

# О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА НЕПРЕРЫВНОЙ ДИНАМИКИ ЗЕМНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ

Соколова Н.В.

*Институт проблем нефти и газа РАН, Россия, г. Москва ул. Губкина д.3*

sona@ipng.ru

*Аннотация. Непрерывная динамика земного вещества является важнейшей проблемой, она может способствовать развитию негативных процессов для социума и для самой Земли в целом. Показаны масштабы естественного управления гидро-и литодинамическими потоками разного ранга, значение систем тальвегов, влияющих на формирование природных условий конкретных территорий и на объекты хозяйствования.*

Ключевые слова: непрерывная динамика земного вещества, гидро- и литодинамические потоки, узел сочленения тальвегов, местный базис денудации, естественные уровни управления.

## **Введение**

Для эффективного управления развитием крупномасштабных систем необходим большой массив разноплановых прогнозных данных об изменениях природных условий и ресурсов. В этом отношении очень важную роль может сыграть специфическая информация о характере непрерывных преобразований природных и природно-антропогенных объектов в условиях естественного управления гидро-и литодинамическими потоками разного ранга.

Крупномасштабные системы, так или иначе связанные с землепользованием, являются природно-антропогенными с двойным подчинением. С одной стороны, они создаются и управляются человеком, с другой стороны, – зависят от главенствующих естественных изменений природной среды. Чем выше их ранг, тем труднее социуму противостоять землетрясениям, цунами, наводнениям, торнадо, обмелению рек, засухам и другим негативным природным процессам, совершенно обычным для планеты в целом.

В таких условиях научно-технический прогресс, не учитывающий природную составляющую управления потоками вещества и, в свою очередь, усиливающий экологический кризис, обречен. Об этом свидетельствуют известные артефакты предшествующих технологически высокоразвитых цивилизаций. Согласно исследованиям академика В.И. Вернадского [1], в недрах планеты выявляются следы древних биосфер.

На земной поверхности действуют противоположные процессы усиления сноса и усиления аккумуляции вещества, и они накладывают свой отпечаток на развитие антропогенных объектов [2].

В.В. Докучаев в своей известной монографии «Наши степи прежде и теперь» [3] отмечал важность всестороннего изучения взаимосвязей естественных факторов для эффективного управления ими, улучшения условий природопользования и адаптации к возможным периодически повторяющимся тяжелым испытаниям. При этом он имел в виду, что грандиозные физико-географические изменения нашей планеты совершались и теперь совершаются в строгой последовательности, исключая возможность всякой случайности.

Глобальные постепенные изменения непрерывного движения планеты способствуют нарастанию ее неустойчивости и усилению негативных для социума процессов. При вращении Земли вокруг своей оси в определенном направлении появляется (согласно правилу буравчика) дополнительный тренд ее движения в ортогональной плоскости (условно на север), способствующий выходу ее из орбитального потока. С вращением планеты вокруг Солнца связан наклон земной оси к плоскости эклиптики, угол, которого составляет  $66^{\circ}33'22''$  [4, С. 464]. Исследования [5, 6] показали, что у планеты имеются системы адаптации к таким изменениям своего движения.

Цель настоящего исследования – рассмотреть масштабы естественного управления гидро-и литодинамическими потоками, которое целесообразно учитывать в хозяйственной деятельности.

## **1 Материалы и методы исследования**

На земной поверхности широко распространены однотипные узлы сочленения потоков, в том числе рек. Отмеченные узлы обладают свойством фрактальности [7], и они относительно мобильные [8].

Одновременно в таком узле реализуется первый естественный уровень управления, так как в нем соединяется транзитный поток с активным своим притоком [9]. К узлам сочленения таких потоков приурочены воронки, в каждой из которых функционирует местный базис денудации. Активный приток присоединяется к транзитному потоку под углом  $90^{\circ}$  (люфт  $45^{\circ}$ ). Таким образом, в Природе

уже изначально заложены возможности реализации и изменения взаимосвязей потоков в ортогональных плоскостях.

