

# ПАМЯТИ УЧЁНОГО

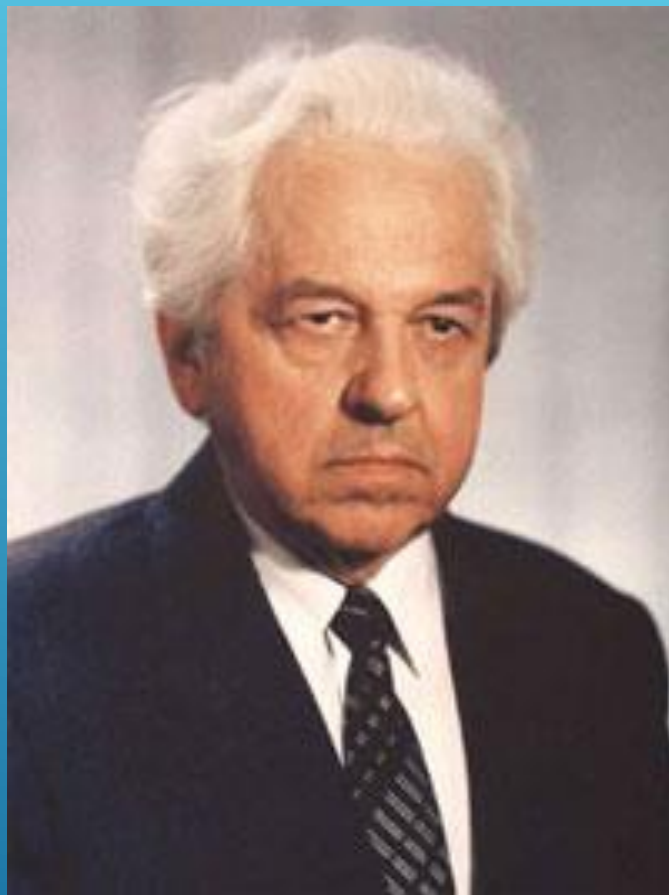
ВАДИМ ВАСИЛЬЕВИЧ СВИРИДОВ

(1931-2002)

АКАДЕМИК НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ,  
ДОКТОР ХИМИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР,  
ЗАСЛУЖЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ НАУКИ БССР

**ВЫСТАВКА-ПЕРСОНАЛИЯ,  
ПРИУРОЧЕННАЯ К 90 - ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ**

## ВАДИМ ВАСИЛЬЕВИЧ СВИРИДОВ



(1931-2002)

Академик Национальной академии наук Беларуси, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки БССР.

На протяжении 15 лет возглавлял НИИ физико-химических проблем БГУ, входил в состав научных советов Академии наук СССР, был заместителем Председателя Совета фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь, председателем советов по защитах диссертаций, членом редакционных коллегий журналов, главным редактором журнала «Хімія: праблемы выкладання», членом экспертного совета ВАК Беларуси. По его инициативе создано и около десяти лет успешно работало научно-методическое объединение преподавателей общей и неорганической химии вузов нашей страны. В 1976 г. В.В. Свиридову присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки БССР, а в 1998 г. он награжден медалью Франциска Скорины. В.В. Свиридов - создатель крупнейшей научной школы в Республике Беларусь в области химии твердого тела, фотохимии, неорганической химии.

В.В.Свиридов является автором и соавтором трех монографий, более 450 научных статей, более 120 изобретений, 4-х учебных пособий, статей по проблемам педагогики.

Основные труды по фотохимии неорганических систем, химии фотографических процессов, химии твердого тела. Установил закономерности термического разложения, фотолиза и радиолиза твердых солей металлов, фотохимических превращений на поверхности твердых тел в водной среде, формирования ультрадисперсных сложных оксидов из совместно осажденных гидроксидов металлов. Обнаружил эффекты существенного повышения светочувствительности в микрогетерогенных системах и установил закономерности фотохимических процессов в фотохромных микрогетерогенных системах на основе галогенидов различных металлов. Разработал научные основы и технологические принципы получения тонких пленок металлов с использованием реакций химического осаждения в водных растворах, принципы фотоселективного осаждения металлов и его использования для получения несеребряных и серебряных фотографических изображений.

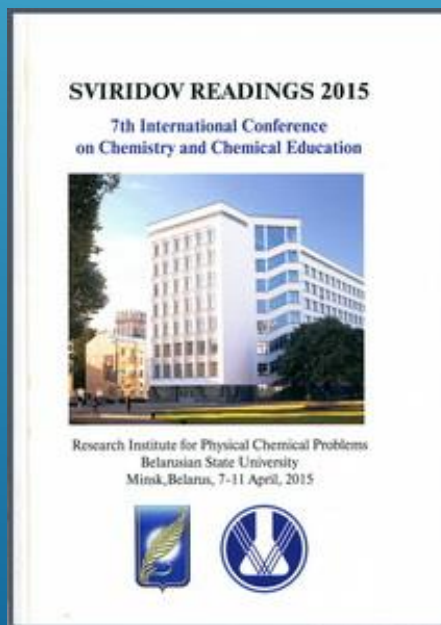
## ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВАДИМА ВАСИЛЬЕВИЧА СВИРИДОВА

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9 апреля 1931 г.  | Родился в селе Вязынь Вилейского района                                                                                                                                                                                                                  |
| 1945 г.           | Окончил Вязынскую семилетнюю школу                                                                                                                                                                                                                       |
| 1947 г.           | Окончил среднюю школу № 42 г. Минска                                                                                                                                                                                                                     |
| 1947 - 1952 гг.   | Студент химического факультета БГУ (г. Минск)                                                                                                                                                                                                            |
| 1952 - 1955 гг.   | Аспирант кафедры катализа БГУ (руководитель академик Б.В. Ерофеев)                                                                                                                                                                                       |
| 1955 г.           | Защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата химических наук на тему «Исследование влияния предварительного облучения на термический распад твёрдых веществ»                                                                                |
| 1955 – 1956 гг.   | Ассистент кафедры катализа БГУ                                                                                                                                                                                                                           |
| 1956 – 1964 гг.   | Доцент кафедры неорганической химии БГУ                                                                                                                                                                                                                  |
| 1965 – 2002 гг.   | Заведующий кафедрой неорганической химии БГУ                                                                                                                                                                                                             |
| 1973 г.           | Защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора химических наук на тему «Исследование химических эффектов действия света и ионизирующей радиации на системы, содержащие твёрдые тела, и разработка новых фотографических процессов и материалов» |
| 1975 г.           | Утверждён в учёном звании профессора                                                                                                                                                                                                                     |
| 1976 г.           | Присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки БССР»                                                                                                                                                                                               |
| 1979 – 1993 гг.   | Директор Научно-исследовательского института физико-химических проблем БГУ                                                                                                                                                                               |
| 1980 г.           | Избран членом-корреспондентом АН БССР                                                                                                                                                                                                                    |
| 1981 г.           | Член редколлегии «Журнала научной и прикладной фотографии и кинематографии»                                                                                                                                                                              |
| 1989 г.           | Избран действительным членом АН БССР                                                                                                                                                                                                                     |
| 1993 – 2002 гг.   | Главный научный сотрудник НИИ физико-химических проблем БГУ                                                                                                                                                                                              |
| 1995 г.           | Главный редактор журнала «Хімія: проблеми викладання»                                                                                                                                                                                                    |
| 1998 г.           | Награждён медалью Ф. Скорины                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 апреля 2002 г. | Умер в г. Минске. Похоронен на Московском кладбище                                                                                                                                                                                                       |



В память о Вадиме Васильевиче Свиридове, к 75-летию со дня рождения, 10 апреля 2006 г. на здании химического факультета БГУ установлена Мемориальная доска.

С 2004 года издается сборник статей «Свиридовские чтения». Тематика сборника определена направлениями научной школы, основанной В. В. Свиридовым



На базе БГУ проводится международная научная конференция «Свиридовские чтения»

Вадим Васильевич Свиридов. К 75-летию со дня рождения / [редкол.: О. А. Ивашкевич, С. К. Рахманов (отв. редакторы) и др.]. - Минск : БГУ, 2006. - 224 с., [9] л. фот. : ил. ; 22х17 см. - (Memoria et Gloria = Память и слава / редсовет: В. И. Стражев (пред.) и др.). - Библиогр.: с. 57-62, библиогр.: с.169-220



Книга посвящена научной и педагогической деятельности выдающегося белорусского учёного-химика Вадима Васильевича Свиридова. В ней представлены статьи В.В. Свиридова, в которых рассматриваются проблемы химического осаждения металлов и создания новых фототехнологий, пути дальнейшего развития химии как науки, а также биографический очерк, воспоминания учеников и последователей, список основных научных публикаций.

| СОДЕРЖАНИЕ                                                                                         |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MEMORIA ET GLORIA. ПАМЯТЬ И СЛАВА.....                                                             | 3   |
| ПРЕДИСЛОВИЕ (С. К. Рахманов, О. А. Ивашкевич) .....                                                | 4   |
| УЧЕНЫЙ, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ, ПЕДАГОГ .....                                                           | 5   |
| НАУЧНЫЕ СТАТЬИ В. В. СВИРИДОВА .....                                                               | 15  |
| Химическое и электрохимическое осаждение металлов.....                                             | 15  |
| Химия в XXI веке .....                                                                             | 63  |
| УЧЕНИКИ АКАДЕМИКА В. В. СВИРИДОВА И УЧЕНИКИ<br>ЕГО УЧЕНИКОВ .....                                  | 113 |
| ВОСПОМИНАНИЯ О В. В. СВИРИДОВЕ .....                                                               | 117 |
| Слово о наставнике, человеке, ученом (О. А. Ивашкевич) .....                                       | 117 |
| Ученый с большой буквы (С. К. Рахманов) .....                                                      | 120 |
| Уроки учителя (А. И. Лесникович) .....                                                             | 122 |
| Талант, доброжелательность, скромность (В. Е. Агабеков) .....                                      | 124 |
| Мой учитель (Г. А. Браницкий).....                                                                 | 126 |
| Научный лидер (А. И. Кулак) .....                                                                  | 149 |
| Как учил Вадим Васильевич (Т. Н. Воробьева) .....                                                  | 152 |
| Педагог с большой буквы (Т. П. Каратаева).....                                                     | 158 |
| С Вами интересно работать (Т. В. Гавская, Г. П. Шевченко,<br>Т. П. Адамович, Г. А. Полкович) ..... | 161 |
| ПУБЛИКАЦИИ В. В. СВИРИДОВА .....                                                                   | 169 |
| ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ<br>В. В. СВИРИДОВА .....                                        | 221 |



ХИМИЯ – НАУКА И СУДЬБА

## ДИНАСТИЯ СВИРИДОВЫХ

13

- 1 СУДЬБА УЧЕНОГО: СОЗДАНИЕ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ СЕМЬИ (ДИНАСТИЯ ПИЧЕТА)
- 2 ПОМОГАЯ СТРАНЕ ВЫЖИТЬ И ПОБЕДИТЬ (ДИНАСТИЯ ЛУКАШОВЫХ)
- 3 ЭПОХА СОЗИДАНИЯ (ДИНАСТИЯ СЕВЧЕНКО)
- 4 АКАДЕМИК, РЕКТОР, ГРАЖДАНИН (ДИНАСТИЯ АБЛАМЕЙКО)
- 5 СОЗДАТЕЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ (ДИНАСТИЯ УМРЕЙКО)
- 6 ИЗ ЛЕГЕНДАРНОЙ ДИНАСТИИ (ДИНАСТИЯ ЦАРЮК)
- 7 ЧЕЛОВЕК СВОЕГО ВРЕМЕНИ (ДИНАСТИЯ ИГНАТЕНКО)
- 8 МАТЕМАТИК С ДУШОЙ ЛИРИКА (ДИНАСТИЯ РАДЫНО)
- 9 ТЫ – ЭТО НЕ ТОЛЬКО ТВОЯ РАБОТА (ДИНАСТИЯ НАУМОВИЧ)
- 10 УПА – ЖИЗНЬ (ДИНАСТИЯ ПЕТРОВИЧ)
- 11 СЛУЖЕНИЕ ЮРИДИЧЕСКОЙ НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИЮ (ДИНАСТИЯ ЧИГИР)
- 12 ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРЕЗ ВСЮ ЖИЗНЬ (ДИНАСТИЯ ЛАПИНЫХ)
- 13 ХИМИЯ – НАУКА И СУДЬБА (ДИНАСТИЯ СВИРИДОВЫХ)
- 14 ФИЛОСОФИЯ КАК УЧИТЕЛЬСТВО (ДИНАСТИЯ ЧЕЛЯДИНСКИХ)

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## СУДЬБОЮ СВЯЗАНЫ С БГУ



Судьбою связаны с БГУ / [авт.: В. А. Наумович и др. ; под общ. ред. Р. П. Попка] ; БГУ. - Минск : БГУ, 2016. - С. 76-83

Адрес доступа:

<http://elib.bsu.by/handle/123456789/174325>



В. В. Свиридов

Академик Вадим Васильевич Свиридов – блестящий ученый, внесший большой вклад в развитие фотохимии твердого тела, гетерогенного катализа, физической химии высокоэнергетических веществ, синтетической нанохимии. На протяжении многих лет он руководил Институтом физико-химических проблем БГУ и кафедрой неорганической химии, создал крупный научно-исследовательский и педагогический коллектив, во многом определивший лицо химической науки в нашей стране.

Вадим Васильевич Свиридов родился 9 апреля 1931 г. в селе Вязынь Вилейского района, входившего в состав Западной Беларуси. Его мать Стефанида Павловна, дочь священника, до 1918 г. работала учительницей младших классов, а после замужества, по обычаю того времени, стала домохозяйкой. Отец Василий Александрович, выходец из Центральной России, в Первую мировую воевавший в Беларуси и оставшийся там после войны, лечил местных жителей в маленькой сельской больнице; он скоропостижно скончался в 1937 г.

