

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАЦИЕЙ ЗНАНИЙ В НАУЧНОМ СООБЩЕСТВЕ

Клочков В. В.¹, Панин Б. А.²

(Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления РАН, Москва)

В работе предлагается экономико-математическая модель выбора направления научных исследований с учетом риска дублирования работ других ученых. С помощью данной модели исследуется влияние институтов научного сообщества на эффективность генерации знаний.

Ключевые слова: экономическая наука, эффективность, генерация знаний, оригинальность, институты, экономико-математическая модель.

1. Введение

Традиции и моральные нормы научного сообщества – это важнейшие институты, регулирующие процессы генерации новых знаний и влияющие на эффективность этих процессов. Поскольку миссией науки является создание новых знаний, особая роль принадлежит таким специфически присущим ей институциональным нормам, как стандарты новизны научных работ, принятое в научной среде отношение к плагиату и непреднамеренному дублированию ранее выполненных исследований. Именно последнее явление является предметом интереса данной работы. Можно заметить, что вплоть до недавнего вре-

¹ Владислав Валерьевич Клочков, доктор экономических наук (vladislavklochkov@yandex.ru, тел. (495) 334-79-00).

² Борис Александрович Панин, аспирант (abp@math.mos.ru, тел. (909) 686-89-80).



мени мировое научное сообщество толерантно относилось к дублированию исследований, обычной была формулировка «открыл... независимо от...». Например, несмотря на приоритет академика Л.В. Канторовича в постановке задачи и развитии методов линейного программирования, считается общепризнанным, что американские ученые Д. Данциг, Т. Купманс и др. независимо от него разрабатывали методы решения таких задач и применяли разработанный инструментарий в экономических исследованиях. Л.В. Канторович и Т. Купманс разделили Нобелевскую премию по экономике в 1975 г. Т.е. ситуации, когда было официально признано независимое достижение научного результата разными исследователями, имели место и в XX веке. Отчасти это оправдывалось слабым развитием научной прессы и коммуникаций. С одной стороны, в настоящее время развитые информационные технологии, теоретически, позволяют мгновенно получить доступ ко всем опубликованным научным результатам, но, с другой стороны, лавинообразно нарастает сам объем накопленных знаний.

Обсуждаемая проблема чрезвычайно актуальна, прежде всего, для современной экономической науки в России. Если представители естественных и технических наук и в советское время активно поддерживали научные контакты с зарубежными учеными, то общественные науки находились в определенной изоляции от зарубежного научного сообщества. В связи с кардинальными политическими изменениями в нашей стране, российские представители общественных наук начали интегрироваться (в роли догоняющих) в общемировой мейнстрим, накопивший на протяжении XX века огромный объем научных результатов [□6]. Одно лишь знакомство с результатами в собственной узкой области знаний требует даже от профессионального ученого многих лет работы. Нельзя сорасывать со счетов и еще действующий (в особенности, в среде высококвалифицированных исследователей старшего поколения) языковой барьер. В итоге вероятна ситуация, когда добросовестные и весьма квалифицированные российские ученые будут выполнять исследования, аналогичные выполненным ранее за рубежом (с точностью до страновой специфики, которая, впрочем,



может оказаться принципиально важной). Заметная и все более влиятельная часть научного сообщества пропагандирует ужесточение стандартов научной новизны – в особенности, представители российской научной диаспоры, получившие опыт работы за рубежом, см., например, [□3]. Наука все в большей мере воспринимается обществом и самими учеными как конкурентный бизнес, причем, конкуренция в нем еще жестче, чем на рынках товаров и услуг, поскольку первооткрыватель получает всё, а «второе место не присуждается». Насколько такие институты научного сообщества эффективны с общественной точки зрения? Этот вопрос является ключевым с точки зрения управления научной сферой. Предполагается вначале рассмотреть поведение исследователя, принимающего решение о начале работы в определенной области науки и выбирающего конкретную тематику исследований. При этом особое внимание будет уделяться влиянию принятых стандартов научной новизны и принципов стимулирования научного поиска. Затем будет рассмотрена проблема оптимизации этих институтов с точки зрения общественной эффективности функционирования науки.

2. Формализация уровня новизны научных работ

Предположим, что в некоторой области науки над определенной проблемой работает N независимых исследователей или исследовательских групп. Пока будем считать для простоты, что каждый участник может реализовать одну определенную исследовательскую программу. Многообразие возможных вариантов таких программ можно описать следующим образом. Предположим, что каждая исследовательская программа или техническое решение описываются набором из $i = 1, 2, \dots, k$ классифицирующих признаков, каждый из которых, в свою очередь, может принимать одно из $j_i = 1, 2, \dots, l_i$ возможных значений¹. Призна-

¹ Применительно к новым технологиям и изобретениям такие информационные модели развиты достаточно давно, и даже используются в практической деятельности – например, в сфере патентной экспертизы.



ками могут быть, например, подход к построению модели (эконометрический анализ, имитационное моделирование, прямое экономико-математическое моделирование, и т.п.), метод исследования, спецификация модели, и т.п. Пусть общее количество возможных вариантов отличающихся друг от друга хотя бы по одному признаку исследовательских программ равно M (это число можно получить путем комбинаторных расчетов при заданных $\{l_i\}$, $i = 1, 2, \dots, k$). Естественно, должно выполняться неравенство $N < M$, иначе некоторые исследователи будут априорно вынуждены полностью дублировать работы друг друга¹.

До сих пор мы считали данную работу оригинальной, если она отличается от известных хотя бы по одному квалифицирующему признаку. Однако, как правило, такого отличия недостаточно для обоснования научной новизны. Традиции, принятые в научном сообществе, могут подразумевать более жесткое требование: отличными от известных должны быть не менее $k_{\min} > 1$, $k_{\min} < k$ квалифицирующих признаков. Обозначим $N_{\max}$ максимально возможное число работ в данной области, удовлетворяющих установленным требованиям к новизне. Оно, в свою очередь, может быть определено путем комбинаторных расчетов при заданных $\{l_i\}$, $i = 1, 2, \dots, k$ и $k_{\min}$. Итоговые выражения могут быть весьма громоздкими, однако в любом случае, по мере ужесточения требований к оригинальности исследовательских программ, возможное количество работ, удовлетворяющих этим требованиям, сокращается: $\partial N_{\max} / \partial k_{\min} < 0$.

В относительном выражении, не менее $\alpha_{\min} \% = k_{\min} / k \cdot 100\%$ квалифицирующих признаков исследования должны отличаться от известных – в противном случае его автор не будет обладать приоритетом (считая, что предшествующие N работ априори удовлетворяют такому, более жесткому требованию). Более того, в этом случае мы предлагаем

¹ На данном этапе не рассматривается динамика процесса исследования, с учетом которой такое дублирование, в принципе, допускается изначально, но участник, первым достигший результата, получает приоритет над конкурентами, шедшими тем же путем.



