**Морфологический ящик природы**

А.Н. Кондратьев

п. Ильичево Лен. области

январь 2002

"Ничто не мешает повторить путь, пройденный при построении теории изобретательства, и построить теорию решения научных задач, теорию открывательства.

При этом нужно искать в науке инварианты тех объективных закономерностей, которые действуют в технике, в изобретательстве"

Г.С. Альтшуллер [2]

По определению В.В. Митрофанова сделать открытие - это значит, найти причину явления. Найти причину, объяснить генезис - вот задача учёного.

При изучении любого явления природы необходимо иметь некую программу действий по выявлению причин явлений. В.В. Митрофанов создает алгоритм решения научных задач [11]. Сейчас он разрабатывает компьютерную "Машину открытий".

**1. Аннотация**

В этой статье я хочу предложить ещё один прием, подсказывающий путь решения научных задач. Его можно назвать "Морфологический ящик природы".

Суть этого приема заключается в составлении многофакторной таблицы или n-мерного куба набора близких по природе явлений. Осями этой таблицы являются причинные оси.

Многомерный морфологический ящик природы позволяет нам с пониманием подходить к разбору изучаемого явления. Парадоксально, но изучение того явления, которое как раз и надо изучить, очень мало даёт нам. На порядок более продуктивно изучать не само явление, а рассматривать весь набор аналогичных по природе явлений. Выявляются новые причины, новые закономерности и даже новые явления.

**2. Многообразие явлений на одном иерархическом уровне**

Явление природы никогда не бывает само по себе, в одиночку, уникально. Чаще всего существуют многие другие похожие и непохожие явления, которые немного или значительно отличаются от него. Или же само явление под воздействием изменения движущих причин или ограничивающих факторов может проявляться по-другому, изменять свою форму.

Каждое явление природы не существует уникально, вокруг него есть непрерывный ряд явлений-"соседей" по определяющим факторам.

**3. Причинная ось**

Набор явлений-"соседей" можно выстроить по определяющей причинной оси.

Учёному удобно представить причину явления как ось - "причинную" ось, а различные явления (или формы проявления явления) расставить по этой оси.

Например, одной из главных движущих причин образования различных типов русловых процессов является относительная транспортирующая способность потока [6]. По этой определяющей оси типы русловых процессов выстраиваются в таком порядке:

русловая многорукавность

ленточно-грядовый тип

побочневый тип

неразвитое меандрирование

свободное меандрирование

Отсюда можно сформулировать правило поиска факторов (как причин, так и ограничивающих условий) изучаемого явления:

Найди похожие явления,

Выстрой их в таком порядке, чтобы плавно и непрерывно менялась морфология (внешний вид или другие результирующие параметры этих явлений).

Попробуй определить, какой внешний фактор предопределяет такое изменение явлений.

Этот алгоритм подсказывает причину изучаемого явления.

Кроме того, этот алгоритм позволяет искать новые явления. В знаменитой статье Г.С. Альтшуллера [1] описывается, как открывать новые явления.

Белые пятна. Для обнаружения новых явлений нужно искать белые пятна (пропуски) в ряде явлений, расположенных по определяющей причинной оси.

Так получилось у Менделеева, когда он в ряду химических элементов позволил себе сделать пропуски, допустил, что могут быть ещё какие-то неизвестные элементы, которые расположены между известными.

Переступить пределы. Такие же белые пятна всегда есть и за пределами известных явлений. Надо задаться вопросом: "А что может быть ещё больше (меньше, сильнее, и другие "-ее") , чем наше самое большое (и т.д.)?" [4]. Иногда оказывается, что какое-нибудь другое явление, которое обычно относится к другому классу (виду и т.п.), на самом деле является разновидностью рассматриваемых явлений.

Например, так было выяснено, что кроме известных режимов движения жидкости: ламинарного и турбулентного, существует и третий режим движения жидкости, который ламинарнее ламинарного - кавитация. Раньше ошибочно кавитация относилась не к режимам движения жидкости, а называлось "особым состоянием" жидкости. Выстраивание известных режимом движения жидкости по определяющей оси (отношение скорости движения отдельных объёмов жидкости к скорости движения всего потока) показало, что при ламинарном движении эти скорости равны, а при турбулентном скорость отдельных объёмов больше. Это привело к поиску режима, при котором скорость отдельных объёмов, наоборот, меньше, чем скорость движения всего потока жидкости. Это кавитация. Кавитация - противоположность турбулентного режима [8].

Лишний элемент. Выстраивание явлений по причинной оси позволяет разобраться в правомерности объяснения причин образования этого ряда явлений одним фактором. Бывают случаи, когда некоторые явления неправомерно выстраиваются по какой-нибудь определяющей оси.