Школьные годы В. В. Свиридова пришлось на военное время, что наложило отпечаток на весь процесс обучения. Огромное упорство и способность к самообразованию позволили ему не только приобрести в этих условиях систематические знания, но и в 1945 г. сдать экстерном экзамены, поступить сразу в девятый класс и закончить среднюю школу в 16 лет.

Большое значение для завершения образования имел тот факт, что в десятом классе В. В. Свиридов учился в средней школе № 42 г. Минска, куда попал по счастливому стечению обстоятельств: это была ближайшая школа к дому родственников, у которых он жил, приехав учиться в Минск. Данная школа по уровню преподавательского состава и педагогическим подходам, требованиям, предъявляемым к ученикам, напоминала современный лицей или гим-

В. В. Свиридов  
за рабочим столом.  
1954 г.



## Памяти учителя

*А. И. Лесникович, академик НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и методики преподавания БГУ, председатель редакционного совета журнала «Хімія: проблеми викладання»;  
Д. И. Мычко, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии БГУ*

Время проходит, но сказанное слово остаётся.

Л. Н. Толстой

В апреле этого года исполнилось бы 80 лет со дня рождения академика Вадима Васильевича Свиридова. Если в нескольких словах попытаться охарактеризовать его заслуги перед наукой, то можно отметить, что он создал ныне действующую школу белорусских химиков, к которой причислить себя может любой химик в нашей стране. Несмотря на то что Вадима Васильевича не стало в 2002 году, до сих пор будущих химиков в школах учат по написанному им и его сотрудниками задачку. По Свиридову студенты I курса химического факультета осваивают азы неорганической химии и химического эксперимента. Вся его жизнь может служить ярким примером для воспитания новых поколений учёных.

Родился Вадим Васильевич в деревне Вязынь Вилейского района Минской области. В 16 лет он поступает на химический факультет Белорусского государственного университета и в 24 года защищает кандидатскую диссертацию. В те годы заниматься наукой было непросто: материальная база университета была весьма скудной. На всём химическом факультете БГУ обучалось чуть более 100 человек (сейчас на одном курсе их более 150). Но Вадиму Васильевичу повезло: он влился в активную научную деятельность в 1960-е годы, на самом подъёме развития химической науки и промышленности. Вместе с другими учёными и педагогами он опосредованно её скорей-

шему развитию. В 34 года он возглавляет кафедру неорганической химии, которая в 1978 году стала центром формирования Института физико-химических проблем БГУ. За свою жизнь им подготовлено более 70 кандидатов наук и 7 докторов наук. Он является автором трёх монографий, около 500 научных статей и более 120 изобретений.

Для всех нас, кто работал рядом с Вадимом Васильевичем, он был и остаётся Учителем как в профессиональном смысле этого слова, так и в философском. Он был просто удивительным человеком и по складу ума, и по энергетике, которая пробуждала у всех творческое начало. Именно его человеческие качества более всего сохранились у нас в памяти о нём, и о них нам хотелось бы рассказать.

### А. И. Лесникович:

На вступительных экзаменах абитуриент запутался в задаче, но не сдался, а стал доказывать экзаменатору — ассистенту Г. И. Васильевой, что задача сформулирована некорректно.

Вадим Васильевич, слушая ответ другого поступающего, искоса поглядывал на спорящих. Потом, как старший на экзамене, сказал:

— Давайте, я его поспрашиваю.

И поспрашивал. Вместе поставили пятёрку. А ведь мог бы...

Так я впервые познакомился с Вадимом Васильевичем и получил первый

урок, как надо принимать экзамен. Потом я не раз сдавал ему экзамены, принимал их вместе с ним, многому научился, но первое впечатление о требовательном и доброжелательном экзаменаторе только укреплялось. Оцепок он не жалел, но, даже получив «отлично», ты уходил с чувством долга перед ним за недоученное и недопонятое.

Лекционный курс по общей и неорганической химии на первом курсе химфака циклом лекций открывал заведующий кафедрой неорганической химии Н. Ф. Ермоленко — профессор, академик. Всё проходило степенно, важно и интересно. Слушали его с почтением и уважением. Потом лектора сменял, как и было запланировано, молодой кандидат наук В. В. Свиридов. Не просто было ему сгладить контраст! Студенты, наши предшественники, на аудиторной демонстрационной таблице периодической системы Д. И. Менделеева, не броско, но чётко, придерживаясь табличной формы подачи химических элементов, написали в пустой клеточке таблицы: Sw — свиридий, 78 кг. Мы с интересом ждали появления лектора, чьим именем, хотя и в шутку, но всё-таки назван химический элемент. В этой шутке чувствовалось уважение студентов-химиков к своему преподавателю.

И не разочаровались. Активный и увлекающийся, он быстро завоевал наши симпатии. И воль внимания «свиридий», будто говорил: «Пачкайте, пачкуну!»

Мелочь? Нет, урок! Когда меня в некоторых СМИ обвиняли во всех реформаторских грехах в науке, я вспоминал «свиридий».

Увлекая нас, Вадим Васильевич увлекался и сам, иногда (очень редко) слегка зацутывался. Наивный первокурсник подходит к нему в перерыве и, стесняясь, говорит:

— А там же должно быть 0,01, а не 0,1!

— Да? — несколько смущается Вадим Васильевич. — Наверно, ошибся.

— А Вы готовитесь к лекции? — осмелел первокурсник.

— Ну... просматриваю...

И неожиданно спрашивает:

— А Вы не хотите заняться научной работой?

Так я получил ещё один урок — не пропусти любопытного. Возможно, что он — любопытательный.

Вадим Васильевич не корпел над каждым студентом, занимавшимся в научном кружке. Он прикреплял их к аспирантам и сотрудникам. Я попал «в руки» аспиранта Г. А. Браницкого (счастливый случай, скажу я вам!), а точнее — продуманная тактика Вадима Васильевича. Более увлечённые трудолюбивее, чем Геннадий Алексеевич Браницкий, встречаются редко. Работали вечерами? Нет! Ночами возвращались пешком в общежитие, так как общественный транспорт уже не ходил.

И это тоже был урок: как надо работать, чтобы чего-нибудь добиться.

Уроков было много: как писать (самому!), как выступать. О всех не расскажешь. Но ещё об одном — как искать — не вспомнить нельзя.

Искать мне пришлось, попав на дипломную работу в Немецкую академию наук. Перед отъездом Вадим Васильевич лишь посоветовал не уходить в совершенно незнакомую область исследований. И когда президент академии предоставил возможность выбрать любое из множества химических направлений ряда институтов, я вспомнил его совет. После моего возвращения на родину Вадим Васильевич не препятствовал продолжению моей «немецкой» работы и помог «вписать» её в кафедральную тематику. Так родилась моя кандидатская диссертация на основе исследования фундаментального характера.

Но что дальше? Для развития исследований нужны средства.

— Их надо зарабатывать, — сказал Вадим Васильевич.

И снова поиск, но уже заказчиков. Снова помог он. Его научные контакты простирались по всему СССР, в том числе и в Сибирское отделение Академии наук, где работал будущий академик РАН В. В. Болдырев. Из сибир-

Лесникович, А.И. Химия как наука (памяти учителя) / А.И. Лесникович // Свиридовские чтения: сборник статей. Вып. 6 / БГУ, НИИ физико-химических проблем, Хим. фак., Каф. неорганической химии; [редкол.: О. А. Ивашкевич (пред.) и др.]. - Минск: БГУ, 2010. – С.191-196.  
Адрес доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/228237>

УДК 54:1

А. И. ЛЕСНИКОВИЧ

### ХИМИЯ КАК НАУКА (ПАМЯТИ УЧИТЕЛЯ)

Время проходит,  
но сказанное слово остается.  
*Л. Н. Толстой*

В 1999 г. Вадим Васильевич Свиридов опубликовал статью «Химия в XXI веке» [1], в которой отмечал, что происходит расчленение химической науки на составляющие, которые можно рассматривать как самостоятельные науки, и что вместо термина «химия» можно пользоваться термином «химические науки». Что же мы видим сегодня, по прошествии десяти лет XXI в.?

Некоторые мнения о химии как науке высоко рейтинговый журнал «Nature» опубликовал в 2006 г. в статье Филиппа Болла «Chemistry: What chemists want to know» [2]. В ней говорится об окончании эпохи химии потому, что в химии не осталось великих загадок, а на фоне закрытия факультетов и сокращения общего числа студентов многие химики перестают воспринимать родную науку как одну из ведущих. Химия превращается в удобный инструмент, с помощью которого ученые разного профиля формулируют и решают свои важные задачи.

Даже в ЮНЕСКО, можно сказать, обеспокоились судьбой химии и объявили 2011 г. Годом химии.

Необходимо подчеркнуть, что Вадим Васильевич не писал о поглощении химии другими науками. В «расчленение» химии он вкладывал смысл ее приумножения, формирования своего рода генеалогического древа, а не ассимиляцию и вырождение. Хочется надеяться, что Вадим Васильевич видел дальше современных пророков. Но только надеяться — этого мало, особенно преподавателям. Надо соответствующим образом подать химию школьникам и студентам. Все ли благополучно в этом плане? Рассмотрим несколько примеров.

В статье «Валентность» [3] Вадим Васильевич писал, что по мере развития науки смысл ее понятий углубляется, что в химии не уделяется должного внимания анализу смысла и области применимости используемых понятий. В частности, «...вопрос о наведении порядка с использованием термина «валентность» очень актуален», и ряд старых трактовок этого понятия, как например валентность по водороду (стехиометрическая), не потерял смысла, особенно на начальной стадии изучения химии.

С развитием теории химической связи смысл понятия «валентность» то углублялся путем приравнивания его числу химических связей, т. е. фактически путем сужения смысла понятия до характеристики состояния атома в молекуле, то изменялся путем замены «способности» ее мерой, или неоправданно расширялся путем отождествления валентности с теорией химической связи. Не



различного типа (открытые, закрытые, с возможностью множественного выбора) из сформированной им базы данных с последующим детальным анализом результатов обучаемого, как индивидуальных, так и коллективных, а также возможностью проанализировать качество тестовых вопросов с учетом числа студентов, которые успешно справились с вопросом. При анкетировании студенты указывают на то, что контрольные задания в электронной системе проще, чем аудиторские контрольные работы, что, вероятнее всего, связано с неограниченной возможностью пользоваться любыми материалами при выполнении контрольных работ в электронном виде.

Таким образом, электронное обучение является современным, мобильным, идеологически близким для студентов образовательным методом обучения, обладающим рядом неоспоримых преимуществ как для обучаемого, так и для преподавателя. Для студента в данном подходе наиболее важна свобода и гибкость образовательного процесса. Преподавателю использование данного метода позволяет легче донести образовательный материал до студента, персонализировать обучение, а также провести глубокий и всесторонний анализ результатов обучения.

#### Список литературы

1. Строение вещества (5 курс) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dl.bsu.by/course/view.php?id=890>. – Дата доступа: 01.02.2018.
2. Биоинформатика и компьютерное конструирование лекарств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/957/>. – Дата доступа: 01.02.2018.

#### Научная школа академика В. В. Свиридова в области методики преподавания химии

Е. И. Василевская

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
e-mail: [Vasileli@bsu.by](mailto:Vasileli@bsu.by)

К заслугам академика В. В. Свиридова следует отнести не только, создание школы в области неорганической химии и химии конденсированного состояния, но и формирование педагогического коллектива, во многом определившего содержание и направления подготовки специалистов-химиков. Одним из направлений научно-методической работы на кафедре неорганической химии являлась модернизация содержания химического образования в высшей школе. Основной упор был сделан на объяснение закономерностей в изменении

свойств элементов на основе достижений в области термодинамики и строения вещества. Под руководством академика В. В. Свиридова к концу 1960-х годов было существенно переработано содержание курса неорганической химии, а подготовленная коллективом кафедры развернутая программа курса общей и неорганической химии была принята в качестве базовой для химических факультетов всех университетов Советского Союза. Значительное внимание было уделено методике проведения семинарских занятий и организации лабораторного практикума по неорганической химии, что послужило основой для развития и реализации обучающее-исследовательского принципа организации учебного процесса. Одновременно развивалась тестовая система контроля знаний, были заложены основы для создания рейтинговой системы оценки учебной деятельности студентов.

Большое внимание академик В. В. Свиридов уделял отражению в учебном процессе результатов оригинальных научных исследований, в том числе и выполняемых сотрудниками кафедры. Это нашло и находит отражение в содержании учебных дисциплин, предлагаемых студентам, специализирующимся на кафедре, а также в создании в последние десятилетия принципиально новых учебных курсов, таких как «Нанохимия», «Прикладная квантовая химия», «Химия конденсированных систем», «Бионеорганическая химия», «Био- и хемоинформатика», «Химия молекулярно организованных систем», «Химическая устойчивость конструкционных материалов» и др. Подготовлен уникальный курс «Химия: введение в специальность», призванный показать студентам, какое место занимает химия в структуре современных наук. Для методического обеспечения указанных курсов преподавателями кафедры подготовлены и изданы с грифом Министерства образования Республики Беларусь соответствующие учебные пособия.

Еще одним направлением научно-методической работы школы академика В.В. Свиридова является реализация преемственности в системе непрерывного химического образования. Будучи главным редактором журнала «Химия: проблемы выкладки» академик В. В. Свиридов занимался анализом состояния преподавания химии в средней школе, обращал внимание на реализацию научного подхода в рассмотрении химических процессов и явлений при сохранении доступности учебного материала для школьников. Эти тенденции сохраняются и в нынешней издательской политике журнала под руководством ученика В. В. Свиридова – доцента Д. И. Мычко. Многие идеи академика В. В. Свиридова были реализованы и при создании белорусских учебников химии для средних и средних специальных учебных заведений.

