

3.4. Наукометрия. Научный потенциал научных достижений

НАУКА КАК ВЫГОДНОЕ ВЛОЖЕНИЕ СРЕДСТВ

Академику Л.А.АРЦИМОВИЧУ принадлежат слова: "Наука есть лучший современный! способ удовлетворения любопытства отдельных лиц за счет государства".

Действительно, за последние десятилетия во всех промышленно развитых странах рост затрат на науку значительно превышали рост валового национального продукта.

Люди давно уже поняли, что затраты на хорошо организованную науку - это не голые потери, обусловленные модой или престижем. Затраты на науку - это авансированная стоимость, возвращающаяся как прирост дохода, при том больше роста дохода от вкладов в материальную сферу. Так, по данным академика С.Г.Струмилина, национальный доход в СССР с 1927 по 1967 годы возрос за счёт увеличения рабочей силы с 4,8 млрд р. до 10,4 млрд рублей, а за счёт роста производительности труда - с 1,3 до 227 млрд рублей, в том числе за счёт вложений в технику с 0,14 до 43,4 млрд руб. и за счёт вложений в науку, культуру и пр. - с 1,16 до 184,2 млрд. руб. Продукт науки, на создание которого затрачен 1 рубль, дал в 1964-68 году такой же прирост национального дохода, как 3,6 руб., потраченных на расширение традиционных производственных фондов. Оказывается, наука - не только способ удовлетворения любопытства.

Но по производительности труда ученые коллективы крайне неодинаковы. Вопрос состоит в правильной организации стимулы «по результатам». Однако далеко не всегда речь следует ставить о введении стимулов только по результатам внедрения научных исследований в производство: во-первых, не всякая наука обязана сейчас же заканчиваться таким внедрением, а во вторых, именно наиболее ценные научные результаты внедряются через цепочку коллег, и оставлять те или иные ее звенья без стимулирования было бы слишком нерационально. Придется поставить вопрос так: пусть данные исследования не внедрены, но они хотя бы что-то изменили в производстве научных знаний?

Здесь будет приведена методика оценки научной результативности научных работ с почти полным повторением доказательной базы и статистических данных на момент завершения ее разработки (ок. 1985 г.). Ясно, что за это время и они, и доказательная база, и статистика существенно изменились, хотя при необходимости, т.е.

при актуализации вопроса внедрения данной методики, все ее константы могут быть легко перепроверены.

Что за это время осталось практически неизменным – так это правило представления научных работ в виде публикаций в профессиональной печати. А это основной элемент, который используется в данной методике.

В мире, как явствует из науковедческой литературы, установились определенные «приличные» нормы публикуемости ученых. Для американских авторов это порядка 2 - 5 статей в год¹ - Говорить о значимости и новизне публикуемого материала при таких требованиях к частоте публикаций невозможно, ведь надо успевать их хотя бы как следует оформить.

Весь этот поток, выраженный в количестве страниц, статей и книг, вне зависимости от общественной значимости и вреда существа написанного, занимает равное место на очень дорогой странице бумаги, отнимает дорогое время наборщика и неизмеримо более дорогое время и внимание читателя – инженера и научного работника, и все это выливается в значительные общественные потери.

ГЛАВНЫЕ ПОТЕРИ здесь, если разобраться, кроются в следующем:

- в том, что многократно пересказанные данные, напечатанные одним шрифтом или произнесенные одинаковым голосом, каждый раз стремятся вызвать иллюзию значимости и достоверности и приводят к неоправданному напряжению внимания читателя; - хотя само по себе повторение без дополнительной перепроверки не приводит к повышению достоверности;

- в том, что избыточная и сверхизбыточная информация требует для передачи тех же каналов, что и основная, она засоряет каналы связей, перегружает портфели издательств, до нескольких лет удлинняет время публикаций ожидающей своей очереди действительно ценной информации, резко осложняя их поиск и обработку. Не удивительно, что эта ситуация сейчас оценивается как информационный кризис. Специалисту сейчас нужны НЕ столько полные, сколько обобщенные, обработанные и прагматически оцененные данные. Однако общая мера и существующий порядок оценки любой работы по ее объему и внутренней респектабельности сводит до минимума попытку к осмыслению, обобщению и взаимной упорядоченности получаемой информации. Отсюда следующий вид потерь, следующее отрицательное след-

¹ ЭКО, 1986, № 3, с.182.

ствие существующего порядка публикации:

- это затрудняется построение иерархической лестницы обобщений научных достижений - необходимое средство для быстрого поиска, правильной их оценки и использования.

Считается, что кумулятивность, "собирательность", обобщенность в науке намного выше, чем в технике. Это объясняется тем, что по сравнению с техникой, где новые объекты создаются для полной замены устаревших, в науке (как предполагается) ничто ничего не отрицает и последующее в какой-то степени содержит все, сделанное ранее до этого .

Однако, во-первых, это не совсем так: хотя и существует такой этикет – не отрицать кем-то ранее сделанное, но все же лучшие, наиболее принципиальные исследования все же вольно или не вольно, но чаще всего делают ненужным многое из ранее сделанного. И с другой стороны если новый технический объект полностью заменяет старый, то это не значит, что он не содержит в своем существовании элементы старого. Обновление практически никогда не бывает стопроцентным. Следовательно, в техническом развитии тоже сохраняется определенная преемственность стержневых, о б щ и х принципов в конструкциях и технологии. Больше того, нетрудно себе представить ситуацию, когда степень обобщения новой технической конструкции значительно выше степени обобщения конструкции научной.

Конечно, чаще всего эти находки бывают скрыты в нагромождении конструктивных признаков, мелких схемных решений, из-под которых основную идею, стержень удастся освободить или временем, или талантливому исследователю (но реже всего самому конструктору).