В гидроморфологической теории руслового процесса разветвленные русла (пойменная многорукавность) ошибочно была поставлена в ряд с неразветвлёнными типами русловых процессов [9]. Выяснилось [3], что все остальные типы русловых процессов, действительно, определяются относительной транспортирующей способностью потока, а развитие пойменных проток определятся другим руслоформирующим фактором - затопляемостью поймы [10].

Причинные оси позволяют искать новые явления. Для этого надо использовать приемы "переступить пределы" и "белые пятна".

Выстраивание явлений по причинным осям и поиск лишних элементов позволяют находить новые факторы.

**4. Причина явления лежит на более высоком иерархическом уровне**

Причину явления необходимо искать не на уровне самого этого явления, а на следующем, более высоком, общем иерархическом уровне.

Например, для того, чтобы ответить на вопрос, почему реки меандрируют, бесполезно искать причину, описывая само меандрирование. Необходимо задать вопрос шире: почему реки бывают разные - разветвлённые, прямые и извилистые. Разобравшись в общих причинах образования всех типов русловых процессов, мы автоматически получаем ответы на вопросы о причинах образования любого типа русловых процессов.

Изучение меандрирования ничего не дало к объяснению причин образования меандрирования. Ловушкой были объяснения типа: река меандрирует, потому что она извилистая (как у Б.Ф. Снищенко [9]), или: река меандрирует, потому что это свойство потока! Как будто нет других рек - разветвлённых и прямых. А ведь к такому выводу можно действительно прийти, если всё время видеть перед собой только извилистые реки. Есть даже специалисты по меандрированию, специалисты по побочневу типу. Меня хотели сделать "специалистом по пойменной многорукавности". Капкан однобокости не позволяет разобраться в частном вопросе. Только рассмотрение всех типов русловых процессов позволило понять причину меандрирования.

Изучая любое явление, можно разобраться лишь только в свойствах этого явления. Это будет изучение, но не понимание.

Для нахождения причин явления надо, на самом деле, обратиться к изучению следующего, более высокого иерархического уровня. Тогда будет понимание причин явления, а затем и сущности самого явления.

Это даст возможность не только описания процесса, но и его прогноза и даже управления им.

**5. Главные факторы**

Любое явление - результат огромного (практически бесконечного!) количества факторов.

Я полусерьезно говорил о влиянии фаз Луны на развитие излучин рек и изменение типов русловых процессов (в моей неопубликованной книге "Русла равнинных рек"). И это, действительно, так. Конечно, фазы Луны на самом деле, определяют тип русловых процессов. Но, в то же время, влияние этого фактора мало.

Исследователю природы из всего разнообразия причин всегда можно (или приходится?) выбирать конечное, часто небольшое количество определяющих факторов. На это есть и объективные, и субъективные причины.

Объективно есть причины главные и второстепенные.

Например, для русловых процессов главная причина - это относительная транспортирующая способность потока, относительное затопление поймы, относительная ширина долины, относительная редукция стока, растительность и другие ограничивающие факторы.

Интересно происходила история с силой Кориолиса, как руслоформирующим фактором. Сначала, лет 100 назад, этот фактор считался одним из основных факторов, определяющих ход русловых процессов, и даже образование меандрирования приписывалось этому фактору. Затем, наоборот, влияние силы Кориолиса стало полностью отрицаться, упоминание о ней стало еретичным. На самом деле роль Кориолисовой силы сравнимо с влиянием фаз Луны - оно есть, но ничтожно. Им можно пренебречь при прогнозе руслового процесса. Такую же роль играет и температура воды, хотя в литературе высказывались разнообразные интересные противоречивые суждения о влиянии тепературы воды на русловые процессы водотоков.

Любопытно, что другие главные причины, которые играют сами по себе большую роль в формировании процесса, могут вольно или невольно упускаться учёными из рассмотрения из-за малой изменчивости этих причин.

Например, сила тяжести, скорость вращения планеты, плотность жидко-сти (воды), конечно, оказывают громадное влияние на формирование рек, образование и типов русловых процессов. Но в связи с тем, что все изучаемые людьми реки находятся на Земле, сила тяжести и скорость вращения Земли постепенно ушли от внимания исследователей. Скорость вращения Земли определяет выше упомянутую силу Кориолиса. Действительно, что было бы, если скорость вращения Земли была другой - больше в 100 раз, или меньше… Как изменились бы реки? А если бы скорость вращения Земли менялась из года в год, или вращение меняло бы направление? Возможно, что тогда бы одним из основных руслоформирующих факторов как раз стала бы скорость вращения планеты или другое природное явление, которое бы в свою очередь зависело бы от вращения Земли.

Сейчас появились интересные фотографии рек на Марсе (или следов рек), которые являются результатом таяния полярных шапок. Множество неизменных на Земле факторов там могут быть другими; там и плотность жидкости водотоков может быть другой. Скорее всего, сейчас нам не сделать прогноз развития русел на Марсе, опираясь только на законы формирования русел, выявленные на Земле.