Подготовка студентов и аспирантов, обеспечение возможностей для их всестороннего развития также всегда были в центре внимания коллектива,

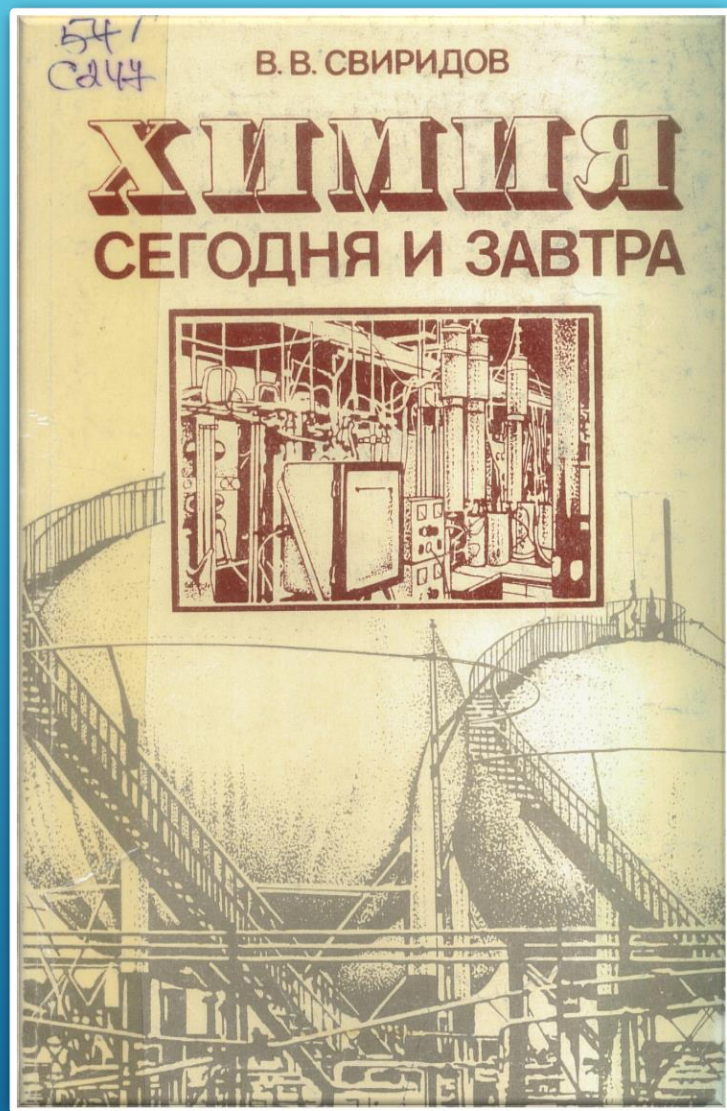
#### SVIRIDOV READINGS 2018

8th International Conference  
on Chemistry and Chemical Education



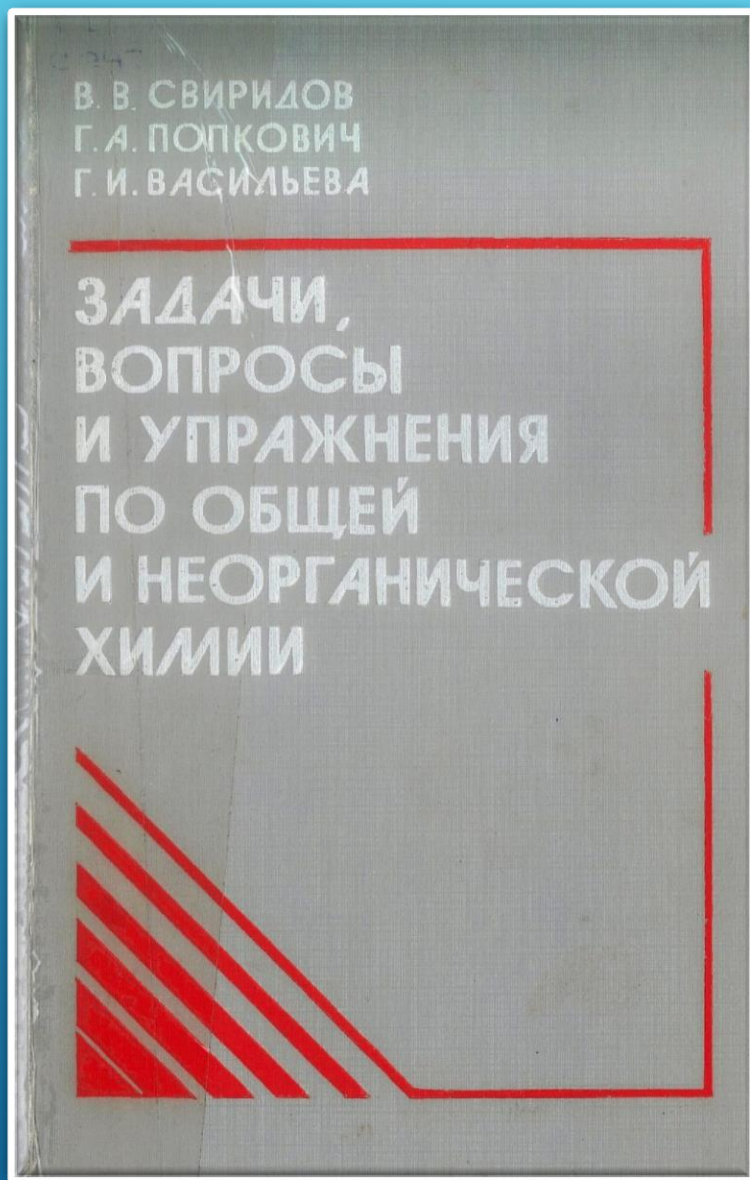
Research Institute for Physical Chemical Problems  
of the Belarusian State University,  
Chemical Department of the Belarusian State University,  
Minsk, 10–13 April, 2018





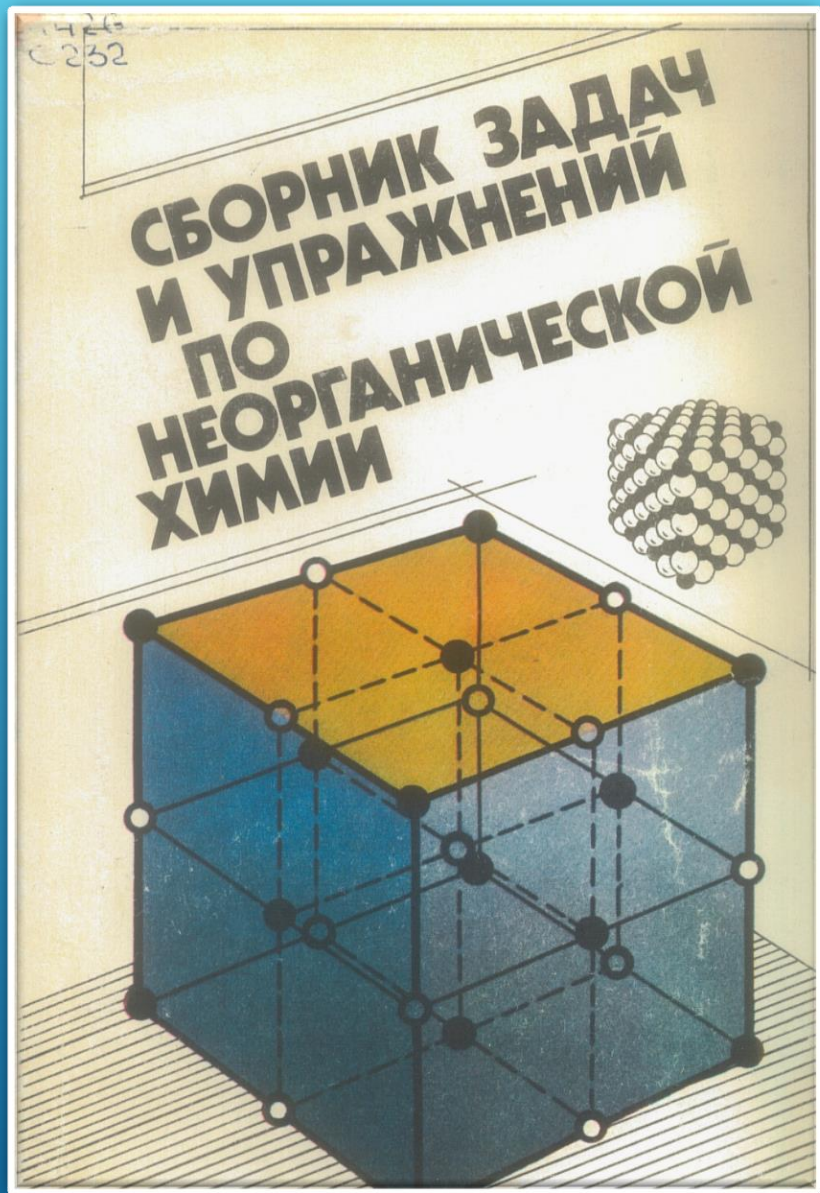
Рассматриваются особенности современной химии, её взаимосвязь с другими науками, значение для различных отраслей народного хозяйства.

Свиридов, Вадим Васильевич Химия сегодня и завтра / Свиридов, Вадим Васильевич; В. В. Свиридов. - Минск: Университетское, 1987. - 126, [2] с.



Сборник составлен в соответствии с программой по неорганической химии для химических факультетов университетов. Вопросы, упражнения и задачи сборника требуют широкого привлечения представлений структурной химии, химической термодинамики и отчасти кинетики.

Свиридов, В. В. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии: учеб. пособие для студ. хим. спец. вузов / В. В. Свиридов, Г. А. Попкович, Г. И. Васильева. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Минск: Университетское, 1991. - 350с.



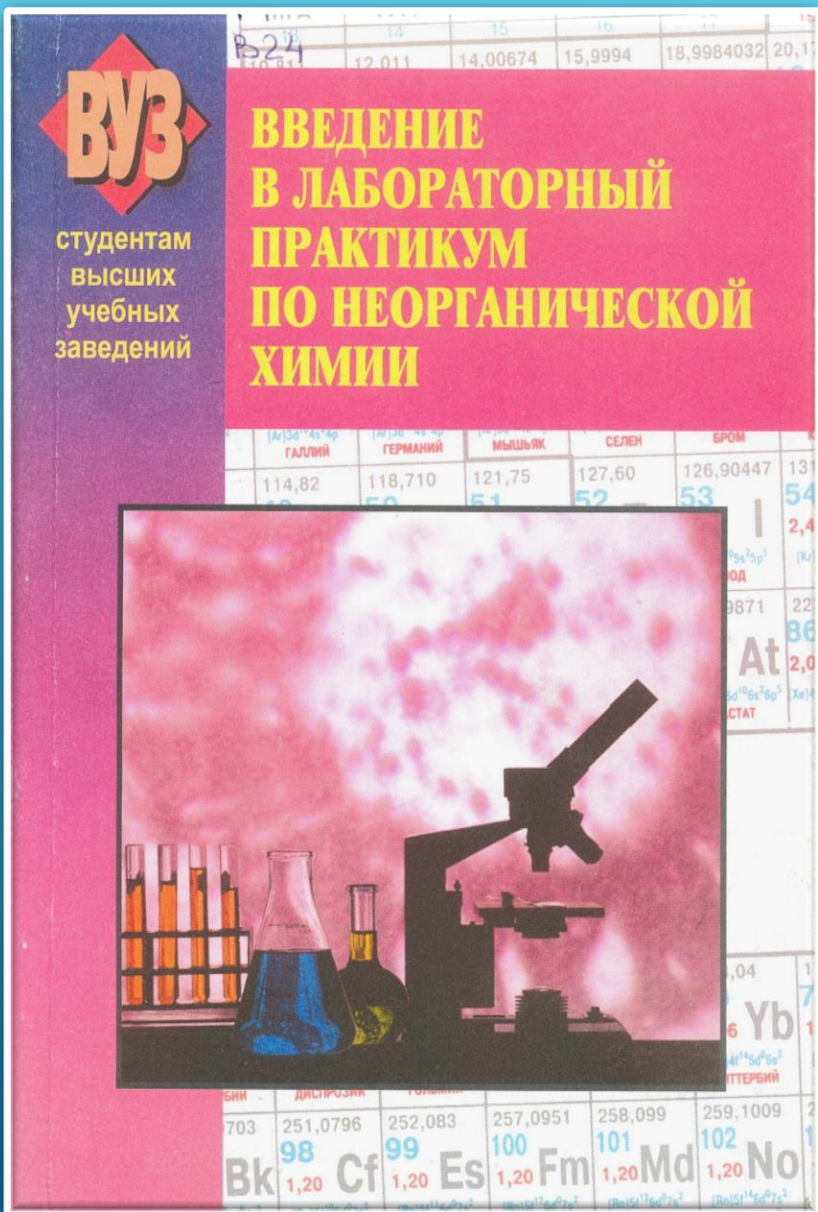
Сборник включает вопросы, задачи и упражнения по всем изучаемым в средней школе разделам неорганической химии.

Сборник задач и упражнений по неорганической химии : пособие для учителя / [В. В. Свиридов и др.]. - Минск : Народная асвета, 1985. - 207 с.



Пособие предназначено для лабораторного практикума по неорганической химии, направленного на ознакомление с неорганическим синтезом и освоение начал химического эксперимента.

Свиридов, Вадим Васильевич Неорганический синтез: Учеб. пособие для студ. хим. спец. высш. учеб. заведений / В.В.Свиридов, Г.А.Попкович, Е.И.Василевская. - Минск.: Універсітэцкае, 2000. - 224с.



Наряду с традиционными разделами вводного практикума по химии пособие содержит дополнительную информацию для студентов специальностей «Химия лекарственных препаратов» и «Экология». Индивидуальные задания, вопросы и ситуационные задачи для самоконтроля позволяют применять исследовательский подход в обучении.

Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие для студ. хим. спец. вузов / В.В.Свиридов, Г.А.Попкович, Е.И.Василевская, Н.В.Логинова. - Минск: Вышэйшая школа, 2003. - 95с.

