

© В. М. АНОХИН*, А. ГАРСИЯ**, Р. ОРТИС**, М. ТАПРАГА**, В. В. ИВАНОВА*,
К. А. ПШЕНИЧНЫЙ***, Б. ЛОНГИНОС****

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СЕЙСМИЧЕСКОЙ,
ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ И ЛИНЕАМЕНТНОЙ
СТРУКТУРОЙ В РАЙОНЕ ОСТРОВА ТЕНЕРИФЕ
(КАНАРСКИЕ ОСТРОВА)**

Введение. Проблема сейсмической и вулканической опасности весьма остро стоит во всех сейсмически и вулканически активных районах мира, имеющих значительное население. Истории известны многие случаи, когда пренебрежение этой опасностью приводило к многочисленным человеческим жертвам. С другой стороны, необоснованные решения об эвакуации приводят к излишним затратам, социальной напряженности и подрывают доверие к обоснованным предостережениям ученых.

Поэтому выявление закономерностей сейсмической и вулканической активности, в том числе закономерностей ее пространственного распространения, является актуальной задачей, решение которой приведет к улучшению качества оценки сейсмической и вулканической опасностей.

Остров Тенерифе — второй по величине остров в составе Канарских островов (рис. 1), расположенных в восточной части Атлантического океана. Как и весь архипелаг, остров имеет вулканическое происхождение.

В плане остров имеет форму искаженного треугольника, вытянутого на северо-восток, со сторонами $90 \times 90 \times 60$ км, площадью 2034 км^2 . Высшая точка острова — вершина вулканического конуса Тейде — поднимается над уровнем океана на 3718 м, делая о-в Тенерифе самым высоким островом Атлантического океана.

В тектоническом плане о-в Тенерифе, представляет собой крупную вулканическую постройку, сложенную эффузивами и пирокластическими толщами, извергавшимися в период от среднего миоцена до начала голоцена [13, 14].

В районе о-ва Тенерифе регулярно происходят землетрясения, каждый год фиксируется 40—70 толчков магнитудой более 1 балла, происходящих на глубинах от 1 до 38 км. Последнее из наиболее сильных землетрясений произошло 5 февраля 2010 г. на глубине 26.6 км, его магнитуда составила 4.2 балла (по данным Департамента вулканологии Национального музея естественных наук, Испания).

Сильные извержения вулканов на о-ве Тенерифе происходят каждые 100 лет, причем последняя серия извержений прошла в 1907—1909 гг. Из последних извержений самое заметное имело место 11—17 августа 2010 г. на вулкане Тейде.

Постоянное население о-ва Тенерифе составляет 840 тыс. чел., кроме того, курорты острова принимают до 3 млн туристов в год. Все эти люди (как на о-ве Тенерифе, так и на соседних островах) могут оказаться в серьезной опасности при возрастании сейсмической и вулканической активности на самом острове, на других островах архипелага или на прилегающем океаническом дне. Примером может служить подводное извержение вблизи о-ва Эль-Иерро, продолжавшееся в течение осени—зимы 2011 г.

