

**Ахромеева Т.С., Капустин М.А.,  
Кашенко С.А., Куракин П.В.,  
Малинецкий Г.Г., Медведев И.Г.,  
Митин Н.А., Орлов Ю.Н.,  
Подлазов А.В., Посашков С.А.,  
Русаков А.И., Серебряков Д.В.,  
Соловьев С.А., Чернавский Д.С.**

**Новые направления системного  
анализа и компьютерного  
моделирования образовательной  
стратегии и политики России**

Ордена Ленина ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ  
им. М.В. Келдыша  
Российской Академии наук

**Ахромеева Т.С., Капустин М.А., Кащенко С.А., Куракин П.В.,  
Малинецкий Г.Г., Медведев И.Г., Митин Н.А., Орлов Ю.Н.,  
Подлазов А.В., Посашков С.А., Русаков А.И., Серебряков Д.В.,  
Соловьев С.А., Чернавский Д.С.**

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ И ПОЛИТИКИ РОССИИ**

Москва  
2022

## АННОТАЦИЯ

В 2001 году были подведены итоги ряда предшествующих исследований по системному анализу и компьютерному моделированию системы образования в России, проводившихся в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. С этих позиций были проанализированы важнейшие направления предлагавшихся реформ.

За последние годы существенно изменилась конфигурация российского образовательного пространства, экономические отношения и приоритеты социальной политики. Это требует постановки и анализа ряда новых проблем. Поэтому центральным результатом исследований, проведенных в 2001-м году, на наш взгляд, является разработанная участниками проекта Комплексная программа исследований по выбору альтернативных образовательных стратегий и прогнозу развития системы образования на ближайшее десятилетие. Этой программе и посвящен настоящий препринт.

Основная позиция исполнителей проекта в отношении предлагавшихся в последнее десятилетие реформ, по счастью, совпадает с мнением Министра образования России, высказанным им после обсуждения на Госсовете основных направлений образовательной политики: «Важно, что в результате всего этого мы пришли к вопросу о развитии российского образования, а не о его реформе. Наша система образования обладает таким огромным потенциалом, что она не требует коренной реформы. Ей нужны адаптация и модернизация».

## ABSTRACT

In 2001 we sum up previous investigations by system analysis and computing modeling of Russian education system that are pursued in Keldysh Institute of Applied Mathematics of Russian Academy of Science. We analyze taking into account these positions major trends of suggested reforms.

A Russian education space configuration, economical relationships and social politics priorities have significantly changed in a last years. These changes demand to set up and to analyze a number of new problems. Therefore the main result of investigations that we carry out in 2001 is, to our mind, a Complex research program by choice of an alternative education strategy and education system development forecast for next decade. This program is developed by project participants and we discuss it in this preprint.

A project executors' basis position to the suggested last decade reforms fortunately agrees with an opinion of Minister of Education. He expressed it after State Council discussion about the main education politics trends. "It is important we've came as a result of all to a question to develop the Russian education other that to reform it. Our education system owns so great potential that it doesn't require a radical reform. It requires an adaptation and renovation", said Minister.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №01-01-00628, №01-06-80435 и №99-06-80030) и РГНФ (проект №99-03-19719). С 1995 года в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН и Ярославском

государственном университете им. П.Г. Демидова был выполнен большой цикл исследований, посвященных системному анализу и прогнозированию развития высшей школы России при различных вариантах образовательной политики. [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15] К сожалению, для высшей школы нашей страны сделанные прогнозы в своей массе справедливы. В некоторых случаях негативные процессы пошли более быстро, чем предсказывалось.

И вновь реформа системы образования оказывается в центре внимания российского общества. И вновь научный компонент этого круга проблем недооценивается. Цель настоящей работы – сформулировать ряд проблем и направлений исследования, развитие которых позволит предвидеть последствия принимаемых в этой важной области решений.

Важно, чтобы эти исследования были поняты до того, как соответствующие решения будут приняты.

Социально-экономическая ситуация в современной России отражает переломный, переходный характер переживаемой эпохи. С одной стороны, разрушены социальные и технологические структуры, системы управления, характерные для социалистического общества и плановой экономики. С другой стороны, не созданы прозрачные, эффективные рыночные структуры и соответствующая система отношений. Многие либеральные проекты последнего десятилетия ставят под сомнение судьбу будущих реформ. Произошедшее социальное расслоение, исключительно высокий уровень социальной, региональной, отраслевой дифференциации, типичный для колониальных, а не для развитых стран, также осложняет ситуацию. Все эти трудности и противоречия отражаются и в системе образования России, и в проводимых реформах.

Поэтому проблемы экономического развития, вопросы "как привлечь инвестиции в систему образования", "как повысить системную устойчивость сети образовательных учреждений", "как следует изменить и оптимизировать нынешнюю структуру" и т.д. должны рассматриваться в более широком контексте.

Строя технические системы, системы вооружений, мы, прежде всего в экономическом обосновании, имеем дело с критерием эффективность/стоимость. По-видимому, так же следует подходить к системе образования. Поскольку она является частью целого – социально-экономического комплекса страны – то и приоритет должен быть отдан общесистемным, а не узко понимаемым ведомственным целям. Исходя из этого, в программе будущих исследований наряду с другими представляется иметь в виду следующие блоки.

## **СТРАТЕГИИ ОБРАЗОВАНИЯ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА**

### ***Особенности глобального демографического процесса***

При анализе крупномасштабных социально-исторических процессов крайне важен учет их демографической составляющей. Более того, для многих

таких процессов рост народонаселения является фактически единственной движущей силой. Это обусловлено тем, что в системе переменных, описывающих историческое развитие, численность народонаселения является параметром порядка, т.е. той медленной переменной, к которой подстраиваются все прочие, в т.ч. описывающие экономику, культуру, общественные отношения и т.п. Данное положение получило название принципа *демографического императива* [15,16].

Численность человечества на протяжении практически всей его истории росла постоянно ускоряющимися темпами (т.н. демографический взрыв). Однако примерно с 1960-х гг. во многих странах наметилась тенденция к замедлению или даже прекращению роста населения, что позволяет говорить о кардинальной смене глобальных тенденций развития человечества.

Ключевым для описания процесса предшествующего роста народонаселения является понятие *жизнесберегающих технологий*, под которыми понимаются любые знания, навыки или традиции, которые могут быть использованы для спасения человека от смерти или продления его жизни. Уровень развития жизнесберегающих технологий  $p$  будем характеризовать уменьшением среднего коэффициента смертности  $k_d$ , достигнутым благодаря их действию, т.е.  $p = \Delta k_d = k_d - k_d^0$ , где  $k_d^0$  – коэффициент смертности первобытного человека. [17,18]

В предположении постоянства среднего коэффициента рождаемости для скорости роста народонаселения можно записать уравнение

$$\dot{N} = pN.$$

Жизнесберегающие технологии не требуют для своего создания какого-то специального механизма. Являясь основой существования человечества, сутью человеческой культуры, они создаются людьми в процессе повседневной жизнедеятельности, т.е. на основе уже имеющихся жизнесберегающих технологий. Соответственно, для скорости их появления можно записать уравнение

$$\dot{p} = pN/C,$$

константа  $C$  в котором определяет трудозатраты, необходимые на увеличение  $p$  в  $e$  раз при постоянном  $N$ .

Интегрируя записанную выше систему, получаем основное уравнение теоретической демографии

$$N = Cp.$$

Оно означает, что уровень развития жизнесберегающих технологий  $p$ , описывающий скорость роста народонаселения, характеризует в то же время размер экологической ниши человечества.

Может так случиться, что предписанный этим уравнением баланс между уровнем жизнесберегающих технологий и населением по каким-то причинам где-то локально нарушается. Если в результате войн, эпидемий, стихийных

бедствий и т.п. катаклизмов население уменьшается, то *status quo* восстанавливается в течение всего лишь нескольких поколений. Если же, напротив, по каким-то причинам произошло чрезмерное увеличение численности населения, не сопровождаемое одновременным развитием технологий, то для появляющихся людей может просто не найтись места в социальной структуре общества, которая адекватна достигнутому уровню развития жизнеспасающих технологий. Возникающий при этом избыток людской численности обычно снимается посредством войн, которые в своем большинстве имеют демографическую, а не экономическую природу. [17,18]

Развитие жизнеспасающих имеет естественный предел, обусловленный тем, что нельзя спасти от смерти больше людей, чем их всего живет. Данное обстоятельство не накладывает ограничений на возможности технологического развития вообще, просто создаваемые технологии становятся все менее эффективными (по отношению, скажем, к их экономической значимости) с точки зрения спасения жизней.

Ограниченность развития жизнеспасающих технологий означает, в свою очередь, наличие некоторой предельной численности человечества. Причем это ограничение обусловлено биологическими особенностями человека, а не каким-либо ресурсными ограничениями.

Прекращение роста  $N$  носит, конечно, не скачкообразный характер, а происходит постепенно. Этот процесс называется *демографическим переходом*. Он длится несколько поколений и за это время население проходящих его стран возрастает в несколько раз. В ряде стран демографический переход уже завершился, в других еще продолжается.

