

Б.Л.Злотин, А.В.Зусман
«Решение исследовательских задач»
Кишнев 1991г.

Это первая книга, посвященная приложению теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) к решению научных задач и проблем. Она открывается основополагающими в этой области работами Г.С.Альтшуллера, В.В.Митрофанова, В.М.Цурикова и Г.Г.Головченко и продолжается разработками Б.Л.Злотина и А.В.Зусман по решению исследовательских задач, построению новых научных концепций, выявлению и прогнозированию нежелательных явлений (производственного брака, аварий и т.п.), а также по проблемам развития научных коллективов.

Книга предназначена для специалистов по ТРИЗ и может быть полезна исследователям в любой области науки, науковедам.

Злотин Б.Л., Зусман А.В.

3-68 Решение исследовательских задач. – Кишнев: МНТЦ «Прогресс, Картя Молдовеняскэ, 1991. – 204 с.

Редактор Л.Е.Кац

Ответственный за выпуск З.Е.Ройзен

Издание осуществлено за счет авторов

Составили Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, 1991.

С МНТЦ «Прогресс», 1991.

ЧАСТЬ I. ТРИЗ и наука

*В 1960 г. я набросал тезисы о методике «открывательства». Это – наброски для себя, чтобы упорядочить исходные представления о технологии **научного творчества**. Наброски остались незаконченными, отвлекла работа над АРИЗ. Прошло почти 20 лет, но мысли, мне кажется, не устарели и могут быть использованы преподавателями ТРИЗ на занятиях по научному творчеству.*

*В работах и статьях Г.Фильковского и И.Кондракова рассматривается технология творчества при решении задач на «**открытие новых теорий**». Между тем, существуют и «открытия новых явлений» (открытие радиоактивности и т.д.). Поэтому полезно до изложения «теории открытий новых теорий» дать общий обзор – в этом помогут наброски.*

22.08.79 Г.Альтшуллер

* * *

С того момента, как были написаны эти слова, прошло более 10 лет, однако материал, изложенный ниже, по-прежнему весьма актуален (Прим. составителей).

Г.С.Альтшуллер

КАК ДЕЛАЮТСЯ ОТКРЫТИЯ

(мысли о методике научной работы)

А. В ЧЕМ ТРУДНОСТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1. Трудности в создании методики научной работы – сравнительно с методикой изобретательства – состоят в том, что здесь большую роль играют обстоятельства, усложняющие основную схему. Такие обстоятельства есть и в изобретательском творчестве. Но в открывательстве они присутствуют в большой концентрации. Это уже не оговорки и не исключения из довольно универсальных правил, а постоянно действующие «искажающие факторы», которые приходится всегда учитывать.

2. Первый такой фактор – историческое развитие научных методов. В современном изобретательстве до сих пор мирно уживаются приемы, возникшие на разных этапах развития. В открывательстве – более жесткая смена приемов. Поэтому надо очень осторожно аргументировать примерами, взятыми из разных эпох.

3. Второй фактор – неравномерное развитие научных методов в разных областях науки. Такое явление наблюдается и в изобретательстве, но в науке оно выражено много сильнее.

4. Третий фактор – относительно большая роль случая.

Б. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКРЫТИЙ

5. Все открытия делятся на две группы, настолько существенно отличающиеся по всем факторам, что только удивляешься, как они объединены одним словом.

Первая группа – **открытия, состоящие в установлении нового явления.**

Примеры: открытие икс-лучей Рентгеном, открытие сверх-проводимости Каммерлинг-Оннесом. Я бы назвал эту группу открытий **ОБНАРУЖЕНИЕМ**, ибо сущность нового явления отнюдь не открывается новое явление просто впервые обнаруживается.

К этой же группе примыкает подгруппа открытий, состоящих в установлении конкретного факта. Таковы географические открытия. Сюда же относится большинство открытий наблюдательной астрономии, открытия геологические (новых месторождений), обнаружение новых видов растений и животных. Для этой подгруппы характерно, что ее открытия (в отличие от открытия явлений) не требуют объяснений. Интересно отметить, что это нашло стихийное отражение в терминологии: открытия явлений (а также открытия второй группы, о которой говорится ниже) иногда называют **научными открытиями**, невольно подчеркивая их отличие от простого установления конкретного факта.

В дальнейшем мы будем рассматривать в первой группе только основное ядро – открытие новых явлений.

6. Вторая группа – **открытия, состоящие в установлении закономерностей.** В этом случае новые явления не открываются, открытие проявляется в объяснении уже известных явлений, сущность которых ранее была непонятна или не укладывалась в имеющиеся объяснения. *Примеры:* объяснение фотоэффекта Эйнштейном, объяснение эволюции растений и животных отбором в борьбе за существование.

7. Отнюдь не следует отождествлять первую группу с экспериментальными, а вторую – с теоретическими открытиями. Наоборот, в каждой группе есть открытия, сделанные экспериментально, и есть открытия, сделанные теоретически. Так, в первой группе: экспериментальное открытие радиоактивности и теоретическое открытие электромагнитных колебаний Максвеллом. Во второй группе: экспериментальное открытие закона Кулона и теоретическое открытие взаимосвязи между массой и инерцией.

8. Если уж давать упрощенную схему, то можно сказать так: открытие явления есть установление нового **КАЧЕСТВА** материи, открытие закономерности есть установление **КОЛИЧЕСТВЕННЫХ СООТНОШЕНИЙ**. Еще проще и грубее: в первом случае результат творчества – новая информация, во втором – новая формула.

9. Надо сразу оговорить, что между этими двумя группами нет глухой стены. При этом исторически «мощность стены» все время уменьшается. В настоящее время нередко в одной работе объединяются открытое явление и выдвигаемое тут же объяснение (иногда наоборот: гипотеза и следующие из нее гипотетические открытия (предсказания) новых явлений).

10. Однако весьма ощутимое различие сохранено и поныне. Раньше же оно, как указывалось, было еще более выраженным. Отсюда важнейшее следствие: существовали (и во многом еще сохранились) две группы ученых, два существенно отличающихся типа открывателей. Первый тип – ученые, открывшие новые явления. Второй – ученые, установившие новые закономерности.

11. Ученые второго типа намного выше (по уровню творчества) ученых первого типа. Открыть явление можно и случайно. Можно и не совсем случайно, но все-таки

на дармовщину: стремясь открыть явление на пять копеек, открываешь нечто, стоящее сто рублей. Открытие же новых закономерностей требует – в подавляющем большинстве случаев – целенаправленных усилий.

12. В этой связи интересно следующее наблюдение. Судьба ученых первого типа подобна молниеносной, но однократной вспышке новой звезды: звездочка двадцатой величины вдруг превращается в звезду первой величины... и вскоре вновь возвращается к прежнему виду. Оно и понятно: умение сделать открытие одного нового явления вовсе не означает умение сделать еще и другое открытие. Примеры: открытие Гальвани, открытие Майкельсона.

Напротив, ученые второго типа, как правило, одинаково плодотворно работают в разных (подчас весьма далеких) областях. Примеры: Эйнштейн (сначала фотоэффект, потом теория относительности), Фарадей (электромагнетизм и химия), Шмидт (высшая алгебра и космогония), Менделеев, Павлов (сначала физиология пищеварения, затем – изучение высшей нервной деятельности).

