



Мониторинг геологических процессов высокого ранга с использованием системы транзитных тальвегов

Н.В. Соколова¹✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

✉ sona@ipng.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Соколова Н.В. Мониторинг геологических процессов высокого ранга с использованием системы транзитных тальвегов // Пространственные данные: наука и технологии. 2024. Т. 15. № 2. С. 43–58. DOI:10.30533/scidata-2024-15-10.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

процесс усиления уплотнения вещества к центру Земли, процесс разуплотнения внутриземного вещества, ранжирование, соподчиненная сфера узла транзитных тальвегов, ограниченная транзитными тальвегами область денудации, уровень естественного управления гидро- и литодинамическими потоками

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена очень важной, но малоизученной в нашей стране и за рубежом проблеме ранжирования и мониторинга противоположных геологических процессов, от которых зависит непрерывное развитие Земли и отдельных ее частей. Незнание такой информации негативно влияет на уровень адаптации общества к возникающим неблагоприятным природным условиям и чрезвычайным ситуациям. В качестве главного непрерывного геологического процесса рассматривается усиление уплотнения вещества к центру Земли. Зависимым от него является разуплотнение внутриземного вещества в обратном направлении. Различную степень проявления этого доминирующего процесса отражают

транзитные тальвеги, зафиксированные на земной поверхности и глубоких горизонтах. В отличие от традиционного фрагментарного использования тальвегов для решения различных практических задач, транзитные тальвеги рассматриваются как непрерывные индикаторы доминирующего процесса усиления уплотнения. С помощью картографического метода определены возможности мониторинга противоположных геологических процессов с учетом единой системы транзитных тальвегов. Представлены соподчиненные сферы узлов транзитных тальвегов и связанные с ними области денудации вещества, которые целесообразно использовать в качестве системных объектов мониторинга. В статье впервые проведено ранжирование таких сфер с учетом первого уровня естественного управления гидро- и литодинамическими потоками. Эти сферы имеют большое практическое значение и позволяют с учетом ротационного фактора отслеживать неблагоприятные процессы (в том числе в пределах нефтегазоносных территорий), вызывающие возникновение зон затопления и повышение сейсмичности, изменения климата в структурах естественного управления. Данные такого мониторинга необходимы для разработки перспективных геотехнологий.

1 Введение

Ранжирование и мониторинг геологических процессов — это актуальная проблема, но изучена она пока очень слабо. В то же время исследованиям отдельных геологических процессов на разных территориях посвящено множество отечественных и зарубежных работ высокого уровня.

В общем плане, по данным В.Н. Холодова [1], непрерывное движение вещества в глубь Земли является характерной особенностью осадочного процесса. За рамками многочисленных исследований остаются системы взаимосвязей противоположных геологических процессов, определяющих перманентное развитие Земли и ее частей. Самым весомым из них является усиление уплотнения вещества к центру планеты. В единой связке с ним всегда функционирует антипод — зависимое разуплотнение внутриземного вещества в противоположном направлении. Поскольку при превалировании разуплотнения внутриземного вещества Земля развиваться уже не сможет, то очевидно, что в природе должен быть заложен механизм естественного управления данными процессами. Как показали исследования [2], характер проявления отмеченных выше противоположных процессов усиления уплотнения и разуплотнения вещества, а также уровни естественного управления ими отражают транзитные тальвеги, обладающие свойством непрерывности.

Согласно определению¹, тальвег — линия, соединяющая самые низкие точки дна речной долины, балки, оврага и других эрозионных форм рельефа. Эти реальные линии используются человеком с древнейших времен, особенно с тех пор, как он создал самые примитивные суда. Последние при необходимости перетаскивались по относительно пониженным участкам земной поверхности, соединяющим разные речные системы. Позднее были созданы судоходные каналы.

Однако до сих пор во всем мире тальвеги используются фрагментарно. Если на реках фарватер прокладывается по тальвегу, то в озерах, морях и океанах такой необходимости нет. Ведь требующиеся для безопасного прохода судов глубины могут фиксироваться вблизи побережья. Этот сугубо прагматический подход, а также отсутствие репрезентативных общегеографических карт не позволили ранее выявить единую систему взаимосвязей тальвегов.

Цель данного исследования — выявить системные объекты мониторинга изменений геологических процессов высокого ранга с учетом уровней естественного управления транзитными тальвегами.

2 Материалы и методы

Согласно А.Н. Дмитриевскому [3], в ходе геофизических работ на разных глубинах были выявлены слои пониженной вязкости, флюидонасыщенные зоны. Верхняя кора отличается характерной трещиноватой структурой.

