Технологическое Прогнозирование

Введение

Следующие термины были приняты вследствие того, что они а) являются простыми и емкими, б) соответствуют реальной схеме, существующей ныне на операциональном уровне, и потому, что в) лучше всего служат целям данного доклада. Они не предлагают­ся в качестве точных определений и не претендуют на универсаль­ную применимость. Источники, где эти термины впервые употреб­ляются илц точно формулируются, указываются, если они извест­ны, в скобках.

*Прогноз* (forecast) — вероятностное утверждение о будущем с относительно высокой степенью достоверности. *Предсказание* (prediction) — аподиктическое (невероятностное) утверждение о бу­дущем, основанное на абсолютной достоверности. *Антиципа**ция* (anticipation) — логически сконструированная модель возможного будущего с пока неопределенным уровнем достоверности (по Озбе-хану, адаптировано). “Будущее”, упоминаемое в этих определениях, включает ситуации, события, взгляды и т. п.

*Технология* (technology) означает широкую область целенаправ­ленного применения физических наук, наук о жизни и наук о поведении. Сюда входит целиком понятие техники, а также медицина, сельское хозяйство, организация управления и прочие области знания со всей их материальной частью и теоретическими принципами.

*Технологическо**е прогнозирование —* это вероятностная оценка на относительно высоком уровне уверенности будущего *перемеще­ния технологии* (technology transfer). *Изыскател**ьское (или поиско­вое) технологическое прогнозиро**вание* (exploratory technological forecasting) начинается с имеющегося в данный момент базиса знаний и ориентировано на будущее, тогда как при *нормативном, технологическом прогнозировании* (normative technological fore­casting) первоначально оценивают будущие цели, потребности, желания, миссии и т. п. и идут в обратном направлении — к настоящему (Габор). Перед обоими видами прогнозирования ставится задача нарисовать динамическую картину процесса перемещения технологии. Технологическому прогнозированию может способ­ствовать антиципация, и оно может “затвердеть” и превратиться в предсказание.

*Перемещение технологии* представляет собой (обычно сложный) процесс перемещения в пределах некоего *пространства переме­щения технологии,* которое может быть представлено так, как оно описано в главе . Оно происходит на различных *уровнях перемещения технологии,* которые грубо можно разделить на уров­ни развития и уровни воздействия, и состоит из *вертикальных* и *горизонтальных* компонентов перемещения технологии (по X. Бруксу, адаптировано). Вертикальное перемещение технологии через уровни развития характеризуется четырьмя фазами науч­ных исследований и разработок (Стэнфордский научно-исследова­тельский институт) — фазой открытия, фазой творчества (приво­дящей к *изобретению* (invention — этот термин не имеет точного определения для сложных технологических систем), фазой вопло­щения и фазой разработки (ведущей, например, к прототипу),— за которыми следует инженерная фаза (ведущая к созданию функ­ционирующей технологической системы, могущей представлять собой какое-либо устройство, процесс, интеллектуальную концеп­цию и т. п.). Если за этим вертикальным перемещением следует значительное горизонтальное перемещение технологии (например, практическое применение и эксплуатация, коммерческая реализа­ция, распространение знаний), то это означает *технологические нововведение* (innovation). Всякое изменение в пространстве пере­мещения технологии, достигнутое путем перемещения технологии, именуется *изменением технологии.*

*Технологическое планирование* представляет собой развитие какой-либо интеллектуальной концепции, связанной с активным осуществлением перемещения технологии (как вертикальным, так и горизонтальным).

Термин *социальная технология* (Хелмер) относится к техноло­гии, которая оказывает значительное воздействие на общество и часто основывается на *социальном изобретении* (Джилфиллан), что означает изобретение, обладающее значительным потенциаль­ным воздействием на уровни перемещения технологии в социаль­ных системах и обществе. *Социальная инженерия* (по Хелмеру, адаптировано) представляет собой человеческую деятельность, задача которой осуществлять и направлять перемещение социаль­ной технологии.

*фундаментальные исследования —* это исследования основ нау­ки и технологий. Фундаментальные научные исследования в ши-роком смысле относятся к уровню научных ресурсов (законы при­роды, принципы, теории и т. п.), а фундаментальные технологи­ческие исследования — к уровню технологических ресурсов (тех­нологические потенциалы и т. п.) в пространстве перемещения технологии .

Существует широкий и почти непрерывный спектр от высшей степени *чистых* до сугубо *прикладных* исследований (по Вейнбер-гу, адаптировано).

*Функциональные исследования* в применении к промышленности означают исследования, связанные с нынешней деятельностью, а являющиеся их органическим продолжением *нефункциональные исследования* относятся к будущим новым видам деятельности (“Ройял датч-Шелл”).

*Планировани**е, ориентированное на функцию* (или на миссию), противоположно *планированию, ориентированному на продукт* в промышленности (или планированию, ориентированному на си­стему “род войск — оружие”— в военных ведомствах и инстру­ментальному подходу — в гражданских учреждениях соответ­ственно).

*Информационная наука* означает те области знания, которые изучают объем, содержание, передачу, хранение, отыскание, обработку или использование информации. Сюда включается (но не ограничивается только этим) разработка новейших программ для ЭВМ, принятие решений, искусственный интеллект, игры и моделирование, исследование операций, лингвистика, науки о поведении и теория коммуникации. *Информационная технология* представляет собой применение информационных наук к проблеме принятия решений, а *информационная система —* продукт этого процесса (“Систем дивелопмент корпорейшн”

*Модели —* это представления процессов, описывающие в упро­щенной форме некоторые аспекты реального мира. *Имитация—* это приведение в действие модели путем манипулирования ее эле­ментами, осуществляемого электронно-вычислительной машиной, человеком или ими обоими.

Задачи технологического прогнозирования

Ленин следующим образом сформулировал главный стимул для технологического прогнозирования:

“Эффективное прогнозирование технического прогресса — необходимый элемент в принятии решений по управлению текущим производством. Гонка на пути к прогрессу требует крупных ставок, и не участвовать в ней нельзя. На деле большинство управляю­щих не в состоянии даже контролировать размеры своих ставок, так как величина их тесно связана с чистой стоимостью того сек­тора экономики, над которым этот управляющий осуществляет контроль. Поскольку в каждое управленческое решение неизбежно входит какая-то оценка будущих условий, вопрос фактически сводится к тому, должна ли такая оценка делаться бессознатель­но, входя как некая подразумеваемая часть в решение, или же она должна даваться осознанно и формулироваться в явном виде. Главное преимущество прогноза, сформулированного в явном виде, состоит в том... что его правильность может быть проверена. Прогноз, выраженный в явном виде, обладает, кроме того, еще и тем преимуществом, что раскрывает метод, исходные данные и допущения, использованные при прогнозировании”.

Заостряя вопрос, Ленц даже утверждает, что “отказ от прогно­зирования” равносилен “отказу от выживания”, и такая связь, бесспорно, существует, если вовсе отсутствует какое бы то ни было прогнозирование — систематическое или интуитивное.

С другой стороны, многие компании предостерегают от чрез­мерного увлечения анализом. В корпорации “Локхид эйркрафт” (США) склонны считать, что идеи следует подвергать тщатель­ному анализу только перед стадией существенных финансовых ассигнований. “Дешевле проверить несколько малоперспективных идей на практике, чем содержать штат сотрудников для их все­объемлющего анализа”. Кроме того, существует убеждение, что

детальное рассмотрение на ранней стадии подавляет зарождение новых идей. Жорж Дорио даже предостерегает, что “Соединенные Штаты могут убить себя анализом”.