С помощью общегеографических карт [10] выявлены еще два более сложных уровня естественного управления. При этом второй уровень связан с объединением четырех отмеченных выше узлов, формированием фрактальных структур разного ранга – областей денудации, оконтуренных только транзитными потоками. Все активные притоки функционируют внутри данной области. Третий такой уровень реализуется при объединении пяти подобных областей денудации (одна из которых – центральная) в одну более высокого ранга. Проблемы выявления фрактальных областей денудации детально отражены в работах [5, 9].

Чтобы понять хотя бы некоторые закономерности изменения Земли в системе потоков вещества разного ранга целесообразно рассмотреть подробнее масштаб естественного управления первого уровня. Из-за отмеченных выше особенностей непрерывного движения нашей планеты, которые усиливают ее неустойчивость, периодически меняется самая крупная (но слабо изученная) система взаимосвязей противоположных гидро-и литодинамических потоков, функционирующих на земной поверхности.

Согласно [10], такая система включает Течение Западных Ветров (ТЗВ) – крупнейший транзитный поток, окаймляющий Антарктиду, и его активные притоки. Один из них от Берингова пролива фиксируется в котловине Северного Ледовитого океана (СЛО), Атлантическом океане (АО) и соединяется с ТЗВ в Аргентинской котловине. Другой, противоположный по направлению активный приток от Берингова пролива проходит через Тихий океан (ТО) и также соединяется с ТЗВ.

В пределах этих активных притоков развиваются самые крупные воронки. Одна из таких воронок приурочена к Марианской впадине в ТО (местный базис денудации на глубине 10863 м), другая, – к впадине Пуэрто-Рико в АО (местный базис денудации находится на глубине 9218 м). Котловина СЛО, согласно [10], имеет фиксированный наклон в сторону АО. Из-за данного важного обстоятельства и вращения планеты вокруг своей оси через каждые 12 часов фиксируются моменты, когда сменяются два противоположных режима функционирования Земли [5].

В один момент времени наклон земной оси к плоскости эклиптики и наклон котловины СЛО в сторону АО по направлению совпадают. Действие их суммируется. В результате усиливается поток из котловины СЛО в сторону Атлантики, увеличивается неустойчивость планеты.

В другой момент времени (через 12 часов после первого) наклон земной оси к плоскости эклиптики и наклон котловины СЛО в сторону АО по направлению противоположны. При этом увеличивается устойчивость планеты. В таких условиях усиливается гидро-и литодинамический поток из СЛО в ТО, а противоположный (из СЛО в АО) – ослабевает. Огромное количество поверхностной океанской воды поступает из АО в котловину СЛО, и далее только малая ее часть идет в ТО через Берингов пролив, а другая – движется обратно в АО через многочисленные протоки между островами Канадского Арктического архипелага.

В первый момент, при совпадении наклонов земной оси и котловины СЛО, максимально понижается базис денудации во впадине Пуэрто-Рико, а когда через 12 часов данные наклоны не совпадают, – активнее понижается местный базис денудации в Марианской впадине.

В ходе непрерывного движения Земли вокруг Солнца и вращения ее вокруг своей оси постоянно создаются геодинамические напряжения. Они вызывают изменения рельефа земной поверхности. В результате формируются зоны разрядки геодинамических напряжений, потенциальных разрывов разного ранга и закономерно реализуются во времени землетрясения [11]. Одновременно, в соответствии с законом силы тяжести все природные объекты развиваются в условиях действия главного процесса усиления уплотнения вещества к центру Земли.

Особенности данных процессов на земной поверхности отражают тальвеги. По своему определению тальвег – это линия, соединяющая самые низкие точки дна речной долины, балки, оврага и других эрозионных форм рельефа [4, С. 1314].

Тальвеги целесообразно использовать как самостоятельные природные объекты, одни из самых древних. На Земле еще не было гидросферы, а они уже существовали изначально и определяли характер проявления процесса усиления уплотнения вещества. На земной поверхности индикаторами тальвегов служат гидро-и литодинамические потоки, в том числе реки, для которых нужны условия (среди них уплотняющаяся придонная часть и закономерные изменения местных базисов денудации). Системы тальвегов развиваются с учетом характера движения Земли и фиксируют местные базисы денудации в узлах сочленения потоков. Поэтому с их помощью можно получить информацию о непрерывной динамике земного вещества.