541  
С24

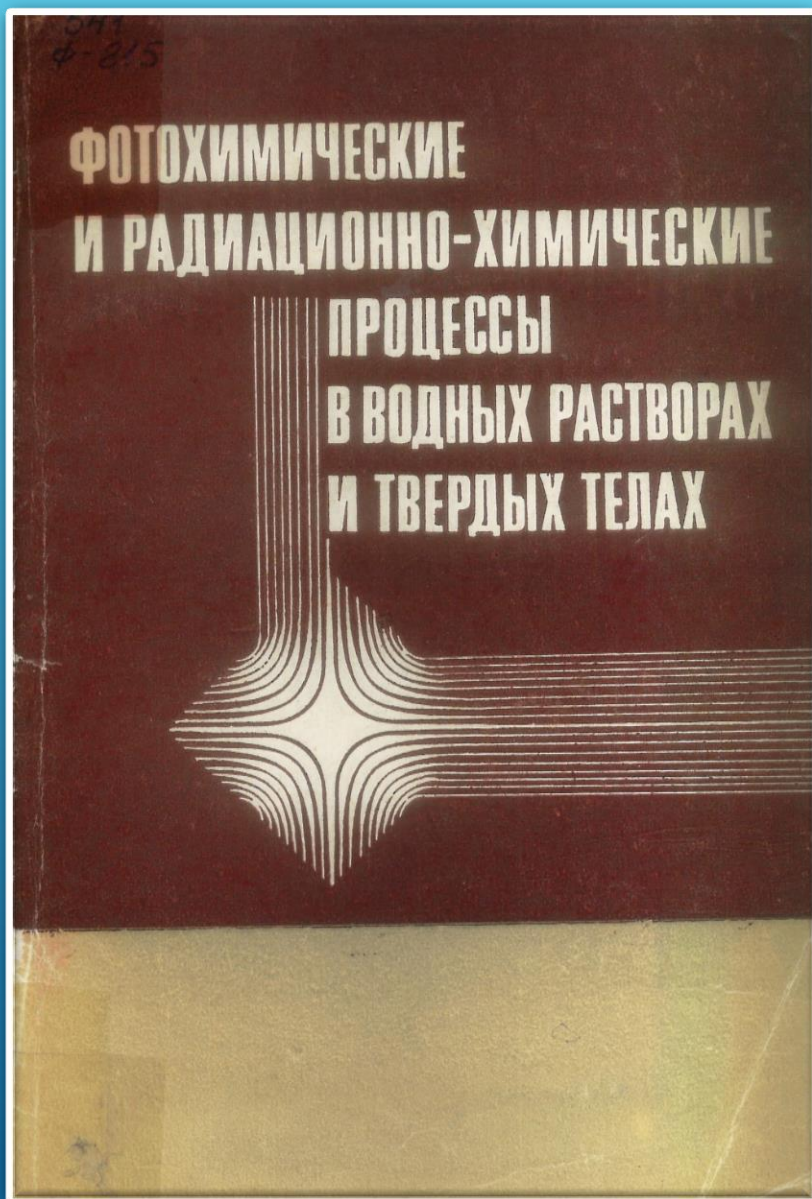
*В.В. Свиридов*

**ФОТОХИМИЯ  
и РАДИАЦИОННАЯ  
ХИМИЯ  
ТВЕРДЫХ  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
ВЕЩЕСТВ**

*Минск - 1964*

В первой части рассматриваются общие особенности действия излучений на твёрдые тела и научные данные о фотолизе и радиоллизе нескольких классов химических соединений, наименее стойких к действию излучений и наиболее подробно изученных. Во второй части книги рассмотрен материал о химическом действии излучений на другие классы неорганических соединений.

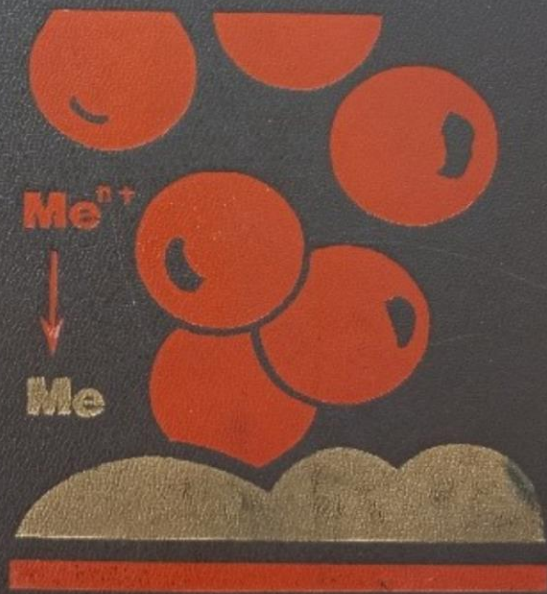
Свиридов, Вадим Васильевич Фотохимия и радиационная химия твердых неорганических веществ: [в 2 ч.]. Ч. 1 / В. В. Свиридов. - Минск: Высшая школа, 1964. - 390 с.



В сборнике подытожены результаты исследований фотолиза и радиолiza твёрдых веществ, жидкофазного и низкотемпературного фотолиза и радиолiza комплексных соединений, а также особенностей сенсibilизации твёрдыми телами фотохимических реакций в водных растворах.

Фотохимические и радиационно-химические процессы в водных растворах и твердых телах: [сб. статей] / БГУ им. В. И. Ленина; под ред. В. В. Свиридова, Г. А. Шагисултановой. - Минск: [б. и.], 1970. - 192 с.

# ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ растворов



Даётся общая характеристика реакций химического осаждения металлов из растворов. Рассматривается механизм реакций восстановления ионов меди, никеля и серебра различными восстановителями. Приводятся данные о возможности использования реакций для получения покрытий, металлических порошков, а также для фотографического проявления.

Химическое осаждение металлов из водных растворов / [В. В. Свиридов и др.]; под ред. В. В. Свиридова. - Минск: Университетское, 1987. - 272 с.

Свиридов В.В. Химическая наука в Белорусском государственном университете / В.В. Свиридов, Г.А. Браницкий, О.А. Ивашкевич // Выбранные навуковыя працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта. У 7 тамах. Том V. Хімія / В. В. Свірыдаў (адк. рэд.) і інш. - Мінск: БДУ, 2001. - С. 6-13.

Адрес доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/223717>

В. В. СВИРИДОВ, Г. А. БРАНИЦКИЙ, О. А. ИВАШКЕВИЧ

### ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА В БЕЛОРУССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Начальный этап развития исследований в области химии в Белорусском государственном университете относится к первым десяти годам его существования (1921–1931) – до организации химического факультета. В это время основная задача двух химических кафедр – неорганической химии и органической химии – заключалась в налаживании преподавания химических дисциплин на факультетах нехимического профиля и создании условий, необходимых для проведения научных исследований на кафедрах. Много внимания уделялось определению химического состава геологических объектов в связи с изучением минеральных и топливных ресурсов республики (профессор Б. М. Беркенгейм). Проведены первые исследования в области органической химии – по проблемам химических превращений терпенов и окисления перекисями органических аминов (профессор Н. А. Прилежаев), а также в области коллоидной химии и химии поверхностных явлений (Н. Ф. Ермоленко).

Второй этап развития химии в университете охватывает 1931–1941 гг. В этот период осуществлялись исследования в области коллоидной, физической и органической химии. В рамках коллоиднохимических исследований обнаружены новые явления седиментационной тиксотропии и ламинарной коагуляции; установлен ряд закономерностей процессов, связанных с разработкой подходов к регулированию устойчивости коллоидных растворов и суспензий различного химического состава; начаты исследования адсорбционных свойств природных адсорбентов (профессор Н. Ф. Ермоленко). Выполнен цикл работ по установлению закономерностей и механизма периодических реакций, протекающих в полимерных средах; установлен характер изменения физических свойств в рядах родственных органических соединений (профессор В. К. Никифоров). Изучались закономерности растворения металлов в растворах галогенидных солей; выполнены исследования, направленные на выяснение возможностей получения полезных продуктов из торфа и другого природного сырья (профессор Э. В. Змачинский).

Активно развивались и начаты профессором Н. А. Прилежаевым в предыдущее десятилетие исследования в области органической химии. Был осуществлен большой цикл исследований реакций конденсации ацетилена с ароматическими аминами различных классов (профессор Н. С. Козлов). Проводились

также исследования, связанные с получением дубителей кожи (синтетические дубители из торфяной смолы) и красителей для кожи (профессор С. Г. Осипенко).

Свои первые исследования по проблеме физической химии поверхностных явлений выполнил Г. И. Старобинец, ныне здравствующий старейший сотрудник химического факультета член-корреспондент НАН Беларуси. Появились также первые работы М. М. Павлюченко (в будущем академика), относящиеся к изучению кинетики и механизма гетерогенных химических реакций.

Третий период истории развития химической науки в университете охватывает 40-е и первую половину 50-х гг. Это были годы, когда восстанавливалось то, что было разрушено во время войны, и закладывался фундамент исследований, в дальнейшем определивших основные направления работы кафедр химического факультета.

На кафедре неорганической химии под руководством академика Н. Ф. Ермоленко стало развиваться обширное направление исследований закономерностей адсорбции из различных сред и структуры адсорбентов различных классов. Много внимания уделялось изучению адсорбционных свойств гидроксидов и оксидов. Параллельно велись работы по физико-химии процессов сорбции полимерами компонентов растворов и паров органических веществ, по развитию рефрактометрического метода применительно к установлению состава малостабильных комплексов солей в водных растворах, по проблемам растворимости солей в смешанных водно-неводных средах.

Обширные исследования в области кинетики и механизма топочимических и других твердофазных реакций (реакций термического разложения и восстановления твердых веществ, реакций их окисления, реакций взаимодействия двух твердых веществ) были проведены на кафедре физической химии под руководством академика М. М. Павлюченко и на кафедре катализа под руководством академика Б. В. Ерофеева. Параллельно с этим Б. В. Ерофеев вел исследования по кинетике и механизму автоокисления органических соединений в присутствии различных гомогенных катализаторов. М. М. Павлюченко организовал новые направления исследований по химии целлюлозы (окисление целлюлозы оксидами азота) и по установлению закономерностей химической модификации поверхности изделий из стали, обеспечивающей повышение их износостойкости. Интенсивно велись начатые ранее Г. И. Старобинцем работы, внесшие значительный вклад в решение проблемы физико-химии поверхностных явлений, изучение структуры растворов и закономерностей сорбции компонентов растворов высокополимерами.

Работы в области синтеза органических соединений, выполнявшиеся на кафедре органической химии под руководством ее заведующего, профессора Ф. Г. Осипенко, были в основном сосредоточены на проблемах химии фенолов. Кроме того, в 50-е гг. начал активную научную деятельность И. Г. Тищенко (в дальнейшем член-корреспондент АН БССР). Он изучал вопросы синтеза  $\alpha$ -окисей винилалкилетонов и образующихся из них непредельных  $\beta$ -метоксикетонов, а также различные превращения полученных кетокисей, что

Свиридов В.В. Химическое и электрохимическое осаждение металлов / В.В. Свиридов // Химические проблемы создания новых материалов и технологий. сб. ст./под ред. В. В. Свиридова - Минск, 1998. - Вып.1. – С.323-366.

<https://elib.bsu.by/handle/123456789/90611>

Химические проблемы создания новых материалов и технологий

Минск 1998

В.В. Свиридов

## ХИМИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

### ВВЕДЕНИЕ

Наряду с универсальными приемами низкотемпературного получения металлов путем электрохимического восстановления его растворимых соединений, существует возможность проводить химическое восстановление многих металлов в растворах, причем в обоих случаях дисперсность, структура и морфология продукта зависят от состава реакционной среды и условий проведения реакции. Реакции химического осаждения металлов (ХОМ) занимают важное место среди реакций синтеза твердых веществ с регулируемой структурой. В отличие от процессов электрохимического восстановления, при химическом восстановлении металлов реакция может протекать не только на электропроводящей поверхности, но и в объеме раствора, а также на поверхности диэлектрика (при условии, что на нее нанесен катализатор реакции). В большинстве случаев реакции ХОМ носят автокаталитический характер, что облегчает их локальное протекание на твердых поверхностях.

В зависимости от состояния образующегося продукта и локализации реакции процессы ХОМ можно подразделить на три группы:

- 1) получение ультрадисперсных порошков различной дисперсности и золь металлов и сплавов (в этом случае реакция может не быть автокаталитической);
- 2) формирование пленок металлов на твердой поверхности — металлической и неметаллической, содержащей частицы катализатора реакции осаждения, или реагенты, пригодные для образования этих частиц;
- 3) селективное осаждение металлов на твердой поверхности или в объеме тонкого полимерного слоя в виде рисунков заданной геометрической конфигурации и наноструктур (агрегатов наночастиц), образующих фотографическое изображение.

В.В. Свиридов

В довольно обширной литературе, посвященной процессам ХОМ, заметное место занимают публикации, подводившие итоги исследований в этой области, выполненных в Институте физико-химических проблем и на кафедре неорганической химии Белорусского государственного университета. Эти исследования начались в конце шестидесятых годов на кафедре неорганической химии и до конца семидесятых годов в основном были направлены на изучение общих особенностей процессов ХОМ и процессов селективного осаждения. Центральное место в них занимало изучение впервые осуществленных в 1968–1969 гг. в БГУ ряда вариантов нового фотографического процесса с физическим несеребряным проявлением (в процессах физического проявления используются реакции химического осаждения).

Последние двадцать лет, наряду с продолжением этих работ, в НИИ ФХП стали проводиться исследования, рассчитанные на изучение закономерностей формирования и свойств металлических пленок из химически осаждаемых металлов и сплавов. С конца восьмидесятых годов они были дополнены исследованием процессов формирования при химическом восстановлении ультрадисперсных металлов. В то же время начаты работы по выяснению закономерностей электрохимического осаждения металлов, причем основное внимание уделялось и уделяется сопоставлению процессов формирования твердой фазы при осаждении электрохимическим методом и путем химического восстановления, хотя велись и ведутся в настоящее время работы, в которых изучаются процессы и продукты электрохимического осаждения, которые не могут быть получены посредством химического восстановления.

