

# ПРОЕКТ: УПРЕЖДАЮЩАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ

*Александр Виноградов*  
*Universita' degli Studi di Salerno*

## 1. НЕУЧТЕННОЕ ПРИРОДНОЕ БОГАТСТВО РОССИИ

Особенностью России является наличие развитой инфраструктуры производства математиков. Маткружки самых разных уровней, матшколы, матолимпиады, популярная матлитература, матбои, летние матлагеря и многое другое позволяют найти, привлечь, подготовить, отобрать и поддержать математически одаренную молодежь. Вся эта деятельность органически связана с университетами и поддерживается людьми особой профессии, которая существует только в России. Это культурное явление – уникально. Оно не может быть перенесено в одночасье на другую почву, и поэтому является и будет еще являться естественным богатством и конкурентным преимуществом России вплоть до полного триумфа ЕГЭобразования. Один из возможных вариантов использования этого богатства приводится ниже.

## 2. НЕИЗБЕЖНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

Стремительно нарастающая ограниченность экономических, материальных и человеческих ресурсов делает математическое моделирование неизбежным и во многих случаях единственно возможным средством решения важнейших проблем и, в известной степени, залогом устойчивого прогресса в целом. Это, прежде всего, касается всего спектра фундаментальных и прикладных естественнонаучных дисциплин, инженерного дела, конструкторских разработок, управления, прогнозирования, оптимизации, планирования и т. п. Решающим преимуществом математического моделирования является его исключительная, по сравнению с другими подходами, экономичность, обусловленная, прежде всего, тем, что необходимая для него материальная база сводится, в основном, к вполне доступным компьютерным средствам. В ближайшем будущем математические модели высокого уровня станут продуктами стратегического значения. По этой причине та страна, которая первой встанет на путь математической индустриализации, т.е. организованного производства и обслуживания математических моделей, обретет весьма существенные конкурентные и стратегические преимущества.

Опережающая математизация позволила бы нашей стране и, в частности, бизнесу, при исключительно скромных вложениях, стать безусловным лидером в том направлении, которое пока еще не прикрыто нашими оппонентами. Возникновение в не очень отдаленной перспективе глобальных производителей математических моделей высокого уровня не вызывает никакого сомнения. Потенциальный рынок – практически вся сфера научных исследований и научно-технических разработок, интеллектуальные промышленные системы, вооружения и многое другое.

Можно предвидеть, что развитие математической индустрии стимулирует качественный рывок в области компьютерных технологий. Россия могла бы и в этом направлении занять лидирующие позиции.

## 3. НАУЧНАЯ ПОДОПЛЕКА

Подавляющая часть наиболее важных математических моделей строится на основе нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных (НДУ). Исследование

конкретных НДУ, необходимых для тех или иных приложений, является исключительно сложной математической проблемой. Но даже частичный успех может привести к результатам исключительной важности. Например, электромагнитные волны - основа современной электронной цивилизации, были открыты Дж. Максвеллом, составившим и нашедшим некоторые решения дифференциальных уравнений, носящих сейчас его имя. Русский математик Н.Е.Жуковский, в свое время президент Московского математического общества, более известный как отец русской авиации, на основании своих исследований дифференциальных уравнений гидродинамики создал математическую модель полета, которая положила начало отечественному авиастроению, и стало залогом его дальнейших успехов.

Парадоксально, но в прошлом столетии, несмотря на свою исключительную важность, НДУ не стали объектом фундаментальных исследований в чистой математике. Более того, считалось, что единая теория НДУ в принципе невозможна. Поэтому «прикладные» математики, занимаясь каждый своим уравнением, были вынуждены изобретать для своих целей разнообразные частные приемы и методы. Можно констатировать, что в настоящее время вся эта сфера в целом представляет собой «кустарное производство».

Тем не менее, к настоящему времени основы единой теории НДУ можно считать разработанными в той степени, которая является вполне достаточной научной предпосылкой для перехода к «математической индустриализации», о которой говорилось выше. Это – результат систематической программы исследований, осуществленной отечественной геометрической школой НДУ в течение последних 30-ти лет.

#### 4. СТАТУС КВО

Единая теория НДУ оказалась исключительно сложной и математически весьма нестандартной. Ее построение потребовало разработки абсолютно нового математического аппарата, вторичного дифференциального исчисления (SecondaryCalculus), которое представляет собой следующий уровень в развитии классического дифференциального исчисления. В настоящее время теми или иными элементами новой теории владеет всего лишь весьма ограниченное число специалистов. Сложность этой теории и довольно значительное время, необходимое для изучения ее основ, делают ее труднодоступной даже для высококвалифицированных математиков. Поэтому важнейшим условием быстрого и эффективного развития этого направления является подготовка новых кадров из числа наиболее математически одаренной молодежи. Эта задача, помимо прочего, существенно осложняется тем, что существующие университетские программы, как отечественные, так и зарубежные, мало приспособлены к её решению, что требует значительных усилий и времени на переучивание и переподготовку.