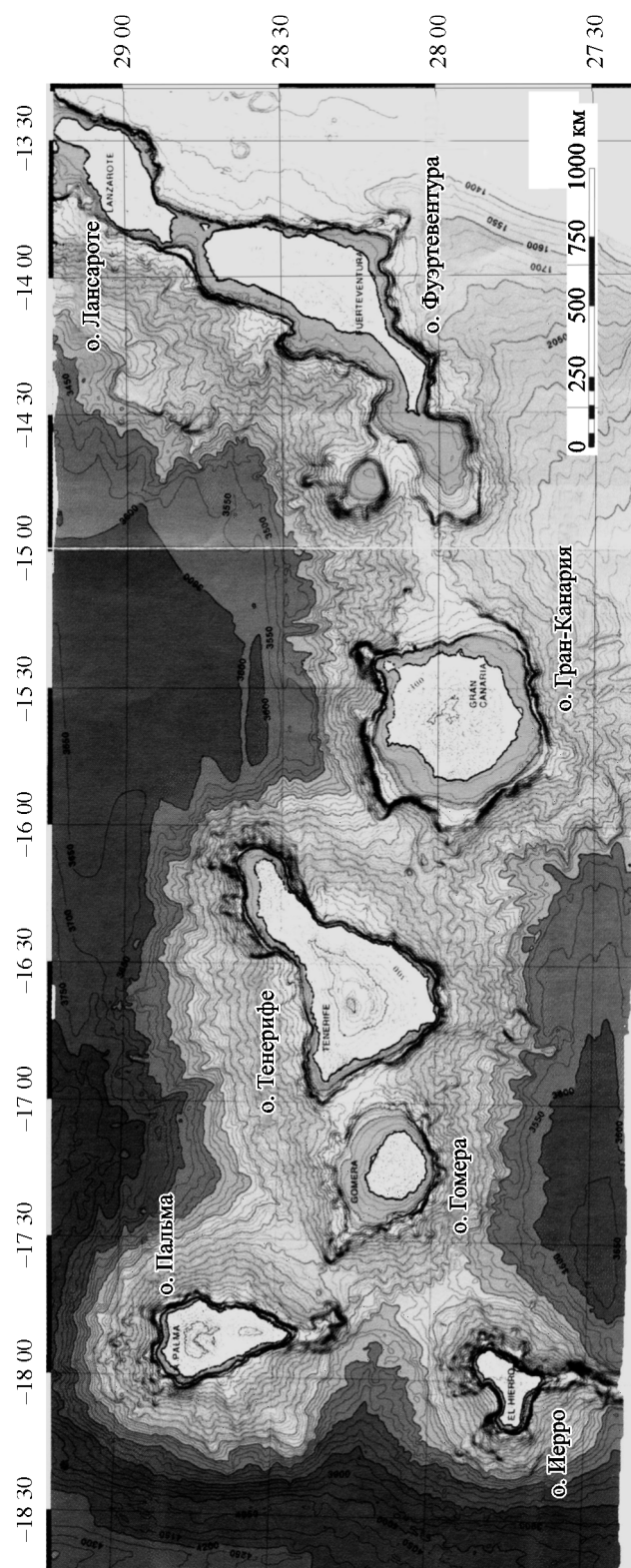
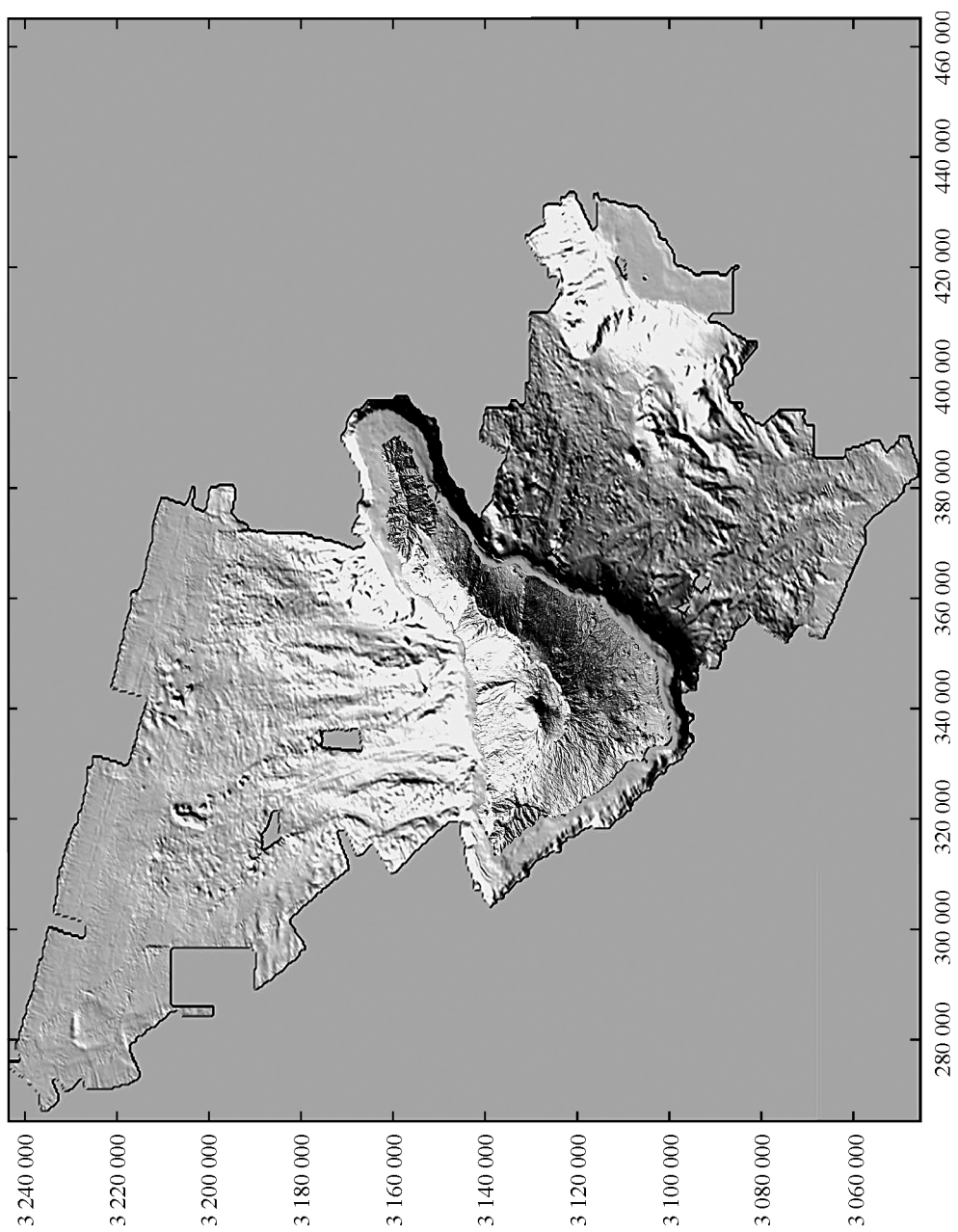


Рис. 1. Карта Канарских островов [5].



Склонность населения строить жилища и целые города непосредственно у подножия и на склонах вулканических конусов усиливает опасность как при землетрясениях, так и при активизациях вулканической деятельности.

Материалы и методика исследований. Для исследования были использованы следующие материалы:

- Карта рельефа о-ва Тенерифе (рис. 2) (Instituto Geografico Nacional, Spain);
- Карта рельефа дна в районе о-ва Тенерифе (рис. 2) (Instituto Geografico Nacional, Spain);
- каталоги землетрясений 2001—2009, 2010—2011 гг. по результатам сейсмического мониторинга 2001—2011 гг. (материалы Департамента вулканологии Национального музея естественных наук, Испания);
- схемы района о-ва Тенерифе (материалы Департамента вулканологии Национального музея естественных наук, Испания);
- схемы планового распространения очагов землетрясений района о-ва Тенерифе (материалы Департамента вулканологии Национального музея естественных наук, Испания);
- схемы планового распространения очагов землетрясений района Канарских островов (материалы Департамента вулканологии Национального музея естественных наук, Испания);
- литературные источники [5, 8, 10—12].

Рельеф о-ва Тенерифе и дна прилегающей акватории был подвергнут линеаментному анализу, который проводился в несколько этапов:

- выделение линейных объектов рельефа на площади суши и океанского дна, включая линейные поднятия (валы), линейные впадины (долины), линейные уступы и другие линии перегибов склонов;
- сопоставление выделенных линеаментов с распространением жерл известных вулканических конусов (и иных видов центров извержения) с целью выявления наиболее значимых линеаментов;
- построение структурной схемы, куда сводились выделенные линейные объекты рельефа;
- измерение азимутов простирации и длин линейных объектов;
- занесение данных в таблицы EXCEL;
- построение роз-диаграмм с помощью пакета EXCEL;
- сопоставление и анализ роз-диаграмм.

При этом учитывались результаты ранее проведенных исследований линеаментов рельефа о-ва Тенерифе [15].

Сведения о сейсмической активности в период 2001—2011 гг. были предоставлены Департаментом вулканологии Национального музея естественных наук (Мадрид, Испания). В этот каталог вносились сейсмические данные с 8 сейсмических станций, установленных на острове в 2011 г. [8].

Очаги землетрясений в этом районе довольно часто образуют прямолинейные цепочки. Эти «сейсмолинеаменты» также подверглись линеаментному анализу по следующей методике, в общем схожей с методикой анализа линеаментов рельефа [1, 2]:

- построение на основании данных о положении очагов землетрясений интегральных схем частоты землетрясений различных глубин и магнитуд;

Рис. 2. Рельеф о-ва Тенерифе и прилегающего океанического дна (Instituto Geografico Naciola, Spain).

