**Техника и будущее. О новой методологии прогноза развития техники**

Назаров С.А. Кандидат химических наук.

Зададимся вопросом: можно ли прогнозировать развитие техники? Если да, то какими способами?

Мы полагаем, что ответ на первый вопрос должен быть положительным. Однако требуется сделать несколько существенных оговорок ...

Кто мешает тебе выдумать порох непромокаемый?

К. Прутков.

Зададимся вопросом: можно ли прогнозировать развитие техники? Если да, то какими способами?

Мы полагаем, что ответ на первый вопрос должен быть положительным. Однако требуется сделать несколько существенных оговорок.

Во- первых, любое создание нового (в науке, технике, искусстве) сопряжено с интуицией. Под интуицией мы понимаем психологические (умственные) операции, не сводимые к чисто логическим преобразованиям. Действительно, математиками (например, А.Пуанкаре, [1]) показано, что чисто логическим путем можно получить только тривиальные суждения, в которых нет ничего нового. Мы полагаем, что именно по этой причине предсказательная сила теорий типа ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) очень мала. Приверженцы ТРИЗ утверждают, что процесс изобретения можно разложить на элементарные логические операции[2]. Они заявляют: «Долой озарение, да здравствует логика!», сводя изобретательство к ремеслу и отрицая его родство с искусством.

Во- вторых, изобретательство и ремесло, и искусство одновременно. Неверно противопоставлять логическое и интуитивное в человеческом мышлении. Любой процесс создания нового (не только процесс технического изобретательства) можно разбить на несколько стадий, большинство из которых сводятся к логическим процедурам. Классической логике не поддается по большому счету только одна операция - выбор правильного решения из неопределенно большого числа вариантов.

В- третьих, мы полагаем, что моделирование «озарения» возможно. Для этого могут оказаться полезными представления о динамическом хаосе, развиваемые синергетикой.

**Методы прогнозирования**

Если людоед пользуется вилкой и ножом – это прогресс?

Станислав Ежи Лец

Каков же имеющийся арсенал методов прогнозирования развития техники?

Хочется сразу назвать этот арсенал музеем, так как почти все входящие в него методы созданы около полувека назад на базе представлений индустриального общества. Успехи применения этого арсенала в наши дни весьма скромны. Этот арсенал хранит и пополняет наука, гордо называемая прогностикой ( prognostics ) или футурологией( futurology ). Интересующий нас раздел прогностики - научно-техническое прогнозирование( technological forecasting ). Все известные методы прогнозирования можно условно разделить на три группы: методы экстраполяции, методы экспертизы и методы моделирования.

Экстраполяция - это хорошо знакомое нам "планирование от достигнутого", когда предполагается, что существующая тенденция сохранится и в будущем. Нелинейная наука наглядно показывает нам всю зыбкость подобных допущений. Экспертные методы достаточно популярны и основаны на усреднении результатов анкетирования некоторого количества экспертов. Фактическая основа метода - интуиция экспертов. В Японии прогнозы развития науки, техники и технологии делаются с начала 70-х гг., в некоторых европейских странах - с начала 90-х с периодичностью 5 лет [ 3 ] . Достоверность таких прогнозов по прошествии времени прогноза оценена в 30% (это только для мелких бессистемных технологий, для крупных инноваций гораздо ниже). Методы моделирования (наиболее известны из них морфологический анализ и теория решения изобретательских задач - ТРИЗ) рассматривают техническую систему как объект и ищут законы ее развития. При этом из неопределенно большого числа возможных вариантов пытаются выбирать оптимальные. Задача осложняется тем, что (это доказано математиками) универсального метода выбора оптимального варианта и универсального критерия оптимальности не существует. Морфологический анализ пытается "объять необъятное"- проводить систематический перебор вариантов (как шахматная программа), а ТРИЗ, провозглашая логический перебор вариантов, фактически имеет дело с их хаотическим перебором.

Как видно, в прогнозировании развития техники существуют две крайности. Одна из них - это ТРИЗ, сводящая творчество к логике и выступающая, так сказать, в роли пушкинского Сальери. В роли пушкинского Моцарта выступает метод экспертных оценок. Отметим, что само предсказание отдельно взятого эксперта является чисто интуитивным, а логика применяется только к суммированию этих предсказаний.

Следует признать, что экспертные оценки дают больший эффект, чем ТРИЗ и родственные методики. Однако мы считаем, что можно существенно превзойти предсказательную силу всех имеющихся методов. если использовать синергетические подходы. Насколько нам известно, синергетический подход в технике до настоящего времени не использовался[4].

