



## О целях и задачах изучения школьниками элементов нанотехнологий

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о целесообразности изучения школьниками одного из направлений развития современных технологий. Представлены основные термины по нанотехнологии, исторические факты становления новой области науки и технологии, основное содержание учебной программы дополнительного образования школьников.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, графен, углеродные нанотрубки, фуллерен, технологическая подготовка школьников.

**Раздел:** (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

Все мы наблюдаем возникновение и бурное развитие принципиально новой области науки и технологии – нанотехнологии. Появилась возможность работать с *одиночными* молекулами и атомами – брать их и ставить на нужное место, разработаны *сборщики* – наноустройства, способные работать с одиночными атомами по программам, написанным человеком, но без его участия, разработаны устройства, *производящие* такие сборщики.

Нанотехнологии, использующие самые современные достижения науки, относятся к *высоким*, или *наукоемким*, технологиям. Ознакомление с ними школьников предполагает рассмотрение ряда дидактических проблем, прежде всего тех, которые обозначены в теме настоящей статьи – определение целей и задач изучения нанотехнологий в школе. В силу сложности и полной новизны объекта рассматриваются только ее *элементы*. По тем же причинам на начальном этапе обучения нужно уделить особое внимание выбору и обоснованию его целей. Необходимость и целесообразность изучения нанотехнологий в школе требует обоснования. Основопологающими элементами разрабатываемой программы по изучению нанотехнологий являются: изучение исторических фактов становления и развития сферы нанотехнологий; размерный ряд нанообъектов; основные термины и базовые понятия нанотехнологий; нанокompозитные материалы; оборудование, используемое для проведения исследований на наноровне.

Особенностью рассматриваемой технологии, как уже отмечалось, является манипулирование с микрообъектами – молекулами и атомами, традиционно недоступными для восприятия органами чувств человека. Нанотехнологии дают возможность получить представление о новых для человека свойствах микромира, мира НАНО.



Поэтому основной целью его первоначального изучения является повышение *общееобразовательного* уровня учащихся. Например, имеется возможность уделить должное внимание умению использовать дольные и кратные значения физических величин. Например, длина измеряется в **миллиметрах** ( $10^{-3}$  м), **сантиметрах** ( $10^{-2}$  м), **дециметрах** ( $10^{-1}$  м). Это привычные для повседневной жизни величины. Приставка **микро** используется для измерения миллионных долей метра ( $10^{-6}$  м). Один нанометр (нм) – это одна миллиардная часть метра ( $10^{-9}$  м). Наночастицы обычно имеют размер 1–100 нанометров. Размер большинства атомов 0,1–0,2 нм. Толщина человеческого волоса примерно равна 80 000 нм.

Познание наномира дает возможность обучаемым расширить свое представление о научной картине мира, которая меняется на наших глазах.

Одной из особенностей нанотехнологий является возможность установить точную дату и обстоятельства ее рождения. Знание соответствующих *исторических* фактов существенно для повышения общеобразовательного уровня школьников.

В 1959 г. нобелевским лауреатом Ричардом Фейнманом была высказана мысль, что манипуляция атомами в принципе вполне реальна и не нарушает никаких законов природы. Возможно создавать объекты, выстраивая или укладывая атомы в заданной последовательности. Первым наноустройством, изготовленным по конкурсу, предложенному Р. Фейнманом, был электродвигатель размером менее 1/64 дюйма. Р. Фейнманом была выплачена премия в 1000 долларов. Начиная с 1993 г. за выдающиеся достижения в области нанотехнологий присуждается премия имени Р. Фейнмана.

В качестве наглядного примера нанобъекта можно более подробно рассмотреть электродвигатель, выяснить, в частности, является он нанобъектом с современной точки зрения, то есть лежат ли его размеры в пределах от 1 до 100 нанометров. Проведем соответствующие расчеты.

$$1/64 \cdot 2,5 = 0,04 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ (1дюйм примерно равен 2,5 см).}$$

Получается, что линейные размеры электродвигателя в тысячи раз больше, чем 100 нм, т. е. его нельзя считать наноустройством.

Изучение свойств наномира дает прекрасную возможность познать диалектическую зависимость таких фундаментальных философских категорий, как *количество* и *качество*.