С использованием систем относительно независимых (параллельных с люфтом  $45^\circ$ ) гидро-и литодинамических потоков и тальвегов [5, 10] в южной части Атлантического океана выявлена область денудации – структура естественного управления потоками крупного ранга, которая примыкает к проливу Дрейка со стороны АО. От режима функционирования данной структуры зависит характер непрерывного движения Земли. Эта структура оконтурена тальвегами, четыре узла которых находятся (в скобках указаны местные базисы денудации): в проливе Дрейка (ниже 4000 м), Аргентинской котловине (-6202 м), Южно-Сандвичевой впадине (-8262 м), в море Уэдделла (-5007 м). У нее две ортогональные составляющие наклона: на восток (главная) и на север (зависимая). Слабое звено ее границ размещается на стыке противоположных притоков: в Аргентинскую котловину и в сторону моря Уэдделла. Управляющим узлом данной структуры является узел слияния транзитного потока (ТЗВ) и активного его притока (со стороны СЛО) в Аргентинской котловине, так как ТЗВ на выходе из пролива Дрейка отклоняется к северу.

По мере усиления потока от СЛО через АО базис денудации в море Уэдделла начинает понижаться сильнее, чем в Аргентинской котловине. Об этом свидетельствуют современные процессы расчленения Антарктиды, и характер разрушения ледников в Западной ее части [12].

Одновременно, у потока от СЛО до Аргентинской котловины имеется пока еще более слабый параллельный ему дублер, который соединяет котловину СЛО с Южно-Сандвичевой впадиной напрямую, минуя впадину Пуэрто-Рико и Аргентинскую котловину. При усилении потока СЛО-АО ТЗВ от пролива Дрейка начнет все больше отклоняться не к северу, а к югу, в море Уэдделла. С учетом этой ситуации управляющим узлом выявленной структуры (области денудации) в будущем станет узел тальвегов в Южно-Сандвичевой впадине, которая имеет вытянутую вдоль меридиана форму, свидетельствующую об активной связи данной впадины с потоком от СЛО. В таких условиях отмеченный участок ТЗВ уже не сможет выполнять функцию транзитного потока, он станет активным притоком к новому транзитному потоку от СЛО. Земля при этом также не сможет вращаться вокруг своей оси согласно прежнему режиму, она будет вынуждена наклониться на  $90^\circ$  и далее развернуться в двух ортогональных плоскостях с учетом остальных отрезков ТЗВ. В итоге у нее изменится система полюсов. Уже сейчас в Южной части Тихого океана сформированы прообразы будущих Южного полюса и ТЗВ (направление его (против часовой стрелки) не изменится), Северный полюс будет находиться в Индийском океане близ Африки. Подробнее о системах адаптации планеты к возможным изменениям ее непрерывного движения изложено в [6].

О том, что ось вращения Земли и система ее полюсов неоднократно менялись в прошлом свидетельствуют результаты геологических, палеомагнитных исследований. В процессе геофизических изысканий установлено, что в раннем кембрии был резкий поворот оси вращения планеты на  $90^\circ$  и противоположные области, находившиеся ранее на экваторе, стали новыми полюсами [13, 14].

Отмеченный выше второй режим функционирования Земли несколько ослабляет поток СЛО-АО. В течение суток при переходе от первого режима ко второму неустойчивость планеты постепенно уменьшается, и в момент, когда начинает действовать второй режим, она минимальна. Далее неустойчивость опять нарастает и достигает максимума в момент, когда действует первый режим. Это создает систему суточных колебаний Земли. С увеличением амплитуды таких колебаний и постепенным нарастанием неустойчивости планеты связаны и глобальные климатические изменения.