С целью изменить эту ситуацию в 1998 году была основана *Диффеотопическая школа*, известная за рубежом как *DiffietySchool*. Она представляет собой краткие летние и зимние интенсивные курсы, происходящие попеременно в России и Италии. Несмотря на бюджет в несколько тысяч евро и вытекающие из этого спартанские условия для участников этих школ, за прошедшее время в них приняло участие несколько сот студентов, аспирантов, научных сотрудников и профессоров из России, практически всех стран Западной Европы, а также некоторых стран Америки, Азии и Африки. Этот потенциал, однако, удалось реализовать лишь в весьма незначительной степени в связи с отсутствием консолидирующего центра.

Широкомасштабное внедрение в практику результатов новой теории требует разработки специального программного обеспечения очень высокого уровня. В этом направлении пока мало что сделано и упреждающие меры составили бы «материальную базу» математической индустриализации.

## 5. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМА ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Прежде всего, новые методы теории НДУ позволяют существенно продвинуться в исследовании классических моделей, скажем, уравнений гидродинамики, что в качестве одного из многих возможных приложений позволило бы резко улучшить качество прогнозирования погоды.

Приложение этих методов к полной системе уравнений магнитной гидродинамики позволило бы существенно расширить границы нашего знания о природе описываемых ими явлений. Это, в свою очередь, привело бы к целой серии полезных приложений, не исключая принципиально новых систем удержания плазмы в установках термоядерного синтеза. Важно подчеркнуть, что в подобных ситуациях почти исключительно используются дорогостоящие экспериментальные методы, в то время как создание и использование математических моделей позволило бы это в значительной мере избежать или заменить прямой эксперимент намного более простым косвенным.

Во-вторых, открываются принципиально новые возможности построения точных математических моделей там, где это было ранее затруднено или, попросту, невозможно (например, новые материалы или квантовая теория поля).

Практическая реализация такого рода возможностей требует, с одной стороны, проведения серии дополнительных фундаментальных исследований группой экспертов, владеющих этими методами, а с другой стороны, осуществления ряда инженерно-математических работ, включая создание соответствующего программного обеспечения, необходимых для внедрения полученных результатов в практику.

Решение проблем указанного выше типа требует создания достаточно крупных структурно организованных коллективов, подобно тому, как это имеет место в экспериментальных науках, но состоящих исключительно из математиков и программистов и не требующих каких-либо экспериментальных установок.

## 6. ЦЕНТР МАТИН (математическая индустрия): ИДЕАЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

Быстрая и полноценная реализация проекта «математической индустриализации» требует создания особой структуры принципиально нового типа (условно - Центра), сочетающей в себе систему непрерывного обучения на всех уровнях с интенсивной исследовательской работой и функцией математической поддержки крупномасштабных инновационных программ.

*Структура Центра ИНДУ*

Колледж: рассчитан на группу из 15-20 элитных студентов на каждом курсе, обучаемой по специальной усложненной программе. Срок обучения - 5-6 лет.

Аспирантура: порядка 5 аспирантов ежегодно со сроком обучения 3-4 года

Исследовательский институт с относительно небольшим постоянным штатом, дополненным достаточным числом временных позиций.

Компьютерный центр (для начала – относительно небольшой, впоследствии - выход на суперкомпьютеры), дополненный современными средствами дистанционного обучения.

Школа «повышения квалификации» (ШПК) для групп и филиалов Центра при других вузах и научных центрах.

Динамически развивающаяся Сеть: (см ниже).

#### *Функционирование*

Институт в составе Центра концентрируется на проведении фундаментальных исследований, построении моделей тех или иных процессов, явлений, законов описываемых НДУ и их последующим исследованием, что включает в себя разработку соответствующего программного обеспечения.

Колледж и аспирантура готовят высококвалифицированных специалистов, как для самого Центра, так и для развивающейся вокруг него Сети.

Сеть формируется из внешних исследовательских групп и филиалов Центра МАТИН при других университетах и научных центрах, на основе взаимной договоренности. Отдельные элементы Сети выполняют роль субподрядчиков при реализации Центром крупномасштабных проектов. При этом подготовка специалистов для Сети в соответствии со стандартами Центра осуществляется ШПК и путем дистанционного обучения.

#### *Материальная сторона*

Центру необходимо относительно небольшое здание, 3-5 человек технического персонала, сравнимые с европейскими (скажем, две трети) зарплаты для научного штата и разумное содержание для студентов и аспирантов.

Предлагаемая максимальная структура может, так или иначе, редуцироваться. Возможен и существенно более экономный (полу-)сетевой вариант.