

О ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО ОРГАНИЗОВАННЫМИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМИ СТРУКТУРАМИ РАЗНОГО РАНГА

Соколова Н.В.

Институт проблем нефти и газа РАН

Россия, г. Москва ул. Губкина д. 3

sona@ipng.ru

Аннотация: В статье рассмотрены элементы непрерывной геодинамики – естественно организованные территориальные фрактальные структуры, от которых зависит развитие п-ова Камчатка и п-ова Аляска и их изменения. Полученная информация о непрерывной динамике рельефа земной поверхности позволяет изучать закономерности распространения землетрясений и других негативных процессов, развивающихся на земной поверхности, и учесть их в технологиях землепользования и управления системами разного ранга.

Ключевые слова: непрерывная геодинамика, транзитный тальвег, естественно организованные фрактальные структуры разного ранга, землетрясения, гидро-и литодинамические потоки, управление.

Введение

Эффективное управление развитием крупномасштабных систем невозможно без прогнозных данных о непрерывных изменениях рельефа земной поверхности. В настоящее время в отдельных регионах России расширяются по площади и усиливаются такие негативные природные процессы, как землетрясения, наводнения. Деградирует многолетняя мерзлота. Торнадо, штормы и пылевые бури, локальные провалы горных пород развиваются там, где их ранее не фиксировали (по крайней мере о них не было информации).

С развитием рельефа земной поверхности связана любая крупномасштабная система. Поэтому требуются прогрессивные технологии управления территориями, которые организованы в естественных условиях. На данный момент времени из организованных форм рельефа учитываются при решении определенных практических задач только водосборные бассейны рек [1]. При этом остаются за рамками исследования изменения самих этих бассейнов.

На земной поверхности все негативные процессы действуют в зависимости от взаимодействия двух противоположных процессов усиления сноса и усиления аккумуляции вещества, и они накладывают свой отпечаток на функционирование антропогенных объектов [2].

В этих условиях возникает насущная необходимость в разработке новых подходов к выявлению закономерностей изменений негативных (для человека) процессов. Можно выделить всего три подхода к исследованиям в науках о Земле. Все они имеют право на существование и решают разные практические задачи. Первый – статический (при применении его не затрагиваются темы геодинамики). Второй – геоморфодинамический, который дает возможность выявлять происшедшие изменения отдельных природных объектов, в том числе активных разломов во времени и в пространстве в выбранной системе отсчета. Третий – непрерывная геодинамика, которая способствует определению индикаторов изменений взаимодействий противоположных (в том числе и негативных) геопроцессов, определяющих уровни естественной организации природных объектов и систем.

Задачи прогностического характера и выявления закономерностей распространения негативных явлений, в частности землетрясений невозможно решить без применения третьего подхода к научным исследованиям – непрерывной геодинамики. Применение первого подхода иллюстрирует статья [3], второго – [4]. Как отмечается в [4], необходимы новые подходы к прогнозу землетрясений.

Практика показывает, что от широкого развития природных негативных процессов страдают территории целых государств и их частей.

Целью настоящего исследования является определение характера изменений естественной организации территорий для разработки эффективных технологий управления крупномасштабными системами в условиях непрерывной геодинамики.

1 Материалы и методы исследования

При выявлении элементов непрерывной геодинамики нельзя не учитывать господствующий процесс усиления уплотнения вещества к центру Земли. Как показали исследования [5], индикаторами данного процесса являются тальвеги, по определению [6, С. 13-14] – линии, соединяющие самые низкие точки дна речной долины, балки и других эрозионных форм рельефа. Они обладают свойством непрерывности и одновременно структурированы воронками и местными базисами денудации. Выделяется транзитный тальвег, характеризующийся относительно самыми низкими отметками не

только местных базисов денудации на дне воронок, но и границ распространения последних. В транзитных тальвегах функционируют транзитные гидро- и литодинамические потоки.

Системы тальвегов развиваются в условиях непрерывного движения Земли. При вращении планеты вокруг своей оси происходят неотвратно изменения положения точек земной поверхности в плоскости эклиптики. В ходе такого вращения меняется характер взаимодействия двух крупнейших тальвегов в пределах Атлантического (вместе с Северным Ледовитым) и Тихого океанов, в которых функционируют самые крупные противоположные по направлению гидро- и литодинамические потоки – притоки главного Течения Западных Ветров [7].