## 2 Результаты исследований и их обсуждение

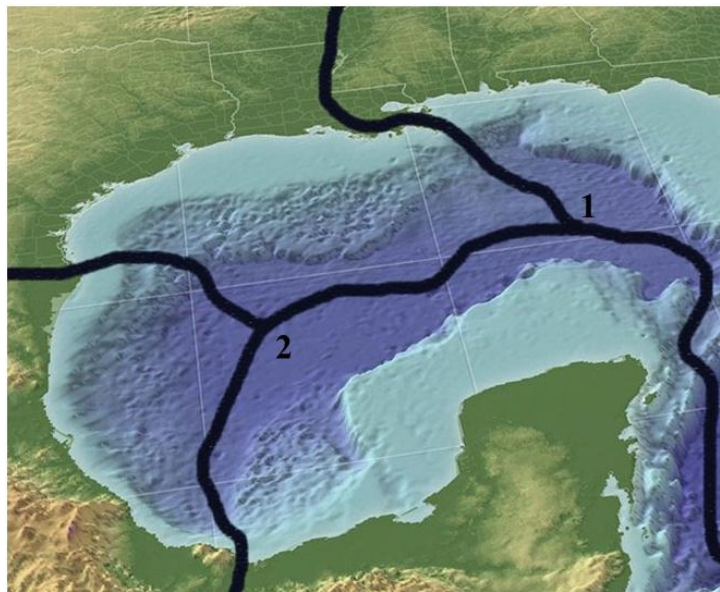
Рассмотрим общие черты изменения тальвегов, влияющих на формирование природных условий конкретных территорий.

В этом плане очень показательным примером является взаимодействие двух самых крупных узлов тальвегов (1, 2) в Мексиканском заливе, которые влияют на развитие не только его самого, но и Земли в целом. В данном регионе зафиксированы разрушительные ураганы [15], процессы переувлажнения прибрежных территорий [16].

Согласно [10], местный базис денудации находится в узле № 1 на глубине 3809 м, а в узле № 2 – на глубине 4023 м. Динамика базисов денудации в этих узлах зависит от двух режимов развития гидро-и литодинамических потоков крупного ранга в СЛО, АО и ТО (см. выше).

В момент времени, когда имеет место первый такой режим, более активно понижается местный базис денудации в узле № 1, что способствует сбросу воды из Мексиканского залива во впадину Пуэрто-Рико (местный базис денудации в которой также понижается). Далее сброс воды уменьшается и сходит на нет через 12 часов, после чего наступает момент, когда реализуется второй режим развития планеты. При этом более активно понижается местный базис денудации уже в узле

тальвегов № 2, что, наоборот, способствует закачке воды в Мексиканский залив, развитию здесь ураганов и бурь, активизации процессов переувлажнения земель на побережье. Далее эта закачка уменьшается и через 12 часов сходит на нет перед последующим максимальным сбросом воды из залива. И вновь все повторяется.



*Рис. 1. Система тальвегов крупного ранга (черная жирная линия) и их узлов (1, 2), от которых зависит развитие Мексиканского залива [10]. В качестве основы использовался рисунок из [17]*

Так как местный базис денудации в узле № 1 выше, чем в узле № 2 [10], то более активным (в режиме продолжительного времени) является процесс закачки воды в Мексиканский залив. Данный процесс является частью системы адаптации планеты к непрерывным изменениям ее движения, потому что способствует ослаблению потока от СЛО через АО к ТЗВ.

С другой стороны, в конечном итоге происходит углубление главного тальвега в Мексиканском заливе в сторону ТО, а также формируется сильно ослабленная зона, где взаимодействуют два противоположных притока: в Мексиканский залив (р. Коацакоалькос) и в ТО. Согласно [10], наиболее активной является р. Коацакоалькос, хотя базис денудации отмеченного притока в ТО (и в Марианскую впадину) ниже (-5267 м), чем в узле № 2 (-4023 м) в Мексиканском заливе. Из-за данного обстоятельства в сфере действия отмеченного притока в ТО зафиксированы (и регулярно регистрируются) многочисленные землетрясения разной магнитуды [18].