- выделение линейных объектов сейсмической активности — сейсмолинеаментов — по цепочкам очагов землетрясений;
- сопоставление выделенных сейсмолинеаментов с конфигурацией изолиний на интегральных схемах;
- построение схем сейсмолинеаментов;
- измерение азимутов простирания и длин сейсмолинеаментов;
- занесение данных в таблицы EXCEL с последующим построением роз-диаграмм;
- сопоставление и анализ роз-диаграмм.

Результаты измерений направленности заносились в таблицы EXCEL, после чего строились розы-диаграммы для последующего сопоставления. Все результаты анализировались и сопоставлялись друг с другом, после чего делались выводы о наличии или отсутствии связи сейсмических явлений с формами рельефа.

Результаты исследования. Ниже приводится линеаментная схема района о-ва Тенерифе (рис. 3). На ней видны следующие особенности расположения линеаментов на острове и прилегающем океаническом дне.

1. Остров Тенерифе расположен в узле пересечения 2 систем линеаментов — северо-восточной и северо-западной.
2. Направления линеаментов самого острова и окружающего океанического дна в общем продолжают друг друга, образуя единую систему.
3. Берега острова часто прямолинейные, причем их направления в общем соответствуют СВ и СЗ направлениям главных систем линеаментов района.
4. На юго-востоке от острова, на дне пролива между островами Тенерифе и Гран-Канария, хорошо виден еще один узел пересечения тех же СВ и СЗ систем линеаментов, с этим узлом связан крупный сейсмический очаг (см. далее).

На рис. 4 приведена роза-диаграмма общей направленности линеаментной сети района. На ней можно видеть следующие выявленные главные системы направлений: субширотная 90° , субмеридиональная $170\text{—}180^\circ$, диагональная СВ $50\text{—}70^\circ$ и диагональная СЗ $130\text{—}140^\circ$.

Как легко заметить, лучи розы-диаграммы $50\text{—}70$ и $130\text{—}140^\circ$ отражают направленность СВ и СЗ систем линеаментов на схеме рис. 4. Линеаменты, обусловившие присутствие меридионального и широтного лучей в розе-диаграммы, на схеме выражены мелкими малозаметными линейными объектами, но их присутствие является характерной чертой большинства регионов и является отражением ортогональной системы планетарной дизъюнктивной сети [1].

Результаты линеаментного анализа были сопоставлены с данными по сейсмической активности в районе Канарского архипелага, предоставленными Департаментом вулканологии Национального музея естественных наук (Испания). На рис. 5 приводится схема планового расположения очагов землетрясений, произошедших в районе архипелага за период с 1993 по 2005 г. На схеме ярко выражена наибольшая концентрация очагов в районе о-ва Тенерифе. На ряде схем (рис. 6) показано плановое расположение очагов землетрясений в районе о-ва Тенерифе по годам начиная с 1999 по 2009 г.

Судя по рис. 5 и 6, в районе имеются два главных магматических очага, один, связанный с вулканом Тейде, в центральной части о-ва Тенерифе и второй — в проливе между островами Тенерифе и Гран-Канария (более сейсмически активный в данный период).

Эти очаги взаимодействуют с местной системой разломов, контролирующей видимую в рельефе систему линеаментов. Разломы имеют те же главные

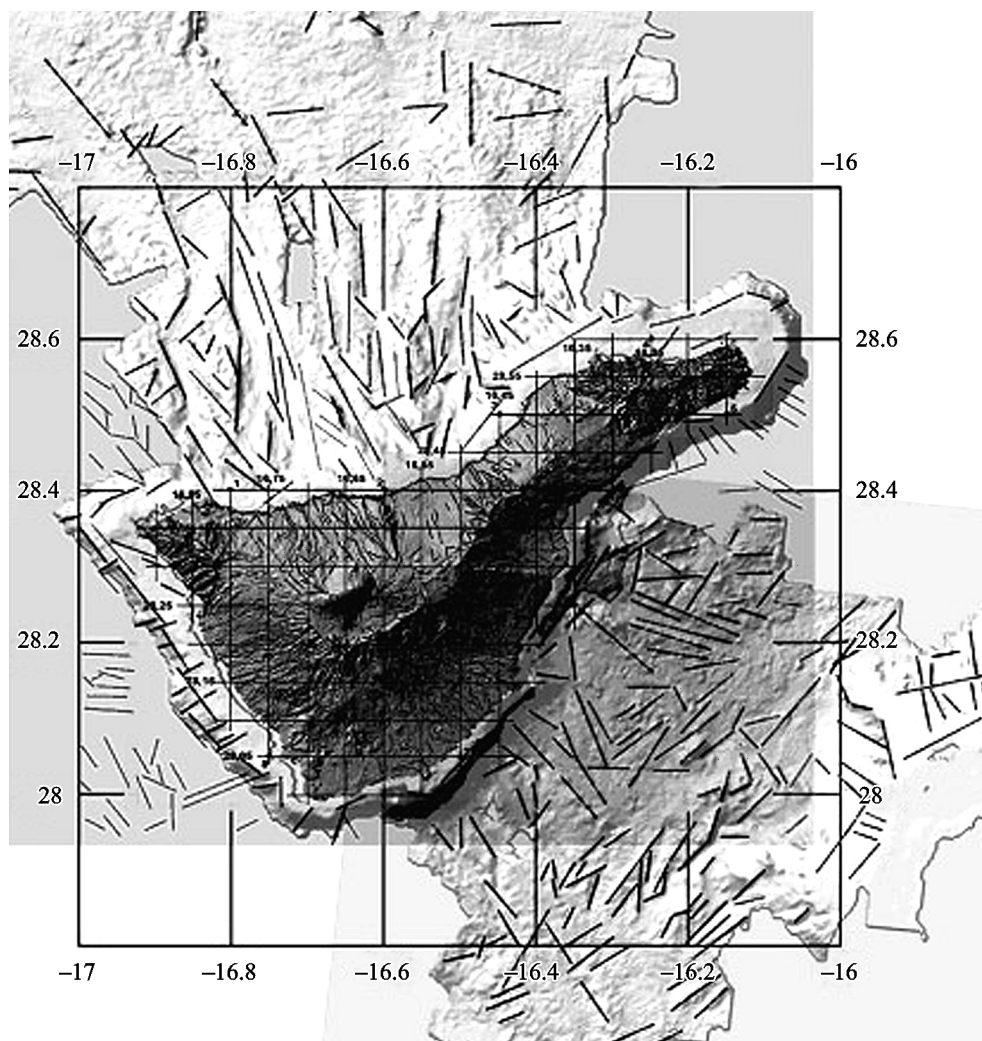


Рис. 3. Схема линеаментов района о-ва Тенерифе.

