

## Quo vadis

Олег Фиговский, академик

Прошёл год со дня выхода в свет немецком издательстве “Lambert A.P” нашей книги “Инновационные системы: перспективы и прогнозы” в которой акцент сделан на прогнозирование развития науки и технологий.

Что нас ждёт за горизонтом? В каком направлении двигаться? Куда идти, чтобы не заплутаться в лабиринте открывающихся возможностей? К тому надо иметь понимание про внутренние механизмы работы инновационных систем, которые задают темп движения общества на пути в светлое будущее, где достижения науки становятся достоянием человечества, а не канут в Лету. Достоянием всего человечества, а не только тех, кто бога за бороду ухватил. Достижений хватит всем, только их надо грамотно и аккуратно довести до всех.

Точность прогноза определяется временем. Необходимость прогноза обусловлена желанием знать события будущего. Сбудется он или нет – судить нашим потомкам, ну или нам самим по прошествии лет, если прогноз не долгосрочный. Предсказание тенденций развития науки и техники на основе имеющейся о них специфической информации и достигнутого уровня осуществляется двумя способами: на основе экстраполяции их поведения в прошлом и настоящем; на основе статистической обработки мнений экспертов по конкретным вопросам и областям знаний. При этом прогнозист должен учитывать не только состояние науки и техники, но и общественно-политические условия, в которых прогнозу предстоит сбываться. Или не сбываться, что сильно зависит от «среды обитания» объекта прогноза. В этом плане прогнозист должен чётко представлять себе настоящее и будущее состояние общества, в котором предстоит осуществляться прогнозу.

В связи этим представляет значительный интерес работа доктора физико-математических наук, проф. Бориса Сердега, в которой была предпринята попытка подвергнуть математическому анализу статистические ряды научных открытий в мире, собранных и упорядоченных в хронологическом порядке на интервале около шести тысячелетий. Несмотря на отсутствие или невозможность четкого определения принадлежности научных достижений человечества к составу открытий, есть достаточные основания для представления имеющихся наименований в виде их временной и географической локализации. Как ни странно, но этот подход к выявлению закономерностей в хронологии науки поныне остается без внимания аналитиков от науки. Во всяком случае, автору неизвестна реакция общества в виде определенного обобщения научного богатства и анализа его развития.

Приступая к анализу истории развития открытий, проф. Сердега отмечает ту нетривиальную особенность хронологии, что она начинается с открытия письменности. И это логично, потому что наука о всеобщей истории человечества или такого отдельного его общественного компонента как история научных открытий, базируется на том бесспорном принципе, что объективным свидетельством о том или ином ее субъекте может быть только письменно зафиксированный факт. Осторожность в словосочетании «может быть» обусловлена наличием однозначной или безальтернативной интерпретации этого факта. Этот подход к изучению истории заложил Фукидид (460 - около 400 до н. э.) - крупнейший древнегреческий историк, основатель исторической науки, автор «Истории Пелопоннесской войны». Он первым по достоинству оценил важность документов и некоторые из них были внесены им в свою историю.

Поэтому закономерно, что история цивилизации или отдельного ее сектора начинается с открытия письменности. По ряду совокупностей этих секторов (наука, изобретательство, религия, искусство и т.д.) наиболее влиятельной на развитие цивилизации, несомненно, является наука познания природы. Основанием для этого вывода является тот факт, что на протяжении миллиона лет существования человечества история науки в этом промежутке времени занимает в основном всего лишь последние пять тысячелетний. Свидетельством этого факта является созданный обществом перечень открытий и сопровождаемый координатами времени и географической локализации. Из приведенного перечня становится ясно, что во времена коммуникационной ограниченности процесс создания письменности растянулся во времени (тысячелетия) и пространстве (Шумеры, Египет, Месопотамия). Более того, даже при нынешних имеющихся средствах связи и передачи информации встречаются случаи одновременного и в различных пространственных локализациях возникновения нового факта (в том числе с участием автора в одном из них). Поэтому история науки, и не только науки, ограничивается шестью тысячелетиями, из которых первое (от 4000 до 3000 до н.э.) приходится на формирование в различных вариантах, но в виде единицы в упомянутом перечне, как открытие письменности.