Единая система тальвегов (и гидро- и литодинамических потоков) разного ранга отражает непрерывную динамику рельефа земной поверхности. При этом тальвеги функционируют и в руслах рек. До сих пор, несмотря на широчайшее использование ее энергии, река рассматривается (при применении первых двух научных подходов) однобоко и примитивно (как водные потоки, текущие в естественных руслах [6, С. 1128]). Не вскрываются взаимосвязи реки с определенной непрерывной динамикой местных базисов денудации в узлах тальвегов и зонами разрядки геодинамических напряжений, потенциальных разрывов земного вещества.

Согласно [5, 8], на земной поверхности развиваются фрактальные структуры в границах транзитных тальвегов разного ранга, которые определяют пределы развития рек и их водосборных бассейнов. С помощью очень репрезентативных общегеографических карт [9] и методических приемов [5, 8] выявлены три уровня естественного управления тальвегами, а также реками. В [7] рассмотрен подробно масштаб естественного управления первого уровня в узлах сочленения гидро- и литодинамических потоков и тальвегов разного ранга. В каждом таком узле транзитный поток соединяется с активным своим притоком. Отражено взаимодействие соседних узлов тальвегов, в результате которого активизируются или процессы дренирования, или процессы аккумуляции. При активизации последних развиваются акватории.

Такие узлы изменяются в определенных пределах [10], обладают свойством фрактальности [11]. В них заложены возможности взаимодействий потоков в ортогональных плоскостях.

Второй и третий уровни естественного управления потоками связаны с развитием областей денудации – фрактальных структур разного ранга, оконтуренных только транзитными тальвегами [5]. Это естественно организованные территориальные структуры. В пределах каждой из них функционирует наиболее крупный гидро- и литодинамический поток (и тальвег). В этом плане все реки можно разделить на две группы. Одни участвуют в оконтуривании только одной фрактальной структуры крупного ранга. Другие оформляют пять фрактальных структур рангом ниже. Например, к первому типу можно отнести реки Днепр, Енисей, Макензи, Пис-Ривер, Рейн, а ко второму – Волгу, Печору, Лену, Камчатку, Юкон, Дунай. Тем самым определяется роль каждой реки при районировании территорий с учетом непрерывной геодинамики. Есть реки, один участок которых относится к первому типу, а другой – ко второму. К примеру, участок реки Обь меридионального простирания – первого типа, а широтный ее участок – второго.

Как показали исследования [5], фрактальные структуры разного ранга деформируются (растягиваются или сжимаются) в ортогональных плоскостях. Одна из осей при этом – более сильная. Такие деформации отражают не только поверхностный слой Земли, но и изменения глубоких слоев недр. В Московской синеклизе распространение траппов диктует деформацию фрактальной структуры в пределах междуречья Волги и Оки. Процессы ее сжатия и растяжения в ортогональных плоскостях определяют изменения как самих рр. Клязьмы и Москвы, так и их водосборных бассейнов [8].

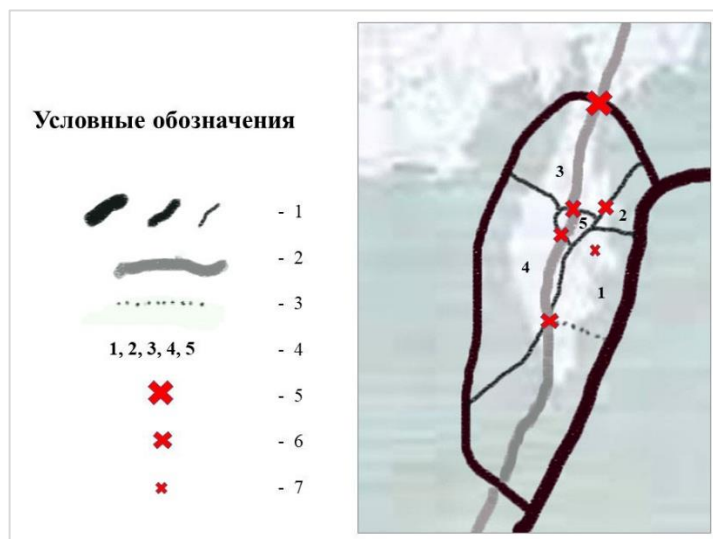
К тальвегам приурочены ослабленные зоны разрядки геодинамических напряжений, потенциальных разрывов земного вещества. Поэтому в качестве одного из индикаторов изменений напряженного состояния выявленных фрактальных структур целесообразно использовать землетрясения.

