

## **Проблемы организации научно-исследовательской деятельности по приоритетным направлениям**

*Хан Юлиан Александрович*

*Тамбовский государственный университет*

*Магистрант*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены особенности изучения наноматериалов, основное используемое оборудование и их принцип работы, трудности, связанные с издержками в работе данного оборудования, а также сложности, обусловленные разработкой новых методик проведения эксперимента и адаптации уже существующих. Также были рассмотрены причины появления данных проблем и обусловлена необходимость их решения.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, наноматериалы, организация, оборудование

## **Organizational issues of scientific-research activity on priority directions**

*Khan Yulian Aleksandrovich*

*Tambov State Technical University*

*master student*

### **Abstract**

In the article was considered the peculiarities of the study of nanomaterials, the main equipment used and their working principle, problems associated with costs in the operation of this equipment and difficulties caused by development of new methods of experiment and adaptation of existing ones. Also discussed the reasons of these problems and due to the necessity to solve them.

**Keywords:** nanotechnology, nanomaterials, organization, equipment

Нанотехнологии в настоящее время уже давно перешли из разряда научной фантастики в реальный мир, находя применение в самых разных областях науки и техники: в качестве модификаторов полимерных материалов, в производстве строительных, смазочных материалов и топливных элементов, в микроэлектронике, медицине, пищевой промышленности и др. [1, 2]. Ключевой задачей в настоящее время становится переход от фундаментальных и прикладных исследований к их реализации на промышленных предприятиях [3]. По направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» активно обучаются специалисты нового поколения, используются инновационные образовательные технологии, позволяющие развивать творческие способности студентов [4, 5], а научные

открытия в данной области регулярно освещаются в научных изданиях всех уровней.

Технологичность наноматериалов закономерно предъявляет высокие требования к оборудованию для их исследования, наличие детекторов высокой чувствительности и подразумевает высокую продолжительность проведения анализа. К данным видам оборудования можно отнести разновидности электронных микроскопов: сканирующий электронный и атомно-силовой, просвечивающий. Электронный просвечивающий и сканирующий микроскопы относительно схожи по принципу действия: разогнанный электронный пучок, направляемый зондом, взаимодействует с образцом. Основным отличием являются детектируемые электроны: в случае просвечивающей микроскопии анализируются электроны, прошедшие через образец; в сканирующей микроскопии учитываются т.н. «вторичные» электроны, выбитые с поверхности образца вследствие бомбардировки электронами под определенным углом. В первом случае возможно получение среза структуры тонкого вещества, во втором – его топология поверхности. В основе работы атомно-силового микроскопа лежит взаимодействие исследуемого образца с зондом, представляющим из себя кантилевер с тонким острием. Межатомные взаимодействия между наноразмерным острием зонда и поверхностью образца приводят к изгибу кантилевера, по фиксированию которого можно также получить рисунок поверхности образца [6].

Для анализа удельной поверхности, пористости и хемосорбции используют сорбционные системы. Принцип их работы основан на сорбции газа на поверхности образца и измерении объема данного газа, затраченного на образование мономолекулярного слоя вокруг исследуемой пробы.

Для определения количественного и качественного состава вещества используют спектрометрические методы анализа, наиболее технологичными из которых можно считать атомно-абсорбционную и масс-спектрометрию. Атомно-абсорбционная спектрометрия основана на изучении поглощения узкой полосы излучения веществом, переведенным в атомный пар. По интенсивности данного поглощения можно судить о концентрации элемента в частице [7]. Масс-спектрометрия базируется на анализе отношения массы к заряду переведенного в ионы вещества и преобразованного в газовую фазу. После попадания в масс-анализатор все ионы сортируются по отношению массы к заряду ионов, благодаря чему можно судить о составе вещества [8].

Данные методы анализа являются очень дорогостоящими и наукоемкими, и при этом практически безальтернативными в своей применимости. Вследствие этого и изначально высокой стоимости оборудования для проведения подобных анализов, не все научные учреждения могут позволить себе приобретать собственное оборудование высокой точности. В результате этого возникает проблема очередности проведения анализа и замедления темпа исследования.

Помимо технологичных методов анализа для характеристики углеродных наноматериалов и их функционализации используются и традиционные методы анализа, не являющиеся дорогостоящими.

Титриметрические методы анализа основаны на измерении объема раствора точно известной концентрации, необходимого для полного взаимодействия с раствором исследуемого вещества в различных аналитических реакциях. Данный анализ может быть как количественным, так и качественным. Существует три алгоритма титрования: прямое, обратное и заместительное. Прямое титрование протекает при непосредственном добавлении к раствору исследуемого вещества титранта до конечной точки титрования. Обратное титрование используется с заведомым избытком реагента, взаимодействующего с исследуемым раствором, а затем титруется не прореагировавший остаток. При заместительном титровании сначала добавляется избыток специального реагента, а затем титруется один из продуктов реакции между анализируемым веществом и реагентом. При помощи титрования можно определить наличие и количество функциональных групп на поверхности УНМ.

