**Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков**

В статье предлагается нестандартная попытка объяснения общей причины образования "извилистости" природных потоков, прежде всего меандрирования рек. Утверждается, что типы речных русел обусловливаются различным соотношением "живой" силы потока и массой переносимого вещества.

Почему реки меандрируют? Существующие на Земли реки по внешнему виду в плане можно подразделить на три качественно разных типа:

прямые, разветвленные и извилистые (меандрирующие). В настоящее время конкурируют около 30 объяснений причин меандрирования рек: общая денудация земной поверхности, неотектоника, геология, кориолисово ускорение, наличие случайных препятствий, принцип минимума диссипации энергии, концепция энтропии, структурная турбулентность, поперечная циркуляция, блуждание динамической оси потока, "свойство потока меандрировать" и др. Ни одна из этих гипотез полностью не подтверждена.

Гидроморфологическая теория руслового процесса, которая занимается изучением деформаций рек [I], имеет на вооружении системный подход. Одно из его положений гласит: законы развития системы не являются суммой законов, действующих на более низком уровне; система развивается по своим законам, не зависящим от законов развития составных частей (принцип эмерджентности). Например, зная законы развития песчаных гряд, которые движутся по дну реки, невозможно спрогнозировать развитие (деформации) излучины.

Поэтому и для поиска причины образования меандр надо выходить на рассмотрение не только меандрирующих, а всех рек. Оставаясь в рамках одного меандрирования, можно узнать о нем все, кроме причин его образования. Уровень, на котором заложена причина образований различных русел, находится выше. Необходимо рассматривать все реки, и тогда можно найти причину меандрирования.

Определения. Река представляет собой не только поток воды. Большинство рек транспортируют по своему дну наносы. Транспорт наносов проявляется в местных намывах и размывах русла.

Расход наносов – количество наносов, проносимых потоком за единицу времени. Транспортирующая способность потока - предельный расход наносов, который способен транспортировать поток.

Из этих определений видно, что расход наносов не всегда равен транспортирующей способности потока. Последняя определяется гидравлическими характеристиками потока на рассматриваемом участке реки и не зависит от количества поступающих наносов с расположенного выше участка.

Необходимо четко разделить три понятия: поступление наносов в реку с расположенного выше участка; транспортирующую способность потока (сколько наносов может перемещать поток); расход наносов, который представляет собой результирующую величину от поступления наносов и транспортирующей способности потока.

Новое объяснение причины меандрирования рек. Предлагается новое обоснование образования различных типов рек. Это относительная транспортирующая способность потока, т.е. отношение транспортирующей способности потока к количеству поступающих в реку наносов, отношение того, что река может транспортировать, к тому, что ей предлагается для транспортирования.

Причинно-следственная цепочка образования меандрирования такова: транспортирующая способность потока велика по сравнению с поступлением наносов —-> излишек энергии —> деформация берегов —> образование меандрирования —"> уменьшение уклона водной поверхности —-> уменьшение транспортирующей способности —-> уравновешивание транспортирующей способности и поступления наносов —> меандриро-вание реки при динамическом равновесии.

Причинно-следственная цепочка при образовании русловой многорукавности такова: поступление наносов превышает транспортирующую способность потока —> энергии на транспортирование всех наносов не хватает —> образование осередков из "лишних" наносов —> распластывание русла —> увеличение фронта транспорта наносов —> увеличение транспортирующей способности —> уравновешивание транспортирующей способности и поступления наносов —> русловая и осередковая многорукавность при динамическом равновесии.

Ленточно-грядовый тип руслового процесса (прямолинейный) соответствует первоначальному равновесию подачи наносов и транспортирующей способности. Плановой трансформации русла не происходит, оно остается прямолинейным, т.е. перегруженные наносами реки - с внутрирус-ловыми островами, равновесные реки — прямолинейные, недогруженные реки - меандрирующие.

Например, р. Зея в своем низовье, которая раньше меандрировала, подойдя правым берегом к Белым горам из песчаника, стала их размывать. Река перегрузилась наносами. Тип руслового процесса на десятках километров изменился, русло выпрямилось, и в нем появилось много островов. При увеличении транспортирующей способности, например при увеличении расходов воды при переработке стока, можно прогнозировать размывы берегов и появление извилистости реки.

Частная формулировка: Морфологический облик реки является ее реакцией на разность между тем, что река может транспортировать, и тем, что ей предлагается водосбором для транспортировки.

**Применение закономерности в других областях.**

В замечательной статье [2] перечисляются общие законы развития, частные законы организации и способы проверки найденных закономерностей. Пункт 4.9 в ней гласит: "Определить способы использования (применения) исследуемого явления и границы его применимости в науке, технике и социологии", т.е. применение закономерности в других областях.

Попытаемся сформулировать общую формулировку. Внешнее проявление объекта представляет собой реакцию на разность между тем, что он способен "делать", и тем, что ему предлагают (или его заставляют) делать.

Приведем примеры.

