

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Методическая разработка «Преподавание нанохимии и нанотехнологий в школе»

(автор – А.А.Дроздов)

В последние годы на школьников обрушивается колоссальный поток информации, связанный с созданием материалов, устройств, бытовых предметов, в названиях или в описаниях к которым присутствует приставка «нано». Речь идет о нанороботах, нанотермометре, нановесах, нанолифте, нанодвигателях, нановыключателях, нановолокнах и о многом другом. Учитель средней школы должен быть готов не только отвечать на неизбежно возникающие у школьников вопросы, но и уметь связно, систематически излагать материал, выступать в качестве «фильтра», отделяющего реальные достижения науки от домыслов журналистов. Заметим сразу, что время «классических» наук проходит. Все более мощными и более востребованными становятся «межпредметные» направления, науки, возникающие на стыке традиционных областей. К числу таких дисциплин и относится «нанонаука», наука о веществах, состоящих из частиц размером от 1 до 100 нм, о и материалах, которые создают с использованием таких веществ. Наука имеет как фундаментальные, так и практические цели. Именно последние наиболее важны для экономики и определяют финансирование науки. Практический выход нанонаука находит в нанотехнологии, то есть в разработке методов создания наноматериалов и молекулярных наноустройств.

Выпускники средней школы независимо от того профиля, на котором они специализируются, должны иметь представление о нанонауке и нанотехнологии как межпредметных естественно-научных дисциплинах. Большое внимание, уделяемое им в печати и в Интернет-ресурсах, позволяет активно обращаться к использованию компьютерных и Интернет-технологий обучения, в том числе дистанционных. В отечественном образовании традиционно сложилась предметная схема обучения, которая за десятилетия доказала свою эффективность. Однако бурное развитие межпредметных дисциплин, особенно заметное в последние годы, стало создавать противоречия внутри традиционной предметной схемы. Ее удается преодолеть лишь в непрофильных классах, где весь естественно-научный цикл представлен единым блоком «Естествознание». При планировании такого блока необходимо выделить нанонауку и нанотехнологии в отдельный раздел, демонстрирующий горизонтальные связи между различными разделами курса. Однако малый объем часов, отводимых на преподавание естествознания крайне ограничивает знакомство школьников с наномиром. В то же время в классах естественно-научного профиля нанонауке, как и другим дисциплинам, находящимся на стыке традиционных наук, вообще пока не нашлось своего отдельного места. В связи с этим межпредметные дисциплины приходится преподавать в форме элективных курсов (примером служит изданный в 2010 году элективный курс «Биологическая химия» Я.С. Шапиро, М., Вентана-Граф). Нами создан и опубликован элективный курс «Нанохимия и нанотехнология» (В.В. Еремин, А.А. Дроздов, Нанохимия и нанотехнологии, элективный курс для учащихся 10 – 11 классов, М., Дрофа, 2009). Преподавание данного курса в классах естественно-научного профиля необходимо согласовывать с программами базовых курсов химии, физики, биологии, программирования. В данном пособии представлена программа данного курса, таблица поурочного планирования, а также краткие методические рекомендации учителю по проведению уроков. Урок такого курса помимо традиционного опроса и беседы учителя должен включать в себя и решение задач. Важную роль в процессе обучения занимают

видеоматериалы, демонстрации (видео- или реальные) опытов, иллюстрирующих различные свойства и методы получения объектов наномира, а также самостоятельная работа школьников по написанию реферата. Методические аспекты преподавания нанохимии и нанотехнологий в школе еще недостаточно отражены в специальной литературе. Этому вопросу посвящена лишь книга «Проблемы современной нанотехнологии» (см. список литературы), представляющая собой сборник учебных программ и научно-популярных статей. В то же время для организации элективного курса учителю помимо программы требуется составить поурочное планирование, связав его с программой и с учебными пособиями, которые доступны учащимся. Ниже мы представляем наш опыт преподавания нанохимии школьникам. В заключительном разделе пособия представлен наш опыт создания школьного «нанопрактикума», то есть экспериментов по нанохимии, которые можно поставить в любой школьной лаборатории. Часть этих опытов мы предлагаем проводить в качестве лабораторных и практических работ, другие использовать как демонстрационные.