Основные итоги исследований в рассматриваемом направлении, наряду с многочисленными статьями и описаниями авторских свидетельств на изобретения, подведены в докторских диссертациях В.В. Свиридова (1973), Г.А. Браншкого (1987), С.К. Рахманова (1997) и в кандидатских диссертациях Г.П. Шевченко (1971), Т.В. Гаевской (1972), Т.Н. Воробьевой (1973), Л.П. Рогача (1973), Л.И. Степановой (1974), С.Н. Мальченко (1976), С.К. Рахманова (1978), А.В. Семешко (1980), В.Г. Соколова (1980), М.И. Ивановской (1980), Г.А. Рагойши (1982), С.П. Уточкиной (1984), Г.А. Соколик (1984), В.П. Бобровской (1984), Ю.В. Неченуренко (1985), Л.С. Цыбульской (1986), Е.И. Васильевской (1986), В.Н. Хвалюка (1987), Т.А. Шичковой (1988), В.С. Гурина (1989), Д.Л. Руткевича (1993), Н.Н. Григоренко (1993), В.П. Порошкова (1995), А.Л. Рогача (1995), И.Г. Новоторцевой (1996), Е.В. Ракович (1996).

Результаты работ, выполненных до 1986 г., обобщены в [1–5]. Содержание части более поздних работ рассмотрено в [6, 7]. Ссылки на публикации, относящиеся к последнему десятилетнему периоду исследований в рассматриваемой в данной статье области, будут приведены ниже.

В. В. СВИРИДОВ, Г. А. БРАНИЦКИЙ, С. К. РАХМАНОВ

# ГЕТЕРОГЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ И ВОДНЫХ РАСТВОРАХ, ПРИВОДЯЩИЕ К ОБРАЗОВАНИЮ НАНОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛОВ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

## ВВЕДЕНИЕ

В данной статье в предельно краткой форме рассмотрены основные результаты исследований по важной в научном и практическом отношении проблеме – установлению закономерностей образования и роста частиц металла и наноструктурированных металлических пленок с использованием для этих целей окислительно-восстановительных превращений в твердой фазе и растворах. Данные исследования начались в 1960-е гг. на кафедре неорганической химии под руководством одного из авторов данной статьи – В. В. Свиридова, и далее, будучи продолжены на этой кафедре, стали одним из основных научных направлений двух лабораторий созданного в 1978 г. Института физико-химических проблем Белгосуниверситета – лаборатории химии тонких пленок и фототехнологий (руководитель Г. А. Браницкий) и лаборатории химии фотографических процессов, переименованной в 2000 г. в лабораторию ультрадисперсных и наноструктурированных систем (руководитель С. К. Рахманов).

Так как процессы образования частиц серебра не осложняются различными побочными процессами и в то же время представляют значительный интерес в связи с решением многих задач практической направленности, то именно эти процессы и их продукты стали важнейшими объектами выполнявшихся работ. Много внимания в исследованиях было уделено также и процессам, приводящим к образованию других металлов – меди, никеля в виде малых частиц и тонких пленок.

Рассмотренные ниже результаты, относящиеся к изучению фотолиза и термического разложения ряда солей серебра и фотохимического восстановления его ионов были получены в основном в 1960-е гг., но их научная значимость не снизилась за прошедшие десятилетия (Г. А. Браницкий, Н. И. Кунцевич, Г. П. Шевченко, Т. Н. Воробьева, Т. М. Пушкарёва, Т. М. Леонова, Т. П. Каратеева и др.). В развитие этих работ в период 1969 – конец 1980 г. стали проводиться исследования в области химии фотографических процессов в галогенидосеребряных слоях (Г. А. Браницкий, С. К. Рахманов, В. Д. Сташенок,

Свиридов В.В. Гетерогенные химические реакции в твердых телах и водных растворах, приводящие к образованию нанодисперсных металлов и наноструктурированных металлических пленок // В.В. Свиридов, Г.А. Браницкий, С.К. Рахманов // Выбранные научные работы Беларускага дзяржаўнага універсітэта. У 7 тамах. Том V. Хімія / В. В. Свірыдаў (адк. рэд.) і інш. - Мінск: БДУ, 2001. - С. 15-46.

Адрес доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/223720>

## ВЫБРАННЫЕ НАУКОВЫЕ РАБОТЫ БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА

У СЯМІ ТАМАХ

V

ТОМ

ХІМІЯ

МІНСК  
БДУ  
2001

15. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 192, 247, 253.
16. НА РБ. Там жа. Спр. 690. Арк. 33, 37.
17. Там жа. Спр. 721. Арк. 1–3.
18. Габрыеляў, У. Другім паўгоддзі працаваць лепш // За лєнін. кадры. 1938. 21 студ.
19. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 246.
20. Бабраўніцкі У. С. Аб дысцыпліне // За лєнін. кадры. 1938. 23 лют.
21. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 246.
22. За лєнін. кадры. 1938. 23 лют.
23. Кавалевіч. Узмацнім абаронную работу // За лєнін. кадры. 1938. 23 лют.; Кавалевіч. Моладзь авалодае абароннай справай // Там жа. 1938. 11 крас.; Луцэвіч Ф. Студенты-мотоциклисты // Сов. Белоруссия. 1938. 29 марта; Чырв. змена. 1938. 4 чэрв.; Канстанцінаў Ф. Пілот // За лєнін. кадры. 1938. 8 сак.
24. За лєнін. кадры. 1938. 8 сак.
25. Паўлоўскі Я. Рука руку мые... // За лєнін. кадры. 1938. 22 сак.; Бірылка. Эканомія на гразі і пыле // Там жа. 1938. 11 крас.
26. Першамайская калона студэнтаў // Чырв. змена. 1938. 21 крас.; Святя 1 Мая // За лєнін. кадры. 1938. 1 траўня.
27. Вышэй якасьці апацыйнай работы // За лєнін. кадры. 1938. 14 траўня; Куксо А. Г. Апацыя на выбарчым участку // Там жа; Цярэшчанка. Вывучаем выбарчы закон // Там жа; Наш кандыдат у дэпутаты Вярхоўнага Савета БССР // Там жа. 1938. 14 чэрв.
28. Права на асьвету // За лєнін. кадры. 1938. 14 чэрв.
29. Архіў КДБ РБ. Там жа. Арк. 2, 4, 216.
30. Там жа. Арк. 1, 9.
31. Там жа. Арк. 18–33.
32. Там жа. Арк. 36, 39, 40, 46–53.
33. Там жа. Арк. 59, 62.
34. Там жа. Арк. 63–66.
35. Там жа. Арк. 73, 94–95, 110–117, 153–154.
36. Там жа. Арк. 162, 163, 172, 175, 192.
37. Там жа. Арк. 168–169.
38. Там жа. Арк. 212, 222–236.
39. Там жа. Арк. 238–240, 246–248, 255.
40. Там жа. Арк. 258–260.
41. Архіў БДУ. Там жа. Арк. 8, 22, 10, 11, 23, 12.
42. Там жа. Арк. 3, 40, 20.
43. Там жа. Арк. 33, 34, 39, 40, 41, 42, 47, 48, 50.
44. Там жа. Арк. 36–38.
45. Там жа. Арк. 44.
46. Там жа. Арк. 59.
47. Там жа. Арк. 59.
48. Архіў БДПУ імя М. Танка. Воніс супрацоўнікаў. Спр. 888. Арк. 12.
49. Там жа. Арк. 11, 23–24.
50. Там жа. Арк. 18–19, 25, 28, 32, 35.

Поступила в редакцию 10.01.2001.

УДК 541

В. В. СВИРИДОВ

#### КАФЕДРЕ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ – 80 ЛЕТ



Свиридов Вадим Васильевич – академик НАН Беларуси, академик Академии образования Республики Беларусь, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической химии, главный научный сотрудник НИИ ФХП. Научные интересы относятся к областям химии твердого тела, синтеза ультрадисперсных неорганических веществ и тонких пленок, фотохимии неорганических систем. Автор более 450 научных статей, трех монографий, 6 учебных пособий.

The paper briefly describes the accomplishments of the Chair of Inorganic Chemistry of Belarussian State University in chemical education, scientific researches, and training of specialists according to PhD programs between 1921 and 2001.

В краткой статье можно лишь в самых общих чертах охарактеризовать деятельность кафедры неорганической химии за время ее существования. Задача облегчается тем, что, во-первых, в этом же но-

мере журнала содержатся материалы об истории химического факультета в целом (авторы Г.А. Браницкий и Т.П. Каратаева) и об его жизни в довоенный период (автор Г.Л. Старобинец), а во-вторых, в последние годы опубликовано несколько статей [1–8], в которых в той или иной степени отражены итоги научной деятельности кафедры неорганической химии и тесно связанных с ней лабораторий Института физико-химических проблем БГУ.

Кафедра неорганической химии была организована с момента открытия университета в 1921 г., правда, вначале ее функции были более широки и она называлась кафедрой неорганической, аналитической и физической химии. После создания химического факультета (1931 г.) из состава этой кафедры были выделены кафедры физической (1933 г.) и аналитической химии (1934 г.).

В некоторых из названных выше материалов этот период жизни кафедры нашел достаточно полное отражение точно так же, как и исключительно плодотворная научная и учебная деятельность академика Н.Ф. Ермоленко, многие годы читавшего лекции по курсу неорганической химии, а с 1943 г. возглавившего кафедру неорганической химии (в довоенное время преподавание неорганической химии он совмещал с заведованием кафедрой аналитической химии).

В 1940–1950-е гг. на кафедре восстанавливалось то, что было утрачено в годы войны и в это же время кафедра становится одной из центральных учебно-научных ячеек химического факультета. В начале 1960-х гг. кафедра стала преобразовываться и к середине 1970-х гг. превратилась в большой учебно-научный коллектив, включающий не только преподавателей и аспирантов, но и большую группу научных сотрудников. Непрерывно расширялась и углублялась научная тематика кафедры, появилось современное для того времени научное оборудование (этому в большой степени способствовало то, что значительная часть научной деятельности проводилась по тематике, в разработке которой были заинтересованы военные ведомства, имевшие возможность финансировать не только прикладные, но и некоторые фундаментальные исследования). Налаживались научные контакты с целым рядом передовых научных организаций. Кафедра быстро росла и численно, что в значительной мере было связано с необходимостью обеспечить обучение все увеличивающегося (вплоть до 1970-х гг.) количества студентов факультета.

На протяжении более 20 лет (до 1965 г.) кафедру возглавлял академик Н.Ф. Ермоленко. Ему кафедра обязана тем, что к концу 1950-х гг. на ней стали успешно развиваться исследования в области коллоидной химии и химии ультрадисперсных неорганических веществ. На последнем направлении работы кафедры я специально акцентирую внимание, имея в виду, что ее основные научные достижения в послевоенный период и в настоящее время были связаны с исследованиями в этой области химии. В материалах, посвященных недавно отмечавшемуся столетию со дня рождения Н.Ф. Ермоленко, проанализирован его вклад в научные исследования, выполнявшиеся на кафедре неорганической химии до середины 1960-х гг., и заслуги в организации преподавания химии [5]. С 1965 г. руководство кафедрой осуществляет автор данной статьи.

В 1960–1970-е гг. непрерывно совершенствовался учебный процесс по неорганической химии и кристаллохимии, было подготовлено около десяти новых спецкурсов для студентов производственного и педагогического отделений. Наряду со специализацией по неорганической химии была организована специализация по химии твердого тела и полупроводников.

К концу 1960-х гг. курс неорганической химии был перестроен таким образом, что материал, относящийся к строению атомов, молекул, кристал-

1. Leytus S.P., Chung D.W., Kisiel W. et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1984. Vol. 81. №12. P. 3699.
2. Thim L., Bjoern S., Christensen M. et al. // Biochemistry. 1988. Vol. 27. № 20. P. 7785.
3. Davie E.W., Fujikawa K., Kisiel W. // Biochemistry. 1991. Vol. 30. P. 10363.
4. Bajaj S.P., Birktoft J.J. // Methods Enzymol. 1993. Vol. 222. P. 96.
5. Inoue K., Morita T. // Eur. J. Biochem. 1993. Vol. 218. №11. P. 153.
6. Banner D.W., D'Arcy A., Chene C. et al. // Nature. 1996. Vol. 380. P. 41.
7. Mathur A., Zhong D., Saharwal A.K. et al. // J. Biol. Chem. 1997. Vol. 272. №37. P. 21418.
8. Christophe O.D., Lenting P.J., Kolkman J.A. et al. // J. Biol. Chem. 1998. Vol. 273. №1. P. 222.
9. Stanley T.B., Wu S.M., Houben R.J. et al. // Biochemistry. 1998. Vol. 37. № 38. P. 13262.
10. Giannelli F., Green P.M., High K.A. et al. // Nucleic Acids Res. 1993. Vol. 21. № 13. P. 3075.
11. Bajaj S.P., Rapaport S.I., Prodanos C. // Prep. Biochem. 1981. Vol. 11. № 4. P. 397.
12. Hashimoto N., Morita T., Iwanaga S. // J. Biochem. 1985. Vol. 97. № 5. P. 1347.
13. Feldman P.A., Bradbury P.L., Williams J.D. et al. // Blood Coagul. Fibrinolysis. 1994. Vol. 5. № 6. P. 939.
14. Fischer B., Mitterer A., Dörner F. // J. Biotechnol. 1995. Vol. 38. № 2. P. 129.
15. Sugahara Y., Catafamo J., Brooks M. et al. // Tromb. Hemost. 1995. Vol. 75. № 3. P. 450.
16. Juvonen R.-O., Shkumatov V.M., Lang M.A. // Eur. J. Biochem. 1988. Vol. 171. P. 205.
17. Sasaki H., Hayashi A., Kitaagaki-Ogawa H. et al. // J. Chromat. 1987. Vol. 400. P. 123.
18. Weber K., Osborn N. // J. Biol. Chem. 1969. Vol. 244. P. 4406.
19. Rao L.V.M., Bajaj S.P. // Analytical Biochem. 1984. Vol. 136. P. 357.
20. Bajaj S.P., Rapaport S.I., Brown S.F. // J. Biol. Chem. 1981. Vol. 256. № 1. P. 253.
21. Шкуматов В.М., Радюк В.Г., Галенова Г.И. и др. // Биохимия. 1988. Т. 53. № 12. С. 1962.
22. Farooqui A.A. // J. Chrom. 1980. Vol. 184. P. 335.
23. Шкуматов В.М., Лесникович Ю.А., Рудой А.Л. // Лекарственные препараты на основе модифицированных полисахаридов. Мн., 1998. С. 63.
24. Kim H.C., McMillan C.W., White G.C. et al. // Blood. 1992. Vol. 79. P. 568.