В. ИСХОДНОЕ ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ

13. Наличие двух групп открытий означает, что при создании **СОВРЕМЕННОЙ** методики открывательства необходимо исходить из наличия **ДВУХ ГРУПП МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ**, весьма между собой отличающихся.

14. Цель первой группы методов состоит в том, чтобы привести к обнаружению нового явления. Отсюда объединение в эту группу специфических поисковых методов.

Цель второй группы – обнаружение новых закономерностей. Отсюда объединение различных комбинационных приемов, направленных на открытие новой комбинации (т.е. нового объяснения) уже известных явлений.

15. Задача элементарной методики открытий состоит в том, чтобы порознь изучить отдельные приемы в каждой группе методов. Иначе говоря, дать ряд конкретных и обоснованных рекомендаций для «делания» открытий.

Конечная задача методики – установить закономерности в историческом развитии методов открывательства и изучить механизм взаимопроникновения методов в разных областях науки. Здесь методика, в сущности, переходит в теорию развития науки. Точно так же элементарная методика изобретательства (если к ней добавить изучение исторического развития и взаимовлияния) переходит в теорию развития техники.

Г. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

16. Простейший прием – исторически весьма важный – состоит (как не парадоксальна его простота) в том, чтобы обращать внимание на уже известные и отличающиеся странностью явления. Коротко – искать аномалии. На первый взгляд, никакой ученый не пройдет мимо странного явления. Но в течение XVI-XIX веков это случалось сплошь и рядом. В ряде отраслей науки такое положение в определенной степени сохранилось и в наши дни.

Пример. В конце XVIII века Кавендиш, исследуя воздух, обнаружил некую, ни с чем не соединяющуюся, часть. Этот факт был достаточно известен среди ученых, считался аномалией, но не привлекал внимания. Только столетие спустя Рамсэй, продолжив это исследование, открыл аргон (и явление химической инертности вообще). Можно утверждать, что при концентрации внимания на найденной Кавендишем аномалии, удалось бы открыть инертные газы (и явление химической инертности) лет на 60-80 раньше.

17. Несколько более сложный прием – обращение внимания на белые пятна в пределах уже известных явлений. В этом случае тоже ищутся аномалии – в пределах уже исследованного диапазона температур, давлений, расстояний, скоростей и т.д.

Пример. В 1772 году в Бонне вышла книга Тициуса «Созерцание природы», в которой обращалось внимание на правильное возрастание расстояний между планетами и Солнцем и на пробел между Марсом и Юпитером. Тогда другой ученый – Боде – заявил, что на месте пробела должна быть неизвестная планета. Она и была найдена одним из астрономов, откликнувшимся на призыв «поискать».

18. Следующий по сложности прием – обращение внимания на белые пятна за пределами известных явлений. *Пример.* Исследования Бриджмена в области ранее недоступных высоких давлений привели к открытию новых модификаций льда.

19. Далее по сложности – оценка известных явлений с новой точки зрения. *Пример.* Цитата-из статьи в «Литгазете» от 6 февраля 1960 года: «18 лет назад к профессору втуза М.Волскому (сопроматчику) обратился врач, работающий над диссертацией, с просьбой вычислить периметр трахеи, эллипсоидной в сечении». Сделав вычисления, Волский порекомендовал произвести и ряд других расчетов и вычислить потерю напора воздуха при его движении. Врач, достаточно поработавший в области физиологии дыхания, искренне признался, что с такой – постановкой вопроса ему никогда не приходилось встречаться. Тогда профессор Волский сделал расчеты сам и пришел к совершенно неожиданным выводам. Он доказал теоретически, что старая концепция дыхания противоречит законам физики. Тысячелетиями считалось, что в плевральной полости нет воздуха. На этом была построена вся теория. А выводы Волского свидетельствовали: в плевральной полости воздух есть. Вскоре это было подтверждено экспериментально.

20. Открытие новых явлений путем комбинирования старых. Иначе говоря: явление А само по себе известно, явление Б тоже известно, открытие же состоит в том, что обнаруживается явление В, состоящее во взаимосвязи А и Б. *Пример.* Периодичность солнечных пятен была давно известна, периодичность явлений в ионосфере – тоже; открытие состояло в том, что было найдено явление взаимосвязи между активностью солнечных пятен и функциями ионосферы.

Могут быть и более сложные варианты таких открытий: формула А+Б дает новое явление В, затем В + известное Г дает новое явление Д. *Пример.* Периодичность в солнечной активности известна, периодичность в слипании коллоидов – тоже. Сначала установили взаимосвязь между этими явлениями. Затем полученное новое явление связали с известным явлением, состоящим в том, что тело человека – коллоидальная система. В итоге было открыто явление взаимосвязи некоторых процессов в организме с периодичностью солнечных пятен.

21. Обратный прием: исследование явления А с целью установления, что оно есть совокупность двух ранее неизвестных явлений Б и В. *Пример.* Сначала было

известно вообще радиоактивное излучение, затем – применяя магнитное поле – установили, что лучи радия – совокупность трех разных лучей. Так открыли явления альфа-, бета – и гамма-радиоактивности.

22. Другие схемы:

а) По аналогии. Есть группа явлений и, допустим, есть другая более или менее похожая на нее вторая группа явлений; тогда можно рассчитывать, что явлению А в первой группе соответствует еще не известное явление A^1 во второй группе;

б) Подвергать сомнению самоочевидные и общепризнанные явления. На каждом новом этапе развития техники эксперимента полезно проверять казалось бы достоверные явления;

в) Исключение неуниверсального явления. Допустим, явление А хорошо объясняет ряд факторов, но не объясняет какого-то одного факта. Тогда есть смысла попытаться отказаться от явления А или заменить его рядом частных явлений. При этом существование границ между частными явлениями – само по себе новое явление;

г) Отыскание среди явлений взаимопротиворечивых. Такая противоречивость далеко не всегда очевидна.

23. Вероятно, этот список можно пополнить. Задача состоит в том, чтобы дать четкую схему приемов. Возможно, некоторые из них являются частными случаями других, более общих приемов.

Д. ПРИЕМЫ ОТКРЫТИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

24. Тут могут быть два случая: либо закономерность устанавливается впервые (например, установление Кеплером законов движения планет), либо задача состоит в том, чтобы преодолеть трудности (объяснить противоречия, исключения), на которые натолкнулась предыдущая теория.

25. В первом случае (исторически с него начинается развитие всякой точной науки) простейший прием состоит в следующем: надо увеличить количество известных факторов до тех пор, пока закономерность не проявится сама собой. Это, кстати сказать, элементарный прием научного исследования и в наши дни.

26. Во втором случае характерный прием заключается в том, что вводятся гипотетические явления, снимающие затруднение. *Пример.* И до Менделеева существовали различные системы периодизации элементов. Однако все эти системы наталкивались на трудности, главная из которых состояла в том, что периодичность, очевидная в начале ряда элементов, затем нарушалась. Менделеев устранил эту трудность введением гипотетических элементов. Это была «натяжка», снявшая затруднения и позволившая впервые провести принцип периодичности на протяжении всего ряда элементов.

