

Направления научно-технологического развития на «кривой ожиданий»

Введение.

Цель настоящего доклада – обратить внимание на некоторые, по мнению автора – ключевые, технологические тренды, которые сегодня еще не стали в полной мере базовыми технологиями отраслей, но имеют основания в долгосрочной (а часть и в среднесрочной) перспективе существенным образом изменить технологическую картину мира: сдвигая инвестиционные приоритеты; изменяя ландшафт, создаваемый компаниями, кажущимися вечными; создавая место для новых игроков.

Процесс создания новых рынков за последние 50 лет стал привычным для мировой экономики. Динамика их создания часто не прогнозируется заранее, объемы сильно колеблются и, как правило, далеки от ожидаемых на старте: либо в одну, либо в другую сторону. Классическими примерами стали истории об оценках ограниченности компьютерного рынка и бесконечные ожидания от роботов в 80-х. Сегодня мы видим обороты «лишь» в миллиарды долларов в промышленной робототехнике и в триллионы долларов - в ИКТ. Солнечная энергетика уверенно обгоняет атомную. За счет научных и технологических прорывов последнего десятилетия фармацевтический рынок и рынок медицинских услуг обретают новые, никем не спрогнозированные 20 лет назад формы, становятся все более емкими, динамичными и многообразными.

Одновременно, классические сектора, в том числе машиностроение, электротехническая промышленность, добывающие отрасли, все в большем разнообразии генерируют технологические бизнесы, оставляя все меньше места «нетехнологическому» производству, часто выживающему лишь за счет вынесения его в страны с пока еще дешевой рабочей силой или за счет дешевого труда мигрантов. Эти производства быстро учатся переводить все больше операций в «технологические» (термин «высокотехнологические» уже явно потерял свою первичную, кажущуюся ясность) сферы, лишь только обнаруживается существенное повышение стоимости труда в тех или иных секторах и иссекает, по тем или иным причинам, поток дешевой внешней рабочей силы. Анализируя динамику отраслевых структур национальных экономик, все сложнее предугадывать, какие технологии окажут критическое влияние на те или иные сектора не только в долгосрочной, но уже и в среднесрочной перспективе.

Рассказы о новых технологиях, об ожиданиях и разочарованиях сегодня модная тема, с некоторым отставанием от мира она начинает активно использоваться и в российской медиа среде. Не хотелось бы генерировать романтические ощущения ожидания новых глобальных технологических прорывов (как, например, не раз возникавшие предвкушения

управляемого термоядерного синтеза или высокотемпературной сверхпроводимости), но в то же время хотелось бы напомнить, что печальные истории недооценки научных прорывов, печальная судьба генетики и кибернетики более полувека назад сыграла немаловажную роль в трудностях и бедах по крайней мере нашей промышленности и обороны в последующие десятилетия. А недооценка динамики развития технологий «сланцевой революции» российскими компаниями, невнимание к мировому прорыву в агротехнологиях – это уже новейшая история, история текущего десятилетия. Поэтому прежде чем перейти к предметному обсуждению технологических ожиданий, вспомним о ставшем уже классическим анализе жизненного цикла технологий на основе «кривой Гартнера», отражающий рост и спад ожиданий от новых технологий и научных прорывов (1).

Попробуем сделать качественную оценку ожиданий и реализации наиболее обсуждаемых сегодня масштабных и трудоемких исследовательских направлений, расположив их на кривой, аналогичной по смыслу упомянутой «кривой Гартнера». «Сегодня» – на правом конце этой кривой. Есть основания полагать, что тема глобальной информатизации, «больших данных», нанотехнологий (прежде всего как технологий работы с материалами) уже не ожидание – это наше настоящее, где-то развивающееся, а где-то уже вполне рутинное. Российский сектор исследований и разработок не чужд этим направлениям. Где-то отечественные компании и научные коллективы вполне на передовых рубежах, где-то (к сожалению, много где) остались на периферии в условиях жесткой и весьма продуктивной глобальной конкуренции. Остановимся в рамках настоящего обсуждения на направлениях, где, по весьма предварительным и обусловленным неопределенностями российских исследовательских реалий, «картина мира» еще не до конца сложилась, «технологический раздел мира» еще произошел не до конца, а где-то еще толком и не начался (2).