Явлению демографического перехода можно дать качественное объяснение в рамках представлений о *поведенческих стратегиях*, т.к. уровень рождаемости определяется преимущественно действующими культурными нормами и стереотипами. При высокой смертности выигрышной стратегией является рождение большого числа детей, а при низкой – рождение двух-трех. Социальные группы, следующие иным стратегиям, проигрывают и не передают потомству своих стратегий.

Поскольку рост народонаселения и развитие жизнеспасающих технологий идет ускоряющимися темпами, существенное уменьшение смертности происходит очень быстро и в какой-то момент возникает необходимость в смене стратегии прокреативного поведения. На распространение новой стратегии и уходят те несколько поколений, которые длится демографический переход.

### ***Перспективы развития России и роль системы образования***

Россия как и многие другие страны вступила в *постпереходную* эпоху. Обычно демографический переход сопровождается не только значительным приростом населения и урбанизацией, но также быстрым развитием производства, инфраструктуры, системы общественных отношений. Однако в нашей стране период демографического перехода был практически весь заполнен социально-политическими катаклизмами, результатом которых

явилось абсурдное сочетание неоправданно высокого уровня смертности с быстро сокращающейся рождаемостью. Это привело не только к чудовищным (с учетом нерожденных детей) людским потерям, но и к незавершенности процесса технологической модернизации [19]. Шанс, дающийся государству только один раз за его историю был бездарно упущен. Фактически, сегодняшнее бедственное положение России было predeterminedено драматическими событиями первой половины XX века.

Одним из немногих направлений, на котором СССР все же сумел продвинуться до уровня постпереходных государств, являлась система образования. Здесь необходимо особо подчеркнуть, что во время демографического и технологического переходов роль системы образования существенно меняется.

Прогресс допереходного общества основывается лишь на тех ценностных представлениях и профессиональных навыках, которые передаются из поколения в поколение. Этого вполне достаточно для экстенсивного технологического развития, когда любые новации в полной мере могут служить жизнесбережению. При этом подготовка кадров фактически сводится к восполнению их естественной убыли.

В постпереходном обществе дальнейшее развитие жизнесберегающих технологий сопряжено со все большими усилиями. Это требует не только все большего и большего количества квалифицированных специалистов в самых разных областях человеческой деятельности, но и постоянного повышения гибкости системы образования. Последнее обстоятельство связано со стремительным возрастанием информационного содержания имеющихся технологий при их почти неизменном уровне, оцениваемом с точки зрения жизнесбережения. Это, в свою очередь, приводит к девальвации накопленной ранее информации и ставит ряд принципиально новых задач, таких, например, как сопряжение деятельности специалистов из разных областей и даже разных поколений или выделение ключевых направлений, на которых сосредотачиваются основные усилия.

Любопытно, что в СССР эта "взрослая" стратегия была избрана еще в 30-ые годы, что с одной стороны лишь ускорило разрушение еще неготового к ней переходного общества, но с другой позволило сохранить жизнеспособную систему образования и ее кадры вплоть до настоящего времени, в то время как многие другие институты уже полностью разрушились.

Сейчас, на фоне пока еще не завершившегося демографического перехода, трудно сказать, как конкретно будет развиваться система образования в мире и, тем более, как она *должна* развиваться с учетом ряда глобальных проблем, встающих перед человечеством. Это должно стать предметом тщательного и всестороннего исследования. Наверняка можно утверждать только одно: любые надежды остановиться на достигнутом, свернув дальнейшее развитие, будут самоубийственны для любого государства, а для России – в особенности.

Прогресс человечества мотивирован биологически, т.е. обусловлен очень мощными глубинными механизмами, действовавшими на протяжении всей его

истории. Среди них, несомненно, есть и такие, которые отбраковывают цивилизации, в силу тех или иных причин неспособные продолжать движение вперед. И если раньше на это уходили века, то теперь хватит и одного поколения.

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ**

В известной теории человеческого капитала обычно предполагается, что более  $2/3$  доходов от получения конкретным человеком образования получает общество и менее  $1/3$  он сам, что в течение профессиональной жизни специалиста затраты на его образование окупаются в среднем в 5-ти, а иногда и в 10-кратном размере. Однако все это относится к развитой рыночной экономике, а не к современной России. Поэтому при оценке предлагаемых обществу реформ следует исходить из анализа реальной экономической эффективности в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе, а не из соображений экономии государственного бюджета в ближайший год.

В условиях нынешнего "кризиса перепроизводства" специалистов это представляет собой серьезную научную проблему.

В настоящее время классическая "теория человеческого капитала", на которой основаны оценки макроэкономической роли образования, получила дальнейшее развитие и конкретное математическое выражение.

В частности, в цикле работ, проведенных под руководством профессоров Г.Г. Малинецкого и С.А. Кащенко, выдвинута концепция образования как "создателя новых возможностей и ресурсов развития" для экономики в целом. [4,15] Показано, что для описания качественных эффектов в среднесрочной и долгосрочной перспективе достаточно следить за тремя ведущими переменными – объемом ресурсов, объемом производства, уровнем развития системы "наука + образование". В системе выведенных уравнений, связывающих эти переменные, есть два ключевых параметра. Первый – время запаздывания, отражающее инертность всей экономической системы (если завтра мы начнем готовить специалистов гораздо лучше, чем сейчас, то на макроэкономическом уровне это начнет проявляться только через 3-5 лет). Второй параметр – уровень восприимчивости экономики к инновациям. Увеличение этого показателя являлось главной целью большинства успешных экономических реформ XX века.

Исследование этой модели позволило выявить важный качественный эффект. Имеет место некоторый порог по затратам на науку и образование. Затраты на этот сектор ниже порога не дают существенного макроэкономического эффекта. Затраты выше порога позволяют обеспечить устойчивый рост и в ряде случаев могут кардинально изменить макроэкономическую траекторию. Этот вывод иллюстрирует рис. 1 (переход к высоким технологиям позволил найти новые источники развития) и рис. 2 (здесь возникает замкнутый круг: в силу недостаточности ресурсов, направляемых на науку и образование, не могут быть созданы экономически эффективные высокие технологии, ресурсы исчерпываются, страна беднеет, денег на финансирование науки и образования становится еще меньше).

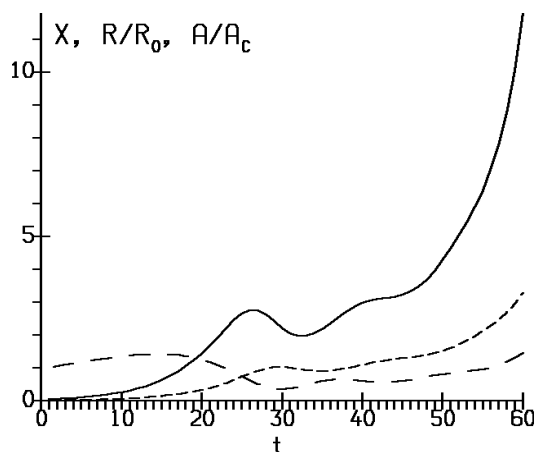


Работы в этом направлении в настоящее время активно ведутся в Центральном экономико-математическом институте РАН в Вычислительном центре РАН, Ярославском государственном университете им П.Г. Демидова, Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова.

Особенно важной представляется разработка этой проблематики в двух направлениях. Первое – переход от качественных моделей и грубых оценок к имитационным моделям, достаточно подробно описывающим российские социально-экономические реалии и сложившиеся в последние годы производственные отношения. Модели такого типа имеются в ЦЭМИ РАН и ВЦ РАН [20], однако в анализе "макрэкономике образования" они до настоящего времени не использовались.

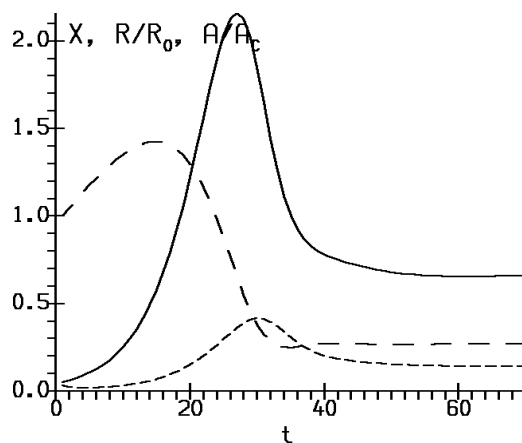
Второе направление – анализ постиндустриальных подходов к макроэкономике образования. В настоящее время в основу большинства программ реформ российского образования кладется неolibеральный подход, ориентированный на активизацию рыночных механизмов в сфере образования, на введение в хозяйственный оборот интеллектуальной собственности, на все более широкое привлечение внебюджетных источников финансирования.