системы направлений, что и линеаменты: СВ, СЗ, меридиональное, широтное. Разломы довольно ярко выражаются на поверхности суши и дна линейными элементами рельефа — желобами, валами, уступами, которые и образуют в совокупности сеть линеаментов.

Можно кратко охарактеризовать динамику латеральных перемещений сейсмической активности на о-ве Тенерифе и в проливе Тенерифе—Гран-Канария в период с 1999 по 2009 г.

1999 г. — слабая сейсмическая активность, несколько фокусов в очаге пролива Тенерифе—Гран-Канария (далее — Пролива).

2000 г. — слабая рассеянная сейсмическая активность, несколько фокусов в очаге Пролива и по линии на СЗ от него.

2001 г. — повышенная сейсмическая активность, фокусы в очаге Пролива и по линии на СЗ от него. Короткие цепи фокусов СВ направления.

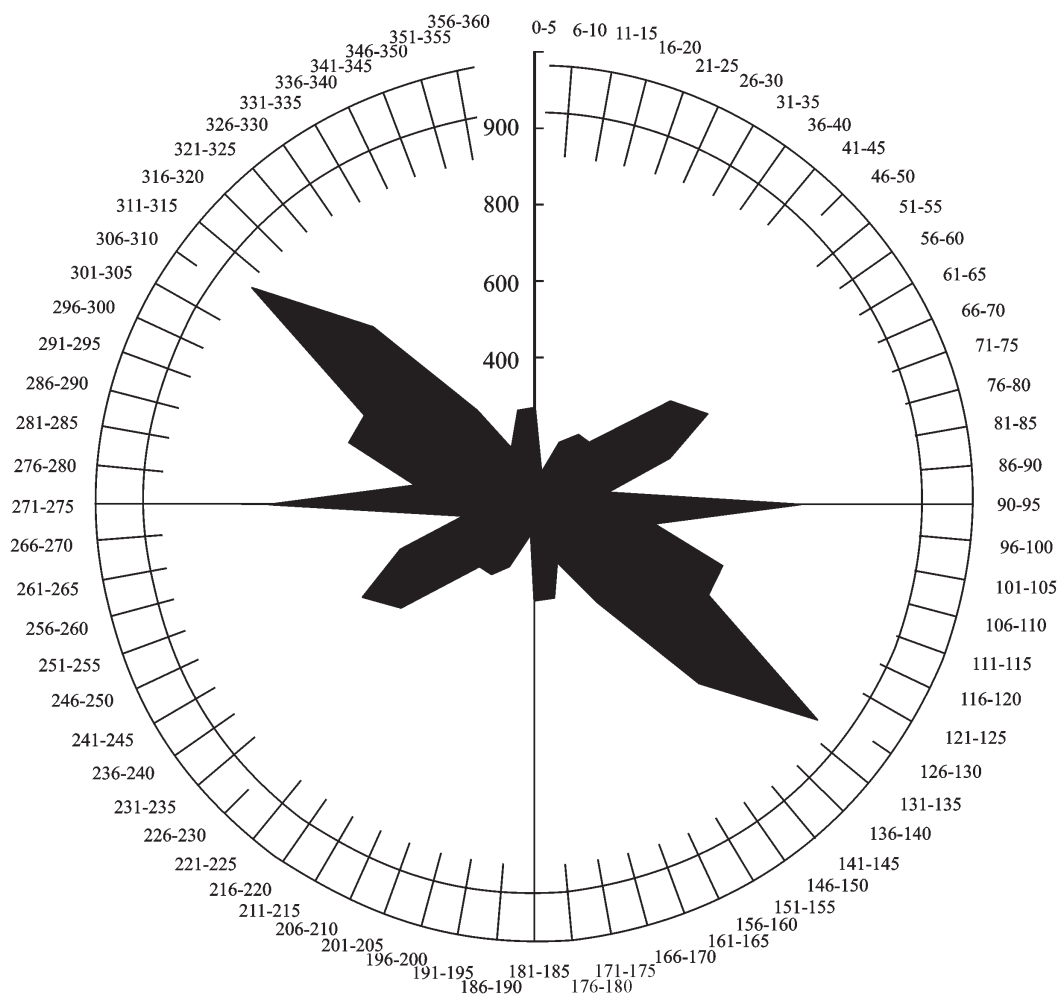


Рис. 4. Роза-диаграмма направлений линейных форм рельефа о-ва Тенерифе.
На круговой шкале — направления лимба, град, на радиальной — суммарная длина линеаментов, км.

2002 г. — повышенная сейсмическая активность, распространение фокусов схоже с 2001 г., фокусы в очаге Пролива и по линии на СЗ от него. Короткие цепи фокусов СВ направления. Несколько бóльшая концентрация фокусов в очаге Пролива. Усиление активности по СВ секущим направлениям (вероятно, разломам).

2003 г. — повышенная сейсмическая активность, распространение фокусов схоже с 2001 и 2002 г., фокусы концентрируются в очаге Пролива и несколько рассеяны по острову и на СЗ от него, в общем сохраняя связь с вероятными разломами СЗ направлений и секущими их разломами СВ направлений.

