

BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

**RESEARCH INSTITUTE
FOR PHYSICAL CHEMICAL PROBLEMS**

**CHEMICAL FACULTY
INORGANIC CHEMISTRY CHAIR**

SVIRIDOV READINGS

A COLLECTION OF PAPERS

Issue 15

Minsk

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

СВИРИДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

СБОРНИК СТАТЕЙ

Выпуск 15

Минск

УДК 54(082)
ББК 24я43
С24

Сборник основан в 2004 году

Редакционная коллегия:

доктор химических наук, академик НАН Беларуси,
профессор *О. А. Ивашкевич* (председатель);
доктор химических наук профессор *Т. Н. Воробьева* (отв. редактор);
доктор химических наук *М. В. Артемьев*;
доктор педагогических наук профессор *Е. Я. Аршанский*;
кандидат химических наук доцент *Е. И. Василевская*;
доктор педагогических наук доцент *З. С. Кунцевич*;
доктор химических наук профессор *Н. В. Логинова*;
доктор химических наук, член-корреспондент НАН Беларуси,
профессор *С. К. Рахманов*;
доктор химических наук, член-корреспондент НАН Беларуси,
профессор *Д. В. Свиридов*;
доктор химических наук профессор *Е. А. Стрельцов*

Рецензенты:

доктор химических наук, член-корреспондент НАН Беларуси,
профессор *А. И. Кулак*;
академик НАН Беларуси, доктор химических наук,
профессор *В. Е. Агабеков*

Свиридовские чтения : сб. ст. / редкол. : О. А. Ивашкевич (пред.)
С24 [и др.]. — Минск : Изд. центр БГУ, 2019. — Вып. 15. — 247, [2] с. : ил.
ISBN 978-985-553-615-5.

Сборник содержит научные статьи по химии твердотельных макро-, микро- и наноструктурных систем, молекулярных систем и комплексных соединений, а также по проблемам организации учебного процесса и преподавания химии в вузах. Тематика сборника определена направлениями научной школы, основанной известным белорусским ученым и педагогом, академиком НАН Беларуси, директором НИИ ФХП БГУ 1979–1993 гг. В. В. Свиридовым, и современных развивающихся на базе института научных школ.

Для специалистов-химиков — ученых, преподавателей, инженеров, аспирантов и магистрантов.

УДК 54(082)
ББК 24я43

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник статей «Свиридовские чтения», выпуск 15, включает статьи химиков — ученых и педагогов из научных учреждений и учебных заведений Беларуси, Украины, Литвы, Канады. Сборник состоит из трех разделов и содержит статьи по химии гетерогенных и наноструктурных систем на основе неорганических соединений, по химии молекулярных систем и комплексных соединений, а также по проблемам методики преподавания химии в вузах.

Объединение в одном сборнике научно-исследовательских и научно-методических работ представляется целесообразным, поскольку уровень научных исследований определяется квалификацией выполняющих их ученых, которая, в свою очередь, зависит от уровня подготовки, глубины знаний, умения и творческого потенциала специалистов, выпускаемых вузами.

Взаимодействие и сотрудничество ученых академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и преподавателей высшей школы как в науке, так и в сфере образования поддерживал известный белорусский ученый-химик и педагог, академик НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, создатель крупной школы в области неорганической химии и химии твердого тела Вадим Васильевич Свиридов (1931–2002). Под руководством защитили диссертации более 70 кандидатов и 6 докторов химических наук. Более 35 лет В. В. Свиридов возглавлял кафедру неорганической химии химического факультета БГУ, был одним из создателей НИИ физико-химических проблем БГУ и его директором (1979–1993), входил в состав научных советов Академии наук СССР, был заместителем председателя совета Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь, председателем трех советов по защите диссертаций, членом редакционных коллегий нескольких журналов и главным редактором журнала «Хімія: праблемы выкладання», членом экспертного совета ВАК Беларуси. По его инициативе было создано около десяти лет успешно работало научно-методическое объединение преподавателей общей и неорганической химии вузов республики.