Такому положению вещей способствует господствующий процесс усиления уплотнения вещества к центру планеты. При этом наиболее глубокие слои горных пород уплотняются сильнее, чем вышележащие. В результате между ниже- и вышележащими слоями формируются относительно разуплотненные пропластки, пронизанные вертикальными каналами двух типов в зависимости от направления продвижения вещества. Для одних характерно преимущественное продвижение к центру Земли (главные), для других — от центра планеты к дневной поверхности (зависимые). Аксиомой является то, что нет ни одного потока, действующего без приточной системы. Как было установлено [2], зона транзитного тальвега всегда структурирована узлами в наиболее низких его точках (местных базисах денудации). В таком узле сочленяются главный поток и активный приток к нему (и тем самым всегда в конкретный момент времени определяется первый уровень естественного управления ими). Данные потоки меняются в ходе ротации Земли.

Согласно В.И. Орлову [4], на земной поверхности действуют противоположные процессы усиления сноса и усиления аккумуляции, которые отражают характер

¹ Геологический словарь: в 3 т. / гл. ред. О.В. Петров. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. Т. 3. С. 190.

развития геологических процессов. На общегеографических картах из Атласа мира² зафиксирована единая система транзитных тальвегов и приуроченных к ним гидро- и литодинамических потоков. Ширина зоны транзитного тальвега на местности определяется массивом самых низких очень близко расположенных друг к другу точек земной поверхности.

В работе [5] рассматриваются пространственно-временные изменения узлов слияния рек (без учета единой системы транзитных тальвегов). Одновременно актуализируется проблема стока наносов и мутности воды, показанная в [6] на примере основных притоков Ладожского озера. В связи с этим целесообразно все реки рассматривать в качестве гидро- и литодинамических потоков.

На **рис. 1**^{3,4} эти потоки разного ранга отображены синими линиями. К самым крупным из них относятся течение Западных Ветров (ТЗВ) и два его активных притока, взаимосвязанные через общий водораздел, функционирующие в Атлантическом и Тихом океанах и соединяющиеся с ТЗВ в узлах 1 и 2 (рис. 1). Согласно используемым картографическим данным, узел 1 находится в Южно-Сандвичевой впадине (местный базис денудации в нем находится на глубине 8262 м). Узел 2 располагается в Южно-Тихоокеанской котловине (местный базис денудации на глубине ниже 5000 м).

Сам факт существования двух крупнейших противоположных активных притоков ТЗВ способствует некоторым вариациям вращения планеты в течение суток. При первом режиме ротации относительно усиливается тихоокеанский приток ТЗВ, а при втором (через 12 часов) — атлантический. Полной компенсации изменений энергетики данных противоположных притоков при этом не происходит, согласно результирующим фактическим данным, отраженным на картах, атлантический приток ТЗВ сильнее тихоокеанского.

Системы взаимосвязей гидро- и литодинамических потоков, состоящие из транзитного потока, двух его соседних односторонних (левых или правых) притоков и замыкающих их транзитных тальвегов, составляют одну положительную структуру, область денудации вещества (она подробно рассматривается в работе автора [2]). Оконтуривающие ее транзитные тальвеги определенного ранга ограничивают врезание всех гидро- и литодинамических потоков в пределах данной структуры. Центральные части таких структур отражают развитие конкретных вертикальных каналов разуплотнения внутриземного вещества. Такая область преимущественной денудации является антиподом соподчиненной сферы узла транзитных тальвегов (воронки), которая показывает характер проявления господствующего уплотнения вещества к центру Земли.

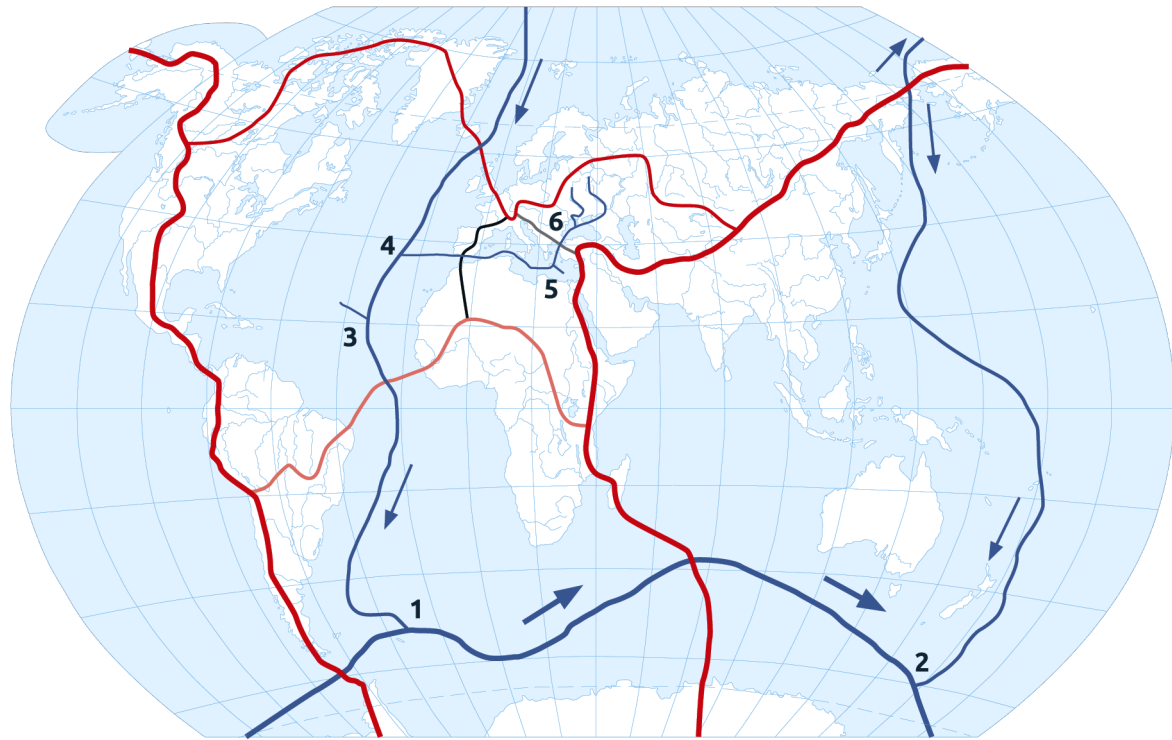
² Атлас мира / отв. ред. А.Н. Баранов. М.: ГУГК при МВД СССР, 1954. 284 с.