определенные санкции – возможно, менее жесткие, чем те, что применяются к сознательным плагиаторам, однако и титул «изобретателя велосипеда» считается малопочетным в научной среде. Заметим, что в случае $k_{\min} > 1$, даже при $N < M$ возможны ситуации, когда уже невозможно предложить решение, удовлетворяющее описанным требованиям к новизне. В общем случае, вероятность того, что случайно выбранный вариант очередной исследовательской программы будет содержать не менее $k_{\min}$ оригинальных признаков, определяется следующим образом:

$$(1) \quad P\{\kappa \geq \kappa_{\min}\} = 1 - \frac{N}{N_{\max}(\kappa_{\min})}.$$

3. Модель выбора тематики исследований

Рассмотрим поведение нового $N + 1$ -го участника, считая, что все выполненные до него N работ различаются между собой не менее, чем $k_{\min}$ признаками, т.е. N заведомо ниже $N_{\max}$. Если он выбирает исследовательскую программу абсолютно случайным образом, не учитывая результатов предшествующих работ, с вероятностью $N / N_{\max}$ он выберет вариант, уже реализованный до него. Соответственно, вероятность выбрать «вслепую» оригинальный путь исследований равна $1 - N / N_{\max}$, см. формулу (1). Естественно, по мере приближения N к $N_{\max}$, возможность получения оригинального результата исчезает.

Для простоты будем считать, что все возможные выгоды, потери и затраты, связанные с научной деятельностью, выражаются единообразно в определенных условных единицах (возможно, в денежном эквиваленте). Это допущение в современном мире недалеко от истины, поскольку, с одной стороны, научные исследования требуют значительных затрат, а с другой – в научную сферу привносится все больше элементов рыночной экономики. Следует сразу оговорить важное допущение. Предлагаемая здесь модель описывает рациональный выбор игрока, максимизирующего определенную целевую функцию. Однако на практике ученые (в т.ч. экономисты) нередко действуют крайне иррационально в повседневной жизни и в профессиональной деятельности.



вании собственной профессиональной деятельности. Рациональный выбор затрудняется еще и тем, что в реальности исследователю сложно оценить даже число ранее выполненных работ N , а тем более – максимально возможное число оригинальных исследовательских программ $N_{\max}$.

Обозначим C_{doubt} потери автора исследования, дублирующего какое-то из ранее известных (точнее, слабо отличающегося от известных). Наиболее очевидный способ избежать этих потерь – провести заранее проверку оригинальности избранной исследовательской программы. Строго говоря, она подразумевает знакомство (хотя бы в общих чертах, на уровне вышеописанных квалифицирующих признаков) со всеми ранее выполненными работами на данную тему. Если обозначить c_{check} выраженные в стоимостном эквиваленте затраты времени и средств, сопряженные с анализом одной предшествующей работы, суммарные затраты на проверку составят $c_{check} \cdot N$. В современных условиях соответствующие затраты могут принимать чрезвычайно большие значения, в силу обширности массива накопленных знаний, высокой трудоемкости не только анализа, но даже поиска всех релевантных работ и т.п. Это, как уже неоднократно было отмечено другими исследователями [□2, □4, □5], представляет собой серьезное препятствие на пути развития многих отраслей науки.

Наконец, необходимо описать затраты собственно на выполнение исследований, а также выгоды, сопутствующие их успешному завершению. Последние определяются научной ценностью полученного научного результата, которая на этапе выбора исследовательской программы, строго говоря, непредсказуема. Будем считать, что она измерима количественно, и обозначим ее V . Поскольку научные результаты обладают большой общественной значимостью, большая часть этой величины представляет собой внешний эффект (строго говоря, не всегда положительный). Тем не менее, автор научной работы получает и частные выгоды, которые мы обозначим v и V . Эти выгоды имеют как материальную, так и нематериальную природу; могут выражаться в повышении статуса ученого, моральном удовлетворении, появлении возможности препода-



вать и пропагандировать свои достижения, публиковать и продавать книги, и т.п. Они зависят от общественной ценности результата, а также от общего числа работающих в данной области исследователей: $R = R(V, N)$, причем, $\partial R / \partial V > 0$ и $\partial R / \partial N < 0$. Это объясняется тем, что с ростом числа ученых, работающих в той же области, статус отдельного игрока (его «рыночная власть») снижается. Помимо материального вознаграждения, в научной работе чрезвычайно важно и моральное. Естественно, с ростом числа исследователей, работающих в той же области, ощущение собственной исключительности, являющееся для многих ученых важным моральным стимулом, ослабевает.

На этапе выбора направления исследований участник может лишь предполагать, что выигрыш R , получаемый им в случае успешного завершения выбранной исследовательской программы (разумеется, удовлетворяющей вышеописанным требованиям к новизне), распределен случайным образом по некоторому закону с известным математическим ожиданием $\bar{R}$, зависящим от N как от параметра: $\partial \bar{R} / \partial N < 0$. Что касается затрат на проведение исследований, различные исследовательские программы характеризуются разными объемами потребных времени и средств, и квалифицированный исследователь способен оценить эти объемы весьма точно и достоверно. Это означает, что игрок может выбирать, например, наиболее «дешевые» варианты (тем более что нередко трудоемкость исследования и ценность получаемого научного результата слабо связаны между собой, что является важной особенностью экономики знаний). В принципе, существуют и стимулы в пользу выбора более «дорогих» программ, поскольку это повышает вероятность того, что избранный путь окажется оригинальным. А стоимость проверки оригинальности может превысить стоимость более сложной программы. Однако в дальнейшем для простоты не будем учитывать различия стоимости разных исследовательских программ (тем более, что для каждого потенциального участника эта оценка, строго говоря, индивидуальна и определяется его опытом, образованием, связями с коллегами и т.п.) и



будем оперировать просто усредненной стоимостью проведения исследований и разработок $\bar{c}_{R\&D}$ (в расчете на одну программу).

Таким образом, игрок может принять одно из следующих решений:

а) вообще не начинать исследований в данной области;

б) добросовестно провести анализ всех выполненных ранее работ, сформулировать гарантированно оригинальную исследовательскую программу, реализовать ее и получить новый научный результат (более или менее ценный, чем предыдущие);

с) не проводя анализа предшествующих работ, выбрать направление поиска случайным образом (точнее, исходя из собственных склонностей и возможностей) и провести соответствующие исследования. В итоге он с вероятностью $1 - N / N_{\max}$ получит оригинальный научный результат (и все сопутствующие ему выгоды), а с вероятностью $N / N_{\max}$ - «изобретет велосипед» (и понесет соответствующие потери).