Однако в последние годы в связи с ростом "новой экономики" в развитых странах, инновационной экономики (knowledge-based economy) и развитием глобальных компьютерных сетей и телекоммуникаций возник новый, постиндустриальный подход к экономике и образованию. [21] Иногда его называют также "экономикой дарения". Его главный тезис состоит в том, что в



**Рис. 1. Типичные макроэкономические траектории в случае устойчивого развития и роста экономики**

Кривые показывают, как меняются ресурсы (длинный пунктир), объем производства (сплошная линия) и научно-технический потенциал (короткий пунктир) экономики с течением времени в случае ее успешного развития.



**Рис. 2. Типичные макроэкономические траектории для "конченой страны", упустившей имевшиеся ресурсные возможности**

Усвоение новаций то же, что и на рис. 1, но финансирование интеллектуальной сферы урезано вдвое. В результате к критическому моменту начала спада производства развитие интеллектуальной сферы не достигло необходимого уровня и не смогло оказать заметного влияния на развитие общества. Результат – выход на уровень невозобновимых ресурсов.

эпоху стремительного расширения технологических возможностей (а именно такой период переживает наша цивилизация) парадоксальные решения являются более перспективными для экономики и общества в целом, чем классические неолиберальные.

В качестве примера часто приводят создание и бесплатное распространение операционной системы Linux, которая благодаря необычной стратегии смогла захватить значительную долю рынка, дотоле монополизированного компьютерным гигантом Microsoft, а затем добиться исключительно высоких результатов в области коммерциализации собственного продукта и разнообразных приложений к нему. Также в свое время действовал и сам Microsoft на рынке интернет-браузеров.

Такие стратегии сейчас активно исследуют в рамках теории сложности в Институте сложности в Санта-фе (США) и в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН [22].

С этих позиций ряд экспертов рассматривает также проекты дистантного образования, проекты "перехода ко всеобщему высшему образованию", в которых изменение экономической, технологической, образовательной среды дает гораздо больший эффект, чем при использовании традиционных подходов. На концептуальном уровне это рассматривалось специалистами по рефлексивному управлению в Институте психологии РАН [23]. Дальнейший анализ этого подхода требует компьютерного моделирования, системного исследования, осмысления отечественного и зарубежного опыта.

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗА СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ**

В руководящих документах Минобразования РФ при определении государственного заказа предлагается опираться на результаты среднесрочного прогноза потребностей экономики в специалистах, а значит, и на результаты прогноза развития самой экономики. Поскольку для большинства вузов России госзаказ в настоящее время играет, и в ближайшем будущем будет играть, определяющую роль, то и эффективность высшей школы, и экономики в целом будет определяться тем, насколько обоснованно и достоверно удастся планировать. При этом следует иметь в виду и конечный горизонт прогноза, как неотъемлемое свойство большинства сложных систем, и появившиеся в последнее время возможности "сценарного прогнозирования". Опыт Госплана СССР в настоящее время подробно изучен, понят и высоко оценен в мире. Однако в нынешнюю постиндустриальную эпоху этого опыта уже недостаточно и во многом прогнозирование и, в частности, планирование госзаказа на специалистов должно строиться по-иному.

Анализ японского, немецкого, корейского и других "экономических чудес" показывает, какие специалисты нужны были для такого рывка, для перевода экономики в "высокопродуктивное состояние". По-видимому, эта работа должна быть проведена и для России.

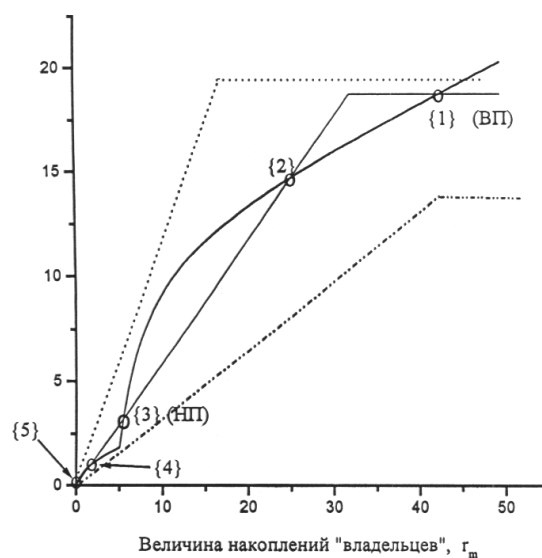
В настоящее время ситуация с прогнозированием экономического развития в России представляется парадоксальной. С одной стороны, в ряде

академических институтов существуют прогнозные модели, которые существенно отличаются по структуре и получаемым с их помощью результатам и все вместе коренным образом отличаются от тех моделей, на основе которых была построена известная программа Г. Грефа. С другой стороны, имеющиеся статистические данные зачастую неполны, несистематизированы и недостоверны. [24] Вместе с тем в эпоху глобализации и виртуальной экономики все чаще прогноз оказывается "самосбывающимся" (эффект Эдипа). То есть, прогнозы, ожидания, надежды, угрозы оказываются реальной экономической силой. Известный финансист Дж. Сорос в книге "Алхимия финансов" называет эту силу решающей в современной экономике в противовес ее реальному сектору.

В этой ситуации, имея в виду ограниченные цели прогнозирования экономики образования, разумным представляется обратиться к более простым и легко верифицируемым моделям. Пример таких моделей дают системы уравнений, построенные под руководством профессора Д.С. Чернавского в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН. [25,26] В таких моделях основное внимание уделяется устойчивым состояниям экономики – аттракторам. Если классический подход, излагаемый в курсах экономикс, предполагает единственное устойчивое состояние рыночного равновесия, то в этих моделях для современной экономики состояний равновесия оказывается три (см. рис. 3). Первое – нерыночное состояние отвечает натуральному хозяйству и полному распаду промышленности, второе – низкопродуктивное состояние характеризуется низким уровнем производства и жизненным уровнем.

Такой рынок характерен для многих развивающихся стран и современной России. Наконец, третье состояние равновесия описывает высокопродуктивную экономику с относительно высоким уровнем производства и жизненным уровнем.

Реформы Гайдара перевели экономику России из высокопродуктивного состояния в низкопродуктивное, однако в принципе возможен и обратный переход, соответствующий в обыденном сознании экономическому чуду. Созданные модели позволяют строить различные сценарии развития экономики и указывают наиболее важные параметры, с помощью которых можно



**Рис. 3. Типичная вид функций потребления и производства**

При различных параметрах производства (кусочно-линейные графики) графики могут иметь различное количество пересечений, соответствующих устойчивым состояниям экономики.

Для сплошного графика функции производства устойчивыми являются точки 5, 3 и 1.

направлять ее развитие. Исходя из этих сценариев, может быть проанализирована экономика образования и ее роль, которая при одних образовательных политиках может быть активной и ускоряющей рост, а при других – сдерживающей экономическое развитие.

Рассматривая проблему прогнозирования, представляется разумным обратиться, следуя традиции академиков В.А. Коптюга и Н.Н. Моисеева, к целям более высокого порядка, связываемым с парадигмой устойчивого развития. [27,28,29] Исходя из этого, многие проекты, экономически выгодные для отрасли на небольших временах, могут давать существенный проигрыш в долгосрочной перспективе. Здесь могут быть построены новые модели типа "мировой динамики", которые учитывают управляющие воздействия в сфере образования и инновационной политики, направленные на повышение устойчивости системы в целом. Особого внимания заслуживают в этом контексте процессы глобализации, остаться в стороне от которых Россия не сможет, а также принципиальные ресурсные ограничения, существующие у нашей страны. Работы в этом направлении в настоящее время ведутся в ЦЭМИ РАН под руководством академика Д.С. Львова [32], в Институте глобализации под руководством М.Г. Делягина [21], а также в Федеральной академии пограничной службы А.П. Паршевым [30]. Эти ограничения необходимо учитывать при выстраивании образовательной стратегии и ведении образовательной политики.

## **СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И МЕХАНИЗМОВ ВЫВОДА ЕГО ИЗ "ТЕНИ"**

Для того чтобы управлять в экономической сфере, надо представлять объемы и направления основных финансовых потоков. Очевидно, что нынешняя система образования относится к "серой экономике". Понятно, что на зарплату преподавателя, как правило, прожить нельзя, и если в большинстве вузов раньше "учились и подрабатывали", то теперь "работают и подучиваются". Поэтому важно было бы иметь нынешнюю социально-экономическую картину системы образования и прогноз ее изменения в зависимости от выбранного варианта экономических реформ и реформ в сфере образования. И это также представляется одним из важных направлений исследований.