Грубо говоря, в данном случае для открытия необходимо поставить вопрос: «Какие неизвестные явления или факты надо принять за достоверные, чтобы снять затруднения теории?» – и ответить на этот вопрос.

Тут важно учесть психологический момент. Когда какая-то теория, долгое время служившая верой и правдой, вдруг начинает буксовать, подавляющее большинство ученых стремится объяснить еретические факты, не меняя теории.

Великие ученые тем и велики, что выходят из-под гипнотизирующего действия теории и смело ее меняют, дополняют, не беспокоясь о том, что эти заплатки, на первый взгляд, кажутся произвольными, крайне маловероятными или необъяснимыми (например, конечная скорость света).

Нередко самое трудное – признать «дырявость» старой теории и необходимость новых допущений. Если это осознано, сами допущения подчас найти весьма нетрудно.

27. Всякая теория смертна. Поэтому в период зрелости теории надо концентрировать усилия не только (а в период старости теории – и не столько) на приложении ее к объяснению новых групп явлений, но и на изучении слабых мест. Проще говоря: надо развивать теорию не там, где она сильна, а там, где ощущается ее слабость. Все преподавание в вузах, вся учеба в аспирантуре, подавляющее большинство кандидатских работ, вообще значительная часть научных работ строятся на приложении существующих теорий к отдельным проблемам (например, приложение квантово-механических принципов к проблемам химии). Итог таких работ – в лучшем случае – упрочнение фундамента теории. Надо же искать те случаи, когда теория как раз неприменима. Надо не расширять и укреплять фундаменты естественно-научных, гуманитарных и общественных теорий, а отыскивать трещины.

28. Темпы развития науки во многом определяются совокупностью различных факторов, на которые далеко не всегда можно воздействовать с целью форсажа. Однако можно обоснованно утверждать, что средние темпы развития науки могли бы быть заметно выше, если бы постоянно и планомерно велась работа по отысканию трещин в «благополучных» еще сегодня теориях.

Надо отметить, что в тех отраслях науки, которые развиваются сейчас особенно бурно, именно так и делают. Например, в ядерной физике вся история последних трех десятилетий – это история выискивания «но» и стремления ввести новые теоретические посылки, объясняющие эти «но». Разумеется, при этом одновременно идет и использование «устоявшихся» принципов для решения различных проблем, например, для объяснения механизма химических реакций. С другой стороны, в отраслях науки, развивающихся сравнительно медленно, налицо иное распределение сил: основные усилия направляются на приложение существующих теорий к объяснению новых групп явлений. Так обстоит дело в физиологии. После Павлова подавляющее большинство работ состояло в том, что сильные стороны павловской теории распространялись на объяснение новых явлений. А следовало бы энергично искать слабые места учения Павлова.

Несколько утрируя, можно сказать: изучайте не законы, а исключения из них – именно там и прячутся новые открытия.

29. Возвращаясь к методам поисков новых закономерностей, следует отметить такой характерный прием: перенесение методов и аппарата одной области в другую область. Пример – создание кибернетики. (Любопытно было бы перенести, например, «методы и аппарат» музыки в геологию или ядерную физику.)

30. Этот прием является частным случаем такого приема: распространение методов и аппарата (а также явлений и фактов) на более широкую область.

Сюда же примыкает и такой частный случай: провозглашение известного, но считающегося ограниченным явления в качестве универсального закона. Пример:

притяжение – как более или менее частное явление – было широко известно до Ньютона. Но Ньютон провозгласил всемирность притяжения (это привело к выводу о том, что планеты притягиваются Солнцем). А тогда из ранее установленного третьего закона Кеплера прямо следует формула притяжения.

31. Реже применяется обратный прием: новая закономерность устанавливается путем ограничения считавшегося ранее универсальным принципа.

32. Еще один прием: возвращение к старым теориям на новой основе («алхимические» превращения элементов методами ядерной физики).

Е. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

33. Развитие техники дает науке все более точные методы и приборы для измерений. Многие открытия есть непосредственное и очевидное следствие из простого применения новых – более точных – методов измерения.

34. Все описанные выше приемы есть элементы научной работы. Нельзя отождествлять поиск открытия с исследованием. Исследование – совокупность поисков открытия, механического накопления фактов, уточнения измерений, учета новых – сделанных другими – открытий, установление взаимосвязи между всем перечисленным и философскими установками. Таким образом, исследование – понятие много более широкое, чем открытие.

1960г.

ПО СЛЕДАМ ВОЗБУЖДЕННОЙ МОЛЕКУЛЫ¹

Все началось с обычного транзистора, точнее контакта между алюминиевым выводом и полупроводником – кремнием. Было обнаружено, что нередко, даже при строгом соблюдении всех правил технологии, контакт или не возникал совсем, или имел большое сопротивление. А это значит брак. Вот и решено было исследовать влияние пленки окисла кремния на качество контакта алюминий – кремний.

Загадки на фотопластинке

Возникла идея воспользоваться эффектом, открытым еще в 1987 г. английским физиком Расселом. Суть его заключается в том, что если взять кусочек металла, особенно такого, который находится в ряду напряжений левее водорода, зачистить его, т.е. удалить с поверхности окисный слой, и положить на него в полной темноте, естественно, фотопластинку, то она через некоторое время зафиксирует какое-то излучение. При проявлении на ней обнаруживается потемневшее пятно, соответствующее контуру зачищенной поверхности. Аналогичный эксперимент с тем же кусочком металла, но покрытым естественной окисной пленкой, не дает результата. Фотопластинка не темнеет.

Заметим, между прочим, что благодаря этим исследованиям удалось подобрать такие режимы обработки поверхности кремния, которые исключили появление брака. Но заинтересовало другое. Что вызывает потемнение эмульсии фотопластинки, что эмитируется (испускается) с поверхности металла? Ведь до сих пор физические причины эффекта Рассела так и не познаны. Десятки исследователей изучали это явление. И каждый выдвигал собственную гипотезу. Одни считали, что на фотоэмульсию воздействуют пары металла, другие – ультрафиолетовое излучение, третьи – молекулы водорода, четвертые – перекись водорода и т.п.

При проверке этих гипотез было установлено однозначно: с поверхности предварительно очищенного от окисных пленок, но окисляющегося на воздухе металла, в частности и кремния, происходит эмиссия каких-то материальных частиц. Поток воздуха, пропущенный через зазор между металлом и фотопластинкой, изменял их траекторию, контур засветки менялся. Выяснилось также, что частицы не являются, как трактовали некоторые гипотезы, парами металла, молекулярным кислородом и, тем более, молекулами перекиси водорода. Все это доказывалось сравнительно легко.

Оставалось согласиться с гипотезой, утверждающей, что с Поверхности кремния эмитируется атомарный водород. Особо сложных доказательств для этого не требовалось – нужен был лишь индикатор. И его нашли. Это была желтая соль молибдена, которая под воздействием атомарного водорода должна синеть. Она-то и подтвердила: на фотоэмульсию воздействует атомарный водород.