Ниже приведены суммы ожидаемых затрат и выгод исследователя для стратегий (б) и (с):

$$(2) \quad \bar{W}_b = -c_{check} \cdot N - \bar{c}_{R\&D} + \bar{R}(N);$$

$$(3) \quad \bar{W}_c = -\bar{c}_{R\&D} - \frac{N}{N_{\max}} \cdot C_{doubl} + \left(1 - \frac{N}{N_{\max}}\right) \cdot \bar{R}(N).$$

В случае отказа от проведения исследований в данной области игрок не несет никаких затрат и потерь, но, разумеется, и не получает никаких выигрышей, т.е. $W_a \equiv 0$. Сопоставляя приведенные выражения, найдем наилучшую из трех описанных стратегий. Если $\bar{W}_b > 0$ и $\bar{W}_c > 0$, игрок приступит к работе в данной области науки, причем, при $\bar{W}_b < \bar{W}_c$ не будет тратить время и средства на тщательный анализ ранее выполненных исследований, а начнет свою работу, лишь надеясь на то, что она окажется оригинальной. Сравнение выражений для $\bar{W}_b$ и $\bar{W}_c$ показывает, что стратегия (с) окажется выгоднее стратегии (б) при следующем условии:

$$(4) \quad N > \frac{N}{N_{\max}} \cdot \frac{\bar{R} + C_{doubl}}{c_{check}}, \Rightarrow \bar{R}(N) < N_{\max} \cdot c_{check} - C_{doubl}.$$



или:

$$(5) \quad N > \bar{R}^{-1} (N_{\max} \cdot c_{check} - C_{doubl}) = N_{observ},$$

где индекс «⁻¹» обозначает обратную функцию, а N_{observ} (от англ. *observable* – обозримый) – максимальное число предшествующих работ, при котором целесообразно предварительно ознакомиться с ними, а не начинать свое исследование наудачу. Согласно полученной формуле и свойствам функции $\bar{R}(N)$, N_{observ} сокращается с ростом затрат на проверку новизны постановки задачи c_{check} , и возрастает при увеличении «штрафа» за «изобретение велосипеда» C_{doubl} .

Заметим, что, если новый участник собирается реализовать не одну исследовательскую программу, как предполагается в данной упрощенной модели, а несколько (т.е. диверсифицировать портфель направлений поиска в данной области), он получит преимущество экономии на масштабах, поскольку в любом случае придется проводить анализ N предшествующих работ. Это позволяет при прочих равных исходных условиях повысить порог c_{check} , при котором происходит «переключение» со стратегии (b) на стратегию (c). На практике такая ситуация возможна, если программа работы коллектива исследователей (пусть даже проводящих поиск независимо) координируется централизованно, и координатор берет на себя проведение анализа ранее выполненных работ. Таким образом, организованные научные коллективы имеют больше экономических стимулов и возможностей придерживаться «добросовестной» стратегии, а исследователи-одиночки чаще будут вынуждены рисковать оказаться «изобретателями велосипеда».

Чтобы игрок следовал стратегии (c), она должна быть выгоднее не только стратегии (b), но и бездействия, т.е. $N > 0$, или:

$$(6) \quad \bar{R}(N) > \frac{\bar{c}_{R\&D} + (N/N_{\max}) \cdot C_{doubl}}{1 - (N/N_{\max})}, \text{ или}$$

$$(7) \quad N < \bar{R}^{-1} \left(\frac{\bar{c}_{R\&D} + (N/N_{\max}) \cdot C_{doubl}}{1 - (N/N_{\max})} \right)$$



Пороговое число работ в данной области, удовлетворяющее неравенству (7) и обозначаемое далее N_{sat} (от англ. saturation – насыщение, в данном случае – насыщение рассматриваемой области исследований), заведомо меньше N_{max} , т.е. вход новых исследователей в данную область будет блокирован еще до того, как будут исчерпаны все возможности получения оригинальных результатов. Согласно полученной формуле, N_{sat} тем ниже, чем выше «штраф» за «изобретение велосипеда» C_{doubl} , и чем выше затраты на проведение исследований $\bar{c}_{R\&D}$.

В случае, когда выгоднее «добросовестная» стратегия (b) (что требует, как показано выше, выполнения условия $N < N_{observ} = \bar{R}^{-1}(N_{max} \cdot c_{check} - C_{doubl})$, противоположного неравенству (5)), необходимо проверить выполнение условия $\bar{W}_b > 0$, или:

$$(8) \quad N < \bar{R}^{-1}(c_{check} \cdot N + \bar{c}_{R\&D}).$$

Пороговое значение N , удовлетворяющее данному неравенству, также имеет смысл уровня насыщения данной области знаний N_{sat} .

По мере приближения N к пороговым значениям N_{sat} , определяемым неравенствами (7, 8), генерация новых знаний в данной области блокируется.

Разумеется, в реальности исследователь может, принимая решение, руководствоваться не ожидаемой суммой затрат и выгод, а более жесткими критериями, отражающими его нерасположенность к риску. Например, даже при малой вероятности «изобретения велосипеда» соответствующие репутационные и др. потери могут оказаться неприемлемыми для исследователя. В этом случае, даже если $\bar{W}_b < \bar{W}_c$, но $\bar{W}_b > 0$, исследователь выберет «добросовестную» стратегию (b). Но если $\bar{W}_b \leq 0$, такой осторожный игрок вообще откажется от проведения исследований в данной области, даже при выполнении неравенства $\bar{W}_c > 0$. Такая ситуация складывается, прежде всего, при высоких издержках проверки оригинальности выбранной исследовательской программы ($c_{check} \cdot N \approx \bar{R}$), что, как уже было отмечено выше, имеет место во многих отраслях современной науки.



При этом ни в коем случае не подвергается сомнению актуальность снижения соответствующих издержек путем совершенствования научных баз данных и систем поиска, формализации, кодификации и каталогизации научных результатов и т.п. Заметим, что, помимо новых информационных технологий, это требует и институциональных изменений в научной сфере. Например, целесообразно повышение открытости не только результатов, но и применяемых методов (что, в свою очередь, потребует открытой публикации в сети Интернет полных текстов научных работ, а не только аннотаций, что наиболее характерно для зарубежной научной прессы) и т.п.

4. Задача оптимального управления генерацией знаний

Как показано в предыдущем разделе, при большом количестве ранее выполненных исследований, при высоких требованиях к оригинальности исследовательских программ и высоких репутационных потерях в случае «изобретения велосипеда», большинство потенциальных участников предпочтет не принимать участие в исследованиях в данной области, не рассчитывая на получение оригинального результата. Немногочисленные игроки, все-таки решившие работать над данной проблемой, будут вынуждены затратить большую часть времени и средств не собственно на проведение исследований, а на проверку их оригинальности. Традиционно принято считать, что это неизбежно и даже желательно, свидетельствует о высоком уровне морально-этических стандартов научного сообщества, способствует повышению добросовестности ученых и т.п. Фактически, параметры $k_{\min}$ и C_{doubt} определяют важнейшие институциональные, регулирующие функционирование научного сообщества. Ужесточение описанных институциональных ограничений, на котором настаивает определенная часть научного сообщества (мотивируя свои предложения исключительно моральными соображениями), является, безусловно, выгодным для авторов уже выполненных (и, что немаловажно, оперативно опубликованных в ведущих научных журналах) работ, блокируя предложения



научного поиска в соответствующих областях. Помимо чисто арифметического сокращения числа исследователей, которое обеспечивает первопроходцам данного научного направления более высокий статус (большую рыночную власть), при этом снижается риск достижения новым игроком более значимого научного результата, который угрожает обесценить предшествующие. Однако зададимся вопросом: насколько эффективны такие институты научной сферы с точки зрения общественных интересов?

