Журнал Изобретатель и рационализатор 2014 `6

[**материалы**](http://www.i-r.ru/index.php?article=1&name=in-the-magazin&mid=84) **|** [**содержание**](http://www.i-r.ru/index.php?p=v-nomere123456)

* **КАМО ГРЯДЕШИ?**

Критерии выбора перспективных направлений развития техники и патентования

После вступления России во Всемирную торговую организацию необходимость зарубежного патентования при продаже оборудования и технологий за границу не уменьшилась. Но патентование часто должно опережать создание конечной продукции, иначе может получиться, что оборудование изготовлено, поставлено заказчику а после этого изготовитель начинает получать судебные иски о нарушении чужих патентов. В России также целесообразно осуществлять патентование на начальном этапе проекта. При неясности перспектив развития технического направления рисковать и тратить деньги на российские патенты можно. Если направление не получает развития — это потеря нескольких тысяч рублей. При зарубежном патентовании в аналогичной ситуации потери составят десятки тысяч евро. Но это только частная проблема для отдельной фирмы. Были случаи, когда в тупиковые направления развития науки и техники на государственных уровнях вкладывались миллиарды долларов. Так можно ли на ранней стадии определить перспективность тех или иных разработок. Задача чрезвычайно непростая.

 «Я думаю, на мировом рынке можно будет продать штук пять компьютеров», — сказал директор IBM Томас Уотсон в 1943 г.

В 1589 г. Уильям Ли изобрел вязальный станок. Королева Англии Елизавета I под страхом смерти запретила ему производить и продавать этот станок, а также посоветовала жить честным трудом. Объяснила это она заботой о вязальщицах, которые могут остаться без работы. Даже после отмены официального запрета на использование вязального оборудования в Англии долгое время проходили бунты, при которых сотнями уничтожались вязальные машины.

Чертежи, вероятно, первого вертолета (с винтообразным пропеллером) принадлежат Леонардо да Винчи и датируются 1475 г. Макет вертолета с двумя вращающимися в разных направлениях винтами придумал и изготовил М.В.Ломоносов в 1754 г. В 1784 г. подобную, но более простую и легкую модель весом 80 г, французы Лонуа и Бьенвеню смогли оторвать от Земли (рис.1). Но только в

начале XX в. вертолеты, поднимающие человека в воздух, были реализованы французами Луи и Жаком Бреге, Шарлем Рише

, Полем Карно, нашими соотечественниками Борисом Юрьевым, Игорем Сикорским, Николаем Скржинским, Николаем Камовым. На протяжении 500 лет развитие воздухоплавания и в Европе, и в России тормозила как проявление нечистой силы в основном церковь.

Рис.1. Вертолет Лонуа и Бьенвеню.

Переходим к нашему времени. Научные прогнозы 1950—60 гг. по развитию робототехники и, в частности, антропоморфных роботов, которые будут решать огромное количество задач, вплоть до помощи по хозяйству столкнулись с неожиданной проблемой. В статье, опубликованной в 1970 г., японский робототехник Масахито Мори описал эффект, который называют «загадочная долина» или «сверхъестественная долина». Это перевод с немецкого фрейдовского термина, подразумевающего следующее. Если объект кажется нам одновременно знакомым и странным, он порождает интенсивное чувство тревоги. Мори предлагает для описания этого чувства теоретическую кривую, где ему соответствует провал в графике нашей симпатии (рис.2). При этом до определенного предела увеличения человекоподобия наши чувства по отношению к роботам — абсолютно позитивные.

 

Рис.2. Кривая эмоционального восприятия роботов с провалом «зловещей долины». По оси Х отложено человекоподобие, по оси Y — эмоциональная реакция.

Раз мы заговорили о роботах, то стоит упомянуть новое направление, связанное с ними, — это гибридные системы, включающие природные и технические объекты. На страницах ИР (№6, 2013) я уже говорил о биомолекулярном моторе, использующим «двигатель вращения» от бактерии E.colli, соединенный с никелевым основанием и никелевой микропроволочкой (пропеллером), которая, вращаясь, может перемещать эту «наноподводную лодку» в жидкой среде. Группа из Корнельского университета даже планирует создать на основе этого изделия нановертолет, «пропеллер» которого может вращаться с частотой 130 об/с до сих пор до конца непонятно почему. Это, кстати, подтверждает тезис, что можно делать изобретения и на основе не обязательно полностью объясненных явлений.