¹ См.: Техника и наука. 1982. №2

Но вот что смущало. Он воздействовал на фотопластинку не только при плотном контакте, но и на сравнительно больших расстояниях, достигающих 10 мм. А ведь известно, что атомарный водород не может пройти в воздухе такие расстояния. Длина его свободного пробега ничтожна. Получалось так: **с точки зрения действия на эмульсию фотопластинки это атомарный водород, с точки зрения возможности прохождения большого расстояния в воздухе – не атомарный водород.**

Тогда предположили, что два атома водорода могут образовать не только обычную молекулу H_2 , но и, так сказать, возбужденную молекулу водорода – обозначим ее H_2^* . Она-то и могла пройти в воздухе большие расстояния, измеряемые миллиметрами. На своем пути часть возбужденных молекул будет постепенно превращаться в молекулы нейтральные, отдавая излишек энергии сталкивающимся с ними частицами, а другая часть, сохраняя возбужденное состояние, достигнет фотопластинки, где, распадаясь на атомарный водород, вызовет потемнение эмульсии, связанное с реакцией восстановления бромистого серебра. В свою очередь, частицы, «прихватившие» порцию энергии от возбужденных молекул, вскоре возвращаются в нормальное состояние, испускал квант света. Возникающее свечение, правда очень слабое, можно зарегистрировать.

Оказалось, что такое предположение не фантастический вымысел. Возбужденные молекулы в природе существуют. Их упоминает в своих трудах, в частности, известный химик Дж. Кэмпбелл (США). Но почему-то никогда о них не вспоминают, объясняя разнообразные процессы в электрохимии, химии, биологии.

Игры экзоэлектронов

Изобретенный в начале XX в. Гейгером прибор для регистрации ядерных излучений многие экспериментаторы начали изготавливать самостоятельно. И вот с чем они столкнулись. Новый, только что изготовленный счетчик Гейгера при включении, т.е. после подачи на него напряжения, начинал считать какие-то импульсы, хотя никакого внешнего излучения не было. По прошествии двух-трех суток он переставал «барахлить» и срабатывал как положено только при попадании в него ядерных частиц.

Немецкий физик Крамер решил выяснить причину «ложного счета». И вскоре высказал мысль, что в каждом вновь созданном приборе в процессе окисления поверхности его деталей происходит экзотермическая реакция, сопровождающаяся эмиссией электронов, названных им **экзоэлектронами**. Они-то и создают разряд в рабочем объеме счетчика – «ложный счет».

Эффект экзоэмиссии стал предметом исследований. Ведь гипотеза Крамера сулила возможность с помощью экзоэлектронов сравнительно легко изучать структуру поверхности металлов. Но оказалось, что все не так просто. Одна за другой появились гипотезы, по-разному объясняющие причину эмиссии этих экзоэлектронов.

- Хемосорбция, – утверждали одни.
- Ничего подобного, все дело в хемоэмиссии...
- Пустыяки, здесь действует оже-механизм...

Однако какую бы гипотезу ни рассматривали, ни одна не могла объяснить,

каким образом экзоэлектроны с энергией, не превышающей 8 эВ, прежде чем попасть в счетчик и образовать в нем лавину, преодолевают такие барьеры, как слой окисла толщиной в несколько ангстрем, слой воздуха, достигающий толщины 2 мм. Словом, здесь опять обнаружилось противоречие: с одной стороны, экзоэлектроны, обладая малой энергией выхода, не могут вылетать из металла, с другой – они существуют, обнаруживаются. Короче, экзоэлектронов быть не должно, а они есть.

Пришлось допустить, что экзоэлектроны каким-то образом рождаются не в металле, не в окисной его пленке, а за его пределами – либо в воздушном промежутке, либо в объеме счетчика. Кто же их может породить? Очевидно, обыкновенные или возбужденные молекулы водорода (или же атомарный водород), эмитируемые с поверхности окисляющегося металла.

Но эти рассуждения снова «заклинило». Если источник экзоэлектронов – молекулярный или атомарный водород, часть этих частиц должна быть заряженной, то есть нести избыток отрицательных зарядов – электронов. Новое противоречие: частицы, эмитирующие с поверхности окисляемого металла, должны быть нейтральными (не заряженными), чтобы преодолеть барьер – работу выхода. И одновременно они должны быть заряженными, нести отрицательный заряд, чтобы образовались экзоэлектроны.

Чтобы разобраться в этом, нужно вернуться к исходной гипотезе об эмиссии водорода. Что он выделяется в процессе окисления металла, вроде бы не вызывает сомнения. Представим теперь, что существует молекула с «лишним» электроном – H_2^- . При диссоциации на атомы H^- и H один из них под воздействием квантов света, поступающего извне, может отдать этот «лишний» электрон, превращаясь в обычный атомарный водород, как и его собрат. А «лишний» и является экзоэлектроном.

Казалось, цепочка рассуждений и преодоление ряда противоречий вывели к цели – происхождение экзоэлектронов объяснено. Но уже на финише – новое препятствие. При рассмотрении эффекта Рассела, да и во время экспериментов с фотопластинкой, удаленной от металла, было предположено, что в процессе окисления эмитируются наряду с обыкновенными и возбужденные молекулы водорода. Теперь, отталкиваясь от эксперимента со счетчиком Гейгера, можно предположить существование не просто возбужденной молекулы, **а возбужденной отрицательно заряженной молекулы H_2^{*-}** . Именно такая молекула может быть «виновницей» и потемнения фотопластинки, и появления экзоэлектронов.

Итак, взяв за основу тот факт, что при окислении металла на воздухе с его поверхности эмитирует водород, мы пришли к выводу о существовании нескольких видов его молекул: **обыкновенных (H_2), возбужденных (H_2^*), отрицательно заряженных (H_2^-) и возбужденных отрицательно заряженных (H_2^{*-})**. Их концентрация и количественное, соотношение, по-видимому, непостоянны и могут меняться в зависимости от интенсивности процесса окисления и других факторов. Если согласиться с наличием таких «модификаций» молекул водорода, причина потемнения фотопластинки, удаленной от поверхности окисляющегося металла, явление «ложного счета» в счетчике Гейгера объясняются достаточно просто.

Противоречия истины

Гипотеза о существовании различных «модификаций» молекул водорода позволяет представить себе механизмы некоторых явлений, которым пока еще не даны логичные объяснения.

Например, только наличием возбужденных отрицательно заряженных молекул водорода можно попытаться объяснить причину явления, именуемого «перенапряжение водорода на катоде». Суть его заключается в том, что водород выделяется на катоде при напряжениях, гораздо больших, чем это должно быть на основании теоретических расчетов. Если согласиться с существованием H_2^{*-} , то для ее эмиссии с катода требуется дополнительная энергия, т.е. перенапряжение.

Кстати, журнал не раз упоминал о так называемых митогенетических лучах, лучах Гурвича («ТиН», 1978, № 3; 1979, № 2; 1981, № 3. – *Ред.*), – слабом ультрафиолетовом излучении, исходящем от живых клеток и стимулирующем жизненные процессы. Природа лучей Гурвича до сих пор не изучена. А ведь происхождение такого излучения хорошо объясняется наличием возбужденных молекул водорода, которые, как мы уже говорили, возбуждают и другие частицы, а те, освобождаясь от избытка энергии, излучают свет.