Прежде всего, необходимо формализовать целевую функцию общества в сфере управления наукой. Предположим, что M различных результатов, которые могут быть получены в данной области, характеризуются апостериорными значениями общественной ценности $\{V_j\}$, $j = 1, 2, \dots, M$, причем, для простоты упорядочим исследовательские программы в порядке возрастания ценности: $V_1 \leq V_2 \leq \dots \leq V_M$. Будем считать, что польза обществу от результатов исследований в данной области определяется научной ценностью наилучшего из полученных m результатов $V_{\max}(m) = \max_{j=1, \dots, m} V_j$. Поскольку на стадии планирова-

ния исследований будущие результаты и их ценность априорно неизвестны, можно, в лучшем случае, говорить лишь об ожидаемом максимуме научной ценности результатов. Если реализуется единственная научная программа, научная ценность ее результатов автоматически становится максимальной из числа реализованных, а ее ожидаемое значение равно средней ценности научного результата в данной области:

$$(9) \quad \bar{V}_{\max}(1) = \bar{V} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M V_j.$$

Если же, напротив, будут реализованы все M возможных исследовательских программ, в одной из них гарантированно будет достигнут наиболее ценный из возможных результатов в данной области, т.е.

$$(10) \quad V_{\max}(M) \equiv V_M.$$

В промежуточных случаях соответствующая величина монотонно возрастает от $\bar{V}$ до V_M по мере увеличения количества



работ в данной области. Для определения конкретного значения $\bar{V}_{\max}(m)$ необходимо найти математическое ожидание максимального числа в случайной выборке, содержащей m элементов, взятой из массива $(V_1 \dots V_M)$. Оно определяется следующим образом:

$$(11) \quad \bar{V}_{\max}(m) = \sum_{j=1}^M V_j \cdot P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\},$$

где $P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}$ – вероятность того, что максимальная ценность результатов m реализованных программ составит V_j . Важно подчеркнуть, что сомножители $\{V_j\}$ в этом выражении определяются научной ценностью результатов соответствующих исследований, но вероятности $\{P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}\}$ не зависят от конкретных значений этих чисел, и однозначно определяются для заданных m , M и j по правилам комбинаторики. Фактически $P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}$ – это вероятность того, что максимальное из m чисел, извлеченных случайным образом из M натуральных чисел от 1 до M , окажется равным j (очевидно, что максимальное из этих чисел не может быть меньше m):

$$(12) \quad P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\} = \begin{cases} \frac{m}{M} \cdot \frac{(j-1)!}{(j-m)!} \cdot \frac{(M-m)!}{(M-1)!}, & j = m, \dots, M \\ 0, & j = 1, \dots, m-1 \end{cases}.$$

Можно заметить, что вероятности $P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}$ монотонно возрастают с ростом j , т.е. вероятность получить при $m > 1$ более ценные результаты выше, чем менее ценные. Однако даже для $j = M$ соответствующая вероятность равна m/M , т.е. доле реализованных научных программ. Поскольку искомая функция $\bar{V}_{\max}(m)$ представляет собой сумму произведений вероятностей достижения результатов $\{P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}$ на ценности этих результатов $\{V_j\}$, упорядоченные по возрастанию, и даже зависимость $P\left\{\max_{j'=1, \dots, m} V_{j'} = V_j\right\}$ от m является строго воз-



растающей, тогда $\bar{V}_{\max}(m)$ - тем более, строго возрастающая функция. Причем, относительный прирост ожидаемого выигрыша с увеличением числа выполненных в данной области исследований тем выше, чем больше неоднородность ценности различных научных результатов. Если научная ценность результатов реализации различных исследовательских программ сильно варьирует, могут представлять интерес лишь наиболее удачные результаты, или даже единственный, ценность которого максимально возможна и обозначена V_M ¹. В этом предельном случае (т.е. при $V_j = 0, j = 1, \dots, M; V_M > 0$), функция $\bar{V}_{\max}(m)$ становится линейной:

$$(13) \quad \bar{V}_{\max}(m) = \frac{m}{M} \cdot V_M.$$

Также в составе целевой функции общества необходимо учесть затраты на проведение исследований, включая затраты на проверку оригинальности исследовательских программ, но без учета потерь «изобретателей велосипеда», поскольку последние несут эти потери уже в частном порядке, а не за счет государства и общества. Обозначим средние затраты общества на реализацию одной исследовательской программы $\bar{Z}_{R\&D}$. Они выше, чем частные затраты исследователя, использованные в моделях его поведения: $\bar{Z}_{R\&D} > \bar{c}_{R\&D}$, причем, если в теоретических исследованиях эти величины, как правило – одного порядка, то сложные и дорогостоящие экспериментальные исследования требуют гораздо больших затрат на материально-техническую базу и т.п., т.е. $\bar{Z}_{R\&D} \gg \bar{c}_{R\&D}$.

Учтем, что из общего количества выполненных в данной области исследований N_{sat} , первые N_{observ} будут реализованы в рамках «добросовестной» стратегии (b), т.е. с соответствующей проверкой «патентной чистоты» постановки задачи, а, начиная с $N = N_{observ} + 1$ и до $N = N_{sat}$ - согласно «рискованной» стратегии (c). С вероятностью $N / N_{\max}$ результаты каждого из последней

¹ Заметим, что в этом случае, несмотря на то, что лишь один результат обладает общественной ценностью, частное вознаграждение получают авторы каждой оригинальной работы.



категории исследований не окажутся оригинальными, хотя их получение и потребует соответствующих затрат. Т.е. при $N \geq N_{observ} + 1$, для получения каждого оригинального результата придется профинансировать, в среднем, $(1 - N / N_{\max})^{-1} = N_{\max} / (N_{\max} - N)$ исследований, $N = N_{observ} + 1, \dots, N_{sat}$. Что касается первых N_{observ} исследований, то перед началом N -го исследования придется ознакомиться с предшествующими $N - 1$ работами, $N = 1, \dots, N_{observ}$.

