
Страницы истории ТПУ

УДК 547(09)

КАФЕДРЕ БИОТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ТПУ 110 ЛЕТ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ

В.К. Чайковский

Томский политехнический университет

E-mail: clg@mail.ru

Показано как создавалась и развивалась кафедра биотехнологии и органической химии, одна из старейших кафедр Томского политехнического университета, как проводилось ее реформирование, становление научных и образовательных школ. Представлены наиболее значимые успехи сотрудников кафедры и ее выпускников.

Ключевые слова:

История, образование, наука, органическая химия, органический синтез, биотехнология.

Key words:

History, formation, science, organic chemistry, organic synthesis, biotechnology.

Кафедра биотехнологии и органической химии (БИОХ) Томского политехнического университета имеет богатейшую историю. За 110 лет ее существования не раз менялись названия, от нее «отпочковывались» новые кафедры, ее объединяли с другими кафедрами [1–5]. Однако основа всегда оставалась постоянной: органический синтез. Всегда главным в истории кафедры была не политика, а наука и обучение студентов. За годы существования на ней было защищено около 115 кандидатских и более 20 докторских диссертаций, выпущено больше чем 2000 инженеров, которые в настоящее время работают на всей территории России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Томский технологический институт (ТТИ) (ныне Национальный Исследовательский Томский политехнический университет) был основан в 1896 г. указом царя Николая II. Первым ректором открытого института был назначен профессор Ефим Лукьянович Зубашев, на которого легла большая ответственность по организации, строительству и оснащению вверенного ему заведения. Одним из важнейших вопросов, стал вопрос о кадрах. Е.Л. Зубашев приглашает в Томский технологический как маститых, так и молодых перспективных специалистов. Одним из приглашённых оказывается Николай Матвеевич Кижнер (годы жизни 1867–1935). Молодой доктор химии, ученик профессора В.В. Марковникова, к этому времени был лауреа-

том малой Бутлеровской премии и зарекомендовал себя как очень талантливый и перспективный учёный. В свои 33 года он уже имел значительный авторитет в российских научных кругах.



Фото 1. Первый заведующий кафедрой, профессор Николай Матвеевич Кижнер. С 1901 по 1913 гг.

В 1901 г. Николай Матвеевич приезжает в г. Томск и, таким образом, становится основателем кафедры органической химии в Томском технологическом институте и ее первым заведующим. В это время в ТТИ происходит период становления, организации и строительства и, именно благодаря энергии, знаниям и авторитету Н.М. Кижнера, удалось создать хорошо оборудованную для своего времени лабораторию. Значительна роль Н.М. Кижнера и в формировании фонда научно-технической библиотеки ТТИ, которая в то время создавалась при институте.

С момента основания кафедры ее главным научным направлением являлся тонкий органический синтез. В 1910–1912 гг. здесь были открыты реакции, ставшие классическими и вошедшие в учебники органической химии. Это реакция Кижнера (синтез циклопропанов при термическом разложении пиразолиновых оснований) и реакция Кижнера–Вольфа (восстановление карбонильной группы альдегидов и кетонов в метиленовую группу, нагреванием их гидразонов в присутствии сильных оснований). За открытия, сделанные в г. Томске, Н.М. Кижнер в 1914 г. удостоивается большой Бутлеровской премии, а в 1934 г. становится почетным академиком АН СССР. Об уровне научных исследований, проводимых на кафедре органической химии в то время, говорит хотя бы тот факт, что тогда на ней под руководством Н.М. Кижнера в должности старших лаборантов работали будущие профессора Н.Н. Ворожцов, Г.В. Хонин и А.В. Алексеев. Затем Николай Николаевич Ворожцов (работал на кафедре с 1904 по 1912 гг.) стал основателем отечественной школы химии красителей и автором многократно переиздаваемой монографии «Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей».

В 1906 г. Н.М. Кижнер по постановлению Томского генерал-губернатора, одновременно с ректором ТТИ Е.Л. Зубашевым, был выслан из города за сочувствие к революционно настроенным студентам, однако через год ему все-таки разрешили вернуться в Томский технологический институт. Но в 1913 г. в связи с переходом на новую должность Николай Матвеевич снова покидает г. Томск и, теперь уже навсегда, оставляя здесь своих учеников профессоров Г.В. Хонина и А.В. Алексеева.