Русловые процессы интересны тем, что в них до сих пор не выяснены законы формирования русел (или выяснены в зачаточной степени). Русловедение до сих пор находится на одном из первых этапов развития науки [5]. Здесь всё ещё Солнце вращается вокруг Земли, если только Земная твердь не находится на слонах. Например, в книге [9] утверждается, что река меандрирует тогда, когда она извилистая.

Интересно, что предлагаемая в этой книге типизация русловых процессов отражает типы русловых процессов только равнинных рек. Мало того, только пойменных рек (чаще используется термин - "широкопойменные реки"). Но в книге эта типизация русловых процессов преподносится как типизация всех рек. Так сложилось исторически, что в Европейской части СССР изучались только равнинные реки; и это указывалось в ранних оригинальных трудах основоположника этой школы Н.Е. Кондратьева. Для равнинных рек и была создана типизация. (Пускай, и не полная, и противоречивая, но революционно передовая в то время). Затем постепенно, незаметно, она была распространена на все реки, что просто не грамотно.

В огромном количестве определяющих факторов для исследования необходимо выделить основные (главные) факторы.

**6. Причина и ограничение**

Для любого явления есть определяющие факторы двух типов:

1) движущие активные причины,

2) ограничивающие условия, рамки, пассивные "причины", условия развития явления.

Движущие причины и условия протекания по вкладу в проявление факта различаются. Хотя внешне два случая: (1 - отсутствие движущих причин и 2 - наличие такой причины при воздействии ограничивающего фактора) могут проявляться похожим образом [3]. Но они похожи только морфологически, а не генетически. Например: неразвитое меандрирование и ограниченное меандрирование рек. Здесь мы бегло пробегаем этот существенный вопрос, отсылая Вас к статье [3], где описываются различные виды меандрирования и причины их образования. Понимание разницы влияния действующей причины и ограничивающих условий очень важно. Нельзя попадаться на удочку неправильно истолкованного противоположного эксперимента.

Сам по себе противоположный эксперимент является действенным приёмом решения научных задач. Он описан В.В. Митрофановым в книге [11]. Но возможность появления двух случаев, перечисленных в начале этого абзаца, требуют внимательного подхода к определению причин явления при использовании этого приёма. Возможен так называемый ложный противоположный эксперимент [7].

Для описания явлений и процессов двигающая причина и ограничивающие условия могут считаться равноправными факторами.

Определяющие факторы любого явления делятся на движущие причины и ограничивающие факторы.

**7. Объединение факторов**

Явления природы многофакторны. Многофакторность явлений природы требует от учёных поиска способов пусть упрощённого, но приемлемого описания комплекса причин этих явлений.

Каждое явление - это продукт сочетания огромного количества определяющих (побуждающих) причин и условий протекания явления (границы, ограничивающие факторы и т.п.)

В изобретательстве применяется специальный метод для получения большого списка возможных вариантов решения изобретательских задач. Таким методом является морфологический анализ. Он был разработан швейцарским ученым-астрономом Ф. Цвикки в 1942 году. "Сущность этого метода заключается в систематическом исследовании всех мыслимых признаков и вариантов решения, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта" [12]. Составляется многомерная таблица ("морфологический ящик"), которая вмещает возможные варианты решения задачи. При этом каждому функциональному узлу (параметру) отводится графа, ось, где перечисляются возможные варианты его решения.

Аналогичным образом и для решения научных задач можно использовать "морфологический ящик" семейства явлений. По осям такого ящика отложены главные причины рассматриваемого явления. В "клеточках", ячейках различных сочетаний определяющих причин находятся различные разновидности, типы, варианты изучаемого явления.

Например, в соционике используются 4 определяющих фактора. Их комбинация даёт 16 типов человеческих характеров.

Применение морфологического ящика позволило объединить руслоформирующие факторы и расположить типы русловых процессов равнинных рек в двумерной матрице по двум руслоформирующим факторам - относительной транспортирующей способности потока и относительном затоплении поймы [3].

Применение морфологического ящика для образования различных типов меандрирования позволило выделить для него 4 типа. Ящик построен по таким руслоформирующим факторам (причинным осям): относительная транспортирующая способность и относительная ширина долины. Выделены: 1) неразвитое меандрирование в узкой долине, 2) неразвитое меандрирование в широкой долине, 3) ограниченное меандрирование и 4) свободное меандрирование.

На самом деле решение этих задач было инициировано приемом решения научных задач объединение альтернативных гипотез.

Приём морфологический ящик является объединением приёмов решения научных задач. Первый из них - объединение альтернативных гипотез; он описан В.В. Митрофановым в книге [11] и пропагандируется в создаваемой компьютерной "Машине открытий". Второй прием - причинная ось, описанная выше в пункте 3.