2 Результаты исследований и их обсуждение

Для показа связи сейсмических событий с границами фрактальных структур был выбран п-ов Камчатка, территория которого требует индивидуального подхода при хозяйственном освоении. Он находится в сейсмической зоне, и здесь накоплен большой объем информации о землетрясениях. В методическом плане рассматриваются особенности непрерывной геодинамики смежной (с Камчаткой) фрактальной структуры, в пределах которой развивается п-ов Аляска.

С использованием данных [5, 9, 12] была выявлена фрактальная структура, в которой развивается п-ов Камчатка. Границами ее являются транзитные тальвеги в Тихом океане (главный), в Охотском и Беринговом морях (рис. 1).

Слабое звено границы такой структуры, где возможны активные проявления процессов денудации и перестройки рельефа, находится на стыке взаимодействия противоположных притоков в соответствующие тальвеги в Охотском и Беринговом морях.



*Рис. 1. Фрактальная структура (окинутая транзитными тихоокеанским (главным) и охотоморским тальвегами), от которой зависит развитие п-ова Камчатка
1 – транзитные тальвеги условно первого, второго и третьего ранга; 2 – граница литодинамического бассейна, разделяющая сферы влияния тихоокеанского (первого ранга) и охотоморского (второго ранга) тальвегов; 3 – непрерывный тальвег в пределах дна Авачинской губы, р. Авачи и связанных с ней гидро-и литодинамических потоков противоположного направления; 4 – фрактальные структуры второго ранга; 5 – слабое звено границы фрактальной структуры условно первого ранга; 6 – слабое звено границы фрактальной структуры второго ранга; 7 – слабое звено границы фрактальной структуры, в которой развивается вулкан Безымянный. В качестве основы использовался фрагмент контурной карты [12]*

В исследованиях использовались данные о землетрясениях (магнитудами выше 5,5), зафиксированных в период времени 1970-2021 гг. [13, 14]. Как показывают комплексные данные [9, 13, 14], подавляющее большинство таких землетрясений приурочено к сфере влияния главного тихоокеанского тальвега (глубина его порядка 7 км), а оставшиеся – к сфере действия охотоморского тальвега (глубина до 3,5 км). В сфере влияния тихоокеанского тальвега землетрясения локализуются в основном в пределах сейсмической зоны между тихоокеанским тальвегом и границей суши и шельфа (см. рис. 1). Глубина действия очагов землетрясений в данной зоне (с учетом [13]) – до 213 км, а в области тальвега в Охотском море (несмотря на более низкий ранг) – до 790 км. Возникает задача выявления взаимосвязи данной структуры с подобными на глубоких горизонтах, а также возможностей формирования там разуплотняющихся пространств. Подобная задача решалась нами на примере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Количество землетрясений по годам в зонах тальвегов меняется по-разному, то увеличивается, то уменьшается. С целью выявления тенденции изменения сейсмической активности определялись репрезентативные магнитуды землетрясений для сфер тихоокеанского (выше 6,7) и охотоморского (выше 5,5) тальвегов, при которых фиксировались периоды затишья. В результате были выявлены изменения периодов увеличения количества землетрясений и периодов, когда таких землетрясений не было. Установлено, что в 1970-2021 гг. в целом для сфер обоих тальвегов продолжительность сейсмических периодов увеличивается, а периодов затишья – сокращается. Напряженное состояние фрактальной структуры, в которой развивается п-ов Камчатка, в целом усиливается. Форма этой структуры свидетельствует о том, что реализуется процесс ее сжатия (главного) с осью широтного простиранья. Зависимый процесс растяжения в ортогональной плоскости реализуется по оси меридионального простиранья.