Преемником Н.М. Кижнера по кафедре органической химии стал профессор Яков Иванович Михайленко (годы жизни 1864–1943). Я.И. Михайленко возглавлял кафедру с 1913 по 1924 гг. Он одним из первых в Сибири строит курс своих лекций на основе современных, по тем временам, электронных представлений в химии. Я.И. Михайленко обладал выдающимся организаторским талантом. В годы Первой мировой войны им было организовано несколько военно-химических производств в Сибири, он дважды избирался деканом химического отделения и длительное время выполнял обязанности ректора ТТИ.

В 1924 г. профессором и заведующим кафедрой органической химии Томского технологического института избирается томич, профессор Борис Владимирович Тронов (годы жизни 1891–1968) – выпускник Московского университета и один из талантливейших учеников профессора В.В. Челинцева. Именно ему суждено было стать основоположником большой школы томских химиков-органиков. Б.В. Тронов проработал в ТПИ в должности заведующего кафедрой с 1924 по 1960 гг. Кроме этого он много лет по совместительству заведовал кафедрой органической химии в Томском государственном университете. За это время Б.В. Троновым была проделана огромная научная работа. Круг его интересов был необычайно широк: он занимался вопросами строения вещества, историей химии, исследованием ледников Алтая, но главным в его работах было развитие теории химического строения органических веществ и учения о взаимном влиянии атомов в молекулах.

В 30-х гг. прошлого века Б.В. Троновым проводится большая серия работ по определению скорости окисления органических соединений и, в том числе, теория окисления каменных углей. Эти работы помогают выяснить механизм окисления ископаемых углей и причины возникновения подземных пожаров. В годы Великой Отечественной войны эти работы нашли своё применение в промышленности и были использованы для получения заменителей нефтепродуктов, а автор был отмечен премией Совета Министров СССР. Начиная со второй половины 30-х гг. Б.В. Тронов занимался проблемой образования комплексных соединений в органической химии. Он доказал, что комплексобразование в органической химии распространено так же широко, как и в неорганической, и часто является промежуточной стадией многих химических процессов.

Параллельно с конца 50-х гг. под руководством Б.В. Тронова начинаются интенсивные исследования по химии гидролизного лигнина, крупнотоннажного отхода лесохимической промышленности. К этим работам подключается ученица Тронова – Людмила Александровна Першина, в последующем профессор, доктор химических наук. Под руководством Л.А. Першиной эти исследования получают развитие сначала на кафедре органической химии ТПИ, а затем и в Алтайском государственном университете (г. Барнаул), где после защиты докторской диссертации она заведовала кафедрой органической химии. В дальнейшем эти исследования продолжили ее ученики М.М. Чемерис и А.И. Галочкин.

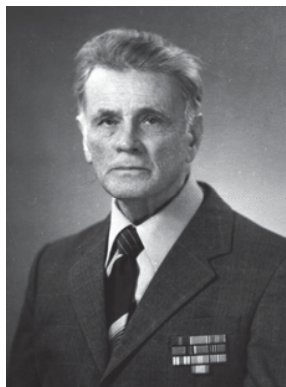
Не менее продуктивной была и педагогическая деятельность Бориса Владимировича. Огромнейшей заслугой Тронова можно считать воспитание таких известных учёных, как профессора Л.П. Кулёв, Г.Х. Камай, П.П. Попов, А.Н. Новиков, Н.Д. Стрельникова, Г.Л. Рыжова, Л.А. Першина. Учениками Б.В. Тронова было защищено 7 докторских и около 50 кандидатских диссертаций.



Яков Иванович
Михайленко.
С 1913 по 1924 гг.



Борис Владимирович
Тронов.
С 1924 по 1960 гг.



Автономий Николаевич
Новиков.
С 1960 по 1984 гг.



Виктор Дмитриевич
Филимонов.
С 1984 г.
по наст. время



Леонид Петрович
Кулёв.
С 1943 по 1962 гг.



Алексей Григорьевич
Печенкин.
С 1962 по 1979 гг.

Фото 2. Заведующие кафедрой с 1901 по 2011 гг.