Эти направления отмечены точками на упомянутой «кривой ожиданий» (Рис.1). Их перечень не претендует на полноту, но это те направления, по которым сегодня по крайней мере есть ясность понимания базовых научных проблем, интерес сегодняшних (надеюсь, и будущих) игроков рынка, на которых хотя бы при некоторой степени оптимизма видится перспектива российского участия в среднесрочной и долгосрочной перспективе.



Рис. 1. «Кривая ожидания» вывода новых технологий на рынок: глобальный контекст.

С некоторой «натяжкой» помещены на кривую направления «новые технологии добычи углеводородов» и «новая энергетика». И они уже почти «сегодня», кое в чем быстро превращающееся в устойчивое «вчера». Но для России энергетический сектор экономики критический, а место в поле этих технологических компетенций у отечественных компаний и научных организаций весьма скромное. И важность понимания этих областей, целесообразность попытки «вскочить в последний вагон» (или «срезать угол») дают основания включить их в обсуждение, стремясь обратить внимание и на них, как на далеко еще не полностью реализованные, не разобранные «игроками» возможности.

Итак, короткий анализ отмеченных на «кривой ожиданий» направлений.

Технологические направления

«Новые технологии добычи углеводородов».

Это почти «сегодня». Существуют разные сценарии развития мировой энергетики, но в любом случае углеводородное топливо будет еще как минимум 20-30 играть очень существенную роль как источник энергии. Основной вызов для отрасли можно охарактеризовать простым утверждением: традиционная, легко извлекаемая нефть на известных более или менее доступных месторождениях заканчивается. Для того чтобы обеспечить добычу на сегодняшнем уровне, необходимо вовлечь в разработку новые виды углеводородных ресурсов с использованием новых технологий добычи или новых технологий доступа к месторождениям. Или тех и других одновременно. Очень важный аспект данной проблемы состоит в том, что когда речь идет о трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородах, фактор обладания технологиями становится важнее фактора обладания ресурсами, поскольку если технологии есть, их можно применять по всему миру, а если их нет, то невозможно самостоятельно обеспечить добычу в своей стране.

В ближайшие годы нефтегазовая индустрия должна обеспечить решение следующих технологических задач:

- увеличение коэффициента извлечения нефти (КИН) для разрабатываемых месторождений. В настоящее время лидеры мировой индустрии достигают 45% и работают над повышением КИН до 70%. В нашей стране достигнутое значение по разрабатываемым объектам составляет 25% при среднем проектном КИН 35%, есть над чем работать.

- разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, включая такие, как высоковязкая нефть, низкопроницаемые коллекторы, карбонатные коллекторы, газовый конденсат и другие. Для разработки данных объектов необходимы новые технологии увеличения нефтеотдачи (тепловые, химические, комплексные) и интенсификации добычи (прежде всего ГРП).

- Разработка месторождений с нетрадиционными ресурсами, в первую очередь сланцевых углеводородов. Российская Федерация обладает крупнейшими запасами сланцевых углеводородов в мире. К ним относятся запасы баженовской, доманиковой, хадумсой свит и других нефтематеринских пород. Для создания технологий поиска, разведки и разработки данных объектов необходим новый уровень знаний и совершенно новые компетенции в геологии, литологии, петрофизике, геохимии, геофизике, геомеханике, принципиально иной уровень инжиниринга и организации бизнеса.

- Разработка месторождений в труднодоступных полярных регионах и на арктическом шельфе. При преимущественно традиционных запасах, основные технологические проблемы здесь связаны доступом в данные районы и организации работ в экстремальных условиях крайнего севера.