В данном докладе неоднократно подчеркивалось, что “задачи технологического прогнозирования выходят далеко за пределы простого изучения технологических возможностей.' \В действи­тельности важные задачи для технологического прогнозирования можно выявить, рассматривая каждую из пяти “ключевых задач для высшего руководства”, которые Куинн [217] разработал для своей системы планирования научных исследований: П) установление конкретных целей научных исследований;

2) согласование их организации с главными долгосрочными технологическими опасностями и перспективами;

3) разработка общей деловой стратегии, частью которой яв­ляются научные исследования;

4) разработка процедуры оценки научно-исследовательских проектов в свете целей и возможностей компании;

5) организация научных исследований и производства таким образом, чтобы обеспечивать максимальное перемещение техноло­гии из области научных исследований в практику.

Куинн добавляет: “Знаменательно, что наиболее заманчивые возможности и наиболее серьезные угрозы, порождаемые техноло­гией, часто возникают из совершенно нового взгляда на старые проблемы, а не из традиционных подходов, которые лишь слегка. видоизменяют привычные технологии”.

Кроме того, технологическое прогнозирование будет играть все более важную роль в качестве путеводной нити для горизон­тального перемещения технологии, что связано с нынешней общей. тенденцией к интеграции всей цепочки взаимосвязей: продукт — системы — обслуживание.

ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЕ И НОРМАТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

До второй мировой войны большинство попыток технологиче­ского прогнозирования относилось к области фантастики. Вслед­ствие того что изучались пути возможного технологического про­гресса, ведущего к будущему, и относительно мало внимания уде­лялось ограничениям, потребностям и желаниям, не только затем­нялась грань между реально достижимым прогрессом и фантазией: просто указать на осознанные возможности само по себе еще не зна­чит обеспечить сильный стимул для их использования.

Уже в 1952 г. Джилфиллан в солидном обзоре состояния технологического прогнозирования подчеркнул принцип удачного момента (или соответствия запросам) и перечислил только изыска­тельские этапы для изучения “уровней будущей причинно-след­ственной связи”.

Технологическое прогнозирование начало оформляться как подлинное искусство — но еще не как наука,— когда цели, потреб­ности и желания были введены в качестве нормативных элементов прогнозирования, а также были осознаны и учтены ограничения.

К типичным основным предпосылкам, которые привели к воз­никновению нормативного прогнозирования, относятся: осознание ответственности перед обществом или нацией; осознание потенциальных экономических возможностей; осознание какого-то конечного технологического потенциала; понимание ограничивающих факторов, например в отношении природных ресурсов, ресурсов компании и т. п.; желание оградить себя от возможных “угроз”. О том, как мало было известно 30 лет назад относительно потребностей и желаний, документально свидетельствует весьма примечательное собрание технологических прогнозов, опублико­ванное в 1936 г. С. С. Фернасом , видным американским метал­лургом-инженером. Хотя он намного опередил свое время, осознав некоторые важные цели и потребности, он не рискнул прибегнуть к нормативным понятиям, так как не понимал того, какие мощные движущие силы заложены в этих целях и потребностях. Вместо этого он пытался исследовать, какие шансы на достижение этих целей цмел бы автоматическии\_процесс развития. Его отношение к телевидению — незадолго до тогого, 3ворыкин продемонстрировал свой “иконоскоп” (современную электронно-лучевую трубку) — отражает это сверхосторожное мышление: “Я жду, когда у меня будет телевизор, но я не могу жить вечно. Когда я думаю о том, что первая передача радиоимпульсов была осуществлена Джозе­фом Генри в 1840 г., а первое выступление по радио прозвучало лишь в 1920 г., я испытываю неко­торую неуверенность относитель­но того, успею ли я собственны­ми глазами увидеть пресловутое телевидение. До настоящего вре­мени никто еще не осмеливался даже думать о телевидении, пе­редающем естественные цвета”. В это же время (1936—1937 гг.) Джилфиллан указал на потенциальные последствия этого изобретения, но оставил открытым вопрос: “Примут ли мас­сы телевидение и согласятся ли они платить за него?”

В следующем году в Англии начались регулярные телевизион­ные передачи, а до первого изобретения, существенно необходимо­го для цветного телевидения (это изобретение предстояло сделать Гольдмирку), суждено было пройти всего пяти годам ^ Интересно отметить в связи с вышеприведенной цитатой из Фернаса, что даже непредубежденный прогнозист в тот период довольствовался констатацией предполагаемого отсутствия постоянно возобновляю­щихся стимулов и потребностей для дальнейшего продвижения вперед:

“Едва только телевидение станет реальностью для среднего американца, замкнется последняя пограничная полоса коммуника­ции, но во всех областях можно будет осуществить огромное коли­чество усовершенствований”. Сегодня мы чувствуем, что стоим всего лишь на пороге Века коммуникации, когда уже определенно положен конец изолированному рассмотрению технологического прогресса. Маклухан выражает это изменение в образной форме: “Человек” Запада благодаря технологии грамотности при­обрел возможность действовать, не реагируя.

Преимущества,

которые дает такая самоотрешенность, хорошо видны на примере хирурга, который был бы совершенно беспомощен, если бы сам физически ощущал весь ход проводимой им операции. Мы овладе­ли искусством выполнять самые опасные социальные операции с полной отрешенностью. Но наша отрешенность представляла собой позицию непричастности. В век электричества, когда наша нервная система благодаря технологии стала настолько протяжен­ной, что она нас приближает ко всему человечеству и позволяет нам вобрать в себя все человечество, мы обязательно бываем затро­нуты где-то в глубине души последствиями любого нашего дей­ствия. Нам уже не удается более играть роль безразличного ко всему и разочарованного западного интеллигента”.

Это возвращает нас к фундаментальному различию между изы­скательским и нормативным технологическим прогнозированием, различию, связанному с полярностью действия и реакции.

Важно, чтобы взаимодействие изыскатель­ского, или ориентированного : на представляющуюся воз­можность, прогнозирования и нормативного, или орнен-' тированного па миссию, прогнозирования было правиль­но сформулировано: каждо­му уровню перемещения тех­нологии присущи некий про­филь для настоящего и не­сколько профилей для раз­личных будущностей.

Прог­ноз какого-либо перемещения технологии, выражаемого векто­рами изыскательского прогнозирования в пространстве переме­щения технологии, должен быть сделан в пределах неких допол­нительных *временных рамок.* Аналогичным образом нормативный прогноз (то есть то, что необходимо разработать для достижения некоторой цели), представляемый просто векторами, направлен­ными навстречу перемещение технологии, пока еще не включает в себя,определенный фактор времени, и этот фактор затем необхо­димо ввести. Основная форма *взаимодействия* между этими дву­мя видами — их “согласование” путем итерации или введения це­пи обратной связи. В методологическом отношении это наиболее трудный аспект технологического прогнозирования.

Правильный прогноз, включающий правильное взаимодействие между этими двумя элементами, следовало бы поместить в некий пространственно-временной континуум, который невозможно пред­ставить графически для всего пространства перемещения техноло­гии (поскольку он имеет четыре измерения).

В настоящее время наиболее трудная проблема технологиче­ского прогнозирования заключается в том, как поместить норма­тивное прогнозирование в правильные временные рамки. В то вре­мя как изыскательское прогнозирование встречает меньшие (хотя и достаточно большие) трудности при формулировании конечного результата, как некоего будущего результата, на основе оценок за определенный отрезок времени, нормативное прогнозирование слишком часто исходит из некой совокупности целей и требова­ний — чаще всего всех социальных целей — на основе молчаливо­го допущения, что цели настоящего времени действительны и для будущего. Это не только приводит к рассогласованию, но и создает опасность серьезного искажения исторического процесса.