При первом режиме большее понижение местного базиса денудации в узле 1 приводит к усилению притока в АО, во впадину Пуэрто-Рико (и в конечном итоге к ТЗВ). Такое развитие событий является неблагоприятным как для социума, так и для Земли, так как способствует постепенному увеличению наклона земной оси к плоскости эклиптики. Поэтому важно при землепользовании ослаблять данный процесс.

И первый, и второй режимы функционирования планеты благоприятны для формирования в Мексиканском заливе шельфовой зоны и месторождений УВ в ее пределах.

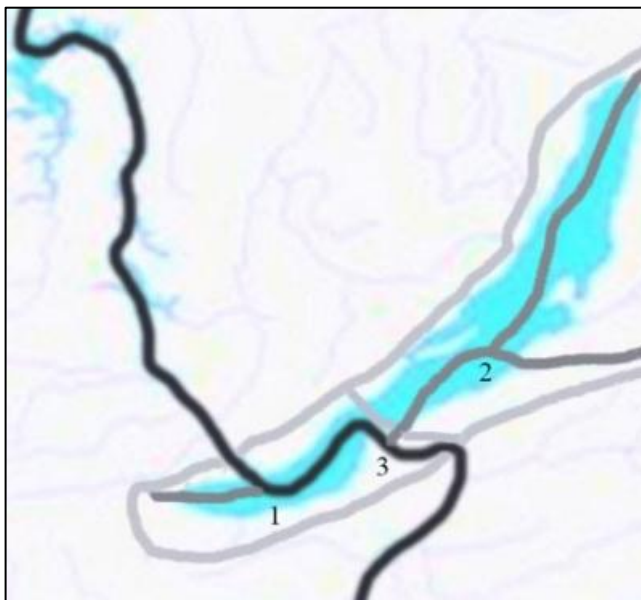
От выявленной ритмики суточных колебаний Земли зависит и развитие озера Байкал (рис. 2). Влияние ее и амплитуда колебаний здесь меньше (чем в Мексиканском заливе), так как район расположен относительно далеко от крупнейших гидро-и литодинамических потоков в АО и ТО.

Через данное озеро проходит тальвег (жирная черная линия на рис. 2) очень крупного, но не самого высокого ранга, он дешифрируется рр. Селенгой, Ангарой и Енисеем. Непосредственно в сфере влияния данного тальвега (с учетом местных базисов денудации) находится только часть озерной котловины. В другой ее части развиваются узлы тальвегов относительно меньшего ранга, однако, один из них (№ 2) является судьбоносным для Байкала.

Как и в Мексиканском заливе, в Байкале действуют два самых крупных функционально разных узла тальвегов, от непрерывной динамики которых зависит его развитие.

С учетом [10], местный базис денудации находится в узле № 1 на глубине 1446 м, а в узле № 2 – на глубине 1741 м. Узел № 2 отвечает за закачку воды в озерную котловину во время действия благоприятного для этого второго режима функционирования планеты, а узел № 1 – за сброс воды из

данной котловины в период действия первого режима. Так как базис денудации в узле № 1 выше, чем в узле № 2, то более активным (в режиме продолжительного времени) является процесс закачки воды в Байкал, приводящий, по-видимому, к большему углублению котловины, а не к расширению ее по площади. Данный процесс также является составной частью системы адаптации Земли к непрерывным изменениям ее движения, так как способствует ослаблению гидро-и литодинамического потока крупного ранга от СЛО через АО к ТЗВ.



*Рис. 2. Системы тальвегов разного ранга (условно первого – черная жирная линия, второго – темно-серые линии) и их узлов (1-3), а также границ (средне-серые линии) водосборных бассейнов узлов (1, 2), от которых зависит развитие озера Байкал, по данным [10]*

Узел № 3 приурочен к дельте р. Селенги, которая впадает в озеро Байкал и находится в зоне влияния тальвега более крупного ранга. Дельта р. Селенги иллюстрирует взаимодействие двух водосборных бассейнов функционально разных узлов тальвегов № 1 и № 2.