2004 г. — повышенная сейсмическая активность, фокусы концентрируются в очаге Тейде, менее — в очаге Пролива, по линиям с направлениями:

- на СЗ от очага Пролива;
- по 1 секущему СВ направлению в пределах очага Пролива;

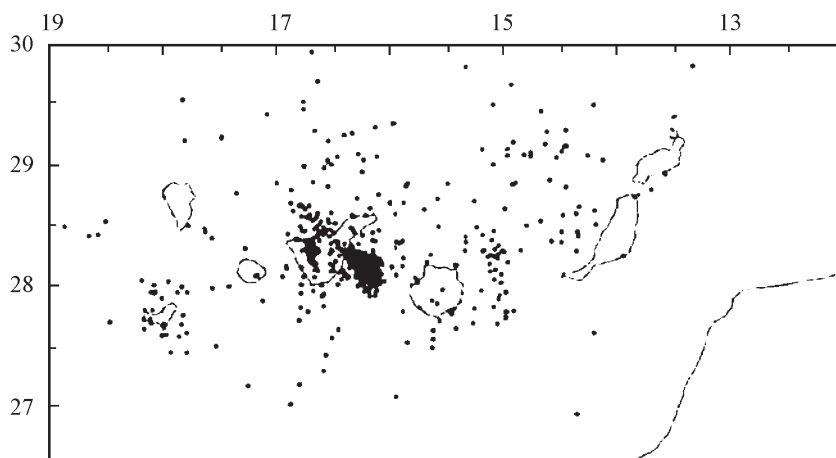


Рис. 5. Очаги землетрясений в районах Канарских остров (1993—2005 гг.) [12].

— по меридиану в очаге Тейде с серией секущих СВ направлений;

— по линии, соединяющей оба очага.

2005 г. — высокая сейсмическая активность, фокусы концентрируются в очаге 2, менее — в очаге Пролива, по линиям:

— СЗ, секущей остров, с меридиональными, широтными, СВ секущими короткими направлениями. Концентрация больше в очагах (в очаге 1 — в основном меридиональное направление, в очаге 2 — все 4 направления). Проявлены крупные разломы всех направлений.

2006 г. — активность несколько ниже, фокусы рассеяны сильнее, работает главная линия СЗ направления и секущие ее СВ линии, в основном в очаге Пролива. Очаг Тейде проявлен слабо.

2007 г. — активность на уровне 2006 г., концентрация фокусов — вдоль параллельных СЗ линий системы главного СЗ разлома, в основном в очаге Пролива. Активизировался СЗ разлом, соединяющий оба очага (в прошлый раз — в 2004 г.). Очаг Тейде проявлен слабо.

2008 г. — активность на уровне 2006—2007 гг., проявлен главный СЗ разлом, секущие его СВ и меридиональные разломы в очаге Пролива. слабо проявлены длинный СВ разлом, вдоль ЮВ берега, субширотный — по С берегу. Очаг Тейде проявлен слабо.

2009 г. — слабая сейсмическая активность, несколько фокусов в очаге Пролива.

Далее приведена схема сейсмолинеаментов по землетрясениям 2001—2011 гг. (рис. 7).

Азимуты цепочек очагов землетрясений были измерены и вынесены на розу-диаграмму (рис. 8). На ней выделяются главные системы их направлений: субширотная 90° , диагональная СВ $45\text{—}70^\circ$ и диагональная ЮВ $126\text{—}140^\circ$. Субмеридиональная система почти не отмечается землетрясениями.

Сопоставление планового распространения сейсмолинеаментов с сетью линейных форм рельефа на карте показало довольно широкое совпадение или пространственную связь между ними, в том числе в ряде случаев наблюдается продолжение линейных форм рельефа цепочками очагов землетрясений, и наоборот.

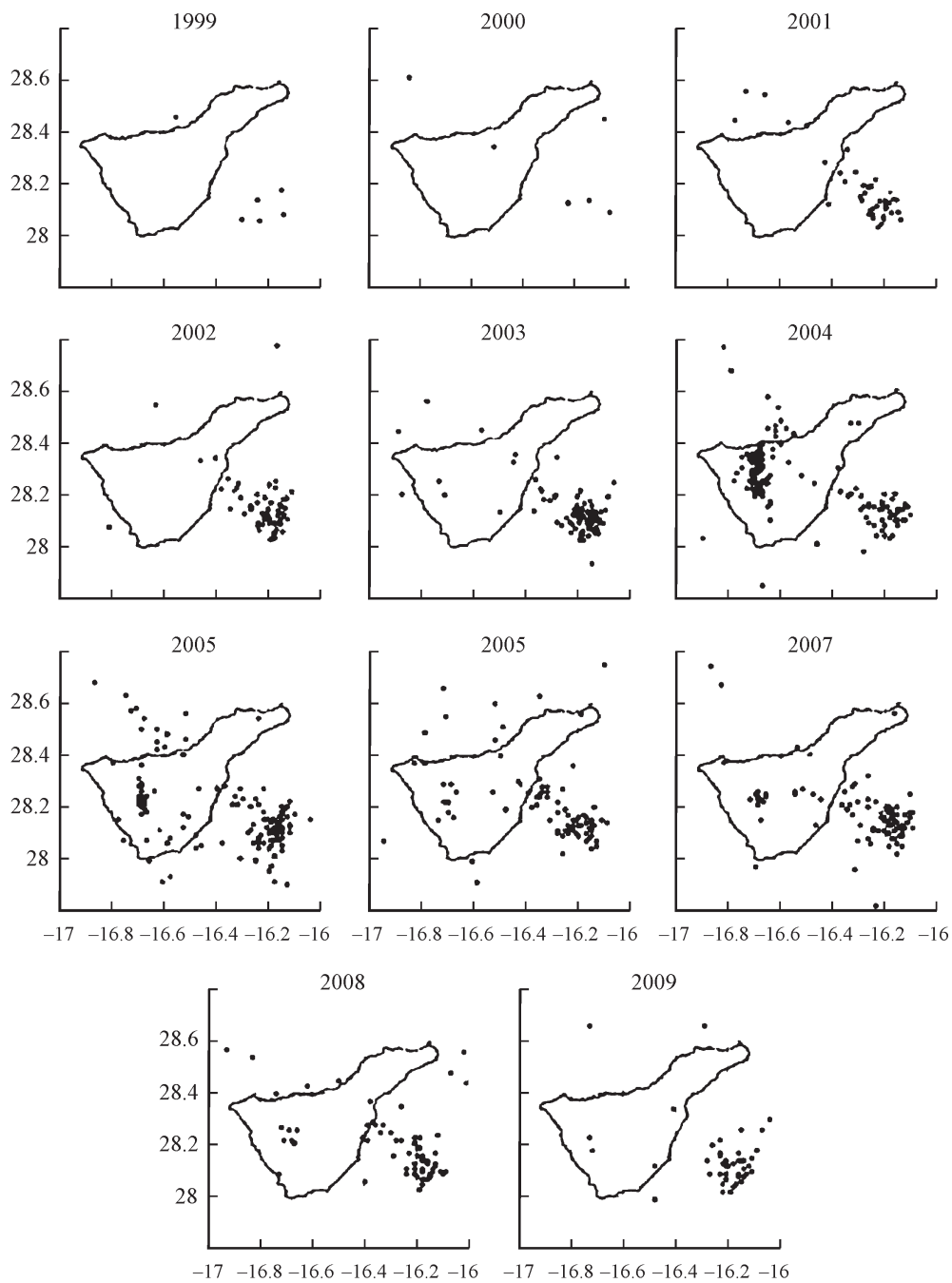


Рис. 6. Расположение в плане очагов землетрясений в районе о-ва Тенерифе по годам с 1999 по 2009 г. [12].