Норма­тивное прогнозирование, говоря словами Габора, “может начинать­ся лишь за той отметкой, которой социальная система достигает под действием собственной инерции”. Подобным же образом можно полагать, что недостаточно ориентированное на будущее прогно­зирование недооценивает инерцию.

Типичные задачи для ориентированного на представляющиеся возможности, или *изыскательского, технологического прогнози­рования* можно проиллюстрировать на примере из электроники.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ

В этой главе мы не намереваемся дать полный обзор методов прогнозирования. Внимание, уделяемое в настоящее время технологическому прогнозированию, стимулировало появление большого разнообразия подходов, которые описаны в их истинном свете в обзоре, составленном автором для ОЭСР, и в книге Роберта Эйреса . Знаменательно, что для большинства современных разработок в этой области наблюдается тенденция скорее к совершенствованию некоторых основных подходов, известных и используемых многие годы, если не десятилетия, чем к поиску новых “достижений”. В частности, вводятся усовершенствования с целью сделать прогнозирование более системным, как это описано в предыдущей главе.

Широко распространено заблуждение, что использование методов или вообще формализованных подходов должно отличать прогнозирование от простого умозрения. Много хороших прогнозов сделано без явного применения каких-либо методов. Методы служат всего лишь для увеличения способностей прогнозиста и, в общем, следуют основным мыслительным приемам, которые интуитивно использует человеческий мозг. Большинство методов было сконструировано для искусного диалога “человек — метод”, ти они весьма чувствительны к знаниям человека и его способностям творческого мышления, технических и ценностных суждений и синтеза.

Наиболее значительный вклад специальных методов в прогнозирование суммируется в виде трех пунктов: методы поясняют роль индивидуальных входных факторов, принуждают к всестороннему рассмотрению этих факторов и обеспечивают однородность результатов; методы способствуют уменьшению пристрастий и систематических ошибок.

Методы дают возможность оценить большое количество и сложную структуру входной информации и облегчают сис­тематическую оценку альтернатив.

Если практическое применение прогнозирования нужно разум­ным образом связать с планированием в корпорациях, то следует использовать множество подходов и комбинировать их в зависимо­сти от задачи прогнозирования. Для законченного практического применения необходимо использовать методы, принадлежащие как поисковому, так и нормативному “направлениям” прогности­ческого образа мышления. Простые методы прогнозирования, такие, как экстраполяция тенденций или написание сценариев, можно использовать для получения информации, которая затем будет структурно “организована” с помощью других методов, .а “переработана” для целей планирования совсем иными спосо­бами.

Для целей выбора подходящих методов могла бы оказаться •полезной классификация подходов к прогнозированию на основе получаемых с их помощью результатов: дают ли они новую инфо-мацию (которой могло бы и не быть в явном виде в таблице, хотя элементы ее могли бы фиксироваться в уме) или стимулируют ис­пользование этой информации. Кроме того, можно при этом разли­чать поисковые и нормативные подходы. Под этим углом зрения методы прогнозирования, имея в виду здесь технологическое про-тнозирование, можно сгруппировать следующим образом :

1. Методы поискового прогнозирования, а также все разновид­ности формализованных подходов того же направления выполняют две в'ажные задачи: вырабатывают новую “информацию” относи­тельно будущих технологических систем и их качеств и моделируют .различные результаты реализации (технологических) альтернатив в многообразных условиях возможных ситуаций.

1.1. Выработку новой “информации” можно подразделить на экстраполяцнонное прогнозирование (куда приведет тенденция .при допущении ее линейности или непредвиденной случайности?) .и умозрительное прогнозирование (какова совокупность альтер­натив?) .

I.I.I. Метод” экстраполяционного прогнозирования основы­ваются главным образом на экстраполяции тенденций и ее усо­вершенствований, из которых особенно интересен метод огибаю­щих кривых.

1.1.2. Методы умозрительного прогнозирования достигли не­которой изощренности в области улучшения групповой согласо­ванности интуитивных мнений—начиная от мозгового штурма и кончая методом “Дельфы”,—и в морфологическом анализе, с по­мощью которого систематически исследуются все комбинации при проведении качественных изменений основных параметров кон­цепции (технологической или другой), и посредством этого выяв­ляются возможности новых комбинаций.

1.2. Моделирование результатов реализации вариантов в раз­личных системных ситуациях производится с помощью множе­ства методов, включая кривые обучения, игры, анализ затраты— выпуск, многомерные и структурные модели, написание сценариев и анализ взаимной корреляции.

2. Методы нормативного прогнозирования и формализованные подходы того же направления также выполняют те же две важ­ные задачи: вырабатывают новую “информацию”, но на этот раз относительно потребностей, желаний, ценностей, функциональных требований и структурных взаимосвязей и моделируют последст­вия постановки общих целей (политики), стратегических целей и определенных оперативных целей в различных системных ситу­ациях.

2.1. Выработку новой информации можно подразделить на умо­зрительные методы (каине нормы и цели ввели бы мы в процесс планирования?) и структурные методы (каковы будущие взаимо­связи, подвергающиеся влиянию действий, которые мы можем совершить?).

2.1,1. Умозрительные методы прогнозирования в нормативном подходе опять-таки могут включать улучшение групповой согла­сованности мнений по методу “Дельфы”.

2.1.2. Структурные методы прогнозирования имеют в качестве наиболее разработанного примера дерево целей. Используются также более простые приложения теории решений, такие, как матрицы решений, а также сетевые методы в применении к доста­точно легко достижимым целям. Совсем недавно был разработан анализ взаимной корреляции (который также практикуется при преимущественно поисковом “умонастроении”) в качестве средства организации и согласования будущих взаимоотношений в систем­ных ситуациях.

2.2. Моделирование последствий постановки общих и конкрет­ных целей для действий в настоящее время опять же включает использование таких очерченных выше структурных подходов, как деревья целей (в частности, в их числовых вариантах), всех видов матриц или других простых процедур для ранжирования приорптетов II рационального распределения ресурсов, обычно основанного на исследовании операций и теории решений, динами­ческого моделирования, изредка — теории игр и аспектов систем­ного анализа. Цель всех этих подходов — направлять структур­ную организацию мышления путем моделирования общих послед­ствии, вытекающих из взаимосвязей между заранее поставленны­ми целями п признанными техническими или исследовательскими элементами. Критерии для исследований в этом направлении так­же определены заранее.

К этому можно добавить третий класс методов, который играет вспомогательную, но важную роль в “обработке” прогнозов и соот­несении их с планированием в корпорациях: на уровне оператив-

Фундаментальные исследования и общество

Старый спор относительно того, должна ли наука направлять­ся обществом или нет, постепенно теряет своих сторонников среди ученых, стоящих на “пуристских” позициях. Интересно отметить, что, как указывал Татон , некоторые известные французские математики XIX в. уже пытались выявить связь математики с ши­рокими целями общества.

В настоящее время признание того обстоятельства, что в наш технический век развитие и применение достижений науки и тех­нологии стало самым мощным средством преобразования общества, постепенно вынуждает все в большей степени ориентировать фунда­ментальные исследования в те области, которые связаны с широки­ми национальными и социальными целями. Если мы понимаем, что в широких пределах мы можем выбирать свою судьбу путем соответствующего направления технологических разработок, то распознавание и оценка альтернативных будущностей (“футуриб-ли”) становится самой важной задачей. Методы технологического прогнозирования представляют собой эффективное средство пре­образования нашего будущего в структурные цели вплоть до уров­ня фундаментальной науки, например, путем применения метода дерева целей.