Получена в редакцию 26.01.2000

УДК 621.793 +546.3-19

Л.И. СТЕПАНОВА, Т.И. БОДРЫХ, В.В. СВИРИДОВ

#### ТЕРМОСТИМУЛИРУЕМЫЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И БАРЬЕРНЫЕ СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ПЛЕНОК Ni-W-P

The paper discussed the effect of tungsten inclusion into deposited from hypophosphite solutions Ni-P alloys on regularities of heat-induced structural-phase and barrier properties.

Известно [1-4], что пленки сплавов Ni-W-P осаждаются из цитратно-гипофосфитных растворов химического никелирования при введении в них вольфрамата натрия. В зависимости от состава раствора (концентрации вольфрамата натрия, соли никеля, цитрата натрия, наличия ионов аммония) и его pH пленки Ni-W-P могут содержать 4-21 ат. % фосфора и 1-8 ат. % вольфрама. В опубликованных работах отмечалось, что пленки названных сплавов по структуре и свойствам существенно отличаются от пленок Ni-P, осаждаемых из аналогичных растворов. В частности, степень их кристалличности снижается не только при повышении содержания фосфора, но и при возрастании количества вольфрама, при большой концентрации тугоплавкого металла они становятся аморфными, выделение же фосфидной фазы Ni<sub>3</sub>P в результате термообработки в присутствии вольфрама тормозится. До сих пор нет общепринятой точки зрения на то, каким образом вольфрам включается в состав сплавов Ni-W-P: одни авторы [1, 4] предполагают, что вольфрам может включаться в сплавы эвтектически, а другие [2, 3] – утверждают, что тугоплавкий металл встраивается в решетку

никеля, образуя твердый раствор. Тонкие пленки сплавов Ni-W-P характеризуются более низким термическим коэффициентом сопротивления, чем аналогичные пленки, не содержащие вольфрама, и поэтому они предпочтительнее для использования в качестве тонкопленочных резисторов в микронизированных приборах, эксплуатируемых при высоких температурах [5, 6]. По данным работы [7] пленки никель-фосфорных сплавов, нанесенные в качестве промежуточного слоя между подложкой и пленкой золота, тормозят диффузию благородного металла в объем полупроводниковой подложки более эффективно, чем пленки чистого никеля, что позволяет стабилизировать параметры полупроводниковых микронизированных устройств. Сведения о барьерных свойствах пленок сплавов Ni-W-P в процессе термостимулируемой диффузии золота в литературе отсутствуют.

В предыдущих публикациях [8, 9] с участием авторов данной статьи рассматривались некоторые особенности осаждения сплавов Ni-W-P на поверхность монокристаллов арсенида галлия и была представлена информация о химическом и фазовом составе этих сплавов. Цель данной работы – получение новых данных о влиянии включения вольфрама в сплавы Ni-P на закономерности термостимулируемых структурно-фазовых превращений и на барьерные свойства пленок.

#### Экспериментальная часть

Для осаждения сплавов Ni-W-P использовался раствор следующего состава (моль/л): NiSO<sub>4</sub>–0,01–0,1, Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>–0,01–0,1 (суммарная концентрация солей никеля и вольфрама 0,1 моль/л), Na<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> – 0,1, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,1. Температура осаждения составляла 90±1 °C, pH раствора – 8,0–9,0.

Количественный химический анализ состава сплавов проводился колориметрическим методом [5].

Рентгенографическое исследование осуществлялось с использованием дифрактометра HZG-4A (Cerl Ceiss Jena) на CuK<sub>α</sub> излучении с никелевым фильтром.

Распределение элементов по глубине пленок сплава исследовали с помощью Оже-спектрометра Perkin Elmer PH-660 при скорости ионного травления около 105 нм/мин или с помощью спектрометра вторичной ионной масс-спектрометрии Cameca IMS4F при скорости ионного травления около 150 нм/мин.

Микрокалориметрическое исследование (ДСК) выполняли на термоанализаторе TA-3000 фирмы Mettler в проточной инертной атмосфере при скорости нагрева 10 град/мин<sup>-1</sup>.

Согласно данным химического анализа тонкие пленки (около 0,5–0,8 мкм толщиной), осаждаемые при 90 °C, pH=8 и концентрации соли вольфрама в растворе 0,03 или 0,07 моль·л<sup>-1</sup> содержат 1 или 8 ат. % W и 13 или 10,5 ат. % P соответственно. При возрастании концентрации соли вольфрама в растворе от 0,07 до 0,09 моль·л<sup>-1</sup> (мольное соотношение концентрации солей вольфрама и никеля в растворе изменяется соответственно от 2,3 до 9,0) содержание вольфрама в пленках возрастает незначительно (до 9 ат. %), а процесс их формирования существенно тормозится (скорость осаждения падает с 4 до 1 мкм·ч<sup>-1</sup>).

С использованием Оже-спектроскопии было показано, что состав сплавов не зависит от толщины их пленок в пределах от нескольких десятых долей микрона до 40 мкм. Лишь тонкие слои (30–50 нм), прилегающие к подложке или соприкасающиеся с раствором со стороны растущей поверхности, отличаются от состава пленки в объеме [9].

При исследовании пленок сплавов Ni-W-P методом рентгенофазового анализа установлено, что в пленках, осаждаемых из растворов, содержащих 0,03 и 0,05 моль·л<sup>-1</sup> вольфрамата натрия (рис. 1, кривые 1, 2), фиксируется

## Химия



УДК 71.023.7+778.33

О.В. СЕРГЕЕВА, В.Д. СТАЦИОН, С.К. РАХМАНОВ,  
О.С. КУЛАКОВИЧ, В.В. СВИРИДОВ

### ФОРМИРОВАНИЕ НИТЕВИДНЫХ СЕРЕБРЯНЫХ СТРУКТУР ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИОДИДА СЕРЕБРА РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ

The conditions and regularities of silver filaments formation under reduction of silver iodide of various dispersion degree in model layers by organic reducing agents was investigated.

При восстановлении труднорастворимых соединений серебра (например, его галогенидов), а также при восстановлении ионов серебра в растворе могут формироваться не только обычные изометрические частицы металла, но и его нитевидные структуры. Образование последних – обычное явление в фотографическом процессе, когда экспонированные эмульсионные микрокристаллы AgHal восстанавливаются проявляющим раствором [1–6], хотя и здесь при определенных условиях возможно формирование изометрических частиц серебра [6–8].

Образование нитей при восстановлении ионов серебра неоднократно наблюдалось для нефотографических систем, в частности, при осаждении металлического пара на каталитических центрах [9], при электрохимическом [10] и химическом восстановлении ионов серебра из растворов и расплавов солей [11], при действии  $\gamma$ -излучения на раствор соли серебра [12], УФ-излучения на кристаллы AgBr [13] и систему ионы серебра – муравьиная кислота [14], при фотоллизе AgI [15–17]. По-видимому, природа этого явления может быть различной в зависимости от условий восстановления ионов  $Ag^+$ .

В настоящее время рассматриваются два основных механизма образования нитей [18, 19]:

- посредством выталкивания нити поступающим из твердой фазы восстановленным серебром;
- как следствие преимущественного протекания восстановления ионов серебра на конце нити.

В рамках последней концепции, развитой в работах [4, 18, 20] применительно к фотографическому процессу, предполагается, что серебряный агрегат растет в виде нити, если скорость переноса электрона от проявляющего вещества к центру проявления превышает скорость включения в серебряную фазу восстанавливаемых ионов серебра. При этом конец нити менее ингибирован по сравнению с уже сформированной поверхностью, что облегчает включение новой фазы. На форме серебряных агрегатов сказывается характер материального баланса реакции восстановления ионов серебра, в простейшем случае – соотношение скоростей растворения

## Химия

$AgHal$  и восстановления  $Ag^+ v_2$ . Если  $v_1 < v_2$ , преобладает нитевидный рост, при обратной ситуации частицы имеют сферическую форму. Так, например, микрокристаллы AgCl более склонны восстанавливаться в форме сферических агрегатов, чем микрокристаллы AgBr, вследствие большей растворимости [21]. Очевидно, для микрокристаллов иодида серебра, обладающего еще меньшей растворимостью, тенденция к образованию нитей может оказаться преобладающей. Кроме того, AgI существенно превосходит два других галогенида по темновой ионной проводимости и концентрации подвижных междоузельных ионов серебра  $Ag^+$  [15, 22].

Нами была установлена возможность формирования наряду со сферическими нитевидных частиц серебра при восстановлении AgI, в который конвертируется серебро черно-белого фотографического изображения в бромсеребряных фотослоях при определенных условиях окислительно-восстановительной обработки [23, 24]. В данной работе приводятся новые сведения по рассматриваемому вопросу, проливающие свет на некоторые аспекты проблемы регулирования степени дисперсности и формы частиц твердой фазы металла, образующейся при восстановлении его малорастворимых соединений в полимерной матрице, что может оказаться полезным для решения прикладных задач нанотехнологии и препаративной химии ультрадисперсных веществ.

Поскольку условия и закономерности формирования наночастиц в реальных фотографических слоях весьма зависят от свойств фотоматериала (часто невоспроизводимых), вполне логично проводить исследования на модельных слоях, представляющих собой микрокристаллы AgI в полимерной матрице.

Были изучены следующие объекты (в дальнейшем – слои 1, 2 и 3, во всех случаях частицы находились в желатиновой матрице):

- 1) пленки с частицами осажденного AgI;
- 2) пленки с частицами иодида серебра, полученного последовательной обработкой частиц AgBr до AgI через стадии восстановления до серебра и регалогенирования;
- 3) пленки с частицами серебра, подвергнутого иодированию.

При изучении указанных слоев были обнаружены следующие особенности процессов трансформирования серебра в иодид.

Несмотря на различную морфологию серебра в модельных слоях 2 и 3 (клубки нитей в первом случае и малые сферические частицы во втором), при их окислении в растворе, содержащем  $I_2$  и KI, образуются практически одинаковые треугольные частицы AgI размером от 8 до 40 нм. Таким образом, для нитевидных структур проявленного серебра в слое 2 наблюдается процесс диспергирования исходного серебра (распад нитей на более мелкие частицы при окислении), в слое 3, напротив, происходит некоторое укрупнение частиц (от 5–10 нм у золя Ag до 10–40 нм у AgI). Это, возможно, связано с изменениями параметров кристаллической решетки при переходе от серебра к его иодиду и слипанием первичных малых частиц продукта окисления.

Состав продуктов окисления и степень их дисперсности практически не зависят от времени обработки слоев в окисляющем растворе (1–15 мин) и исходной концентрации серебра в слое. Уменьшение концентрации KI в составе окисляющего раствора от 100 до 50 г/л также не влияет на эти параметры, при дальнейшем понижении концентрации иодида уже не происходит заметного диспергирования частиц продуктов окисления, они соединены между собой в агрегаты, по форме напоминающие иней или мох. После проведения восстановительной обработки формирующиеся частицы серебра остаются закрепленными на этих структурах.

Восстановление иодида серебра в темноте практически не происходит даже после длительного (в течение нескольких часов) воздействия на него

УДК 541.182.024

Г.П. ШЕВЧЕНКО, Ю.В. БОКШИЦ, В.В. СВИРИДОВ

# ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ Ag-Cu В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

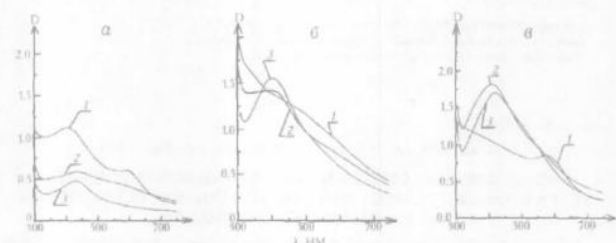
The possibility to form bimetallic Ag-Cu particles with different structure has been found by electroless deposition in aqueous solution. It was shown that particle size, size distribution and time behavior of their optical properties strongly depend on the structure of particle formed and on the conditions of particle deposition.

Ультродисперсные металлы способны выступать в качестве электропроводящих металлополимерных систем, селективных катализаторов, а также исходных веществ при создании новых устройств наноэлектроники. На свойства наноразмерных частиц значительное влияние оказывают условия формирования, природа матрицы и стабилизатора, состояние поверхности, состав и структура, что обусловило проявляемый в настоящее время к ним интерес [1–4]. Цель данной работы состояла в получении путем химического восстановления ионов малых биметаллических частиц Ag-Cu различной структуры и исследовании их свойств.

Получение коллоидных растворов биметаллических частиц осуществляли несколькими способами: 1) смешиванием индивидуальных золей Ag и Cu; 2) восстановлением ионов  $Ag^+$  и  $Cu^{2+}$  при их одновременном присутствии в растворе; 3) осаждением серебра на ранее сформированные частицы меди.

В качестве исходных реагентов использовали растворы солей  $AgNO_3$  и  $CuSO_4$ , а в качестве восстановителя и стабилизатора – борогидрид натрия и желатин соответственно. Общая концентрация металлов была постоянной и составляла  $10^{-2}$  моль/л при мольном соотношении  $Ag/Cu = 1/5$ . Оптические спектры поглощения снимали на двухлучевом спектрофотометре «SPECORD M 40 UV-VIS» в диапазоне длин волн 200–700 нм. Размеры и форму частиц золы определяли методом электронной микроскопии на приборе ЭМ-125 К.

Исследование золей биметаллических частиц, полученных смешиванием индивидуальных золей серебра и меди, показало наличие двух фракций частиц, размеры и распределение по размерам которых сопоставимы с этими же параметрами для частиц индивидуальных золей серебра и меди ( $d_{срAg} = 5$  нм,  $d_{срCu} = 15$  нм). Результаты спектроскопического исследования также указывают на наличие в системе двух типов частиц: в оптическом спектре наблюдаются два максимума поглощения в области 420 и 565 нм, характерные для коллоидных частиц серебра и меди соответственно. В процессе хранения таких золей исчезает полоса поглощения меди вследствие медленного окисления ее коллоидных частиц (рис. а).