Представленные в сборнике статьи являются результатом совместной работы

УДК 378.147, 543, 546, 547

Е. Н. МИЦКЕВИЧ, А. Л. КОЗЛОВА-КОЗЫРЕВСКАЯ,
Н. Г. ВАСИЛЬЕВА, А. Н. ТРЕБЕНОК**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ
ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ
В БЕЛОРУССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ***Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка, Минск, Беларусь*

Тенденция расширения экспорта образовательных услуг требует от белорусских вузов совершенствования организации учебного процесса: использования новых педагогических технологий, новой научной информации, создания системы международного сотрудничества. В статье обобщены особенности преподавания химических учебных дисциплин иностранным студентам специальности «Биология и химия» факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка. Рассмотрены основные принципы организации учебного процесса по химическим дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», позволяющие привить иностранным студентам навыки самостоятельной работы и обеспечить уровень знаний, необходимый для успешной профессиональной деятельности.

A trend in expanding the export of educational services requires Belarusian universities to improve the organization of the educational process using new pedagogical technologies, new scientific information, and creating an international cooperation system. The features of teaching chemical subjects to foreign students of the specialty "Biology and Chemistry" at the Faculty of Natural Sciences of Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank are summarized. Basic principles of the educational process organization in chemical disciplines "General and Inorganic Chemistry", "Analytical Chemistry" and "Organic Chemistry" are considered. These principles allow foreign students to master the skills of independent work and provide the level of knowledge necessary for successful professional activity.

Ключевые слова: международное сотрудничество; учебный процесс; иностранные обучающиеся; факультет естествознания; диагностическое тестирование.

Keywords: international cooperation; educational process; foreign students; faculty of natural sciences; diagnostic testing.

На факультете естествознания Белорусского государственного университета имени Максима Танка (БГПУ) основной контингент иностранных ст-

кменистана обеспечения всех сегментов экономики специалистами высшей квалификации, поэтому сфера образования – один из важнейших приоритетов государственной политики. Однако получить высшее образование в своей стране могут немногие выпускники школ [1], что связано в основном с объективными причинами (ограниченное число мест при приеме в вузы, повышенный спрос на отдельные специальности и т. п.). В связи с этим в настоящее время выпускники школ Туркменистана широко используют возможность получать высшее образование в университетах других государств [2], в том числе в Беларуси. Так, в 2019/20 учебном году на 1-м курсе факультета естествознания БГПУ учатся 275 студентов, из которых 151 – граждане Туркменистана.

При работе с иностранными студентами следует учитывать не только уровень базовой подготовки, но и различия в системах среднего образования, психологический аспект слабой адаптации к жизни в чужой стране, языковой барьер, национальные особенности, что отмечают и авторы статьи [3].

С целью определения уровня знаний первокурсников-иностранцев проводится вводное диагностическое тестирование по предметам специальности (биология; химия или география), а также по русскому языку. По результатам тестирования в текущем учебном году на факультете естествознания доля первокурсников с низким уровнем владения русским языком составила 70 %.

Учебные планы, утвержденные Министерством образования и науки Туркменистана для учреждений высшего образования, а именно преподавания химических дисциплин, созвучны с планами, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь [1], техника проведения лабораторных и практических занятий в наших учреждениях кардинально не отличается [4–6]. В связи с тем, что и программа школьного курса химии у иностранных студентов во многом совпадает с нашей, трудности с освоением материала вузовской программы мы связываем с плохим знанием русского языка: большинству очень сложно усваивать необходимый объем нового материала, особенно при восприятии на слух.

Для всех иностранных студентов учебным планом предусмотрены занятия по учебной дисциплине «Русский язык как иностранный» на 1–2-м курсах в количестве 240 ч, т. е. параллельно с изучением дисциплин специальности, в том числе химических (табл. 1).