**Сложность задачи**

Если в задаче меньше трех переменных, это не задача; если больше восьми - она неразрешима.

Закон Мерфи

Мы отдаем себе отчет, что обсуждаемая проблема крайне сложна, так как междисциплинарна и затрагивает «вотчины» многих наук – естественных, технических и гуманитарных, а также философии. Трудно выделить в данном случае базовую, ведущую дисциплину, чтобы на основе ее понятийного аппарата двигаться к осознанию проблемы.

Об истории и будущем техники пишут философы, историки, инженеры, экономисты. Они пользуются разной терминологией и разными подходами. Философов интересуют прежде всего вопросы о смысле жизни человека, окруженного техникой [5,6]. Философы задают широту подхода к проблеме, позволяя взглянуть на нее в целом. Однако философов не интересуют устройство и параметры технических объектов. Этим занимаются инженеры [7]. Однако инженерный взгляд на технику зачастую узок. Инженеры склонны рассматривать технику как объект, отделенный от ее создателя и пользователя. Например, ключевая, по нашему мнению, проблема потребностей (или целей) лежит на периферии интересов инженера. Монографии и статьи по истории техники, как правило, описывают (и увлекательно описывают!) множество фактов, за которыми не прослеживается система. Экономистами разработана теория инновационной экономики, описаны этапы внедрения инноваций и т.д.[8]. Одни экономисты все непонятное объясняют регулирующей ролью рынка, выполняющей функцию божественного провидения. Другие полагают[9], что уровень развития науки и техники полностью определяется уровнем ресурсов, выделяемых на это развитие. Однако ни те, ни другие не дают ответа на многое важные вопросы: откуда берутся инновации? Почему одни полезные изобретения внедряются сразу, другие - погодя, а третьи – никогда? Почему рынок часто «на ура» принимает бесполезные и прямо вредные для человека изобретения в ущерб безусловно полезным?

Учитывая все сказанное, мы утверждаем, что на данном этапе речь может идти лишь о постановке проблем, а не о способах их решения.

Отвечая на второй вопрос, поставленный в начале статьи, осторожно скажем, что применение синергетики может помочь предсказать, какие технические решения (изобретения) появятся в будущем.

**Наши ориентиры - цель и параметры порядка**

Одни хотели бы понимать то, во что верят, А другие - поверить в то, что понимают.

Станислав Ежи Лец

Первым шагом на тернистом пути к созданию моделей мы считаем определение главной цели создания технических новшеств (или, говоря языком синергетики, аттрактора). Всякое изобретение имеет цель. Обычно говорят, что изобретение удовлетворяет некую потребность общества. Удивительно, но теория потребностей, к сожалению, до сих пор не разработана ни философами, ни социологами. Экономистов же вполне удовлетворяет пирамида Маслоу. В результате мы имеем множество не только полезных, но и бесполезных, и прямо вредных изобретений (инноваций).

Одним словом «потребность» называют как глобальные, неотъемлемые потребности человека (например, потребность в общении), так и назначение конкретного технического объекта (светильник удовлетворяет потребность в освещении комнаты, грузовик - в перевозке грузов и т.п.). Логично предположить, что имеется несколько базовых потребностей человека (такие как пища, одежда, продолжение рода, общение, творчество, познание) и большой набор средств их удовлетворения. Эти средства выбираются человеком (и обществом) из набора имеющихся под влиянием идеалов и ценностей. Например, потребность в общении может быть реализована с помощью транспорта (приезд для личной встречи), телефона или Интернета. Но может быть создана и иллюзия ее реализации – путем просмотра телешоу или телесериалов. Техника дает все больше возможностей для выбора средства реализации наших потребностей. Вместе с тем все труднее и труднее для человека становится правильный выбор.

Мы утверждаем, что критерием необходимости изобретения является то, что изобретение должно принести пользу человечеству в целом. Это означает, что должны быть учтены интересы как ныне живущих, так и будущих поколений.

Со временем технические изобретения с неизбежностью будут все более и более ориентированы на общечеловеческую пользу, способствуя все более полной реализации талантов и способностей каждого человека в творческом труде. Это и есть главная цель (аттрактор).