Об авторе разработки:

А.А.Дроздов - кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии. В течение многих лет работает со школьниками, занимается научной работой. В соавторстве с профессорами и доцентами МГУ создал комплект учебников по неорганической химии для университетов и комплекс учебных пособий для средней школы. Автор ряда задач для наноолимпиады. В соавторстве с профессором В.В. Ереминым создал учебный курс «Наннохимия и нанотехнологии» для школьников и издал его в виде учебника в издательстве Дрофа. Сфера научных интересов — координационная химия редкоземельных элементов, супрамолекулярная химия, нанохимия, преподавание химии и нанохимии в школе.

Избранные публикации А.А.Дроздова:

- А. А. Дроздов, В.В. Еремин, Введение в нанохимию и нанотехнологию, элективный курс для школьников, М., Дрофа, 2009
- А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов, Неорганическая химия. Том 2 и 3. Учебник для высших учебных заведений, М., Академия, 2007 — 2009 гг
- A. Drozdov, C.Pettinari, F. Marchetti, S. Semenov, S. Troyanov, A. Cingolati, R. Gobetto, The imidazole role in Strontium beta-diketonate complexes formation, Inorganic chemistry, 2006, 45, 3074
- A. Drozdov, Sergey N. Semenov, Andrey Yu. Rogachev, Svetlana V. Eliseeva, Yury A. Belousov, Sergey I. Troyanov, 5-Nitroaminotetrazole as a building block for extended network structures: Syntheses and crystal structures of a number of heavy metal derivatives, Polyhedron, 2007, 26, 4899

Методическая разработка «Решение задач по нанохимии и нанотехнологиям»

(автор - В.В.Еремин)

Популярность нанотехнологий и связанное с ней бурное развитие всех областей науки, изучающих объекты наномира, в последние несколько лет довольно сильно повлияли на школьное образование. Тема «нано» стала популярной на олимпиадах различного уровня, в школах выполняются исследовательские проекты по нанотехнологиям, созданы многочисленные учебные пособия и элективные курсы по этой теме.

Лучший способ познакомиться с предметом, понять его и научиться использовать — это решение задач. В последние годы появилось множество задач, освещающих

различные аспекты нанотехнологий. В Московском университете проведено уже 5 раз проводилась Олимпиада по нанотехнологиям для школьников и студентов. Сборники заданий этой Олимпиады, которые предполагает выпустить издательство «Бином. Лаборатория знаний», содержат больше тысячи оригинальных заданий, вопросов и тестов по всем областям нанотехнологий. Разобраться в таком большом объеме информации людям, начинающим познавать наномир, может быть непросто.

Поэтому в помощь учителям и их ученикам, интересующимся нанонаукой, были отобраны из разных источников несколько десятков наиболее простых и интересных задач. В этом пособии рассматриваются относительно несложные задачи, предлагавшиеся на различных олимпиадах. Из этих задач – условий, решений и комментариев к ним – можно узнать о структуре, способах получения, свойствах и применении наночастиц и наноматериалов.

Методическая разработка «Нанокатализ»

(автор - В.В.Еремин)

Самая бурно развивающаяся наука в современном мире – это нанотехнология, междисциплинарная область, которая объединяет усилия химиков, физиков, биологов, математиков и специалистов в области вычислительной техники. Количество исследований в этой области резко увеличивается с каждым годом, причем результаты многих из них уже нашли практическое применение. Потенциальные возможности нанотехнологии поражают воображение и уже породили множество проектов, обещающих кардинально изменить жизнь человечества. Некоторые из проектов имеют под собой реальную основу, например, эффективный водородный двигатель, другие, такие как космический лифт – более фантастичны.

Нанотехнология влияет не только на экономические показатели и технологический уровень различных стран и человечества в целом, она способна в принципе изменить способ мышления ученых, так как демонстрирует возможность управления свойствами веществ на надмолекулярном уровне. Именно поэтому некоторые идеи нанотехнологии уже сейчас должны входить в учебные программы не только вузов, но и средних школ. Интересно, что первые задачи по нанотехнологии появились на олимпиадах по химии уже 10 лет назад.

К числу разделов нанотехнологии, которые давно приносят практические результаты, относится нанокатализ, то есть катализ наночастицами. Отчасти это связано с тем, что химики, исследующие механизмы катализа и свойства катализаторов, уже несколько десятилетий назад, еще до эры нанонауки обнаружили зависимость свойств катализаторов от размеров их частиц и поняли, что поиск катализаторов надо вести на наноразмерном уровне. Нанотехнология лишь снабдила их инструментом для создания катализаторов заданных размеров и формы.