Таблица 1
Распределение по семестрам некоторых химических дисциплин и русского языка специальности «Биология и химия»

Учебная дисциплина	Курс/семестр				
	1/1	1/2	2/3	2/4	3/3
Общая и неорганическая химия	+	+	+	–	–
Органическая химия	–	+	–	–	–

Этот факт приходится учитывать всем преподавателям, особенно тем, кто работает со студентами 1-го курса. Так, в первом семестре предусмотрено 16 ч лекций, 18 ч – практических и семинарских занятий и 16 ч – лабораторных работ по общей и неорганической химии, что позволяет иностранным студентам плавно войти в рабочий режим. Это время мы используем не только для изучения химии, но и для усвоения основных терминов, понятий, названий лабораторной посуды и оборудования на русском языке.

Как известно, учебная дисциплина «Общая и неорганическая химия», с одной стороны, призвана подготовить студентов к изучению более специализированных предметов, с другой – направлена на развитие и обобщение имеющихся знаний по основным разделам химии, входящим в школьный курс (на качественно новом уровне), их закрепление и оформление в более целостную систему. Наш опыт показывает, что для успешного усвоения материала первокурсникам-иностранцам на первых же занятиях необходимо давать для запоминания символы, русские и латинские названия элементов; формулы и названия ряда неорганических кислот и их кислотных остатков, с последующей проверкой. Кроме того, следует учитывать, что большинство иностранных студентов не знакомы с принятой в нашей стране системой обозначений, поэтому им также сообщают перечень символов, названий, расчетных формул, единиц измерения основных физических и химических величин. Эту информацию очень удобно представлять в таком виде, как показано в табл. 2, и дополнять по мере необходимости.

Таблица 2

Физические и химические величины

Название	Формулы для вычисления	Единицы измерения	Примечание
Масса, m	$m(X) = n(X) \cdot M(X)$	г, кг	1 кг = 1000 г
Объем, V	Для газов $V = n \cdot V_m$ Для жидкостей и растворов $V = \frac{m}{\rho}$	см ³ , дм ³	1 дм ³ = 1000 см ³
Количество вещества, n	$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$, $n(X) = \frac{N(X)}{N_A}$, $n(X) = \frac{V(X)}{V_m}$	моль, кмоль	1 кмоль = 1000 моль

Мы считаем рациональным и результативным широкое использование схем, таблиц, формул для решения задач и графических схем как при изложе-

Очень важно подробно рассматривать каждое расчетное действие, точно формулировать мысль и тщательно подбирать слова, особенно на 1-м курсе. Это существенно снижает интенсивность подачи материала, а потому студентам заранее предоставляются перечень вопросов и примеры расчетных задач, которые планируется разбирать на предстоящем занятии. Образцы решения типовых задач тоже приводятся либо дается ссылка на соответствующие страницы учебника. В целях своевременного информирования студентов преподаватели используют свои блоги на сайте Белорусского государственного педагогического университета, СДО Moodle факультета либо группы в Viber.

Базовыми принципами организации педагогического процесса при изучении химических дисциплин на практических занятиях, семинарах, лабораторных работах являются индивидуализация и дифференциация обучения. К примеру, на практических занятиях по учебной дисциплине «Общая и неорганическая химия» более сильные студенты работают самостоятельно, каждый в своем темпе, разбирая непонятные вопросы с преподавателем индивидуально. С иностранными же студентами работа проводится фронтально. Задачи разбираются у доски. Таким образом, базовые, типовые задачи усваиваются даже слабыми студентами, а более сильным предоставляются задания более сложные, что развивает умение и стремление учиться самостоятельно.

Одна из задач лабораторного практикума по общей химии – научить студентов приемам работы с веществами, химической посудой и оборудованием. В связи с этим при работе в лаборатории первокурсники-иностранцы постепенно составляют своеобразный глоссарий (схематичные изображения, названия различных предметов химической посуды и оборудования), который расширяется по мере необходимости. Преподаватели аналитической и органической химии отмечают, что иностранные студенты в итоге отличаются аккуратностью и точностью в выполнении работ по этим предметам.