Первым по значению качественным подходом к решению этой проблемы может быть метод систематической оценки фундамен­тальной науки на основе “внутренних критериев” Вейнберга (зрелость какой-либо области науки, наличие высококвалифициро­ванных исследователей и т. д.) и “внешних критериев” (научные достоинства, включая воздействие на смежные области науки, технологические достоинства, социальные достоинства) Комиссии по науке и социальной политике. Приводим перечень проблем, для решения которых может применяться технологическое про­гнозирование :

* настоящее и будущее состояние предмета будущая программа: очередность, рекомендации и т. д. основные вопросы и вопросы, на которые не были получены ответы
* способы решения и уровни понимания новые средства и методы представленные возможности влияние на концепции в других областях науки влияние на методы в других областях науки воздействие на технологию применения и т. д. отношение к экономике и к обороне возможности и проблемы для промышленности и науки потребности в работниках на следующие пять лет прогнозы численности работников на пять и на десять лет. Попытка оценить какую-либо область науки, например океано-
* графию, которая быстро переходит от уровня фундаментальных исследований к уровню прикладных разработок с помощью анали­за по методу издержки — прибыль, потерпела неудачу, посколь­ку использовалась ошибочная математическая база. По-видимому, непосредственный анализ по методу издержки — прибыль можно применить только к небольшой части фундаментальных исследо­ваний в общественной сфере. Квантпфикация на основе метода затраты— эффективность, которая успешно применялась в области планирования военных усилий, дает нам гораздо больше возмож­ностей: можно оценить национальные п социальные цели и опре­делить потенциальный вклад фундаментальных исследований. Серьезное начало было положено введением среднесрочной си­стемы “планирование — программирование — финансирование” в гражданские ведомства США на основе системного анализа и мето­да затраты—эффективность.

В настоящее время всесторонне законченное технологиче­ское прогнозирование должно исходить из сопоставления норма­тивного прогнозирования (нужды, желания) и изыскательского прогнозирования (возможности).

Интуитивные методы ( лишь недавно обрели свой первый критический подход в методе “Дельфы”. Эти методы делают в прин­ципе возможным “случайный доступ” ко всем уровням. В част­ности, только с ними в настоящее время связывается надежда найти совокупность обоснованных отправных пунктов для норма­тивных методов на самых высоких уровнях (“социальные цели”)\_^ Альтернативный путь — достижение этих уровней с помощью изыскательских методов (сценариев и т. п.) — дал бы некоторые отправные пункты такого рода путем трудоемких итеративных и других подходов, но он недостаточно универсален, чтобы можно было признать его удовлетворительным.

Изыскательские методы могут быть подразделены на два класса, указывающие на их потенциальное применение:

* методы, с помощью которых порождается новая технологи­ческая информация, охватывают следующие группы: экстраполя­ция тенденций изменения технических параметров и функцио­нальных возможностей, “кривые обучения”, экстраполяция контекстуального картографирования, морфологическое исследова­ние, а, возможно, также написание сценариев (еще не демонстри­ровавшееся);
* методы, с помощью которых упорядочивается и перерабаты­вается наличная технологическая информация, охватывают следующие группы: историческая аналогия, написание сценариев п синоптическая итерация, вероятностные методы преобразований, экономический анализ, операциональные модели, методы, имею­щие дело с агрегированным уровнем.

Это различие имеет крайне важное значение, поскольку любой процесс законченного технологического прогнозирования должен включать один или более методов для производства новой техно­логической информации — другими словами, для выяснения при­роды (или) некоторых существенных характеристик будущих технологий

ТОЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Установки и цели. Кроме того, условия для нормативного прогно­зирования реально существуют лишь последние 25 лет . Ранние прогнозы представляют собой более или менее беспомощную, чисто изыскательскую попытку уловить тенденции и экстраполировать их, основываясь на неявном допущении оо определенной инерции тех или иных процессов и исторического движения в целом. То обстоятельство, что на инерцию обществен­ного развития могут повлиять изменения технологии, вообще не приходило на ум прогнозистам прошлого.

Третье различие кроется в том факте, что альтернативы при­нимались во внимание и оценивались систематически лишь в ред­ких случаях. Если же этим обстоятельством не пренебрегали, то это позволяло получать цепные прогнозы уже сравнительно давно.

Технологическое прогнозирование в том виде, в каком оно охарактеризовано в предыдущих главах, насчитывает лишь несколько лет. Самая большая его ценность заключается не столь­ко в точности, сколько в его вкладе в стратегию планирования. Суждения, высказываемые на этот счет, основываются обычно на старых примерах, которые были типичны для ранней стадии и характеризуются отсутствием систематического и всеобъемлющего анализа. Такие более старые прогнозы нередко отражают скорее мнение, чем изучение вопроса. Это имело крайне отрицательные последствия для искусства прогнозирования — предмета, по кото­рому чуть ли не каждый считает себя способным высказать соб­ственное мнение. Зачастую не удавалось противостоять тенденции “принимать желаемое за действительное”, и в прогнозировании подчас даже видели лишь средство произвести впечатление на пуб­лику.

Другое важное отличие более раннего прогнозирования от его нынешних форм связано с меняющейся природой технологического нововведения и планирования, а также до некоторой степени фундаментальных исследований . Способность к самоосуществлению про­рочества дает себя чувствовать гораздо более остро в наши дни, когда технология столь быстро изменяется и когда она гораздо более чутко, чем когда-либо раньше, реагирует на меняющиеся

В крупных компаниях “популярное” технологическое прогнозирова­ние иногда осуществляется на том же уровне управления, па котором про­изводится оценка серьезных прогнозов с точки зрения их вклада в дело планирования. Например, и председатель правления “Дженерал электрик” (который предсказал в 1955 г. широкое распространение “электронной кухни” и других форм бытовой автоматики в течение 10 лет) и председатель правления “Рэйдио корпорейшн оф Америка” отдали дань “популяр­ному” прогнозированию.

Эйрес дает список ловушек в технологическом прогнозировании, который в равной мере отно-рится как к прошлому, так и к настоящему прогнозированию:

1. Недостаток воображения и {или) “чутья”, делающий про­гнозы сверхпессимистичными. Ленц упоминает несколько примеров неправильных прогнозов, которые могли бы быть пра­вильными при непредвзятой экстраполяции временных рядов.

1. Сверхкомпенсация, которую можно проиллюстрировать за­явлением Кларка: “Все, что теоретически возможно, будет осуществлено на практике, каковы бы ни были технические труд­ности, если только желание достаточно сильно”, а также точкой зрения: “В наши дни человеческий гений может добиться всего”.
2. Неспособность антиципировать сходящиеся пути развития и (или) изменения в конкурирующих системах. Одно получившее широкую огласку ошибочное предсказание может быть объяснено следующим образом: в 1945 г. Линдеман (впоследствии лорд Черу-элл) в Англии и Ванневар Буш в США предсказывали, что меж­континентальные баллистические ракеты в обозримом будущем не смогут конкурировать с пилотируемыми бомбардировщиками. Они не предвидели разработку водородной бомбы (хотя ее потен­циал уже был хорошо известен в то время) и ее последствия для миниатюризации боеголовки, позволяющие: а) транспортировать с помощью такой ракеты заряд большой взрывной мощности II б) ослабить требования к точности попадания в цель. Равным образом недавние неудачи аналогичного характера привели к тому, что ведомство директора оборонных исследований и техники в ми­нистерстве обороны США проявляет ныне колебания в деле нала­живания систематической деятельности по прогнозированию. Про­ект “Принципиа”, попытка прогнозировать ракетный потенциал на базе фундаментального и итогового потенциалов ракетного топлива, на деле был “превзойден” в результате' усовершенствова­ния конструкции ракет, которое стало возможным благодаря успе­хам в других областях, например в достижении более высоких температур в сопле и т. д.