При вращении Земли вокруг своей оси в период местного времени с 12 часов дня до 24 часов на Камчатке активизируются потоки, совпадающие по направлению с усиливающимся атлантическим притоком во впадину Пуэрто-Рико. Такой режим также способствует развитию Камчатского и Кроноцкого заливов, Авачинской губы. На формирование Охотского моря влияют оба режима

взаимодействия атлантического и тихоокеанского притоков к своим местным базисам денудации во впадинах Пуэрто-Рико и Марианской).

В пределах фрактальной структуры в границах тихоокеанского и охотоморского тальвегов функционирует наиболее крупный гидро-и литодинамический поток – река Камчатка (второго типа). Она вместе со своими крупными притоками и взаимосвязанными с ними (по тальвегам в ортогональных плоскостях) противоположными потоками (рр. Большая, Озерная, Тигиль), оформляет пять (1-5) фрактальных структур меньшего ранга (см. рис. 1). На рис. 1 показаны слабые звенья границ таких фрактальных структур условно второго ранга.

Фрактальные структуры 1-5 различаются по напряженному состоянию. По усилению напряженного состояния они распределены следующим образом 5-3-4-2-1. Первая область денудации самая напряженная. Кроме широкой сейсмической зоны между тихоокеанским тальвегом и границей суши, здесь на части п-ова фиксируется резкое усиление сейсмического фона за счет увеличения в рассматриваемый период 1970-2021 гг. количества землетрясений с магнитудами от 3,5. Эта часть может быть отчленена в дальнейшем от п-ова по линии тальвегов на дне Авачинской губы, рр. Авачи, Большой и их связующих притоков (см. условный знак (3) на рис. 1).

Зафиксированы землетрясения в слабых звеньях границ фрактальных структур еще более низкого ранга, которые определяют развитие вулканических образований. Установлено, что перед извержением вулкана Безымянный (близ Ключевской сопки), которое по данным СМИ произошло 28 мая 2022 г., с апреля с.г. зафиксировано пять землетрясений магнитудами от 3,7 до 4,5 [13] в слабом звене фрактальной структуры, определяющей развитие этого вулкана.

В смежной с Камчаткой фрактальной структуре развивается п-ов Аляска (рис. 2). Для иллюстрации границ данной структуры целиком был использован фрагмент контурной карты [15], которая, к сожалению, имеет значительные искажения. Однако границы данной структуры определялись на основе использования достаточно точных общегеографических карт из [9].

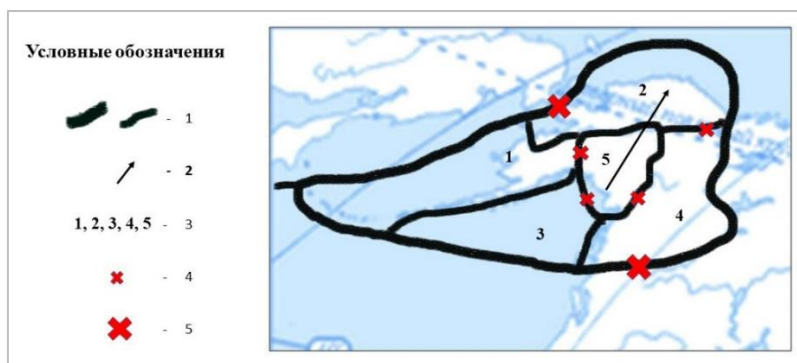


Рис. 2. Фрактальная структура, ооконтуренная транзитными тальвегами, от которой зависит развитие п-ова Аляска

1 – тальвеги условно первого и второго ранга; 2 – ось и направление сжатия фрактальной структуры, ооконтуренной транзитными тальвегами первого ранга (1); 3 – фрактальные структуры второго ранга; 4 – слабые звенья границ фрактальных структур второго ранга; 5 – слабые звенья фрактальной структуры условно первого ранга. В качестве основы использовался фрагмент контурной карты [15]

Эта структура более крупного ранга, чем Камчатка. Она ооконтурена главным тихоокеанским тальвегом (смежная граница с фрактальной структурой Камчатки), тальвегами в море Бофорта, реке Макензи, оз. Большом Невольничьем, рр. Невольничьей, Пис-Ривер, Фрейзер, в Алеутской впадине. Все отмеченные реки относятся к первому типу, то есть участвуют только в определении границ одной фрактальной структуры крупного ранга.