Об авторе разработок:

В.В.Еремин - профессор, доктор физико-математических наук. Окончил Химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова в 1984 г., защитил кандидатскую диссертацию в 1988 г, докторскую в 2004 г. Тема докторской диссертации: "Моделирование внутримолекулярной колебательной динамики в фемтосекундном временном диапазоне". Лауреат Премии Президента РФ в области образования (1999). Лауреат Премии им. М.В. Ломоносова (2003). Автор многочисленных учебников и методических разработок для школьников по химии. Координатор Всероссийской олимпиады для школьников по химии, куратор сборной команды России на международной олимпиаде по химии.

Основные публикации В.В.Еремина:

- V.V. Eryomin, S.I. Vetchinkin, I.M. Umanskii. Manifestations of wave packet fractional revivals in a Morse-like anharmonic system. J. Chem. Phys. 101, 10730 (1994).
- В.В.Еремин и др. Интерференционные эффекты в динамике волнового пакета при импульсном оптическом возбуждении двухатомной молекулы. Хим. физика, 15, № 5, 5 (1996).
- В.В.Еремин и др. Особенности колебательного возбуждения молекулы под действием сверхкороткого светового импульса. Ж. физ. химии, 72, № 5, 899 (1998).
- V.V. Eryomin, I.M. Umanskii, N.E.Kuz'menko. Wavepacket dynamics in the ground electronic state of a diatomic molecule. Chem. Phys. Lett. 316, 303 (2000).
- В.В.Еремин и др. Свойства пространственно-временных распределений ("квантовых ковров") в одномерных ангармонических системах. Ж. физ. химии, 77, № 3, 553 (2003).
- В.В.Еремин. Квантовый хаос в химии. Природа, № 2, 20 (2004).
- Н.Е.Кузьменко, В.В.Еремин, В.А.Попков. Начала химии. В 2-х тт. Москва: Экзамен, 1998-2004, 864 с.
- В.В.Еремин и др. Основы физической химии. Теория и задачи. Москва, Экзамен, 2005, 480 с. В.В.Еремин и др. Химия, 8 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. Москва: Мир и образование, 2004, 304 с.
- «Химия. 10 кл. Учебник. Профильный уровень» В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко, В.В.Лунин, А.А.Дроздов, В.И.Теренин, Издат: М.: Дрофа, 2008, 464 с.
- «Химия. 8 кл. Учебник» В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко, А.А.Дроздов, В.В.Лунин, Издательство: М.: Дрофа, 2008, 256 с.
- «Химия. 11 кл. Учебник. Профильный уровень» В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко, В.В.Лунин, А.А.Дроздов, В.И.Теренин, Издат: М.: Дрофа, 2010, 412 с.
- «Химия. 9 кл. Учебник» В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко, А.А.Дроздов, В.В.Лунин, Издат: М.: Дрофа, 2010, 220 с.
- «Начала химии. Совр. курс д/пост. в ВУЗы» Н.Е.Кузьменко, В.В.Еремин, В.А.Попков, Издат: М.: Экзамен, 2010, 832 с.
- «Диагностические работы в формате ЕГЭ 2011. Химия», В.В.Еремин, А.А.Дроздов, Издат.: М.: МЦНМО, 2011, 52 с.

РЕЦЕНЗИИ НА МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

1) Рецензия на методическое пособие А.А. Дроздова «Преподавание нанохимии и нанотехнологий в школе»

Автор рецензии: доц. Е.А.Еремина

Представленное на рецензию пособие посвящено вопросам преподавания нанохимии и нанотехнологии в средней школе. С целью обучения школьников 10 и 11 классов основам нанохимии и нанотехнологии автор предлагает разработанный им элективный курс «Введение в нанохимию». Программа данного элективного курса, рассчитанного на 34 часа, представлена в первом разделе пособия. В качестве базового учебника по данному курсу автор предлагает написанное им пособие, изданное в издательстве Дрофа. Второй раздел представленной на рецензию рукописи содержит тематическое поурочное планирование элективного курса в виде стандартной таблицы с указанием темы урока, содержания урока и вводимых на уроке понятий. Элективный курс соответствует требованиям к подобного рода курсам, он может быть использован не