1. Гольфстрим. Это течение представляет собой извилистый поток. Его "меандры" постоянно развиваются, отделяются "старицы", которые затем отмирают, а течение идет новым "руслом". Это служит внешним проявлением разницы между тем, что может транспортировать вода Атлантики, и тем количеством воды, которое ей приходится получать из Мексиканского залива. Перепад уровней в Атлантическом океане и Мексиканском заливе достигает метров! Обратный эксперимент: может быть существуют слабые течения, в которых транспортирующая способность окружающих вод океана больше, чем предлагаемое количество течения (или загрязнения); тогда могут происходить разрывы в транспортируемой примеси. На макроуровне - дырки, на микроуровне - разрежение.

2. Дым из трубы. Представим себе дым, который имеет плотность, равную плотности окружающего воздуха. Такой дым будет распространяться только по горизонтали. Если транспортирующая способность ветра больше количества поступающего дыма, будут происходить разрывы или разрежение дыма. Если же ветер слабее относительно поступающего дыма, будут образовываться клубы дыма.

3. Кровеносные сосуды. Пример предложен валеологом B.C. Бобковым. Если транспортирующая способность (энергия) крови относительно поступающих загрязнений мала, то получаются закупорки сосудов. Если энергия крови достаточна для транспортировки всех загрязнений, изменений не происходит. Если энергия кровотока чрезмерна, это может привести к извилистости вен и, например, к их "выпучиванию" на ногах.

4. Человек в обществе. Человек обладает некоторой активностью (сколько он может). Сдерживающими факторами являются законы и этикет (сколько ему позволяется). Разница между ними приводит к различным проявлениям поведения человека. Если он слишком активен (по отношению к сдерживающим факторам), его жизненный путь становится извилистым; у относительно пассивного человека жизненный путь - с "разрежениями".

5. Транспортировка ткани. Пример предложен предпринимателем П.Б. Хуршудовым. На движущийся транспортер подается ткань. В зависимости от соотношения скоростей подачи ткани и движения транспортера ткань будет или рваться, или собираться в морщины.

Возможно, что таким подходом можно объяснить существование двух режимов течения жидкостей: ламинарного и турбулентного.

Для каждого примера можно сформулировать свою частную формулировку закономерности (как для разных рек в п. 3).

Выход на всеобщее правило. В. В. Митрофанов сформулировал постулат разности (дисимметрии) [3]: "Если существует разность чего-либо и обеспечивается взаимодействие между частя-ми с этими разностями, то должен быть некий эффект". Это уже всеобщая формулировка. По отношению к ней общая формулировка в п. 4 является частной. Здесь говорится о любой разности, а там была разность между тем, что нечто может, и тем, чем это нечто нагружают.

Разность есть условие для совершения чего-либо.

Примеры: изгиб пластинки под разностью поверхностных натяжений при различной обработке поверхностей; электрический ток из-за разности потенциалов; дерево зацветает из-за возникновения тока соков при положительной разности температур между кроной и корнями; любое движение через диафрагму под действием разности давлений; работа двигателя под действием разности давлений в разных цилиндрах.

Наш маленький пример, рассмотренный в первых пунктах, дает повод говорить о многих разных разностях. Разности могут быть между количествами вещества (например, весы), количествами энергии, количествами времени, между скоростями, силами, моментами, даже желаниями.

Специфика примера о причинах образований различных форм русел. Выше сформулирована причина образования различных форм речных русел: прямолинейных, разветвленных и меандрирующих. Это разность между транспортирующей способностью потока и поступающими в русло наносами. Положительная или отрицательная разности приводят к качественно разным проявлениям изменения морфологии русла. При перегрузке русла наносами из излишков последних образуются острова. При недогрузке река уменьшает свою транспортирующую способность за счет своего удлинения, что приводит к развитию меандрирования. Разница между тем, что может система, и тем, что ей предлагается делать, приводит в зависимости от знака к разным проявлениям.

Всеобщая формулировка о разности вообще приводит к общему эффекту. Для мембраны все равно, с какой стороны давление больше, а с какой - меньше. Где давление меньше, туда и будет происходить диффузия. Если знак разности давлений изменится, то так же изменится и направление движения. Проявление действия разности при разных знаках будет одинаковым.

Специфика рассмотренной разности как причины образования меандрирования и многорукавных русел дает повод говорить и о возможности неизведанной специфики других разностей (во времени, энергии и др.).

Выводы. Поиск причин образования меандрирования привел к закономерности образования всех типов русел. Морфологический облик реки является ее реакцией на разность между тем, что река может транспортировать, и тем, что ей предлагается водосбором для транспортировки.

Перенос этой закономерности на другие объекты позволил сформулировать более общую формулировку этой закономерности. Внешнее проявление объекта представляет собой реакцию на разность между тем, что он способен "делать", и тем, что ему предлагают (или его заставляют) делать.

Всеобщая формулировка: если существует разность чего-либо и обеспечивается взаимодействие между частями с этими разностями, то должен быть некий эффект. Разность - движущая сила.

**Список литературы**

1. Кондратьев Н.Е., Попов И.В.. Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 272 с.

2. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач // Журнал ТРИЗ. 1997. № 1. С. 36-42.

3. Митрофанов В.В. От технологического брака к научному открытию. 1998.