³ Там же.

⁴ Контурная карта мира. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.1maps.ru> (дата обращения: 10.04.2024).

Рис. 1 Единая система соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов и гидро- и литодинамических потоков, действующих на земной поверхности, с использованием данных [2], Атласа мира и контурной карты

Fig. 1 A unified system of subordinate spheres of transit thalwegs nodes and hydro- and lithodynamic flows on the earth's surface, using data [2], World Atlas and contour map



Условные обозначения

Зоны транзитных тальвегов, в которых функционируют:

- течение Западных Ветров (ТЗВ)
- активные притоки ТЗВ в Атлантическом и Тихом океанах
- притоки разного ранга к активному атлантическому притоку ТЗВ

Границы соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов разного ранга:

- первого
- второго
- третьего
- четвертого
- пятого

Направление:

- ТЗВ (совпадающее с направлением вращения Земли вокруг своей оси)
- активных притоков ТЗВ в Атлантическом и Тихом океанах

Номера узлов сочленения соподчиненных транзитных тальвегов и гидро- и литодинамических потоков:

- 1 ТЗВ и атлантического активного притока
- 2 ТЗВ и тихоокеанского активного притока
- 3 атлантического активного притока ТЗВ со своим притоком, связанным через общий водораздел с притоком во впадину Пуэрто-Рико
- 4 атлантического активного притока ТЗВ со своим притоком, действующим в Средиземном море, и его притока, связанного с котловиной Черного моря
- 5 потока, действующего в Средиземном море, и его притока, связанного с котловиной Черного моря
- 6 потока в Черном море с его притоком, связанным (единым транзитным тальвегом) с р. Днепр

На физической карте мира масштаба 1 : 50 000 000 из Атласа мира⁵ отчетливо выделяются ортогональные зоны транзитных тальвегов самого высокого ранга, проходящих через крупнейшие котловины и впадины субмеридионального и субширотного простираия. Эти тальвеги определяют границы шести областей денудации первого ранга: верхней — с Евразией и Северной Америкой, нижней — с Антарктидой, четырех боковых (с Южной Америкой, Африкой, Австралией и южной частью Тихого океана). Наиболее крупной из них является та, которая включает Евразию и Северную Америку. В условиях усиления уплотнения вещества зоны транзитных тальвегов развиваются в режиме компрессии, а центральные части областей денудации — в режиме декомпрессии.

Непрерывно действующие зависимые противоположные процессы усиления сноса и усиления аккумуляции стремятся выровнять рельеф земной поверхности [4]. Одновременно процесс вращения Земли вокруг своей оси способствует сглаживанию различий в деформации отдельных ее частей. Реальные размеры самых крупных областей денудации показывают, что пределы трансформации земного шара без глобальных зон разрывных нарушений могут быть весьма широкими. В связи с этим единая система транзитных тальвегов способствует формированию упругой Земли.

Данные о транзитных тальвегах разного ранга вкупе с исследованиями, представленными в работах А. Пуанкаре⁶ и Р.Р. Мухина [7], увеличивают перспективы выявления широкого диапазона непрерывных деформаций Земли (без нарушений сплошности) в ходе закономерных изменений ее движения. Проблема непрерывных деформаций планеты из-за изменений ее вращения имеет огромное значение и требует более широких исследований с учетом взаимосвязанных противоположных геологических процессов крупного ранга.