Нанотехнологии имеют многочисленные возможности практического применения в самых различных областях науки и техники. Их освоение составляет *основное содержание* занятий по изучению элементов нанотехнологий. Отбор содержания подобных занятий является сложной дидактической *задачей*, решение которой зависит, прежде всего, от уровня подготовки школьников по технологии, состояния материальной базы и разработанности методического обеспечения. *Задачей* отбора содержания занятий также является выбор *базовых понятий*, позволяющих школьникам понять применение наиболее важных нанотехнологий, например производство наноматериалов с принципиально новыми свойствами.

К основным терминам и базовым понятиям относятся: графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, нанопроволоки и др.

Наиболее перспективное направление изучения нанотехнологий в технологической подготовке школьников связано с пониманием свойств нанокompозитных материалов. Именно в этом направлении целесообразно в первую очередь разрабатывать содержание занятий по рассматриваемой теме.

Рассмотрим, каким образом на практике реализуется изучение нанотехнологий.



В настоящее время изучение нанотехнологий представлено в виде методических разработок: К. Ю. Богданов «Что могут нанотехнологии», для старшего школьного возраста [1]; В. В. Еремин, А. А. Дроздов «Нанохимия и нанотехнология», программы элективных курсов для учащихся 10–11-х классов [2]; Р. А. Зиновкин «Нанотехнологии в биологии», программы элективных курсов для учащихся 10–11-х классов [3]; В. А. Озерянский «Познаем наномир: простые эксперименты», учебное пособие для учащихся 8–9-х классов, содержит краткую историю развития нанотехнологий и 14 проектных работ, демонстрирующих важнейшие понятия нанотехнологий [4]. Данные методические разработки в основном рассчитаны на преподавание учащимся старших классов [5].

С 2009 г. на базе Центра детского творчества с изучением прикладной экономики (г. Киров) реализуется дополнительная образовательная программа «Удивительный мир нано» для учащихся младшего школьного возраста. Цель программы – пропедевтическое знакомство школьников с элементами нанотехнологий. При проектировании содержания и разработке методики программы основной задачей было осуществить отбор содержания для дополнительной технологической подготовки школьников и создать условия, способствующие повышению уровня развития познавательной активности обучающихся младших классов в области естественнонаучных дисциплин.

Дополнительная образовательная программа включает 10 тем: 1. *Введение* (история создания нанотехнологий и наноматериалов. Что такое нано, размерная характеристика объектов наноуровня. Области применения наноматериалов: легкая промышленность, медицина, военная промышленность, спорт и др.). 2. *История открытий и изобретений*: знакомство школьников с наиболее значимыми открытиями и изобретениями, которые повлияли на развитие общества (огонь, колесо и повозка, письменность, бумага, парус, порох, телеграф, автомобиль, электрическая лампочка, антибиотики). Изучение современных открытий и изобретений, связанных с нанотехнологиями. Открытия и изобретения в области нанотехнологий, лауреаты Нобелевской премии в сфере нанотехнологий. 3. *Увидеть невидимое*: занятие носит пропедевтический характер и является основой для изучения следующей темы «Путешествие в НАНОмир», которое будет направлено на рассмотрение нового оборудования, используемого для проведения исследований на наноуровне. К данному оборудованию относится сканирующий зондовый микроскоп. Микроскопы школьники будут изучать на следующем занятии, в лаборатории нанохимии и нанотехнологии. Знакомство школьников с принципами работы оптических микроскопов. 4. *Путешествие в НАНОмир*: урок-экскурсия. Проводится в лаборатории нанохимии и нанотехнологии. Изучение оборудования для проведения исследований на наноуровне (сканирующие зондовые микроскопы) и подготовка инструментов, необходимых для работы оборудования. Знакомство с литературными источниками по нанотехнологии. 5. *Что открыла нам природа*: знакомство с понятием «*биомиметика*» (создание устройств и объектов, при котором основные элементы заимствуются у живой природы). Изучение примеров биомиметики, используемых в нанотехнологических разработках. 6. *НАНОлитогRAFия (рисуем под микроскопом)*: рассматривается понятие нанолитографии и области применения метода нанолитографии. Требования к эскизам для выполнения изображений методом нанолитографии. Последовательность выполнения изображений методом нанолитографии с использованием сканирующего зондового микроскопа. Понятия «графит», «графен». Области применения графена (теоретические сведения по данному вопросу получают самостоятельно, в ходе выполнения практи-