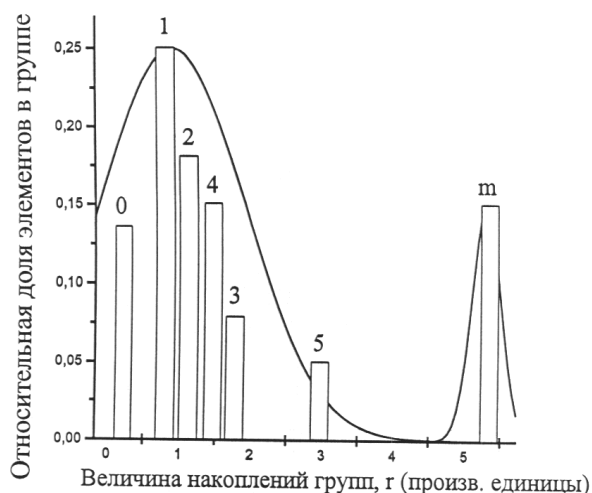
Одной из главных целей реформ является вывод из тени части средств, затрачиваемых населением на получение образовательных услуг. Многие эксперты предполагают, что в настоящее время эта сумма превышает 1 млрд. долларов в год. В этой связи возникает интересная и сложная проблема выявления реальных денежных потоков, попадающих в систему образования. Парадоксальность имеющейся картины выявляют данные Центра социологических исследований Министерства образования России. Внешне население страны ведет себя в полном несоответствии с азами экономической теории. С одной стороны, на специалистов, кончающих большинство вузов России, экономика не предъявляет спроса и диплом в настоящее время значит

гораздо меньше, чем 10-15 лет назад. С другой стороны, весьма значительные суммы тратятся на то, чтобы в эти вузы поступить.

В мировой математической экономике существует большой класс моделей, ориентированных на описание транзакционных издержек, коррупцию, существующую в системе. К сожалению, эти работы практически не известны в России и не привязывались к той конкретике, с которой мы имеем дело в настоящее время.

Предшествующие исследования позволили построить эффективную систему моделей, описывающих социально-экономическую структуру общества. В настоящее время в России эта структура парадоксальна. Для большинства развитых капиталистических стран распределение населения по накоплениям унимодально (имеет один максимум). Это означает, что определяющую роль в экономике страны играет средний класс. Исходя из его интересов, ведется фискальная политика, на его возможности ориентируются вузы. Именно этот класс обеспечивает социальную стабильность.

В России и в ряде развивающихся стран распределение накоплений имеет два максимума (см. рис. 4) [25]. Это приводит к расслоению рынка на рынок для богатых и рынок для бедных. При этом уровень цен "отслеживает" доходы более богатой части населения и бедные слои оказываются в значительной мере исключены из рыночного товарооборота. Неадекватно высокий по сравнению со средними доходами уровень цен приводит к преимущественным затратам на потребление, а не на инвестиции, что неизбежно тормозит развитие экономики в целом.



**Рис. 4. Типичная картина социально-экономической структуры Российского общества**

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

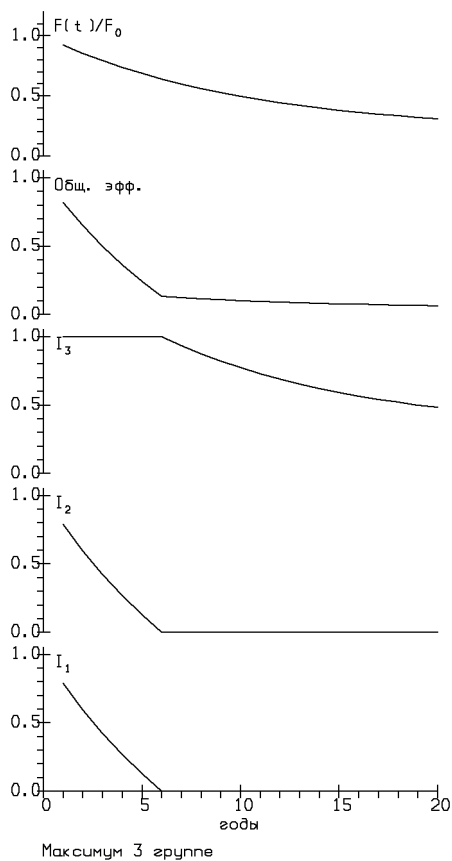
В условиях сильного расслоения во многих случаях некорректно говорить о "системе" в целом, — средние цифры могут ничего не значить. Поэтому следует иметь в виду различные группы вузов, различные профили подготовки, различные регионы. Очевидно, планируемые реформы по-разному скажутся на разных группах вузов, поэтому "общая макроэкономическая политика министерства" должна дополняться активной структурой экономической политикой. Это также представляет собой важную проблему в рамках обсуждаемой программы.

Например, после того как будут на федеральном уровне определены "локомотивные отрасли" российской экономики и будущая экономическая ориентация страны, траектории ряда вузов должны существенно измениться.

В Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН в 1995 году были построены структурные модели, показывающие, как будет меняться общая эффективность системы образования при ухудшении финансового положения при различной структурной политике [15]. При этом выделялось три группы вузов:

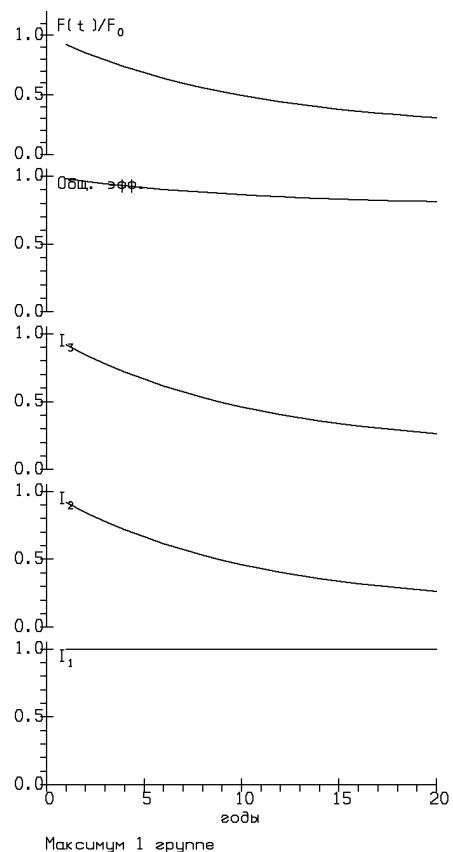
- 1) университеты, обеспечивающие инновационный потенциал;
- 2) инженерные вузы, ориентированные на поддержание техносферы и социальной структуры;
- 3) педагогические и медицинские вузы, а также другие институты, готовящие людей массовых профессий.

Было показано, что наиболее эффективно противостоять деградации можно, приоритетным образом поддерживая первую группу вузов (см. рис. 5 и рис. 6). Эти результаты можно рассматривать как своеобразное обоснование



**Рис. 5. Эффективность работы разных групп вузов в зависимости от времени при снижении финансирования**

Вариант, при котором приоритетно финансируется 3-я группа вузов. Фактически, в течение 6 лет уничтожаются вузы 1-ой и 2-ой групп.



**Рис. 6. То же, что на рис. 5 в случае иной структурной политики**

Вариант, при котором приоритетно финансируется первая группа. Общая эффективность практически не меняется.

широко обсуждаемой в настоящее время концепции исследовательских университетов.

В этом контексте можно также обратить внимание на исследование профессора МФТИ Н.В. Карлова, выявившие связь между стратегией экономического рывка и созданием элитных вузов физико-технического профиля. Аналогичные сценарии создания физико-технического образования, восходящие к Ленинградского физтеху, созданному по инициативе академика А.Ф. Иоффе, Московскому физтеху, вузам Англии, США, а – в последнее время – Ирана, Индии и Китая, показывает что мы имеем дело не с отдельными удачами, а с технологией создания "точек роста". Аналогичные исследования в настоящее время также активно ведутся в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова.

За последние 6 лет дифференциация в системе вузов значительно возросла. Поэтому структурная политика должна основываться на более подробных и конкретных структурных моделях. В частности, важно учитывать по отдельности структуру гуманитарных и технических вузов, государственных и негосударственных институтов, столичной высшей школы, в которой обучается почти половина всех студентов России, и периферийных вузов, элитарных вузов нового поколения, таких как Высшая школа экономики, МГИМО и др., и "старых лидеров" – МГУ, МФТИ, МГТУ... Это особенно важно, поскольку вузы различаются сейчас очень существенно по материальному достатку обучающихся в них студентов, по планируемой жизненной траектории, по решаемым в ходе обучения задачам.

В качестве примера можно привести острую проблему, касающуюся региональной образовательной политики. Подобно тому как в настоящее время нет ясных ориентиров региональной политики, практически отсутствуют компьютерные модели региональной экономики (исключением является модель экономики Свердловской области, построенная под руководством академика А.А. Петрова) и отсутствие моделей и концепций региональной образовательной политики. Вместе с тем значение этой политики трудно переоценить, поскольку дифференциация в уровне развития регионов России перешла опасный предел.

По уровню ВВП на душу населения различные регионы различаются более чем в 20 раз [31]. Это не может не сказываться на образовательной политике, проводимой в различных регионах. Наивно было бы надеяться, что интернет-образование станет главной силой в сохранении единого образовательного пространства страны. В этой связи заслуживает внимания концепция М. Кругова, который в качестве ключевых проблем экономической политики видит выбор локомотивных отраслей экономики и активное участие государства в формировании своеобразного общественного договора между различными экономическими субъектами, включенными в эти отрасли. Естественно, в еще большей мере это относится к образовательным структурам и системам. Здесь мы сталкиваемся с той же ситуацией, когда для решения острых экономических проблем современной России одних экономических мер, ставки на самоорганизацию и рыночные механизмы оказывается

недостаточно. Тем более во многих областях действуют в направлении, обратном желаемому.

