

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – ЕДИНЫЙ ПРОЦЕСС

Рассказывает член-корреспондент РАН, директор Центра нанотехнологий Санкт-Петербургского академического университета А.А.Горбачев

Если обобщить разговоры, выступления и публикации руководителей предприятий радиоэлектронной отрасли, все они сводятся к тому, что предприятие не может производить продукт должного качества (включая соответствие мировому уровню), поскольку нет современной материально-технической базы, штата высококвалифицированных сотрудников и притока молодых специалистов. А без решения этих проблем о конкурентной продукции говорить не приходится. Но как их решать – никто не знает. Деятельность нашего нынешнего собеседника чл.-корр. РАН Александра Алексеевича Горбачева наглядно демонстрирует, что задача вполне разрешима. Относительно небольшие научные группы, при должном техническом оснащении, способны не только преодолевать наиболее сложные по мировым меркам научные проблемы, но и обеспечивать деятельность предприятий радиоэлектронной отрасли, производя и поставляя им необходимые материалы, полупроводниковые приборы и технологии. Как естественным образом объединились технологические возможности двух передовых научно-образовательных центров, работающих в области наногетероструктурной СВЧ-электроники, каковы возможности подобных предприятий, их перспективы и влияние на подготовку кадров – об этом наш разговор с А.А.Горбачевым.

Александр Алексеевич, давайте вспомним историю. Начало 1990-х, полная неопределенность, все разъезжаются. Вы же создаете научно-образовательный центр.

В 1991 году, после плодотворного и длительного периода научных исследований в режиме "свободного поиска",



я защитил докторскую диссертацию. Действительно, многие коллеги тогда уезжали, но я чувствовал себя на подъеме, любое дело – по плечу. С одной стороны, продолжалась научная работа, но уже шел поиск в новых сферах и новых направлениях. У нас в Московском институте электронной техники (МИЭТ) были традиционно тесные связи с Физическим институтом РАН им. П.Н.Лебедева (ФИАН), во многом благодаря моему учителю, работавшему в ФИАНе и преподававшему в МИЭТе, – Юрию Васильевичу Копаеву (сейчас – академик РАН, директор отделения физики твердого тела ФИАН). Идея заключалась в организационном объединении научных, технических и образовательных возможностей двух институтов – МИЭТ и ФИАН. И после определенной подготовительной работы уже в 1994 году мы с Ю.В.Копаевым организовали, наверное, первый в стране научно-образовательный центр ФИАН и МИЭТ. Он назывался "Квантовые приборы и нанотехнологии". С научной точки зрения это была новая область – область наноструктур. Ставилась задача не только описывать, но предсказывать и создавать системы с определенными новыми квантовыми эффектами. Форма научно-образовательного центра (НОЦ) оказалась очень удачной – несколько позже Жорес Иванович Алферов открыл свой НОЦ в Санкт-Петербурге.

В 1999 году я организовал и возглавил кафедру "Квантовая физика и наноэлектроника" в МИЭТе, связанную с НОЦ. Сейчас это – фактически единственная выпускающая кафедра физического профиля в МИЭТ. В 1999 году, по сути, завершилось формирование нашего научного и образовательного сообщества.

Тут важно понимать, что работы в области квантовых приборов на основе наногетероструктур имеют смысл только на основе мощной технологической базы. Мало придумать идею прибора, даже мало вырастить структуру на установке молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Нужно сделать реальный прибор, для чего необходим замкнутый цикл планарной технологии. При формировании материально-технического фундамента мощный импульс мы



Александр Алексеевич Горбацевич – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор. После окончания физико-технического факультета МИЭТ в 1979 году занимался научной и преподавательской работой в МИЭТ. В 1994 году стал исполнительным директором организованного при его участии научно-образовательного центра "Квантовые приборы и нанотехнологии" ФИАН и МИЭТ. С 1999 года возглавляет созданную им кафедру квантовой физики и нанoeлектроники МИЭТ. С 2008 года, не прекращая руководства кафедрой в МИЭТ, А.А.Горбацевич занял пост заместителя председателя Санкт-Петербургского физико-технологического научно-образовательного центра РАН и руководителя его научного отделения, с 2010 года – первый проректор по научной и учебной работе, директор Центра нанотехнологий Санкт-Петербургского академического университета – научно-образовательного центра нанотехнологий РАН. В 2008 году избран членом-корреспондентом РАН по отделению нанотехнологий и информационных технологий. Автор и соавтор более 80 научных работ, из них две монографии и два патента.