Таким образом, целевая функция общества в сфере управления наукой (чистый выигрыш) принимает следующий вид:

$$\begin{aligned}
 (14) \quad U = & \bar{V}_{\max}(N_{sat}) - c_{check} \cdot \sum_{N=1}^{N_{observ}} (N-1) - \\
 & - \bar{Z}_{R\&D} \cdot \left(N_{observ} + \sum_{N=N_{observ}+1}^{N_{sat}} \frac{N_{\max}}{N_{\max} - N} \right) = \\
 = & \bar{V}_{\max}(N_{sat}) - c_{check} \cdot \frac{N_{observ} \cdot (N_{observ} - 1)}{2} - \\
 & - \bar{Z}_{R\&D} \cdot \left(N_{observ} + \sum_{N=N_{observ}+1}^{N_{sat}} \frac{N_{\max}}{N_{\max} - N} \right),
 \end{aligned}$$

а управляющими переменными являются принятые в научном сообществе стандарты научной новизны и отношения к дублированию исследований, описываемые в предлагаемых моделях параметрами $k_{\min}$ и C_{doubl} . Далее рассматривается задача их оптимизации: $U \rightarrow \max_{k_{\min}, C_{doubl}}$.

При этом используются описанные выше зависимости $\bar{V}_{\max}(N)$, $N_{sat}(c_{check}; C_{doubl}; \bar{c}_{R\&D}; N_{\max})$, $N_{observ}(c_{check}; C_{doubl}; N_{\max}(k_{\min}))$. Поскольку в некоторых из них используются значения обратных функций $\bar{R}^{-1}$, даже вычисление значения целевой функции U в конкретной точке, не говоря уже о ее максимизации, является весьма трудоемким. В общем случае поставленная оптимизационная задача решается только численно.

С целью анализа качественных особенностей целевой функции, рассмотрим поведение входящих в нее слагаемых,



Поскольку $N_{\max}$, N_{sat} , N_{observ} , как правило, существенно больше единицы, можно приближенно считать, что

$$\frac{N_{\text{observ}} \cdot (N_{\text{observ}} - 1)}{2} \approx \frac{N_{\text{observ}}^2}{2},$$

а сумму заменить интегралом:

$$\begin{aligned} \sum_{N=N_{\text{observ}}+1}^{N_{\text{sat}}} \frac{N_{\max}}{N_{\max} - N} &\approx N_{\max} \cdot \int_{N_{\text{observ}}}^{N_{\text{sat}}} \frac{dN}{N_{\max} - N} = \\ &= N_{\max} \cdot \left(-\ln(N_{\max} - N) \right) \Big|_{N_{\text{observ}}}^{N_{\text{sat}}} = N_{\max} \cdot \ln \frac{N_{\max} - N_{\text{observ}}}{N_{\max} - N_{\text{sat}}} \end{aligned}$$

Тогда целевую функцию можно приближенно представить в следующей форме:

$$(15) \quad U \approx \bar{V}_{\max}(N_{\text{sat}}) - c_{\text{check}} \cdot \frac{N_{\text{observ}}^2}{2} - \bar{Z}_{R\&D} \cdot \left(N_{\text{observ}} + N_{\max} \cdot \ln \frac{N_{\max} - N_{\text{observ}}}{N_{\max} - N_{\text{sat}}} \right).$$

Обозначим для краткости C_{check} суммарные затраты на проверку новизны постановки исследовательских задач, а $C_{R\&D}$ - суммарные затраты собственно на выполнение исследований. Итак, C_{check} возрастает приблизительно пропорционально квадрату N_{observ} . $C_{R\&D}$ увеличивается с ростом $N_{\max}$ и N_{sat} , а с ростом N_{observ} убывает, но по логарифмическому закону, т.е. медленнее, чем возрастает квадратичная функция. Иначе говоря, при сравнимых по порядку величины затратах на выполнение исследования $\bar{Z}_{R\&D}$ и на проверку его оригинальности c_{check} (что характерно для многих теоретических областей науки), увеличение порога N_{observ} , до которого проводится добросовестный анализ всех предшествующих работ, гораздо сильнее влияет на стоимость этой проверки, чем на объем и стоимость проведения дублирующих исследований. И, вопреки распространенному стереотипу, прирост затрат на проведение дублирующих исследований будет сравнительно невелик.



5. Пример расчета по предлагаемым моделям

В общем случае расчет по модели (1-15), а тем более, решение оптимизационной задачи даже для одного набора значений модельных параметров является чрезвычайно трудоемким. Однако для получения качественных выводов достаточно рассмотреть следующий упрощенный иллюстративный пример. Пусть научной ценностью обладает лишь один результат из M возможных, т.е. $\bar{V}_{\max}(m) = V_M \cdot N_{sat} / M$ (см. формулу (13)). Для простоты не будем учитывать убывания частных выгод исследователя с ростом числа его коллег-соперников, т.е. $\partial \bar{R} / \partial N \equiv 0$. Тогда в формулах (5, 7, 8) нет необходимости вычислять значения обратных функций. Неравенство (4) примет следующий вид:

$$(16) \quad \bar{R} + C_{doubl} < N_{\max} \cdot c_{check},$$

и величина N_{observ} теряет смысл. Если полученное неравенство выполняется, выполнять проверку оригинальности исследовательской программы заведомо невыгодно при любом количестве ранее выполненных работ. В этом случае, согласно условию (6), будет выгодно проводить исследования до тех пор, пока выполняется следующее неравенство:

$$(17) \quad \bar{R}(N) > \frac{\bar{c}_{R\&D} + (N/N_{\max}) \cdot C_{doubl}}{1 - (N/N_{\max})}.$$

Соответственно, насыщение данной области знаний наступит при следующем количестве выполненных работ:

$$(18) \quad N_{sat} = \frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D}}{\bar{R} + C_{doubl}} \cdot N_{\max}.$$

Поскольку проверка оригинальности исследовательских программ не проводится, целевая функция общества принимает следующий вид:

$$(19) \quad U \approx \bar{V}_{\max}(N_{sat}) - \bar{Z}_{R\&D} \cdot N_{\max} \cdot \ln \frac{N_{\max}}{N_{\max} - N_{sat}} - \frac{N_{sat}}{M} \cdot V_M + \bar{Z}_{R\&D} \cdot N_{\max} \cdot \ln \left(1 - \frac{N_{sat}}{N_{\max}} \right) =$$



$$= \frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D}}{\bar{R} + C_{doubl}} \cdot \frac{N_{\max}}{M} \cdot V_M + \bar{Z}_{R\&D} \cdot N_{\max} \cdot \ln \left(\frac{C_{doubl} + \bar{c}_{R\&D}}{C_{doubl} + \bar{R}} \right).$$

Если же выполняется противоположное неравенство:

$$(20) \quad \bar{R} + C_{doubl} > N_{\max} \cdot c_{check},$$

проверка оригинальности постановки задачи предшествует выполнению всех работ, и выполняться они будут до тех пор, пока остается в силе следующее условие (см. формулу (8)):

$$(21) \quad \bar{R} - \bar{c}_{R\&D} > c_{check} \cdot N,$$

и насыщение данной области знаний наступит при следующем количестве выполненных работ:

$$(22) \quad N_{sat} = \frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D}}{c_{check}}.$$