Спектрометрические методы анализа, такие как ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния основаны на изучении спектров поглощения инфракрасного и рассеяния видимого и ближнего инфракрасного излучений от возбуждающей линии. Данные методы позволяют судить о наличии определенных химических связей в веществе и позволяют дать оценку составу и структуре последнего. Помимо этого они являются быстрыми и неразрушающими [9]. В частности, по спектрам поглощения/рассеяния можно судить о степени дефектности поверхности УНМ и других изменениях в строении химических связей вещества.

Рентгенофотоэлектронная спектроскопия базируется на явлении фотоэффекта с поверхности образца. На образец подается рентгеновское излучение, выбивающее с поверхности образца электроны, которые, попадая в анализатор, подвергаются анализу. По данным об их энергии и количестве можно судить об атомарном составе вещества и наличии в нем определенных химических связей [10].

Термогравиметрический анализ основан на измерении изменения массы образца с увеличением температуры и позволяет делать выводы о влажности материала, его фазовом составе, определения температуры сгорания. Применительно к УНМ данный анализ может характеризовать степень функционализации углеродных наноматериалов, наличия в них дефектов и аморфной фазы по изменениям в термической стабильности материалов.

Данные методы анализа являются самыми основными и общедоступными в химии, однако несмотря на это актуальны даже при исследовании наноматериалов. Это является как сильной стороной, так и слабостью этих видов анализа: их необходимость в применении для широчайшего класса веществ образует большие очереди к аналитическому

оборудованию, что сильно замедляет темп исследований. Помимо этого подобной проблемой обладает и оборудование для пробоподготовки, химическая посуда, ультразвуковые установки. Данные объекты исследований используются всеми, часто и в больших количествах, и исследовательские лаборатории физически не могут позволить себе закупить их в достаточном количестве для бесперебойной работы.

Также ряд проблем связан с новизной исследуемых материалов, отсутствием исследовательской базы и отлаженных методик проведения анализа и эксперимента в их отношении, что вынуждает создавать импровизированные установки и разрабатывать новые методики.

Таким образом проблемы в организации научно-исследовательской деятельности при изучении наноматериалов пронизывают исследовательский процесс с самого начала, на стадии планирования, в виде неопределенности в работе с материалом, отсутствия отлаженных схем их анализа и как следствие их разработки, и не оставляют на стадии реализации в виде ограниченности ресурсов лаборатории, издержек на поставку материалов и реагентов, очередей на использование оборудования.

Помочь в решении практических проблем, связанных с доступностью материалов, посуды, оборудования может составление графика работы за оборудованием, также связанное с рядом проблем, таких как спонтанность в необходимости определенных видов исследования и невозможность учесть все возможные издержки в связи с большим количеством оборудования, и своевременная проверка реагентов на наличие и скорость их расходования. Проблемы с разработкой методик исследования и планированием экспериментов разрешить возможно лишь в процессе деятельности благодаря личному профессиональному опыту и знаниям научных сотрудников, разрабатывая наиболее полную научную базу для исследования инновационных материалов для новых специалистов в области нанотехнологий.

### **Библиографический список**

1. Панина Т.И., Толчков Ю.Н., Ткачев А.Г., Михалева З.А., Галунинин Е.В., Меметов Н.Р., Попов А.И. Эффективность применения комплексной наномодифицирующей добавки на основе цеолитов в строительных материалах // Нанотехнологии в строительстве. 2016. Т.8. №5. С.116-132.
2. Кондаков А.И., Михалева З.А., Ткачев А.Г., Попов А.И., Горский С.Ю. Модификация матрицы строительного композита функционализированными углеродными нанотрубками // Нанотехнологии в строительстве. 2014. Т. 6. №4. С.31-44.
3. Романенко А.В., Попов А.И. Особенности построения затратной модели управления качеством в nanoиндустрии // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. №4. С. 136-139.
4. Попов А.И. Социально-экономический эффект реинжиниринга методического сопровождения высшего образования // Эко-потенциал.

2016. №2(14). С. 155-160.
5. Попов А.И. Влияние форм организации творческой подготовки в вузе на эго-идентичность личности студента //Иновации в образовании. 2014. №4. С. 75-84.
  6. Власов А.И., Елсуков К.А., Косолапов И.А. Электронная микроскопия. Учебно-методический комплекс по тематическому направлению деятельности ННС «Наноинженерия» / под ред. В.А. Шахнова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 168 с.
  7. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2008. – 72 с.
  8. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: БИНОМ, 2003. 494 с.
  9. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров М.: Техносфера, 2013. 696 с.
  10. Клопотов А.А., Абзаев Ю.А., Потекаев А.И., Волокитин О.Г. Основы рентгеноструктурного анализа в материаловедении. Учебное пособие / А.А. Клопотов,. Томск: ТГАСУ, 2012. 276 с.