4. Концентрация на специфических конфигурациях вместо экстраполяции агрегированных показателей (макропеременных). В этой связи Эйрес указывает на опасности чрезмерной “эксперти-.зы”. Сюда же можно добавить могущественное влияние научных “клик” (или школ), которым может быть объяснен другой провал — Линдемана, этого известного своими ошибками научного советни­ка Черчилля. Он был одним из группы ученых, которые полагались исключительно на ракеты на твердом топливе; поэтому, когда ему показали фотографию “ФАУ-2”, германской ракеты па жидком топливе, незадолго до ее применения против Лондона, он заявил, что она просто неспособна летать.

5. Неточный расчет. Классические примеры этой категории неудач, пожалуй, дали астрономы. За восемь недель до первого полета братьев Райт в 1903 г. Саймон Ньюком назвал полеты “одной из обширного класса задач, которые человек никогда не сможет решить”— на том основании, что физика взлета и сопро­тивления воздуха исключает возможность полета аппарата тяжелее воздуха (правильный расчет был сделан лишь после демонстрации полета, хотя теоретические основы для него имелись раньше). Также неправильным был упоминаемый Эйресом расчет, сделан­ный в 1941 т. канадским астрономом Дж. У. Кэмпбеллом, кото­рый пришел к такому выводу: чтобы доставить один фунт полезно­го груза, ракета для полета на Лупу должна весить один миллион тонн (ошибка достигла здесь шести порядков величины из-за нереалистических исходных посылок). Утверждение английского астронома Ройала, что космические полеты — это “полнейший вздор”, сделанное в 1956 г., всего за один год до первого спутника, -еще свежо у нас в памяти.

ФАКТОР ВРЕМЕНИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ

Для правильного определения временных координат при тех­нологическом прогнозировании требуется многое, помимо инфор­мации о завершении какого-то конкретного перемещения техно­логии, и даже нечто более важное, чем она. Опасность таится не только в расхождении конечного результата с той совокупностью целей, на которую он не был рассчитан, но и в отклонении от намеченных временных координат на любом из промежуточных этапов разработки (перемещения технологии).

В реальных временных координатах, где вертикальные сечения представляют поперечный разрез пространства перемещения тех­нологии в данный момент, сочетание отдельных прогнозов обычно приводит к более или менее деформированному сечению проекти­руемого будущего.

Прогноз, задавая временные координаты, тем самым определяет инерцию данного перемещения технологии. Экстраполяция вре­менного ряда является простым методом дости­жения этой цели, а экстраполяция по огибающей кривой представ­ляет аналогичную попытку для последовательности событий в той же области функциональных возможностей.

Оценка инерции данной технологической системы станет в будущем более затруднительной вследствие возрастания взаимо­действия как внутри системы, так и вне ее. Главным фактором сделается растущее взаимодей­ствие технологических систем с социальной системой. По мне­нию Центра ТЕМПО компании “Дженерал электрик”; экстрапо­ляция тенденций во времени ста­нет “непродуктивной” вследст­вие этих более сложных взаи­модействий.

В целом не совсем понятно, на каких основаниях решения относительно финансирования научных исследований и разработок принимаются “путем не впол­не ясного введения мнений экспертов и групп давления” (Габор) и, возможно, других факторов. Рациональное обоснование подоб­ных решений существует только там, где хорошо организованная служба среднесрочного и долгосрочного планирования — или, го­воря точнее, технологическое прогнозирование, полностью интег­рированное с технологическим планированием,— обеспечивает прочную базу для принятия решений. В качестве показатель­ного примера можно было бы привести корпорацию “Ксерокс” или фирму “Белл телефон лэбораториз” (компании “Америкой телефон энд телеграф”). Несколько экономистов провели в США актуальное и весьма интересное исследование ряда конкретных случаев, результаты которого опубликованы в сборнике “Темп и направление изобретательской деятельности” 1651.

Как уже указывалось, нормативное прогнозирование и неизбежное в конечном счете распространение изыскательского н нормативного технологического прогнозирования на интеграль­ные схемы обратной связи способны концентрировать и направ­лять человеческую энергию таким образом, чтобы воздействовать на инерцию, присущую историческому процессу. Результат может обнаружиться двояким образом:

Ускорение перемещения технологии; детально разработанный прогноз должен включать в себя этот результат — и зачастую включает, в особенности если это тип прогноза, приводящего к “самоосуществляющемуся пророчеству”;

возможное замедление перемещения технологии после какого-то периода давления на технологические границы; роль этого явле­ния особенно подчеркивают как корпорация “РЭНД”, так и Центр ТЕМПО компании “Дженерал электрик”.

Корпорация “РЭНД” идет даже еще дальше, утверждая, что давление на технологические границы может также создать замед­ляющий фактор, связанный с неоправданной сложностью систем: “Возможность, относительно которой мы размышляем, заключает­ся в следующем: громоздкая сложность нынешних систем не обяза­тельно представляет собой неизбежное следствие потребности в большей эффективности, а скорее есть следствие крайней необ­ходимости выжать самую последнюю унцию эффективности из перегруженной непомерными требованиями техники в ее нынешнем состоянии... Короче говоря, можно надеяться на то, что небольшое ослабление оказываемого нами сильнейшего давления на техноло­гическую границу в значительной степени уменьшило бы причи­няющую беспокойство сложность систем оружия”.

В том же докладе “РЭНД” упоминается еще один потенциаль­ный замедляющий фактор: улучшение выбора целей путем норма­тивного прогнозирования может снизить эффективность разрабо­ток и производства и замедлить перемещение технологии. При отсутствии такого мощного компонента, как нормативное прогно­зирование, могут быть выбраны более легкие (более “эффектив­ные”) методы разработок. Тем не менее следовало бы подчеркнуть важность для гражданских разработок и “социальной технологии”, а также для других областей, доступных технологическому про­гнозированию, вывода доклада “РЭНД”, посвященного разра­боткам в ВВС США: “Как эффективность, так и правильная цель играет важную роль, но если нам приходится искать меж­ду ними компромисс, то пусть уж лучше пострадает эффектив­ность”.

Следующие периоды времени, введенные в качестве широких категорий, определяют временные координаты вертикального перемещения технологии вплоть до уровня применения (для пер­вых четырех уровней мы используем классификацию фаз научных исследований и разработок, предложенную Стэнфордским научно-исследовательским институтом):

1) период времени, предшествующий открытию (фаза открытия);

2) период времени между открытием и технологической приме­нимостью или изобретением (фаза творчества);

3) период времени между изобретением или наличием соответ­ствующей технологической конфигурации и началом разработок в широких масштабах (фаза воплощения);

4) время разработки (фаза разработки);

з) циклы главных технологических нововведений в конкрет­ной области;

6) циклы принятия потребителем (деловые циклы). Циклы, приведенные под номерами 5 и 6, разумеется, тесно связаны друг с другом, хотя и не идентичны. Циклы принятия потребителем становятся фактором, “направляющим” разработки в таких технологических областях, для которых характерно широ­кое применение нормативного мышления, например авиакосмиче­ская промышленность и производство ЭВМ.

