

Интеллектуальные ресурсы России - стратегический фактор экономического развития

В.В. Величенко

*” Речь идет об интересах сверхличных, сверхклассовых,
государственных, всенародных, общих, солидарных.”*

И.А. Ильин, российский философ в изгнании.
”Путь духовного обновления”. 1937 г.

Интеллектуальное достояние государства рассматривается в качестве ”интеллектуальных ресурсов”, которые включаются в общий анализ материальной экономики. Качественными методами системного анализа, с помощью агрегированных экономико-математических моделей анализируется стратегическая роль прикладной и фундаментальной науки в перспективах промышленного развития страны. Статья подготовлена по материалам докладов [1, 2].

1. Введение

Общим местом экономической концепции любой страны является констатация важнейшей роли ресурсов в ее экономическом развитии. Исключение составляет, по-видимому, только Россия, конкретная экономическая политика которой в последние десятилетия пренебрегает принципами долговременных государственных интересов и экономической целесообразности при обращении с государственными ресурсами.

Наглядно это проявляется при обращении с сырьевыми ресурсами. Мировой опыт показывает, что страна, обделенная сырьем и вынужденная его ввозить (например, Япония), выигрывает в стратегии развития, а страна, имеющая сырье в избытке и строящая свою политику на его распродаже (например, Россия) - проигрывает. Этот феномен, на первый взгляд парадоксальный, легко объясним работающим внутри экономики механизмом "отрицательной обратной связи". Действительно, вывозя ресурсы, страна лишает собственное народное хозяйство самого главного источника функционирования и роста экономики - сырья и энергии. И эти стратегические потери не могут восполнить никакие сиюминутные выгоды от распродажи национального сырьевого достояния [3].

С интеллектуальным достоянием государства – мы называем его здесь, подчеркивая его активную конструктивную экономическую роль, "интеллектуальными ресурсами" – дело обстоит еще хуже – эти ресурсы Россия сегодня пренебрежительно отдает за рубеж даром. Заложенная Петром Великим и сохранявшаяся в России неизменно в течение 300 лет, несмотря на все политические, экономические и военные катаклизмы, стратегическая линия развития массового общедоступного образования и создания национальной интеллигенции и науки впервые грубо нарушена. Парадокс в том, что происходит это на пике достижений науки, которая буквально создала весь сегодняшний материальный мир. Здесь есть своя логика с точки зрения режиссеров мирового стратегического театра "военно-экономических" действий, в котором "отсталой" России предписана роль сырьевого придатка "развитых стран". Однако внутри России эти проекты принимаются не всеми, так что проблема инвентаризации оставшихся национальных ресурсов и их рационального использования все еще подлежит обсуждению.

В сложившихся трудных финансово-экономических условиях, заставляющих судорожно решать каждодневные проблемы самовывживания, Правительство и Законодатели финансируют науку "по остаточному принципу". В свою очередь, дефицит средств заставляет научных администраторов мириться с гибелью целых научных направлений, в основном, прикладного характера, представляющихся им "не самыми важными". Эти и другие болезненные проблемы национальной экономики обсуждаются в стране с позиций оправданной общей озабоченности. В настоящей статье делается попытка отойти от общих слов и конкретно

рассмотреть проблему рационального использования национальных "интеллектуальных ресурсов" в прагматических целях развития материального производства.

2. Прагматический подход к оценке интеллектуальных ресурсов

В сложившихся сегодня условиях заботу о сохранении интеллектуальных ресурсов проявляют учителя, ученые, деятели искусства - то есть непосредственные работники этой сферы. Во властные же структуры страны входит другая корпорация, которую условно можно назвать "финансистами и предпринимателями", и с их точки зрения интеллигенты являются второстепенными участниками экономического процесса - потребителями, в лучшем случае - "обслуживающим персоналом".

Конфронтации и компромиссы между очевидно полярными точками зрения этих корпораций являются делом политики и волюнтаристских решений, что исключает их из научного анализа. Поэтому выберем в качестве ориентира направление, указываемое эпиграфом к статье, и будем следовать ему буквально - без включения в обсуждение классовых, групповых, региональных, профессиональных и других интересов, т.е. будем рассматривать только "общественное благо" в целом. При этом обсуждению, в новых прагматических условиях рынка, попытаемся придать форму, которая позволила бы отойти от общепринятых описательно-гуманитарных терминов и заключений и оперировать хотя бы и с приближенными, но материальными фактами.

3. Страна виртуальной реальности, метод математического моделирования и искусственный интеллект

Прежде всего, необходимо материализовать то нематериальное понятие, которое обозначается термином "интеллектуальные ресурсы", т.е. ввести его в процесс обсуждения наряду с материальными компонентами экономики. Средством для решения этой задачи является метод

математического моделирования, позволяющий уравнивать материальные и нематериальные объекты путем включения их в совместные уравнения взаимного влияния друг на друга.