С точки зрения структурных моделей, должны быть исследованы и две извечные проблемы российской системы образования. Первая связана с региональной самоорганизацией вузов вокруг некоторого "системообразующего" вуза. Этот важный проект, ориентированный на региональную координацию усилий образовательного сообщества, по-видимому, в настоящее время и на региональном, и на федеральном уровне трактуется неверно, т.е. с позиций "а сколько денег вы на это дополнительно дадите?", "сколько денег под это можно выбить у центра?" или с противоположной стороны – "как бы сэкономить деньги, сократив и упразднив ряд образовательных структур". Очевидно, что вопрос должен ставиться иначе – следует думать о новых возможностях, о повышении управляемости образовательных систем на региональном уровне.

Вторая вечная проблема – интеграция высшей школы, отраслевой и вузовской науки. И здесь также следует, по-видимому, понять что нас ждет при выборе различных функционалов и разных управляющих воздействий. "Полставки за науку", характерные для времен социализма, очевидно, не являются удовлетворительным решением. С другой стороны, программа претендента на пост ректора МГУ академика А.Р. Хохлова "посадить всех на гранты" также не соответствует нынешним реалиям России ни в области науки, ни в области образования.

Подчеркнем, что интеграция в Москве, Санкт-Петербурге и провинции видится существенно по-разному. В столицах современное оборудование и наиболее квалифицированные кадры сосредоточены в академических институтах. И приходится, как в Физтехе, привлекать ученых в вуз, создавать систему баз. В то время как во многих регионах ситуация иная – наиболее квалифицированные кадры сосредоточены в высшей школе, а современное оборудование в исследовательских институтах. Поэтому приходится отрабатывать другие сценарии интеграции.

Еще одна задача, возникающая на структурном уровне, связана с тем, что мобильность рабочей силы, количество иногородних студентов в нынешних условиях существенно уменьшаются. Поэтому поиск талантливых людей, что является стратегически важной задачей для государства, должен принимать другие формы. И китайская, и американская модели, успешно реализованные в последние годы, показывают, что здесь нужна отдельная структурная политика. Забота о средних показателях по России, по региону, по отдельному вузу не должна заслонять и этой важнейшей задачи. В последнее время для анализа таких явлений появился новый подход, связанный с теорией самоорганизованной критичности, показывающий, что сплошь и рядом народная мудрость: "20% людей делают 80% работы" в ряде высокотехнологичных отраслей и сфере управления неверна. В них почти всю работу делает совсем малый процент людей, а все остальные их в той или иной мере поддерживают.



## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РОЛИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В СОЗДАНИИ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В РОССИИ

Правительством России в настоящее время взят курс перевод экономики с сырьевого пути развития на инновационный. Необходимость этого продиктована рядом геоэкономических, геополитических и социальных факторов. Роль высшей школы в этом процессе является ключевой. С точки зрения формирования инновационно-восприимчивой среды, она может и должна стать "государством в государстве". Формирование такой среды, призвано решить ряд стратегических задач, стоящих перед Россией. В частности, оно должно стать одним из главных источников развития системы образования страны. Предварительные исследования показали, что принципиальную роль здесь играет структурная политика в этой сфере.

Министерством промышленности, науки и технологий в последние несколько лет была выполнена большая программа исследований, в которых головной организацией по компьютерному моделированию и системному анализу возможных сценариев перехода к инновационной экономике являлся Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. Большой объем исследований такого рода выполнялся также под эгидой Министерства образования, в частности в МИЭМ, в Ярославском государственном университете им. П.Г. Демидова, в Технопарке МГУ им. М.В. Ломоносова. В рамках этих проектов был получен ряд важных результатов, сделан ряд существенных выводов, однако масштаб и сложность проблемы заставляет вновь обратиться к этому кругу задач. Обратим внимание только на несколько принципиальных моментов.

Становится все более понятным, что решение экономических проблем и, в частности, проблем в инновационном секторе экономики страны связано прежде всего не с экономическими механизмами и рычагами, а с людьми, используемыми бизнес-стратегиями, созданием инновационно-образовательной среды, устойчивой, самоподдерживающейся и восприимчивой к нововведениям. Это требует подготовки кадров инновационных менеджеров, которая в настоящее время начата Министерством образования, изменения шкалы ценностей, установок, а также существенной организационной поддержки и со стороны государства, и со стороны бизнеса. Заметим, что ситуация является парадоксальной, поскольку мелкому бизнесу это не под силу, а крупного высокотехнологичного бизнеса у нас практически нет. Поэтому в треугольнике бизнес-инновации-власть роль государства в ближайшие годы будет решающей. Американский опыт показывает, что значительное число малых фирм возникает около технологических гигантов – IBM, Microsoft, Intel, General Motors, Dupont, *etc.* Однако географически, организационно и интеллектуально большинство таких фирм тяготело к небольшому числу крупных университетов. В частности, вокруг Стэнфорда возник шлейф из более чем 8 тыс. малых инновационных предприятий.

Работы нобелевского лауреата в области экономики Б. Артура показывают, что инновационный сектор во многих случаях ведет себя парадоксальным образом. Вместо механизмов конкуренции и отрицательной

обратной связи между фирмами, работающими в близкой области на близкой территории, возникает положительная обратная связь, кооперация, взаимная поддержка и обогащение. По такому "кооперативному сценарию" развивалась Кремниевая долина, а также аналогичные структуры в Англии, Германии, Ирландии. Предварительные исследования, проведенные под руководством профессоров В.Г. Редько и Д.С. Чернавского для Зеленоградского технопарка, позволили построить и верифицировать математические модели малых инновационных предприятий и популяций таких фирм. Эти работы показали, что имеют место пороговые эффекты. Начиная с какого-то уровня интеллектуальной собственности и вложенных средств, структура переходит в самоподдерживающийся саморазвивающийся режим. До этого уровня, будучи предоставленной самой себе, она с большой вероятностью скатывается в фазу "скрытого банкротства".

В Центре компьютерного моделирования и экспертного анализа под руководством И.Г. Медведева были получены принципиально важные результаты, касающиеся инновационной сферы [33]. Задачи, состояния и перспективы инновационной сферы в России кардинально отличаются от таковых в промышленно развитых странах. Образно говоря, этим странам можно думать сейчас об экономическом росте, а России – о том, чтобы выжить и подняться с колен. Необходимо выделить три группы инноваций.

Первая – жизнеобеспечивающие технологии (тепло, дешевое жилье, лекарства и т.п.). В этой сфере инноваций естественным и единственным заказчиком может выступать государство. Здесь произошел прорыв. Книга Э. Вайцеккера, Э. Ловинса и Л. Ловинса "Фактор четыре" [27] показывает, что вдвое больший экономический эффект может быть полученный при вдвое меньших затратах ресурсов, если использовать высокие энерго- и ресурсосберегающие технологии нового поколения. Для России с ее объективно энергоемкой экономикой и большими расстояниями между производителями минеральных ресурсов и их потребителями это исключительно важно. Естественно, этот круг инноваций и их поддержка в вузах представляет собой крайне важную задачу.

Второй класс инноваций связан с насыщением внутреннего рынка товаров и услуг. При этом стратегия импортозамещения, защиты отечественных производителей, обще внешнеэкономическая политика определяют, какие инновации здесь могут быть полезны, экономически оправданы. При этом критерии здесь также сплошь и рядом оказываются иными, чем в развитых странах. На первый план выходят ремонтпригодность техники, длительный срок службы и достаточно низкая цена. Инновации для внутреннего рынка, в создании которых очень велика роль технических вузов, требуют другой политики и других экономических механизмов по сравнению с первой группой инноваций. В разработке и проведении в жизнь социально-экономических механизмов для реализации таких инноваций очень важную роль могут сыграть гуманитарные вузы и ведущие университеты страны. По существу, речь должна идти не только об экономических рычагах, но и о переориентации общественного сознания.

Третья группа инноваций – инновации, ориентированные на внешний рынок, на производство высокотехнологичных продуктов мирового уровня, на участие в международном разделении труда. И здесь также возникает свой особый круг проблем. В частности, лидеры развитых стран лоббируют на мировой арене 4-5 крупных инновационных проектов (например, например новое поколение "Боингов" в США, новое поколение широкофюзеляжных самолетов А3XX в Европе и т.д.). Традиционным для таких проектов является участие по схеме разделенного партнерства и значительные взносы в сотни миллионов долларов всех участников таких проектов. Это требует определения государственных приоритетов, конкретизации экономической стратегии.

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕФОРМ, СВЯЗАННЫХ С ВВЕДЕНИЕМ ГИФО, И СООТВЕТСТВУЮЩИХ РИСКОВ**

Анализ новых систем финансирования высшей школы требует формализованного описания, компьютерного моделирования и детального анализа взаимосвязей в треугольнике социум – структура системы вузов – качество образования на общем фоне демографических и процессов, разворачивающихся в стране. Предварительный анализ показывает, что в зависимости от выбранного варианта такой реформы эффект может измениться с точностью до противоположного.