Целевая функция общества принимает следующий вид:

$$(23) \quad U \approx \bar{V}_{\max}(N_{sat}) - c_{check} \cdot \frac{N_{sat} \cdot (N_{sat} - 1)}{2} - \bar{Z}_{R\&D} \cdot N_{sat} =$$

$$= \left(\frac{V_M}{M} - \bar{Z}_{R\&D} \right) \cdot N_{sat} - c_{check} \cdot \frac{N_{sat} \cdot (N_{sat} - 1)}{2}$$

$$= \left(\frac{V_M}{M} - \bar{Z}_{R\&D} \right) \cdot \frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D}}{c_{check}} - \frac{c_{check}}{2} \cdot \frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D}}{c_{check}} \cdot$$

$$\frac{\bar{R} - \bar{c}_{R\&D} - c_{check}}{c_{check}}.$$

Исследуем зависимость значения целевой функции от уровня штрафа за дублирование исследований C_{doubl} и жесткости требований к новизне, которая выражается, в конечном счете, максимально возможным количеством оригинальных работ $N_{\max}$. Примем в качестве исходных следующие значения модельных параметров: $M = 100$; $V_M = 4000$; $\bar{Z}_{R\&D} = 20$; $\bar{R} = 7$; $\bar{c}_{R\&D} = 5$; $c_{check} = 1$. Такое соотношение модельных параметров соответствует теоретическим, а не экспериментальным исследованиям ($\bar{Z}_{R\&D}$ и $\bar{c}_{R\&D}$ - одного порядка), и означает, что научная деятельность является весьма рискованной и низкодоходной ($\bar{R}$ лишь незначительно превосходит $\bar{c}_{R\&D}$). На рис. 1 изображены



графики зависимости чистого выигрыша общества U от уровня штрафа за дублирование предшествующих работ C_{doubl} , который изменяется от 0 до 15 (т.е. приблизительно вдвое превышает ожидаемый частный выигрыш ученого, выполнившего оригинальную работу). При этом требования к уровню оригинальности исследовательских программ таковы, что максимально возможное количество удовлетворяющих им работ в данной области $N_{\max}$ принимает значения 10, 20 и 40 (им соответствуют различные кривые).

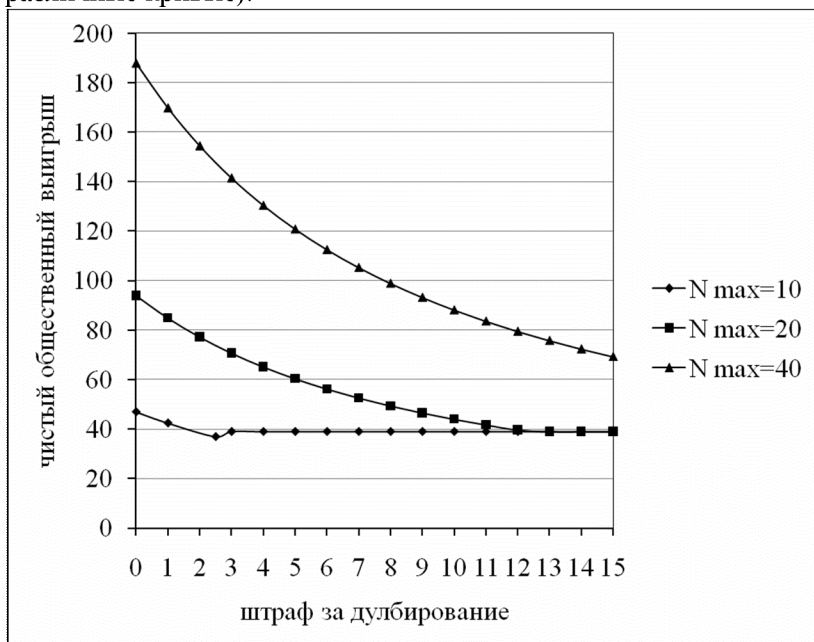


Рис. 1. Зависимость чистого выигрыша общества от уровня штрафа за дублирование ранее выполненных работ

Сравнение графиков показывает, что с ростом штрафа за «изобретение велосипеда», а также по мере ужесточения требований к оригинальности исследовательских программ, целевая функция общества убывает. Наличие горизонтальных участков графиков соответствует выполнению условия (26), т.е. ученым становится выгоднее проверять оригинальность изобретения.



задач до начала исследований, и общество не несет избыточных затрат на дублирование ранее выполненных работ.

Рис. 2 аналогичен предыдущему, однако, в отличие от исходных значений параметров модели, при его построении считалось, что стоимость ознакомления с одной предшествующей работой вдвое ниже: $c_{check} = 0,5$.

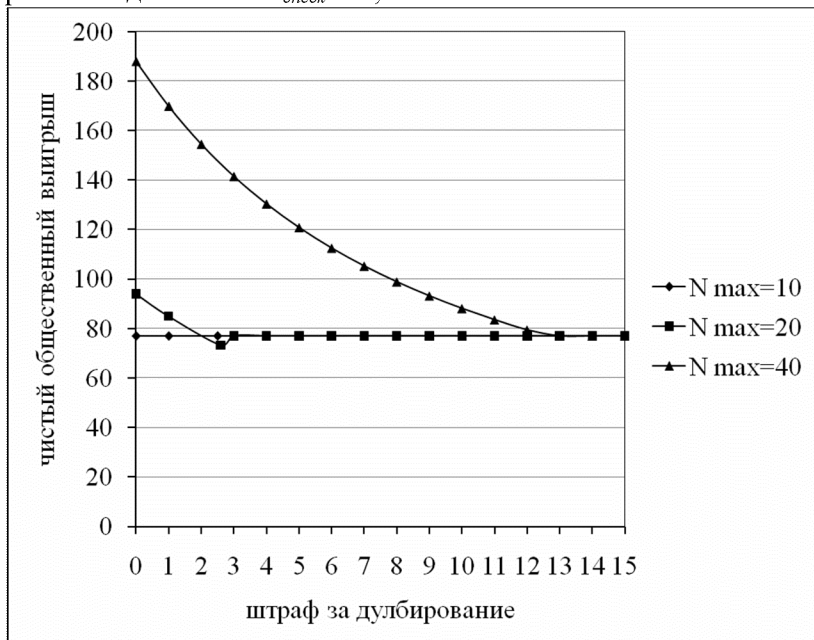


Рис. 2. Зависимость чистого выигрыша общества от уровня штрафа за дублирование ранее выполненных работ (снижена стоимость проверки оригинальности поставленных задач)

По сравнению с исходным случаем, возросла эффективность научных исследований при жестких требованиях к новизне (т.е. при $N_{max} = 10$ или 20). Существенно расширились и поднялись горизонтальные участки соответствующих графиков, поскольку стало существенно дешевле придерживаться «морально-совестной» стратегии. Также можно заметить, что в определенном диапазоне значений C_{doubt} чистый выигрыш при более жестких требованиях к оригинальности ($N_{max} = 10$) даже выше, чем

при менее жестких ($N_{\max} = 20$). Причина – в том, что в этой области параметров при меньших $N_{\max}$ уже выполняется условие (20), и ученые, приступая к работе, добросовестно проверяют новизну поставленной задачи, а в противном случае возможны большие избыточные затраты общества на дублирование ранее выполненных исследований.