В работе [16] отмечается, что к зоне тальвега (без учета его ранга) в Исландии приурочены массивы низкомagnitudeных землетрясений. Они оказались очень информативными при оценке напряженного состояния земель.

В пределах смежной фрактальной структуры развивается самая крупная река Юкон. Характер меандрирования реки Юкон, смятия в складки горных пород свидетельствуют о влиянии на них деформации данной фрактальной структуры. Река Юкон оформляет фрактальные структуры (1-5) меньшего ранга (см. рис. 2). На этом рисунке показаны слабые звенья границ 1-го и 2-го ранга. По степени усиления напряженности развития фрактальные структуры второго ранга распределены как 2-4-5-3-1. Форма этой структуры свидетельствует о ее сложной деформации, сжатии (главном) в

направлении от экватора в меридиональном направлении к северу и одновременно растяжении в ортогональной плоскости по линии Камчатка – Северная Америка. Причем, северная часть данной структуры испытывает сжатие более сильное, нежели южная. Из-за такого характера деформации данной структуры формируются Алеутские острова и одноименная впадина. Процесс сжатия данной структуры усиливается при активизации атлантического гидро-и литодинамического потока и ослабевает при активизации противоположного тихоокеанского. У фрактальной структуры Юкон имеется два слабых звена: в Беринговом проливе и в зоне взаимодействия рр. Пис-Ривер и Фрейзер.

Заключение

В настоящее время усиливается напряженность природных условий на Земле. Активно проявляются негативные (для человека) процессы. Это касается не только земной поверхности, но и недр, и приземного слоя атмосферы. Такие явления, как землетрясения, извержения вулканов, ураганы, пылевые бури, торнадо и др. связаны с непрерывной закономерной динамикой местных базисов денудации в узлах транзитных тальвегов вследствие процессов усиления уплотнения вещества к центру Земли и вращения ее вокруг своей оси. Поэтому очень важно на все уровнях учитывать естественные фрактальные структуры управления (области денудации) разного ранга, действующие на земной поверхности. Сферы их влияния в зависимости от ранга и с учетом геоморфологических показателей рельефа определяются в приземном слое атмосферы примерно до высоты 9 км, а в земных недрах – до 11 км в глубину.

Современная практика требует создания технологий адаптации и предотвращения негативных процессов при землепользовании с учетом непрерывной геодинамики. Прежде всего необходимо изменить отношение к гидро-и литодинамическим потокам, в том числе и рекам, которые зависят от закономерных процессов понижения местных базисов денудации (в узлах тальвегов) и вращения Земли вокруг своей оси. Данные природные объекты строго подчиняются естественным фрактальным структурам управления разного ранга.

В ходе исследований было установлено, что на развитие разных участков реки может влиять изменение характера взаимосвязей двух крупнейших противоположных транзитных потоков в Атлантическом (и Северном Ледовитом) и Тихом океанах. Данные потоки являются притоками самого главного на Земле Течения Западных Ветров. В этом отношении протяженный участок р. Камчатки (имеющий преобладающее направление на север) дополнительно (к непрерывному закономерному понижению местных базисов денудации) стимулируется с 12 часов дня до 12 часов ночи по местному времени, когда усиливается атлантический поток. Второй ее участок (преобладающее направление на восток, вторая составляющая на юг) как приток активно функционирует в течение полных суток. Вместе с тем, тальвег на дне Камчатского залива (куда втекает р. Камчатка) в определенной степени подчиняется развитию атлантического потока, и именно на динамику данного тальвега ориентируется р. Камчатка. В районе близ г. Нижне-Камчатска она отклоняется еще больше на восток. Этот ее участок до устья дополнительно стимулируется при активизации атлантического потока и ослабляется при активизации противоположного тихоокеанского. Складывающееся противоречие во взаимодействии данных противоположных потоков приводит к созданию здесь условий для развития землетрясений высокой магнитуды. Такая информация о непрерывной геодинамике может быть использована при разработке технологии предупреждения здесь землетрясений.