В настоящее время введение ГИФО рассматривается как реализация принципа "деньги следуют за учениками" [34]. Естественно, это связано с радикальным изменением структуры финансирования вузов, с формированием конкурентной образовательной среды, с уменьшением нагрузки на федеральный бюджет. Введение ГИФО, своеобразных "образовательных ваучеров", рассматривается только для наилучших, наиболее благоприятных вариантов. В этой связи представляется исключительно важным анализ нормальных и пессимистических сценариев, связанных с введением ГИФО. В частности, возникает коридор между слишком дорогим и слишком дешевым ваучером.

Вариант дешевого ваучера мы наблюдали в ходе первого этапа приватизации. Этот вариант действительно радикально изменил экономическую структуру, в значительной степени уничтожив саму экономику.

Вариант дорогого ваучера также имеет ряд серьезных негативных последствий. В этом случае при неразвитости рыночной инфраструктуры и весьма низком требовании к квалификации выпускников вузов в ход будут вступать иные факторы, вновь приводящие к "затемнению" экономики, росту коррупции, значительным социальным издержкам. Предварительные исследования, проведенные на экономическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, показывают, что в этом проекте есть серьезные риски, которые следует оценивать.

В результате использования дорогого ваучера усилится социальная дифференциация студентов. При нынешнем положении дел стартовая подготовка первокурсников очень сильно различается, а на последующих курсах играть начинают индивидуальные способности, прикладываемые

усилия, интерес к будущей специальности. Здесь же мы автоматически экстраполируем стартовые условия на весь курс обучения.

В последнее время ряд проектов, обсуждаемы в правительственных кругах, и конкретных мер, реализация которых уже начата, может рассматриваться как подготовка к приватизации части высших учебных заведений. На наш взгляд, такой шаг имел бы в нынешней ситуации катастрофические последствия для системы образования.

## **СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ВВЕДЕНИЕМ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

Эта реформа в значительной мере изменит систему управления на региональном уровне и породит ряд сложных проблем и "теневых механизмов". В силу этого она также нуждается в детальной экономической проработке, в сравнении предполагаемых выгод с ожидаемыми издержками.

В свое время академик Н.Н. Моисеев, занимаясь моделированием экономических механизмов социалистической эпохи, наглядно показал, что теневые схемы, лазейки, неформальные отношения играют гораздо большую роль в ряде случаев, чем обычные механизмы. При этом теоретические и абстрактные построения и рассуждения "как должно быть" сплошь и рядом оказываются неприменимы. Поэтому экономический эффект от введения единого государственного экзамена следует начинать оценивать с выявления лазеек, которые позволят обмануть государство при таком способе тестирования. Обратим внимание на одну простейшую лазейку. Если экзамен единый, то по всей стране должны быть даны одинаковые варианты. Но после того как они появятся на Дальнем Востоке, через полчаса они будут известны школьникам в Москве.

В качестве образца для подражания часто упоминается TOEFL, с помощью которого американцы отбирают студентов в аспирантуру. Знакомство с ним показывает, что это исключительно сложная, дорогая и четко организованная система. При нынешнем уровне государственного управления и управляемости системы образования выйти на сопоставимый уровень в России не представляется возможным.

Иными словами этот проект также требует серьезного экономического обоснования и системного анализа.

## **ВОЗВРАТ К СИСТЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Острая нехватка специалистов массовых профессий, невозможность обеспечить "рыночную привлекательность" ряда социально-важных сфер деятельности (например, работа в ряде секторов "бесплатной медицины", на Дальнем Востоке и т.д.), и сложная ситуация на рынке труда привела ряд экспертов в области экономики образования к идее распределения, подкрепленной рядом экономических механизмов. (Например, погашение беспроцентного кредита, выданного на образование при условии отработки ряда лет после окончания по специальности в определенном месте). Такие проекты нуждаются в экономическом и системном анализе и обосновании.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ СЦЕНАРИЕВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВНЕШНИМ МИРОМ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ**

В условиях быстро развивающегося процесса глобализации происходит не только большой отток капитала, но и потеря значительной части высококвалифицированных специалистов, утрата инновационного потенциала страны. Чтобы адекватно отреагировать на этот процесс предлагался ряд проектов. От "административно-правовых" (связанных с оплатой образования при отъезде за рубеж или возвращением кредита на образование), до "инновационных" (системный проект С. Кугушева форсированного инновационного развития России и превращении США в "финансовый придаток России"). Экономическая проработка таких проектов.

### **ЭКОНОМИКО-СОЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КАК "СОЦИАЛЬНОГО ДЕМПФЕРА"**

Высшая школа в течение последних 10 лет играла исключительно важную роль. В нынешних условиях она позволяет стабилизировать ситуацию на рынке труда (по зарубежному опыту бороться с безработицей, создавая дополнительные рабочие места гораздо дороже, чем учить людей, заниматься переподготовкой и повышением квалификации). В условиях рыночной экономики эта важная функция всей системы нуждается количественной оценке, в оптимизации соответствующей деятельности.

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

Компьютеры, глобальные компьютерные сети, телекоммуникации создают технологическую основу для широкого спектра образовательных проектов (дистанционное образование, создание "виртуальных вузов" и "виртуальных лабораторий", и т.д.). И негативный, и позитивный опыт, накопленный в процессе компьютеризации образования, показывает необходимость детального экономического анализа предлагаемых проектов, а также организационных возможностей и параметров системы управления, необходимой для их реализации. В рамках обсуждаемой программы этот блок проблем также может оказаться очень важным.

В Министерстве образования России за последние десять лет был предложен и частично реализован ряд концепций информатизации высшей школы. Ряд крупных проектов в области телекоммуникаций и компьютеризации был реализован Фондом Сороса. В частности, результате этих проектов были детально проанализированы в Ярославском университете (Ярославский регион здесь особенно показателен, поскольку он был полигоном для многих проектов). В качестве одного из главных приоритетов Министерством образования России была заявлена "интернетизация среднего образования". По инициативе Президента в 2001 году из федерального бюджета

планируется выделить более 1 млрд. рублей при условии финансирования в том же объеме со стороны бюджетов субъектов федерации.

Обе программы, на наш взгляд, нуждаются в серьезном системном анализе, экономической оценке их эффективности, прогнозе ожидаемых результатов.

Идеологом реформирования образования Я.И. Кузьминовым, ректором ВШЭ, были заявлены идеологические приоритеты: «...нужно... перейти к открытому образованию, которое позволяет человеку активно выбирать, что и как ему учить, влиять и на порядок прохождения курсов и на их набор... Выбраться из провинциализма сельской школы иным путем, чем через инернет-образование нельзя.»

Предварительные исследования, которые проводились в Ярославском государственном университете, Институте психологии РАН, Институте социально-политических исследований РАН, заставляют усомниться в выбранной парадигме и следующей из нее стратегии и для средней, и для высшей школы по нескольким причинам.

– В связи с бурным развитием "новой экономики" было несколько конференций, рабочих групп, обсуждений странами–членами Организации по экономическому сотрудничеству и развитию, посвященных влиянию высоких технологий, инноваций, информатизации на экономический рост. Был сделан вывод о том, что "общих рецептов" не существует и с тем, что попытки ряда стран копировать американскую стратегию в этой области оказались неудачными. Большинство экспертов пришло к выводу, что реальный экономический потенциал "новой экономики" сильно переоценен. Этот вывод подтвердили кризисные явления в этом секторе экономики в 2001 году.

– Анализ, проведенный психологами РАН "компьютерных детей", "интернет–поколения" позволил выявить значительные издержки раннего выхода в "виртуальную реальность". Это ставит под сомнение тезис о том, что компьютер и тем более Интернет это "вторая грамотность".

– Анализ социологического аспекта готовности средней и высшей школы к восприятию таких реформ, проведенный рядом социологов РАН, показывает неготовность большинства образовательных учреждений и эффективному участию в планируемых проектах.

– Неудовлетворительные результаты демонстрирует и зарубежный опыт реализации программ такого сорта. В частности, в США, где школьники в среднем около часа проводят в Интернете и на образование тратится 360 млрд. долларов в год, только 40% старшеклассников не имеют проблем с чтением. Неудовлетворительная ситуация с кадрами для "новой экономики" (Билл Гейтс считает, что в ближайшие годы в Европе и в США потребуется по полмиллиона работников в этой области из-за рубежа), кризис в системе образования привел к формированию "неоклассического" подхода к образованию.

В соответствии с ним необходим возврат к "старой школе", к "универсальности картины мира", формируемой у школьников, в противовес нынешней "мозаике" или "коллажу". Умение ориентироваться в нестандартной "некомпьютерной" ситуации, способность логически рассуждать и

систематизировать знания и для "новой экономики" оказываются гораздо более ценны, чем рудиментарные навыки работы в Сети.

Поэтому крайне важным представляется вернуться на новом уровне к системному анализу и социально-экономическому компьютерному моделированию. В контексте этих проблем.