Фазы 1—4 не обязательно следуют друг за другом непосред­ственно. Каждая фаза зависит от определенного сочетания реаль­ных возможностей, для чего иногда приходится ждать завершения ризвития в других областях. Существует много открытий, которые еще нс привели ни к изобретению, ни к разработкам. Одной из главных задач технологического прогнозирования и является установление соответствующего распределения фаз во времени.

1.4.2. Прогнозирование в области рационального знания

“Der Негг Gott ist raffiniert, aber boshaft ist Er nicht” (“Господь бог изощрен, но он не злонамерен”) — то обстоятельство, что это изречение Эйнштейна истинно, имеет важнейшее значение при проведении фундаментальных исследований. Это означает, как весьма аргументированно подчеркнул Винер , что уровень фундаментальных исследований находится в выгодном положении благодаря одному условию, которого нет ни на одном другом уровне, пересекаемом в процессе перемещения технологии: окру­жающая среда фундаментальной науки и технологии не “реаги­рует” на исследования, проводимые человеком; можно стремиться к какой-либо цели, выбирая стратегию, в которой можно не учи­тывать контрстратегию природы. Здесь и только здесь фактор времени не заложен в природе явлений, а вводится самим челове­ком. Прогнозирование сводится к распознаванию неизменных схем, образуемых целями, критериями и связями, а также к оцен­ке способности человека достичь их и того темпа, в котором это можно осуществить.

Несмотря на подобное положение дел, благоприятствующее включению фундаментального уровня в технологическое прогно­зирование, этой области до сих пор уделялось гораздо меньше внимания, чем она заслуживает. Нет сомнения, что “пуристская” позиция ученых сыграла роль шлагбаума, препятствующего вторжению на их территорию.

Прогнозирование на фундаментальных уровнях чрезвычайно : важно и с другой точки зрения: любая ошибка, совершенная на (этих уровнях, приводит к значительным и дорогостоящим неуда­чам. Осознание этого обстоятельства побудило ВМФ США прово­дить политику усиления технологического прогнозирования на фундаментальных уровнях. “Научные перспективы” и “технологи­ческие возможности”— вот два различных типа данных, которые вводятся в систему прогнозирования ВМФ США и затем объеди­няются на более поздней стадии.

Оказалось, что отсутствие нормативного мышления делает фундаментальные исследования совершенно непригодными для использования в американских оборонных разработках.

Ядерная энергия представляет наиболее разительный пример поэтапного приобретения фундаментальных знаний, последствия которого были осознаны большинством ученых, связанных с дан­ной работой, пока не вступил в действие ярко выраженный норма­тивный фактор. Основные предпосылки для осуществления цепной реакции деления ядра можно следующим образом сопоставить с сопутствовавшими их достижению прогнозами.

Можно считать, что в этом параллельном развитии прогнозов и достижений три фактора вызвали отсутствие четкого прогноза до того, как был осуществлен третий этап.

1. Структура обеспеченного научного знания не подвергалась систематической оценке. Выполненный заблаговременно правиль­ный расчет кривой дефекта масс игнорировался в большинстве прогнозов, которые обычно указывали выход энергии порядка 0,01 массового эквивалента (характерный для ядерного синтеза) вместо 0,001, имеющего место при делении, и ориентировались на деление легких элементов (водород, литий и пр.),— даже Сци-лард в 1935 г. совершил эту ошибку. Потенциальная роль нейтро­на в цепной реакции, которая первоначально была понята, также вскоре была забыта.

2. Резко отрицательная позиция, занятая Резерфордом, “папой римским” ядерной физики, в отношении возможности использова­ния цепной реакции, повлияла на многих ученых; Резерфорд, по-видимому, был поглощен мыслью о внешнем источнике нейтро­нов. которого (как и сейчас) не имелось для экономически выгод­ных применений, но это и “подавило” идею использования цепной реакции.

3. Отсутствие нормативного мышления проявилось в том, что внимание не было сконцентрировано на исследованиях, подводя­щих к третьему этапу, осуществимость которого была доказана. Ферми, например, который высказал несколько мыслей, носивших характер исследовательских прогнозов, ни разу не пошел дальше предсказания ряда второстепенных применений превращения эле­ментов — производства радиоактивных индикаторов для медицин-C'KIIX целей и т. пЛ И только после того, как было продемонстриро­вано деление атомного ядра, стало стремительно развиваться нор­мативное прогнозирование, которое в свою очередь почти сразу же “дало толчок” решающим экспериментам, имевшим целью доказать осуществимость четвертого этапа. После этого нормативное про­гнозирование приобрело достаточный вес, чтобы послужить основа­нием для научно-исследовательских работ огромного масштаба, проводившихся в течение трех лет, пока вероятностный прогноз не превратился в предсказание.

НЕДОСТАТКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Прогнозирование—рискованное занятие для любого человека, взявшего на себя роль пророка. Его подсте­регают такие опасности, как неопределенность и ненаде/кность имеющихся данных, сложность озанмоден-ствия прогнозов с “реальным миром”, его собственная человеческая склонность принимать желаемое за дейст­вительное, эмоциональный характер людского мыш­ления, а также склонность подгонять поддающиеся раз­личному истолкованию “факты” под заранее составлен­ную) схему. Вытекающие отсюда недостатки присущи всем формам прогнозирования. Кроме того, ряд опасно-стен, с которыми должен считаться прогнозист, связан с особым характером процесса появления изобретении II нововведении (и, возможно, особыми качествами са­мих людей, которые специализируются на прогнозиро­вании в этон области). Некоторые из этих недостатков заслуживают более четких определений и кратких пояс­нении.

1. Отсутствие необходимого воображения и (или) дерзания. От этого недостатка очень страдает работа комиссии, составленных из выдающихся экспертов, многие из которых инстинктивно предпочитают излиш­нюю осторожность (особенно по отношению друг к дру­гу), даже если они осознают опасность такого подхода и стараются быть предельно объективными. В качестве иллюстрации может служить один пример. В 1940 г. Национальная академия наук США создала специаль­ную комиссию для оценки перспективности газовой тур­бины. Членами этого комитета были Т. фон Карман, Ч. Кеттерниг. Р. Мнлликен. М. Мейсон, А. Кристи и Л. Маркс. Их тщательно продуманный и взвешенный вывод, основанный на целом ряде консервативных до-пущеннн. гласил, что газовые турбины будут иметь удельный вес порядка 6—7 кг/л. с. против 0,5 кг/л. с. для весьма распространенных в то время двигателей внут­реннего сгорания.

Если бы члены этой комиссии при выборе предполо­жений исходили из оптимистических, а не пессимистиче­ских оценок, то они получили бы истинную цифру 0,2 кг/л. с. (подтвердилось). Фактически всего лишь год спустя в Англии уже появилась первая газовая турбина.