Необходимо подчеркнуть, что метод математического моделирования никогда не описывает тот реальный объект исследований, к которому его применяют. В применении к экономике он слишком слаб, чтобы описать все многообразие свойств даже таких относительно простых объектов, как конкретное производство или конкретный участник экономического процесса, и тем более не может претендовать на описание такого сверхсложного объекта, как экономика страны. Единственное, что с его помощью можно сделать, это описать выдуманную - "виртуальную" экономику некоторой "виртуальной" страны, постаравшись при этом, чтобы основные механизмы ее функционирования были похожи на реальные. Тогда результатом такой "игры" может явиться получение таких сведений о стране выдуманной, которые заставят задуматься об истинном положении дел в стране реальной.

Здесь возникают новые возможности получения нового знания, недостижимые ни для отдельного исследователя, ни для коллектива экспертов или управляющих (в том числе, для Правительства или Парламента). Этот подход, дополненный вычислительными методами оптимизации, компьютерной логики и др., занял в области интеллектуальной деятельности нишу, получившую название "Искусственный интеллект" (см. напр., [4])¹.

4. Математическая модель взаимодействия интеллектуальных ресурсов с материальным миром

Чтобы получить возможность конструктивного обсуждения, выделим из чрезвычайно широкого понятия "интеллектуальные ресурсы" только его наиболее конструктивную часть - Научные и Технологические знания, и рассмотрим их взаимодействие с материальным Произ-

¹Это научное направление, интенсивно развиваемое сегодня отечественной наукой, естественно, тоже является частью обсуждаемых интеллектуальных ресурсов России.

водством.

Введенные понятия заведомо нестрогие и являются, скорее, терминами "размытых множеств". Термином Научные знания будем обозначать интегрированную совокупность имеющихся в государстве знаний, которые содержатся, главным образом, в фундаментальной науке, образовательных структурах, культуре. Совокупный объем понимаемых таким образом знаний будем условно называть "Наукой" и обозначать русской буквой *H*.

Технологические знания - это интегрированная совокупность имеющихся в государстве знаний о существующих или еще не осуществленных, но уже разработанных способах, методах, технологиях промышленного и сельскохозяйственного производства, торговли, медицины и др. Значительный объем этих знаний сосредоточен в сфере прикладной науки, в патентах, в конструкторских разработках и др. Совокупный объем Технологических знаний будем условно называть "Технологией" и обозначать русской буквой *T*.

Объемы *H* и *T* в значительной части документированы, но большая часть этих знаний распределена в "оперативной памяти" конкретных работников научной и технологической сфер. Причем именно эта, не документированная и, как правило, не документируемая часть знаний их живых носителей является наиболее ценным "интеллектуальным ресурсом", что точно отмечено в презрительном термине "утечка мозгов", обозначающем беспомощность таможенников проверить содержимое черепной коробки уезжающих за границу ученых.

Материальное Производство будем понимать в широком смысле и включать в него промышленность, сельское хозяйство, транспорт, торговлю - все пассивные и активные производительные структуры государства. Совокупный объем Производства обозначаем русской буквой *П*.

Причина выделения в конструируемой макроэкономической модели этих трех основных (и единственных) блоков понятна. Во-первых, это попытка выделить самое главное: Наука *H* и Технология *T* - главные конструктивные части интересующих нас интеллектуальных ресурсов; Производство *П* является основой и основной составляющей экономики. Во-вторых - это необходимость предельного упрощения макроэкономической модели, чтобы сделать основные выводы наиболее прозрачными. Наконец, в-третьих, это контраргумент "монетарному" подходу к управ-

влению экономикой, практикуемому сегодняшней Российской властью.

Монетарный подход, основанный на расчетах сиюминутной "выгоды" за счет тех или иных финансовых спекуляций, приводит только к перераспределению общественного богатства, и успешно работает даже в нищей стране для обогащения немногих спекулянтов. Поднять же общегосударственный уровень благосостояния путем перераспределительных махинаций невозможно. Единственный путь к достижению этой цели - развитие материального производства, т.е., главного объекта нашей модели.

С целью сделать экономические вопросы обсуждения максимально понятными, выберем по возможности наиболее простой вариант математической модели взаимодействия Науки и Технологии с Производством. Рассмотрим виртуальную экономику с элементами, представленными в Таблице 1,

Таблица 1. Элементы экономики

Отрасли(объемы)	Инвестиции в отрасли	Эффективность инвестиций в отрасли	Эффективность взаимовлияний отраслей
P - Производство	I_P	\mathcal{E}_{IP}	-
T - Технология	I_T	\mathcal{E}_{IT}	\mathcal{E}_{TP}
H - Наука	I_H	\mathcal{E}_{IH}	\mathcal{E}_{HT}

связи между которыми в текущем времени t описываются соотношениями

$$\begin{aligned} P &= P^0 + I_P \mathcal{E}_{IP} t, & \mathcal{E}_{IP} &= \mathcal{E}_{IP}^0 + T \mathcal{E}_{TP}; \\ T &= T^0 + I_T \mathcal{E}_{IT} t, & \mathcal{E}_{IT} &= \mathcal{E}_{IT}^0 + H \mathcal{E}_{HT}; \\ H &= H^0 + I_H \mathcal{E}_{IH} t, & \mathcal{E}_{IH} &= \mathcal{E}_{IH}^0. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь первое уравнение первой строки описывает пропорциональность объема Производства P вложенным в него инвестициям I_P , а второе уравнение - тот факт, что уровень развития Технологии T влияет на объем производства не непосредственно, а за счет повышения эффективности \mathcal{E}_{IP} прямых инвестиций в промышленность (вложения в технологически обеспеченные области промышленности более выгодны, пропорционально объему технологических знаний T). Здесь \mathcal{E}_{TP} - коэффициент эффективности использования Технологии T в Производстве.