3 Результаты и обсуждение

В ходе настоящих исследований была выявлена единая система соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов разного ранга, действующая на земной поверхности (рис. 1). При ранжировании подобных сфер впервые учитывался первый уровень естественного управления гидро- и литодинамическими потоками.

Такой уровень позволил определить границы и ранг области влияния (сферы) конкретного управляющего узла сочленения двух соподчиненных транзитных тальвегов (и приуроченных к ним гидро- и литодинамических потоков). Границы данной сферы фиксируют пределы всех стоков к такому узлу, поэтому она по сути

⁵ Атлас мира / отв. ред. А.Н. Баранов. М.: ГУГК при МВД СССР, 1954. 284 с.

⁶ Пуанкаре А. Избранные труды: в 3 т. / под ред. акад. Н.Н. Боголюбова. М.: Наука, 1972. Т. 2. 999 с.

своей является областью аккумуляции вещества, по форме это своеобразная воронка, в которой функционирует местный относительно самый глубокий базис денудации, не всегда приуроченный к управляющему узлу. Например, сфера управляющего узла (3) представлена воронкой более высокого (второго) ранга, нежели подобная с самым глубоким в ней местным базисом денудации (– 9218 м) во впадине Пуэрто-Рико (см. рис. 1).

Отличительной особенностью каждой такой соподчиненной сферы является то, что на ее границе имеется только одна точка выхода. Последняя определяется уровнем слабого звена, где сочленяются соседние подобные воронки и фиксируется относительно более высокая отметка проходящего через нее транзитного тальвега. От изменения превышения между местным базисом денудации в управляющем узле и точкой выхода зависит характер развития данной сферы. Если такое превышение увеличивается, то она активно обводняется, в ней формируются практически бессточные акватории, временные или постоянные зоны затопления. Если такое превышение уменьшается, то сфера узла транзитных тальвегов активно дренируется, и в результате могут сформироваться переосушенные земли, усилятся процессы расчленения данной территории, увеличится ее сейсмичность. Поэтому этот параметр сферы узла соподчиненных транзитных тальвегов должен быть задействован в системе мониторинга геологических процессов.

Другой особенностью данной сферы (также требующей мониторинга) является функциональная принадлежность ее к области влияния либо транзитного потока, либо активного его притока. На рис. 1 толстыми красными линиями показаны границы двух самых крупных сфер узлов (1 и 2) транзитного тальвега, в котором функционирует ТЗВ. По отношению к ТЗВ сфера узла 3 определяет уже пределы действия активного притока к нему. Эта информация очень важная. В стабильных условиях, если не наблюдается тенденции к изменению функций потоков в узле относительно друг друга, область влияния главного потока больше подвержена процессам обводнения, а сфера ее активного притока — развитию эрозионных процессов. Одновременно они по-разному дренируются в течение суток.

Объектом наблюдений должны стать также слабые звенья транзитных тальвегов, где проходит граница между соседними соподчиненными воронками и где возможна активизация эрозионных процессов. Кроме того, требуют мониторинга и другие участки границ воронок, наиболее расчлененные, которые формируют «волоки» и через которые могут быть сбросы воды из соседних сфер разного ранга при действии естественных систем адаптации Земли в случае создания экстремальных условий обводнения. Особенно это касается участков сильно изогнутых границ соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов.

Точность выделения транзитных тальвегов и границ соподчиненных сфер их узлов зависит от масштаба применяющейся географической карты. С увеличением ее масштаба положение этих объектов все более уточняется.

К транзитным тальвегам приурочены зоны разрядки геодинамических напряжений, потенциальных разрывов земного вещества [2]. Поэтому все сейсмические события и их афтершоки целесообразно исследовать с учетом соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов. Согласно данным Камчатского филиала ЕГС РАН⁷, сейсмические события магнитудой выше 5,5 на полуострове Камчатка приурочены к зонам соподчиненных (тихоокеанского и охотоморского) транзитных тальвегов высокого ранга. Выявлена тенденция усиления сейсмичности данных зон, особенно охотоморской. Такую информацию необходимо учитывать при решении технологических проблем разработки месторождений УВ в пределах Охотской нефтегазоносной провинции.

Рассмотрим развитие сферы узла 6, действующего в Черноморской котловине, в единой системе соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов. На рис. 1 показаны также границы сферы узла 3 второго ранга (находящегося в северной части Атлантического океана и взаимодействующего с узлом транзитных тальвегов во впадине Пуэрто-Рико) и подобной воронки четвертого ранга с узлом 5, действующим в Средиземном море на глубине свыше 3000 м. Слабое звено этой воронки находится в Гибралтарском проливе. Главный гидро- и литодинамический поток, выходящий здесь из данной воронки, соединяется с атлантическим притоком ТЗВ в узле 4. В пределах этой воронки четвертого ранга функционирует сфера узла 6 пятого ранга.