ческой работы). 7. *НАНОтехнологии вокруг нас (современные технологии в окружающем нас мире)*: возможности развития современных технологий и их практическое применение для разработки объектов и предметов, используемых человеком в повседневной жизни. 8. *НАНОведы: итоговое занятие на знание терминов по изученной программе*. 9. *НАНОFresh*: занятие-викторина, направленное на проверку уровня знаний теоретического материала по изученной программе. 10. *Мир профессий: прошлое, настоящее, будущее*: факторы, влияющие на востребованность специалистов в определенных отраслях производства с учетом развития современных технологий и производства. Профессии прошлого, настоящего и будущего.

Авторами статьи разработаны методические материалы, которые помогут педагогам в педагогической деятельности при проведении занятий по изучению элементов нанотехнологий: *учебно-методическое пособие* [6], в котором представлены конспекты занятий, методические рекомендации по организации научно-исследовательских работ школьников, требования и критерии оценивания выполнения практических работ с учетом развития познавательной активности учащихся; *тетрадь заданий на печатной основе* «Путеводитель НАНОведа» [7], которая содержит бланки с четко прописанными заданиями практических работ, контрольные вопросы к изученному на уроке материалу. Из методических инновационных материалов нами используются *интерактивные*: сетевой проект «Создание образовательной вики-среды общения по вопросам нанотехнологии и робототехники», сайт «Техноведы» (<https://sites.google.com/site/tehnovedy/>), *электронные образовательные ресурсы*, которые могут быть использованы для дистанционного обучения. В помощь учителю существуют специализированные сайты по нанотехнологии: [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru), [www.nt-mdt.ru](http://www.nt-mdt.ru), [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) и др. Содержание сайтов может быть использовано учителем при подготовке к занятиям, а также для организации самостоятельной работы школьников.

Проведение занятий по изучению нанотехнологий будет наиболее продуктивным при создании так называемых. центров коллективного пользования. Подобный центр коллективного пользования создан на базе Вятского государственного гуманитарного университета – лаборатория нанохимии и нанотехнологии.

В ходе занятий школьникам предоставляется возможность посетить научно-исследовательскую лабораторию, где они знакомятся с оборудованием, используемым для проведения исследований на наноуровне, подготавливают инструменты для работы сканирующего зондового микроскопа (затачивают зонд), изучают литературу по данному направлению и т. д. Также в лаборатории проводятся практические занятия, такие как «Рисуем под микроскопом» (знакомство с методом нанолитографии), выполнение сканов различных поверхностей (традиционно это предметы окружающего нас мира: человеческий волос и CD-диск), получение и исследование свойств магнитных наночастиц. Экскурсионные и практические занятия проводятся для школьников совместно с заведующим лабораторией Д. Н. Даниловым, канд. хим. наук, доцентом химического факультета ВятГГУ.

На базе лаборатории организована исследовательская работа обучающихся, результатом которой является участие школьников в конкурсах различного уровня: региональный конкурс юношеских исследовательских работ им. В. И. Вернадского, международный детский фестиваль творческих открытий и инициатив «Леонардо», фестиваль юных исследователей «Цифровые технологии в настоящем и будущем», Всероссийский конкурс компьютерных презентаций школьников по нанотехнологиям «МОЙ НАНОМИР-2013».





Таким образом, достижение цели дополнительной образовательной программы «Удивительный мир нано» достигается в результате поставленных нами задач: расширение политехнического кругозора учащихся; развитие познавательной активности школьников к изучению дисциплин естественнонаучного цикла за счет введения нового содержания дополнительного образования; знакомство обучающихся с совершенно новой областью науки и технологии – нанотехнологиями; знакомство с перспективными технологиями преобразования материалов; воспитание и развитие качеств личности школьников, отвечающих требованиям информационного общества; реализация метапредметных связей с дисциплинами естественнонаучного цикла (химия, физика, биология и т. д.).