И все же если иметь в виду "нормальную» науку (термин Т.Куна²), ее повседневную деятельность по решению стандартных теоретических и практических задач в пределах устоявшейся парадигмы (в смысле используемых наборов готовых предписаний), то кумулятивность научных результатов такой деятельности оказывается действительно невысокой: все они находятся под единой крышей своей давно установившейся парадигмы. Как и в технике, уровень обобщения и, соответственно, обновления знаний в таких результатах будет минимальным.

² Кун Т. Структуры научных революций, 1979 г.

Нас процесс «нормальной» науки интересует только в том смысле, что он своей массой, пусть медленно, но подготавливает, должен подготавливать почву для науки "экстраординарной", для революционных скачков. Наука не стремится к идеалу, который подсказывается нашим представлением о кумулятивности развития. - считает Т.Кун, - Чаще всего основанием для кризиса в науке служит неспособность справиться с техническими задачами, а не "прямое сопоставление с природой". И не поиск правды. Кстати, это касается и наших работ в данном направлении: Начинались они от возмущения наблюдаемыми противоречиями в имеющемся расчетном аппарате или отсутствием такового при явной потребности в нем. А продолжались при находках требуемых изменений и ставились на рабочий стол при сопоставлении результатов от второго относительно первых. Очевидно, все, для кого амбиции не являются главным двигателем их существования и для людей, не бедных идеями, так, собственно, и бывает.

Так вот, революционные скачки, выход за пределы устоявшейся парадигмы - это и есть отрицание или значительное обновление ранее сделанных обобщений и в науке, и в технике. И где бы, среди деталей каких частных технических или научных решений они ни были получены, их необходимо выявлять как можно раньше. Или придумывают новые, более непротиворечивые решения. Заметим, что решение частных задач через выход на другую вершину - это не еще одно рядовое решение. Это зачастую единственный выход из создавшегося кризиса в науке, технике или экономике. Это – скачок в новое качество, имея в виду в данном случае качество в философском смысле, как характеристика «вещи в себе».

По сути это близко соответствует уже упоминаемой первой теореме Гёделя (о неполноте формальных систем), которая гласит, что в пределах любой знаковой системы рано или поздно возникают задачи, разрешимые лишь в рамках другой, более общей системы³.

³ К.Херринг. Потонуть в потоке информации или отобрать существенное. Необходимость в обзорах.- Успехи физических наук, 1960, т.98, № 2, цитируется по кн.: Михаил-

Интересно замечание Т.КУНА, которое он вводит в рассуждения о революциях (научных - в частности). Он пишет, что нормальными средствами разрешается большинство аномалий, и чаще всего амбициозные заявки на новые теории оказываются беспочвенными. Но, как мы знаем, не всегда.

Поиск новых концепций, обобщений - это труд на порядок более сложный, тонкий и значимый, чем выявление голых фактов. Кризис информации в наши дни качественно отличается от того, что было когда-либо в прошлом. Он может привести к заметному замедлению прогресса науки. Чтобы устранить эту угрозу, и необходим творческий синтез и сведение воедино фактов и идей. Без этого даже диссертация останется результатом сизифова труда по созданию наукообразия. "В конце концов, задача науки состоит в выявлении простого из сложности природы, и едва ли меньший подвиг воссоздать простоту из сложности литературы". Попросту говоря, этот подвиг означает, если иметь ввиду известное выражение Антуана де Сент ЭКЗЮПЕРИ, увидеть собор из-под камней,

Увидеть и подчеркнуть сделанное теми, кто сумел подняться хотя бы на два-три этажа над катакомбами многочисленных иногда заплесневелых подвалов, чтобы увидеть новые горизонты, - смысл введения нами уровня обобщения, см. предыдущий раздел.

Самая непосредственная связь техники с экономикой, жесткие рамки конкуренции дали когда-то толчок к появлению технического патента, удостоверяющего синтез изобретения - т.е. нового технического решения. Строгие рамки составления описания и формулы изобретения учат конструктора мыслить четко и определенно, экономят конструкторскую мысль, не допуская (при хорошей организации изобретательства) ненужного дублирования, требование полезности и творческого характера изобретения предохраняют информационные каналы от засорения пустой породой. (Хотя отсутствие общеобязательной прагматичной оценки и многие другие пороки

несовершенства существенно снижают это достоинство).

Между тем, наука, научные методы имеют свои, и весьма ценные свойства, которые позволяют объяснить действенность и устойчивость науки как социальной системы. И в то же время требуют перенять у системы организации техники многое в ней полезное.

Прежде всего, отметим тот факт, что "нормальная" наука обладает замечательно организованными средствами формализации данных и их обработки, позволяющим на 90% решать задачи без обращения к такому редкому человеческому таланту, как дар творчества. Нормальная наука "демократична", она способна решать многие задачи (конечно, не самого высшего класса) на потоке, прибегая к уже отработанным алгоритмам.

Это и хорошо, и плохо. Хорошо, что экономит затраты, а плохо то, что в науку проникает масса посредственностей, которые благодаря установившимся всюду так называемым принципам «демократии» или, как сейчас говорят, охлократии, способны активно давить всех, кто нарушает их покой. В науке это делать проще, чем где-либо еще.

До самого последнего времени связь между достижениями науки и экономикой казалась весьма призрачной и неопределенной. Сейчас эта связь уже видится как намного более тесная. Теперь вопрос состоит в том, чтобы показать не только вклад науки в технику, но и науки в науку и, следовательно, ее главное достоинство: дальновидение, умение менять, иногда радикально, ранее сделанное, обнулять целые тупиковые направления. То есть научиться самообновляться. Иначе привнесение любой свежей идеи, конструирование любой новой блестящей научной конструкции, обнуляющей труд одного-двух-десяти светлейших академиков, навсегда будет считаться как пощечина всему научному сообществу, а не им лично. И как всегда будет организовываться круговая самооборона с привлечением по возможности всего доступного административного ресурса, вплоть до религии и партаппарата. Сегодня, кстати, не менее эффективно, чем ранее.