Развитие акватории зависит от непрерывной динамики конкретного узла транзитных тальвегов. На **рис. 2**^{8,9} отображены границы сферы узла 6 транзитных тальвегов (пятого ранга), функционирующего в котловине Черного моря (рис. 1).

Режим экспансии Черного моря действует при активизации тихоокеанского притока ТЗВ, увеличении скорости погружения местного базиса денудации в узле 6 (на глубине порядка 2245 м, по картографическим данным) и замедлении погружения участка тальвега в слабом его звене на выходе из воронки в конкретной точке (в проливе Босфор). На рис. 2 это слабое звено показано желтым крестом. Противоположный режим сокращения площади Черного моря формируется, наоборот, при замедлении погружения указанного местного базиса денудации в узле 6 и усилении погружения участка слабого звена транзитного тальвега на выходе из этой воронки. Тогда данная территория активно дренируется. Такому развитию событий способствует усиление атлантического притока ТЗВ.

На рис. 1 показаны границы сфер узлов транзитных тальвегов 1–5 рангов, выявленные с использованием картографического метода исследований. С учетом этой новой информации можно сказать следующее.

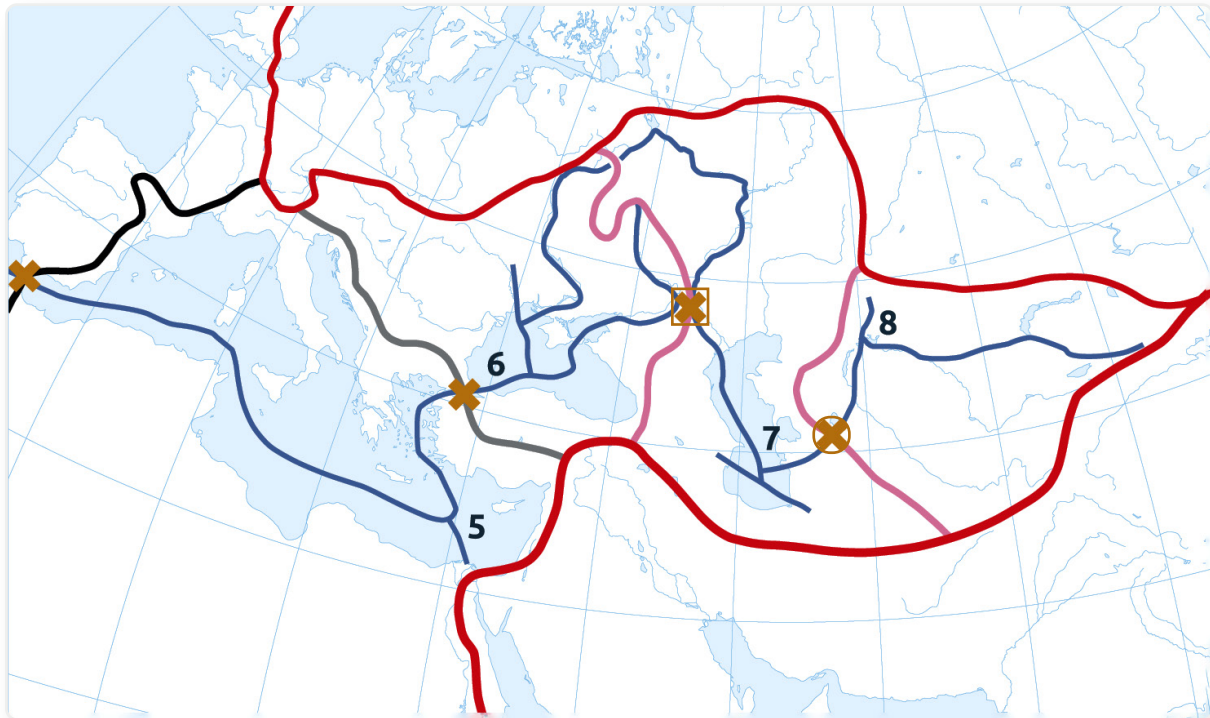
⁷ Интерактивная карта землетрясений. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glob.emsd.ru> (дата обращения: 10.01.2022).

⁸ Атлас мира / отв. ред. А.Н. Баранов. М.: ГУГК при МВД СССР, 1954. 284 с.

⁹ Контурная карта Евразии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.1maps.ru> (дата обращения: 15.04.2024).