В дальнейшем речь пойдет о хронологии открытий человечества в виде упорядоченного в хронологическом порядке перечне, составленном человечеством, как коллективным автором. Переходя к интерпретации хронологии в виде зависимости количества открытий от времени их накопления (интегральная функция  $N = F(t)$ , вспомним о причинно-следственной связи между свершившимся фактом, и обстоятельствами, что предшествовали его появлению. Словами Фукидида это выглядит так: одинаковые причины и условия вызывают

одинаковые последствия. Несмотря на общие особенности в виде двух ступенек на функции  $\ln N(t)$ , есть основания для восторга от заключения Фукидида, истинность которого, как оказывается, не имеет ограничения на размерность по времени или пространству сущностей. Первая ступенька совпадает с годами классической Греции - период в истории Греции, охватывающий 5-4 века до н. э., эпоха наивысшего расцвета полисного строя (Пифагор, Аристотель, Архимед, демократическая форма правления и т.п.). Вторая ступенька на характеристике  $\ln N(t)$  безусловно связана с годами пробуждения общества во времена реформации, причиной которой послужили гуманизм и прогрессивная интеллектуальная среда Европы.

Действительно, эта кривая иллюстрирует два линейных участка, характеризующиеся примерно одинаковыми наклонами. Величина этого наклона в пределах роста экспоненты на один порядок - 2,72 (основание натурального логарифма) определяет характеристическое время  $t \gg 200$  лет, в течение которых количество открытий увеличилась в  $e$  раз. Существенно, что хотя линейные участки охватывают различные по эпохам и количествам открытий (5 - 20 в первом и 30 - 300 во втором случае), но они одинаковой закономерностью отражают функцию их роста. Напрашивается на этом основании предварительный вывод о том, что новые открытия генерируются на основании известных в количестве, которое увеличивается с определенным коэффициентом (показателем степени) относительно имеющихся (математическое определение экспоненциальной функции), отмечая практический застой в количестве открытий, занимающий промежуток времени в годах от -300 до 1500 гг., который описывается наклонной зависимостью  $\ln(N)=F(t/\tau)$  с коэффициентом  $t \gg 5000$  лет. Причины этого могут быть темой отдельного исследования, хотя годы упадка Римской империи (точечная метка под кривой) и «золотой век ислама» - середина VIII по середину XIII в. (метка на кривой) - приходятся именно на этот промежуток времени.

Более содержательной и информативной по количеству открытий является та часть хронологии, что в координатах  $\ln N(t)$  отражается линейной зависимостью в пределах времени от 1500 г. до нынешних дней. Согласно выявленной проф. Сердега тенденции в том, что генерация открытий происходит на основании предыдущих достижений науки (свойство экспоненты), интегральная характеристика должна была иметь форму экспоненциальной зависимости. Об отклонении суммарной функции от монотонного вида еще ярче будет свидетельствовать ее производная, которая демонстрирует три глубоких и протяженных во времени немонотонных части, вызванные масштабными обстоятельствами. Если подходить к анализу причин их происхождения, то надо иметь в виду, что причинно-следственная связь

между спадом кривой и ее ростом происходит с опозданием относительно появления или исчезновения природных или социальных обстоятельств, которые были их причинами. Так, университеты, появившиеся впервые в XII веке и массово распространившиеся в XIV веке почти во всех крупных странах и городах (Гейдельберг, Прага, Краков, Вена, Лейпциг, Базель и др.), является именно той социальной причиной, следствием которой общество обогатилось интеллектуалами в количественном и качественном выражении. Что касается реформации (1517-1680), то ее следствием является прогресс в культуре в целом и в сфере науки в частности в виде протяженной во времени волны. Книгопечатание, которое зародилось и распространилось в этот период, как аналог современной информатизации, стимулировало ускоренные развития науки и распространения знаний. Парадоксально, что эта тенденция имела место также во время 30-летней войны 1618 – 1648, которая, по словам исследователей, отбросила развитие Европы на сотню лет. Возможной иллюстрацией этого факта является провал производной на протяжении 1670-1740 годов, как запоздалая реакция последствия на всякую причину. Еще один провал в производной 1840 - 1900 г. ассоциируется с капитализацией общества, а провал с 1920 гг. до нашего времени, возможно, связан с 1-й мировой войной, как запоздалой реакцией на нее, а также, несомненно, и со 2-й мировой войной.