Наиболее трудным для нас оказалась выработка подхода к определению появляющегося при появлении значимого научного достижения, кроме эффекта прагматического, социального или экономического, эффекта по научной сфере, т.е. "научного эффекта».

В своей основе он не отличается от того, который проявляется при воздействии новшества на сферу материального производства, а принципы его оценки - от принятого в методике оценки изобретений. То есть определяется через масштаб задачи - поток ценностей, на которые воздействует оцениваемая работа, и степень воздействия.

Все дело в том, как определить этот поток и эту степень воздействия.

Нами предпринималось много настойчивых попыток найти подходы к оценке этих показателей. Эти атаки начались сразу после синтеза соответствующей формулы для изобретений и подтверждения ее правильности (в том числе и синтезом ее двумя самостоятельными путями). Несколько лет таких попыток, насколько сейчас нам ясно, все же оказались успешными, позволили нам найти нужный подход и синтезировать достаточно обобщенный показатель научной значимости научных разработок, вообще научных достижений (НД).

Конечно, судя по количеству неудавшихся пока попыток совсем в другой области – в создании единой теории поля, которую по сложности можно сравнить с данной проблемой, наша попытка, возможно, тоже окажется далеко не последней. Но пока на горизонте ничего подобного не наблюдается.

Оговорим некоторые ограничения, термины и аксиомы, принятые для выработки последующих положений.

.Общим допущением было предположение о возможности одинакового подхода к оценке и научных достижений, и изобретений как средств целесообразной реорганизации общественного производства. Это предположение основывается на утверждении единства аналитической и синтетической сторон деятельности человека. Успехи одной сопровождаются (должны сопровождаться) успехами другой. Там, где

найден ответ на вопрос “почему так есть?”, находится и ответ на вопрос “как это использовать, чтобы сделать?”. А если удалось что-то сделать вслепую, то вскоре приходит и понимание причин. Труд теоретика неизменно сопровождается конструированием мысленных моделей, а конструирование технических моделей всегда делается через предыдущее или последующее понимание происходящих в них процессов. При этом по своей физической сути процессы промышленного и технического конструирования (неважно, будут их результаты потом оформлены в виде статей, заявок на изобретения или нет) в принципе адекватны, и вопросы оценки творческой компоненты здесь могут быть, по-видимому, решены одинаково. В равной степени, с повышением производительной мощности науки, от научных достижений, как и от изобретений, общество ждет соответствующей отдачи в виде повышения эффективности общественного производства – материального или научного.

Следует напомнить здесь принятый подход к оценке изобретений (см. раздел 2.1). Он предполагает определение годового эффекта изобретений (**Эг**): выигрыша от его использования в полном объеме по стране, который определяется через масштаб годового производства в стоимостном выражении **М** (руб/год), на которое воздействует изобретение, и сравнительную эффективность воздействия (**Е**), учитывающую, во, сколько раз повышается ценность результата, уровень качества (**К**), и во сколько удорожает производство (**Д**). В итоге используется ранее приведенное выражение: $Эг = М \cdot Е = М (К - Д)$; но в дальнейшем там, где речь пойдет о научной значимости, чтобы ни у кого не возникла мысль воспользоваться аппаратом оценки уровня качества, изложенным в разделе 2.2, наименование показателя Уровень качества **К** мы заменим на Ценность (научную ценность) **Ц**.

Кроме того, как было видно из предыдущего раздела, при оценке изобретений учитывается творческий уровень изобретения, определяющий проявление уровня творчества в общественном (не индивидуальном) смысле, а именно: достаточно высокого уровня обобщения (новизны) найденного решения, устойчивости решения как системы – во времени и пространстве (т.е. независимость от действия таких дестабилизирующих факторов, как: исключение, замена и перестановка элементов изо-

бретения), а также неочевидность найденного решения. Завершается все это оценкой достоверности предъявленной информации в зависимости от степени ее проверки и апробации (см. пред. раздел).

О НАУЧНОЙ ЗНАЧИМОСТИ НАУЧНЫХ РАБОТ.

При попытке найти величину потока ценностей, подвергаемых воздействию оцениваемой *научной* работы, пришлось воспользоваться целой системой аксиом⁴.

1. **Аксиома влияния через печать:** общественно-значимые результаты всякой научной разработки, за небольшим исключением, публикуются - для информирования возможных потребителей и для защиты приоритета.

2. **Аксиома взаимного влияния:** всякая научная разработка (тем более, если она не имеет непосредственного выхода на материальное производство) должна воздействовать хотя бы на производство и циркуляцию научной информации. В этом - смысл понятия "научная работа". Вследствие всеобщего закона дорожания рубля и неуклонного прогресса нужные в далеком будущем разработки следует делать в этом будущем. Иначе может оказаться, что влиять будет не на кого и не на что.

3. **Аксиома спроса через спрос:** без учета специфики различных направлений (естественно-научные или гуманитарные, химические или физические, фундаментальные или нормативные...), если исключить случайные или намеренные ошибки, то:

3.1. Общественная значимость решаемых задач определяет средства, выделяемые обществом для их решения.

3.2. Требуемая народнохозяйственная и определенная научная значимость полученных результатов решения (т. е. полученной и выпущенной «в свет» новой информации) определяет объем и тираж публикаций результатов по решаемым зада-

⁴ Здесь термин "аксиома" применяется в смысле начальных условий. См. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М., "Наука", 1975. с. 8.

чам.

Таким образом, общественный спрос на литературу с изложением результатов научных разработок положительно коррелирует с общественным спросом на эти результаты и, соответственно, с их оплатой обществом.

Обратное является ошибкой ученого сообщества, не умеющего распознать общественные потребности и должно быть исправлено при введении правила оценки общественной, прежде всего социальной и экономической значимости всех работ. Это – задача ЛПР.

