

УДК 620.22:53:378.147.88

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

**Ерофеева Г.В., Склярова Е.А.**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск,  
e-mail: skea@tpu.ru*

В статье рассматриваются проблемы и их решения по организации самостоятельной работы студентов (российских и иностранных) при изучении курса «Физические основы наноматериалов и нанотехнологий». Применение проектного метода позволяет организовать самостоятельное изучение сравнительных свойств элементов в микро- и наноструктурах, выявить физические основы отличий свойств. Полученные сведения студенты сводят в таблицу, которая в дальнейшем дополняется описанием нанотехнологий. Приведен пример работы студентов, выполненной проектным методом. Завершающим этапом проекта является представление полученного информационного материала и аналитического обзора для публикации в журналах, докладов на конференции, международном студенческом форуме и др.

**Ключевые слова:** наноматериалы, физические основы, размерные эффекты

## INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN THE COURSE OF «PHYSICAL BASIS OF NANOMATERIALS»

**Erofeeva G.V., Sklyarova E.A.**

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: skea@tpu.ru*

The problems and their solutions of independent students' (Russian and foreign) work organization in case of the «Physical fundamentals of nanomaterials and nanotechnology» course are observed in this paper. Application of project method allows to organize an independent study of the elements' comparative properties in micro – and nano-structures, identify the physical causes of their difference. Students fill the tabulate with the obtained data, which are further complimented by a description of nanotechnology. An example of student work carried out using the project method is described. The final stage of the project is to present the obtained information and analytical review for publication in journals, conference proceedings, international forums, etc.

**Keywords:** nanomaterials, physical fundamentals, size effects

Цель: формирование навыков самостоятельных исследований в области инновационных научных направлений.

М.Р. Грэй читал лекции инженерам-нефтяникам о необходимости применения нанотехнологий в нефтегазовом производстве. Если студенты во время обучения в вузе будут изучать курсы о наноматериалах и их применении в различных областях, необходимость знакомить инженеров, выпускников вузов, с применением наноматериалов в различных областях не возникнет [9].

Широкое мировоззрение в настоящее время позволяет выпускникам вузов осуществлять перепрофилирование и, следовательно, расширяет сферу трудоустройства (информирован, значит, вооружен). В связи с этим изучение самых общих вопросов инновационных направлений науки целесообразно для многих технических направлений.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) для студентов направления Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» читается курс «Физические основы наноматериалов» [1]. Задача курса состоит в том, чтобы указать физические причины отличий свойств нано- и микро- материалов и дать сравнительный анализ элементов в микро- и наноструктурах, а также

определить какие знания и в какой области позволяют выполнить эту работу.

Основным методом преподавания данного курса является проектный метод [2]. Студенты в самом начале изучения разбиваются на группы по 2-3 человека (большее число студентов в подгруппе студентов нецелесообразно, так как не все студенты активно работают, если в подгруппе больше трех человек).

В подгруппе выбирается руководитель проекта, который отвечает за работу подгруппы. Кроме того, студенты самостоятельно выбирают для исследования элемент периодической таблицы согласно организации учебного процесса и в соответствии с направлением научных исследований студента. Это обстоятельство усиливает заинтересованность студентов в выполнении поставленных задач. Наряду со студентами из России в потоке обучаются и иностранные студенты (в основном из Китайской народной республики). Благодаря проектному методу, направленному на самостоятельное обучение, студенты успешно справляются с заданиями, поскольку поиск информации в сети Интернет для них не составляет труда. Информация по теоретической части курса (лекции) построена так, чтобы сравнительный анализ студенты выполняли

самостоятельно. Чтобы бакалавры логически выверено включились в изучение курса и на практических занятиях смогли выстроить сравнительный анализ свойств выбранного элемента в микро- и наноструктурах, на лекциях сообщается какое значение (какую информацию) можно извлечь, изучая зоны Бриллюэна и изоэнергетическую поверхность Ферми данного элемента [4,5,6]. Чтобы отгнать значение поверхности Ферми и сформировать представление о той информации, которую можно извлечь для данного элемента, студенты сравнивают поверхности выбранного элемента и другого, существенно отличающегося по свойствам.