2. Чрезмерная восторженность. В истории известно немало случаев, когда пророки или изобретатели остава­лись непризнанными современниками и соотечественниками; слава приходила к ним потом, причем обычно из других стран. Достаточно упомянуть в этой связи Шар­ля де Голля, одного из первых пропагандистов тактики “молниеносной” войны; Фрэнка Уиттла—изобретателя турбореактивного двигателя; Циолковского, Оберта и Годдарда—провозвестников ракетной эры и т.д. В ре­зультате в настоящее время некоторые люди склонны слишком переоценивать подобные факты и утверждать, что в сущности “не важно, сколь фантастичными могут казаться наши ожидания, действительность все равно их превзойдет”. Артур Кларк так говорит по этому поводу:

“Все, что теоретически возможно, обязательно осу­ществится на практике, как бы ни были велики техни­ческие трудности,—нужно только очень захотеть. Фра­за: “Эта идея фантастична!”—не может служить доводом против какого-либо замысла. Чуть ли не все достижения науки и техники за последние полвека перво­начально были фантастичны, и у нас нет никакой на­дежды предвосхитить будущее, если мы не примем за исходную посылку то, что они и впредь будут обязатель­но “фантастичными” ,

Кларк заносит в свою таблицу “Основные этапы развития техники в будущем” следующие предположе­ния: к 2050 г. мы добьемся контроля над силой тяжести, а к 2100 г.—бессмертия людей.

Некоторые восторженные и ловкие популяризаторы науки использовали метод экстраполяции “огибающей кривой” для обоснования очень риг-кованных предсказа­ний. И, как справедливо заметил Стайн , темпы роста ряда показателей эффективности явно устремятся к бесконечности еще до 2000 г. .

б) Анализируя тенденции ожидаемой длительности жизни человека, Стайн делает заключение, что “каждый, кто родится после 2000 года, будет жить вечно, если, конечно, отбросить несчастные случаи”. (Если эта экст­раполяция верна, то Кларк действительно слишком кон­сервативен. Однако имеется очень мало указаний на то, что максимальный возраст людей увеличивается, факти­чески он держится постоянным примерно на уровне 115 лет. хотя в настоящее время такого возраста дости­гает большее число людей.)

в) Используя кривую тенденций.

Стайн приходит к выводу, что к 1981 г. “под контролем одного человека будет находить­ся такое количество энергии, которое эквивалентно всей энергии, выделяемой Солнцем” .

г) Используя другую кривую тенденций (здесь она не приведена), Стайн предположил, что к 1970 г. число отдельных “схем” в электронной вычислительной маши­не может стать равным числу нейронов в человеческом мозгу, т. е. примерно 4 млрд.

3. “Шоры”, не позволяющие заранее увидеть беспер­спективность отдельных научно-технических направле­ний, а также предвидеть появление новых конкурирую­щих направлений. Здесь умесгно привести хорошо из­вестный пример. Темпы развития ядерной энергетики оказались значительно ниже, а затраты на ее разви­тие—значительно выше тех, что предсказывали в 40-е годы, главным образом в результате достигнутого улуч­шения (по большей части непредвиденного) экономич­ности тепловых электростанций, работающих на иско­паемом горючем.

Точно так же темпы развития технологии получения титановых и бериллиевых сплавов в значительной степени отстают от того, что ожидалось всего лишь около 10 лет назад. Это объяс­няется в основном исчезновением надежд на то, что воз­никнет большой спрос на обладающие высокой удельной прочностью конструктивные элементы для таких бомбар­дировщиков, как Б-70, этот спрос оправдал бы значитель­ные затраты на разработку технологии получения этих сплавов и методов их обработки. Та же участь постигла программы исследований и разработок в области созда­ния высокоэнергетических видов топлива (например, на основе соединений борной кислоты—боратов) и в обла­сти создания самолета с ядерным двигателем (напри­мер, типа SLAM).

Наличие своего рода шор на глазах многих прогно­зистов не является чем-то исключительным в современ­ной практике прогнозирования, хотя в распоряжении прогнозистов находится богатый арсенал хорошо разра­ботанных методов.

Каждый из этих прогнозов являлся простой экстраполя­цией тенденций роста; при этом полностью игнорировались и возрастающая конкуренция со стороны личных обиле'й. и сокращение рабочего дня, и сокращение потребности в общественном транспорте в результате введения пятидневной рабочей недели. Интересным при­мером прогноза, который был свободен от таких недо­статков, т. е. был сделан с учетом влияния со стороны конкурирующих видов техники, можно назвать прогноз, сделанный в 1913 г. С. Джилфиленом.

Джилфилен правильно предположил, что конкуренция со стороны авиации в конечном счете' повлияет на объем пассажирских перевозок морскими судами.

Постоянная переоценка темпов внедрения техниче­ских нововведений (которые порой оказываются значи­тельно ниже вследствие инерции, осторожности, длительности разработки или нежелания рисковать уже сде­ланными капиталовложениями) присуща многим прог­нозистам, так же как и постоянная недооценка темпов прогресса науки в будущем. В результате этого прогресс в науке часто превосходит наши ожидания, в то время как техника, как правило, значительно отстает от них. Можно вспомнить то время вскоре после второй миро­вой войны, когда многие из нас были уверены, что в не­далеком будущем вертолет заменит собой личную авто­машину. Ь нашей памяти живы и те годы, когда мало кто сомневался в скором появлении домашних термо­электрических холодильников и автомобилей с корпу­сом из пластмассы или стеклопластика, в том, что такие легкие коррозионностойкие металлы, как магний, берил­лий и титан, вытеснят конструкционную сталь в маши­ностроении, и т. п.

4. Абсолютизация некоторых специфических конст­руктивных решений вместо экстраполяции обобщенных показателей качества (макропеременных). Например, видимо, по этой причине прогноз будущих возможностей гражданской авиации, сделанный инженером Н. С. Нор-веем, видным специалистом в области авиастроения, оказался весьма неудачным. В 1929 г. он предсказал, что транспортные и пассажирские самолеты к 1980 г. будут иметь крейсерские скорости порядка 170— 200 км/час, дальность полета 1000 км и полезную на­грузку 4 т при общем весе 20 т . Абсолютизация ста­ла настоящим камнем преткновения для инженеров. Как указал Г. Кан, Научный совет ВВС США и физики Лос-Аламосской лаборатории значительно ошиблись в своих прогнозах относительно будущего развития техни­ки ядерного вооружения, возможно, потому, что они об­ладали “слишком большой компетенцией” в данном вопросе и не могли охватить проблему в целом. Прогно­зы же специалистов из “РЭНД корпорейшн”, наоборот, оказались более точными, так как они использовали “наивную” (простую) экстраполяцию огибающих кри­вых .

5. Неточность расчетов. Хорошо известны неудачные попытки Ньюкома отрицать возможность создания са­молета, о которых уже упоминалось ранее . Другой известный пример подобного рода—это прогноз канад­ского астронома Дж. У. Кемпбелла, который в резуль­тате своих вычислений пришел к заключению, что для вывода на орбиту полезного груза 0,5 кг взлетный вес ракеты должен достигать 1 млн. т . Он ошибся в своих расчетах на шесть порядков из-за того, что его исходные предпосылки относительно топлива были весь­ма далеки от действительности; помимо этого, он не принял в расчет возможность создания многоступенча­тых ракетных двигателей. Еще одна неверная идея, на этот раз связанная с обеспечением питания населения мира в будущем, принадлежит Холдейну . Эту идею пропагандирует Д. Габор в своей известной книге “Изо­бретая будущее” . Согласно предсказанию Холдей-на, некоторые новые искусственно выращиваемые виды морских водорослей, которые способны связывать азот, значительно увеличат возможности людей в такой акту­альной области, как обеспечение продуктами питания. Это будет достигнуто, по его мысли, за счет использования огромных морских пространств. Им не учитывался тот факт (известный в настоящее время биологам-океано­графам), что количество протоплазмы в океанских про­сторах ограничивается наличием фосфора, железа и азо­та в поверхностных слоях воды, и этот фактор вряд ли изменится, так как в атмосфере Земли нет фосфора в связанном состоянии .