4. Аксиома обратного будущего: если бы результаты оцениваемой разработки были известны исполнителям уже опубликованных работ до начала их выполнения, то с определенной вероятностью результаты оцениваемой работы даже вопреки собственным амбициям и научной ревности были бы ими учтены, т. е. подвергались бы ее воздействию

5. Аксиома значимости через значимость: значимость результатов научных разработок при прочих равных условиях тем больше, чем:

5.1. Выше значимость других работ, на которые она может оказывать влияние, и чем

5.2. Больше степень этого влияния, вплоть до перечеркивания.

.

Резюме: научные разработки воздействуют друг на друга через печать, общий объем которой тем выше, чем выше общественная значимость излагаемых в ней результатов, а значимость воздействующей публикации определяется значимостью, а следовательно объемом подвергаемой воздействию литературы и степенью воздействия, которое может быть оценено по ретроспективе.

Рассмотрим перечисленные аксиомы подробнее.

1. Аксиома влияния через печать предполагает, что результаты всякой научной разработки, интересные для широкой общественности, проявляются через печать. Во-первых, публикации – это пока самый естественный канал информирования

возможных потребителей о результатах; во-вторых, публикации – это пока. наиболее естественный путь защиты приоритета – своего лично и страны. Особенности интернета здесь не учтены.

В случае перехода только к публикации аннотаций или рефератов (естественно, не в существующем виде, а гораздо более четко формализованных и информативных), вопрос оценки масштаба упростится до минимума, тем более если в данных публикациях будут указываться основные данные о значимости этой работы – эти данные для оценки потенциала оцениваемой работы можно будет использовать непосредственно.

Ограничения: работы нормативного характера, различные секреты производства, закрытые работы и т.д. НД потенциально может влиять на такие работы, возможно даже наверняка влияет, а учесть их для полноты оценки нельзя. Если оцениваемая работа - действительно научная работа, а не нормативная или целевая (и тогда ее масштаб может быть определен через сдвиг социально-экономических показателей), то наверняка найдутся еще какие-либо научные разработки, в которых может понадобиться полученный результат.

Элементарный подсчет количества непубликуемых изобретений в СССР (по Бюллетеню изобретений) показало, что тогда не публиковалось не более 20%. Это значит, что по этим причинам ошибка в расчете масштаба задач в среднем не будет превышать 20%.

Но есть здесь и некоторые явные ограничения. Их можно себе представить с двух сторон:

а) на эту тему разработки уже не ведутся, но получен результат, который может представлять значительный интерес для общества и сейчас;

б) на эту тему работы широко еще не ведутся, ибо оцениваемая работа опередила свое время (или наоборот отстают от времени ее современники).

В обоих случаях стоит вопрос точно так же, как и в случае с изобретениями: авторы опоздавших или опередивших время работ должны будут показать, какой социально-экономический эффект могут дать их работы обществу, что из сегодня мате-

риально производимого надо будет менять и сколько оно (это производимое) стоит обществу сейчас. Заметим, что в любом случае работа высокого класса будет отмечена если не потенциалом, то во всяком случае высоким творческим уровнем.

Итак, вторая аксиома предполагает, что для оценки воздействия оцениваемой работы на массив других вовсе нет необходимости изучать “кухню” этих других работ: время и условия их создания, состав исполнителей и т. д. Достаточно обратиться к изучению публикаций результатов этих разработок.

2. Аксиома взаимного влияния предполагает, что научная разработка: а) может сразу же использоваться в материальном производстве или по крайней мере б) может воздействовать на циркулирующую информацию, или в) вовсе бесполезна.

Таким образом, предполагается, что ценность научной разработки может быть определена по влиянию на производственные показатели и/или на другие научные разработки. В случае “а” масштаб задачи будет определяться среднегодовыми затратами на производство продуктов, показатели которых меняются от воздействия оцениваемой работы. Это наиболее простой, но редкий случай, который легко рассчитывается (р. 2.1, 2.2).

В случае “б” масштаб тоже определяется среднегодовыми затратами – но на научные разработки, на которые воздействует оцениваемая работа. Как при этом определить эти затраты? Как и в случае “а” можно воспользоваться сведениями о стоимости этих разработок, но в большинстве случаев этот путь маловероятен, и этой теме пришлось уделить немало внимания, чтобы получить нужный результат, см. ниже.

Случай «в» рассматривать здесь не будем.

3. Аксиома спроса через спрос предполагает, что общественный спрос на результаты определяет и материальные затраты на их получение, и объем публикаций о них, с учетом тиража (общий объем). Следовательно, величина затрат на разработки, их общественная значимость и общий объем публикаций с результатами этих разработок должны коррелировать. Именно на этом основывается научный подход и расчетные методы, используемые в этом разделе.

Если это не так, то это явный недостаток, и он должен быть исправлен (хотя бы введением рассматриваемой процедуры общей оценки научных достижений).

4. Аксиома обратного будущего предполагает, что появившись НД немного (хотя бы на год) раньше своего настоящего срока выхода в свет, другие опубликованные за этот год работы учли бы ее результаты, т. е. подверглись бы воздействию НД. А если это так, то оценить работу в момент ее выхода можно, исключая возможность за год очень резких перемен в общественных интересах и потребностях.

Конечно, из этого вывода вовсе не следует, что незачем было торопиться с публикацией оцениваемой работы, раз она влияет одинаково и в этом, и в следующем году. Наоборот: выход оцениваемой работы на год раньше позволил бы улучшить результаты уже прошлогодних работ, возможно даже сэкономить на их выполнении. Здесь и выше для простоты рассуждений не учитывается очень проблемная готовность ученых и разработчиков воспринимать кем-то полученные полезные для своих работ результаты и т. п. Конечно, скорее всего амбиции это сделать не позволят. Но внешними аудиторами это может быть четко замечено.

Очевидно, что полнота и непротиворечивость данной системы аксиом потребует дополнительных исследований, она явно идеализирует действительность. Но основываясь на них, мы пришли к выводу, что оценить значимость сделанной разработки можно на основании ретроспективной оценки ее возможного влияния на предшествующие разработки с ранее опубликованными результатами, причем для оценки влияния достаточно исследовать только публикации.