Поскольку создателем открытий и их носителем является полис, то ответ на поставленный вопрос следует искать в том его состоянии (степень консолидации, уровень благополучия и образования, климатические условия и т.п.), которые способствует прогрессу в творчестве. Однако эти критерии вряд ли можно использовать как сравнительные аргументы вследствие несвойственного им количественного выражения. А вот такой фактор как количество населения, которому характерна тенденция увеличения, может иметь влияние на показатель экспоненты, которая воспроизводит хронологию открытий. Однако тщательный анализ свидетельствует о неоднозначности такой связи, особенно на протяжении первого тысячелетия. Также и в течение последних двухсот лет, тенденция роста населения преобладает рост количества открытий. Это видно из того факта, что на рост ординаты в  $\sim 2,72$  раза (один разряд функций) приходится меньшее время в характеристике населения. Иными словами, рост населения происходит с большей скоростью, чем это имеет место в увеличении открытий ( $1/t_{\text{нас}} > 1/t_{\text{откр}}$ ).

Выражение Фукидида, сделанное за 400 лет до н.э. по поводу примерно такого же выше изложенного случая, стоит процитировать дословно: «Этот труд найдут полезным те, кто пожелает иметь ясное и

правильное представление о прошлом, ввиду того, что, по свойствам человеческой природы, и в будущем когда-нибудь может произойти что-то подобное». Эти слова можно отнести на колебательный характер производной, что свидетельствует о нестабильном спросе на результаты фундаментальных исследований. Как возможной причиной этого факта может быть насыщение общества фундаментальными результатами, о которых иногда речь в научных дискуссиях, и реализация которых в прикладных приложениях всегда остается в фазе запаздывания. В таком случае тезис о том, что новые открытия продуцируются известными (экспоненциальным ростом), имеет поправку на общественные обстоятельства - эпизодические отклонения от модельной иллюстрации. Поиск и идентификация социальных причин, препятствующих научным открытиям, является не менее актуальной задачей, чем их обнаружения.

Эту задачу мы попытались рассмотреть ранее на примере Украины в статье "Возможности реанимация украинской науки", где в частности было показано, что одной из основных причин проблем технологической перестройки реальной экономики страны является отсутствие в стране синергетического единства реальной промышленности с образованием и наукой и что настоящее время в Украине практически отсутствует отраслевая система управления реальной экономикой. Этому способствовал переход действующих и создание новых промышленных предприятий с государственной формой собственности в частную, появление товаро-производящих предприятий среднего и малого бизнеса.

Иная ситуация в России, где по мнению зав. лабораторией центра открытых инноваций ГК Ростех Александра Каширина решающим является разработка механизмов опережающего инновационного развития именно государственных корпораций на основе уникальных технологических компетенций, что приоритетно для стран развивающих прежде всего военно-промышленный комплекс. Каширин считает необходимой постановки новых стратегических задач обеспечения ускоренного, опережающего экономического развития России путем достижения отечественными высокотехнологичными компаниями лидирующих позиций в мире на основе создания и вывода на рынок глобально конкурентоспособных наукоёмких продуктов.

Президентом РФ В. В. Путиным определены задачи по обеспечению прорывного инновационного развития и диверсификации оборонно-

промышленного комплекса, прежде всего за счет роста объемов конкурентоспособной гражданской продукции. Проблема заключается в том, что предпринятые в последние десятилетия меры по развитию инновационной сферы в стране не дали ожидаемых результатов в виде существенного роста инновационной составляющей ВВП и объема продаж отечественных инновационных продуктов на мировом рынке. Это свидетельствует о необходимости поиска новых подходов, точек роста в инновационном развитии.