Ученик и воспитанник Б.В. Тронова Леонид Петрович Кулёв (годы жизни 1900–1962) был одним из тех, в котором Б.В. Тронов сумел разглядеть большой талант и неординарные способности. В Томский индустриальный институт (ТИИ, ранее ТТИ) Л.П. Кулёв приходит в марте 1935 г., где утверждается в звании доцента кафедры органической химии. В ноябре этого же года ему присуждается учёная степень кандидата химических наук без защиты диссертации. С начала Великой Отечественной войны Л.П. Кулёв включается в работу спецлаборатории, где выполняет исследования в области военной химии касающиеся, в основном, идентификации и дегазации боевых отравляющих веществ. За эту работу он неоднократно удостоивается премий от Наркомата обороны. В 1941 г. Л.П. Кулёв защищает докторскую диссертацию по своим работам в области военной химии и ему присуждается учёная степень доктора химических наук, а также присваивается учёное звание

профессора по кафедре органической химии. В 1943 г. за работы по военной тематике он получает Сталинскую премию 3 степени, которую передает в Фонд обороны.

В сороковых годах, следуя всё более и более возрастающим потребностям в высококвалифицированных специалистах, на химико-технологическом факультете ТИИ начинают открываться новые специальности и новые научные направления. Леонид Петрович Кулёв играет в этом деле далеко не последнюю роль. В 1943 г. с его подачи была организована новая кафедра технологии каучука и резины, которая затем в 1945 г. была преобразована в две кафедры: технологии органических красителей и технологии основного органического синтеза. До 1947 г. Л.П. Кулев руководил обеими кафедрами. С 1947 г. кафедрой технологии основного органического стал заведовать доцент П.Ф. Володин. Кроме организации этих двух кафедр, по личной инициативе Л.П. Кулёва в 1957 г.

при Томском политехническом институте создаётся проблемная научно-исследовательская лаборатория синтеза лекарственных веществ.

В 1959 г. кафедра технологии органических красителей была переименована в кафедру технологии органического синтеза. Будучи разносторонним и талантливым ученым Л.П. Кулев организовал в институте новые научные направления по химии биологически активных соединений, химии красителей, коксохимии и химии полимеров. Но высшим результатом исследований Л.П. Кулева явилось создание совместно со своими сотрудниками и учениками Г.М. Степновой, А.Г. Печенкиным, Н.С. Добычиной, Е.В. Шмидт, А.А. Шестеровой ряда биологически активных соединений и отечественных препаратов для лечения эпилепсии «бензонала» и «бензобамила». Л.П. Кулевым подготовлено 22 кандидата наук. Он заведовал кафедрой технологии органического синтеза с 1945 по 1962 гг., но кроме большой научной и педагогической работы в течение семи лет (1945–1952 гг.) выполнял обязанности декана химико-технологического факультета. Л.П. Кулёв скончался в 1962 г. Сейчас его имя носит одна из улиц г. Томска. После смерти Л.П. Кулева кафедрой технологии органического синтеза с 1962 по 1979 гг. руководил его ученик, доцент Алексей Григорьевич Печенкин (годы жизни 1923–1986).

Другим выдающимся учеником Б.В. Тронова был Автономий Николаевич Новиков (годы жизни 1915–2008), который после отъезда Б.В. Тронова в г. Барнаул заведовал кафедрой органической химии с 1960 по 1979 гг., а затем после объединения кафедр органической химии и технологии органического синтеза с 1979 по 1984 гг. заведовал уже объединенной кафедрой органической химии и технологии органического синтеза. Ещё будучи в аспирантуре у Б.В. Тронова, А.Н. Новиков начинает заниматься проблемой получения и изучения иодсодержащих ароматических соединений. В 50-х гг. прошлого столетия Б.В. Троновым и А.Н. Новиковым был разработан простой метод иодирования ароматических соединений молекулярным иодом в присутствии смеси азотной и серной кислот.

В наше время эту реакцию можно найти во многих учебниках по органической химии как метод Тронова–Новикова. В дальнейшем эта тематика стала основной в научных исследованиях профессора А.Н. Новикова и его учеников (В.К. Чайковский, А.М. Седов, П.И. Сиянко, В.Т. Слюсарчук, Т.А. Сарычева и др.). Автономий Николаевич один из пионеров в исследовании органических соединений поливалентного иода. Доктор химических наук Евгений Борисович Меркушев, ученик А.Н. Новикова, продолжил и углубил эту тему. Теперь исследования в этой области химии успешно продолжает и развивает выпускник кафедры профессор М.С. Юсубов, в настоящее время заведующий кафедрой химии Сибирского государственного медицинского университета (СибГМУ), кроме того это перспективное направление в науке было подхвачено многими выдающимися учеными мира.