5. Аксиома значимости через значимость предполагает, что значимость оцениваемой работы будет тем выше, чем выше значимость тех работ, на которые она влияет, и чем больше степень этого влияния. Например, НД приводит к заметной корректировке результатов или к выводу о частичной или полной неправильности результатов в среднем за год десяти разработок (назовем их воздействуемыми), каждая стоимостью 100 тыс. руб. В этом случае масштаб задачи НД – 1 млн. руб. Особый вопрос – оценка степени влияния. При этом будет стоять вопрос о величинах

значений C_n и D_n . Они означают буквально следующее: если исполнители тех десяти пробных работ постараются учесть результаты НД, то во сколько раз изменится стоимость получения их собственных результатов (например, при их учете будет ясной необходимость применения дорогостоящих расчетов на ЭВМ или, наоборот, такая необходимость отпадает) и во сколько раз результат станет лучше или хуже (например, повысится достоверность результата, существенно изменится направленность выводов, расширится сфера использования результатов работ и т. д.).

Без экспертных методов здесь не обойтись. Но степень произвольности при этом будет существенно ограничена. Так, если эксперты сочтут, что оцениваемая работа на пробные 10 работ не влияет, то $C_n = 1$, $D_n = 1$. Едва заметное влияние будет оценено коэффициентами 1,1... 1,2. Полное исключение необходимости выполнения прежних воздействуемых работ при наличии данной НД приведет к увеличению C_n до 2. Тогда, при отсутствии удорожания результата, годовой научный потенциал научной работы равен $\mathcal{E}_n = M_n (C_n - D_n) = M_n (2 - 1) = M_n$, т. е. потенциал оцениваемой НД окажется равным суммарному масштабу M_n десяти воздействуемых работ.

Итак, если считать верной аксиому значимости через значимость, можно утверждать, что оценить значимость разработки можно, определив значимость работ, подвергаемых ее воздействию.

Ограничения: те же, что и в аксиоме 3. Эта аксиома определила наиболее универсальный и доступный путь к определению Масштаба научной задачи – через объем публикаций работ воздействуемых – но не оцениваемых, как это предлагает большинство исследователей до сих пор.

Если принять эту систему аксиом, то всё остальное – только вопросы техники.

Пример. В среднем по СССР, выделившей в 1976 г. на науку $17,7 \cdot 10^9$ руб., в том же году объем научных публикаций составил $0,85 \cdot 10^9$ печатных листов-оттисков (пло). Тогда средняя стоимость труда, результаты которого представлялись в одном листе-оттиске, $M^{\circ}_n = 21$ руб./пло, а научный масштаб любой НД будет равен

$$M_n = M_n^o \times \text{Об}_m \text{ руб/год,} \quad (3.17)$$

где Об_m – среднегодовой объем публикаций по данному вопросу, пло/год. Здесь следует повторить: все расчеты здесь проведены на основе статданных за указанный выше период и причем только по нашей стране. При необходимости все перерасчеты могут быть проверены на год возникновения этой необходимости, для страны, которая кого-то интересует, и даже уточнить по какой-нибудь отрасли.

Попробуем упрощенно и может быть популярнее возможного предела нарисовать на условном примере процедуру определения потенциала какой-либо научной разработки, законченной, например, в 1980 г. и касающейся вопросов теории хлебопечения.

Изучаются эти процессы давно, речь идет только о некотором усовершенствовании процесса хлебопечения и выработке новой модели, объясняющей появление пустот в мучной массе. Будем считать, что исследователь был достаточно добросовестным и первую часть, с описанием существа усовершенствования, подал с необходимыми рекомендациями, позволяющими непосредственно внедрять предложенное в производство, был проведен и расчет социально-экономического эффекта. Оценка получаемого при этом годового социально-экономического эффекта – это были вопросы, рассмотренные выше. Вкратце это выглядит так. Проведенные исследования показали, что при некотором увеличении исходного сырья (удорожание $D_n = 1,02-1,03$) возможно значительное увеличение выхода продукта (на 10–12% – т. е. в $K_n = 1,10-1,12$). Исследователю было известно, что данное предложение может быть внедрено только для производства хлеба одного сорта, “Бородинского”, которого в стране выпускают на сумму 20 млн. руб/год. Тогда работы по этому масштабу **годовой социально-экономический эффект: $\mathcal{E} = M_n (K_n - D_n) = 20 \cdot 10^6 (1,10 - 1,03) = 20 \cdot 10^6 \cdot 0,07 = 1,4 \cdot 10^6$ руб/год.**

Научная значимость НД заключается в создании новой абстрактной модели процессов хлебопечения. Если бы автор данной НД не сумел доказать производственную эффективность своей работы, значимость ее неверно было бы назвать чисто “непроизводительной”, ибо через влияние на другие научные работы это НД, воз-

можно, тоже вышло бы на производство, но с вероятностью и через несколько этапов преломления. Так же, видимо, неверно считать достигнутый выше производственный эффект ненаучным, ибо он был сделан на основе типичных научных методов. Но для разграничения эффектов непосредственного и опосредованного влияния на производственную практику оставим эти названия такими, как они здесь введены.

Итак, рассмотрим, каким образом рассчитывал исследователь научный потенциал своей научной работы.

Он, например, достаточно хорошо знал о работах, выходящих по его тематике. Поэтому ему ничего не стоило подсчитать, что за последние 10 лет в мире можно выделить вышедшие относительно равномерно (тематика устоявшаяся) 16 работ и 2 монографии с разделами, которые могли бы быть заметно изменены, если бы они учитывали его результаты. Общий объем этих работ был подсчитан, исходя из их объема (в печатных листах) и тиража журналов; в книгах пришлось выделить объем соответствующих разделов и учесть также тираж. Пусть при этом оказалось, что общий объем публикаций за 10 лет указанных работ составил $\Pi_m = 0,3 \cdot 10^6$ пло, или за год это около $30 \cdot 10^3$ пло. Тогда масштаб задачи по второй (научной) сфере

$$M_n = 21 \cdot 30 \cdot 10^3 = 0,63 \cdot 10^6 \text{ руб/год.}$$

Для оценки значений \mathbf{C}_n и \mathbf{D}_n по научной сфере пришлось обратиться к нескольким конкретным опубликованным работам, типовым на тот момент времени.