Еще несколько примеров гибридных систем. Департамент обороны США субсидировал работы по созданию акваробота, включающего искусственное тело рыбы, соединенное с мышцами лягушки. В настоящее время мышцы в этом гибриде могут работать до 4 ч. Ведутся поиски снабжения мышц энергией и увеличения срока функционирования.

Разработчики Университета Флориды выделили 25 тыс. нейронов из деструктурированного головного мозга эмбриона крысы и налили субстрат нейронов на решетку, содержащую 64 электрода. Через 5 дней нейроны начали устанавливать спонтанные синапсические связи, через 10 дней появилась нормальная нейронная активность с электрическими импульсами. Электроды подключили к симулятору системы управления бортовой и килевой качки самолета F-22 Raptor, и нейронная сеть смогла ей управлять.

Исследователи Чикагского университета подсоединили мозг миноги к роботу с колесами, мозг реагировал на свет и изменял скорость вращения колес.

Несколько групп ученых Европы и Америки научились соединять острие зонда сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) с биологической молекулой, например антителом, которую можно двигать над поверхностью с исследуемыми бактериями, по силе взаимодействия с ними определять их природу и не только проводить диагностику заболеваний, но и выявлять в том числе применение биологического оружия. В настоящее время это направление получило реальное развитие. Оно отличается от других направлений тем, что большая часть аппаратного обеспечения (СЗМ) уже давно разработана и к острию зонда осталось присоединить биологическую молекулу и осуществить ее приближение к бактериям. Сделать в настоящее время прогноз по остальным направления — задача довольно сложная.

 Другой пример касается использования биоспирта вместо бензина, на что еще недавно делались большие ставки. Швейцарский институт проверки и исследования материалов (ЕМРА) провел исследования процесса производства, распределения и потребления биоэтанола, биометанола, биометана, биодизеля. И установил, что положительный эффект, связанный с уменьшением вредных, выбросов перекрывается отрицательными факторами, связанными с вырубкой тропических лесов, применением пестицидов, производством удобрений, повреждением почвы и затратами энергии на механическую обработку полей, которые необходимы для производства биотоплива. Было установлено, что производство биоэтанола из ржи и картофеля с учетом всех факторов в пять раз больше вредит природе, чем производство и использование бензина. А биотопливо из рапса, американской кукурузы и сои в 2,5 раза вреднее для окружающей среды, чем бензин. Положительный прогноз дается только на производство и использование биотоплива из мусора и отходов некоторых производств, но это может покрыть только малую часть потребностей в горючем. В данном случае строгий научный анализ позволил определить перспективы развития старого и нового направлений.

Интересен пример возникновения и бурного начала развития рентгенолитографии как альтернативы фотолитографии глубоким ультрафиолетом при производстве интегральных микросхем. Ведущий специалист Кэмбриджского университета Алек Броерс выступил с докладом, в котором говорилось, что электронно-проекционные системы литографии потерпели неудачу и рентгенолитография находится в ожидании своего звездного часа. Было намечено два пути развития литографии: оптическая проекционная с размерами элементов до 0,3 мкм и рентгенолитография с размерами элементов меньше 0,25 мкм, как единственно возможная. В 1978 г. в качестве первого финансирования западногерманское министерство науки выделило 50 млн долл. на развитие рентгенолитографии. В проекте принимали участие практически все западногерманские фирмы-изготовители полупроводниковых приборов: Siemens, Telefunken, Eurosil, Valvo. Работы координировались Фраунгоферовским обществом. Американские вложения в 1980-е гг. составляли сотни миллионов долларов. Стоимость одного синхротронного источника рентгена превышала 25 млн долл., стоимость одной системы совмещения превышала 3 млн долл., и этих систем у синхротрона должно было быть около 20. В нашей стране начали строить синхротронные источники, разрабатывать системы совмещения, рентгеношаблоны и рентгенорезисты. Все конференции 1980—1990 гг. по микроэлектронике были в основном посвящены развитию рентгенолитографии. В начале 1980-х гг. в России приняли программу «Орбита», название которой, по некоторым данным, придумал первый зам. министра электронной промышленности В.Г.Колесников как напоминание директорам предприятий отрасли, что если они ее не выполнят, то он их отправит на орбиту, то есть в космос. В мире было выполнено огромное количество разработок в этой области, получены сотни патентов. Прошли годы, рентгенолитография не получила развития, синхротронам ищется другое применение. Возвращаемся к обратным примерам, когда перспективные направления не были по достоинству сразу оценены. 17 сентября 1683 г. исследователь-самоучка Антони ван Левенгук первый увидел бактерии, которых назвал «бедными маленькими зверушками». Об этом он написал письмо в Лондонское королевское научное общество, которое сначала засомневалось, а потом подтвердило существование микроскопических существ. Но через некоторое время о них забыли надолго, а сейчас нельзя представить мир без микробиологии. Еще один пример, связанный с микроскопией. В 1932 г. Фриц Цернике создал фазово-контрастный микроскоп, который позволил исследовать прозрачные структуры — в частности, клетки организмов. Цернике долгое время безуспешно предлагал свое изобретение различным компаниям, но те сочли его неперспективным. Правда, потом, в 1953 г., за этот микроскоп Цернике дали Нобелевскую премию, и сейчас биологи и медики не представляют, как без такого микроскопа обходились раньше.

