

# Наномир: карьера в большой науке

Нанотехнологии\* сегодня относятся к разряду понятий, о которых все слышали, но никто не знает, что это такое. Внести ясность журнал «КПУ» попросил Александра Алексеевича Горбачевича, доктора физико-математических наук, члена-корреспондента РАН, главного научного сотрудника ФИАН, заведующего кафедрой «Квантовая физика и наноэлектроника» МИЭТ.

**Л.Ч.:** Это правда, что наномир существует по своим законам и правилам?

**А.Г.:** Нет, не правда. Своих собственных законов в наномире нет, но есть особенности проявления общих законов в системах с нанометровыми размерами. Необычные, непривычные качества наноматериалов — результат целенаправленного вмешательства человека в способ соединения атомов в структуру. Оказалось, что меняя, например, геометрические размеры структур, можно существенно менять их свойства и свойства материалов, образованных из таких структур. Работа с размерами может происходить в двух направлениях. Одна из существующих сегодня технологий — top-down (сверху вниз) — когда берут материал и, подобно скульптору, убирают все лишнее, формируя маленький объект, вплоть до нескольких атомов. Именно по этому пути шло развитие микроэлектроники, которое привело к появлению наноэлектроники. Еще один вариант — bottom-up (снизу вверх) — когда наноструктура формируется из индивидуальных атомов.

Примеров, как именно изменяются свойства материалов при целенаправленном изменении их структуры, достаточно много. Один из самых интересных — создание «плащаневидимки». Можно сконструировать такие миниатюрные структуры, которые кардинальным образом поменяют свойства материала. Обычно предмет отражает световые лучи и что-то собой заслоняет. Если же покрыть объект специальным материалом (он

называется метаматериалом), который световые лучи огибают как в одну, так и в другую сторону, а затем соединяются — наблюдатель увидит все, что находится за препятствием, а сам объект он не увидит. Создание таких материалов сейчас — мировая тенденция, так как область применения их очень широка.

**Л.Ч.:** Шумиха вокруг нано — это так не похоже на настоящую науку... С какой стати такой «нанобум»?

**А.Г.:** Вы правы, такая шумиха науке не свойственна, и отношение к ней ученых на самом деле двойственное. Следует признать, что столь пристальное внимание помогает решать проблемы финансирования. С другой стороны, бум вокруг нано отражает потребности общества. Наук стало очень много, различных направлений внутри науки — еще больше. А общество, судя по всему, остро нуждается в том, чтобы иметь какие-то четкие ориентиры. В этом смысле все, что связано с нанотехнологиями, дает хороший ориентир: если человек получил фундаментальное образование с приставкой «нано» — это дополнительная гарантия, что он современный специалист.

**Л.Ч.:** Учиться сложно?

**А.Г.:** Как сказал один из выпускников университета Беркли\*\*: «Процесс приобретения знаний напоминал попытку попить воды из брандспойта». Ну, а если серьезно — как и в любом другом случае здесь требуется серьезная самоотдача. Это междисциплинарная область исследований, поэтому необходимо хорошее базовое междисциплинарное образование. Если вы будете хорошо знать физику, химию, математику, биологию — вы сможете понять наномир. Нанотехнологии



Из досье  
ucbeba.ru

**Национальный исследовательский университет «МИЭТ»**

Один из ведущих вузов России по подготовке специалистов в области наукоемких технологий. Обучение проходит с привлечением ведущих зарубежных компаний, в частности Suporsys, Cadence, Motorola и др.  
**Электроника и наноэлектроника**  
ЭКЗАМНЫ: мат./физ./рус.  
КОНТАКТЫ: г. Зеленоград, проезд 4806, д. 5, тел. (499) 731-44-41, www.miet.ru



**Нано** (от греч. nanos — карлик) — приставка, означающая 10 в минус девятой степени, или одну миллиардную. То есть один нанометр — это величина, сопоставимая с размерами отдельных молекул



фото Михаил Бибичков

**ДОСЬЕ**

Александр Алексеевич ГОРБАЦЕВИЧ в 1979 году окончил физико-технический факультет Московского института электронной техники, затем занимался научно-преподавательской деятельностью в МИЭТ. В 1982 защитил кандидатскую диссертацию. Через девять лет защитил докторскую диссертацию «Токовые состояния и сверхпроводимость». С 1999 года А.А. Горбачевич является заведующим кафедрой квантовой физики и наноэлектроники МИЭТ, а с 2008 — также заместителем председателя по научной и учебной работе Санкт-Петербургского физико-технологического научно-образовательного центра РАН. В 2008 году избран членом-корреспондентом РАН по отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН (специальность «Наноэлектроника»).