получили от ФИАН, в НОЦ была сформирована полная линейка планарной полупроводниковой технологии.

Кроме того, что называется, не было бы счастья – да несчастье помогло. Ведь проблема технологии, по крайней мере в нашей стране, – это во многом проблема кадров. Оборудование в России долгое время в основном было слабое. Чтобы работать на нем, нужна очень высокая квалификация. В 1990-е годы многие специалисты вынуждены были в первую очередь заниматься решением своих материальных проблем. Носители высоких технологий, высокой профессиональной квалификации старались сопротивляться до последнего. Конечно, жизнь иногда бывает сильнее, но все же нам на базе НОЦ и кафедры удалось собрать таких людей, которые готовы были идти до конца. В результате сложился универсальный высокопрофессиональный коллектив, 30–40 человек, с широким спектром профессиональных возможностей в области технологий гетероструктурных приборов.

Обратите внимание – все это происходило задолго до современного ажиотажа вокруг нанотехнологий. Наверное, сейчас кому-то будет сложно поверить, что нанoeлектроникой и нанотехнологиями можно заниматься не потому, что есть соответствующая Федеральная целевая программа и корпорация "Роснано"тех".

Откуда брались средства для работы и развития?

Поначалу средства к существованию мы добывали за счет грантов – тогда действовал фонд Сороса, ряд других международных проектов. Но возникла проблема. Инженер-технолог должен работать ежедневно, в то время как объект научных исследований можно произвести и несколько месяцев изучать. Не нормально, когда технологическая линейка существует за счет материальной подпитки со стороны грантов на научные исследования.

Чтобы исправить ситуацию, мы были вынуждены заняться реальными разработками для нужд промышленности. Ведь сформированная нами технологическая линейка была чуть ли не единственной в стране, которая позволяла делать гетероструктурные интегральные схемы, причем достаточно большой степени интеграции. Фактически мы выполняли работы, которыми ранее занималось предприятие "НИИМЭ и завод "Микрон". Но к тому времени эта фирма в силу финансово-экономических сложностей прекратила деятельность в области СВЧ-электроники.

Создавая НОЦ, никто из нас и не предполагал, что дело обернется конкретными приборными разработками. Но оказалось, что в экономическом плане НОЦ весьма жизнеспособен – маленькая высокотехнологичная организация с минимумом издержек, но с очень высоким уровнем квалификации. Эта деятельность для нас началась с проекта Российского фонда технологического развития. Мы выполнили большую ОКР "Сверхбыстродействующие интегральные схемы на основе гетероструктур соединений A^3B^5 ". Эта тема и сегодня достаточно актуальна. Проект начал развиваться с 1997 года, но реальную жизнь обрел в 1998 году. И так получилось, что он совпал с дефолтом. В результате ситуация существенно изменилась. Кроме того, в конце прошлого века для массовых рыночных изделий схемы на основе SiGe окончательно победили направление GaAs. И сфера применения последних несколько сузилась.

Однако работы продолжались, заказчики регулярно обращались к нам. Например, в 2003 году были выполнены две ОКР и выпущены технические условия для очень нетривиальных GaAs СВЧ-систем – устройств выборки и хранения мгновенных значений аналогового сигнала. Это устройство, спроектированное замечательным ученым, профессором В.И.Старосельским, позволяет существенно

повысить полосу пропускания и точность разнообразных измерительных СВЧ-устройств. Главный элемент устройства выборки и хранения – достаточно сложный чип нашего производства, порядка 200 транзисторов.

К сожалению, не все работы того периода нашли практическое воплощение. Именно так получилось с нашим основным достижением – с созданием интегральных схем на базе интеграции резонансно-туннельных диодов и полевых транзисторов (так называемые квантово-классические схемы).

Расскажите подробнее об этой работе.

Резонансно-туннельный диод – замечательный, уникально быстрый прибор. За счет N-образной вольт-амперной характеристики (ВАХ) он обладает как скоростными преимуществами (очень быстро переключается), так и функциональными. Нелинейная N-образная ВАХ позволяла реализовывать нетривиальные схемные решения. Класс приборов с такой ВАХ называют негatronны. В 1960-е годы негatronны вызвали большой ажиотаж, были попытки сделать супербыстродействующую электронику на их основе. Но из этого ничего не получилось, поскольку диод, как двухполюсный прибор, не устойчив при работе в интегральной схеме.