Подробно изучаются на лекции физические причины специфики микро- и наноматериалов [7, 10, 11, 12]. Это делается для того, чтобы в дальнейшем бакалавры могли указать основные физические причины (или даже уникальность) свойств наноматериалов из данного элемента. Кроме того, студенты выясняют для каких целей вводится эффективная масса частицы, дви-

жущейся в периодическом поле кристалла. По полученным данным рассчитывается эффективная масса частицы. Характерной особенностью наноматериалов является проявление размерных эффектов. Изучение размерной зависимости наноматериалов позволяет выявить при каких размерах достигается максимальный эффект изменения характеристик.

Особое значение имеет рассмотрение критериев, по которым различают классические и квантовые размерные эффекты. В соответствии с этими критериями студенты должны прийти к заключению: к какому виду эффектов следует отнести изменение свойств наноматериалов, созданных из изучаемого элемента. Используя сеть Интернет, студенты находят и сводят в таблицу свойства материалов из данного элемента в микро (или макро) структурах и эта таблица в дальнейшем дополняется свойствами наноструктур и описанием нанотехнологий, используемых для получения изучаемых структур с указанием их физических причин.

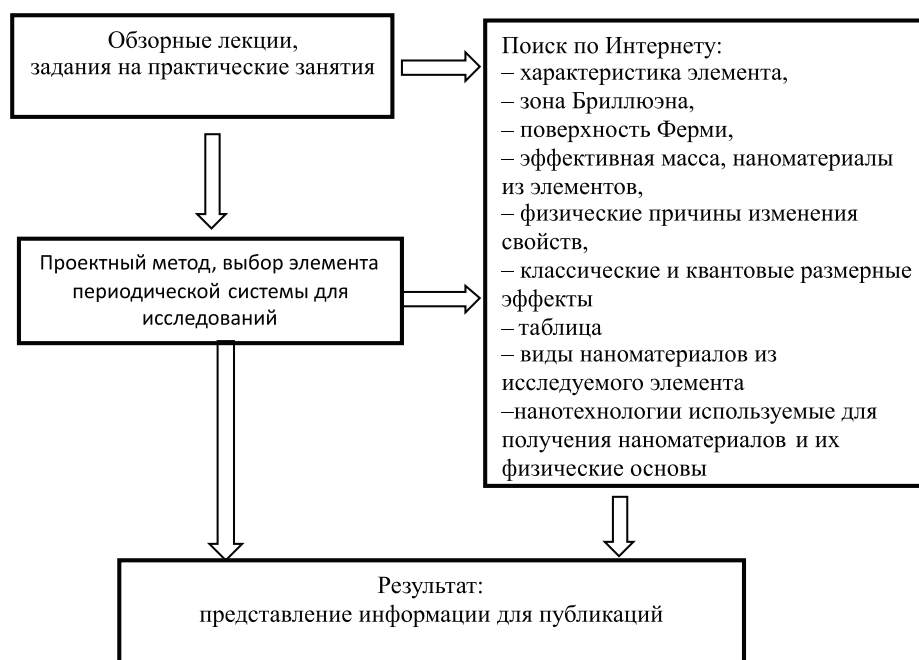


Рис. 1. Системно-функциональная схема курса «Физические основы наноматериалов»

После изучения на лекции технологий применяемых для получения наноматериалов, студентам предлагается найти и описать технологию получения наноматериала из исследуемого элемента и указать физические основы данной технологии. Новыми темами, существенно увеличивающими сведения о инновационных направлениях науки, являются: Гигантское магнитоспро-