Анализ этого круга задач облегчается наличием "компьютерного парадокса", следующего из сопоставления компьютерной отрасли в современной России и в Индии. Общеизвестна высокая квалификация отечественных программистов. В ряде ведущих американских компьютерных компаний они занимают ведущие позиции, в то же время российских программистских компаний на мировом рынке почти нет (специалистов "скупают поодиночке") и заметного вклада в ВВП этот сектор экономики не дает. В то же время в Индии, несмотря на более низкую квалификацию большинства сотрудников, такие компании есть, а их ежегодный вклад в ВВП страны планируется довести до 50 млрд. долларов.

## **РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ В РОССИИ В ИНТЕРЕСАХ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ**

### ***О сельских школах***

Дополнительно требует изучения и методическая основа использования Интернет в сельской школе. Интернет не только информационные богатства мирового сообщества, но и свалка информационного мусора. Трудно ожидать от учителя сельской школы целенаправленный поиск полезной информации. Соответственно, разработка содержания русскоязычного Интернет учебного назначения должна, если не предвзирать, то опережать подключение школ. Реальный опыт подобной работы в настоящее время представлен в основном в вузах, в т.ч. при реализации ряда проектов, поддержанных различными фондами (Институт «Открытое общество», USIA, Федерации «Интернет – Образование» и т.п.). Одной из наиболее важных «содержательных программ» в российском интернете должна стать широкомасштабная программа развития национальных электронных библиотек. Примерами удачной реализации начального этапа такого рода программы могут служить библиотечные мегапроекты Института «Открытое Общество» и РФФИ.

Опыт реализации программы компьютеризации средней школы 80-х годов (и наш опыт участия в ней) показывает, что реальные результаты были получены только там, где регионы не стали расплывать средства на единичные поставки оборудования в неподготовленные к этому школы. Создавались ресурсные центры на основе вузов, институтов РАН, крупных элитных школ. На базе данных центров проводились занятия школ определенного района и переподготовка учителей, в т.ч. совместно с региональными ИПК учителей (ныне – чаще ИРО). Данное решение позволяло опереться на профессиональные кадры и иные ресурсы вузов, обеспечить реальное сервисное сопровождение вычислительной техники и ее профессиональное

использование. В дальнейшем при дополнительных финансовых ресурсах формировались учебные классы во все большем количестве школ.

Представляется естественным решать задачи поддержки сельских школ именно в подобной схеме с учетом возможности на современном этапе создавать в ряде регионов ресурсные опорные центры для сельских школ непосредственно в сельской местности как промежуточные точки присутствия региональных некоммерческих образовательных сетей. Дополнительные основания для данного утверждения задает тот факт, что провинциальные университеты вынуждены активно развивать свою филиальную сеть и, как правило, уже имеют точки присутствия в районных центрах областей – т.е. уже имеется управляемая административно единая система (инструмент) реализации программы. В сравнении с 80-ми годами существенный рывок совершили университетские сети, построенные на современных технологиях, имеющие элементы сетевой инфраструктуры в регионах и пока еще сохраняющие профессиональные команды специалистов.

### ***Развитие индустрии связи РФ***

Уровень развития связи в России (как первичных сетей, так и сетей наложенных), как известно, заметно отстает от уровня европейских стран, тем более США. Во многих регионах до сих пор отсутствует возможность получения цифровых каналов связи, особенно в сельских районах. Расценки за услуги связи внутри России зачастую приближаются к мировым ценам.

Ситуация для развития академических сетей, сетей для общего образования и т.п. неблагоприятна. Существующие тенденции не дают оснований для оптимистического прогноза. Прежде всего, это связано с отсутствием реальной конкуренции на рынке связи.

В секторе магистральной связи АО "Ростелеком" остается естественным монополистом и, несмотря на заметное улучшение состава и качества предоставляемых услуг и постепенное приближение инфраструктуры связи к мировым стандартам, не имеет мотивов для снижения расценок. Наличие прейскуранта для бюджетных организаций не гарантирует, что "Ростелеком" изыщет техническую возможность для предоставления ресурса. Принципиально новая ситуация может возникнуть только при появлении еще одного национального оператора, например, АО "Транстелеком" или иного.

В секторе зональной, городской и районной связи ситуация практически полностью контролируется местными АО "Электросвязь". Контрольные пакеты данных АО принадлежат АО "Связьинвест". На первоначальном этапе реформирования связи ряд АО "Электросвязь" был разделен на более мелкие компании, каждая из которых оставалась монополистом в своем горизонтальном срезе единой системы связи: одно АО контролировало междугородний коммутационный узел, другое АО – связь в областном центре и т.п. В настоящий момент происходит обратное слияние-укрупнение, что является правильным с позиций основного собственника – АО "Связьинвест", но закрепляет сверхмонополизацию данного сектора рынка. Несмотря на наличие отдельных альтернативных операторов на уровне районных (местных)



АТС, мобильной и пейджерной связи и пр., АО "Электросвязь" не только владеет основной долей коммутирующих емкостей, но и практически полностью владеет каналами связи, инженерно-кабельными сооружениями и т.п. Существующая нормативно-правовая база в области связи позволяет монополисту со ссылкой на отсутствие технических условий отказывать в предоставлении первичных каналов связи, возможностей для прокладки новых линий связи, в установке оборудования на существующих объектах связи и т.п. При этом предлагаются услуги собственных наложенных сетей по нереальным для образовательного сообщества расценкам в условиях. Наблюдается явная тенденция к вытеснению или скупке альтернативных операторов как в столицах, так и в провинции, как следствие - отсутствие конкуренции, завышенные расценки, низкие темпы переоборудования областной системы связи в целом. Указанные процессы и общий низкий уровень качества доступной во многих регионах инфраструктуры связи приводят к практической невозможности решить проблему доступа (последней мили) к сельским школам, а часто и к городским зданиям вузов и школ, с помощью традиционных региональных монополистов.

Альтернативой традиционным каналам связи при создании академических сетей мог бы стать беспроводной (радио) доступ. Примеры подобных проектов в Тамбовской, Тульской, Свердловской, Иркутской, Ярославской и других областях подтверждают перспективность данного подхода. Препятствием является ограниченный набор допустимых частот, сложный и дорогой порядок выделения частот. В основном частотное поле уже разделено и контролируется традиционными операторами связи. Решением проблемы в рамках обсуждаемой программы могло бы стать выделение частот для региональных академических сетей на государственном уровне. Также необходима проработка взаимодействия с госструктурами, имеющими современные ведомственные сети в различных регионах: МПС, РАО ЕЭС и т.п.

Существенным препятствием для развития академических сетей является также порядок лицензирования деятельности в области связи, сложность и стоимость оформления и сдачи объектов связи, контроля лицензионной деятельности. Для реализации программы необходим упрощенный порядок лицензирования некоммерческих сетей (включая четкое определение статуса non-profit в законодательстве о связи).

### ***Развитие академических и исследовательских сетей России***

Наиболее полным и подробным документом до настоящего времени, описывающим современное состояние и перспективы развития «некоммерческого сектора» в российских телекоммуникациях является по нашему мнению Системный проект Межведомственной программы «Создание национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы» на 1999-2001 гг. Следует особо выделить в качестве наиболее эффективной «вневедомственной» программы: Министерства образования РФ RUNNET (авторы и руководители – Н.А. Тихонов, В.Н. Васильев), RELARN (РОСНИИРОС, А.П. Платонов) межведомственный мультирегиональный

проект академических и исследовательских сетей FREEnet (руководитель – А.С. Мендкович) и один из наиболее масштабных «инвестиционных проектов – Мегaproект Интернет Института «Открытое Общество»/Россия (фонд Джорджа Сороса), который позволил в тесном взаимодействии с Правительством РФ создать 33 современных (по меркам 1998-1999 гг.) телекоммуникационных и информационных центра в ведущих классических университетах так называемой провинциальной России. Именно такие «Университетские Центры Интернет», наряду с рядом ЦНИТов и РЦИ, ранее созданных в рамках программ Минобразования России, академические ISP в регионах могут стать опорной сетью для эффективного решения проблем развития компьютерных сетей образования и науки как в областных центрах регионов РФ, так и в сельской местности.

Именно такая национальная доктрина развития информационных технологий образования, ориентированная на использование и развитие уже созданной в конце 20 века в нашей стране компьютерной сетевой инфраструктуры, может стать реальным и эффективным инструментом обеспечения построения современного демократического открытого информационного общества в то же время обеспечения информационной безопасности России, понимаемой в самом широком смысле.

Другими словами, развитие телекоммуникаций в интересах системы образования требует всестороннего исследования и анализа не только с образовательной точки зрения (даже при обсуждении этого аспекта проблемы многие важнейшие аспекты, как правило, упускаются), но и с экономической, правовой, социальной, социально-психологической точек зрения. Это направление должно стать важной частью будущей работы.

## **НОВЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Для существенного повышения эффективности обучения необходима теория процесса обучения, использующая формализованные методы, на основании которой можно выделить типичные неверные подходы к обучению и обнаружить те резервы, которые в настоящее время не используются. Поэтому была построена математическая модель [35,36], учитывающая следующие основные черты процесса изучения точных наук:

1. Практически каждый элемент изучаемого курса может быть как запомнен сам по себе, так и выведен из других элементов. Для использования элемента в дальнейшем обучении или профессиональной деятельности достаточно любой из этих возможностей.