Следующий шаг - объединение не двух, а сразу трех руслоформирующих факторов: относительной транспортирующей способности; относительного затопления поймы и относительной ширины долины. На плоскости затруднительно отобразить получающийся куб типов русловых процессов по этим трём руслоформирующим факторам. Двухфакторная таблица типов русловых процессов Р.С. Чалова [10] - это проекция этого трехмерного куба на плоскость с двумя руслоформирующими факторами: относительной транспортирующей способностью и относительной шириной поймы.

Морфологический ящик включает в себе и ещё один прием решения научных задач. Это диссимметрия [11].

Диссимметрия (неравенство, различие, хиральность, противоположность и т.п.) является самым эффективным приёмом. Именно диссимметрия является причиной явлений природы. Чаще всего по причинным осям отложены диссимметричные параметры. Выше в примерах о русловых процессах все оси были отношениями.

В идеальном случае причинная ось должна изменяться от плюс бесконечности до минус бесконечности, от максимального положительного отношения определяющего параметра до противоположного отрицательного отношения этого параметра. (выше был рассмотрен пример о третьем, противоположном к турбулентному режиме движения жидкости - кавитации.

Морфологический ящик как приём решения научных задач плодотворен. Он позволяет использовать лучшее из каждой гипотез и лишает каждую из отдельных гипотез присущих им недостатков.

**8. Выводы**

Каждое явление природы не существует уникально, вокруг него есть непрерывный ряд явлений-"соседей" по определяющим факторам.

Набор явлений-"соседей" можно выстроить по определяющей причинной оси.

Причинные оси позволяют искать новые явления. Для этого надо использовать приемы "переступить пределы" и "белые пятна".

Причину явления необходимо искать не в самом явлении, а на следующем, более высоком иерархическом уровне.

Явления природы многофакторны.

Из огромного многообразия влияющих факторов для описания явления можно выделить несколько основных факторов.

Факторы делятся на активные движущие причины явления и ограничивающие условия протекания этого явления.

Одно и то же явление может находиться в разных наборах явлений по разным определяющим осям.

Многофакторность позволяет рассматривать совместно разные причинные оси. Можно использовать двухфакторные таблицы, трёхфакторные "кубы" и т.д.

**Заключение**

Человек в целях познания явлений природы может считать, что природа использует многомерный морфологический ящик, по осям которого отложены причины изучаемого явления.

С использованием такого причинного морфологического ящика удобно решать научные задачи: находить причины явлений, объяснять причины изменения явлений и прогнозировать поведение изучаемых систем, находить новые явления.

Призываю Вас применять этот приём решения научных задач, а также другие: объединение альтернативных гипотез, причинную ось, диссимметрию, ресурсы, аналогию, противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент.

Побудительную роль этой статьи сыграла книга В.В. Митрофанова "От технологического брака до научного открытия" [11], которую очень рекомендую всем прочитать.

Список других приёмов, статьи, посвященные приёмам решения научных задач, и примеры решения научных задач смотрите, пожалуйста, на http://www.bedload.boom.ru/.

**Список литературы**

Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия (мысли о методике научной работы). Баку, 1960, 11 с. Ру-копись деп. в ЧОУНБ № 685.

Альтшуллер Г.С., Фильковский Г. Современное состояние теории решения изобретательских задач. Баку, 1975 // Фонд-Архив Генриха Альтшуллера (Г. Альтова). Выпуски 11-15. Информационный бюлле-тень ОО "ТРИЗ-Форум". Приложение. Челябинск, 2001, с. 30-64.

Кондратьев А.Н. О гипотезах причин формирования русел//Водные ресурсы, 2001, том. 28, № 5, с. 628-630.

Кондратьев А.Н. Прием решения научных задач "Переступить пределы". Ильичево, 2001, 5 с. Руко-пись деп. в ЧОУНБ.

Кондратьев А.Н. Приемы исследования природы в русловедении на разных стадиях развития науч-ных представлений//Современные проблемы естествознания. Материалы конференции. Владимир, 2001, с. 60-63.

Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных по-токов//Известия А.Н. Серия географическая, 200, № 4, с. 42-44.

Кондратьев А.Н. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент. Ильи-чево, 2001, 5 с. Рукопись деп. в ЧОУНБ.

Кондратьев А.Н. Три режима движения жидкости: турбулентный, ламинарный и кавита-ция/Актуальные проблемы естествознания. Тезисы конференции. Самара, 2001.

Кондратьев Н.Е., Попов И.В., СнищенкоБ.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового про-цесса. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. - 272 с.

Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: МГУ, 1988. - 264 с.

Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ

Рапацевич Е.С. Словарь-справочник по научно-техническому творчеству. - Минск, 1995. - 384 с.