Выход был понятен – объединить диод с трехполюсным прибором – транзистором, который управляется очень хорошо. Но транзистор – это планарная структура, а резонансно-туннельный диод – нет. В планарный полевой транзистор (например, НЕМТ) приходилось встраивать туннельный диод в виде мезаструктуры. Такую конструкцию нужно планаризировать, с чем возникало множество проблем, трудно преодолемых в массовом производстве.

Нам удалось, на основе идеи замечательного технолога С.Е.Шмелева, интегрировать резонансно-туннельный диод и транзистор в планарном исполнении. Такие планарные структуры впервые в мире были получены в НОЦ в МИЭТе. Более того, на их основе созданы интегральные схемы сверхбыстродействующих компараторов с измеренным быстродействием 20–30 пс, реально они еще быстрее. У этих приборов были и потенциальные потребители в области космической связи. В то же время начало зарождаться направление разработки элементной базы для сверхширокополосных систем. К сожалению, дефолт 1998 года сильно подкосил наших заказчиков. Кроме того, пока мы создавали новый прибор, мировое развитие пошло по другому пути. Уже были разработаны системы связи на другом принципе – на основе АЦП, более медленных, но с большей разрядностью.

Таким образом, изменилась ситуация в области концепции построения аппаратуры, и вместо нового прибор-

ного промышленного направления вышло спортивное достижение. Конечно, полученные в ходе этой работы технологические и научные наработки не пропали даром.

Чем сегодня занимается НОЦ?

Лаборатория в МИЭТ совместно с ФИАН развивается в направлении интеграции цифровых и СВЧ-элементов. Это для нашей страны новое, но в известном смысле магистральное и безальтернативное направление. Ведь СВЧ-модуль – очень сложное и дорогое устройство. В нем множество элементов и сварных соединений, что не только само по себе трудоемко, но и снижает надежность изделия. Поэтому мировые лидеры уже предлагают интегрированные решения. Цифровые элементы, управляющие СВЧ-элементами и реализующие интерфейс с внешними системами, а также сами СВЧ-элементы изготавливаются на одном чипе. Сложность в том, что требования к СВЧ- и цифровым транзисторам разные.

И тут опыт в области цифровых интегральных схем, которым располагают специалисты НОЦ, оказался очень полезным. В сфере СВЧ-электроники развивается направление интегральных схем на основе гетероструктурных полевых транзисторов на основе GaAs. Идут успешные ОКР. Например, работы с НПО "Исток" направлены на то, чтобы получить в итоге модуль АФАР в виде одной микросхемы или ограниченного набора ИС.

А научные работы продолжаются?

Конечно. Ведь МИЭТ – это передовой технический университет, т.е. прежде всего научное учреждение. Поэтому мы стараемся, чтобы технологическая линейка НОЦ была нацелена не только на решение производственных задач, но и на развитие перспективных технологий. В частности, сейчас такую перспективу обеспечивает установка наноимпринт-литографии FC-150. Примечательно, что это – пока единственная действующая установка в России.

Сейчас в лаборатории под руководством В.И.Егоркина ведутся работы по использованию наноимпринт-технологии, в том числе – для задач создания СВЧ-приборов. Известно, что сегодня СВЧ-транзисторы формируют с применением электронно-лучевой литографии. Это – сложная, дорогостоящая и медленная технология. Ее альтернативой может стать "наноштамповка" – импринт-технология. Она уже вошла в промышленную реальность при создании элементов нанофотоники (массивы однотипных объектов с модифицированными оптическими свойствами). Если будут решены технологические проблемы, то с коммерческой точки зрения наноимпринт-технология выигрывает – по скорости, простоте. Она применима для производства широкого спектра приборов и устройств, не



только СВЧ. Мы этой проблемой занимаемся, перспективы есть, но будут ли они реализованы, покажет будущее.

Сегодня вы возглавляете Центр нанотехнологий Санкт-Петербургского академического института, созданного Ж.И.Алферовым. Это – шаг в сторону или этап планомерного развития научной деятельности?

В 2008 году, во время кампании по выборам в РАН, я лично познакомился с Ж.И.Алферовым. Выяснилось, что у нас с ним по многим направлениям близкие позиции. То, что мы организовали в МИЭТе локально, Жорес Иванович развивает более глобально. Он предложил поработать вместе, и с 2008 года я являюсь его заместителем по научно-учебной работе в Санкт-Петербургском физико-технологическом научно-образовательном центре РАН. С 1 января 2010 года этот центр вошел в Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН, в который также преобразовались ряд организаций, созданных Ж.И.Алферовым. В Академическом университете я руковожу Центром нанотехнологий.

