykh sostoyaniyakh (ucheb.-metod. posobiye dlya vuzov po spetsial'nosti „Khimiya“) [Spectroscopic manifestation of intermolecular interactions in ground and electronically excited states] Kuznetsova R.T. Izd-vo Tom. un-ta: Tomsk, 2010, 85 p. (in Russian)
10. Opredeleniye kontsentratsii kisloroda i ammiaka v gazovoy smesi metodom opticheskoy sensoriki (ucheb.-metod. posobiye dlya vuzov po spetsial'nosti „Khimiya“) [Determination of oxygen and ammonia concentration in the gas mixture by optical sensory] Kuznetsova R.T., Ermolina E.G. Izd-vo Tom. un-ta: Tomsk, 2014, 30 p. (in Russian)
11. Primeneniye IK i PMR spektroskopii pri izuchenii stroyeniya organicheskikh molekul (ucheb.-metod. posobiye dlya vuzov po spetsial'nosti „Khimiya“) [The use of IR and PMR spectroscopy by studying the structure of organic molecules] L.G. Samsonova. Izd-vo Tom. un-ta: Tomsk, 2016, 60 p. (in Russian)

Сведения об авторах:

Соколова Ирина Владимировна – д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физической и коллоидной химии, вед. науч. сотр. лаб. фотофизики и фотохимии молекул, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия. E-mail: sokolova@phys.tsu.ru

Майер Георгий Владимирович – д-р физ.-мат. наук, профессор, президент Национального исследовательского Томского государственного университета, Томск, Россия. E-mail: mayer_gv@mail.ru

Самсонова Любовь Гавриловна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физической и коллоидной химии, ст. науч. сотр. лаб. фотоники и органической электроники, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия. E-mail: slg@phys.tsu.ru

Базыль Ольга Константиновна – науч. сотр. лаб. фотофизики и фотохимии молекул, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия. E-mail: okbazyl@rambler.ru

Чайковская Ольга Николаевна – д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры оптики и спектроскопии, зав. лабораторией фотофизики и фотохимии молекул, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия. E-mail: dean@phys.tsu.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Sokolova Irina V. – Doctor Phys.-Mat. Science, Professor of the Department of Physical and Colloid Chemistry, Leading Scientist of Photophysics and Photochemistry Molecules Laboratory, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, E-mail: sokolova@phys.tsu.ru

Mayer Georgiy V. – Doctor Phys.-Mat. Science, Professor, President of National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, E-mail: mayer_gv@mail.ru

Samsonova Lubov G. – PhD, Assistant Professor of the Department of Physical and Colloid Chemistry, Senior Scientist of Photonics and Organic Electronics Laboratory, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, E-mail: slg@hys.tsu.ru

Bazyl Olga K. – Researcher, Laboratory of Photophysics and Photochemistry of Molecules, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, E-mail: okbazyl@rambler.ru

Tchaikovskaya Olga N. – Doctor Phys.-Mat. Science, Professor of Department of Optics and Spectroscopy, Head of Laboratory of Photophysics and Photochemistry of Molecules, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, E-mail: dean@phys.tsu.ru

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2022; принята к публикации 06.05.2022
The article was submitted 13.04.2022; accepted for publication 06.05.2022*