На рис. 3, в отличие от исходного рис. 1, принято большее значение частного выигрыша при выполнении оригинальной работы: $\bar{R} = 15$.

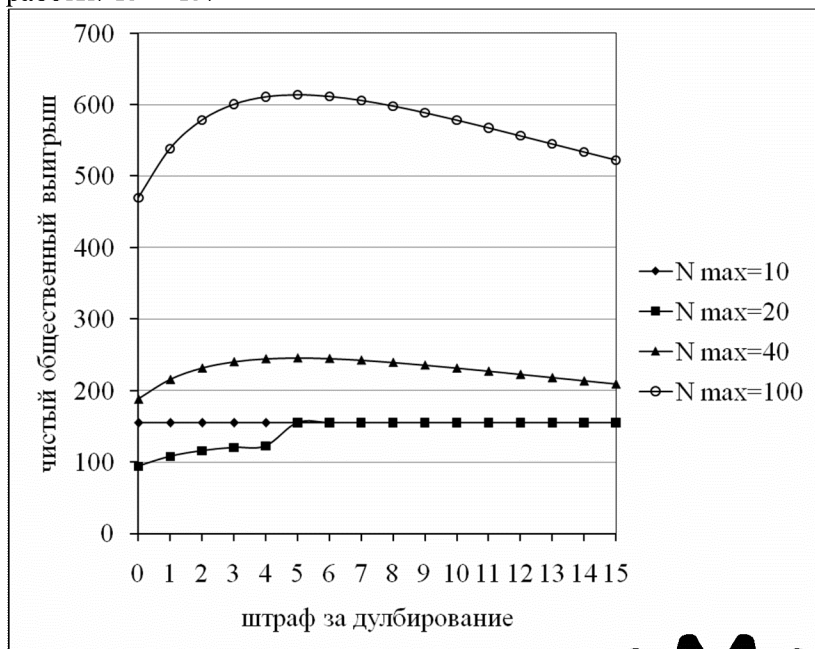


Рис. 3. Зависимость чистого выигрыша общества от уровня штрафа за дублирование ранее выполненных работ (увеличение ожидаемый частный выигрыш при успешном выполнении работы)

По сравнению с ранее рассмотренными случаями, ожидаемая продуктивность научной сферы существенно возросла, поскольку увеличение вознаграждения (более чем вдвое) стимулировало значительный рост научной активности. Как и в пре-



дыдущем случае, при $N_{\max} = 20$ увеличение штрафа за «изобретение велосипеда» даже повышает чистый выигрыш общества, дисциплинируя исследователей и заставляя их добросовестно выбирать направления поиска, не дублируя предшествующие работы. Еще ярче этот эффект проявляется при $N_{\max} = 40$. Можно видеть, что существует некоторая общественно оптимальная ставка штрафа, которая ограничивает неоправданный рост числа дублирующих работ и соответствующих затрат общества. Однако превышение этой оптимальной ставки подавляет исследовательскую активность, что приводит к сокращению ожидаемого выигрыша общества.

На рис. 3 дополнительно построен график для $N_{\max} = 100$, т.е. $N_{\max} = M$. В этом случае любая работа, отличающаяся от предшествующих хотя бы одним квалифицирующим признаком, считается оригинальной. Из рисунка видно, что такое увеличение свободы выбора направления исследований позволило реализовать существенно большее их количество, что положительно повлияло на продуктивность данной области науки. Заметим, что если бы все исследования координировались централизованно, с общественной точки зрения было бы оптимальным реализовать все 100 исследовательских программ, и чистый выигрыш общества составил бы $(4000 - 20 \cdot 100) = 2000$, что существенно выше максимальных значений, полученных выше даже в самых благоприятных случаях. Однако в предлагаемой модели учитываются затраты на самостоятельную проверку учеными оригинальности поставленных ими задач, либо затраты на выполнение дублирующих исследований (в этом случае, чтобы реализовать все 100 различных исследовательских программ, фактически придется выполнить в несколько раз больше исследований). Централизованный выбор направлений исследований для каждого ученого является настолько существенным ограничением свободы научного творчества, что в реальности скорее приведет к блокированию производства новых знаний, чем факторы, учтенные в предлагаемой модели.

Также можно заметить, что ослабление требований к оригинальности научных работ (т.е. увеличение $N_{\max}$ вплоть до M) сильнее влияет на значение целевой функции общества, чем



изменение штрафа за дублирование ранее выполненных работ. Анализ показывает, что в определенных, весьма реалистичных условиях с общественной точки зрения целесообразно ослабление жесткости требований к научной новизне исследовательских программ, а также наказания «изобретателей велосипеда» - более того, последних иногда целесообразно поощрять (или, по крайней мере, поддерживать соответствующие исследования в объеме потребных частных затрат $\bar{c}_{R\&D}$ и минимального гарантированного дохода исследователям). С общественной точки зрения, может быть выгоднее финансировать многократное дублирование исследований, чем тщательную проверку оригинальности поставленных задач, поглощающую все больше времени и средств. Разумеется, в первую очередь это справедливо для теоретических исследований, а дублирование масштабных экспериментов, требующих уникального дорогостоящего оборудования и т.п., не только неэффективно (даже с точки зрения используемого здесь весьма схематичного критерия), но и в принципе нереализуемо в рамках экономических возможностей общества.

Может последовать резонный вопрос: какой смысл имеет выполнение дублирующих исследований, если даже ознакомление с N ранее выполненными работами является неоправданно трудоемким? Можно ли в этом случае рассчитывать на то, что очередная $N+1$ -я работа в данной сфере не останется без внимания? Однако следует различать ознакомление с результатами и с полным описанием процесса исследования, методов и др. Последнее (неизбежно выполняемое в рамках проверки оригинальности исследовательской программы) существенно более трудоемко. Поэтому обоснованная выше практическая рекомендация не лишена смысла.

6. Рекомендации по корректировке институтов научного сообщества

Прежде всего, необходимо выработать рекомендации по корректировке институтов российского научного сообщества, для которого, как отмечено во введении, проблема дублирова-



ния ранее выполненных исследований особенно актуальна. Ряд ученых российского происхождения, тесно интегрированных в зарубежное научное сообщество, считает нецелесообразным сохранение российской науки именно под предлогом ее «вторичности», обилия дублирующих исследований, см. [□3]. В свете полученных выше выводов, этот тезис представляется отнюдь не бесспорным. «Изобретение велосипеда» (разумеется, добросовестное) является гораздо более экономичным и быстрым способом повышения квалификации имеющейся подготовленной и работоспособной части отечественных ученых, по сравнению с фактически предлагаемой ликвидацией российского экономического научного сообщества и созданием его заново из студентов, которых предлагается обучить передовой экономической науке за рубежом. Заметим, что, помимо собственно выполнения научных работ, «изобретатель велосипеда» самостоятельно ставит научную проблему и планирует ее решение, а сохранение таких компетенций может быть даже важнее повышения «технической» квалификации, позволяющей непосредственно выполнять исследования по заданной программе. Кроме того, в сфере прикладных экономических исследований и разработок, проводимых в интересах конкретных регионов, предприятий и отраслей, вероятность «изобрести велосипед» принципиально невелика, в силу специфики объектов приложения.