## Ссылки на источники

1. Богданов К.Ю. Что могут нанотехнологии? – М.: Просвещение, 2009. – 96 с.: ил.
2. Еремин В. В., Дроздов А. А. Нанохимия и нанотехнологии. 10–11 классы. Профильное обучение: учеб. пособие. – М.: Дрофа, 2009. – 109 с. (Элективные курсы).
3. Зиновкин Р. А. Нанотехнологии в биологии. 10–11 кл.: учеб. пособие. – М.: Дрофа, 2010. – 124 с. (Элективные курсы)
4. Озерянский В. А., Клецкий М. Е., Буров О. Н. Познаем наномир: простые эксперименты: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 142 с.
5. Некрасова Г. Н., Шигарева Е. Н. Инновационное содержание дополнительного технологического образования детей: перспективы и опыт реализации // Дополнительное образование школьников: традиции и тенденции развития: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 21–22 мая 2013 г. / под ред. Г. И. Симоновой. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2013. – С. 22–30.
6. Шигарева Е. Н. Методика изучения основ современных технологий в условиях дополнительного образования школьников: учеб.-метод. пособие. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2013. – 87 с.
7. Шигарева Е. Н. Тетрадь заданий на печатной основе «Путеводитель НАНОведа». – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2013. – 45 с.

## Alexander Bogatyrev,

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Moscow State Pedagogical University, Moscow

## Galina Nekrasova,

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Dean of the of Technology and Design Department, Vyatka State University of Humanities, Kirov  
[daw@mediaedu.ru](mailto:daw@mediaedu.ru)

## Elena Shigareva,

PhD student at the chair of technology and methods of teaching technology, Vyatka State University of Humanities, Kirov

[6shen@rambler.ru](mailto:6shen@rambler.ru)

## Aims and objectives of the studying elements of nanotechnology by schoolchildren

**Abstract.** The authors discuss the feasibility of studying one of the areas of modern technologies by schoolchildren. The basic terms of nanotechnology, historical facts of a new field of science and technology, the main content of the curriculum of supplementary educational program are presented in the article.

**Key words:** nanotechnology, graphene, carbon nanotubes, fullerenes, technological preparation of students.

## References

1. Bogdanov, K.Ju. (2009) *Chto mogut nanotehnologii?* Prosveshhenie, Moscow, 96 p.: il. (in Russian).
2. Eremin, V.V., Drozdov, A.A. (2009) *Nanohimija i nanotehnologii. 10–11 klassy. Profil'noe obuchenie: ucheb. posobie*, Drofa, Moscow, 109 p. (Jelektivnye kursy) (in Russian).
3. Zinovkin, R.A. (2010) *Nanotehnologii v biologii. 10–11 kl.: ucheb. posobie*, Drofa, Moscow, 124 p. (Jelektivnye kursy) (in Russian).
4. Ozerjanskij, V.A., Kleckij, M.E., Burov, O.N. (2012) *Poznaem nanomir: prostye jeksperimenty: ucheb. posobie*, BINOM. Laboratorija znaniy, Moscow, 142 p. (in Russian).
5. Nekrasova, G.N., Shigareva, E.N. (2013) "Innovacionnoe sodержanie dopolnitel'nogo tehnologicheskogo obrazovanija detej: perspektivy i opyt realizacii", in Simonova, G. I. (ed.) *Dopolnitel'noe obrazovanie shkol'nikov: tradicii i tendencii razvitija: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. 21–22 maja 2013 g.* Izd-vo VjatGGU, Kirov, pp. 22–30 (in Russian).

ISSN 2304-120X



1 8

9 772304 1120142



6. Shigareva, E.N. (2013) *Metodika izuchenija osnov sovremennyh tehnologij v uslovijah dopolnitel'nogo obrazovanija shkol'nikov: ucheb.-metod. posobie*, Izd vo VjatGGU, Kirov, 87 p. (in Russian).
7. Shigareva, E.N. (2013) *Tetrad' zadaniy na pechatnoj osnove "Putevoditel' NANOveda"*, Izd vo VjatGGU, Kirov, 45 p. (in Russian).

**Рекомендовано к публикации:**

Некрасовой Г. Н., доктором педагогических наук, профессором, членом редакционной коллегии журнала «Концепт»

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»