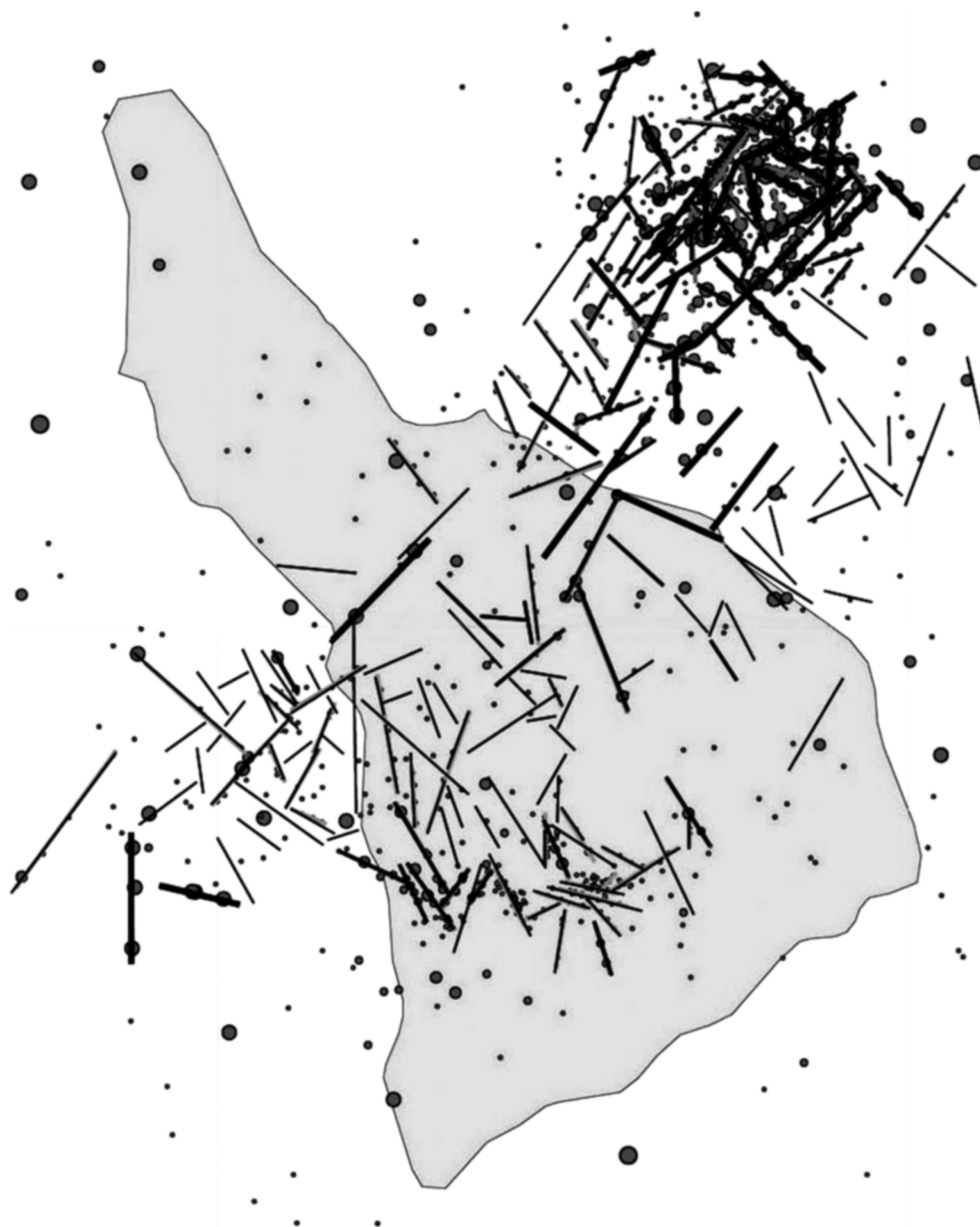


Рис. 7. Схема сейсмо-
нементов по землетря-
сениям 2001—2011 гг. (с
использованием [8]).

Жирные черные отрезки —
сейсмолинементы по фо-
кусам землетрясений на
глубинах 21.4—76.5 км,
средние — на глубинах
4.5—24.5 км, тонкие — на
глубинах 0—5 км.