Некоторые качественные выводы данной работы могут быть актуальными не только для российского, но и для мирового научного сообщества. По мере усиления роли математического аппарата в экономических исследованиях, некоторые исследователи склонны придавать математическим структурам значение решающего признака научной новизны, безотносительно к предметной области, где эти структуры применяются, качественной интерпретации результатов расчета и т.п. Однако математический аппарат является лишь инструментом исследования, а модели и методы служат лишь элементами, из которых вполне могут складываться принципиально новые идеи. Наглядным примером такого «модульного» подхода является модель оптимального спроса на деньги и предложения депозитов Баумоля – Тобина, см. [□8]. Несмотря на то, что в основе



этой модели, с математической точки зрения, лежит простейшая модель управления запасами, известная как *модель Уилсона* (см., например, [□7]) с 1915 г., и признание этого факта отражено в названии статьи У. Баумоля, мировое научное сообщество высоко оценило вклад ее авторов в науку. Один из них был удостоен в 1981 г. Нобелевской премии по экономике, в т.ч. «за анализ состояния финансовых рынков», в котором важную роль сыграла упомянутая модель. Широко известная математическая структура была применена для ответа на новый вопрос – для оптимизации запасов не товаров, а наличных денег в портфелях активов. Можно привести множество подобных примеров из самых разных областей науки и техники.

Кроме того, необходимо учитывать, что многие экономико-математические модели являются, по выражению П. Самуэльсона, *моделями «качественного исчисления»* [□9], и их реальная ценность ограничивается возможностью получения приближенных оценок и качественных выводов. Такие модели должны быть «мягкими», или *структурно устойчивыми* (подробнее см. [□1]), т.е. использование тех или иных классов функциональных зависимостей, при сохранении качественного характера их поведения, не должно оказывать влияния на качественные выводы и порядки величины модельных оценок. Следовательно, многообразие конкретных вариантов математической спецификации таких моделей не привносит содержательной новизны в результаты исследований. Таким образом, с одной стороны, сходство спецификации математических моделей еще не означает сходства научных работ, а с другой стороны – различие спецификации моделей не гарантирует принципиального различия работ. Поэтому абсолютизация математических структур как решающего признака научной новизны и неформальна, и неэффективна с точки зрения развития науки. Более того, ужесточение требований к новизне работ именно в отношении математической спецификации моделей, как ни парадоксально, стимулирует «изобретение велосипеда», причем, чуждым и лишним. Стремясь обойти формальные ограничения на применение ранее использованных математических структур, исследователи будут вынуждены, отражая те же качественные закономерности,



изобретать новую спецификацию, по существу, одной и той же «мягкой» модели. В принципе, авторы модели Баумоля – Тоби-на могли разработать новую модель управления запасами, более сложную, чем модель Уилсона, однако это не повысило бы научной ценности предложенной ими модели спроса на деньги и не изменило бы качественного характера выводов.

Ученые, занимающиеся реальными исследованиями в той или иной области, обратят внимание на сильное упрощение, содержащееся в предпосылках предложенной выше модели выбора научной программы. Предшественники данного исследователя рассматриваются здесь как его конкуренты, а предшествующие работы – как ограничители свободы научного поиска. Более естественная и продуктивная организация исследований подразумевает не конкуренцию, а кооперацию в научном сообществе. Как обосновано, например, в [□4], предшествующие работы следует рассматривать как фундамент будущих исследований, источник знаний и плодотворных творческих идей, а их авторов – как коллег и союзников, а не соперников. Тем не менее, ужесточение конкуренции сокращает возможность таких, безусловно, более здоровых отношений в научном сообществе. В итоге знакомство ученых с чужими работами все в большей степени является проверкой «патентной чистоты», а не взаимным обогащением плодотворными идеями. В современную науку привносятся стандарты конкуренции, свойственные даже не бизнесу, а профессиональному спорту. Проведенный анализ дает определенные основания утверждать, что это – непродуктивный путь развития институтов научного сообщества.

7. Заключение

С помощью экономико-математических моделей показано, что для повышения общественной эффективности генерации знаний, при определенных условиях может быть целесообразным ослабить:

- требования к оригинальности научных работ (в особенности – формальные, касающиеся спецификаций математических моделей), что позволит избежать блокирования генерации



новых знаний задолго до получения наиболее значимых результатов в данной области науки;

- наказание за дублирование ранее выполненных исследований, что позволит направить силы и средства непосредственно на поиск новых знаний, а не на проверку и доказательство оригинальности постановки научных задач, поглощающую все больше ресурсов.

Предложенные в данной работе модели, а также полученные с их помощью качественные выводы и рекомендации сами, в свою очередь, могут оказаться неоригинальными, в силу простоты используемого инструментария и актуальности изучаемой проблемы для многих исследователей (как в России, так и за рубежом). Однако, как показывает проведенный выше анализ, это не снижает их практической значимости.

Литература

1. АРНОЛЬД В.И. *“Жесткие” и “мягкие” математические модели* - М.: МЦНМО, 2000 – 32с.
2. БАЛАЦКИЙ Е.В. *Мировая экономическая наука на современном этапе: кризис или прорыв?* // Наукоеведение – 2001 - № 2 - С. 68-72.
3. ГУРИЕВ С.М., ЛИВАНОВ Д.В., СЕВЕРИНОВ К.В. *Шесть мифов Академии наук* // Эксперт – 2009 - № 48 (685).
4. ЗАЙМАН Дж. *Информация, связи, знание* // Успехи физических наук – 1970 - Т. 101 - ВЫП. 1, С. 53-69.
5. ПОЛТЕРОВИЧ В.М. *Кризис экономической теории* // Экономическая наука современной России – 1998 (№ 1) - С. 46-66.
6. ПОЛТЕРОВИЧ В.М., ФРИДМАН А. *Экономическая наука и экономическое образование в России: проблема интеграции* // Экономическая наука современной России – 1998 - № 2 - С. 112-122.



7. РЫЖИКОВ Ю.И. *Теория очередей и управление запасами* - СПб.: Питер, 2001 – 384 с.
8. BAUMOL W. *The Transactions Demand for Cash: An Inventory-Theoretic Approach* // Quarterly Journal of Economics - November 1952 - VOL. 6 - PP. 545-556.
9. SAMUELSON P. *Foundations of Economic Analysis* / Cambridge: Cambridge University Press, 1948.