В свою очередь, уравнения второй строки описывают развитие Технологии T , для которой, аналогично, эффективность инвестируемых в

нее средств $\mathcal{E}_{ИТ}$ зависит от уровня развития Науки H и $\mathcal{E}_{НТ}$ – коэффициента эффективности использования Науки для развития Технологии. Современным примером здесь является использование вычислительных математических методов и вычислительной техники, в свою очередь опирающейся на фундаментальные достижения электроники, для интенсификации и повышения качества инженерно-конструкторских работ.

Третья строка описывает реакцию наиболее автономного элемента системы, Науки H на вкладываемые в нее инвестиции I_H^2 .

Разрешая систему уравнений (1) снизу вверх относительно H , T и Π , получаем

$$\begin{aligned} H &= H^0 + I_H \mathcal{E}_{ИТ}^0 t, \\ T &= T^0 + I_T (\mathcal{E}_{ИТ}^0 + H^0 \mathcal{E}_{НТ}) t + I_T I_H \mathcal{E}_{ИТ}^0 \mathcal{E}_{НТ} t^2, \\ \Pi &= \Pi^0 + I_\Pi (\mathcal{E}_{ИТ}^0 + T^0 \mathcal{E}_{Т\Pi}) t + I_\Pi I_T (\mathcal{E}_{ИТ}^0 + H^0 \mathcal{E}_{НТ}) \mathcal{E}_{Т\Pi} t^2 + \\ &\quad + I_\Pi I_T I_H \mathcal{E}_{ИТ}^0 \mathcal{E}_{НТ} \mathcal{E}_{Т\Pi} t^3. \end{aligned} \quad (2)$$

Равенства (2), полученные из исходных описаний (1), можно рассматривать как простейшую иллюстрацию приемов системного анализа для выявления тех сложных итоговых зависимостей, которые в реальных задачах скрыты в многочисленных цепочных и перекрестных частных соотношениях, описывающих локальные связи агентов экономического процесса. В реальных неупрощенных задачах получение таких соотношений недоступно человеку в режиме ”естественного обдумывания” на основе опыта или ”знания экономики”, их невозможно получить в

²Очевидна ограниченность модели, которую мы намеренно упростили, чтобы сохранить наглядность и получить возможность непосредственно получить ее явное решение. Разумеется, в реальности темпы развития Технологии, Науки и самого Производства зависят от объема Производства, Технология влияет на Науку, в модель должны быть внесены связи с другими элементами экономики. Коэффициенты взаимной эффективности отраслей зависят от объемов всех переменных и определяются целевыми установками и организационными конструкциями Производства, Технологии и Науки, и т.д.

Для построения ”виртуальных экономик”, намного полнее отражающих реальные тактические и стратегические процессы, Российская математическая экономика располагает значительными интеллектуальными ресурсами, включающими, в том числе, известные работы Н.Д. Кондратьева, труды нобелевских лауреатов Л.В. Канторовича и В.В. Леонтьева и др. и кончая исследованиями последних лет (см., напр., книги [4, 6] и библиографию к ним). Однако путь усложнения модели увел бы нас от методических целей, которые здесь являются главными.

результате голосования законодателей или указов исполнительной власти. Таким образом, зависимости (2) являются простым наглядным примером интеллектуальной системы, то есть это – ”интеллектуальная предсказывающая машина”, обладающая ”сверхчеловеческими” возможностями (другие примеры см., напр., в [7]).

Использование такой ”интеллектуальной машины” (еще раз подчеркнем - предсказывающей будущее) позволяет в рамках модели ответить на многие вопросы. В частности, можно предсказать конкретные результаты политики инвестирования (их могли бы использовать хозяйственные и политические руководители для принятия тактических и стратегических решений), именно здесь можно увидеть роль ученых в прагматическом мире материального производства, и др. Для рассматриваемой простой модели явные зависимости (2) позволяют провести исчерпывающее исследование.