В частности, экспертам, проводящим оценку, было отмечено, что в рамках новых представлений, показанных в НД, опровергался ранее муссируемый в науке вывод о том, что при процессах хлебопечения всегда параметр $A > B$. Этим опровергались конечные выводы относительно принятой невозможности проводить выпечку при повышенных температурах и сокращенной программе. Между тем, на этом строилось большинство режимов выпечки. Снятие запрета заставило усложнить научную разработку технологии (например, на 10%, т. е. в $\mathbf{D}_n = 1,1$ раз), но зато увеличило результативность выводов по сравнению с вышедшими ранее работами по крайней мере в 1.5 раза ($\mathbf{C}_n = 1,5$). Проверка этих выводов на нескольких других работах помогли уточнить среднее значение: $\mathbf{D}_n = 1,1$ и $\mathbf{C}_n = 1,4$.

Таким образом, эксперт (или сам исследователь) сумел подсчитать научный потенциал работы:

$$\mathcal{E}_n = M_n(C_n - D_n) = 0,63 \cdot 10^6(1,4 - 1,1) = 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,3 = 0,2 \times 10^6 \text{ руб/год.}$$

Итак, суммарный **годовой социально-экономический и научный эффект** НД

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_p = (1,4 + 0,2) \cdot 10^6 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ млн. руб/год.}$$

Уже из сравнения \mathcal{E}_p и \mathcal{E}_n можно сказать, что данная работа имеет больше производственный, чем научный уклон. Возможно, для учета “степени производственности” можно ввести какой-либо относительный коэффициент, например процент производственного потенциала $ППП = \mathcal{E}_p/\mathcal{E}_n$. Для фундаментальных работ $ППП \sim 0$. Для чисто производственных работ $ППП = 1$; условие $0 < ППП < 1$, т.е. присутствие и теоретического, и практического компонента было бы, видимо, наиболее благоприятным при решении вопроса о диссертателности научной работы. Хотя все в части стимулирования должен решить суммарный потенциал работы с учетом его срока морального износа.

Однако что касается научной деятельности, то для нее тоже выявлены некоторые отличия в самом понимании показателей творчества по сравнению с изобретениями.

Новизна, перспективность и ранг научной работы

При оценке общей ценности научных работ кроме производственного и научного результата важное значение имеет творческий уровень, который говорит и о нестандартности подхода, и о высоте уровня обобщения.

О том, как высок уровень обобщения прикладных разработок, можно увидеть по иерархической лестнице известных технических решений – например, Международной классификации изобретения (МКИ). Нижний уровень обобщений **Тоб** = 1 означает, что оцениваемое решение влияет или хотя бы касается очень узкого направления; с повышением на “ступень” величина **Тоб** увеличивается, если оценивать грубо, в 10 раз. Точнее он определяется числом подчиненных рубрик, которые, как известно, тщательно устанавливаются на международной организацией, причем далеко не

произвольно, а при существенном переполнении имеющихся – следовательно, здесь выбран вполне обоснованный подход. Если для оценки работ прикладного характера (их, по данным ВАК, сейчас около 80%) можно использовать Международную классификацию изобретений, то для оценок научных работ уже давно назрел вопрос о создании Международного классификатора научных работ (МКН).

Насколько устойчивым к заменам, перестановкам и исключениям, т. е. насколько оптимальным оказалось оцениваемое решение, – это задача лежит на Уровне устойчивости. Оценка производится по минимуму признаков в алгоритме, описывающем достижение, т.е. в его «формуле достижения» (патентная терминология). Конкретнее, расчет ведется путем определения длины алгоритма по количеству слов (**Ксл.**) в формализованной записи существа решения.

Наконец, насколько неочевидным является найденное решение, т. е. во сколько раз больше по сравнению с авторским составом, сделавшим данную работу, число потенциальных разработчиков искало (должно было искать) новое решение и во сколько раз больше времени. За единый срок для оцениваемых достижений принято 2 года – вполне достаточный срок для возникновения идеи, ее обоснования и публикации. Все это и оценивает величина **Тнеоч.**

Излагая некоторые аспекты творчества, включая научное, техническое и организационное (см. разделы выше), можно сделать вывод о их большом сходстве и сделать вывод о возможности использовать для оценки их результатов творчества единый подход.

Достаточно подробное обоснование всех этих показателей дано ранее (при разработке методики оценки значимости изобретений), ниже будут даны лишь некоторые дополнения, касающиеся особенностей научного творчества.

При оценке УРОВНЯ ОБОБЩЕНИЯ **ТО** прикладных наук, как уже отмечено, можно проще всего пользоваться хорошо разработанной системой МКИ. Для оценки **ТО** фундаментальных работ целесообразно строить свои классификации на основе уже имеющихся сведений. Исследования показывают возможность использования для оценки их новизны хорошо разветвленную систему УДК, постепенно расширяемую самими исследователями (если с них это будет требоваться при защите диссертаций, объявлении конкурсов и т.п.).

Стимулирование разработчиков искать максимальное обобщение научных достижений - это стремление подтолкнуть исследователя к поиску работы по обнаружению инвариантов, что близко связано с огромной важности проблемой уплотнения

информации.

Известно, что вся техника в МКИ делится на 625 подклассов; одновременно патентно-релевантными можно считать около 500 разделов, на которые по специальностям разбита вся область научной деятельности в "Положении о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий", ВАК. М.,:1976, с.73-92.