Решение данных задач гарантирует стране десятки миллиардов тонн извлекаемых запасов и высокий уровень добычи еще на десятилетия вперед. Однако для того, чтобы «мечты сбывались» необходимо, чтобы данные технологии были не только созданы вовремя, ключ в том, чтобы они были достаточно дешевыми, и гарантировали рентабельность даже в период низких цен на углеводороды. При том, что суммарные расходы государства и компаний в исследования и разработки в нефтегазовой отрасли составляют порядка процента от суммарных затрат в мире, данные задачи могут быть решены только путем четкой координации действий науки, бизнеса и государства при очень четкой фокусировке на выбранных ключевых задачах.

«Новая энергетика».

Сегодня многие страны серьезно работают над формированием сбалансированных по источникам энергии национальных энергетических систем. Структуры таких систем сильно меняются от страны к стране, но один из трендов является общим для большинства из них: «меньше углеводородов, больше «других» энергоносителей. Почти никто в обозримой перспективе от углеводородов отказываться не собирается. Но экономический рост за счет увеличения их потребления уж точно никто не планирует! Равно как и за счет ядерной энергетики, оставляя ей достаточно места в балансе. И возобновляемые источники энергии все динамичнее отвоевывают свою нишу. Например, в жаркие солнечные дни

в Германии солнечная энергетика дает вклад в генерацию, сопоставимый со всеми остальными источниками. Тезис о том, что и через 30 лет доля возобновляемых источников будет составлять единицы процентов, представляется все более и более спорным. Что еще важно в этой теме – это механизмы хранения энергии, в том числе в виде источников энергии для транспорта. Это тоже важный элемент баланса, учитывая тренды в развитии транспортных систем. Хотя и здесь возникают интересные возможности, например, сегодня очень крупными игроками закладывается конкуренция между новым поколением двигателей с внутренним сгоранием (на эти работают производители дешевой нефти) и техники с электрическими накопителями/топливными элементами. Представляется, что российскому бизнесу надо маневрировать в этой сфере: где-то кооперироваться с апологетами углеводородного транспорта, где-то искать ниши в быстро развивающейся сфере транспорта электрического.

Отдельные элементы нашего очень небольшого автопрома начали готовиться к новому. Стартовали работы по созданию собственных «дружественных систем управления» (в просторечии - «беспилотники»), т.е. некоторые руководители понимают тренды и начинают осмысленно, хоть и с серьезным опозданием, бороться за место компаний на будущих рынках. С перспективными источниками энергии и новыми типами двигательных установок для транспортных средств пока все грустнее. И это не про модернизацию моторных заводов. Это про математические модели, проектирование материалов – конструкций, другие типы источников энергии.

Есть направления в энергетике, в которых наши компании в числе мировых лидеров: например, оптимизация управления сетями. Но не от этих компаний, а от российских энергетических зависит, станем ли Россия лидером использования этих технологий, или разработчики таких технологий станут лидерами на мировых рынках оборудования энергосетей, но не на наших.

Сделаем шаг влево по «кривой ожиданий».

«Перспективные производственные технологии».

Несмотря на бум в мире, реальность такова, что это рынок сильно децентрализован, будет складываться еще достаточно долго, «взрыва» не произошло. Почему бы почти незаметной даже на отечественном рынке российской отрасли производства средств производства не попытаться занять свое место. Здесь почти все сегодня начинают с «нуля», это не гонка через технологические поколения в традиционном станкостроении. О чем идет речь. В мире накопились достижения в ряде технологий (компьютерного проектирования и моделирования, в широком смысле, развитие ряда аддитивных техник создания физических объектов (3-Д принтеры являются сильно упрощенным, но внятным символом этого направления), робототехника, результаты умения работать с новыми типами материалов (в том числе, и как результат былого увлечения нанотехнологиями). В итоге образовались возможности проектировать и производить некоторые объекты под выраженные капризы (задачи) заказчика индивидуально или малыми сериями, с себестоимостью,