тивление (ГМС), спиновый ток, обменное взаимодействие через барьерный слой, спиновый эффект Холла, самоорганизация в наноструктурах [3,6,8] и др. Указанные темы позволяют студентам понять возможности широкого применения наноматериалов. Затруднения возникают, если по выбранному элементу не опубликованы свойства о наличии и свойствах наноструктур. В этом

случае приходится прибегать к соединениям, где включается этот элемент, например, цирконий. Есть только сведения об оксиде циркония, поэтому пришлось привести сведения об оксиде. Еще на первой лекции указывается, что для завершения самостоя-

тельной работы и получения зачета по курсу, студенты должны представить информацию в виде публикации, для этой цели им указываются требования к представлению информации. Схематично работа по курсу представлена на рис. 1.

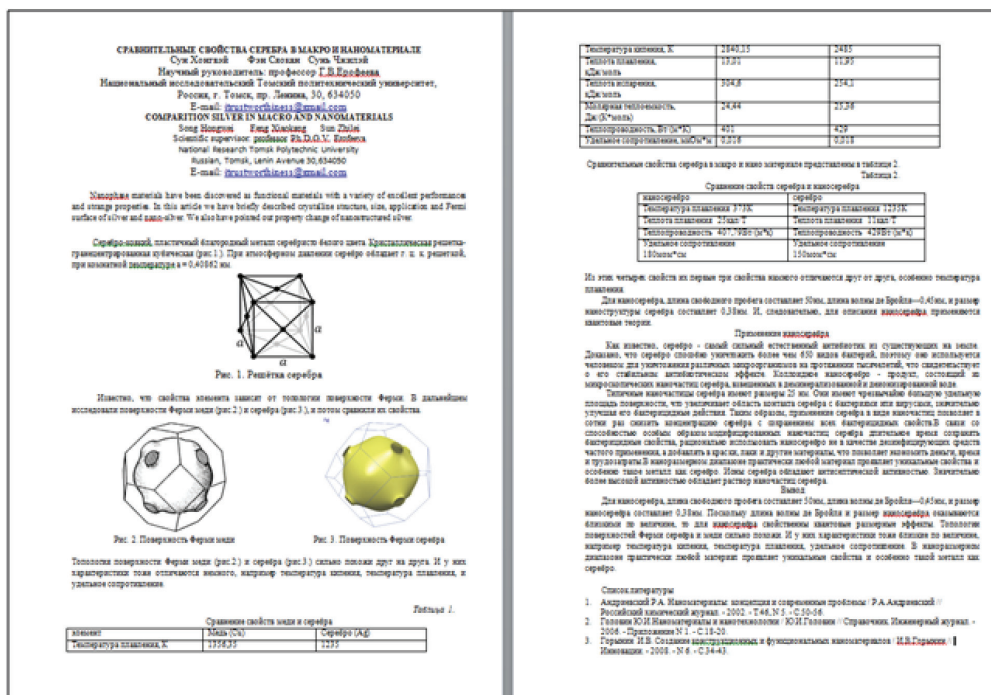


Рис. 2. Пример студенческого отчета по исследованию свойств серебра и наносеребра

Особый интерес представляет включение в лекционный курс темы «Приближение Борна-Оппенгеймера, которая будет полезна в дальнейшей научной работе студентов.

В настоящее время эта тема разрабатывается, в особенности, то, что касается дальнейшего ее применения.

По результатам самостоятельной работы студенты представили 8 докладов на I Всероссийскую научно-методическую конференцию «Уровневая подготовка специалистов: электронное обучение и открытые образовательные ресурсы» (г. Томск, ТПУ, 20-21 марта 2014). На рис. 2 приведен пример студенческой работы по исследованию свойств серебра и наносеребра.

**Список литературы**

1. Гинзбург В. Нанотехнологии и сверхпроводимость. URL: <http://www.poisnews.ru/2008/02/23> (дата обращения: 02.10.2013)  
2. Ерофеева Г.В., Склиарова Е.А., Лидер А.М. Физика — проблемы обучения // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — №. 6-4. — С. 982-984.