Четко фиксируются границы их действия (жирные средне-серые линии на рис. 1) в котловине Байкала и на прибрежных территориях. По своей форме и распределению проток дельта Селенги не тяготеет напрямую к узлу № 1, ее относительно крупная протока связана сначала с потоком, функционирующим вдоль противоположного берега Байкала, а затем уже с узлом № 1. Другая менее крупная противоположная по направлению протока напрямую связана с узлом № 2.

Таким образом, при изучении узлов тальвегов как самостоятельных природных объектов выявляется не только их ранг, но и функциональные особенности. Водосборные бассейны подобных узлов позволяют определить с использованием методических приемов [2] динамику местных базисов денудации и особенности непрерывного развития природных и природно-антропогенных объектов.

Транзитный поток, который проходит через котловину Байкала, связан со СЛО. Причем, он функционирует вместе с котловиной СЛО поочередно то в первом (более сильном), то во втором режимах. Поэтому тенденцией развития котловины Байкала является ее постепенное частичное осушение, разделение на две части с узлами тальвегов № 1 и № 2. Это неблагоприятный режим его развития. Для сохранения Байкала нельзя допускать усиление проницаемости границы отмеченных бассейнов в сторону узла № 1 в результате активного сброса воды из водосборного бассейна узла № 2 при первом режиме функционирования планеты.

## **Заключение**

Исследования показали, что природные объекты выполняют свои функции в системах адаптации Земли к изменениям ее непрерывного движения.

Среди природных объектов очень информационно емкими являются тальвеги, показатели непрерывной динамики земного вещества. С их помощью выявляется характер естественных преобразований объектов (активного формирования или деградации).

Тальвеги необходимо учитывать при обустройстве и управлении опасными антропогенными объектами. Как только такие объекты выносятся в природу, они становятся уже природно-антропогенными. Чем крупнее ранг тальвега, тем он опаснее, так как приурочен к зонам разрядки

геодинамических напряжений, потенциальных разрывов земного вещества и к нему тяготеют гидро- и литодинамические потоки. У опасных природно-антропогенных объектов, с которыми связаны крупные аварии, например, у взорвавшейся нефтяной платформы в Мексиканском заливе (2010 г.), разрушенных АЭС в Чернобыле (1986) и Фукусиме (2011), есть общая черта – все они расположены в сфере действия узлов тальвегов самого крупного ранга.

Исследования тальвегов очень перспективны. Они позволяют выявить фрактальные структуры естественного управления гидро- и литодинамическими потоками и характер их непрерывных изменений (в том числе будущих), уязвимые звенья границ таких областей, где возможны усиление эрозионных процессов, глобальные и региональные перестройки рельефа и даже землетрясения. Области денудации связаны с зависимыми от них вертикальными каналами восходящего из недр внутриземного вещества разного ранга, в том числе с проявлениями вулканизма. Такие каналы способствуют формированию (и возобновлению) месторождений УВ. Как показывают фактические материалы [19], тальвеги функционируют не только на земной поверхности, но и на поверхностях глубоких горизонтов. При этом они отражают особенности проявления главного процесса усиления уплотнения вещества к центру Земли.

Непрерывные изменения природных условий и ресурсов целесообразно исследовать в единой системе ранжирования. Тогда появляется возможность определять их причинно-следственные связи и создавать новые комплексные технологии природопользования. К примеру, разработку месторождений углеводородов необходимо проводить с учетом характера их возобновления. Одновременно с этим целесообразно с использованием информации о ритмике суточных колебаний Земли и изменений противоположных процессов усиления аккумуляции и усиления денудации земного вещества разного ранга реализовать возможности оперативного временного изъятия из цепочки естественных преобразований той части энергии, которая готовится для развития негативного процесса. При этом будет возможность не допустить проявления такого процесса (наводнения, засухи, цунами, землетрясения и др.), получить дополнительный источник энергии и улучшить экологическую обстановку в конкретном регионе. Социуму необходимо понять свою роль в системах адаптации Земли к изменениям ее непрерывного движения и помогать планете преодолевать опасные ситуации.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)», № АААА- А19-119013190038-2).