5. Цель управления развитием

Для постановки задачи управления теперь необходимо добавить к полученным явным уравнениям **динамики экономики** желаемые **цели управления**. Традиционно считалось, что общее образование населения и объем накопленных научных знаний являются равноправными составляющими национального богатства, наравне с накопленными материальными ценностями, поэтому цель развития экономики - ”общественное благо” в экономических терминах, или ”критерий качества управления” в теории управления, следовало бы составить из рационального сочетания объемов P, T и H . В прагматических условиях поставленной задачи, посвященной исключительно оценке влияния интеллектуальных ресурсов именно на материальное производство, мы упростим задачу и будем считать, что единственной целью управления является максимизация объема Производства к заданному фиксированному конечному моменту времени $t = t_k$:

$$J = P = P(I_P, I_T, I_H; t_k) = \max |I_P, I_T, I_H \quad (3)$$

при условиях

$$I_P + I_T + I_H \leq I; \quad P(t) \geq P_{\min}(t), \quad t_0 \leq t \leq t_k. \quad (4)$$

Науке и Технологии оставим при этом вспомогательную роль помощников в реализации этой цели.

Первое неравенство в (4) указывает на то, что инвестиции I_P , I_T , I_H , максимизирующие цель $J = \Pi$ (3), нужно искать при выполнении условий ограниченности суммарных инвестиционных средств I . Второе неравенство (4) следует соблюдать, чтобы в погоне за великолепным будущим не остаться без необходимых продуктов в процессе его достижения.

Решение будем искать, считая, что как сумма имеющихся инвестиций I , так и их распределение по отдельным отраслям экономики, I_P , I_T , I_H , постоянны на всем интервале планирования³:

$$I = \text{const}, I_P = \text{const}, I_T = \text{const}, I_H = \text{const}. \quad (5)$$

Уравнения (2) - (5) описывают математическую задачу управления развитием рассматриваемой виртуальной экономики. Заметим, что и в этой упрощенной постановке требуемое решение приходится выбирать из бесконечного числа возможностей, а отсюда следует тезис, критический для всей концепции управления экономикой - все равно, выдуманной виртуальной, или действующей реальной, и состоящий в следующем:

При выборе требуемого экономического решения из бесконечного числа альтернатив, практически любое решение, полученное не на основе строгой теории, будет ошибочным, т.е. будет противоречить тем целям, которые преследуются при его принятии⁴.

³Более реальна задача, когда выделяемые инвестиции изменяются с течением времени, $I = I(t)$, и требуется определить наилучшие переменные во времени стратегии финансирования $I_P(t)$, $I_T(t)$, $I_H(t)$. Решение такой задачи нетрудно провести средствами математической теории управления [8], однако громоздкая математическая процедура решения снова уведет нас от цели методической прозрачности экономических результатов. Отметим только, что современные методы управления располагают средствами для решения не только упрощенной обсуждаемой задачи, но и достаточно сложных задач реальной экономики (см., напр., [9, 10]).

⁴Читатель - экономист, или не обладающий профессиональными знаниями в области экономики, вправе не принять на веру сформулированный тезис. Он может предложить свое решение рассматриваемой задачи, перед тем, как далее будет получено ее точное решение. Попутно он получит приблизительную оценку "стоимости" работы математика, умеющего такие задачи решать, но при этом не участвующего

6. Качественный анализ элементов решения и предварительные выводы

Конкретное решение требует знания параметров и коэффициентов нашей модели, которые в задачах такого рода добываются из статистики, экспертных оценок и др. Это - один из центральных моментов конструирования математических моделей экономики, по нескольким причинам: Во-первых, без конкретных параметров математическая модель попросту неработоспособна. Во-вторых, объем работы, необходимой для выявления необходимых параметров, достаточно большой и, главное, требует доступа к той информации, которая в хозяйственных и политических структурах, не ориентированных на использование кибернетических методов анализа и управления, должным образом не структурирована, во многом не выявлена и в большой части намеренно искажена. В-третьих, именно здесь проходит граница между компьютерными и "человеческими" компонентами той "человеко-машинной" системы, которая должна обеспечивать конструктивное использование математической модели экономики: знание фактов взаимодействия элементов конкретной экономики - это работа квалифицированных экономистов, а конструирование из большого числа конкретных локальных фактов экономического взаимодействия элементов цельной "экономической машины" - работа математических методов и компьютера.

Это "разделение труда" делает задачу создания и использования математических моделей экономики конструктивно выполнимой: Объемная работа по выявлению фактов локального взаимодействия элементов экономики и формированию параметров и коэффициентов модели выполнима, поскольку требует ответов на определенные конкретные локальные вопросы. Сложная же динамика переплетающихся взаимодействий экономических элементов в цельной "экономической машине", недоступная естественному интеллекту человека в силу своего объема и динамического характера развивающихся в ней процессов, - это естественная рабочая среда математической теории и компьютера.

В нашем обсуждении "виртуальной экономики" работу по конкрети-

в материальном производстве, либо в финансовых манипуляциях и, значит, в качестве экономического элемента относящегося к второстепенным "интеллектуальным ресурсам".

зации коэффициентов математической модели мы вынуждены опустить и в связи с недоступностью информации для их формирования, и в связи с тем, что конструируемая модель предназначена для анализа регулярных процессов роста Производства, в то время как в России реальная экономическая политика очевидно направлена на другие цели⁵.