Известно, что команда Ж.И.Алферова – носитель одного из немногих отечественных приоритетов в области высоких технологий. Он – создатель и родоначальник гетероструктурного направления современной электроники, Нобелевская премия 2000 года лишь зафиксировала ситуацию, которую мировое сообщество давно уже признало. И все это совпадало с областью моих научных и практических интересов. Кроме того, команда, ученики Жореса Ивановича – носители передовой, как это сейчас принято говорить, компетенции в области гетероструктурных технологий.

В Центре нанотехнологий сформирована технологическая база, которую мы уже запустили в работу. Там есть уникальные ростовые установки – это самая большая в России, фактически промышленная установка молекулярно-лучевой эпитаксии Riber 49 с групповой загрузкой пластин, а также установка МЛЭ VEECO GEN III с большим набором источников и материалов, позволяющая вести очень широкий спектр работ.

Все это очень важно, поскольку вопросы материалов в гетероструктурной электронике стоят гораздо острее, чем в обычной кремниевой. А проблемы с материалами обусловлены оборудованием, которое вышло на требуемый уровень развития сравнительно недавно. Сейчас мы запустили гермозону, и в принципе, в Центре нанотехнологий можно решить проблемы, которые существуют в России в области гетерозепитаксиальных полупроводниковых структур для всего спектра работ в области СВЧ-электроники.

Поэтому мой переход в Санкт-Петербург – это, скорее, органическое продолжение и развитие работ в Зеленограде.

Производство гетероструктур в Центре нанотехнологий носит промышленный характер?

Именно промышленный, и это – принципиальный момент. Рост качественной гетероструктуры – достаточно сложная процедура. И если для экспериментальных задач она уже давно освоена многими академическими и промышленными центрами России, то гетероструктуры для промышленных нужд, где требуется высокая степень однородности, воспроизводимости и т.д., в России не производятся. В минувшем году мы успешно завершили ряд ОКР, выпустили девять ТУ, пять из них – для изделий со специальной приемкой. Сейчас наш промышленный итог – широкий спектр гетероструктур на основе GaAs (AlGaInAs) для разнообразных задач СВЧ-электроники. Их уже потребляют предприятия электронной промышленности. В частности, в "Исток" за последние годы поставлено несколько тысяч гетерозепитаксиальных пластин на основе GaAs.

В любой промышленной области ориентиром служат результаты ведущих мировых производителей. Лидером в области СВЧ элементной базы выступает фирма TriQuint Semiconductor. Она сама выращивает гетероструктуры и производит на их основе элементную базу. Так вот, нам удается производить гетероструктуры с параметрами, аналогичными изделиям TriQuint.

Взаимодействуют ли Центр нанотехнологий и НОЦ в МИЭТе?

Конечно. Фактически и до 2008 года обе эти организации работали с "Истокком". Сейчас совместная работа стала еще проще, мы работаем в рамках одних ОКР. В частности, Центр производит гетероструктуры промышленного качества, а в лаборатории в МИЭТе ведутся перспективные работы в области СВЧ интегральных схем на основе этих структур.

Каковы направления научных исследований Центра нанотехнологий в области электроники?

Установка Riber 49 фактически нацелена на решение промышленных задач. Но вот вторая машина – VEECO – носит более исследовательский характер, хотя способна выращивать гетероструктуры на подложках диаметром 100 мм с требуемой однородностью. Эта установка позволяет работать и с фосфидными соединениями, в том числе – с гетероструктурами на подложке InP.

Но самое важное – с помощью VEECO можно работать с таким чрезвычайно интересным объектом, как твердые растворы, содержащие небольшие концентрации азо-

та (разбавленные нитриды). Заместитель директора Центра нанотехнологий А.Ю.Егоров – один из ведущих специалистов в этой области в мире. Разбавленные нитриды – новый, очень интересный класс материалов, который в очередной раз открывает перспективу интеграции кремниевой электроники и электроники на основе соединений A^3B^5 . А по сути – интеграции кремниевой электроники и оптоэлектроники, т.е. интеграции оптических элементов и обычных электронных схем на основе кремния.