Вероятно, все теперь знакомы с эффектом Кирлиан – фиксированием на фотопластинке свечения биологических объектов в поле токов высокой частоты. Красочные «картинки», как полагают, получаются в результате эмиссии электронов. Но это не доказано. И не исключено, что и здесь действует эффект Рассела, во много раз усиленный разрядом.

Существование возбужденных молекул водорода может дать объяснение и некоторым явлениям в биологии, процессам, протекающим при фотосинтезе, цитопатическому эффекту, обнаруженному В.Казначеевым и зафиксированному как открытие.

Если проанализировать ход наших рассуждений, приведших к гипотезе об эмиссии с поверхности окисляющегося металла (или полупроводника) наряду с атомарным и молекулярным водородом также возбужденных нейтральных, возбужденных и невозбужденных отрицательно заряженных молекул, можно увидеть определенную закономерность. Это рассуждение базируется на трех этапах исследования.

Первый. Сначала формулируется противоречие, возникающее между результатами эксперимента и нашими представлениями о сути процесса. На основе противоречия выдвигается гипотеза, объясняющая экспериментальные данные.

Второй. Проводится эксперимент для подтверждения выдвинутой гипотезы. **Если его результаты, как это часто бывает, не подтверждают гипотезу, формулируется новое противоречие на основе первого и второго экспериментов.** Разрешать его нужно так, чтобы теперь уже новая гипотеза подтвердила результаты обоих экспериментов.

Третий. Окончательный эксперимент, подтверждающий новую гипотезу.

Назовем этот метод «методом трех экспериментов». С его помощью были найдены решения еще нескольких задач. Полагаем, что такой метод может быть полезен инженерам и исследователям при рассмотрении многих процессов и явлений.

ДАЕШЬ РАДИОКОНТАКТ!²

Во все времена своего существования человечество было равнодушно к открытию новых островов, материков, к контактам с другими народами, цивилизациями. Наш век поставил на повестку дня контакт особого рода – контакт с внеземными цивилизациями, которые, возможно, существуют в беспредельных просторах космоса.

Двадцать пять лет назад впервые в истории земные радиотелескопы были повернуты в сторону звезд тау Кита и эпсилон Эридана с целью поиска сигналов от братьев по разуму... Тогда сигналы обнаружить не удалось, но, может, именно эти эксперименты подтолкнули В. Высоцкого к созданию песни: «В далеком созвездии тау Кита все стало для нас непонятно...» Действительно, после первых же неудачных экспериментов по проблеме поиска внеземных цивилизаций многое стало «для нас непонятно». Но начнем по порядку.

В клубе проблем, связанных с поиском цивилизации космоса, выделяется проблема критериев искусственности космических сигналов. Как оказалось, отличить природные космические шумы от возможных искусственных сигналов не так-то просто, как думалось ранее.

Г.Гаусс предлагал вырубить в Сибири участок тайги в виде треугольника и засеять его пшеницей. Квадраты возле каждой из сторон должны были демонстрировать знание землянами теоремы Пифагора, что, по мнению ученого, достаточно для признания нашей разумности.

Австрийский астроном И.Литтров советовал демонстрировать разумность, выкопав в Сахаре канаву по окружности, которую предполагалось залить керосином и поджигать по ночам.

Проблема космического контакта волновала и великого К.Циолковского. В статье «Может ли когда-нибудь Земля заявить жителям других планет о существовании на ней разумных существ», опубликованной в ноябре 1896 года, он предлагал воспользоваться азбукой Морзе, а передачу осуществлять маневрированием ярко-белыми щитами, хорошо отражающими солнечный свет.

Многие авторы предлагали использовать числовые критерии искусственности: передавать серии целых чисел, числовые комбинации и т.п. Но все эти проекты были чисто умозрительными, без надежды на реальный эксперимент.

Ситуация резко изменилась в XX веке. В сентябре 1959 года американские физики Д.Коккени и Ф.Моррисон опубликовали статью, в которой показали, что чувствительность земных телескопов уже достаточна для приема 'разумных сигналов, а принимать их надо на волне межзвездного водорода (облака межзвездного водорода излучают на волне длиной 21 сантиметр). Водорода в космосе много, поэтому волна в 21 сантиметр будет известна астрономам всех цивилизаций, к тому же вблизи этой волны помехи слабы – к этому сводилась основная аргументация авторов.

Статья оказалась последней каплей. Тут же хлынула лавина идей, публикаций,

² Петрович Н.П., Цуриков В.М. Путь к изобретению. - М.: Молодая гвардия. 1986.

теорий, проектов. Оказалось, что молодой астроном из США Ф.Дрейк еще до статьи Д.Коккони и Ф.Моррисона подготовил проект поиска сигналов внеземных цивилизаций, который он назвал «проектом Озма» – в честь принцессы воображаемой страны Оз, «страны весьма далекой, трудно достижимой и населенной экзотическими существами».

8 апреля 1960 года 25-метровая антенна радиотелескопа обсерватории Грин Бэнк была направлена на звезду тау Кита. Поиск иных космических цивилизаций начался! Чуть позже в подобные исследования включилась группа советских ученых под руководством членов-корреспондентов АН СССР В.Троицкого и Н.Кардашева.

Перед началом экспериментов всегда вставал вопрос: какие сигналы можно будет считать искусственными? К первой Всесоюзной конференции по поиску сигналов из космоса, проведенной в 1964 году в Бюракане (Армения), выделились следующие критерии. Узкополосность спектра сигнала, даже монохроматичность, что должно говорить в пользу гипотезы об искусственном происхождении – ведь в природе не было обнаружено узкополосных сигналов (критерий В.Троицкого). Второй критерий: строго периодическая последовательность импульсов – таких сигналов тоже не было замечено в космосе. Кроме этого, по мнению Н.Кардашева, критериями искусственности могли служить переменность излучения во времени, точечность источника сигнала, характер спектра излучения, обратного спектру космических шумов.

Итак, три основных критерия искусственности: узкополосность, периодичность импульсов, характер спектра излучения. К сожалению, не проходит и пяти лет, как в космосе обнаруживаются вполне природные объекты, обладающие всеми перечисленными признаками.

Квazarы – загадочные объекты с гигантской мощностью излучения, расположенные на самой окраине Вселенной, имеют спектр, похожий по форме на спектр предполагавшихся искусственных объектов. Теперь квазары считают ядрами рождающихся галактик.

В космосе открыли мазеры, которыми являются, в частности, облака воды, излучающие в узкой полосе спектра. Открытие мазеров поколебало критерий узкополосности.