Несложно перечислить требования к новой технике, имеющие общечеловеческий приоритет. Об этом писали еще в 1977 году английские изобретатели Тринг и Лейтуэйт в третьей главе своей книги[10, русский перевод 1980 г .], красноречиво озаглавленной «Что нужно изобрести?»:

минимальное загрязнение окружающей среды;

отказ от создания военной техники;

устранение голода и болезней;

устранение опасности аварий и несчастных случаев;

устранение разобщенности и одиночества людей;

устранение истощения запасов полезных ископаемых;

более полное использование человеческих способностей;

устранение безработицы.

Степень полезности технического объекта для общества может быть численно оценена совокупностью критериев развития или параметров качества[8]. Эти параметры можно разделить на четыре группы:

функциональные (эксплуатационные);

технологические;

эргономические;

экономические.

Функциональные параметры включают в себя производительность, надежность, ресурс, технологические определяют трудоемкость изготовления, эргономические определяют удобство и безопасность эксплуатации, а также дизайн, экономические – расход материалов и энергии на изготовление. Вообще говоря, все группы параметров равноправны и выбор оптимального технического решения требует многокритериальной оптимизации всех параметров. Условия оптимальности задаются как бы извне и определяются уровнем развития общества. Так, в индустриальном обществе в условиях массового производства основными являются производительность техники и простота ее изготовления. В современном обществе возрастает (и будет расти дальше) роль эргономических факторов, а также «экологичность» - уменьшение нагрузки на окружающую среду при изготовлении, работе и утилизации техники.

Интересным примером в данном случае будет создание сверхзвуковых пассажирских самолетов в 70-х годах прошлого века - «Конкорд» и ТУ-144. Они обеспечивали увеличение вдвое скорости полета (главный функциональный критерий для транспорта), однако имели огромный расход топлива, были очень дороги в изготовлении и уровень их шума значительно превосходил дозвуковые самолеты. В результате до сих пор для пассажирских перевозок используются более оптимальные по совокупности всех параметров самолеты, разработанные в основном в 50-е – 60-е годы.

Важно отметить несколько стадий развития техники на пути к более полному использованию человеческих способностей при эксплуатации техники, т.е. при движении к аттрактору[8].

Итак, человек изначально выполняет четыре функции по отношению к техническому объекту:

изготовление, обработка (технологическая функция);

энергетическая функция;

функция управления;

функция проектирования.

Иначе говоря, первобытный человек сам изготавливал орудия, сам был для них двигателем, сам управлял ими и сам проектировал. В каменном веке с появлением орудий труда (инструмента) технологическая функция начинает переходить к технике. В XVIII веке (срок несколько условный) человек передал энергетическую функцию сначала водяным колесам, затем паровому двигателю. С середины XX века с появлением автоматики человек передает ей функцию управления. Сейчас у человека осталась функция проектирования новой техники, т.е. деятельность с большой творческой составляющей. Все нетворческие, рутинные операции переданы или передаются технике. Следующим шагом на этом пути будет создание искусственного интеллекта и постепенная передача ему функций проектирования новой техники.

Траектория движения к главной цели испытывает и будет испытывать мощные отклоняющие воздействия, прежде всего, со стороны развитых стран, пресловутого «золотого миллиарда». Например, Тринг и Лейтуэйт констатируют, что «…за последние двести лет изобретатели в нашем обществе увеличили «производительность труда» солдата (которую можно измерить количеством производимых за час разрушений) в десятки тысяч раз, в то время как фактор роста производительности труда фермера или рабочего гораздо ближе к 10, чем к 100». Примеров можно привести еще много. Один из характерных - мнимое удобство одноразовых товаров. Необходимость колоссальных затрат на развитие индустрии утилизации сводит на нет все их преимущества.

Вторым шагом на заявленном пути будет выявление всех факторов (параметров порядка), которые влияют на появление и дальнейшую судьбу изобретений.

Какие же параметры оказывают влияние на развитие техники? Точнее, какие факторы влияют на появление новой техники, смену одного поколения техники другим, торможение или ускорение технического прогресса? При этом желательно выявить полный набор этих параметров и их взаимное влияние. Ранее такая задача не ставилась. Накоплен богатый опыт по анализу влияния некоторых факторов на развитие техники (например, состояния науки). При этом одновременное воздействие нескольких факторов (например, научных и идеологических) остается почти без внимания.

В данном контексте очень важно разграничить понятия «наука» и «техника». Существуют разные определения техники разной степени общности. Мы будем понимать технику в широком смысле – как искусственное, вторую природу, орудия, вещи и информацию об их создании и функционировании (технологию). Чтобы прийти к пониманию законов развития техники, пора прежде всего освободиться от представлений о ней как о чем-то объективно противостоящем человеку и живущем по своим собственным правилам. Нет, техника - не бездушный монстр, а овеществленная мысль и душа человека, часть человеческой культуры.