только для дистанционной формы обучения, но и для стандартной «очной» формы занятий в школе. Помимо изложения нового материала в планирование введены уроки, посвященные выполнению лабораторных и практических работ, контрольные и проверочные работы. В третьем разделе пособия представлены методические рекомендации учителю по проведению уроков. В них содержатся не только планы уроков, методические советы, но и дополнительный материал, полезный педагогам, готовящимся к урокам. Пособие содержит варианты контрольных работ, примеры заданий (с решениями) разного уровня сложности, в том числе олимпиадных. Последняя глава пособия представляет собой химический нанопрактикум, она составлена из экспериментов по нанохимии, которые могут быть поставлены в средней школе. При работе по дистанционной схеме опыты требуется перевести в видео-ролики.

Пособие завершает подробный перечень литературы, включая Интернет-ресурсы. Считаю, что пособие, представленное на рецензию, написано на высоком научном уровне, является оригинальным и не имеет аналогов среди литературы по нанохимии.

2) Рецензия на методическое пособие Е.Е.Еремина «Решение задач по нанохимии и нанотехнологиям»

Автор рецензии: проф.Б.Р.Чурагулов

Предлагаемая методическая разработка является актуальным и своевременным изданием, которое поможет школьникам и учителям разобраться в самых разных проблемах нанохимии и нанотехнологии. Необходимо отметить, что данное издание может использоваться не только как пособие по решению задач, но и как самостоятельный справочник, содержащий важные сведения из разных областей химии, математики и физики, что очень сильно облегчает решение предлагаемых задач.

Читая данное пособие, школьник и учитель имеют возможность значительно расширить свой кругозор, что будет полезным и при изучении других предметов. В данной разработке содержатся сведения о последних достижениях современной науки, из нее молодые люди смогут узнать, за что была присуждена Нобелевская премия по физике 2010 года, как получают наноалмазы, что такое фотокатализ и водородная энергетика и многое другое. Главная отличительная черта данного сборника – его междисциплинарность, которая наглядно демонстрирует, что время узких специалистов уже прошло, и в современной науке очень востребованными будут ученые – универсалы, хорошо знающие химию, биологию, медицину и физику. Пособие хорошо структурировано и будет удобным для чтения.

В каждой теме разобраны задачи разного уровня – от самых элементарных до задач Международных олимпиад, поэтому пособием смогут пользоваться и школьники, только начинающие изучение наномира, и опытные олимпиадники.

В пособии также предлагаются задачи для самостоятельного решения, к которым даны ответы. Все задачи – несложные, однако имеют творческий характер и способствуют развитию у школьников элементов научного мышления.

В целом, данное пособие будет очень полезным для всех, изучающих нанотехнологии, но особенно для тех учащихся, кто активно участвует в олимпиадном движении.

3) Рецензия на методическое пособие В.В. Еремина «Нанокатализ»

Автор рецензии: проф.М.В.Коробов

Ученые, занимающиеся проблемами катализа, уже давно заметили, что свойства катализаторов зависят от размеров частиц, и конструирование новых катализаторов с

заданными свойствами надо осуществлять на наноразмерном уровне. Так появилась идея нанокатализа. Эта идея уже во-многом реализована на практике, и нанокатализ является примером реализации нанотехнологий в практической деятельности химиков.

Данное пособие знакомит читателя не только с принципами нанокатализа, который является, хотя и важной, но довольно узкой областью нанохимии, но и с фундаментальными основами катализа, общими принципами управления скоростью химических реакций, основными механизмами каталитических реакций, имеющих большое практическое значение.

В разработке приводится объяснение общего механизма действия катализаторов – изменение пути реакции через образование и распад комплекса «катализатор-субстрат». Приведена оценка активности катализатора с помощью уравнения Аррениуса для константы скорости. Подчеркивается важность структурного и энергетического соответствия катализатора и реагентов, приведены примеры химических реакций, в которых выполняется структурное соответствие, в частности реакция гетерогенного дегидрирования циклогексена.

Особое внимание в данном пособии уделено двум практически важным реакциям с участием гетерогенных катализаторов – синтезу NH_3 и окислению CO . Рассматриваются факторы, влияющие на работу катализаторов: промоторы, ингибиторы, отравление, загрязнение поверхности, испарение, и основные стадии каталитического процесса: адсорбция, реакция на поверхности, десорбция.