...В последнюю ночь дежурства на радиотелескопе Кембриджского университета перед уходом на каникулы аспирантка Жаклин Белл обнаружила серию непонятных импульсов, повторяющихся строго через определенное время. Ж.Белл срочно сообщила данные наблюдений своему научному руководителю профессору Э.Хьюишу. Таких сигналов не обнаруживал никто! После изучения полученных результатов было решено никому об этом не сообщать, ибо самой правдоподобной гипотезой была идея искусственного происхождения сигналов. Источник излучения назвали LGM, что кодирует три английских слова, означающих «маленькие зеленые человечки». Но через некоторое время было открыто еще несколько подобных объектов, и стало ясно, что зеленые человечки здесь ни при чем. Более того, оказывается, что такие объекты уже предсказывались теоретиками: это нейтронные

звезды диаметром примерно несколько километров, которые, быстро вращаясь, в отдельных случаях могут генерировать импульсы в радиодиапазоне. Так были открыты пульсары, за что Э.Хьюиш позже получил Нобелевскую премию.

Таким образом, оказалось, что все предложенные астрономами критерии искусственности не выдержали испытания временем. Природа оказалась богаче явлениями, чем думалось.

В 1977 году у одного из авторов книги «Путь к изобретению», возникла идея проанализировать проблему космических позывных с позиций АРИЗа.

В чем состоит главная функция сигналов, которые, возможно, космические цивилизации посылают в надежде, что они будут приняты кем-то другим?

Ясно, что в том, чтобы привлечь внимание к сигналу. Только в нашей Галактике – Млечном Пути – 200 миллиардов звезд, а всего в видимой части Вселенной примерно 100 миллиардов таких галактик! Как писал М.Ломоносов: «Открылась бездна, звезд полна. Звездам числа нет, бездне – дна». Значит, первая проблема состоит в том, чтобы из этого невообразимого количества объектов выделиться.

Анализ по АРИЗу сразу же вывел на недостатки прежних идей. Их авторы ориентировались на сигналы, которых не было в природе, но через короткое время такие сигналы были обнаружены. Да, человек умеет с помощью радиопередатчиков генерировать импульсные, строго периодические сигналы, однако это никак не означает, что этого не умеет делать неживая природа. Тому доказательство – открытие пульсаров. Нужен какой-то другой подход.

Идея появилась при поиске формулы ИКР³. Идеальным для привлечения внимания других разумных цивилизаций будет не просто не существующий в природе сигнал, а такой, который не может в ней существовать в принципе!

Представляете, какое внимание привлекло бы явление, свидетельствующее, скажем, о нарушении закона сохранения энергии.

Итак, идеальный способ выделиться среди природных космических объектов состоит в создании такого искусственного явления, которое в природе при данных физических условиях принципиально существовать не может.

Но как создать такое явление? Любая цивилизация в своей астро-инженерной деятельности опирается на законы физики и создает технику, в которой эти законы выполняются, то есть любое искусственное сооружение и явление основано на законах природы и противоречить ей никак не может. Поэтому даже самое странное явление может быть физиками объяснено с естественных позиций. Так мы вышли на физическое противоречие: чтобы нести сильный критерий искусственности, сигнал космической цивилизаций должен противоречить законам природы, а чтобы такой сигнал создать, он должен подчиняться законам природы. Антиприродный сигнал, выходящий за рамки законов природы, в космосе просто не может существовать... Но для того АРИЗ и создан, чтобы разрешать противоречия.

Противоречие типа «природный – антиприродный» разрешается, если взять не один сигнал, а пару. Каждый из пары сигналов в природе вполне возможен, а вместе они существовать не могут в принципе.

Первый вариант реализации такой пары появился в январе 1978 года. Представьте себе, что от точечного космического объекта наблюдается излучение со спектром, характерным для водорода, но сдвинутым в красную сторону по частоте. Любой студент физфака скажет вам, что сдвиг такого типа – проявление эффекта

³ ИКР - идеальный конечный результат.

Доплера, а сам излучающий объект движется в сторону от наблюдателя. Да и во многих фантастических романах красочно описывается, как меняется цвет звезд при ускорении звездолета. Но что подумает физик, если от того же объекта будет замечено излучение с таким же спектром, но сдвинутым по частоте в фиолетовую сторону? Имея такой факт, надо принимать гипотезу, что объект движется к наблюдателю, но мы уже приняли решение, что он движется от наблюдателя!

Конечно же, такой объект сразу привлечет к себе внимание астрономов и теоретиков-астрофизиков, чем и будет выполнена первая функция позывных – привлечь внимание. А сделать это нетрудно, достаточно возле объекта (звезды, облака) разместить передатчик, который копирует излучение объекта, но смещает его в противоположную сторону спектра – и готово: можно привлекать внимание других цивилизаций и озадачивать ученых.

Эта идея была опубликована в начале 1978 года, а через несколько месяцев начались ее приключения.

Американский ученый Б.Маргон обнаруживает, что объект SS-433 созвездия Орла имеет именно такой спектр с красно-фиолетовым смещением! Результаты Б.Маргона оказались сенсацией. По всем специальным и научно-популярным журналам пошли гулять модели, объясняющие странности спектра SS-433. Проводились специальные семинары, посвященные проблеме объекта.

Странный объект SS-433 расположен на расстоянии 10 тысяч световых лет от Солнца. Скажем прямо, далековато, чтобы думать хотя бы в XXI веке о посылке к нему зонда для детального изучения. А пока физики придумывают модели, объясняющие, каким образом может генерироваться такое излучение.

Популярна модель двойной звезды, одна из которых нейтронная. Взаимодействие двух звезд и вызывает появление двух струй плазмы, которые вытекают со скоростью 80 тысяч километров в секунду и дают смещение линий излучения как в красную, так и фиолетовую части спектра. Источник имеет и еще несколько странностей, но для нас важно то, что всеобщее внимание к нему привлек именно факт наличия одновременно красного и фиолетового смещений.

Мы считали такое явление признаком искусственности, астрофизики пытаются объяснить объект, исходя из естественных причин. Кто окажется прав – покажет время. Но заметим, что искусственные сооружения внеземных цивилизаций могут ничем не отличаться от естественных, как, скажем, не отличается выкопанное экскаваторами озеро от озера естественного. Поэтому не будем спешить с выводами. Лучшее, что можно извлечь из этой истории, – это доказательство того, что методами ТРИЗ можно не только решать инженерные задачи, но и выдвигать научные гипотезы, и даже предсказывать существование самых невероятных объектов.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА РАСТЕНИЙ⁴

Истории этой, может, и не было бы, не займись я изучением интеллектуально-информационной деятельности людей в науке и технике и построением модели этой деятельности. Из модели непосредственно вытекал один из выводов – возможность использования методик технического творчества для научного поиска в биологии. С этими методиками я был знаком, увлекался ботаникой. Поэтому возникла мысль рискнуть проверить этот вывод.

С чего начать? После многочисленных бесплодных попыток удалось обнаружить «соломинку», за которую можно было зацепиться. Конечно, с позиций строгой логики она была весьма уязвима и тем не менее оказалась удачной. Ею стала некая «асимметричность» наших знаний о поступлении различных видов энергии в растение.

В самом деле, световая и тепловая энергии используются растением для нужд роста и развития, а энергия ветра – для распространения семян и пыльцы при размножении. Но не известно, чтобы энергия ветра использовалась для роста и развития растений. А может, где-нибудь в растительном мире энергия ветра используется для этих нужд? За неимением лучшей версии решил искать эту гипотетическую «ветроэнергетику растений».