Науку (в данном случае, прежде всего - естественные науки) мы понимаем как средство получения научного знания - информации о законах природы. Наука не нацелена на создание новых объектов, она исследует имеющиеся. При том, что технические системы, естественно, подчиняются законам природы, техническое знание отличается от научного. Оно включает в себя, помимо общенаучных, и свои собственные элементы – информацию о структуре (морфологии) технических (искусственных) объектов (и процессов) и целях, с которыми эти объекты создаются [11]. Тривиально, что технические объекты и зачатки технического знания существовали до того, как в Древней Греции возникла логика и первые научные представления. Более того, вплоть до изобретения паровой машины Уаттом технические новшества обходились без серьезной научной базы. Иными словами, наука и техника до середины XVIII века развивались в основном «параллельно». Но уже электротехника не смогла бы появиться без научных исследований (от Гальвани и Вольта до Максвелла).

Назвать факторы, влияющие на развитие техники, не трудно. Гораздо труднее понять, как же они взаимодействуют, давая наблюдаемый результат. Важно определить прежде всего те факторы, которые действительно влияют на развитие техники на протяжении всей истории человечества и понять, что все они учтены.

Принимая во внимание все это, можно назвать несколько групп таких факторов:

господствующая идеология, задающая ценности и трансформирующая базовые потребности человека и вектор отношения человек-природа (активное покорение или сосуществование);

государство и социальная структура общества как инновационный фильтр;

господствующая картина мира – познавательная модель, система взглядов на основные философские проблемы – устройство мира, место человека в мире, роль науки.

уровень научных знаний;

уровень развития техники;

потенциал инженерного (технического) образования;

возможности обмена научно-технической информацией;

внешне-природные факторы.

Попытаемся кратко показать правомерность включения факторов в этот список.

Заметим еще раз, что мы сознательно не используем здесь экономические (рыночные) факторы, действующие в индустриальном (и постиндустриальном) обществе. Так называемые «требования рынка» или абстрактные «потребности общества» по нашему мнению, только запутывают дело, так как они в основном определяются идеологическими установками потребителей и возможностями отдельных социальных групп и государства по манипулированию ими. Необозримые возможности для такого манипулирования в современном обществе дают потребительские товары («предметы потребления» на марксистском языке). Несколько сложнее навязывать «средства производства», так как психология потребителя здесь четко ориентирована на эффективность.

Эти явления, по нашему мнению, учитываются факторами 1 и 2. Например, стремление членов потребительского общества развитых стран уйти от всяческих неудовольствий – холода, голода, напряженных усилий приводит к инфляции удовольствия и росту псевдопотребностей (например, на это работает могучая индустрия досуга). В современном западном обществе существует перекос в сторону удовлетворения именно этих псевдопотребностей. При этом относительно мало усилий направлено на решение многих важнейшие для всего человечества технических проблем, удовлетворяющих базовые потребности человека, связанные с элементарным выживанием (в области энергетики, транспорта, экологии и т.д.).

Как уже говорилось, взаимосвязь обсуждаемых факторов довольно сложна. Так, идеология тесно связана с картиной мира. Оба этих фактора опосредованно (но существенно) влияют на уровень развития науки и техники. Взаимовлияние и «вес» всех обсуждаемых факторов различны для традиционной (аграрно-ремесленной), индустриальной и постиндустриальной цивилизаций, а также для отдельных стран и регионов. Традиционная цивилизация (примерно до XIV в. н.э.) основывалась на возобновляемом сырье, земле и мускульной силе человека и животных. Символом индустриальной цивилизации( XIV -середина XX вв.) является машина и массовое производство. Принцип машины (массовое производство, стандартизация и т.д.) определяет наиболее существенные черты индустриальной эры. Постиндустриальная цивилизация (с середины XX в.) основана на информационных потоках. Важнейшая роль информации по сравнению с материальными ресурсами и определяет особенности современного общества.

Внешне-природные факторы (наличие ресурсов для создания техники) действуют относительно независимо от остальных, оказывая влияние на уровень развития техники. При этом по мере развития цивилизации их влияние ослабевает и стремится к нулю в современном обществе. Характерный пример - отсутствие колеса в цивилизациях доколумбовой Америки. Причина в том, что там не было сильного прирученного животного для транспортировки (такого, как лошадь или бык).