Известно, что используемые сегодня материалы A^3B^5 технологически плохо совместимы с кремнием из-за различного периода кристаллической решетки. Но у GaP период кристаллической решетки близок к кремнию. Однако он, в отличие от других материалов группы A^3B^5 , непрямозонный полупроводник. Соответственно, на его основе крайне сложно создать светоизлучающий прибор. Но очень небольшая добавка азота превращает GaP в прямозонный полупроводник (GaP:N), прекрасно работающий в оптических приложениях.

Таким образом, на кремниевой подложке выращивается эпитаксиальная структура (GaP:N), и на ней же формируются традиционные планарные схемы. А дальше можно создавать новые виды приборов. Были разнообразные попытки развить эту идеологию, но главный шаг был сделан недавно. Японцы получили светоизлучающий диод на такой системе. Это открывает перспективы, в том числе – для нас.

То есть речь идет о принципиально новой идеологии построения интегральных схем?

В принципе – да, но тут очень важна востребованность. Иногда удается получить замечательный прибор, но у него нет потребительской ниши, он не может вписаться в продуктовую линейку. Или пока рано, а потом найдутся новые решения – и уже поздно. Именно так получилось в МИЭТе с интегральными схемами на базе резонансно-туннельных диодов. С разбавленными нитридами ситуация не должна повториться. Тут важно успеть, для чего у нас есть все предпосылки – и материально-технические, и научные.

Кроме того, велика потребность в такого класса приборах. Например, в развитии вычислительной техники одна из насущных проблем – межсоединения. Она решается передачей сигнала по оптоволокну. При этом задача оптической связи стоит для всех уровней вычислительных устройств – от межблочных и межмодульных до соединений на плате и даже внутри чипа. Есть разные варианты ее решения, но самый естественный – это на основе планарной технологии встраивать в кремниевые чипы светоизлучающие компоненты. И разбавленные нитриды позволяют ее решить. Правда, возникают проблемы механической совместимости, связанные, например, с различными коэф-

фициентами теплового расширения. Но это и есть та дорога, которой должен пройти технолог. Перспективы здесь весьма заманчивы.

Входят ли в круг исследований Центра нанотехнологий такие актуальные сегодня направления, как широкозонные полупроводники на основе нитрида галлия и узкозонные антимиониды?

Такие намерения есть, тем более что при углублении в тему открываются перспективные направления работ. Нитриды на основе системы GaN и родственные соединения интересны с точки зрения создания мощных приборов, например для радиолокационных систем. При этом серьезную проблему представляет теплоотвод – поскольку у GaN теплопроводность низка, нужно использовать специальные подложки. Обычно применяют сапфировые подложки, но для GaN они проблему отвода тепла не решают. Хороший и технологически отработанный вариант – подложки на основе карбида кремния. Но это очень дорогой материал, и диаметр SiC-подложек ограничен.

Идеальный компромисс – использование кремниевой подложки, поскольку у Si теплопроводность выше, чем у GaN. И если бы удалось выращивать промышленным способом подобные структуры, все было бы замечательно. Подобной технологией обладает ряд фирм, но одна из сложностей в том, что обычно нитриды растят, используя в качестве источника азота аммиак. А это – токсичный газ с высокой коррозионностью. Нужно соблюдать специальные меры предосторожности, регулярно проводить очистку ростовой камеры, чтобы на кремниевой подложке не образовался нитрид кремния, который блокирует эпитаксиальный рост. И тут можно было бы использовать плазменные источники, т.е. молекулярно-лучевую эпитаксию. Все необходимое для этого в Центре нанотехнологий есть.

Вообще, Центр открывает возможности работы со многими перспективными материалами. Например, с антимионидами, обладающими рекордной подвижностью носителей. В этой области до конца не решена проблема подложки, но сама задача интересная и нужная. Для этого и ресурсов много не требуется, и предпосылки есть. В частности, в Физико-техническом институте им. Иоффе этой темой занимается С.В.Иванов, один из учеников Ж.И.Алферова. Но проблема в том, что традиционно в академических институтах не было планарной технологии, без чего невозможны приборные работы. Сейчас благодаря кооперации с Зеленоградом эти возможности расширились.

До сих пор мы говорили о научной и промышленной деятельности. А как реализуется вторая составляющая научно-образовательных центров – образовательная?