Среди каких растений ее искать? Ведь их сотни тысяч. Ясно, что сперва надо было сузить область поиска. Это удалось только после анализа растительных форм и введения допущения о «дополнительности» ветроэнергетики растений. Из трав, кустарников и деревьев у последних больше вероятности встретить ветроэнергетику – на большей высоте ветер сильнее.

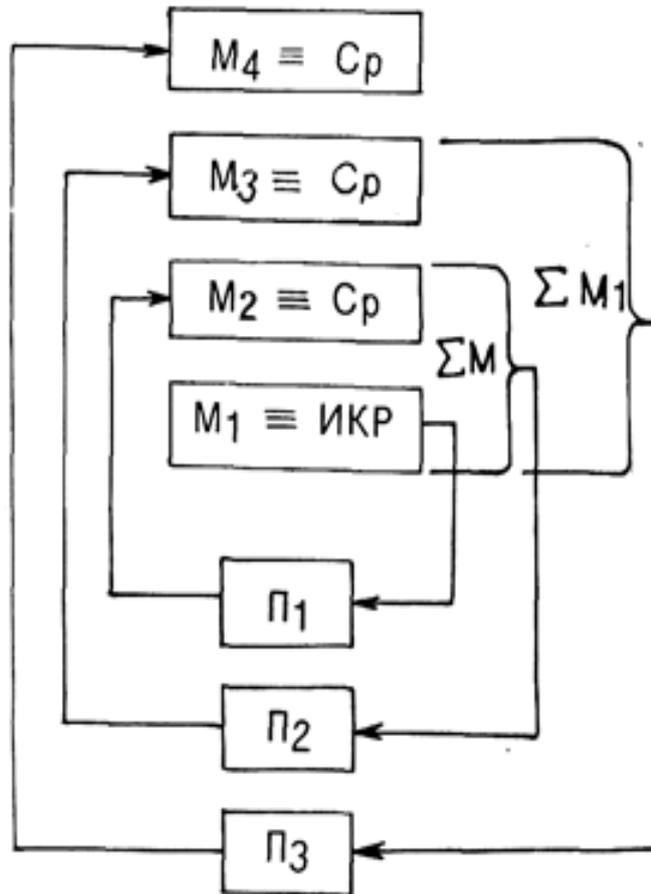
С другой стороны, если ветроэнергетика существует, то она является дополнительной к световой. Во всяком случае, ботаники изучают и объясняют все процессы биоэнергетики без учета ветроэнергетики растений. Но если последняя все-таки существует, то растения, умеющие улавливать и использовать энергию ветра, должны обладать какими-то преимуществами и в силу этого иметь большее распространение.

Для Среднего Урала наиболее распространенными являются: сосна, береза, ель, осина, тополь. Действительно, они имеют преимущество – быстрый рост. А ель отличается теневыносливостью.

Для решения задачи было решено использовать отечественную методику – алгоритм изобретательских задач (АРИЗ). Тогда АРИЗ (так же, как и сейчас) представлял собой программу с четкими шагами. Однако в чистом виде эту пошаговую программу использовать не представлялось возможным – слишком разные решались при этом задачи.

В самом общем виде суть методики заключается в постановку задачи, получении идеального конечного результата (ИКР), определении мешающих его достижению противоречий, которые устраняют теми или иными приемами.

⁴ Грани творчества. - Свердловск. Средне-Уральское книжное издательство.



В первом случае, изображенном на рисунке, существующие морфологические признаки растения (М) принимаются в качестве идеального конечного результата на данном этапе эволюционного развития и ведется поиск проблем и противоречий, которые пришлось преодолеть на этом пути (П). При этом ведется выявление структурно функциональных признаков, необходимых растению в качестве средств (Ср) для преодоления указанных проблем и противоречий. При обнаружении таких или эквивалентных признаков у растений они в совокупности с уже известными опять берутся в качестве ИКР на данном этапе эволюционного развития, вновь ведется поиск проблем противоречий и т.д.

Новыми знаниями у этого метода последовательных приближения являются морфологические признаки как средства для преодолены тех или иных проблем и противоречий.

Второй метод близок к АРИЗу. Используется он после выдвижения гипотезы и включает в себя соответствующие операции (рис.23). Ставится задача: представляется ИКР, затем строится структурная модель и выявляются ее функциональные особенности. Далее сравнивается эта структурная модель с присущими ей функциональными особенностями с объектом, на основе чего формулируются ограничения или соответствия.

Это как раз и будут новые знания, естественно, гипотетические, Они становятся достоверными после опытной проверки.

Что же удалось узнать нового, используя эти две методические формы среди рассматриваемых групп деревьев?

Первая разновидность ветроэнергетики растений включает ель. Каждая хвоинка ели представляет собой генератор механических колебаний. Для

выполнения этой функции хвоинка имеет жесткую структуру, гладкую поверхность и ромбовидное поперечное сечение, имеющее у ребра, прилегающего к меньшей диагонали ромба, один или два уступа. При обтекании ветром хвоинки на уступах поочередно срываются вихрем, образуя вихревую дорожку Кармана. Импульсы деления вихрей, воздействуя на хвоинку, раскачивают ее. Уловленная таким образом энергия ветра передается жесткой хвоинкой в основание – прилистную подушечку для преобразования и использования.



Надо сказать, что человек еще не придумал механический генератор колебаний, работающий от потока газа или жидкости, столь свершенный, как хвоинка ели. Единственный подобный генератор колебаний – свисток – при работе разбивает острием – гибкой пластинки поток на вихри, направленные от пластинки. Поэтому, в отличие от хвоинки ели, он рассеивает энергию; свисток более сложен и работает в узком диапазоне скоростей потока жидкости или газа.

Любопытно, что каждый побег ели представляет собой элементарную колебательную систему. У ели в связи с этим существует противоречие между настроенностью колебательной системы и «ненастроенными» молодыми хвоинками. Ель ведь все-таки растущий организм. Оказывается, что у нее имеется по крайней мере два приспособления для снятия этого противоречия.

У одних видов ели молодые хвоинки собраны в пучки, являющиеся продолжением побега и не нарушающие его настроенность. Лишь по достижении молодой хвоинкой определенного размера она изгибается и становится в общий строй.

У других видов елей, у которых под одним и тем же углом к побегу растут как старые, так и молодые хвоинки, последние имеют плоскую, обтекаемую без образования вихрей форму поперечного сечения. И только у хвоинок, достигших определенного возраста, появляются ребра, создающие уступы, на которых могут образовываться вихри.

Вторую разновидность ветроэнергетики растений представлю сосна. Она улавливает энергию ветра также с помощью хвои, выступающей в виде своеобразного ветряного силового камертона. Хвоя сосны обыкновенной представляет собой спаренные в пучки иглы плоско-выпуклого сечения. Оно характерно для профилей, обладающих подъемной силой. Кроме того, этим профилям присуща неустойчивость подъемной силы. Первые самолеты, имевшие

крылья такого профиля, часто падали, пока Н.Е.Жуковский не предложил устойчивый асимметричный профиль крыла. Но эта неустойчивость подъемной силы создает устойчивость колебания хвоинок, чему способствует их изогнутость и винтообразная закрученность. И действительно, хвоя сосны колеблется даже при слабом ветре.