В пособии рассмотрены общие свойства наночастиц, которые определяют их каталитические возможности, это – большая удельная поверхность и зависимость термодинамических и кинетических свойств от размера (размерный эффект). Обсуждаются основные способы получения нанокластеров металлов заданного размера путем стабилизации их в коллоидном растворе или осаждения на подложках. Рассмотрены разнообразные приложения нанокатализа, уже нашедшие применение не только в химической промышленности, но и в быту.

Считаю, что пособие, представленное на рецензию, написано на высоком научном и методическом уровне, является оригинальным и будет очень полезным для учителей химии и школьников, интересующихся проблемами нанотехнологий.

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

(автор - доц. А.А.Дроздов)

ПРОГРАММА 1 «Углерод и материалы на его основе» (Количество академических часов: 72)

Пожалуй, ни один элемент не "сделал" столь многого для становления нанотехнологий, как углерод. Углеродные нанотрубки, графен, фуллерен, наноалмазы - эти слова сейчас уже знают (или слышали) практически все и поэтому все названные удивительные материалы заслуженно и на веки вечные связаны с миром "нано". Задача курса – познакомить школьников с миром современных углеродных материалов, рассказать им об особенностях и строения, свойствах, о современном использовании и о перспективах использования в различных областях техники и в медицине. Активное обращение к Интернет-ресурсам не только стимулирует развитие познавательной деятельности школьника, но и способствует реализации метапредметных результатов обучения в соответствии с требованиями Стандартов второго поколения (см. Фундаментальное ядро содержания общего образования, под редакцией В.В. Козлова, А.М. Кондакова, М., Просвещение, 2011). Обращение к англоязычным сайтам

способствует развитию у школьников интереса к изучению иностранных языков. Рассказ о мире углерода и материалах на его основе должен освещать роль отечественных ученых в становлении и развитии науки, показывать перспективы развития науки в нашей стране.

ПРОГРАММА 2 «Наноматериалы вокруг нас» (Количество академических часов: 72)

На уроках химии школьники традиционно знакомятся с миром веществ, в жизни же их чаще окружают материалы. Что такое материал, как он устроен, каковы его свойства – эти вопросы традиционные школьные предметы оставляют без внимания. Все чаще и чаще с экраном телевизоров, с первых полос газет учащиеся узнают о наноматериалах. Чем они отличаются от традиционных материалов? На эти вопросы и отвечает данный курс. Его задача – познакомить школьников с миром современных материалов, рассказать им об особенностях и строения, свойствах, о современном использовании и о перспективах использования в различных областях техники и в медицине. Активное обращение к Интернет-ресурсам не только стимулирует развитие познавательной деятельности школьника, но и способствует реализации метапредметных результатов обучения в соответствии с требованиями Стандартов второго поколения (см. Фундаментальное ядро содержания общего образования, под редакцией В.В. Козлова, А.М. Кондакова, М., Просвещение, 2011). Обращение к англоязычным сайтам способствует развитию у школьников интереса к изучению иностранных языков. Рассказ о традиционных и современных материалах должен освещать роль отечественных ученых в становлении и развитии науки, показывать перспективы развития науки в нашей стране.

ПРОГРАММА 3 «Свет и оптика» (Количество академических часов: 36)

В школьном курсе химии учащиеся изучают основы оптики, а также рассматривают вопрос о взаимодействии света с веществом. Однако современным устройствам генерации света и фундаментальным основам их работы, фотохромным, электрохромным и люминесцентным материалам, лазерам, источникам хранения информации в школьном курсе внимания не уделяется. Задача данного элективного курса и заключается в восполнении этого пробела. Обращение к англоязычным сайтам способствует развитию у школьников интереса к изучению иностранных языков.

ПРОГРАММА 4 «Альтернативные источники энергии» (Количество академических часов: 36)

В школьном курсе химии учащиеся знакомятся с традиционным исчерпаемыми источниками энергии. Это в первую очередь нефть и газ. Однако их запасы постепенно приближаются к концу. Кроме того, общепризнано, что использование нефти и газа наиболее эффективно в качестве уникального химического сырья, а не просто в виде топлива. Именно поэтому Человечество все пристальнее присматривается к альтернативным видам энергии - солнечной, ядерной, водородной, гидротермальной, гидро- и ветроэнергетике, развивает технологии получения новых химических источников тока, топливных элементов и т.д. Все они имеют как несомненные плюсы, так и очевидные (или пока еще не столь очевидные) недостатки. Задача курса и заключается в том, чтобы познакомить школьников с разнообразными источниками энергии, а также с новыми формами хранения и передачи энергии. При изучении курса учитель опирается на имеющиеся у школьников знания по химии, физике, экономической географии.