С 1984 г. кафедрой руководит Заслуженный химик Российской Федерации, доктор химических наук, профессор Виктор Дмитриевич Филимонов. Под его руководством не только успешно продолжают и развиваются исторически сложившиеся научные традиции, но и разрабатываются новые научные направления.

Совместно с фармакологами СибГМУ создан и внедрен в медицинскую промышленность первый в мировой практике синтетический антивирусный препарат для лечения и профилактики клещевого энцефалита «иодантипирин». Успешно прошли клинические испытания противосудорожные препараты «галодиф» и «галонал». Доцентом М.Л. Беляниным, совместно с сотрудниками и аспирантами кафедры, осуществлен синтез иодсодержащих радиоcontrastных препаратов – 15-(*n*-иодфенил)-3-метилпентадекановой кислоты и *m*-иодбензилгуанидина. Разработан метод и технология получения D-глюкуроновой кислоты. Созданы первые отечественные магнитоcontrastные препараты на основе хелатов металлов, модифицированных органическими группами. Предложены новые способы окисления и функционализации кратных связей органических соединений диметилсульфоксидом с образованием 1,2-дикетонс [6].

Открыты реакции циклизации ацетиленов в присутствии серной кислоты с получением δ -сультонов и изоксазолов [7, 8]. Открыты и исследованы эффективные, суперэлектрофильные иодирующие системы [9–12]. Открыт новый уникальный тип стабильных ароматических солей диазония, предложены пути их использования в органическом синтезе [13–19] и получении органо-неорганических наночастиц [20]. Проведены первые теоретические исследования механизмов электрофильного и свободнорадикального иодирования органических соединений с использованием современных квантово-химических методов функционала плотности [21, 22]. Предложены новые пути синтеза и практического использования соединений поливалентного иода [23, 24]. Разработаны новые поколения материалов на основе наноструктур благородных металлов (Ag, Au, Pd, Pt), используемых в качестве катализаторов и медицинских средств [25, 26]. Также на кафедре ведутся интенсивные исследования по биотехнологии. Изучается роль микроорганизмов в процессах деструкции природных фосфоритов. Разрабатываются методы выделения фосфолипидов из клеток пивных дрожжей, бросовых отходов пивоваренных производств. Фосфолипиды незаменимый, дорогостоящий субстрат для создания целого ряда лекарственных препаратов.

В настоящее время на кафедре БИОХ работают 6 профессоров, докторов наук (В.Д. Филимонов, Е.А. Краснокутская, А.Н. Пестряков, В.Ю. Серебров, В.К. Чайковский, М.С. Юсубов), 8 доцентов, кандидатов наук (М.Л. Белянин, Ю.А. Лесина, Т.А. Сарычева, Л.В. Тимошенко, М.Е. Трусова, М.В. Чубик, В.В. Штрыкова, Р.Я. Юсубова), ассистент, к.х.н. П.С. Постников, с.н.с. Г.А. Арбит



Фото 3. Коллектив кафедры БИОХ в 2011 г. Первый ряд (слева направо): Белянин Максим Львович (доцент), Штрыкова Виктория Викторовна (доцент), Чайковский Витольд Казимирович (профессор), Филимонов Виктор Дмитриевич (профессор, зав. кафедрой), Лесина Юлия Александровна (доцент), Постников Павел Сергеевич (ассистент, к.х.н.). Второй ряд: Вдовина Татьяна Юрьевна (зав. учебной лабораторией), Трусова Марина Евгеньевна (доцент), Сарычева Тамара Александровна (доцент), Юсубова Роза Явидовна (доцент), Юсубов Мехман Сулейманович (профессор), Краснокутская Елена Александровна (профессор), Пестряков Алексей Николаевич (профессор). Третий ряд: Ложкин Валентин Кузьмич (рабочий высокой кв.), Арбит Галина Александровна (с.н.с.), Чубик Марианна Валериановна (доцент), Богданова Валентина Бориславовна (учебный мастер), Степанова Елена Владимировна (аспирант), Нгуен Хай Минь (аспирант)

и высококвалифицированный учебно-вспомогательный персонал, где каждый имеет высшее или среднее техническое образование (В.Б. Богданова, Н.В. Бутенко, А.А. Бухтиярова, Т.Ю. Вдовина, А.Н. Кряжов, В.К. Ложкин), кроме того обучаются 10 аспирантов (А.О. Акулова, М.Н. Богомолова, В.В. Бушков, К.Б. Коновалов, Ю.П. Мартынова, Нгуен Хай Минь, Е.С. Новикова, В.Б. Радченко, Е.В. Степанова, А.Н. Третьяков).