сопоставимой с себестоимостью массового производства в странах с все еще относительно дешевым трудом (3). Кроме того, эти технологии существенно понижают требования к масштабу и стоимости оборудования, с которым новый производитель может выйти на рынок, что дает новый шанс малому и среднему бизнесу на поле производства материальных изделий. В чем шанс для российских компаний: все равно в стране делается попытка восстановления отрасли производства средств производства (в смысле статистической категории «станкостроение»). Почти с «нуля». Если бы мы начали в ближайшие 5 лет посматривать чуть вперед (не только в рамках «санкционного» импортозамещения), то при активизации среднего бизнеса, используя хоть маленькие, но возможности стартового заказа, мы могли бы использовать так называемое «преимущество отстающих» (все равно почти ничего нет, но и инвестиции в прошлое поколение «отбивать» не надо). Время идет стремительно, но тема для российской промышленности и среднего бизнеса еще явно есть.

Новые агротехнологии

Еще одно направление, мимо которого мы, как страна, пока проходим мимо, но динамика входа в новое поколение технологий в этой сфере по миру весьма неоднородна, природные условия существенны, курс на продовольственную самодостаточность - в тренде. ГМО – это модная тема для обсуждений, часто не очень грамотных. Новые агротехнологии в России в основном ассоциируются именно с этим направлением. Но это лишь часть данной сферы. Есть несколько базовых способов повышения урожайности, устойчивости, пищевой ценности организмов. Генная модификация один из четырех основных способов, наряду с прецизионным земледелием, агроробототехникой и работой с микроорганизмами для модификации почв. Да и генная модификация может происходить не запрещенными методами. Да и сама тема запрета, на наш взгляд, имея рациональный экономический характер, в будущем неоднократно может быть модифицирована, по мере наращивания национальных компетенций в этой области (4).

Новые фармацевтические и медицинские технологии

В последние годы активно обсуждаются последствия реализации тренда снижения инвестиций в новые антибиотики, переход к клеточным технологиям как альтернативе. Это чрезвычайно важный, но это далеко не единственный масштабный тренд в медицине. Технологические прорывы в медицине, во многом базирующиеся на бурном развитии биоинформатики, постепенно вводят в практику геномные технологии. Одно из самых ярких достижений последних лет – технология геномного редактирования. Ее распространение только начинается, можно ожидать еще не один период энтузиазма и разочарования, но основа изменения медицинского ландшафта заложена (4).

Представляется, что кардинальные изменения на рассматриваемых рынках для России скорее позитивны. При отсутствии современной фармпромышленности, но при наличии вполне дееспособных научных коллективов, есть основания для попыток занять свое место на этом

рынке. Важным основанием для оптимизма по этому поводу является принципиально широкий спектр проблем мировой медицины. Нахождение ниш для лидерства, участие с позиций по крайней мере нишевого лидерства в международных кооперациях. А повышение значения биоинформатики в развитии новых технологий в медицинской сфере дает возможность задействовать некоторые наши преимущества: неплохие математические школы и административный ресурс государственной системы здравоохранения для сбора исходной информации. Некоторые базовые компетенции разработчиков есть. Системы перехода к полномасштабным разработкам – пока нет. Программа Минпромторга России в области развития фармацевтической и медицинской промышленности – важные и необходимый элемент развития отрасли, но это не про новое поколение технологий. Если мы считаем важным создавать значимых национальных игроков на рынке фармацевтических и медицинских технологий после 2025 года, определяться с приоритетами и отстраивать систему разработок надо уже сейчас. В силу неопределенности концепций и перспектив развития конкурирующих технологий – ниши еще явно есть (4).

«Новая фотоника» или «новое поколение информационных технологий».