Рис. 2 Границы соподчиненных сфер узлов (5–8) транзитных тальвегов, действующих в Средиземном, Черном, Каспийском морях и бывшем Арале (см. также рис. 1), с использованием [2], Атласа мира и контурной карты

Fig. 2 Boundaries of subordinate spheres of transit thalwegs nodes (5–8), operating in the Mediterranean, Black, Caspian Seas and the former Aral Sea (see also Fig. 1), using [2], the World Atlas and a contour map



Условные обозначения

— Зоны транзитных тальвегов разного ранга, в которых действуют гидро- и литодинамические потоки, связанные с активным атлантическим притоком ТЗВ

Границы соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов разного ранга:

— первого
— третьего
— четвертого
— пятого
— шестого

Слабые звенья зон транзитных тальвегов, где сочленяются соседние сферы их узлов разного ранга:

✕ четвертого
✕ пятого
✕ шестого

Номера управляющих узлов сочленения соподчиненных транзитных тальвегов и гидро- и литодинамических потоков, действующих:

5 в Средиземном море
6 в Черном море
7 в южной части Каспийского моря
8 в котловине бывшего Аральского моря

Рассматриваемая черноморская воронка входит в подобную более крупную с местным базисом денудации в узле 5 (на глубине свыше 3000 м) в Средиземном море. Данная воронка, в свою очередь, вложена в подобную с узлом 3, которая в конечном итоге является частью самой крупной атлантической сферы с узлом 1.

Одновременно сама сфера узла 6 состоит из трех подобных более низкого ранга. Одна из них отражает предел развития только Черноморской котловины (без Каспия и Арала), другая — котловины Каспия с подобным узлом 7 в южной его части, третья — котловины бывшего Аральского моря с узлом 8. Все эти воронки приурочены к зоне транзитного тальвега.

На земной поверхности сфера узла 6 пятого ранга в целом наклонена на запад, в сторону Средиземного моря (2). Из трех воронок шестого ранга в этом направлении наиболее наклонены сферы узлов 6 и 8, наименее — сфера узла 7 (рис. 2).

Из-за существования двух противоположных режимов ротации Земли в каждой воронке действуют два узла транзитных тальвегов со своими местными базисами денудации разного ранга. Один из них отвечает за ее дренирование, а другой — за ее погружение. Самый глубокий из них местный базис денудации показывает преобладающий режим развития данной сферы узла транзитных тальвегов.

Например, в зоне транзитного тальвега, проходящего через Каспийскую котловину, фиксируется два крупных узла с местными базисами денудации (в южной ее части и в северной, на шельфе близ дельты Волги). Наиболее глубокий из них находится в южной части Каспия на уровне –980 м. Если бы самым глубоким был местный базис денудации в северной широтной его части, то границы Каспийского моря и режим дренирования данной котловины были бы иными, чем в настоящее время. По данным Л.Н. Гумилева¹⁰, на дне в южной части Каспийского моря находятся древние затопленные города.

Структурные геологические карты также дают возможность фиксировать транзитные тальвеги на разных глубоких горизонтах. С учетом информации, приведенной в [8–10], на структурных картах поверхностей фундамента и Мохо также прослеживаются (хотя и со смещениями) границы отмеченных выше на земной поверхности трех воронок шестого ранга с узлами 6–8 (см. рис. 2).

Данные [8] показывают, что на поверхности фундамента местный базис денудации под Черноморской котловиной находится на глубине порядка 15–19 км. На поверхности Мохо западная граница черноморской сферы пятого ранга и местный базис денудации в ней смещены на восток. Местный базис денудации здесь фиксируется на глубине 52 км под территорией (43° с. ш., 43° в. д.), вблизи которой на земной поверхности находится г. Казбек. На поверхности Мохо под котловиной Черного моря на глубинах порядка 20 км развиваются две положительные структуры (более крупная западная и восточная), развитие которых зависит от ротационного фактора.

¹⁰ Гумилев Л. Трагедия «Прикаспийских Нидерландов» // Тайны веков. М.: Молодая гвардия, 1980. Кн. 2. С. 111–112.

С учетом [9, 10] на поверхности фундамента местный базис денудации в каспийской сфере узла 7 шестого ранга находится на глубине порядка 25 км. Получается, что на этом глубоком горизонте местный базис денудации каспийской сферы узла шестого ранга расположен ниже, чем подобный под Черным морем. Это свидетельствует о том, что черноморская воронка шестого ранга наклонена на данной поверхности в сторону Каспия. Одновременно на поверхности Мохо каспийская воронка наклонена уже в сторону местного базиса денудации на глубине 52 км в пределах черноморской сферы пятого ранга. При этом две сферы (с узлами 7 и 8, под Каспием и бывшим Аралом) имеют в плане близкое положение.

Информация о взаимосвязях соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов разного ранга на земной поверхности и на различных глубоких горизонтах является очень актуальной для социума. Ее также необходимо учитывать при мониторинге геологических процессов. Данная проблема, безусловно, требует специальных изысканий.

4 Выводы

Мониторинг крупных противоположных геологических процессов целесообразно проводить в границах соподчиненных сфер узлов транзитных тальвегов и областей преимущественного сноса земного вещества разного ранга.