Кафедра широко осуществляет международное сотрудничество с иностранными университетами и фирмами Германии, Южной Кореи, Италии, Канады, Польши, США, Мексики. Ежегодно сотрудники и аспиранты кафедры работают в зарубежных университетах. На кафедре обучаются студенты и аспиранты из Китая, Вьетнама, Кореи, Чехии, Казахстана, Узбекистана. Научные исследования поддерживаются отечественными и зарубежными грантами (РФФИ, ФЦП, BMBF, DAAD и др.).

В рейтинге Минобразования РФ среди специальностей «Биотехнология» кафедра занимает высокие места: 2006 г. — 5 из 15, 2007 г. — 3 из 16, 2008 г. — 2 из 15, при этом по разделу «научно-исследовательская деятельность» кафедра занимает 1–2 места.

Кафедра БИОХ оснащена высокотехнологичным оборудованием, что позволяет успешно проводить научные исследования. Только за последние 5 лет сотрудниками кафедры опубликовано более 100 статей в ведущих отечественных и международных журналах. Защищено 10 кандидатских и 3 докторские диссертации (Е.А. Краснокутская, Г.В. Несын, В.О. Рогачев).

Характерной особенностью деятельности кафедры является широкое привлечение студентов к научно-исследовательской работе. Многие студенты стали дипломантами Всесоюзных и Всероссийских конкурсов студенческих научных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галанова Р.А. Думы и дела его были посвящены Сибири // Томский политехник. – 1999. – № 5. – С. 13–17.
2. Яновский В.А. Великие алхимики // Томский политехник. – 1999. – № 5. – С. 13–17.
3. Арбузов А.Е. Избранные работы по истории химии. – М.: Наука, 1975. – С. 169–170.
4. Государственный архив Томской Области. Фонд 194, опись 6, дело 24, 58.
5. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова В.И. Выдающиеся химики мира. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 103, 201–202.
6. Филимонов В.Д., Юсубов М.С., Ки-Ван Чи. Окислительные методы в синтезах винциальных ди- и поликарбонильных соединений // Успехи химии. – 1998. – Т. 67. – № 9. – С. 803–826.
7. Rogachev V.O., Filimonov V.D., Kulmanakova, J.Yu., Yusubov, M.S., Bender W., Simple synthesis of 3-acyl-5-alkyl (aryl) isoxazoles from terminal alkynes and nitrates of alkaline metals or ammonium // Centr. Eur. J. Chem. – 2005. – V. 3. – P. 370–378.
8. Gaitzsch J., Rogachev V.O., Metz P., Filimonov V.D., Zahel M., Kataeva O. Simple and practical one-step synthesis of new 1,3-dienic δ -sulfones from terminal alkynes and some synthetic applications of these compounds // J. Sulfur Chem. – 2011. – V. 32. – P. 3–16.
9. Chaikovski V.K., Kharlova T.S., Filimonov V.D., Saryucheva T.A. Superactive Iodination Reagent on a base of Iodine Chloride and Silver Sulgate // Synthesis. – 1995. – № 5. – P. 748–750.
10. Chaikovski V.K., Filimonov V.D., Yagovkin A.Yu., Kharlova T.S. 2,4,6,8-Tetraiodoglycoluril in sulfuric acid as a new powerful reagent for iodination of deactivated arenes // Tetrahedron Letters. – 2000. – V. 41. – P. 9101–9104.
11. Чайковский В.К., Филимонов В.Д., Скороходов В.И., Огородников В.Д. Суперактивная и двойственная реакционная способность системы N-иодсукцинимид – H_2SO_4 при иодировании дезактивированных аренов // Журнал органической химии. – 2007. – Т. 43. – Вып. 9. – С. 1285–1288.
12. Чайковский В.К., Филимонов В.Д., Функ А.А. Исследование активности и региоселективности суперэлектрофильных иодирующих систем // Журнал органической химии. – 2009. – Т. 45. – Вып. 9. – С. 1364–1367.