Спектры поглощения золей Ag-Cu ( $Ag/Cu=1/5$ ), полученных:

а – смешиванием индивидуальных золей Ag и Cu; б – восстановлением ионов  $Ag^+$  и  $Cu^{2+}$  при их одновременном присутствии в растворе; в – осаждением серебра на частицы меди. 1 – свежеприготовленный золь; 2 – время хранения 3 сут; 3 – 7 сут; 4 – осаждением серебра на частицы меди; 1 – индивидуальный золь меди; 2 – свежеприготовленный золь Ag-Cu; 3 – время хранения 7 сут

9

Частицы золей Ag-Cu, полученные при совместном восстановлении соответствующих ионов, имеют близкие размеры ( $d_{ср} = 6$  нм при стандартном отклонении  $\sigma = 2.5$  нм). Наличие в оптическом спектре таких золей плечеобразного спада в области 450–600 нм вместо выраженных полос поглощения, характерных для индивидуальных частиц меди и серебра, может свидетельствовать о формировании биметаллических наночастиц (рис. б). Поскольку для системы Ag-Cu характерна незначительная взаимная растворимость, то формирование биметаллических частиц сплава затруднено. Вероятно, при одновременном присутствии ионов серебра и меди в растворе восстановление протекает спонтанно с образованием частиц переменного состава, состоящих из очень мелких кластеров – зародышей серебра и меди. При хранении таких золей наблюдается постепенное появление характеристической полосы поглощения серебра с максимумом в области 410 нм.

Размеры частиц в золях, полученных осаждением серебра на частицы меди, сопоставимы с размерами частиц исходного золя меди, однако доля мелких частиц несколько увеличивается, что может свидетельствовать о возможном наряду с осаждением серебра на частицах меди формировании индивидуального серебра в объеме раствора. В оптических спектрах таких золей появляется поглощение с максимумом в области 420 нм, характерное для коллоидного серебра, и длинноволновый спад в области поглощения коллоидной меди. При хранении оптическая плотность золей снижается незначительно и характер спектра практически не изменяется (рис. в). Анализ оптических спектров и их временной эволюции, а также наибольшая устойчивость частиц меди к окислению в таких золях позволяют предположить образование в системе оболочечных структур типа «Cu-ядро – Ag-оболочка».

Таким образом, в рамках данной работы была установлена возможность формирования биметаллических частиц Ag-Cu с различной структурой. Показано, что оптические спектры золей биметаллических частиц в значительной степени отличаются от оптических спектров золей индивидуальных металлов, причем это различие зависит от способа их получения. Установлено, что размер частиц, распределение их по размерам и характер изменения оптических спектров во времени связаны со структурой формирующихся частиц, которая определяется условиями осаждения.

Работа профинансирована Фондом фундаментальных исследований Республики Беларусь.

1. Henglein A. // J. Phys. Chem. 1993. Vol. 97. No 21. P. 5457.
2. Mulvaney P. // Langmuir. 1996. Vol. 12. No 3. P. 788.
3. Uno T., Giersig M., Dunstan D., Mulvaney P. // Langmuir. 1997. Vol. 13. No 6. P. 1773.
4. Jackelen A.-M., Jungbauer M., Glavée G. // Langmuir. 1999. Vol. 15. P. 2322.

Получена в редакцию 08.09.2000.

Шевченко Гайдона Петровна – кандидат химических наук.  
Бокшиц Юлия Валентиновна – младший научный сотрудник.  
Свиридов Вадим Васильевич – академик НАН Беларуси.

УДК 541.49 + 547.796.1

П.Н. ГАПОНИК, М.М. ДЕГТЯРИК, В.Н. НАУМЕНКО, О.А. ИВАШКЕВИЧ

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕТРАФТОРБОРАТА МЕДИ (II) С N-ЗАМЕЩЕННЫМИ ТЕТРАЗОЛАМИ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Coordination of the  $BF_4^-$  anion with central atom in complexes of copper (II) tetrafluoroborate with 1-ethyl- (1-ET), 2-ethyl- (2-ET), 1-butyl- (1-BuT), 1-phenyl- (1-PhT), 1-tert-butyl- (1-t-BuT) and 2-tert-butyltetrazoles (2-t-BuT) have been investigated using IR spectroscopy. It was established that in complexes with ratio  $Cu/L = 1/4$ , (L=1-ET, 2-ET, 1-t-BuT and 2-t-BuT) two  $BF_4^-$  anion are bonded with copper (II) atom via fluorine

10

УДК 541.182.001.5

В.В. СВИРИДОВ, А.И. КУЛАК

## ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ХИМИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТОНКИХ ПЛЁНОК



**Свиридов Вадим Васильевич**, академик АН Беларуси, зав. кафедрой неорганической химии. С 1979 по 1993 г. — директор НИИ физико-химических проблем БГУ. Область научных интересов — химия неорганических материалов, химия тонких плёнок, фотохимия, химия фотопроцессов. Автор более 400 научных работ, 7-и монографий и учебников.

**Кулак Анатолий Иосифович**, доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии, зам. директора института общей и неорганической химии АН РБ. Область научных интересов — электрохимия полупроводников, фотоэлектрохимия полупроводниковых гетероструктур и наноструктурированных систем. Автор 160 научных работ.

There are discussed the results of research works in the solid state chemistry, photochemistry and inorganic chemistry conducted in the last ten years in the collaboration between the inorganic chemistry chair of the Chemistry department and two laboratories at the Institute of Physico-Chemical Problems, namely the laboratories of the Thin Film Chemistry and the Chemistry of Photographic Processes. These investigations related to certain problems of chemical and electrochemical deposition of thin films, including nanosized ultradispersed substances and composites. Also, the structure and properties (photochemical, photoelectrochemical) of such systems were studied. The new materials and processes were developed for photographic applications as well as, phototechnology, special and protecting coating, gas sensors and composite catalysts.

Важное направление химии твердого тела и неорганической химии — получение и исследование структуры и свойств неорганических соединений в твердом агрегатном состоянии с определенными структурными особенностями, а также твердотельных систем и композитов, включающих неорганические соединения. Быстрое развитие химии в указанном направлении имеет большое значение для успешного продвижения вперед в создании разнообразных новых материалов, разработке и внедрении новых технологий получения материалов.

В рамках названного направления важное место занимает химия ультрадисперсных и тонкопленочных наноструктурированных систем, которая успешно развивается последние два десятилетия на кафедре неорганической химии и в координирующих с нею исследования лабораториях химии тонких плёнок и химии фотографических процессов института физико-химических проблем. Эта работа является логическим продолжением и развитием ранее выполнявшихся на кафедре неорганической химии изысканий в области структурно-химических превращений гидроксидов, начатых под руководством академика Н.Ф.Ермоленко, который заведовал кафедрой с 1943 г. по 1965 г., и в области фотохимии и термически стимулируемых превращений твердых веществ, которые ведутся на кафедре с начала 60-х гг. под руководством академика В.В.Свиридова,

а с 1979 г. и в НИИ ФХП (руководители этих работ в настоящее время — авторы этой статьи).

В последние десять лет работы в области ультрадисперсных и пленочных систем ведутся в рамках четырех взаимосвязанных проблем, охватывающих различные аспекты препаративной химии указанных систем (включая электрохимические методы их получения), фотохимию и фотоэлектрохимию данных систем, изучение структуры и свойств ультрадисперсных частиц металлов и некоторых их соединений, а также наноструктурированных систем на их основе (пленки и керамические структуры), разработку новых областей практического применения изучаемых процессов и систем для получения фотографических изображений, в фототехнологии, для получения функциональных и защитных покрытий, создания новых газовых сенсоров и композитных катализаторов.

### 1. Фотохимия ультрадисперсных систем; физико-химия процессов формирования в водной среде и регулирования размеров малых частиц металлов, в том числе при получении фотографических изображений; создание научных принципов фотоселективного осаждения металлов

Важным итогом фотохимических исследований явилось обнаружение и установление природы эффекта существенного повышения скорости и глубины фотохимических превращений в ультрадисперсных гетерогенных смесях галогенидов серебра или меди с галогенидами других металлов, что в ряде случаев сопровождается появлением у этих систем фотохромных свойств. Установлена природа ранее обнаруженного на кафедре неорганической химии эффекта фотоактивирования пленочных структур: "малые частицы серебра, меди или некоторых других металлов — иодид свинца или кадмия", который заключается в резком повышении каталитической активности этих систем по отношению к реакциям химического осаждения серебра и меди из водных растворов. На основе этого эффекта реализован ряд лабораторных вариантов получения фотографических несеребряных изображений при чувствительности фотослоев, сопоставимой с чувствительностью галогенидосеребряных слоев высокого разрешения.

Проведено квантовохимическое исследование характера взаимодействия кластеров серебра, образующихся на ранних стадиях фотохимических реакций и реакций восстановления ионов серебра, с компонентами среды, в которых они формируются. На основании результатов этого исследования уточнены представления о природе скрытого изображения в галогенидосеребряных фотослоях. Выявлены особенности фотохимических и фотофизических процессов, протекающих при действии лазерного излучения в ряде квантоворазмерных полупроводников — в сульфидах металлов, иодиде серебра, сложном сульфиде  $\text{CuInS}_2$ , в том числе особенности процессов кратковременного фотопроявления и следующего за ним фотопотемнения ряда квантоворазмерных полупроводников при действии на них света в пикосекундном диапазоне длительности воздействия и измерения спектра поглощения. С использованием квантовохимических методов проанализирован характер изменения электронной структуры кластеров ряда квантоворазмерных полупроводников при увеличении количества содержащихся в них молекул до ста и более, когда в этих кластерах уже формируется зонная структура.

Развиты представления о природе превращений в тонкопленочных системах при действии туннельного тока в сканирующем туннельном микроскопе и получен ряд результатов, свидетельствующих о возможности создания под действием туннельного тока на поверхности различных плёнок наноструктур с размерами элементов порядка 5–10 нм.

Завершена начатая в 70-х гг. разработка принципов и технологических процессов получения фотографических изображений и селективного осаждения металлов на экспонированные (или, наоборот, неэкспонированные) участки фотослоев на основе различных светочувствительных систем с использованием для проявления реакций химического осаждения неблагородных металлов из растворов. Разработаны технологические принципы фотоселективного получения пленочных структур из меди с задаваемой геометрической конфигурацией на полимерных подложках.

лозы оказывается положительным (хотя и ослабленным) во всем изученном временном интервале.

В заключение отметим, что азотнокислая "мерсеризация" именно микрокристаллической формы древесной целлюлозы приводит к наиболее ощутимому эффекту возрастания сорбционной активности. Представление об изменении этого показателя дает сопоставление кинетических кривых сорбции конго-красного промышленной МКЦ марки "LT" (Lachema) и продуктом ее 3-часовой "мерсеризации" при 20°C (рис.6). Исходная МКЦ выбрана из разряда хороших сорбентов, поскольку предназначена для тонкослойной хроматографии. После обработки  $\text{HNO}_3$  ее промывали водой, ацетоном, высушивали при 60°C и подвергали легкому растиранию в ступке, обеспечивающему исходную степень дисперсности. Как видно из рис.6, величина предельной адсорбции красителя "мерсеризованным" образцом по сравнению с исходным увеличивается на ~60%, а сорбционно-десорбционное равновесие достигается в ~4 раза быстрее.

1. Атрошенко В. И., Каргин С. И. Технология азотной кислоты. 3-е изд. М., 1970. С.149.
2. Knecht E. // Ber. 1904. B.37. S.549.
3. Andrews R. K. // Z.Phys.Chem. 1926. B.136. S.279.
4. Герт Е. В. // Успехи химии. 1997. №1. С.78.
5. Герт Е. В., Шишонюк М. В., Капуцкий Ф. Н., Зубец О. В. Ас. 1432062 СССР // Б.И. 1988. №39. С.78.
6. Шишонюк М. В., Герт Е. В., Капуцкий Ф. Н., Зубец О. В. Ас. 1481234 СССР // Там же. 1989. №19. С.102.
7. Шишонюк М. В., Герт Е. В., Зубец О. В. и др. Ас. 1810353 СССР // Там же. 1993. №15. С.52.
8. Gert E. V. // Cellulose. 1996. Vol.3. №4. P.217.
9. Шишонюк М. В., Герт Е. В., Филанчук Т. И. и др. // Журн. прикл. химии. 1967. Т.60. №5. С.1153.
10. Иоелович М. Я., Веверис Г. П. Химия деглинизации и целлюлозы. Рига, 1991. С.114.
11. Иоелович М. Я. Химия деглинизации и целлюлозы. Рига, 1991. С.62.
12. Иоелович М. Я., Веверис Г. П. // Химия древесины. 1993. №2. С.10.
13. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы. М.: Л., 1962.
14. Черонис Н. Д., Ма Т. С. Микро- и популмикрометоды органического функционального анализа. М., 1973.
15. Fahmy Y., Mobarak F. // Sven. Papperstidning. 1971. Vol.74. P.2.
16. Иоелович М. Я. // Хим. волокна. 1992. №6. С.46.
17. Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байкзза и Л. Сегала. М., 1974. Т.1.
18. Папков С. П., Файнберг Э. З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой. М., 1976.
19. Battista O. A. Microcrystal polymer science. New York, 1975.
20. Иоелович М. Я., Веверис Г. П. // Химия древесины. 1965. №6. С.30.
21. Nelson M. L., O'Connor R. T. // J. Appl. Polym. Sci. 1964. Vol.8. P.1311.
22. Gert E. V., Shishonok M. V., Torgashov V. I., Kaputskii F. N. // J. Polym. Sci., Part C. Polym. Letters. 1990. Vol.28. P.163.

Поступила в редакцию 29.01.98.