Выбранная нами форма НОЦ весьма эффективна для решения как научных, так и образовательных задач. В МИЭТ реализован достаточно удачный, но локальный вариант, где удалось сконцентрировать и человеческие, и материально-технические ресурсы. Сейчас на кафедре "Квантовая физика и наноэлектроника" работают один академик РАН, один член-корреспондент РАН и восемь докторов наук, что соответствует масштабу небольшого института. Все это привлекает молодежь. Есть интерес и приток кадров. Более того, часть выпускников остается в штате кафедры. Очень важно, что спустя достаточно долгое время в МИЭТе, наконец, появились молодые, квалифицированные преподаватели-физики "собственного изготовления".

В Санкт-Петербурге масштаб гораздо крупнее. В новом Академическом университете задачи более разнообразны. Это и бионанотехнологии, и возобновляемые источники энергии, и даже гуманитарные дисциплины – специфическая экономика, связанная с высокими технологиями. Но в основе этих научно-образовательных структур лежит общая концепция.

Прежде всего, образовательная деятельность для ученого не просто важна, но и необходима. Действительно, занятия наукой и высокими технологиями имеют смысл лишь постольку, поскольку результаты этих работ есть кому внедрять. Для этого нужны соответствующим образом подготовленные специалисты, что является задачей системы образования. А она переживает в России не лучшие времена, в то время как во всем мире университеты представляют собой центры науки.

Ведь в чем у нас сегодня проблема образования? Это низкий научный уровень вузов, который во многом объясняется низкой материально-технической базой. Министерство образования и науки РФ пытается решить эту проблему закупкой оборудования. Но зачастую на нем уже некому работать. Поэтому получить быструю отдачу от инвестиций в высшее образование и не удается.

Беда в том, что вузовская среда достаточно инертна. И она уже адаптировалась к неблагоприятным социальным условиям, научилась выживать, решать свои социальные проблемы, но не способна решать задачи научно-технического развития. Тем более – опережающего.

Определенные изменения в той же неблагоприятной социальной среде претерпела и Академия наук. Но для РАН основной задачей всегда были научные исследования. Поэтому сегодня научный потенциал РАН выше, чем в вузах. Однако экономика современной России не очень востребует результаты научного труда – повторяюсь, в том числе и потому, что не хватает квалифицированных специалистов, способных эти результаты воспринимать и внедрять. Не полностью используемый научный ресурс РАН

можно задействовать для быстрой и эффективной подготовки кадров. При этом просто организация базовых кафедр недостаточно эффективна, а переход академических институтов под эгиду вузов нереален.

Но если развить образовательную деятельность внутри РАН, будет очень быстрая отдача в области подготовки кадров. И вот это – главная концепция, которая лежит в основе Санкт-Петербургского академического университета. Конечно, там есть и другие находки – например, лицей (физико-техническая школа). С восьмого класса отбирают лучших школьников, они начинают вариться в этом "котле", ходят по одним коридорам с академиками – все это создает замечательную среду.

Отмечу, что основные принципы такой образовательной системы не новы. Их закладывали еще А.Ф.Иоффе и С.П.Тимошенко. Последний в 1920-е годы уехал в США и там в Чикаго основал первую, как считается, инженерную школу. Его называют отцом-основателем современного инженерного образования в США (равно как и основателем современной механики сплошных сред). Но все это было заложено ими в Петербургском политехническом институте и Физико-техническом институте (ныне – имени А.Ф.Иоффе). Потом выпускник Политехнического института П.Л.Капица вместе с Н.Н.Семеновым, также работавшим в Политехе, организовали Московский физико-технический институт, продолжив и развив научно-образовательные традиции.

Таким образом, наша деятельность имеет исторические предпосылки. Но одновременно это – достаточно радикальный шаг. Мы пытаемся буквально воспринять и внедрить принцип, согласно которому обязанность каждого научного сотрудника – творческая исследовательская деятельность и обучение студентов.

Повторюсь – образование и исследования, творческая научная деятельность и образовательный процесс едины и составляют содержание работы и обязанность научного сотрудника. Штатный сотрудник академического учреждения всегда может найти время, чтобы уделить его своим будущим коллегам или просто молодым гражданам страны. И это – вовсе не обременительная обязанность, а естественный процесс, в результате которого и ученый-исследователь получает практическую отдачу, все блага общения с пытливающей молодежью. И чтобы молодежь проявляла эти качества, нужно и к ней относиться соответственно.

Желаем вам всех возможных успехов в научной, производственной и образовательной работе. Спасибо за содержательный рассказ.

*С.А.А.Горбачевичем беседовали
П.П.Мальцев и И.В.Шахнович*