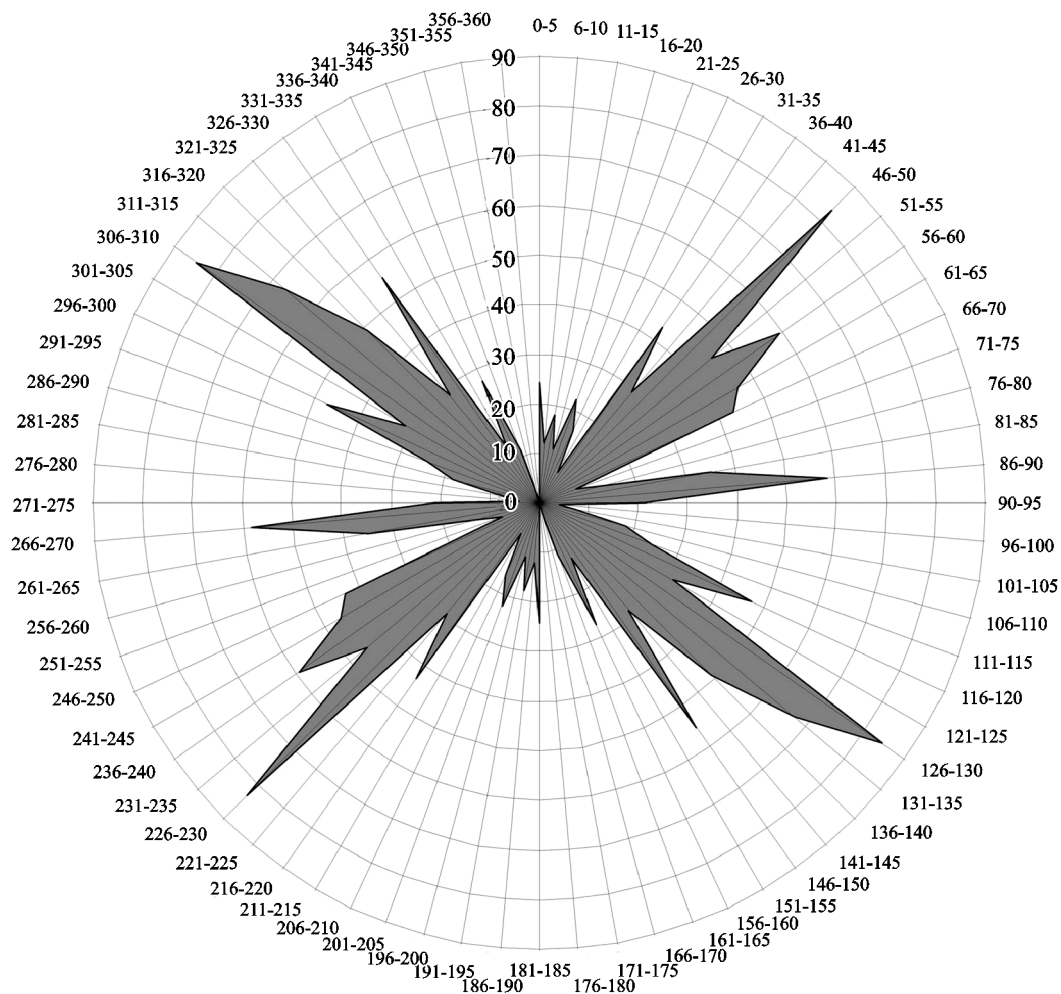


Рис. 8. Роза-диаграмма направленности сейсмолинеаментов на всех глубинах их проявления за период 2001—2011 гг.

На круговой шкале — направления лимба, град, на радиальных — суммарная длина сейсмолинеаментов, км.

Сопоставление роз-диаграмм главных систем направлений линейных форм рельефа и цепочек очагов землетрясений показывает схожесть трех из четырех главных систем направлений — широтной и двух диагональных СВ. Плохая выраженность меридиональной системы в сейсмолинеаментах объясняется неактивностью меридиональных разломов в период измерений. Другие мелкие различия в направленности главных систем линейного рельефа и цепей очагов землетрясений объясняются, по-видимому, воздействием экзогенных процессов.

Заметно, что выявленные главные системы направленности как для линий рельефа, так и для цепочек землетрясений в общем хорошо сопоставляются с четырьмя главными направлениями планетарной линеamentно-дизъюнктивной сети [1–3] (иначе — сети планетарной трещиноватости [4]), или регматической сети [16].

В целом можно сделать вывод о хорошем соответствии главных систем направлений линейных форм рельефа и цепочек очагов землетрясений и их обоих направлениям планетарной дизъюнктивной сети.

Обсуждение. Обычным возражением против применения линеamentного анализа при изучении эндогенных процессов является то, что в анализ вовлекаются все линейные формы рельефа, включая и те, что имеют чисто экзогенное происхождение, что влечет за собой сильную засоренность рисунка эндогенных линеamentов не связанными с глубинными процессами линейными объектами. Однако при долговременных занятиях этим вопросом исследователь неизбежно приходит к тому простому выводу, что, начиная с определенных размеров, направленность прямолинейных элементов рельефа практически всегда бывает связана с направленностью контролирующих их глубинных линейных структур. Это касается и элементов речной сети, и валов, и уступов.

Существует обширная литература о прямых связях известных крупных линейных форм рельефа с глубинными разломами, где эти связи доказаны.

Авторы также располагают доказательствами статистического соответствия пространственных характеристик сетей линеamentов сетям разрывных нарушений [1, 2, 6].

Конечно, вовлечение в анализ не относящихся к предмету исследования экзогенных форм рельефа имеет место всегда, и это является недостатком линеamentного анализа. Однако при грамотном выделении изучаемых линейных форм, при исключении из области исследования мелких объектов засоренность рисунка эндогенных линеamentов сводится к минимуму. Следует также иметь в виду, что направления экзогенных линейных объектов при достаточно больших площадях района исследования в сумме обычно имеют хаотичные направления, увеличивающие «фоновые» искажения, но не влияющие принципиально на пространственные характеристики эндогенных структур.

Учитывая сказанное, авторы считают, что при данном масштабе и площади района исследования линеamentный анализ вполне может быть успешно применен. Это доказывается и получением изложенных значимых результатов.

Сопоставление положения линеamentов рельефа, центров вулканических извержений и распространения фокусов землетрясений (в том числе произошедших до 1999 г.) позволяет определить положение главных сейсмогенерирующих разломов о-ва Тенерифе — линий, вдоль которых на всех глубинах происходит основное количество землетрясений в районе острова. Видно, что наибольшую сейсмическую активность проявляет СЗ—ЮВ зона разломов, пересекающая остров примерно посередине. Существенная сейсмическая активность проявляется также вдоль серии СВ—ЮЗ разломов, секущих основную зону. Области, прилегающие к выделенным на этой схеме линиям разломов, по-видимому, следует считать наиболее сейсмически опасными районами (рис. 9).

Установление этих «сейсмогенных линий» дает полезный материал для картирования сейсмической и связанных с нею иных геологических опасностей. Кроме того, поскольку положение сейсмогенерирующих разломов о-ва Тенерифе определялось с учетом распространения центров вулканических извержений, с некоторой долей условности указанные линии могут быть использованы также для предварительных оценок вулканической опасности, за исключением пеплопадов.