Для прогнозирования, разработки технологий минимизации и недопущения зон затопления необходимо наблюдать изменения параметров и функции сфер конкретных узлов транзитных тальвегов (воронок) разного ранга, выявлять их уязвимость, а затем своевременно реагировать. Эта информация нужна для изучения динамики климатических показателей, так как каждая такая воронка характеризуется своими микроклиматическими различиями при непрерывных преобразованиях глобальной системы гидро- и литодинамических потоков, обусловленных ротационным фактором. В ней заложена своя естественная способность к самоочищению земель, воздуха, воды и др. При этом каждый природно-антропогенный объект зависит от изменений условий конкретной сферы узла транзитных тальвегов. Эта конкретная сфера всегда может быть привязана к единой системе подобных сфер разного ранга, представленной в настоящей работе. Это позволит учесть широкий спектр изменений геологических процессов.

Области денудации являются более устойчивыми образованиями по сравнению с самими зонами транзитных тальвегов. Целесообразно проводить мониторинг изменений центральных частей таких областей разного ранга, являющихся проекциями вертикальных каналов разуплотнения внутриземного вещества. Эта информация требуется также при изучении потоков УВ-флюидов, динамики

развития вулканов и возможных явлений усиления дегазации, характера преобразований гидросети. Для определения изменений сейсмичности территорий необходим сопряженный мониторинг соподчиненных воронок и областей денудации, так как распространение землетрясений разной магнитуды зависит от системы естественного управления процессами денудации. С учетом полученной новой информации о транзитных тальвегах можно решать и многие другие важные практические задачи, в том числе связанные с инвестициями.

В настоящее время назрела насущная необходимость интеграции ESG¹¹ (ответственное отношение к окружающей среде — высокая социальная ответственность — высокое качество корпоративного управления) в производственные процессы. Полученная информация о соподчиненных сферах узлов транзитных тальвегов разного ранга может быть уже сейчас использована для оценки риска и разработки свода правил и подходов к ведению бизнеса, которые одновременно будут способствовать его устойчивому развитию и заботе об экологии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 122022800270-0).

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Холодов В.Н. Условия формирования аномально высоких и сверхвысоких давлений в стратиффере // Актуальные проблемы нефти и газа. 2016. Т. 3. № 15. С. 1–13.
2. Соколова Н.В. Роль узлов транзитных тальвегов в современном развитии Черного моря // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2023. Т. 9. № 19. С. 233–242.
3. Дмитриевский А.Н. Избранные труды: в 7 т. Т. 3. Прогнозирование нефтегазоносности недр: теория, методы, практические результаты. М.: Наука, 2011. 446 с.
4. Орлов В.И. Динамическая география: монография. М.: Научный мир, 2006. 594 с.
5. Чалов Р.С., Чалова Е.Р. География русел рек, разветвленных на рукава, на территории России // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. № 6. С. 20–34. DOI:10.31857/50869-6071151620-34.
6. Шмакова М.В., Кондратьев С.А. Сток наносов и мутность воды основных притоков Ладожского озера // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 3. С. 71–84. DOI:10.35567/1999-4508-2021-3-4.
7. Мухин Р.Р. Колмогоров и теория КАМ: заметки к истории ее создания // Известия вузов «Прикладная нелинейная динамика». 2003. Т. 11. № 1. С. 3–11.

¹¹ ESG-принципы: что это такое и зачем компаниям их соблюдать. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.trends.rbc.ru> (дата обращения: 27.04.2024).

8. Коболев В.П. Плюм-тектонический аспект рифтогенеза и эволюции мегавпадины Черного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2016. № 2. С. 16–36.
9. Антипов М.П., Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н. и др. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность. М.: Научный мир, 2008. 221 с.
10. Хаустов В.В. К проблеме формирования вод грязевых вулканов региона Южно-Каспийской впадины // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2012. Т. 1. № 1. С. 1–7.

АВТОР

Соколова Надежда Васильевна

ФГБУН «Институт проблем нефти и газа РАН» (ИПНГ РАН), Москва, Россия

Центр инновационных нефтегазовых технологий

канд. техн. наук

 0000-0002-4381-4667

Поступила 29.04.2024. Принята к публикации 21.06.2024. Опубликовано 28.06.2024.

UDC 551.4

DOI:10.30533/scidata-2024-15-10



Monitoring high-rank geological processes using a system of transit thalwegs

Nadezda V. Sokolova¹✉

AFFILIATIONS

¹ Oil and Gas Research Institute of RAS, Moscow, Russia

✉ sona@ipng.ru

CITATION

Sokolova NV. Monitoring high-rank geological processes using a system of transit thalwegs. *Spatial Data: science, research and technology*. 2024;15(2): 43–58. DOI:10.30533/scidata-2024-15-10.