В этих условиях сосредоточим внимание на качественных обсуждениях, которые также представляют значительный интерес, поскольку позволяют получить сведения о принципах развития экономики и общие заключения, инвариантные не только относительно конкретных параметров экономики, но и типа экономической ориентации государства.

Представим полученную выше формулу (2) для роста производства с течением времени в виде

$$\Delta\Pi(t) = \Pi(t)/\Pi^0 = 1 + \Delta\Pi\Pi(t) + \Delta\Pi\Pi T(t) + \Delta\Pi\Pi T H(t), \quad (6)$$

где $\Delta\Pi$ - полный относительный безразмерный прирост Производства и

$$\begin{aligned} \Delta\Pi\Pi &= (\Pi^0)^{-1} I_{\Pi\Pi} (\mathcal{E}_{\Pi\Pi}^0 + T^0 \mathcal{E}_{T\Pi}) t &= i_{\Pi} K_{\Pi} t, \\ \Delta\Pi\Pi T &= (\Pi^0)^{-1} I^2_{\Pi\Pi T} (\mathcal{E}_{\Pi T}^0 + H^0 \mathcal{E}_{HT}) \mathcal{E}_{T\Pi} t^2 &= i_{\Pi} i_T K_{\Pi T} t^2, \\ \Delta\Pi\Pi T H &= (\Pi^0)^{-1} I^3_{\Pi\Pi T H} \mathcal{E}_{\Pi H}^0 \mathcal{E}_{HT} \mathcal{E}_{T\Pi} t^3 &= i_{\Pi} i_T i_H K_{\Pi T H} t^3 \end{aligned} \quad (7)$$

– частные относительные приросты Производства, определяемые указанными в их правых частях относительными долями инвестиций $i_{\Pi} = I_{\Pi}/I$, $i_T = I_T/I$ и $i_H = I_H/I$ собственно в Производство, совместно

⁵Мы затрагивали этот больной вопрос во введении. Речь идет о двух диаметрально противоположных, взаимно ограничивающих друг друга путях развития экономики государства, сложившихся в мировой экономической практике: промышленном и ресурсном. Промышленное развитие ведет к повышению оплаты работников, высокому уровню жизни, но, как следствие, к повышению цен продукции на внешнем рынке. Оно характерно для стран с недостатком собственных ресурсов (напр., Японии, Кореи). Противоположная политика ресурсной ориентации экономики, наоборот, объективно требует низкой зарплаты работников и осуществима только в стране с низким уровнем жизни, поскольку только в этом случае вывозимые ресурсы дешевы и конкурентноспособны на внешнем рынке.

Рассматриваемая экономическая модель обсуждает направление промышленного развития, в то время как в России сегодня реализуется ресурсная ориентация. В частности, в модель закладывается умеренный рост Производства, и анализируются delicate вопросы его ускорения за счет грамотного распределения инвестиций. В то же время реальное Производство России, наоборот, находится в состоянии многолетнего устойчивого падения (см., напр., [11, 12]), объяснимого только целевой установкой на насильственный разворот экономики страны в ресурсном направлении.

в Производство и Технологию и совместно в Производство, Технологию и Науку. Коэффициенты

$$K_{\Pi} = (P^0)^{-1}I(\mathcal{E}_{\Pi\Pi}^0 + T^0\mathcal{E}_{T\Pi}), \quad K_{\Pi T} = (P^0)^{-1}I^2(\mathcal{E}_{\Pi T}^0 + H^0\mathcal{E}_{HT})\mathcal{E}_{T\Pi}, \\ K_{\Pi TH} = (P^0)^{-1}I^3\mathcal{E}_{\Pi H}^0\mathcal{E}_{HT}\mathcal{E}_{T\Pi}$$

являются постоянными параметрами модели.

В рассматриваемом качественном анализе главное - структура математической модели (6)-(7), определяющая характер влияния Науки и Технологии на развитие Производства, а конкретные значения постоянных коэффициентов модели определяют только временные границы смены качественно различных режимов рекомендуемого инвестирования. Поэтому здесь выберем эти коэффициенты из "обратной задачи" - априорно указав эти границы различных интервалов инвестирования.

Разделим рассматриваемый интервал времени работы модели на три части: ближний (ориентировочно, до 5 лет), средний (ориентировочно, 5-10 лет) и дальний (ориентировочно, более 10 лет), и примем, что параметры модели таковы, что собственный прирост $\Delta_{\Pi\Pi}$ составляет 2% в год и, при наилучшем для каждого отдельного выражения (7) выборе инвестиций, прирост $\Delta_{\Pi T}$ достигает прироста $\Delta_{\Pi\Pi}$ на границе между ближним и средним интервалами инвестирования, а прирост $\Delta_{\Pi TH}$ достигает прироста $\Delta_{\Pi\Pi}$ только на границе между средним и дальним интервалами:

$$\Delta_{\Pi\Pi}(1)\{\text{при } i_{\Pi} = 1\} = 0,02 \\ \Delta_{\Pi T}(5)\{\text{при } i_{\Pi} = 1/2, i_T = 1/2\} = \Delta_{\Pi\Pi}(5)\{\text{при } i_{\Pi} = 1\} = 0,1 \\ \Delta_{\Pi TH}(10)\{\text{при } i_{\Pi} = 1/3, i_T = 1/3, i_H = 1/3\} = \Delta_{\Pi\Pi}(10)\{\text{при } i_{\Pi} = 1\} = 0,2.$$