6. Случайности и неопределенности, присущие веро­ятностным процессам. Помимо указанных выше недо­статков, следует также учитывать то, что темпы научно-технического прогресса часто до некоторой степени зависят от принципиально непредсказуемых факторов и событий: счастливой случайности или совпадения, вне­запного озарения или причуды какого-либо человека. В истории известно немало примеров, когда какое-то не­большое случайное событие приводило к серьезным последствиям, совершенно не схожим с тем, что пред­полагалось. Как говорится, “не было гвоздя, подкова пропала ...” Имеется большое число беллетристических работ, основанных на условных предположениях типа “Что было бы, если...?”. Например, что было бы, если Ричард III не был бы сброшен с лошади в битве при

• Босуорт Филд? Что было бы, если пистолет Джона Бута' дал бы осечку? История техники также полна подобными примерами.' Предположим, что открытие яв­ления дифракции электронов произошло до того, как Планк объяснил природу спектра излучения черного тела и последовавшего за этим открытия Эйнштейном фото­электрического эффекта. Если бы волновая природа частиц была бы обнаружена до открытия корпускуляр­ной природы электромагнитных волн (а не наоборот), то почти сразу же могла быть создана квантовая меха­ника путем простого обобщения электромагнитной теории Джеймса Максвелла^ Можно было бы также избежать сильных потрясений, которые испытала теоретическая физика в 20-х годах, если бы эти противоречия были бы замечены лишь тогда, когда им уже было бы найдено окончательное объяснение. Таким образом, путь разви­тия современной физики был бы совершенно другим, ес­ли бы два простых эксперимента, ни один из которых никак не зависел от другого, были бы поставлены в иной последовательности.

Есть еще немало примеров подобного рода, которые можно привести для доказательства того (если.это вооб­ще требует доказательств), что счастливое стечение об­стоятельств, совпадения, “человеческие факторы” делают пророчества в значительной степени зависимыми от слу­чая. Что было бы, если Александр Флеминг или один из его коллег обладал бы “предпринимательской жилкой” д-ра Сквибба и сам организовал бы промышленный вы­пуск пенициллина, не дожидаясь, пока это сделают спе­циалисты Рокфеллеровского фонда? Что было бы, если Герман Гансвиндт, который в 1901 г. “летал” на вертоле­те собственной конструкции, имел бы лучшую инженер­ную подготовку, а по своему характеру не был бы фа­натично настроенным мучеником?' Как бы развивались события если Камерлинг-Оннес, которому в 1908 г. впервые удалось получить гелий в жидком состоянии и который открыл явление сверхпроводимости в 1911 г., продолжил бы свои эксперименты и заметил бы явление вытеснения магнитного поля из объема сверхпроводника (эффект Мейснера) и явление сверхтекучести, которые не были открыты вплоть до 1933 и 1938 гг. соответствен­но? Или что бы произошло, если Джеймс Дюар, услы­шав о достижении Камерлинг-Оннеса в 1908 г.. не пре­кратил бы своих собственных исследований в этом же направлении? И, наконец, что бы случилось, если бы эко­номичный однотрубный паровой котел с быстрым разве­дением паров был разработан еще до создания автома­тического пускателя Чарльзом Ксттерипгом, а не СПУСТЯ несколько лет, как это произошло на самом деле? Ко времени, когда был построен первый автомобиль (Доубл) с паровым двигателем (с 1922 по 1930 г. было выпущено небольшое число таких автомобилей), уже было налажено массовое производство двигателей внут-реннего сгорания и конкурировать c ними уже было невозможно.

Заключение

Растущее признание Системной природы всемирной проблемы — “затруднительного положения человечества”— способствовало тому вниманию, которое уделяется сейчас системным подходам к про­гнозированию и планированию, являющимся также необходимы­ми составными чертами полномасштабного процесса нормативного планирования. Развитие методологии прогнозирования получило сильные импульсы от этого направления, что подкрепляется обо­гащением подходов, соответствующих “системному” образу мыш­ления в прогнозировании, и недавними разработками или рас­ширениями более старых концепций в таких методах, как струк­турные модели, анализ горизонтального соответствия, анализ взаимной корреляции, анализ затраты — выпуск, итеративная проектировка систем, комбинация теории решений с понятиями эффективности систем, эвристическое и психоэвристическое про­граммирование, сетевые методы. Целью является переход от поли­мерных подходов, к которому принадлежит основная масса совре­менных “системно-настроенных” методов, к между- п далее к трансмерпому подходам. Единственный известный метод прогнози­рования, имеющий очевидный (будущий) потенциал для трансмер­ного прогнозирования,— имитационное моделирование сложных динамических систем (структурных моделей) в поисковом направ­лении прогнозирования. Соответствующего нормативного метода все еще нет; таковым могут оказаться обучающиеся модели, в кото­рых поисковое и нормативное прогнозирование комбинируется в системные модели с обратными связями.

Выводы

В этом реферате сделаны три важнейших общих вывода: а) технологическое прогнозирование, включающее ярко выра­женный нормативный компонент, во всевозрастающей степени будет определять характер и размах фундаментальных исследова­ний; последние в свою очередь будут давать ответы на вопросы, которые перед ними будет ставить технологическое прогнозирова­ние относительно конечных потенциальных возможностей и огра­ничений;

б) принципы и методы технологического прогнозирования, в особенности методы дерева целей для нормативного прогнозиро­вания, применимы для стимулирования и ориентирования фунда­ментальных исследований, относящихся к социальным целям; в) деятельность Комиссии по науке и социальной политике в США может послужить стимулом для организации аналогичной работы в других странах или регионах, направленной на то, чтобы оценить потенциал фундаментальной пауки в отношении широких социальных целей и соответственным образом сконцентрировать фундаментальные исследования.

Выводы II:

Следующие главные выводы были сделаны в отдельных пара­графах этого греферата о технологическом нововведении, которое занимает центральное место в проблеме технологического прогно­зирования.

Сама природа технологического нововведения в общем благо­приятствует нормативному подходу, который может быть суще­ственно усилен с помощью технологического прогнозирования с четко выраженным нормативным компонентом, что позволяет ускорить процесс перемещения технологии и дать ему нужное направление.

Технологическое прогнозирование является наиболее эффектив­ным из доступных средств преодоления “разрыва” в целях поддер­жания непрерывного быстрого роста.

Технологическое прогнозирование окажет сильное влияние на ход вертикального перемещения технологии, особенно за счет того, что оно серьезно улучшает систематическое использование “общих элементов”, а также направляет и ускоряет развитие ком­плексных технологических систем.

Возможности инженерных разработок, связанных с эксплуа­тацией и обслуживанием, благодаря технологическому прогнози­рованию значительно расширяются, и при этом будет делаться больший упор на горизонтальное перемещение технологии.

Прогнозирование структурных сдвигов в промышленности и, что особенно важно, изменений характера отраслей в результате технологических нововведений — прежде всего в прогрессивных областях, где технология приближается к своим последним пре­делам,— станет одной из главных забот при долгосрочном техно­логическом прогнозировании, возможно также на национальном ц международном уровнях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Серия “Техника” номер 2, 1977 г. И.Б. Новик “Человек природа. Технический прогресс.” (65 стр.)
2. “Прогнозирование подготовки инженерных кадров для электронной промышленности” О.Т. Лебедев, Ленинград 1977 г. (230 стр.)
3. “Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование” Р.Эйрес, “Мир” 1971г.
4. “Прогнозирование научно-технического прогресса” Эрих Янч, Москва 1974г.