## Литература

1. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Ноосферные исследования. 2013. Вып. 1(3). – С. 6-17.
2. Орлов В.И. Динамическая география. – М.: Научный мир, 2006. – 594 с.
3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – СПб: тип. Е. Евдокимова, 1892. – 128 с.
4. Советский энциклопедический словарь. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1980. – 1600 с.
5. Соколова Н.В. О зоне разрядки геодинамических напряжений в Арктике // Международный журнал социальных и естественных наук. 2020. № 3, Ч. 1. – С. 73–79.
6. Соколова Н.В. О системах адаптации непрерывных потоков земного вещества разного ранга к возможным внешним и внутренним его изменениям // Естественные и технические науки. 2014. № 9–10 (77). – С. 111–118.
7. Peitgen H.-O. Benoit B. Mandelbrot (1924–2010) // Science. Vol. 330. 2010. – P. 926. DOI: 10.1126/science.1199471
8. Алексеевский Н.И., Беркович К.М., Чалов Р.С., Чалов С.Р. Пространственно-временная изменчивость русловых деформаций на реках России // География и природные ресурсы. 2012. № 3. – С. 13–21.
9. Соколова Н.В. Районирование территорий с учетом природных структур управления гидро- и литодинамическими потоками // Успехи современного естествознания. 2020. № 9. – С. 100-105.
10. Атлас мира / Отв. ред. А.Н. Баранов. – М.: ГУГК МВД СССР, 1954.
11. Smaglichenko T.A., Sokolova N.V., Smaglichenko A.V., Genkin A.L., Sayankina M.K. Gradient Models of Geological Medium to Safety of Large-Scale Fuel-Energy Systems // Proceedings of 2019 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD) / Moscow (October 2019 г.). IEEE Publisher, 2019. – <https://ieeexplore.ieee.org/document/8911061>; DOI:10.1109/MLSD.2019.8911061.
12. Современные глобальные изменения природной среды. – М.: Научный мир, 2006. Т. 1. – 696 с.

13. Mitchell R.N., Kilian T.M., Raub T.D., Evans D.A.D., Bleeker W., Maloof A.C. Sutton Hotspot: resolving ediacaran-cambrian tectonics and true polar wander for Laurentia // American Journal of Science. Vol. 311. Oct2011. – P. 651-663. DOI 10.2475/08.2011.01.
14. Kirschvink J. L., Ripperdan R.L., Evans D.A. Evidence for a Large-Scale Reorganization of Early Cambrian Continental Masses by Inertial Interchange true Polar Wander // Science. Vol. 277. 25 July 1997. – P. 541-545. DOI: 10.1126/science.277.5325.541.
15. Day J.W., Boesch D.F., Clairain E.J., Kemp G.P. et.al. Restoration of the Mississippi delta: Lessons from Hurricanes Katrina and Rita // Science. Vol. 315. 23 Mar 2007. – P. 1679-1684.
16. Törnqvist T.E., Jankowski K.L., Li Y.-X., González J.L. Tipping points of Mississippi Delta marshes due to accelerated sea-level rise // Sci. Adv. Vol. 6(21), eaaz5512. 22 May 2020. DOI: 10.1126/sciadv.aaz5512
17. Мексиканский залив. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. Обновлено 17 апреля 2021. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения 25 мая 2021).
18. Землетрясения с человеческими жертвами в Мексике с 2000 года. Досье. [Электронный ресурс]. 8 сентября 2017 (обновлено 20 сентября 2017. – Режим доступа: <https://tass.ru/info/4547218> (Дата обращения 1 мая 2021).
19. Атлас структурных геологических карт. ТПНП Тимано-Печорский седиментационный бассейн: Альбом литолого-фациальных, структурных и палеогеологических карт / Н.И. Никонов, В.И. Богацкий, А.В. Мартынов, З.В. Ларионова и др. – Ухта: ТП НИЦ, 2000.