13. Krasnokutskaya E.A., Semenischeva N.I., Filimonov V.D., Knochel P. A new, one-step, effective protocol for iodination of aromatic and heterocyclic compounds via aprotic diazotization of aminoarenes // Synthesis. – 2007. – № 1. – P. 81–84.
14. Filimonov V. D., Trusova M.E., Postnikov P.S., Krasnokutskaya E.A., Lee Y.M., Hwang H.Y., Kim H., Ki-Whan Chi. Unusually Stable, Versatile, and Pure Arenediazonium Tosylates: their Preparation, Structures, and Synthetic Applicability // Organic. Lett. – 2008. – V. 10. – P. 3961–3964.
15. Gorlushko D.A., Filimonov V.D., Krasnokutskaya E.A., Semenischeva N.I., Go B.S., Hwang H.Y., Chi K-W. Iodination of aryl amines in a water-paste form via stable aryl diazonium tosylates // Tetrahedron Letters. – 2008. – V. 49. – P. 1080–1082.
16. Lee Y.M., Moon M.E., Vajpayee V., Filimonov V.D., Chi K.-W. Efficient and economic halogenation of aryl amines via arenediazonium tosylate salts // Tetrahedron. – 2010. – V. 66. – P. 7418–7422.
17. Moon M.E., Choi Y., Lee Y.M., Vajpayee V., Trusova M.E., Filimonov V.D., Chi K.-W. An expeditious and environmentally benign preparation of aryl halides from aryl amines by solvent-free grinding // Tetrahedron Letters. – 2010. – V. 51. – P. 6769–6771.
18. Tretyakov A.N., Krasnokutskaya E.A., Gorlushko D.A., Ogorodnikov V.D., Filimonov V.D. A new one-pot solvent-free synthesis of pyridinyl tosylates via diazotization of aminopyridines // Tetrahedron Letters. – 2011. – V. 52. – P. 85–87.
19. Trusova M.E., Krasnokutskaya E.A. Postnikov, P.S., Choi Y.; Chi, Ki-Whan, Filimonov V.D., A Green Procedure for the Diazotization-Iodination of Aromatic Amines under Aqueous, Strong-Acid-Free Conditions // Synthesis. – 2011. – № 13. – P. 2154–2158.
20. Постников П.С., Трусова М.Е., Федущак Т.А., Уймин М.А., Ермаков А.Е., Филимонов В.Д. Арилдиазоний тозилаты как новые эффективные агенты ковалентной прививки ароматических групп к углеродным оболочкам металлических наночастиц // Российские нанотехнологии. – 2010. – № 7–8. – Т. 5. – С. 15–16.
21. Филимонов В.Д., Краснокутская Е.А., Полещук О.Х., Лесина Ю.А., Чайковский В.К. Изучение методом функционала плотности электронного строения и реакционной способности иодирующих агентов в газовой фазе и растворах // Известия РАН. Сер. хим. – 2006. – № 8. – С. 1280–1288.
22. Poleshchuk O.Kh., Yureva A.G., Filimonov V.D., Frenking G. Study of a surface of the potential energy for processes of alkanes free-radical iodination by B3LYP/DGDZVP method // J. Mol. Struct.: Theochem. – 2009. – V. 912. – P. 67–72.
23. Zagulyaeva A.A., Banek Ch.T., Yusubov M.S., Zhdankin V.V. Hofmann Rearrangement of Carboxamides Mediated by Hypervalent Iodine Species Generated in Situ from Iodobenzene and Oxone: Reaction Scope and Limitations // Org. Letters. – 2010. – V. 12. – P. 4644–4647.
24. Zagulyaeva A.A., Yusubov M.S., Zhdankin V.V. A General and Convenient Preparation of [Bis (trifluoroacetoxy) iodo] perfluoroalkanes and [Bis (trifluoroacetoxy) iodo] arenes by Oxidation of Organic Iodides Using Oxone and Trifluoroacetic Acid // J. Org. Chem. – 2010. – V. 75. – P. 2119–2122.
25. Bogdanchikova N., Tuzovskaya I., Pestryakov A., Susarrey-Arce A. Comparative study of formation and stabilization of gold and silver clusters and nanoparticles in mordenites // J. Nanoscience and Nanotechnology. – 2011. – V. 11. – P. 11–17.
26. Tuzovskaya I., Lima E., Bosch P., Bogdanchikova N., Pestryakov A., Farias M., Fraissard J. Effect of the ion-exchanged cation of mordenites on supported gold species // J. Nanoscience and Nanotechnology. – 2011. – V. 11. – P. 18–25.

Поступила 13.09.2011 г.