А.А. Горбачевич — член редакционных коллегий журналов «Российские нанотехнологии», «Микроэлектроника» РАН, автор и соавтор более 80 научных работ.



**Из досье ucheba.ru**  
**Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского (МАТИ)**

На кафедре «Технология обработки материалов потоками высоких энергий» готовят бакалавров, которые получают фундаментальную подготовку по математике, информатике, физике, химии, механике, электронике  
**Нанотехнологии и микросистемная техника**  
**ЭКЗАМЕНЫ:** физ./рус./мат.  
**контакты:**  
 м. «Молодежная», ул. Оршанская, д. 3, тел. (499) 141-95-03, www.mati.ru



**Калифорнийский университет в Беркли (The University of California, Berkeley)** — один из лучших государственных университетов США. Известен в мире как ведущий центр по подготовке специалистов в области компьютерных технологий, экономики, физики



**Московский государственный институт электроники и математики (МИЭМ) (ТУ)**

Входит в двадцатку ведущих технических и технологических университетов России. **Электроника и наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемная техника**  
**ЭКЗАМЕНЫ:** физ./рус./мат., мат./рус./физ.  
**контакты:**  
 м. «Китай-город», Б. Трехсвятительский пер., д. 3, тел. 916-88-86, www.miem.edu.ru

предполагают взаимопроникновение этих наук.

**Л.Ч.: Своим детям Вы рекомендуете такое образование?**

**А.Г.:** У меня сын закончил десятый класс физико-математической школы. В свое время выбор в пользу физико-математического образования был сделан из тех соображений, что естественные науки перспективны, это та область, в которой нашей стране традиционно было чем похвастаться. Это — наш бренд. Математик, физик из России — это как хоккеист из Канады: всем в мире понятно и вызывает уважение. У страны есть достижения, есть школы. Это гарантия, что образование человека соответствует высокому уровню и позволяет ему уверенно позиционировать себя в мире, который становится все более глобальным.

**Л.Ч.: А обучение за границей чем-то отличается от нашего?**

**А.Г.:** Там материально-техническая база все-таки лучше, чем у нас. Но в последнее время после того, как в нашей стране были созданы национальные исследовательские университеты, ситуация начала меняться. Статус такого университета получил и МИЭТ. Недавно у нас в гостях были коллеги из Германии, Италии и Китая: все они отметили, что наше оборудование соответствует самым высоким стандартам.

**Л.Ч.: А какие у нас несомненные плюсы?**

**А.Г.:** То есть Вы думаете, что они могут существовать? Если же опять-таки говорить серьезно, это, например, как ни странно звучит, некоторая избыточность образования. Например, у нас на кафедре девять докторов наук, академик и член-корреспондент РАН. Такую концентрацию научных кадров в других странах трудно найти. У нас профессор ведет семинары — это, на самом деле, дорогого стоит. На Западе такие занятия проводят аспиранты. Но у нас такова традиция старой школы, старой системы образования. И это особенно важно для фундаментальных наук, поскольку в технических приложениях больше актуальна современность.



**Из досье**  
**ucheba.ru**

**Московский государственный университет инженерной экологии (МГУИЭ)**

Университет сотрудничает с вузами и компаниями за рубежом. Иностранцы принимают российских студентов на практику  
**Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем**  
экзамены: мат./физ./рус.  
контакты: м. «Бауманская», ул. Старая Бауманная, д. 21/4, тел. (499) 267-10-21, www.msuie.ru