KEYWORDS

the process of increasing compaction of matter toward the Earth center, the process of decompaction of intraterrestrial matter, ranking, the subordinate sphere of transit thalwegs node, the denudation area bounded by transit thalwegs, the level of natural control hydro- and lithodynamic flows

ABSTRACT

The article is devoted to a very important, but little studied in our country and abroad, problem of ranking and monitoring opposing geological processes on which the continuous development of the Earth and its individual parts depends. Ignorance of such information negatively affects the level of society adaptation to the emerging unfavorable natural conditions and emergency situations. The main continuous geological process is considered to be the intensification of matter compaction of towards the Earth center. Dependent on it is the decompaction of the intra-earth matter in the opposite direction. The varying degrees of this dominant process manifestation are reflected by transit thalwegs recorded on the earth's surface and deep horizons. In contrast to the traditional

fragmentary use of thalwegs to solve various practical problems, transit thalwegs are considered as continuous indicators of the increasing compaction dominant process. Using the cartographic research method, the possibilities of monitoring opposite geological processes were determined taking into account a single system of transit thalwegs. The subordinate spheres of transit thalwegs nodes and associated areas of substance denudation are presented, which are appropriate to use as systemic objects monitoring. In the article, for the first time, ranking of such spheres is carried out taking into account the first level of hydro- and lithodynamic flows natural control. These spheres are very important for practice and allow, taking into account the rotational factor, to monitor unfavorable processes (including within oil and gas-bearing territories) that cause the development of flood zones and increased seismicity, climate changes in structures of natural control. Data from such monitoring are necessary for the development of advanced geotechnologies.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out within the framework of the state assignment (topic No. 122022800270-0).

REFERENCES

1. Kholodov VN. Usloviya formirovaniya anomal'no vysokih i sverhвысоких давлений в стратосфере [Conditions of formation of high and ultrahigh pressures in the stratosphere]. *Actual problems of oil and gas*. 2016;3(15): 1–13. (In Russian).
2. Sokolova NV. Rol' uzlov tranzitnyh tal'vegov v sovremennom razvitii Chernogo morya [The role of transit thalwegs nodes in the modern development of the Black Sea]. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*. 2023;9(19): 233–242. (In Russian).
3. Dmitrievsky AN. *Izbrannye trudy* [Selected works]. In 2 vols. Vol. 3. Prognozirovanie neftegazonosnosti nedr: teoriya, metody, prakticheskie rezul'taty [Forecasting the oil and gas potential of the subsoil: theory, methods, practical results]. Moscow: Nauka, 2011. 446 p. (In Russian).
4. Orlov VI. *Dinamicheskaja geografija* [Dynamic geography] [monograph]. Moscow: Nauchnyj mir, 2006. 594 p. (In Russian).
5. Chalov RS, Chalova ER. Geografija rusel rek, razvetvlennyh na rukava, na territorii Rossii [Geography of riverbeds branched into branches in Russian territory]. *Proceedings of the Russian Geographical Society*. 2019;151(6): 20–34. (In Russian). DOI:10.31857/S0869-6071151620-34.
6. Shmakova MV, Kondratiev SA. Stok nanosov i mutnost' vody osnovnyh pritokov Ladozhskogo ozera [Sediment runoff and turbidity of the water of the main tributaries of Lake Ladoga]. *Water management of Russia: problems, technologies, management*. 2021;3: 71–84. (In Russian). DOI:10.35567/1999-4508-2021-3-4.
7. Mukhin RR. Kolmogorov i teoriya KAM: zametki k istorii ee sozdaniya [Kolmogorov and KAM Theory: Notes on the History of Its Creation]. *Izvestiya vuzov. Applied Nonlinear Dynamics*. 2003;11(1): 3–11. (In Russian).

8. Kobolev VP. Pljum-tektonicheskij aspekt riftogeneza i jevoljucii megavpadiny Chernogo morja [Plume-tectonic aspect of rifting and evolution of the megawall of the Black Sea]. *Geology and minerals of the World Ocean*. 2016;2: 16–36. (In Russian).
9. Antipov MP, Volozh YuA, Dmitrievsky AN, et al. *Astrahanskij karbonatnyj massiv. Stroenie i neftegazonosnost'* [Astrakhan carbonate massif. Structure and oil and gas potential]. Moscow: Nauchnyj mir, 2008. 221 p. (In Russian).
10. Khaustov VV. K probleme formirovanija vod grjazevyh vulkanov regiona Juzhno-Kaspijskoj vpadiny [On the Formation of Mud Volcanoes' Waters in Region of South Caspian Basin]. *Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time*. 2012;1(1). P. 1–7. (In Russian).

AUTHOR

Nadezda V. Sokolova

Oil and Gas Research Institute of RAS (OGRI RAS), Moscow, Russia

Center for Innovative Oil and Gas Technologies

PhD in Engineering

 0000-0002-4381-4667

Submitted: April 29, 2024. Accepted: June 21, 2024. Published: June 28, 2024.