Землетрясения на Камчатке впервые были использованы в качестве индикаторов изменений напряженного состояния естественно организованных территорий разного ранга. Исследования показали, что в слабых звеньях фрактальных структур (особенно вулканических образований) при экологическом мониторинге целесообразно учитывать и низкомagnitudeные сейсмические события.

В ходе работ был определен характер изменений естественной организации территорий на Камчатке и в методическом плане – на п-ове Аляска.

Потенциально опасными и требующими целенаправленного мониторинга на Камчатке являются зона границы между фрактальными структурами 1 и 2, слабые звенья 1-го и 2-го ранга и ниже (для вулканических образований) и часть фрактальной структуры 1, отличающаяся усилением сейсмического фона в рассматриваемый период времени 1970-2021 гг.

Элементы транспортной системы особенно подвержены негативным процессам в слабых звеньях тальвегов разного ранга. Разрывы нефте-и газопроводов и разрушение крупных объектов нефтегазового комплекса приводят к загрязнению территорий и пожарам. Чтобы уменьшить и предотвратить такие негативные явления, необходимо учесть слабые звенья границ естественно организованных территорий разного ранга и их изменения при разработке эффективных технологий управления этими территориями. Целесообразно усилить исследования с использованием подхода

непрерывной геодинамики, которая затрагивает прямо или косвенно все сферы жизнедеятельности общества.

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

Литература

1. Приказ МПР РФ от 25 апреля 2007 г. N 112 «Об утверждении Методики гидрографического районирования территории Российской Федерации». – URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/50/50424/index.htm>.
2. Орлов В.И. Динамическая география. – М.: Научный мир, 2006. – 594 с.
3. Федотов С.А., Соломатин А.В., Чернышев С.Д. Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на 2004-2008 гг. и ретроспективный прогноз Хоккайдского землетрясения 25 сентября 2003 г., $M=8,1$ // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки. К 25-летию Камчатского филиала ГС РАН / Отв. ред. Е.И. Гордеев, В.Н. Чебров. – Петропавловск-Камчатский, 2004. – С. 178-201. – Режим доступа: www.emsd.ru/lib_sbstat/.
4. Фирстов П.П., Копылова Г.Н., Соломатин А.В., Серафимов Ю.К. О прогнозировании сильного землетрясения в районе полуострова Камчатка // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2016. – № 4, Вып. № 32. – С. 106-114.
5. Соколова Н.В. Изменения природных структур, управляющих гидро-и литодинамическими потоками разного ранга (на примере участка Московской синеклизы) // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 8. – С. 78-84.
6. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 1600 с.
7. Соколова Н.В. О необходимости учета непрерывной динамики земного вещества при управлении развитием крупномасштабных систем // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): труды Четырнадцатой международной конференции, 27–29 сентября 2021 г., Москва / под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук. – Электрон. текстовые дан. (26,1 Мб). – М.: ИПУ РАН, 2021 – С. 159-165. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Режим доступа <https://mlsd-2021.ipu.ru/>.
8. Соколова Н.В. Особенности взаимодействия водосборных бассейнов рек Клязьмы и Москвы с учетом узлов тальвегов // Экология речных бассейнов: труды 10-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифионовой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим г. Владимир, 2021. – С. 385-391.
9. Атлас мира / Отв. ред. А.Н. Баранов. – М.: ГУГК МВД СССР, 1954.
10. 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.
11. Peitgen H.-O. Benoit B. Mandelbrot (1924–2010) // Science. – 2010. – Vol. 330. – P. 926.
12. Контурная карта Восточной Сибири и Дальнего Востока России. – Режим доступа: <https://kontur-map.ru> (дата обращения 05.10.2021).
13. Интерактивная карта землетрясений. Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук». – Режим доступа: <https://glob.emsd.ru/> (дата обращения 10.01.2022).
14. Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира. – Режим доступа: <https://ckp-rf.ru/usu/507436/>. – (дата обращения 05.05.2022).
15. Контурная карта мира. – Режим доступа: https://fedoroff.net/load/maps/karta/kartunajaja_karta_mira/90-1-0-72.
16. 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.