В связи с тем, что в УДК рубрик в два раза меньше рубрик МКИ, учитывая также тот факт, что область охвата УДК раза в два больше, чем МКИ, одна рубрика УДК при оценке принята соответствующей 4 рубрикам МКИ.

УСТОЙЧИВОСТЬ решения. Целый ряд доказательств необходимости такого критерия для творческих решений, не исключая и научное творчество, был дан выше, в предыдущем разделе. Напомним лишь, что критерий простоты является одним из существенных в теории систем. Код идей - самый обобщающий и в тоже время самый емкий. Наиболее общий инвариант системы Коперника, сколько бы томов на эту тему когда-то ни написали, исключительно прост и краток: планеты вращаются вокруг Солнца. А тома нужны только для убедительности современников и ближайших последователей Коперника.

Признание необходимости введения в оценку научных работ критерия устойчивости **ТУ** ставит вопрос о некоторой требуемой минимизации формы представления научных результатов, речь идет о необходимости введения правила завершать любую научную работу "формулой" наподобие "формулы изобретения", установленной во всех патентных системах мира.

НЕОЧЕВИДНОСТЬ РЕШЕНИЯ научной задачи **НЧ** может быть определена прямо, используя понятия, принятые при расчёте ранга изобретения.

Особым может оказаться вопрос о введении в знаменателе количества соавторов по научной работе. Хорошо известно, что в настоящее время число коллективных работ (по сравнению с положением на начало прошлого века) быстро растет. Особенно заметно это явление на примере работ по химии, когда с 1910 по 1965 г.г, доля работ с одним автором снизилась с 89 до 30, в то же время как с двумя - возросла с 18 до 50⁵.

Но, во-первых, если пример с химией, приведенный в книге Г.М. Добровым, дос-

⁵ Мигдал А. О психологии научного творчества. Наука и жизнь, 1976, с.105, Добров Г.М. Наука о науке,- Киев: Наукова думка, 1966,с.163-166

таточно обоснован «производственным характером» тематики, то приводимый им же пример с публикациями по биологии куда менее убедителен. Кроме того, ряд довольно продолжительных собственных наблюдений и признания многих авторов показали, что начиная с определенного количества (около 3) увеличение авторского состава происходит не столько в интересах истины, например, отметить вклад своих коллег, сколько в конъюнктурных и престижных целях. То есть иметь инструмент для сдерживания процесса наращивания лжесоавторов было бы более чем желательно. Заметим, что комплексная формула ранга в целом нисколько не мешает благоразумному увеличению авторского коллектива, если это делается за счет включения действительно творческих личностей и сопровождается пропорциональным ростом основных показателей значимости работы - уровня новизны, потенциала и т.д.

Наконец, авторы ряда серьезных исследований продолжают утверждать, что основной прирост научных ценностей отмечаются все еще в работах индивидуальных авторов. "Прогресс науки предопределен, но движет его небольшая горстка одаренных ученых"- сказал как-то П.Л.КАПИЦА.

Теперь мы можем сказать, что такое одаренный человек. – Это тот, который, не теряя связь с «землей», с реальной фактурой, может подняться на многие этажи выше и создать решение максимально простое, а следовательно устойчивое во времени и в пространстве, давно нужное, общественно полезное для многих, притом синтезировать его на элементах давно и хорошо известных. И максимально доказать его реализуемость и эффективность. Думаю, переубеждение консервативно настроенных граждан в его обязанности не входит.

Заметим, что работы, не имеющие непосредственных прототипов т.е. как бы игнорирующие многочисленные мелкие разработки и положившие в основу своей работы наиболее общие принципы, известные часто многие сотни лет, будут замечены именно этим критерием (за счет большой величины **В** и **Кразр**). Таковой работой является, например, общая теория относительности - в отличие от специальной теории, которая основана на формальных преобразованиях математического выражения, полученного путём последовательного применения преобразования Лоренца.

Сказанное выше продемонстрируем на Продолжении примера в области хлебопечения. Для расчета уровня сообщения оцениваемого исследования в области хлебопечения пока, как оказалось, нельзя воспользоваться готовой международной сис-

темой классификацией наук (МКН). Поэтому в данном случае пришлось воспользоваться международной классификацией изобретений (МКИ). Или сделать собственную функциональную карту. Выберем первый путь, ибо второй надо делать только для тех научных разработок, которые очень далеки от практики, и для них в МКИ вообще нет места.

Итак, воспользуемся готовой МКИ. Изучая предмет исследования, была выбрана для индексирования рубрика на уровне группы с количеством подчиненных рубрик, равным 6, т.е. $ТО = 6 \times 4 = 24$.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЯ $ТУ = (30/Ксл)^2$. Количество слов **Ксл** было определено после формализованной записи существа найденного решения типа формулы изобретения, например, так:

"Процесс брожения при выпечке хлеба с высоким содержанием солода, состоящий в том, что... и отличающийся тем, что... в процессе разлива теста по емкостям..." (просьба не забывать, что пример условный).

В принципе эта формула должна бы сейчас ставиться в начале или в конце любой научной публикации, и тогда специально составлять ее не было бы необходимости. Если она уже составлена, остается подсчитать количество слов, включая служебные слова, исключая знаки препинания и считая сокращение типа УНЧ, ЭВМ и т.п. за одно слово. Предположим, что в данном случае количество слов оказалось равным 60. Тогда $Туот = (30/60)^2 = 0,25$.

Наконец, неочевидность решения $ТЧ = (В Кразр / 2 Кавт)^{0,5}$, где:

В - время, в течение которого была потребность и возможность решить задачу данным образом - необходимость углубленно исследовать процессы при хлебопечении и оптимизировать этот процесс была очень давно, исходя из производственных нужд (около 100 лет), но печи, пригодные для ускоренной выпечки хлеба, были созданы каких-то 25-30 лет до появления оцениваемой работы, в районе 50-х годов прошлого столетия. А возможность найти решение методами, которые использовал наш исследователь, появилась еще до 30-х годов, с открытием роли бактерий типа *C* в процессе брожения (работа А. ДЕМЬЯНОВА и М. СМЫЧЕНКО, 1936 г.). Выбирается минимальное значение времени, т.е. здесь $В = 25$ лет.