Подставляя эти значения в (7), получаем для коэффициентов модели значения

$$K_{\Pi} = 0,02, \quad K_{\Pi T} = 0,016, \quad K_{\Pi TH} = 0,0054.$$

При этих коэффициентах и наилучшем для каждой составляющей роста Производства распределении инвестиций, указанном в (8), динамика выделенных составляющих прироста Производства определяется Таблицей 2:

Таблица 2. Динамика составляющих прироста Производства

Годы, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	50
$\Delta_{ПП}$, %	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	50	60	100
$\Delta_{ПТТ}$, %	0,4	1,6	3,6	6,4	10	14	20	26	32	40	90	160	250	360	1000
$\Delta_{ПТН}$, %	0,02	0,16	0,5	1,3	2,5	4,3	6,9	10	15	20	68	160	313	540	2500

Таблица 2 показывает, что если время ожидания результата инвестирования t менее 5 лет, наибольший эффект в нашей модели с постоянными во времени уровнями финансирования дает инвестирование только в Производство (а Наука здесь экономического эффекта практически не приносит). Этот факт динамики развития Производства в нашей "виртуальной" стране, по-видимому, отражает в числовой форме обывательское мнение о том, что "наука вроде бы нужна, но отдачи от нее не видно". Мнение абсолютно справедливое, если "горизонт стратегического планирования" менее 5 лет (обычного срока выборной государственной должности). Оно справедливо и для оперативных расчетов частных фирм, среднее время существования которых по статистике также гораздо меньше 5 лет.

Для интервалов инвестирования t между 5 и 20 годами инвестиции дают наибольший эффект, если вкладывать их в Производство и Технологию (и по-прежнему можно не обращать внимания на Науку). Но уже для времени жизни экономической системы t более 20 лет наилучшая стратегия инвестирования заключается в поддержке всех трех компонент экономического процесса - Производства, Технологии и Науки. Напомним, что это - вовсе не для решения общегуманитарной задачи равной поддержки "материалистов и идеалистов", а исключительно для достижения узко-прагматической цели получения наибольшей отдачи от одного только Производства.

Понятно, что, вследствие относительно медленного начального роста отдачи, никакая локальная хозяйственная или управляющая структура не станет вкладывать инвестиции в нижние блоки таблицы, хотя в перспективе именно они обещают наибольшую отдачу. Следовательно, оценить и реализовать долгосрочные программы развития экономики может только Государство в целом, с преемственными экономическими законами, не подверженными волюнтаристским "сменам курса" в угоду субъективным и объективным внешним и внутренним текущим обстоя-

ТЕЛЬСТВАМ.

7. Количественный анализ рациональных распределений инвестиций

Таблица 2 определяет динамику отдельных составляющих модели. В полной модели эти составляющие работают совместно, и целесообразно проанализировать поведение полного роста Производства в зависимости от инвестиций с целью выбора их рационального распределения. Результаты такого анализа показаны в Таблице 3. Здесь в скобках первого столбца указаны относительные доли инвестиций в Производство, Технологию и Науку - (i_P ; i_T ; i_N):

Таблица 3. Сравнительный анализ развития Производства при различных распределениях инвестиций

Годы, t	1	2	3	4	5	7	10	15	20	25	30	50
$\Delta_P(1; 0; 0)$	2	4	6	8	10	14	20	30	40	50	60	100
$\Delta_P(0, 9; 0, 1; 0)$	1,94	4,2	6,7	9,5	13	20	32	59	94	135	184	450
$\Delta_P(0, 8; 0, 1; 0, 1)$	1,74	3,7	6,1	8,7	12	19	33	68	118	188	280	940
$\Delta_P(1/2; 1/2; 0)$	1,1	3,6	6,6	10	15	27	50	105	180	275	390	1050
$\Delta_P(1/2; 1/4; 1/4)$	1,2	2,9	5,3	8,3	12	23	47	117	235	414	666	2659
$\Delta_P(1/3; 1/3; 1/3)$	0,92	2,2	4,1	6,8	10	21	45	118	244	441	720	2977

Таблица 3 наглядно демонстрирует качественную роль Технологии и Науки в развитии Производства: даже небольшие средства, выделяемые этим "нематериальным" компонентам экономики за счет, казалось бы, очевидного уменьшения возможностей развития собственно Производства, приводят к качественному, на порядки, увеличению темпов развития Производства на долговременных и стратегических интервалах инвестирования. При этом видна и относительная роль Технологии и Науки в этой динамике: Технология играет ключевую роль на среднесрочно-долговременных, а Наука - на долгосрочно-стратегических интервалах инвестирования⁶.