**Московский энергетический институт (МЭИ) (ТУ)**

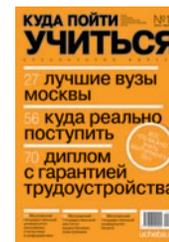
Один из крупнейших университетов России в области энергетики, электротехники, электроники, информатики. У вуза мощная экспериментальная база, сильная сеть довузовской подготовки  
**Электроника и наноэлектроника**  
экзамены: рус./физ./мат.  
контакты: м. «Авиамоторная», ул. Красноказарменная, д. 14, тел. 362-75-60, www.mpei.ru

**Национальный исследовательский технологический университет МИСиС**

У вуза есть разработки в области нанотехнологий. Уже сегодня они активно используются  
**Нанотехнологии и микросистемная техника, электроника и наноэлектроника**  
экзамены: мат./рус./физ.  
контакты: м. «Октябрьская», Ленинский пр-т, д. 4, тел. 236-30-78, www.misis.ru

**Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА) (ТУ)**

К преподавательской деятельности привлекаются практики  
**Нанотехнологии и микросистемная техника**  
экзамены: мат./рус./физ.  
контакты: м. «Юго-Западная», пр-т Вернадского, д. 78, тел. 433-04-55, www.mirea.ru



**Подробнее о других вузах, в которых готовят специалистов по нанотехнологиям — в специальном выпуске «КПУ» № 19**

**Л.Ч.: Много Ваших выпускников идет в науку?**

**А.Г.:** Примерно 25 процентов. В дальнейшем они остаются преподавать и заниматься научной работой в МИЭТе и институтах РАН. Остальные работают в наукоемком бизнесе на таких предприятиях, как «Микрон», «Ангстрем», в Государственном научно-исследовательском институте физических проблем имени Ф.В. Лукина и других. Кто-то из выпускников уехал в западные университеты, а кто-то здесь в России создал маленькие фирмы (некоторые оказались очень успешными), работающие в области нанотехнологий.

**Л.Ч.: Как сделать сегодня карьеру в науке?**

**А.Г.:** Разумеется, карьера в науке отличается от карьеры, скажем, в банке. Ученые во всем мире любят говорить, что наука — это уникальная возможность удовлетворять собственное любопытство за государственный счет. При этом любопытство можно понимать в широком смысле — профессия ученого дает уникальную возможность много путешествовать по свету, ездить на разные конференции, знакомясь и общаясь с близкими по духу людьми. Насчет второй половины этого высказывания — за государственный счет — в России до недавнего времени были определенные проблемы. Но сейчас, кажется, власти спохватились и серьезно пытаются привлечь в науку молодежь. В РАН выделяются дополнительные ставки для молодежи, строится жилье, Министерство образования и науки проводит специальные конкурсы проектов для молодых ученых. Как и в любом серьезном деле, карьера в науке основана на конкуренции. Поэтому очень важно сделать хороший старт, каким вполне может

стать поступление в один из национальных исследовательских университетов, например, в наш МИЭТ.

Трудно переоценить роль удачи в жизни человека. Часто — это возможность оказаться в нужное время в нужном месте (как говорят в науке, «попасть в тему»). Таким «нужным местом» в науке сейчас, безусловно, стали нанотехнологии.

**Л.Ч.: Настоящий ученый должен быть таким же как Перельман\*\*\*?**

**А.Г.:** Ну что Вы, конечно нет! Перельман — совершенно особенный, своеобразный человек. При этом он далеко не во всем соответствует тому образу, который создали СМИ (как будто не от мира сего). Я знаю его однокашников в Санкт-Петербурге, они говорят, что он вполне разумный, трезво мыслящий человек. Он сознательно подчинил свою жизнь решению большой задачи и в результате смог выполнить свою главную миссию. Вообще же ученые все разные, как и все люди.

**Л.Ч.: Но наверняка же есть какое-то качество, которое всех объединяет.**

**А.Г.:** Скорее всего это — любознательность, здоровое любопытство и интерес к жизни, к миру, к тому, как он устроен.



**Григорий Перельман** — российский ученый, доказавший гипотезу Пуанкаре, одну из фундаментальных задач математики. В 2006 году Перельману была присуждена Филдсовская премия, которую часто называют Нобелевской премией для математиков. В 2010 году он был объявлен лауреатом премии в один миллион долларов, назначенной Математическим институтом Клэя (США). От обеих наград ученый отказался, объяснив свое решение несогласием с несправедливыми решениями математического сообщества.