Ярче всего особенности влияния обсуждаемых факторов видны при сравнении традиционной и индустриальной цивилизации. Можно сказать, что идеологии традиционных цивилизаций основаны на принципе «у-вэй» - принципе минимального действия и симбиоза с природой. Природа в традиционалистской картине мира рассматривается как живой организм. Науки в современном понимании не существует, информация о технических устройствах ограничивается их описанием по принципу «делай так». Прошлое является образцом во всем, все новое страшит, так как нарушает равновесие мира. Используются возобновляемые ресурсы, имеющиеся почти во всех местах проживания человека. Поэтому скорость технического прогресса крайне низка. Основные механизмы, используемые в средневековье, были описаны еще во времена Древнего Рима. Тяжела жизнь изобретателя в эту эпоху! Предложишь что-то новое, а тебя объявят «пособником дьявола» и хорошо, если не лишат жизни.

Индустриальная цивилизация появилась в результате необъяснимой до конца бифуркации, произошедшей в XV - XVI веках. Дело в том, что в XIV веке самой технически развитой державой мира был Китай [12]. До этого времени технологический рост Китая почти всецело обеспечивался государством. Изобретения были востребованы (имелись доменные печи, порох, бумага, книгопечатание). Однако вдруг (в историческом масштабе времени) государство испугалось, что технический прогресс нарушит социальную стабильность в Поднебесной. В частности, были запрещены географические исследования и строительство больших кораблей. С этих пор вся творческая энергия китайцев была направлена на искусства (в том числе боевые), гуманитарные знания и повышение статуса в бюрократической иерархии.

**Жизнь изобретения**

Гений мыслит и создает. Человек обыкновенный приводит в исполнение. Дурак пользуется и не благодарит.

К. Прутков

Еще одна сложность обсуждаемой проблемы связана с тем фактом, что новое в технике проходит три основных стадии (или три возраста):

идея, изобретение, мысленная (информационная, концептуальная) модель, чертеж и т.п. – детство изобретения;

опытный образец (физическая модель), готовый к продвижению (внедрению) - юность;

производство - зрелость.

Можно еще добавить четвертую и пятую стадии, важные для определенных случаев. Четвертая, «нулевая», стадия – это стадия «инженерной фантазии», или младенчества [13]. Такие фантазии часто предшествуют революционным изобретениям. Они, в отличие от фантазий мифологических, не содержат ничего чудесного или принципиально невозможного. Они основаны на признании науки и опытного знания. Например, таковыми были мечты Роджера Бэкона о создании телескопа, возможности перемещения человека под водой и полетов в небе. Наиболее ярко инженерные фантазии проявились, пожалуй, в романах Жюля Верна. Сейчас источником таких фантазий является научная (именно научная, а не мифологическая) фантастика.

Пятая стадия – стадия консервации, когда техническая система застывает в определенной форме, не меняясь столетиями (и даже тысячелетиями). Заметим, что это происходит далеко не со всеми техническими системами. Примерами являются многие виды ручного инструмента, в частности, обычный топор. Его форма настолько совершенна и соответствует основной функции - рубке дерева, что улучшать здесь уже нечего.

Сложность изучения «жизни» изобретений состоит, в частности, в том, что нередко переход изобретения из одного возраста в другой затягивается надолго. Так, между эолипилом Герона и паровой турбиной лежит тысячелетие. Многие технические идеи Леонардо да Винчи реализованы только через 500 лет (пулемет, коробка передач, велосипед, парашют, танк и т.д.).

В этой части статьи мы считаем важным уточнить наше понимание соотношения терминов «изобретение» и «инновация». К сожалению, часто слово «инновация» звучит как заклинание, которое призвано нести положительный психологический заряд для обывателя. То и дело звучит: «инновационное общество», «инновационная экономика» и даже «инновационные штаны». В последнем случае речь идет всего-навсего о штанах с покрытием, к которому не пристает грязь.

Мы предлагаем называть инновацией техническое новшество (изобретение), переходящее со второй стадии развития (опытный образец) на третью (производство). Иными словами, техническая инновация – это «внедренное», реально работающее изобретение.

Заметим, что корректно можно сравнивать параметры технических систем, только имеющих одинаковый «возраст». При этом более-менее однозначный результат может дать только рассмотрение зрелых систем, находящихся на стадии производства, т.е. инноваций. Предсказать судьбу изобретательских идей и тем более инженерных фантазий очень трудно. Зато очень интересно и поучительно проследить жизнь того или иного изобретения. Иногда эта жизнь увлекательнее любого романа.