ПРОГРАММА 5 «Приглашаем в наномир» (Количество академических часов: 36)

Данный курс разработан нами для школьников 7 – 9 классов. Он ставит своей целью познакомить учащихся с основами нанонауки и нанотехнологий. Мы предлагаем учителю использовать разнообразные формы проведения уроков: уроки-беседы, уроки-

игры, уроки-конкурсы. Предполагается также участие слушателей в ежегодно проводимых Фестивалях-науки, конкурсах и олимпиадах, прежде всего в Наноолимпиаде, в которой есть специальная секция для школьников данного возраста. Главная задача педагога – увлечь школьников, выработать у них устойчивый интерес к науке, к инновациям, научиться сопоставлять полученные на уроках знания с жизненным опытом. Для изучения курса школьники должны иметь элементарные знания в области математики, физики и химии. Мы призываем учителя при проведении уроков широко использовать современные средства обучения – компьютер, интерактивную доску, сопровождать рассказ просмотром иллюстративных фото-, аудио- и видео-материалов. Школьникам необходимо рекомендовать образовательные порталы, в первую очередь www.nanometer.ru.

КРАТКОСРОЧНОЕ ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ТЬЮТЕРОВ

Форма обучения. Обучение проводится дистанционно с использованием средств компьютерной сети Интернет, а именно сайта www.nanometer.ru

Слушатели. К обучению по разработанным ведущими специалистами МГУ программам повышения квалификации приглашаются специалисты в различных областях знаний, работающих как в области научных исследований, так и преподавания.

Регистрация. Процедура регистрации проводится интерактивно через персональные страницы зарегистрированных участников. В результате регистрации и конкурсного отбора слушателей в соответствии с присланной ими информацией им персонально высылаются документы, подтверждающие поступление на курсы и содержащие подробную программу обучения.

Подача заявки. Для того чтобы подать заявку на участие в курсах повышения квалификации, необходимо зарегистрироваться на сайте www.nanometer.ru и следовать инструкциям в разделе ЗНТШ.

ПРОГРАММА №1. (Общая трудоемкость 128 ч.)

1) ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ. Рассмотрены устройства основных узлов электронных микроскопов, описана работа детекторов и рассмотрены примеры исследования некоторых материалов; включена информация, необходимая как для обработки уже имеющихся данных, полученных на растровом или просвечивающем электронном микроскопе, так и для практической работы на приборе. Для полного понимания и осмысления изложенной информации целевая аудитория должна быть знакома со структурными методами анализа конденсированного состояния вещества и физическими методами анализа элементного состава материалов.

2) ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ. В начале 1980 г. сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ) потрясли мир первыми изображениями поверхности кремния, на которых можно было различить отдельные атомы в структуре. С тех пор прошло уже несколько десятилетий, и сканирующая зондовая микроскопия стала одним из наиболее важных и информативных методов в исследовании поверхности материалов и в нанотехнологии. Сегодня СЗМ позволяет производить самые разные операции, начиная с простого анализа шероховатости поверхности, заканчивая получением впечатляющих трехмерных изображений отдельных атомов, наноструктур или живых клеток. Основной целью этого курса является знакомство с возможностями, которые дает зондовая микроскопия, и

простое объяснение принципов работы микроскопов, понимание которых в дальнейшем поможет грамотно использовать СЗМ для решения своих исследовательских задач и правильно интерпретировать полученные с помощью СЗМ результаты.

3) РЕНТГЕНОДИФРАКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Обучение решению материаловедческих задач (включая и исследование наноматериалов) с помощью методов рассеяния и дифракции рентгеновского излучения. Рассматриваются методы фазового анализа, уточнения кристаллической структуры, анализа несовершенств строения кристаллов (малых областей когерентного рассеяния и микронапряжений), макронапряжений и текстур. При этом основное внимание уделяется задачам, возникающим при исследовании материалов, в т.ч. и нано-, а ряд важных для рентгенографии приложений, относящихся к химическим задачам (например, исследование неизвестной кристаллической структуры новых соединений) сознательно пропущен.