Д.Уотсона и Ф.Крика, открывших структуру ДНК, даже после опубликовавания своих исследований в апреле 1953 г. на двух страницах в Nature знаменитый ученый Э.Чаргафф, работавший в этой же области и открывший практическую неограниченную информационную емкость нуклеиновых частот, называл «клоунами от науки». Руководитель Кавендишской лаборатории, известный ученый У.Брег, у кого они работали, мечтал о том дне, когда они покинут лабораторию. В 1962 г. Д.Уотсон Ф.Крик за свое открытие получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине. В настоящее время вся микробиология базируется на знаниях о строении ДНК.

 Создателю гелиобиологии А.Л.Чижевскому было запрещено заниматься этим направлением. О.Ю.Шмидт, выдающийся математик, но при этом и чиновник от науки, аргументировал запрет малым количеством аэроионов, участвующих в биологических реакциях. Позже известным российским биологом С.Э.Шнолем был раскрыт процесс участия аэроионов в этих самых реакциях, и сегодня гелиобиология — целое направление науки.

 В практическое использование атомной энергии не верил Резерфорд. Работы немецкого химика Иды Ноддак о возможности деления ядер атомов под воздействием нейтронов считал абсурдными Э.Ферми и многие другие известные ученые. В 1940 г. советские физики В.С.Маслов и В.С.Шпинель зарегистрировали в бюро изобретений Наркомата СССР заявку «Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества», в которой были слова: «… построение урановой бомбы, достаточной для разрушения таких городов, как Лондон или Берлин, очевидно, не явится проблемой…» Изобретатели со своей разработкой обратились в высшие инстанции. Нарком обороны С.К.Тимошенко спустил этот вопрос по инстанции, и директор Радиевого института В.Г.Хлопин признал атомную бомбу фантастикой. И только после войны, в 1946 г. изобретение советских физиков было зарегистрировано под номером 6355с как секретное и Шпинель получил медаль «За трудовую доблесть». Маслов до признания своего изобретения не дожил (подробнее этот материал см. в ИР, 7, 2008).

Долгое время не находили поддержки исследования уже упомянутого С.Э.Шноля о влиянии суперпозиции положения Земли и ближайшего звездного окружения на многие процессы от биохимических реакций до ядерного распада. Незадолго до своей смерти академик В.Л.Гинзбург заявил, что если Российская академия наук не поддержит работы Шноля, это будет несмываемым пятном на ее «знамени».

Нетрадиционные свойства «памяти» воды при лечении и широчайшем воздействии на биологические объекты долгое время относили к лженауке. Многие известные ученые считали своим долгом пригвоздить «шарлатанов» и закрывали глаза на необычные результаты. И только в 2013 г. на заседании президиума РАН академиком РАН А.Коноваловым (Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова Казанского научного центра РАН) был сделан доклад, посвященный образованию наноразмерных молекулярных ансамблей в высокоразбавленных водных растворах и реакции на них биологических объектов. Эта работа проводилась творческими коллективами из многих институтов РАН и РАМН. В дискуссии приняли участие академики РАН А.Хохлов, В.Чарушин, М.Угрюмов, А.Цивадзе, Э.Галимов и вице-президент РАН академик С.Алдошин. При обсуждении было отмечено, что открыто ранее неизвестное фундаментальное явление.