Речь идет об увеличении скорости обработки и передачи информации на несколько порядков по сравнению с современными возможностями. Вероятно, это самый масштабный рынок из всех обсуждаемых, небольшие скачки на нем происходят постепенно. Постепенно люди учатся избавляться от «медленных» электронных участков информации и заменяют их на «быстрые» оптические. Одновременно развиваются «квантовые» методы обработки, включая новую «аналоговую» технику. В этой сфере сегодня очень интересен «ландшафт» «кремниевой долины»: крупнейшие компании - конкуренты (Apple, Samsung, IBM и др.) участвуют в капитале одних и тех же работающих в этой сфере инновационных компаний, а те в свою очередь ориентируют свои разработки на использование в устройствах практически всех крупных производителей вычислительной техники. Мир уже сегодня штурмует рубеж 100 Гбит/с на один канал передачи и обработки информации для массового производства, к следующему десятилетию планка еще существенно повысится. А это принципиально другие возможности «беспилотных» систем, «роботизации» здравоохранения, ведения боевых действий и многого другого. Сегодня работающие в этой области в России научные группы находят спрос преимущественно за рубежом. В отечественной промышленности преобладают непонимание перспектив данной сферы, неверие в собственные возможности перехода в новую технологическую парадигму. Компании ставят задачи лишь некоторого приближения к современному мировому уровню уже сегодня устаревающих технологий (4).

Представляется, что это масштаб проблемы отношения к кибернетике в 50-х -60-х. И еще есть немного быстро уходящего времени, чтобы не пропустить перспективу 30-х нашего века.

«Нейротехнологии».

Эти технологии ориентированы сегодня тоже на 30-е годы 21 века. Сегодня мощный импульс развитию нейронауки дает проблема старения и деменций в развитых странах. Другое важнейшее практическое направление в этой сфере – интерфейсы «мозг – компьютер».

Оптимизм в отношении достижения практических результатов в сфере нейротехнологий питается и динамикой достижений с тренда новых вызовов обработки информации: «новая фотоника».

Начинается освоение многих практических приложений результатов изучения мозга: профилактика, лечение, реабилитация, развитие возможностей операторов сложных систем, образование и другие.

Но сегодня ключ к дальнейшим успехам лежит в сборе, накоплении, обработке, анализе и использовании данных о мозге. Развернуты масштабные программы сбора и анализа данных о мозге развернуты с США, Европе, Китае. Без национальных программ аналогичного масштаба, в чем-то более продвинутых, чем у коллег, говорить о месте России в этой сфере через 15-20 лет будет невозможно (4).

В России перспективы и опасности развития нейротехнологий начинают осознаваться, хотя и с некоторым запозданием. Ассоциированных с этими технологиями бизнесов пока мало, но они начинают появляться. Еще сохраняются возможности не потерять этот тренд, как генетику в 50-х. Пока это не требует громадных инвестиций, скорее запрос на разумность управления и развитие среды.

Потенциал реализации.

Что следует из анализа этих трендов для экономики, промышленности, инвестиционной сферы? Есть распространенное мнение, что новые отрасли генерируют только новые компании. Не удалось найти представительной статистики. Даже на примере простых технологий конца 20 века, мобильные телефоны и светодиоды, можно видеть, что ситуации складывались по разному. Есть отрасли, в которых ветераны удержали позиции, есть такие, в которых почти полностью потеряли. Кто сформирует рынок в перечисленных направлениях через 15 -20 лет – крупные современные промышленные группы или новые игроки – сегодня прогнозировать трудно.

Но что довольно понятно, что в национальном разрезе внимание правительства на ситуацию влияет существенно, и она проявляется не уже на «дальних подступах» к практическому применению технологий, как только перспектива/опасность становятся более или менее структурированными. Национальные программы ведущих в технологическом отношении стран тому пример. Наиболее выпукло видны государственные программы в новых производственных технологиях, в фотонике (в новом поколении компьютерных технологий), в нейротехнологиях.