ПРОГРАММА №2 (Общая трудоемкость 72 ч.)

1) МАГНИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Вводятся основные понятия физики магнитных наночастиц, рассматривается влияние размера частиц на магнитные свойства. Рассматриваются основные типы магнитных наноматериалов – магнитотвердые материалы, материалы для магнитной записи, гипертермии, доставки лекарств и т.д. Описываются основные методы исследования магнитных свойств материалов – индукционные методы, метод Фарадея, СКВИД-магнетометрия.

2) МАГНИТНЫЕ СТРУКТУРЫ И МЕССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ. Рассматриваются возможности мессбауэровской спектроскопии для исследования локальной структуры и магнитных свойств ультрамалых частиц, в частности, нанокластеров и нанокластерных систем. Особое внимание уделено вопросам, связанным с проявлением в таких системах суперпарамагнетизма изолированных и взаимодействующих нанокластеров, магнитнокристаллической анизотропии, магнитным фазовым переходам первого и второго рода. Обсуждаются возможности различных вариантов зондовой мессбауэровской спектроскопии для исследования неоднородной магнитной структуры оксидных систем, проявляющих эффект колоссального магнетосопротивления.

ПРОГРАММА №3 (Общая трудоемкость 72 ч.)

1) КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ УСТРОЙСТВА. Рассматривается устройство и принцип работы органических электролюминесцентных устройств (OLED), их преимущества перед существующими технологиями создания источников излучения и возможные области применения. Основное внимание уделено использованию координационных соединений как материалов эмиссионных слоев OLED. Приведены основные классы координационных соединений, особенности их люминесценции, влияния состава и строения комплексов на их функциональные свойства.

2) ОСНОВЫ МЕТОДА ИК-СПЕКТРОСКОПИИ. Рассматриваются физико-химические основы метода ИК-спектроскопии, типы приборов и основные техники эксперимента. Обсуждается техника пробоподготовок и измерения спектров в различных техниках эксперимента. Дается подробное руководство пользователя спектрометра Spectrum one.

Приводятся примеры результатов исследования методом ИК-спектроскопии различных классов соединений.

ПРОГРАММА №4 (Общая трудоемкость 72 ч.)

1) **НАНОМАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА.** Знакомство с устройством и принципом работы литий-ионных аккумуляторов, с их местом среди других химических источников тока, с применением и основными характеристиками, с активными и вспомогательными материалами для таких аккумуляторов, а также с особенностями наноматериалов в сравнении с традиционными материалами.

2) **МЕТОД СПЕКТРОСКОПИИ ИМПЕДАНСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ.** Обсуждается использование метода спектроскопии импеданса при исследовании электрофизических свойств материалов. Рассматриваются теоретические основы метода спектроскопии импеданса с акцентом на применение метода эквивалентных схем, приводится пример анализа спектров импеданса для реальных объектов. Практическая часть содержит описание проведения экспериментов на электрохимическом комплексе SOLARTRON, касающееся программного управления комплексом и обработки экспериментальных данных.

ПРОГРАММА №5 (Общая трудоемкость 72 ч.)

1) **МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.** Знакомство с основами дифференциального термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГ) анализа. Описаны принципы проведения исследований образцов на приборах STA 409 PC Luxx и Pyris Dimond (Perkin Elmer), в том числе приведено руководство пользователя прибором и руководство по обработке полученных экспериментальных данных. Обсуждается влияние скорости нагрева и массы образца на вид ТГ-кривых и влияние атмосферы печи на вид ДТА-кривых.

2) **ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ И ПОРИСТОСТИ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОЙ КОНДЕНСАЦИИ АЗОТА.** Метод сорбции и капиллярной конденсации газов позволяет определять важнейшие характеристики твердофазных веществ, такие как удельная площадь поверхности, пористость (микро-, мезопористость), объем пор, распределение пор по размерам. Данные, получаемые при измерении сорбции газов, могут быть использованы при работе с наноструктурированными пористыми матрицами, керамическими материалами, порошкообразными прекурсорами и другими часто используемыми веществами. В качестве прибора для измерения сорбции рассмотрен анализатор сорбции газов NOVA 4200e фирмы Quantachrome. Данный прибор позволяет измерять сорбцию различных газов твердофазными материалами, а программное обеспечение, поставляемое к прибору, может использоваться для комплексной обработки экспериментальных данных.