Интересный пример — развитие сканирующей зондовой микроскопии. Когда разработчики первого сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) Г.Бинниг и Г.Рорера объявили о том, что с помощью иголки макроскопических размеров можно «видеть» отдельные атомы (**пат. US 4343993** от 10.08.1992), далеко не все ученые в это поверили. Но присуждение Биннигу и Рореру Нобелевской премии по физике в 1986 г. подтолкнуло эти работы во всем мире. В 1988 г. был получен **пат. US4724318** на атомно-силовой микроскоп (АСМ), и далее количество разработок и патентов в этой области увеличивалось по экспоненте. Справедливости ради следует упомянуть американского физика Р.Янга, который еще в 1971 г. предложил, по сути, схему первого сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) и в 1972 г. даже продемонстрировал трехкоординатное перемещение об

разца пьезодвигателем с погрешностью 1 нм. Тем не менее его изобретения несколько опередили время и не могли быть реализованы из-за недостаточной элементной базы. Здесь также интересно упомянуть профилометр 1929 г., который, по сути, предвосхитил АСМ. Если сравнить его схему (рис.3) и современную схему АСМ, имеющую приоритет от 27.09.1990 г. **(пат. US514483**

**3)**, изображенную на рис.4, можно увидеть много общего.

Рис.3. Схема профилометра 1929 г.

Рис.4. Схема атомно-силового микроскопа: 10 — держатель, 12 — зонд (игла), 14 — гибкая консоль, 16 — зеркало, 18 — лазер, 20 — объектив, 22 — фотоприемник, 24 — образец.

Понятно, что в то время о контактном исследовании атомов трудно было даже мечтать. Но постепенно в смежных областях были созданы комплектующие с высокими характеристиками, которые удалось адаптировать для решения новых задач, и зондовая микроскопия была создана. А так как существовало большое количество задач по исследованию материалов в нанодиапазоне, причем некоторые из них можно было решить с помощью относительно простых зондовых микроскопов, то это направление успешно развивается до сих пор.

Единых критериев, по которым можно определить перспективность того или иного направления, нет. Но несколько признаков этого можно выделить. Например, если изобретение решает важные проблемы человечества, то оно может получить развитие, как вязальный станок, с которого началось все технологическое развитие Европы. Самолет, оптический микроскоп, ДНК-анализ, гелиобиология, да и атомная бомба, наверное, на самом деле была нужна. Так что слова Томаса Эдисона: «Сперва обдумай, есть ли нужда в будущем изобретении …», — не потеряли актуальность. Второе условие успешного развития связано с наличием частично решенных проблем, на которых новое направление базируется. Например, зондовая микроскопия во многом стала возможной благодаря успехам развития элементной базы микроэлектроники и пьезокерамики. А вот в области рентгенолитографии нерешенных проблем было много: и сохранность рентгеношаблонов, и чувствительность рентгенорезистов, и помехи точечных источников излучения. Третий важный момент — стоимость проекта, который также сыграл роль в приостановке рентгенолитографии, в отличие от зондовый микроскопии, у которой был широкий спектр задач, многие из которых могли решаться посредством относительно дешевых приборов.

А в заключение несколько примеров гениального предвидения.

«Придет время, когда, переплывая океан на корабле, при помощи карманного прибора вы сможете говорить с друзьями, у которых дома будет точно такое же приспособление», — писал Никола Тесла своей знакомой Кэтрин в конце позапрошлого века.

«Многие лица, недостаточно знакомые с математикой, считают, что роль машины сводится к получению результатов в цифровой форме, а природа самой обработки данных должна быть арифметической и аналитической. Это заблуждение. Машина может обрабатывать и объединять цифровые величины точно так же, как если бы они были буквами или любыми другими символами общего характера… Машина сможет писать музыку, рисовать картины, а кроме того, укажет науке такие пути развития, которые мы не в состоянии себе вообразить». Эти слова принадлежат Аде Лавлейс (1815—1852), изобретателю программирования, дочери английского поэта Байрона, и сказаны они были в середине XIX в.

А завершить хочется высказыванием гениального Роджера Бекона (XIII в/), философа и изобретателя (по одной из версий он изобрел европейскую версию пороха): «Еще могут быть изготовлены колесницы, которые способны стремительно двигаться без остановок, не будучи приводимы в движение животными, могут быть изготовлены и летающие устройства с человеком, сидящим и летящим в них, благодаря чему можно будет искусственным образом летать по воздуху наподобие птиц, еще могут быть изготовлены устройства, пересекающие моря и реки, погружаясь почти до дна и не подвергая человека физической опасности». (цитата взята из книги русского философа И.И.Лапшина «Философия изобретения и изобретение в философии», 1922 г.).

[**Дмитрий СОКОЛОВ**](http://www.i-r.ru/index.php?page=search&search=4&author=%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9+%D0%A1%D0%9E%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%92)