2. Многие элементы курса могут выводиться различными способами. Хотя добавление дополнительных путей вывода увеличивает объем курса, оно, тем не менее, может сокращать время, необходимое для достижения уровня эффективного владения материалом.

3. Качественно усвоены могут быть: либо материал, которым человек научился пользоваться (например, в процессе решения задач), либо способы вывода каких-либо элементов курса, которые человек полностью понимает. Неэффективными, поэтому, являются как попытки преждевременного изучения

сложных вещей (которые учащийся еще не в состоянии понять в полном объеме), так и излишний упор на запоминание простых вещей (часть материала просто не нужно помнить, а можно при необходимости вывести из известного).

Задача соблюдения баланса между прочным усвоением старого и изучением нового с одной стороны должна быть решена индивидуально, с другой – не должна оставляться на усмотрение самого ученика. Выход видится в компьютеризованной системе обучения с одновременным тестированием на каждом этапе; таким образом, необходима четкая формализация алгоритмов, по которым система будет решать, с каким разделом курса (это могут быть как теоретическая часть, так и задачи и интерактивные тренажеры) следует ученику работать в каждый конкретный момент времени. Эта задача формализации также решается в рамках построенной теории.

Перечислим некоторые выводы, следующие из построенной теории.

1. Пусть на проработку каждой последующей главы курса ученик тратит одинаковое время  $t_1$  (основная часть уходит на получение практических навыков в процессе решения задач). Курс будем считать однородным, то есть главы примерно равноценны. Тогда имеет место явление, которое мы будем называть «скачок понимания»: при увеличении  $t_1$  процент знаний, которые могут быть эффективно использованы, сначала медленно растет, а затем скачком становится равным практически 100%.

2. Скачка понимания достичь можно тем быстрее, чем больше вариантов вывода каждого элемента курса имеется. Однако, при количестве вариантов больше двух-трех выигрыш по времени уже незначителен.

3. Достижению скачка понимания может препятствовать слишком большая длина типичной цепочки вывода. При построении курса следует, например, разбивать слишком длинные теоремы на леммы и т.п. Типичное количество шагов в каждом выводе рекомендуется порядка трех (понятие шага в модели конкретизировано. Проиллюстрировать его можно таким примером: в доказательстве теоремы из анализа использование другой теоремы анализа следует считать шагом, а приведение подобных членов в каком-либо выражении – нет).

4. В зависимости от типичного числа вариантов вывода элемента и типичной длины цепочки вывода можно вычислить время, необходимое для достижения скачка понимания (при этом, разумеется, нужно знать еще ряд параметров, таких как среднее время на решение одной задачи, объем курса и т.п.).

5. Могут быть даны оценки времени, в течение которого знания, которыми некоторое время не пользовались, будут доступны для эффективного применения. Были получены некоторые критерии готовности обучающегося не только к успешной сдаче экзаменов, но и к научно-исследовательской деятельности.

#### Литература

1. Кащенко С.А., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Ахромеева Т.С., Митин Н.А., Шакаева М.С. Математическое моделирование системы образования// Препринт ИПМ РАН, 1995, №100.

2. *Кащенко С.А., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Митин Н.А., Ахромеева Т.С., Палеева Т.А.* Исследование развития высшей школы. Модели среднего уровня// Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 1996, №37.
3. *Akhromeyva T.S., Kaschenko S.A., Kurdyumov S.P., Mitin N.A., Potapova A.V.* Higher Education as an Object of Mathematical Modeling// *Phystech J.* 1997. V.3, №2.
4. *Ахромеева Т.С., Кащенко С.А., Малинецкий Г.Г.* Информатизация высшей школы России с точки зрения синергетики и концептуального проектирования// Известия РАЕН, серия: Математика, Мат. моделирование, Информатика и Управление. 1997. Т.1, №4., с.74-107.
5. *Карлов Н.В., Малинецкий Г.Г.* ФИЗТЕХ, системная интеграция, стратегические проблемы// тезисы доклада на конгресс–выставке "Проблемы информатизации высшей школы", бюл.1-2(11-12), 1998. С.27-33.
6. *Малинецкий Г.Г.* Информационное управление и будущее России// Синергетика и социальное управление. – М.: РАГС, 1998. С.164-179.
7. *Малинецкий Г.Г.* ФИЗТЕХ на рассвете// в книге "Я – ФИЗТЕХ", М., 1998.
8. *Кащенко С.А., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Митин Н.А., Ахромеева Т.С., Шакаева М.С.* Математическое моделирование системы образования// Синергетика и методы науки. – Санкт-Петербург, Наука, 1998. С.311-350.
9. *Малинецкий Г.Г.* Параметры порядка и современные проекты учебного процесса// Синергетика и учебный процесс. – М: РАГС, 1999. С.27-38.
10. *Карлов Н.В., Малинецкий Г.Г.* Физтех как образовательная флуктуация// Синергетика и учебный процесс. – М.: РАГС, 1999. С.269-275.
11. *Куракин П.В.* Самоорганизация правил поведения в коллективах// Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша РАН №68, 1999.
12. *Ахромеева Т.С., Малинецкий Г.Г.* Системный кризис средней школы и инновационная экономика// Сб. научных трудов "Математика. Компьютер. Образование", вып.7, часть 1. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. С.118-123.
13. *Ахромеева Т.С., Малинецкий Г.Г.* "Колониальное образование" и "технологический занавес" как стратегические угрозы// Материалы VIII Международной конференции. "Проблемы управления безопасностью сложных систем", 19 декабря 2000 Москва. С.17-19.
14. *Малинецкий Г.Г.* О «рисках культуры» в условиях системного кризиса// Сб. статей «Синергетика, философия, культура». – М., 2001. С.107-112.
15. *Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего/ Сер. "Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения". – М.: Наука, 1997. – 285 с.
16. *Капица С.П.* Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. Очерк теории роста человечества. – М.: Международная программа образования, 1999. – 240 с.
17. *Подлазов А.В.* Теоретическая демография как основа математической истории// Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. 2000, № 73.
18. *Подлазов А.В.* Представление о жизнеспасающих и имперских технологиях в теоретической демографии// Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов. Материалы российского научного симпозиума. Часть 2. М.: РГУУ, 2001.
19. *Вишневский А.Г.* Демографическая модернизация России и ее противоречия// Мир России. 1999. Т.VIII, №4(24), с.5-22.
20. *Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А.* Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 544 с.
21. *Братимов О.В., Горский Ю.М., Делягин М.Г., Коваленко А.А.* Практика глобализации: игры и правила новой эпохи. – М.: Инфра-М, 2000. 344 с.
22. *Куракин П.В., Малинецкий Г.Г.* На пороге "субъективной" синергетики (синергетика II)// Синергетика/ Труды семинара. – М.: МГУ, 2000. Т.3, с.242-250.

23. Рефлексивные процессы и управление// III международный симпозиум 8-10 октября 2001 г., Москва/ Тезисы/ Под ред. А.В. Брушлинского и В.Е. Лепского. – М.: Институт психологии РАН, 2001. – 242 с.
24. *Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П.* Нелинейная динамика и проблемы прогноза// Вестник РАН. 2001. Т.71, №3, с.210-232.
25. *Чернавский Д.С., Пирогов Г.Г.* и др. Динамика экономической структуры общества// Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т.4, №3, с.67-75.
26. *Малков С.Ю., Ковалев В.И., Малков А.С.* История человечества и стабильность (опыт математического моделирования)// Стратегическая стабильность. 2000. №3, с.52-66.
27. *Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л.* Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад римскому клубу/ Пер. А.П. Заварницына и В.Д. Новикова под ред. академика Г.А. Месяца. – М.: Academia, 2000. – 400 с.
28. *Моисеев Н.Н.* Быть или не быть... человечеству? – М., 1999. – 288 с.
29. *Левашов В.К.* Устойчивое развитие общества: парадигма, модели, стратегия. – М.: Academia, 2001. – 176 с.
30. *Паршев А.П.* Почему Россия не Америка. – М.: Форум, 2000. – 412 с.
31. Российское общество и радикальные реформы. Мониторинг социальных и политических индикаторов/ Под ред. В.К. Левашова. – М.: Academia, 896 с.
32. Путь в XXI век: стратегические проблемы и перспективы российской экономики/ Рук. авт. колл. Д.С. Львов. – М.: ОАО Издательство "Экономика", 1999. – 793 с.
33. *Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Медведев И.Г., Митин Н.А.* Нелинейная динамика и проблемы прогноза// Безопасность Евразии. 2001, №2, 481-517.
34. *Филипов В.М.* Не надо бороться с ветряными мельницами// "Поиск", 7 сентября 2001 г.
35. *Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Капустин М.А., Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В., Посашков С.А.* и др. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. – М.: Наука, 2000 – 432 с.
36. *Капустин М.А.* Математическая модель освоения точных наук. Препринт института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. 1999, №104.