Лабораторные практикумы по всем указанным выше химическим дисциплинам выполняются преимущественно фронтальным способом – все работают над одной темой с обязательным обсуждением в конце занятия полученных результатов. При этом студенты в лаборатории разбиваются на группы по 2–3 человека таким образом, чтобы в каждой мини-группе один человек хорошо владел русским языком. Итоговый отчет о проделанной экспериментальной работе оформляется совместно по окончании занятий, что способствует развитию у иностранных студентов русской речи, вырабатывает чувство коллективизма и параллельно позволяет решить психологическую проблему адаптации иностранных обучающихся к студенческому коллективу.

Преподавателями и тьюторами факультета из числа хорошо успевающих студентов разработаны и внедрены в учебный процесс опорные схемы по подготовке к лабораторным работам по аналитической химии. Предназначены эти задания в основном для самостоятельной работы иностранных студентов и

ционная часть (рис. 1) выполнена с помощью графических химических редакторов пакета ChemOffice и наполнена интерактивностью посредством возможностей веб-сервиса интерактивных заданий и упражнений LearningApps.org. Это один из наиболее доступных интерактивных модулей, который можно использовать в различных формах организации учебной и самостоятельной деятельности и на разных этапах обучения [8, 9].

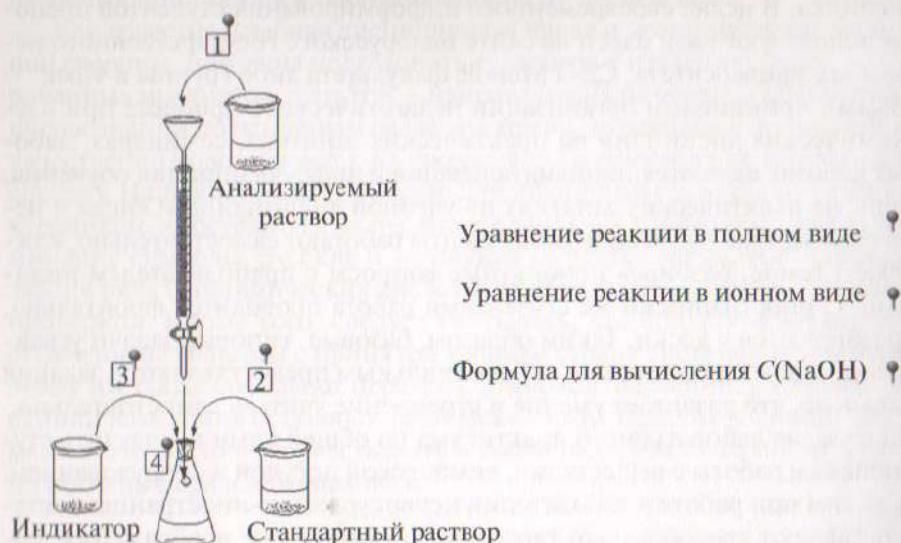


Рис. 1. Пример опорной схемы для подготовки к лабораторной работе по теме «Стандартизация раствора щелочи по соляной кислоте»

Каждому заданию присвоен индивидуальный QR-код, который размещен в СДО Moodle факультета в разделе изучаемой дисциплины для удобного поиска и возможности выполнения заданий на этапе подготовки к лабораторным занятиям с помощью различных устройств (компьютер, смартфон, планшет) в любом удобном месте.

Эффективность такого подхода подтверждена преподавателями, сравнивающими уровень готовности иностранных обучающихся к выполнению лабораторных работ путем устного индивидуального опроса на этапе получения допуска к выполнению лабораторных работ, а также отзывами самих иностранных студентов. Сейчас мы ведем работу по подготовке рабочих тетрадей для выполнения иностранными студентами лабораторных работ по указанным дисциплинам, в которых описание выполнения работ сопровождается рисунками и кратким переводом на туркменский язык.

К вопросу обучения иностранных студентов по дисциплине «Аналитическая химия» мы подходим с позиций тех знаний и умений, которыми они овладели на 1-м курсе.