⁶Развивая собственно экономическое содержание работы, здесь можно ввести "норму прибыли от переориентации инвестиций", равную отношению прибыли, полученной от вложения в Технологию и Науку, к потерянной вследствие переориентации

8. Оптимальное инвестирование на тактических и стратегических интервалах времени

Задача (2)-(5), которую при введенных обозначениях (6)-(7) можно записать в виде (второе условие (4) здесь не рассматриваем)

$$\Delta\pi(t_k) = 1 + \pi_{\Pi}K_{\Pi}t + \pi_{\Pi}\pi_{\Gamma}K_{\Pi\Gamma}t^2 + \pi_{\Pi}\pi_{\Gamma}\pi_{\Pi}K_{\Pi\Gamma\Pi}t^3 = \max|\pi_{\Pi}, \pi_{\Gamma}, \pi_{\Pi}|, \\ \pi_{\Pi} + \pi_{\Gamma} + \pi_{\Pi} \leq 1; \quad t_0 \leq t \leq t_k, \quad (10)$$

допускает строгое решение. Решения задачи (10), соответствующие значениям коэффициентов (9) и вычисленные для различных значений интервалов инвестирования t_k , представлены в Таблице 4:

Таблица 4. Оптимальные распределения инвестиций в зависимости от величины интервала инвестирования

Интервал инвестирования t_k , лет	1	2	3	4	5	7	10	15	20	25	30	50
π_{Π} , %	100	81	71	66	62,5	58	49	43	40	38	37	36
π_{Γ} , %	0	19	29	34	37,5	42	40	38	37	37	36	35
π_{Π} , %	0	0	0	0	0	0,001	11	19	23	25	26	29
$\max \Delta\pi$, %	2	4,2	7,2	11	15,6	27,2	51	128	258	456	738	3007

Таблица 4 уточняет и подтверждает выводы, которые были сделаны выше при анализе Таблицы 2, конкретизируя сделанные там общие качественные выводы рекомендациями точных процентов вложений в рассматриваемые отрасли. При этом сравнение Таблиц 4 и 3 показывает, в какой мере пренебрежение рекомендациями Таблицы 4 ведет к потерям на долговременных и стратегических интервалах инвестирования.

Подчеркнем еще, что представленные в таблицах 3 и 4 решения, полученные нами для динамической задачи (10) с конкретными значениями коэффициентов (9), определенными выше непрямым путем, исходя из градации кратко-, средне- и долгосрочных интервалов, остаются справедливыми при любых значениях этих коэффициентов, в том числе для

инвестиций прибыли от вложения в собственно Производство. Эта характеристика может быть выражена в точных терминах производных от представленных в Таблице 3 значений функций роста Производства.

тех, которые могли бы описывать реальную экономику при ее развитии в промышленном направлении. Отличие будет состоять только в изменении конкретных границ этих кратко-, средне- и долгосрочных интервалов.

9. Основная теорема перспективной стратегии инвестирования

В последнее время пропагандируется мнение, что современная рыночная экономика не подлежит объективному анализу точными методами, ввиду решающего значения в ее динамике непредсказуемого человеческого фактора, иными словами, финансово-экономических спекулянтов, выросших до международных масштабов и способных влиять на финансово-экономическое положение государств и регионов [13]. Это, как показывают недавние финансовые потрясения в странах Юго-Восточного региона, - серьезное утверждение, и должно быть воспринято как грозное предупреждение государству, бросившему вожжи управления экономикой в мутный омут рыночной стихии. Настоящая работа относится к направлению, являющемуся альтернативой этому мнению. В ней специально подчеркиваются именно объективные положения, инвариантные к широкому спектру как личностных влияний, так и конкретных макро-характеристик экономики. Разумеется, рекомендации, предлагаемые по результатам настоящей работы, могут быть восприняты только экономической системой, не потерявшей управляемости и способной их фактически реализовать.

Таблица 4 указывает на систематическую тенденцию сближения уровней инвестирования в Производство, Технологию и Науку с ростом интервала инвестирования. Этот факт является следствием общего математического утверждения, получаемого в результате асимптотического анализа задачи (10). При его обосновании будем пользоваться одновременно математическими и экономическими терминами.

В асимптотике, при $t_k \rightarrow \infty$ (на исторических интервалах времени) в выражении для $\Delta p(t_k)$ (10) определяющую роль играет старший член $ипитиН K_{ПТН} t^3$, и задача (10), следовательно, сводится здесь к частной

задаче

$$i_{\Pi} i_T i_H = \max |i_{\Pi}, i_T, i_H, \quad i_{\Pi} + i_T + i_H \leq 1. \quad (11)$$

Решение задачи (11) есть $i_{\Pi} = i_T = i_H = 1/3^7$.