Одним из главных локомотивов опережающего развития России по мнению Каширина являются государственные высокотехнологичные корпорации, осуществляющие свою деятельность в условиях следующих тенденций развития мировой экономики:

- ускорение процессов создания новых знаний, появления новых компетенций и на основе этого ускорение процессов разработки, производства и вывода на рынок новых продуктов, технологий, стремление экономических субъектов к достижению глобального превосходства и монопольного положения на рынке продуктов и компаний, поддержанию глобальной конкурентоспособности;

- развитие передовых производственных технологий (компьютерное проектирование и моделирование, аддитивное производство, новые материалы и конструкции, робототехника, автоматизированные системы управления процессами), кардинально меняющих процессы разработки, производства и потребления, в частности получают развитие тенденции индивидуализации (персонализации, кастомизации) этих процессов, происходит переход процессов разработки и производства инновационных продуктов в сферу услуг, под заказ потребителей;

- значительное расширение числа новых игроков в процессах разработки и производства в лице вузов, научно-исследовательских организаций, малых инновационных компаний и индивидуальных разработчиков;

- использование крупными компаниями и другими организациями модели «открытых инноваций» для решения своих текущих научно-

технических проблем и перспективных задач путем привлечения к этим процессам внешних специалистов, обладающих необходимыми компетенциями;

- использование новых компетенций становится ключевым фактором конкурентоспособности, базой для диверсификации на основе создания и вывода на рынок инновационной продукции в разных сферах применения и устойчивого развития организаций, бизнеса;

- активное развитие малых инновационных компаний на основе венчурного капитала, которые показывают высокую динамику, нередко они становятся конкурентами крупным компаниям, что усиливает потребность последних в использовании механизмов «открытых инноваций» для привлечения компетенций со стороны;

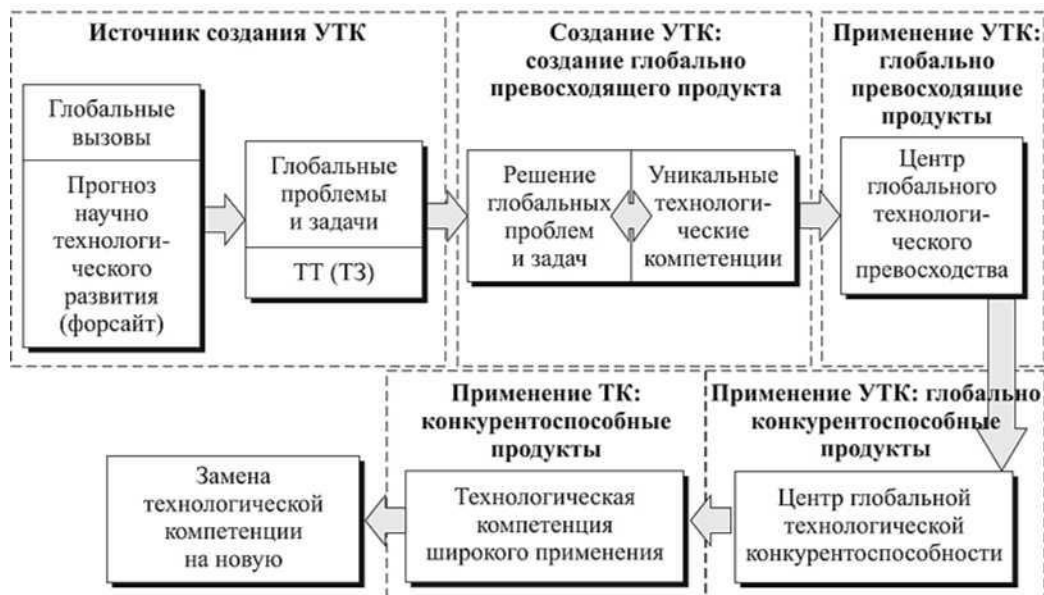
- усиление конкуренции и кооперации, происходят структурные изменения кооперационных процессов, тенденции по укрупнению поставляемых изделий, систем, сокращению числа поставщиков и росту объемов внешних поставок в конечном продукте;

значительное повышение роли управления в вопросах создания, производства и продвижения на рынок продуктов и изменение подходов к управлению компанией, бизнесом в целом, использование новых бизнес-моделей, сетевые и матричные структуры организации процессов, опора на лидерство сотрудников и наделение их полномочиями в принятии решений, объектами управления становятся знания, компетенции и изменения внешней среды.