УДК 541.182.024-546.289

В.В.СВИРИДОВ, Г.П.ШЕВЧЕНКО, Л.Т.ПОТАПЕНКО, Т.П.КАРАТАЕВА, Ю.В.БОКШИЦ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СООСАЖДЕНИЯ ГЕРМАНИЯ С НИКЕЛЕМ КОМПЛЕКСАМИ Ti(III) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

It has been studied the process of co-deposition of germanium with nickel by Ti(III) complexes in water solution. It has been found the possibility to produce of the nickel germanid ( $\text{Ni}_2\text{Ge}$ ) at low temperature.

Наряду с широким использованием германия в современной полупроводниковой технике перспективными для широкого практического применения являются и его сплавы, отличающиеся особыми свойствами. Большинство из них имеют высокие температуры плавления, металлическую проводимость, для некоторых характерны высокие температуры перехода в сверхпроводящее

## Химия



УДК 621.793.3:661.857/539.232

Г.П. ШЕВЧЕНКО, И.М. ЯКУТИК, Ю.А. ФЕДУТИК, В.В. СВИРИДОВ

#### КОНТАКТНОЕ ОСАЖДЕНИЕ СЕРЕБРА НА ВОЛОКНИСТОМ НИКЕЛЕ

The process of preparation Ni-Ag heterofiber has been investigated. Favorable conditions of silver displacement on the surface of microfibrillar nickel from silver nitrate aqueous solutions have been determined. pH dependence of the kinetic of the cementation reaction has been studied.

Ранее [1-3] нами была установлена возможность использования цитратных комплексов Ti(III) в качестве восстановителя ионов металлов подгруппы железа в водном растворе. Особенностью процесса химического восстановления металлов комплексами Ti(III) является формирование микроволокнистых кристаллов никеля, кобальта и сплавов Ni-Co, Ni-Fe в объеме раствора. Микроволокна металлов подгруппы железа перспективны в качестве компонентов композиционных радиопоглощающих материалов [4-6]. Научный интерес представляет поиск путей целенаправленного регулирования химического состава микроволокон, модифицирования их поверхностного слоя различными металлами и осаждение в виде кристаллов с регулируемыми размерами и формой.

Получение многокомпонентных гетероволокон принципиально возможно двумя способами: доосаждением металла на поверхности микроволокнистых кристаллов с использованием реакций химического восстановления ионов металлов из растворов и посредством процесса контактного осаждения. Перспективным путем модификации химического состава волокнистых металлов представляется получение многокомпонентных микроволокон методом контактного обмена. В последние годы процессам контактного осаждения уделяется большое внимание в связи со значительным их практическим применением [7-9].

Цель настоящей работы состояла в определении условий формирования гетероволокна, представляющего собой волокнистый никель с осажденным на его поверхности серебром, при использовании реакции контактного осаждения серебра, а также в изучении кинетических закономерностей данного процесса.

#### Материал и методика

Для получения гетероволокна Ni-Ag методом контактного осаждения использовали растворы нитрата серебра в интервале концентраций  $10^{-5}$ – $10^{-1}$  моль/л. В качестве металла-подложки применяли образцы волокнистого никеля с диаметром цепей 0,3–0,5 мкм и длиной 20–30 мкм, высушенные как на воздухе, так и в инертной атмосфере. Волокнистый никель получали восстановлением ионов никеля (II) комплексами Ti(III) из растворов следующего состава (моль/л):  $\text{NiSO}_4=0,025$ ,  $\text{NH}_3=0,5$ ,  $\text{Ti(III)}=0,05$ ,  $\text{Na}_2\text{Cit}=0,05$  при pH=8,0 [3]. Выбранное соотношение количеств реагентов ( $\text{AgNO}_3$  и волокнистого никеля) обеспечивало полное восстановление содержащихся в растворе ионов серебра. pH раствора  $\text{AgNO}_3$  варьировали от

3

Контактное осаждение серебра на волокнистом никеле / Г. П. Шевченко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 2001. - №2.- С. 3-10.

Адрес доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/197197>

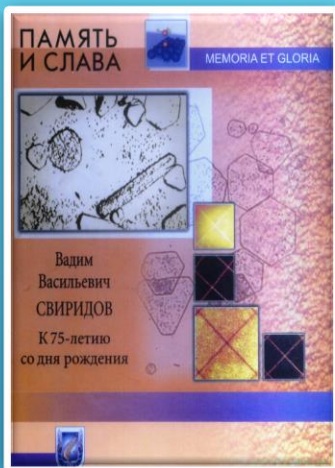
**Список экспонируемых изданий к выставке научных трудов академика НАН Беларуси, профессора, доктора химических наук, заслуженного деятеля науки БССР**

**Вадима Васильевича Свиридова (1931-2002)**

**Статьи**

1. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие для студ. хим. спец. вузов / В.В.Свиридов, Г.А.Попкович, Е.И.Василевская, Н.В.Логинова. - Минск: Вышэйшая школа, 2003. - 95с.
2. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие для 8-11 кл. ср. шк. / В. В. Свиридов, Г. А. Попкович, Т. П. Адамович и др. - Минск: Народная асвета, 1994. - 364 с.
3. Свиридов В.В. Фотографические процессы с физическим несеребряным проявлением // Несеребряные фотографические процессы / [И. В. Березин и др.]; под ред. А. Л. Картужанского. - Ленинград: Химия, Ленинградское отд-ние, 1984. – Гл. 10. - С. 242 – 307.
4. Свиридов, В. В. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии: учеб. пособие для студ. хим. спец. вузов / В. В. Свиридов, Г. А. Попкович, Г. И. Васильева. - Изд. 3-е, перераб.и доп. - Минск: Университетское, 1991. - 350с.
5. Свиридов, Вадим Васильевич Фотохимия и радиационная химия твердых неорганических веществ: [в 2 ч.]. Ч. 1 / В. В. Свиридов. - Минск: Высшая школа, 1964. - 390 с.
6. Свиридов, Вадим Васильевич Химия сегодня и завтра / Свиридов, Вадим Васильевич; В. В. Свиридов. - Минск: Университетское, 1987. - 126, [2] с.
7. Свиридов, Вадим Васильевич Неорганический синтез: Учеб. пособие для студ. хим. спец. высш. учеб. заведений / В.В.Свиридов, Г.А.Попкович, Е.И.Василевская. - Минск.: Універсітэцкае, 2000. - 224с.
8. Фотохимические и радиационно-химические процессы в водных растворах и твердых телах: [сб. статей] / БГУ им. В. И. Ленина; под ред. В. В. Свиридова, Г. А. Шагисултановой. - Минск: [б. и.], 1970. - 192 с.
9. Химическое осаждение металлов из водных растворов / [В. В. Свиридов и др.]; под ред. В. В. Свиридова. - Минск: Университетское, 1987. - 272 с.
1. Воробьева Т.Н. Особенности реакций, протекающих при химическом осаждении плёнок золота на поверхность металла / Т.Н. Воробьева, А.А. Римская, В.В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1999. - N3. - С.3-10.
2. Исследование процесса соосаждения германия с никелем комплексами Ti(III) в водном растворе / В.В. Свиридов [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1998. - N2. - С.10-14.
3. Контактное осаждение серебра на волокнистом никеле / Г. П. Шевченко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 2001. - №2. - С. 3-10.
4. О применении желатины в качестве связующего в фотографических слоях на основе оксидбромида висмута / Н.В. Логинова [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1987. - N2. - С.10-14.
5. Получение многоцветных фотографических изображений на черно-белых AgHal-слоях без использования красителей и окрашенных пигментов / Г. А. Браницкий, В. Д. Стапонок, О. В. Сергеева, В. В. Свиридов // Химические проблемы создания новых материалов и технологий = Chemical Problems of Development of New Materials and Technologies: Сб.ст. Вып.2: / БГУ. НИИ физико-химических проблем; Редкол.: О.А. Ивашкевич (отв.ред.) и др. - Мн., 2003. – С. 38-55
6. Свиридов В.В. Гетерогенные химические реакции в твердых телах и водных растворах, приводящие к образованию нанодисперсных металлов и наноструктурированных металлических пленок // В.В. Свиридов, Г.А. Браницкий, С.К. Рахманов // Выбранные научовыя працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта. У 7 тамах. Том V. Хімія / В. В. Свірыдаў (адк. рэд.) і інш. - Мінск: БДУ, 2001. - С. 15-46.
7. Свиридов В.В. Исследования в области химии неорганических ультрадисперсных веществ и тонких плёнок / В.В. Свиридов, А.И. Кулак // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1996. - N3. - С.10-17.
8. Свиридов В. В. Кафедре неорганической химии - 80 лет / В. В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. – 2001. - №3. - С. 28-35.

9. Свиридов В.В. Формирование структур на основе нанодисперсных металлов в результате гетерогенных окислительно – восстановительных химических реакций / В. В. Свиридов, Г. А. Браницкий, С. К. Рахманов // Химические проблемы создания новых материалов и технологий = Chemical Problems of Development of New Materials and Technologies: Сб.ст. Вып. 2: / БГУ. НИИ физико-химических проблем; Редкол.: О.А. Ивашкевич (отв.ред.) и др. - Мн., 2003. – С. 12-37.
10. Свиридов В.В. Химическая наука в Белорусском государственном университете / В.В. Свиридов, Г.А. Браницкий, О.А. Ивашкевич // Выбранные науковыя працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта. У 7 тамах. Том V. Хімія / В. В. Свірыдаў (адк. рэд.) і інш. - Мінск: БДУ, 2001. - С. 7-14.
11. Свиридов В.В. Химическая связь / В. В. Свиридов // Хімія: праблемы выкладання. – 2006. - № 4,6,7.
12. Свиридов В.В. Химическое и электрохимическое осаждение металлов / В.В. Свиридов // Химические проблемы создания новых материалов и технологий. сб. ст./под ред. В. В. Свиридова - Минск, 1998. - Вып.1. – С.323-366.
13. Свиридов В.В. Химия вступает в 21 век / В. В. Свиридов // Хімія: праблемы выкладання. – 2001. - № 1. – С. 3-25.
14. Степанова Л. И. Термостимулируемые структурно-фазовые превращения и барьерные свойства химически осажденных пленок Ni-W-P / Л. И. Степанова, Т. И. Бодрых, В. В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 2000. - №3. - С.38-44.
15. Формирование нитевидных серебряных структур при восстановлении иодида серебра различной дисперсности / О. В. Сергеева [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 2002. - №1. - С. 3-8.
16. Химическое осаждение металлов подгруппы железа и их сплавов комплексами Ti(III) / Г.П. Шевченко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1997. - N2. - С.17-20.
17. Шевченко Г.П. Закономерности осаждения меди из растворов, содержащих редокс-пару V<sup>3+</sup>/VO<sub>2</sub> / Г.П. Шевченко, Л.Т. Потапенко, В.В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1988. - N2. - С.3-6.
18. Шевченко Г.П. Нанодисперсные металлы, формируемые в реакциях химического восстановления в водной среде / Г. П. Шевченко, В. В. Свиридов // Химические проблемы создания новых материалов и технологий = Chemical Problems of Development of New Materials and Technologies: Сб.ст. Вып. 2: / БГУ. НИИ физико-химических проблем; Редкол.: О.А. Ивашкевич (отв.ред.) и др. - Мн., 2003. – С. 56-73
19. Шевченко Г.П. О проявлении фотослоев на основе TiO<sub>2</sub> в меднотитановом проявителе / Г.П. Шевченко, З.М. Афанасьева, В.В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 1988. - N1. - С.3-5.
20. Шевченко Г. П. Формирование коллоидных частиц Ag- Cu в водном растворе / Г. П. Шевченко, Ю. В. Бокшиц, В. В. Свиридов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. - 2001. - №1. - С. 9-12.



## Литература о жизни и деятельности В.В. Свиридова

1. Белорусский государственный университет. Химический факультет: [к 80-летию со дня создания] / БГУ, Химический факультет; [редсовет: Ф. Н. Капуцкий (пред.) и др.]. - Минск: БГУ, 2011. - 158 с.
2. Вадим Васильевич Свиридов: к 75-летию со дня рождения / [редкол.: О. А. Ивашкевич, С. К. Рахманов (отв. редакторы) и др.]. - Минск: БГУ, 2006. - 224 с.
3. Династия Свиридовых. Химия – наука и судьба // Судьбою связаны с БГУ / [авт.: В. А. Наумович и др.; под общ. ред. Р. П. Попка]; БГУ. - Минск: БГУ, 2016. – С.76 – 83.
4. Василевская Е.И. Научная школа академика В.В. Свиридова в области методики преподавания химии / Е.И. Василевская // Sviridov Readings, 2018: 8th International Conference on Chemistry and Chemical Education, Minsk, 10–13 April, 2018: Book of Abstracts / Research Institute for Physical Chemical Problems, Belarusian State University, Chemical Faculty, Inorganic Chemistry Chair ; [ed. T. N. Vorobyova, E. I. Vasilevskaya]. - Minsk: Krasico-Print, 2018. – С.195-197.
5. Лесникович А.И. Памяти учителя / А. И. Лесникович, Д.И. Мычко // Хімія: праблемы выкладання. – 2011. - № 4. – С.57-60.
6. Лесникович А.И. Химия как наука (памяти учителя) / А.И. Лесникович // Свиридовские чтения: сборник статей. Вып. 6 / БГУ, НИИ физико-химических проблем, Хим. фак., Каф. неорганической химии; [редкол.: О. А. Ивашкевич (пред.) и др.]. - Минск: БГУ, 2010. – С.191-196.
7. Свиридов Вадим Васильевич // Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт. Прафесары і дактары навук Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, 1921-2001 (80 год) = Профессора и доктора наук Белорусского государственного университета, 1921-2001 (80 лет) / Склад. А. А. Яноускі; рэдкал.: А. У. Казулін (старшыня) і інш. - Мн.: БДУ, 2001. – С.248 – 249.
8. Свірыдаў Вадзім Васілевіч // Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. Т.14: Рэле-Слаявіна / Рэдкал.: Г. П. Пашкоў (гал. рэд.) і інш. - Мн.: Беларуская энцыклапедыя, 2002. - С.262.
9. Талантливый ученый, педагог, организатор / Коллектив кафедры неорганической химии БГУ // Хімія: праблемы выкладання. – 2001. - № 2. – С.3-5.