Разные факторы влияют (способствуют или препятствуют) появлению новой техники на этих трех основных этапах «жизни» по-разному. Появление идеи в голове изобретателя не стоит денег, не контролируется государством и зависит только от знаний и убеждений этого изобретателя. К сожалению, чаще всего действительно революционные технические идеи «высочайше игнорируются» а их авторы объявляются сумасшедшими. Объяснение простое – все новое и непонятное страшит обывателя.

Изготовление образцов и моделей требует некоторой суммы денег и может вызвать в обществе и государстве волну содействия или противодействия. На этапе производства реально работающих изделий идеологические и государственные фильтры уже действуют на полную мощь. Здесь многое определяется государственной идеологией. Так, советские ученые занимались почти исключительно нуждами обороны, что было престижно и почетно. Потребительские же товары советское государство почти не интересовали. Поэтому и качество их было соответствующее, и изобретения в этой области не внедрялись так активно, как на Западе.

На этом этапе также очень важна такая сторона уровня развития техники, как взаимное влияние изобретений. Это, прежде всего, наличие дополнительных изобретений («полезных мелочей»), которые помогают серьезно улучшить параметры основного изобретения и сделать его конкурентоспособным [10,14]. Ведь новое изобретение обычно появляется в примитивном своем виде и пользу его нельзя сразу оценить. А раз нельзя оценить пользу, невозможно рассчитать и экономический эффект от внедрения. Экономический эффект начинает проявляться во всей полноте только на стадии массового производства.

Имеется много анекдотических примеров на эту тему. Например, сравнительный расчет Джоулем в середине XIX века стоимости сена для лошади и цинка для химических источников тока показал безусловное преимущество мускульной силы лошади перед электричеством [15, с. 156].

С «полезными мелочами» связана большая неопределенность в жизни изобретения. Эти мелочи, появляясь позже основного изобретения, могут как похоронить его, так и обеспечить невиданное раньше улучшение характеристик и новые области применения. Кроме того, совместное использование двух (не обязательно появившихся одновременно) изобретений может дать колоссальный эффект (например, сочетание лазера с оптоволокном произвело переворот в телекоммуникациях). Можно сказать, что путь изобретения - это путь превращения гадкого утенка в прекрасного лебедя.

Что дальше?

Не в совокупности ищи единства, Но более – в единообразии разделения.

К. Прутков

В этой статье для экономии места и наглядности приведены только основные мысли автора с очень сжатой аргументацией и небольшим числом примеров и литературных ссылок. Автор уверен, что создание новых методов прогноза развития техники с помощью синергетики возможно. Более того, оно возможно только с помощью синергетики.

Феномен современной техники очень сложен. Выработать новые подходы и затем создать работающую модель прогнозирования можно только совместными усилиями инженеров, философов, экономистов, психологов, социологов, математиков. Первым шагом на этом долгом пути должна быть выработка общего языка. Одним из основных элементов этого языка должны быть понятия синергетики.

**Список литературы**

Пуанкаре А. Наука и метод/ В сб.: Анри Пуанкаре о науке. М., Наука, 1983 – 560 с.

Альтшулер Г.С. Алгоритм изобретения. М., Московский рабочий, 1973 – 296 с.

Денисов Ю.Д. Японские прогнозы мирового инновационного развития. Наука Москвы и регионов, 2004, №3, с. 49-55.

Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего.М., Едиториал УРСС, 2003.288 с.

Воронин А.А. Миф техники. М., Наука, 2004 – 200 с.

Философия техники: история и современность/ Горохов В.Г., Розин В.М. и др. М., Институт философии РАН, 1997 – 283 с.

Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М., Машиностроение, 1988 - 368 с.

Янсен Ф. Эпоха инноваций. М., ИНФРА-М, 2002- 308 с.

Сторожук О.А. Моделирование и вариантное прогнозирование развития техники. М., Машиностроение, 2005 – 252 с.

Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать? М, Мир, 1980 – 272 с.

Иванов Б.И.,Чешев В.В. Становление и развитие технических наук. Л., Наука, 1977 - 262 с.

Лукин В.М. Очерки теории цивилизации. С.-Петербург, Изд-во СПб ун-та, 2006 – 184 с.

Горохов В.Г. Знать, чтобы делать. М., Знание, 1987 – 176 с.

Розенберг Н. Неясные горизонты инноваций. www.altrc.ru/common/art13.shtml

Черняк В.З. История и философия техники. М., КНОРУС, 2006 – 576 с.