Указанные тенденции, активно взаимодействуя друг с другом, приводят к синергетическому эффекту в инновационном развитии. Так, индивидуализация процессов разработки, производства и потребления на основе возможностей передовых производственных технологий определяет переход производства в сферу услуг, значительное повышение роли технологических компетенций, способных создавать инновационные технологии и продукты в разных сферах применения, активное развитие механизмов «открытых инноваций» корпорациями обеспечивает поиск и использование сторонних технологических компетенций для решения своих проблем и задач.

Анализ дальнейшего развития указанных тенденций во взаимодействии друг с другом показывает, что в ближайшей перспективе в научно-технической, технологической и производственных сферах следует ожидать активного формирования новых глобальных рынков, смежных и дополняющих друг друга, а именно рынка проблем и задач и рынка технологических компетенций их решающих. В настоящее время в России создаваемые рынки пока не развиты прежде всего в научно-технической сфере.

Фундаментальной основой для формирования новых глобальных задач являются глобальные вызовы, а также результаты прогнозов научно-технологического развития (форсайт), что и было показано нами в "Инновационные системы: перспективы и прогнозы". Известно также, что каждое явление, процесс имеет определенный срок жизни, аналогично и УТК. Жизненный цикл УТК, сформированный Кашириным, представлен на нижеследующем рисунке.



Жизненный цикл технологической компетенции

Как видно, жизненный цикл УТК начинается с ее создания, источником которой является глобальный вызов или прогноз научно-технологического развития, выраженный в проблемах и задачах с конкретными техническими требованиями. Практическое решение



указанных проблем и задач формирует УТК и команду УТК. В случае достижения глобального превосходства в технических характеристиках требуемого продукта речь идет о возможности создания на основе данной команды УТК центра глобального превосходства, силами которого могут разрабатываться продукты данного уровня конкурентоспособности в различных сферах применения. Практика показывает, что через определенное время конкуренты осваивают данную компетенцию, что приводит к понижению статуса УТК до центра глобальной конкурентоспособности. Далее компетенцию осваивает большое число специалистов и организаций, что делает ее компетенцией широкого применения, которая в зависимости от конкретной ситуации либо продолжает свое существование, либо заменяется на новую.

Александром Кашириным разработано понятие «опережающее инновационное развитие», которое сформулировано как непрерывный процесс деятельности хозяйствующих субъектов, направленный на создание (разработку), производство и вывод на рынок продуктов и технологий, глобально превосходящих существующие аналоги по технико-экономическим показателям и потребительским качествам, что обеспечивает им достижение монопольного положения на рынке. Важными аспектами концепции являются формирование корпоративного духа, системы ценностей и мотивации, обеспечивающих массовое вовлечение персонала в процесс создания непрерывных инноваций, уникальных технологических компетенций, центров глобального технологического превосходства, а также организация корпоративной коммуникационной площадки, обеспечивающей взаимодействие сотрудников организаций, холдинговых компаний и Корпорации, участвующих в работе с УТК (ЦГП, ЦГК), проблемами и задачами с инновационным сообществом и партнерами.

Корпоративная система опережающего развития и глобального технологического превосходства создается на трех уровнях: Корпорация - ХК - организация. Указанная система потребует сочетания стандартных управленческих подходов и применения новых, в том числе неиерархических и матричных структур управления, обеспечивающих

оперативность, гибкость и адекватность принимаемых решений. Реализация концепции будет осуществляться в рамках Программ инновационного развития корпорации, холдинговых компаний и организаций.

К сожалению в работе Каширина нет данных по влиянию социально – политических реалий России на научно-технический прогресс, а именно это существенно влияет на выполнимость приоритетных программ. Как справедливо пишут авторы книги **СОЦИАЛЬНЫЙ ДОГОВОР** – см. <http://spkurdyumov.ru/uploads/2019/09/socialcontract.pdf>, сегодня мы находимся на перепутье: старая капиталистическая и либеральная парадигмы себя уже исчерпали, но существующая элита всячески цепляется за них, пытаясь сохранить и себя, и свою власть. Вместо того чтобы активно заниматься формированием новой концепции, наши элитарики готовят нам цифровой «концлагерь», который должен сформировать новый феодализм с практически бессмертной элитой во главе и народом, представляющим собой стадо хорошо управляемых и послушных рабов. На этом рубеже эпох перед каждым стоит нелёгкий выбор – идти по пути деградации или по пути самосовершенствования.