Результаты проведенных рейтинговых мероприятий показали, что 70 % иностранных обучающихся получили удовлетворительные оценки. Сложности у них вызывает решение следующих задач: вычисление гравиметрического фактора, молярной и массовой растворимости; анализ относительных и абсолютных ошибок; расчет количества осадителя и объема промывной жидкости в гравиметрическом анализе, а также расчет концентраций растворов, титра; вычисление по уравнениям в методах обратного и заместительного титрования в титриметрическом анализе.

Выход из создавшейся ситуации мы видим в проведении дополнительных занятий с такими студентами перед изучением новых тем и входящего тестового контроля накануне рейтинговых контрольных работ. Тестовые задания (с обоснованными ответами) по аналитической химии составлены по разделам: теоретические основы аналитической химии, качественный химический анализ, химические и инструментальные методы анализа. Их мы используем для контроля знаний студентов как при изучении отдельных тем, так и при подготовке к экзамену по аналитической химии. В случае неверного ответа преподаватель показывает правильное решение с обоснованием пути решения. Например, представим тест по теме «Протолитические равновесия».

1. Что такое водородный показатель?

1) отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода;

2) концентрация ионов водорода;

3) логарифм концентрации ионов водорода;

4) сумма концентраций ионов водорода и гидроксид-ионов.

Ответ: 1) – Это отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. Водородный показатель указывает на кислотность среды и обозначается pH.

2. pH 0,1 М раствора хлороводородной кислоты равен:

1) 4; 2) 3; 3) 2; 4) 1.

Ответ: 4) – Хлороводородная кислота относится к сильным кислотам, поэтому молярная концентрация ионов водорода равна молярной концентрации кислоты: $\text{pH} = -\lg c(\text{HCl})$; $\text{pH} = -\lg 0,1 = 1$.

3. Значение pH 0,01 М раствора хлороводородной кислоты равно:

1) 4; 2) 3; 3) 2; 4) 1.

Ответ: 3) – Хлороводородная кислота относится к сильным кислотам, поэтому молярная концентрация ионов водорода равна молярной концентрации кислоты: $\text{pH} = -\lg c(\text{HCl})$; $\text{pH} = -\lg 0,01 = 2$.

4. Значение pH $1 \cdot 10^{-3}$ М раствора азотной кислоты равно:

1) 4; 2) 3; 3) 2; 4) 1.

Ответ: 2) – Азотная кислота относится к сильным кислотам, поэтому в растворе ионизируется полностью. Следовательно, молярная концентрация ионов водорода равна молярной концентрации кислоты. Водородный показатель такого раствора равен отрицательному десятичному логарифму молярной концентрации азотной кислоты: $\text{pH} = -\lg(1 \cdot 10^{-3}) = 3$.

Четыре подобных варианта теста для каждого обучаемого затем меняются между ними для полного закрепления изученной темы.

Для желающих повысить свой уровень подготовки по химии организуются дополнительные занятия в группах из 5–6 человек, для проведения которых привлекаются наиболее опытные преподаватели. При проведении таких занятий базовыми принципами также являются индивидуализация и дифференциация обучения. Наиболее востребовано это предложение первокурсниками, в дальнейшем, по мере овладения русским языком, иностранные студенты предпочитают посещать консультации преподавателей, которые регулярно проводятся на бесплатной основе для всех студентов.

Поскольку лекции иностранные обучающиеся на слух воспринимают не очень успешно, работа организуется с максимальной визуализацией (подробная презентация) и конкретизацией. Это, как показывает опыт, полезно для всех студентов, так как подготавливает их к педагогической практике в школе (где тоже необходимо объяснять материал максимально доступно). Так, например, в теме «Аминокислоты. Химические свойства» реакции дезаминирования аминокислот объясняются сначала на примерах конкретных соединений, а потом приводится итоговая схема реакции с использованием общих формул (рис. 2). Интенсивность подачи материала при этом замедляется, но такой прием учит не просто запоминать отдельные формулы и реакции, а логически мыслить.