Российский потенциал исследований и разработок в рассмотренных сферах в денежном выражении невелик на фоне затрат ведущих стран. Но это не значит, что он ничего не стоит. В отечественных коллективах

удается удерживать понимание многих технологических проблем, лежащих в основе будущих бумов. Серьезная проблема в том, насколько удастся реализовать это понимание в развитие высокорисковых исследований и разработок, на «дальних подступах» к решению масштабных технологических проблем. Крайне мала надежда на то, что без активного, мотивированного участия промышленности в исследованиях и разработках на этих самых «дальних подступах» готовые решения будут созданы и предложены академическими, университетскими коллективами и малым бизнесом, лишь в рамках государственного финансирования и небольших венчурных инвестиций. А удастся ли создать адекватную масштабам решаемых проблем систему развития этих направлений непосредственно в промышленности, в соответствии уже сегодняшним, но ориентируясь не только на среднесрочную, но и долгосрочную перспективу?

Сегодня крупнейшие российские промышленные компании являются игроками лишь традиционных секторов экономики, их планы как правило не распространяются на новые поколения технологий даже в этих отраслях. Это весьма отчетливо видно из анализа их Программ инновационного развития. И пока не видно мотивов реальных изменения поведения этих компаний. Хотя известны инструменты стимулирования таких мотиваций: целенаправленное использование системы корпоративного управления, усиление акцентов механизмов государственной поддержки на перспективах технологического развития компаний, стимулирование технологической конкуренции на рынка и в системе государственных закупок, совершенствование системы управления рисками. Важнейшей проблемой является создание критической массы квалифицированных, технологически образованных и масштабных высших руководителей компаний, способных адекватно оценить и профессионально реализовать масштабные и долгосрочные технологические проекты.

Еще один «игрок» на поле новых технологий в промышленности, постепенно пробивающийся на рынки, - средний технологический бизнес. Масштабы его спроса на инвестиции для захвата каких-то позиций в рассмотренных направлениях ничтожны по сравнению с тем, что сегодня российская система инвестиций вбрасывает в традиционную инфраструктуру и отрасли современного технологического поколения. Несмотря на сложные международные процесс, большинство рассматриваемых сфер открыто для международной кооперации, иногда в непривычной пока конфигурации. Например, «Фотоника» была определена в 2015 году в качестве нового совместного приоритета стран БРИКС в сфере науки, технологий и инноваций.

Защита и поддержка среднего промышленного бизнеса, готового отважиться войти в новые технологические парадигмы, представляется сегодня важнейшим элементом продвижения страны в рассматриваемых сферах. На такую поддержку могла бы быть существенным образом переориентирована и часть финансовой системы страны при соответствующей модернизации регулирования и кадрового усиления.

Заключение.

В целом, несмотря на не очень благоприятствующую обстановку в России для развития рассмотренных перспективных технологических направлений, есть основания и для осторожного оптимизма.

Удается удерживать по крайней мере научные компетенции в большей или меньшей степени во всех упомянутых выше сферах, что создает возможность не быстрого, но в разумные, конкурентные сроки развертывания более масштабных и глубоких работ по созданию и внедрению нового поколения технологий, развитию новых и существенному преобразованию традиционных рынков на их основе.

Дело за организацией и продвижением соответствующих технологических инициатив в кооперации широкого круга «стейкхолдеров».

Литература.

1. Пономарев А.К., Дежина И.Г. Оценки и подходы к формированию приоритетов развития России. //Форсайт. 2016. № 1.
2. Gartner Hype Cycle. Research Methodology. <http://gartner.com/>
3. «Новые производственные технологии». Публичный аналитический доклад. М.: Дело, 2015. 271 с.
4. Материалы профессоров и специалистов Сколковского института науки и технологий И. Габитова, М. Спасенных, К. Северинова, А. Устинова, Ф.Хайтовича, И.Дежиной, Д. Каталевского, А. Фролова.