Кразр - количество потенциальных разработчиков, которые занимаются в данной области. Очевидно, этими разработчиками могли бы быть все ученые, публикующие свои работы в области хлебопекарной техники. Исследователь, оценивающий свою работу, знал, что близким темам посвящено 4 журнала в мире, публикую-

щих работы научного характера, всего около 160 авторов, составляющее научное сообщество в данной сфере. Тогда принимается $K_{разр} = 160$.

Количество авторов оцениваемой работы $K_{авт}$ в данном случае равно 2 (т.е. авторский список содержит две фамилии).

Итак, уровень неочевидности $TЧ = (25 \cdot 160 / 2 \cdot 2)^{0,5} = 31,6$

Творческий уровень, или уровень новизны

$$H = TO TU TЧ \quad (3.18)$$

В данном случае $T = 24 \cdot 0,25 \cdot 31,6 = 190$

Ранее была определена величина сравнительной (текущей) эффективности E_0
 $= D_n - Ц_n = 1,1 - 1,4 = 0,3$

$$\text{Срок морального износа } T = 5 \lg [(E_0 + 1) H] \quad (3.19)$$

Здесь $T = 5 \lg [(1 + 0,3) \times 5] = 5 \lg [(1,3) \times 190] = 5 \lg 247 = 12$ лет.

ДОСТОВЕРНОСТЬ научных результатов - это аналог Вероятности использования потенциала изобретения.

О выборе термина. В принципе, в математике достоверность не может иметь сравнительную степень, ибо она является крайним пределом вероятности, приближающейся к единице. Между тем, в общенаучной литературе допускается более вольное использование этого термина. Отметим, что термин достоверность в "аналоговом" смысле используется и в уже упомянутых работах Ю.Б.Татарина, и возражений против этого не возникали.

Выше рассмотрена процедура оценки СМИ *исследования*.

Но что значит срок морального износа *открытия*, если то, что открыто, уже не забудется никогда? Например, как можно объяснить смысл СМИ для открытия Омом закономерности, на основании которой он вывел свою знаменитую формулу?

Как ни простым нам сейчас кажется смысл этой формулы, которую помнит любой десятиклассник: ток = напряжение / сопротивление, тем не менее на тему о соотношении тока и напряжения в электрической сети до Ома писались целые тома, защищались десятки диссертаций. Все вертелось вокруг да около, всем было и н т е р е с н о и в ы г о д н о находить в этих зависимостях все новые и новые оттенки. Если бы не дал Ом своей простой и ясной формулы, так бы продолжалось еще долго, пока она как бы постепенно не пробила себе путь среди блужданий вокруг да около. Это "долго", выраженное в годах, и есть срок морального износа закона Ома.

Срок моральной жизни (нам это нравится больше, чем утвердившийся термин Срок морального износа) зарегистрированных советских открытий, которые удалось в свое время оценить специальным разрешением руководства Госкомизобретений, находится в пределах до десятков лет. Только два примера: открытия Б.Н. ОРОЕВ-СКОГО, диплом № 235, и О.Л. Лебедева с соавторами № 248. СМИ этих открытий – около 30 лет.

Конечным итогом определения значимости работы является ее ранг

$$P = \lg[(\mathcal{E} + \mathcal{N})T \mathbf{v} / \text{Прз}], \quad (3.20)$$

где \mathcal{E}, T – уже известны; \mathbf{v} – вероятность использования потенциала научной работы, Прз – средняя на Земле производительность труда, порядка 5000 ам. долл./чел. год.

Продолжим пример с хлебопечением. В этом примере примем величину \mathbf{v} равной 1, так как проведен теоретический эксперимент с расчетом режима выпечки конкретной печи и проведен ограниченный эксперимент в производственных условиях), выражение под знаком логарифма делится на среднюю величину годового ВВП из расчета на одного человека в мире (около 5000 долл. в год – подробнее см. в разделе о ВКК, официально курс доллара, в то время был около 1 руб/долл).

$$R = [\lg(1,4 + 0,2) \cdot 10^6 \cdot 12 / 5\,000] = \lg 1,6 \cdot 12 \cdot 10^6 / 5\,000 = \lg 3840 = 3,5.$$

Исходя из многих десятков полученных расчетом значимости научно-технических достижений данных, обычно, для средних НИИ, равных 1 – 3, эта работа действительно заметно выше средней.

Такова в общих чертах процедура оценки научных работ предлагаемым методом.

Какая требуется точность измерения научных работ? Сначала сравним с тем, что сейчас делается в этом направлении. Сейчас при выходе научная работа тоже оценивается – во-первых, автором, т.е. в обязательной степени весьма и весьма субъективно, и у него на то имеются все основания и даже права. Во-вторых, его коллегами – тоже весьма субъективно, но зачастую с обратным знаком. Наконец, она оценивается (весьма приближенно) многочисленными читателями - в диапазоне плюс-минус бесконечность, в зависимости от затронутых личных позиций и материальных интересов. Официальная оценка делается более-менее узаконенными экспертными методами, но они приблизительны и далеко не всегда обоснованны, хотя и

с привлечением мнения многих рецензентов. И проводится только при наступлении каких-то серьезных обстоятельств. Или по чьему-то больному самолюбию. При этом немало примеров, когда одинаково плохую оценку получали работы очень плохие и очень хорошие. Ясно, почему. Здесь удивляться не приходится. “Везет”, как правило, только посредственным работам.

Один из движущих нами мотивов в поиске принципов достаточно объективных критериев оценки научной значимости действительно талантливых научных работ - желание максимально снизить субъективность суждений. Пока что позиция противников оценки очень похожа на нежелание ребенка выплюнуть леденец, даже если от его зубов уже ничего не остается.