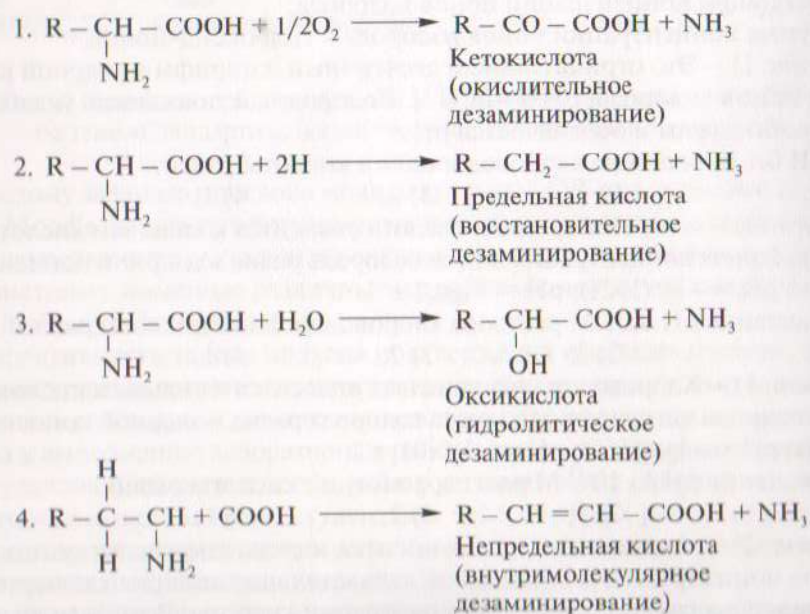


Рис. 2. Слайд для лекции «Аминокислоты. Химические свойства»

Поскольку знания русского языка у иностранных обучающихся несовершенны, на лекциях по органической химии мы практикуем наряду с русскоязычными еще и англоязычные названия соединений. Как показывают результаты рейтинговых работ, англоязычные названия большинству иностранных обучающихся понятнее.

Как свидетельствует многолетний опыт, в процессе изучения органической химии наибольшую пользу в овладении материалом приносят семинарские занятия. Групповая работа ведется более успешно в смешанных группах, состоящих обычно из нескольких иностранных обучающихся и одного-двух белорусских студентов. Опорные конспекты (распечатки слайдов лекций, дополнительные схемы с пояснениями) позволяют максимально визуализировать изучаемый материал. Тесты-опросы в конце семинара позволяют оценить проделанную работу.

Еще один аспект формирования прочных (или хотя бы удовлетворительных) химических знаний для иностранных обучающихся – дифференцированная самостоятельная работа. С целью ее успешной реализации в репозитории Белорусского государственного педагогического университета размещены учебно-методические комплексы «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», где есть все для успешного освоения данной учебной дисциплины, в том числе и тестовый контроль для самопроверки; организована помощь тьюторов из числа старшекурсников. В настоящее время преподаватели кафедры ведут работу по подготовке интерактивных электронных учебно-методических комплексов на русском и английском языках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывает наш опыт, используемая модель организации учебной работы с иностранными студентами по химическим дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия» способствует тому, что к окончанию их изучения студенты в достаточной мере овладевают языком предмета, приобретают уровень знаний и навыки самостоятельной работы, необходимые для успешного обучения на старших курсах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Литвинова В. Е. Развитие системы образования в республике Туркменистан // Вестн. ассоциации вузов туризма и сервиса. М., 2014. Вып. 3. С. 260–281.
2. Хемраева М. К. Обучение химии в школах Туркменистана // Актуальные проблемы химического образования в средней школе. 2016. № 2. С. 156–159.
3. Новикова Л. Н., Курило И. И., Ашуйко В. А. Организация процесса обучения химии иностранных студентов // Тр. БГТУ. 2014. № 8. С. 118–120.