В экономических терминах этот результат, инвариантный относительно всех параметров задачи, означает следующее:

Утверждение 1. *В государстве с любой системой экономики и любой степени развития - отсталом, развивающемся, или развитом, вне зависимости от текущих объемов и качества работы промышленности и науки, вне зависимости от степени эффективности инвестиций в конкретные отрасли экономики и эффективности взаимодействия отраслей, наибольший прирост материального Производства на исторически интервалах инвестирования достигается при равном распределении объемов инвестиций между Производством, Технологией и Наукой.*

Это утверждение, естественно, относится к странам с промышленно-ориентированными экономиками, и указывает для них ориентир при обсуждении и реализации экономических программ интенсивного развития: на интеллектуальные компоненты экономики следует выделять средства, в общем, вдвое превышающие средства на непосредственно материальное развитие.

10. Выводы

Проблема сохранения и рационального использования в народном хозяйстве страны национальных интеллектуальных ресурсов слишком велика, чтобы быть с исчерпывающей полнотой обсужденной в конкретной работе. Вместе с тем, общая объективная картина может сложиться только в результате интеграции частных аналитических усилий. Здесь, затронув только один из аспектов проблемы - использование интеллектуальных ресурсов в развитии Производства, притом на упрощенном модельном уровне, мы беремся давать рецепты для реальной экономики.

⁷ Оно является следствием общего результата, получаемого методами нелинейного программирования: произведение любого числа переменных при условии ограниченности их суммы достигает максимума при их равенстве друг другу.

Поэтому к предлагаемым выводам следует относиться адекватно: и критически, и внимательно.

Реальная картина совместной динамики интеллектуальных и материальных компонент экономики намного сложнее приведенной, и характеризуется, в отличие от результатов, представленных выше, наличием переменных во времени колебательных процессов, обусловленных работой многообразных прямых и обратных связей между всеми агентами общего экономического процесса. Однако при изучении работы экономической машины целесообразно рассматривать только ее устойчивые движения, при которых колебания с течением времени затухают, поэтому потерю информации о процессах системы вследствие неучета этих связей следует отнести, в основном, к первым временным этапам работы модели. Можно считать поэтому, что приведенные данные приблизительно верно описывают динамику процессов для дальних, стратегических временных интервалов, на которых основную роль выполняют составляющие решения, отражающие участие в экономическом процессе именно Технологии и Науки. Экономическая интерпретация изложенных выше результатов приводит к следующим выводам:

- Интеллектуальные ресурсы играют равноправную с материальными ресурсами роль в материальном производстве страны.
- Вне зависимости от уровня развитости промышленности и науки любой страны, т.е. в стране отсталой, развивающейся, либо передовой, наилучшая долговременная стратегия развития состоит в выделении на интеллектуальную сферу субсидий, вдвое превышающих субсидии материальному производству.
- Отдаленность сроков отдачи вложений в интеллектуальную сферу закономерно приводит к неверной, заниженной субъективной оценке роли науки правительственными и финансовыми структурами.
- Занижение роли интеллектуальных ресурсов приводит к потере страной наиболее динамичных стратегических составляющих роста материального производства.
- При закономерной невыгодности кратковременных инвестиций в интеллектуальную сферу для финансовых структур в условиях эко-

номической нестабильности, роль инвестора в нее может выполнить только государство.

- Сегодняшняя политика по отношению к интеллектуальным ресурсам России ее Правительства и Законодательных органов полностью лишает страну стратегических перспектив развития.

Список литературы

- [1] Величенко В.В. Интеллектуальные ресурсы России в экономике // 7-я Международная конференция "Интеллектуальные системы и компьютерные науки", М., МГУ, 24-29.11.1997.
- [2] Величенко В.В. Материальные и интеллектуальные ресурсы России. Развитие или выживание? // В сб. Россия - ресурсы устойчивого развития, том 1. Материалы Всероссийской конференции. М., 1997, с. 125-134.
- [3] Величенко В.В. Концепция управляемого и регулируемого развития России // В книге: "Проблемы перехода России к устойчивому развитию", М., 1997, с. 289-296.
- [4] Интеллектуальные системы. М., МГУ, АТН РФ: т. 1, N 1-4, 1996; т. 2, N 1-4, 1997.
- [5] Иванов Ю.Н., Токарев В.В., Уздемир А.П. Математическое описание элементов экономики. М., 1994.
- [6] Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М., 1996.
- [7] Величенко В.В. Технический интеллект // Интеллектуальные системы, т.1, N 1-4, 1996, с. 5-18.
- [8] Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., Физматгиз, 1961.

- [9] Величенко В.В. Принципы технического интеллекта в проблеме управления сложными экономическими системами // Интеллектуальные системы, т. 2, N 1, 1977, с. 5-34.
- [10] Величенко В.В. Управление дискретно-непрерывными моделями катастроф // Доклады академии наук, т. 350, N 1, 1996, с. 9-11.
- [11] Новая Россия. Информационно-статистический альманах. М., 1994.
- [12] Френкель А.А. Экономика России в 1992-1997 гг.: тенденции, анализ, прогноз. М., 1997.
- [13] Сорос Д. Алхимия финансов. М., 1996.