Третью разновидность ветроэнергетики растений представляют близкие родственники – осина и тополь, у которых лист с черешком играют роль одновременно ветродвигателя и водяного насоса. Пластина листа под воздействием ветра совершает крутильное колебательное движение, которое скручивает черешок, представляющий собой изменяемый объем водяного насоса, работающего на скручивание. Гипотеза проверена и подтверждена на опытной установке, включающей транспиrometer и вентилятор.

Всякий насос помимо изменяемого объема включает также два однонаправленных клапана. В этих же опытах на листьях тополя бальзамического было установлено, что однонаправленные клапаны с стороны побега располагаются за разделительным слоем в тканях побега. По этой причине опавшие осенние листья не могут перекачивать жидкость.

К четвертой разновидности отнесена береза. У нее лист с черешком представляет собой одновременно ветродвигатель и насос. Существенно отличается форма поперечного сечения черешка: она в виде желоба, в котором сосуды собраны в пучок, имеющий форму полумесяца; в пучке они расположены веером и имеют эллипсообразную форму. Все это способствует при скручивании черешка пережатию сосудов, работающих как насос. (Интересно отметить аналогию с устройством нашего второго «распределенного» сердца в виде расположенной в конечностях сети вен, имеющих такую же эллипсообразную форму поперечного сечения и однонаправленные клапаны.)

Наличие ветродвигателя и насоса у березы подтверждено в опытах на той же установке годом позже.

Результаты научного поиска и опытов позволили сформулировать ряд признаков ветроэнергетики растений. К ним относятся различные аэродинамические формы частей растений, их относительная жесткость, оптимальные соотношения размеров, виды движений и т.п. С помощью этих признаков можно определить, у каких еще растений есть ветроэнергетика. Так, к примеру, ветроэнергетика наверняка есть у деревьев – дуба, пихты, различных видов ив; у трав – представителей семейств осоковых, ситниковых, злаковых, лилейных.

Любопытно, что среди растений тропиков и субтропиков, представленных в Московском и Ленинградском ботанических садах, не нашлось ни одного с признаками ветроэнергетики. Может быть, ветроэнергетика – это привилегия растений умеренного пояса?

По мере выявления признаков ветроэнергетики растений на первый план выступали вопросы: для чего она растениям и как последними используется. В первую очередь это относилось к хвойным. В частности, нет ли связи колебаний хвоинок или от ветра с ее теневыносливостью. Это может быть лишь в случае

образования в результате какого-либо ветросинтеза органических веществ – энергетического капитала растений.

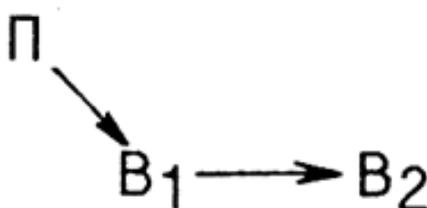
Но может быть, что-либо подобное известно? Да, известно! Только объяснения при этом не всегда убедительны. Так, у ели интенсивность фотосинтеза на единицу веса хвои в пять раз меньше, чем у березы, а прирост на единицу площади леса одинаков. Или опушечный эффект, при котором три ряда деревьев начиная от опушки растут быстрее, чем внутри массива леса. Этот эффект хорошо объясняется наличием ветросинтеза, но неубедителен с точки зрения водоснабжения деревьев – на больших полянах водоснабжение как на опушке, а эффекта нет.

Изучение побегов ели под микроскопом показало, что отходящий от хвоинки в ее основании сосуд сильно расширен и буквально нашпигован хлорофиллом. В химической технологии расширение трубопроводов обычно связано с наличием реакционного аппарата. А хлорофилл мог быть каким-то образом связан с газообменом. Нужна была опытная проверка.

Такой опыт удалось провести в июне 1976 года в Институте экологии растений и животных, в лаборатории доктора биологических наук Л.Н.Добринского. Был проверен газообмен у побегов ели, сосны, а заодно и тополя в потоке воздуха. Опыт показал, что непосредственно с газообменом ветросинтез не связан.

Нужно было провести поиск ветросинтеза на какой-либо методической основе. К этому времени появились первые разработки вепольного анализа – одного из разделов теории решения изобретательских задач. Уже в то время он показал себя действенным инструментом анализа структур технических систем. Этим инструментом и решено было воспользоваться.

Основное положение вепанализа гласило, что минимальной работоспособной системой является та, которая состоит из двух объектов (веществ) и поля, носителя энергии:



В нашем случае известно только П – энергия ветра.

Синтез органических веществ связан с перестройкой электронной оболочки. Так, фотосинтез в молекуле хлорофилла связан с движением электронов. Известен опыт по пропусканию через экстракт хлорофилла с углекислым газом электрического тока, во время хлорофилл, то должна быть и электростанция. Электростанция в растении? Да это же все равно что кафтан на блохе! Однако вскоре мне попала на глаза книга о пьезоэлектрических свойствах древесины. Древесина, а точнее, молекулы целлюлозы – вот та самая «электростанция».

Но в каком месте все это происходит? Естественно, там, где больше сжатие, то есть на поверхности стебля растения. Впрочем, к стволам деревьев это не относится – там на поверхности мертвая кора и хлорофилла нет. У деревьев этот процесс происходит на ветвях в слое камбия – там есть и хлорофилл, и целлюлоза, и кора

эластичная, не мешающая сжатию внутренних слоев. (Вместо абстрактного «ветросинтеза» обозначим этот процесс «пресинтезом растений», от латинского *presso* – жму, давлю.)

Вот тебе и целлюлоза! Выходит, она была не только опорой при выходе древних растений из водной среды на сушу, но и двигателем при завоевании ими последней. Да и хлорофилл хорош – спрятался под кору ветвей от света, и никому в голову не приходит, для чего он это сделал. Впрочем, на стеблях трав он весь на свету.

В последнее время начали появляться косвенные подтверждения пресинтеза растений.

Грузинские изобретатели заметили, что вибрация ветки дерева способствует обеззараживанию растения и стимулирует рост⁵.

Только пресинтезом можно развеять недоумение специалистов перед загадочным механизмом усвоения энергии растением, минуя фотосинтез⁶.

Наконец, интенсификацию роста растения под влиянием ветра обнаружили и в Армении⁷.

Ну что ж, осталась самая малость для того, чтобы поставить точку над детективной историей – провести целенаправленный эксперимент по подтверждению пресинтеза растений.

Впрочем, точку ли?

Скорей всего, это будет ключ, открывающий новые направления: селекция новых сортов зерновых культур, новые формы лесопосадок и т.п. Создание, используя новые патенты природы, технической ветроэнергетики на качественно новом микроуровне. Наконец, обогащение биологии новыми диалектическими методами научного поиска – идеями, заложенными в ТРИЗе.

⁵ Изобретатель и рационализатор. 1978, № 1. С. 29.

⁶ См.: Чирков Ю. Тайна зеленого листа. - Известия. 1982. 25 марта.

⁷ Изобретатель и рационализатор 1982, № 3. С. 25.