4. Горак С. Е. Реформы образования в Туркменистане: благие намерения, слабое содержание? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fergananews.com/articles/7907> (дата обращения: 25.03.2014).
5. Сайт факультета естествознания БГПУ им. М. Танка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fezn.bsru.by> (дата обращения: 11.02.2018).
6. Авианов Н. Аналитическая химия. Ашхабат, 2010.
7. Суханкина Н. В., Козлова-Козыревская А. Л. Аналитическая химия. Количественный химический анализ. Практикум. Минск : БГПУ, 2017.
8. Гарманова О. Ю. Организационно-методическое обеспечение дистанционного обучения // Проблемы развития территории. 2012. № 5. С. 93–103.
9. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования. М. : Академия, 2013.

Поступила в редакцию 30.08.2019.

РЕЗЮМЕ

УДК 621.763-022.532

Алисиёнок О. А., Шидловская В. Г., Мурашкевич А. Н., Кравченко А. О., Жарский И. М.

Получение нанодисперсных композиционных титансодержащих материалов и фотокатализ с их участием // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2019. Вып. 15. С. 9–18.

Изложены результаты синтеза композитов «ядро SiO_2 – оболочка TiO_2 » с использованием суспензий микросферического диоксида кремния и золь диоксида титана, модифицированных N-, P-, F-содержащими соединениями. Установлено, что уменьшение удельной поверхности композита при обработке в интервале температур 600–900 °С не столь существенно по сравнению с индивидуальным диоксидом титана вследствие замедления процесса кристаллизации оболочки TiO_2 . Показано, что модифицированные композиты «ядро SiO_2 – оболочка TiO_2 » проявляют высокую фотокаталитическую активность в процессе разложения красителя Родамин FL–BM как при УФ-излучении (константа скорости разложения $K = 0,1 \text{ мин}^{-1}$), так и при естественном освещении ($K = 0,0026 \text{ мин}^{-1}$).

Библиогр. 21 назв., ил. 4, табл. 3.

Alisiyonok O. A., Shidlovskaya V. G., Murashkevich A. N., Kravchenko A. O., Zharsky I. M.

Preparation of nanodisperse composition titanium-containing materials and photocatalysis with their participation // Sviridov Readings. Minsk, 2019. Iss. 15. P. 9–18.

The results of “ SiO_2 core – TiO_2 shell” composites synthesis using microspherical silica suspensions and titanium dioxide sols modified with N-, P-, F-containing materials are presented. It was found that the decrease in the specific surface area of the composite during the heat treatment in the temperature range of 600–900 °C is not so significant as compared with individual titanium dioxide, because of the slowdown of TiO_2 shell crystallization process. It was shown that the modified composites “ SiO_2 core – TiO_2 shell” present high photocatalytic activity during the decomposition of the Rhodamine FL–BM dye both under UV-radiation ($K = 0.1 \text{ min}^{-1}$) and solar light ($K = 0.0026 \text{ min}^{-1}$).

УДК 549.5:54 + 165:536.21 + 536.413 + 537.31.32

Башикиров Л. А., Дудчик Г. П., Глинская А. А., Великанова И. А. Синтез и исследование свойств новых твердых растворов на основе феррита висмута BiFeO_3 // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2019. Вып. 15. С. 19–31.

Методом твердофазных реакций впервые синтезированы твердые растворы мультиферроиков состава $\text{Bi}_{1-x}\text{Ln}_x\text{FeO}_3$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}; x = 0,05; 0,1$) с использованием прекурсоров – ферритов состава $\text{Bi}_{2-x}\text{Ln}_x\text{Fe}_4\text{O}_9$ ($x = 0,2; 0,4$) и оксида висмута Bi_2O_3 . Для синтеза мультиферроиков порошки прекурсоров и оксида висмута смешивали в стехиометрических соотношениях согласно реакции $\text{Bi}_{2-x}\text{Ln}_x\text{Fe}_4\text{O}_9 + \text{Bi}_2\text{O}_3 = 4\text{Bi}_{1-x}\text{Ln}_x\text{FeO}_3$ и отжигали при различных температурно-временных режимах. Анализ дифрактограмм полученных мультиферроиков показал, что поликристаллические образцы $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$, $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{0,95}\text{Pr}_{0,05}\text{FeO}_3$ имеют структуру ромбоэдрически искаженного перовскита. Определены оптимальные температуры и время