Существующие подходы к картированию опасных геологических процессов на о-ве Тенерифе основаны, во-первых, на выделении опасных процессов одного генезиса, как правило вулканического (см., например, [7, 12—14]), а

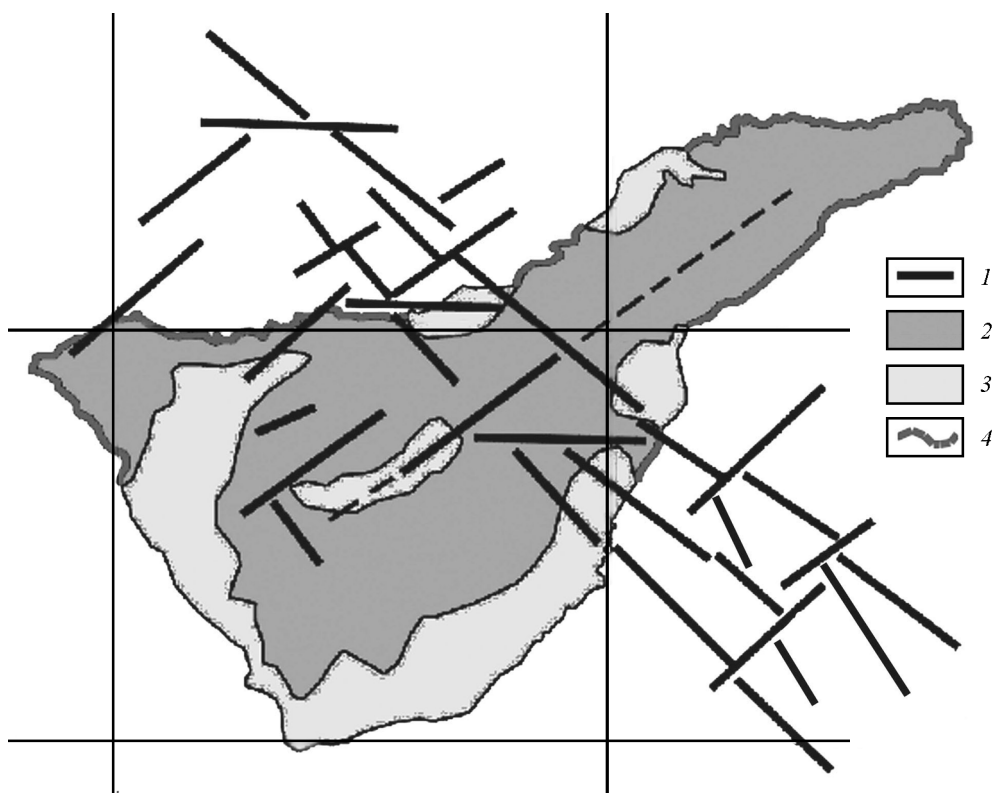


Рис. 9. Схема сейсмогенных направлений и сейсмоопасных обстановок о-ва Тенерифе.

1 — главные сейсмогенерирующие разломы; 2 — опасная обстановка 1-го типа на относительно плоских поверхностях; 3 — опасная обстановка 2-го типа — на относительно крутых склонах; 4 — крутые склоны океанических берегов.

во-вторых — на данных наблюдений (например, сейсмическое районирование на основе статистики землетрясений [9, 12]). Трассирование «сейсмогенных линий» («сейсмолинеаментов»), учитывая статистику землетрясений, позволяет в то же время указать места, для землетрясения возможны, хотя ранее не происходили или не наблюдались. Сопоставление этих линий с иными геолого-геоморфологическими данными позволяет выделять территории, на которых, с одной стороны, существует опасность землетрясений (или вулканических извержений), а с другой — геологическая среда и/или земная поверхность будут реагировать на это событие схожим образом. Иными словами, появляется по крайней мере умозрительная возможность качественного учета комплексных геологических опасностей и картирования не одного их вида, а их взаимодействий — опасных обстановок. Примером того, как это может осуществляться, служат три зоны на рис. 9, выделенные по преобладающим уклонам земной поверхности: относительно плоские и слабо наклонные участки, крутые склоны, береговые обрывы. Детальное определение обстановок опасности через ожидаемые в них опасные процессы, равно как и выделение количественных различий в интенсивности опасных процессов внутри одной обстановки по мере, например, удаления от сейсмогенного разлома, представляют собой следующие задачи исследования.

ВЫВОДЫ

1. Направления главных систем линеаментов рельефа в районе о-ва Тенерифе:

- субширотная 90° ;
- субмеридиональная $170\text{—}180^\circ$;
- диагональная СВ $50\text{—}70^\circ$;
- диагональная ЮВ $130\text{—}140^\circ$.

2. Направления главных систем сейсмолинеаментов в районе о-ва Тенерифе:

- субширотная 90° ;
- диагональная СВ $45\text{—}70^\circ$;
- диагональная ЮВ $126\text{—}140^\circ$.

Субмеридиональная система почти не просматривается.

3. Практически полное совпадение направлений систем линеаментов рельефа и сейсмолинеаментов в районе о-ва Тенерифе говорит о том, что в основном крупные линейные формы рельефа контролируются здесь сейсмогенными линиями, т. е. являются поверхностными выражениями сейсмически активных разрывных нарушений.

4. Выявленные главные системы направленности как для рельефа, так и для землетрясений в общем хорошо сопоставляются с главными направлениями регматической сети Земли.

5. Отсутствие выраженной меридиональной системы у сейсмолинеаментов при ее наличии у линеаментов рельефа свидетельствует о том, что в исследованный период разломы меридионального направления были сейсмически пассивны.

6. Динамика планового распространения очагов землетрясений в регионе говорит о существенной сейсмической активности разломов в основном диагональных (СВ и СЗ) направлений. Наибольшая сейсмическая активность проявляется в двух узлах пересечения крупных диагональных разломов — в районе вулкана Тейде в центральной части о-ва Тенерифе и в проливе между островами Тенерифен и Гран-Канария. В этих узлах действуют 2 вулканических очага, и часть землетрясений следует отнести к вулканической активности в этих очагах.

Список литературы

- [1] Анохин В. М. Глобальная дизъюнктивная сеть Земли — строение, происхождение и геологическое значение. СПб.: Недра, 2006. 161 с.
- [2] Анохин В. М. Строение планетарной линеamentной сети. Изд-во Ламберт, 2011. 247 с.
- [3] Анохин В. М. Закономерности направленности линейных форм рельефа Земли // Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 6. С. 45—60.
- [4] Шульц С. С. Планетарная трещиноватость (основные положения) // Планетарная трещиноватость. Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. С. 5—37.
- [5] Acosta J., Uchupi E., Munos A., Herranz P., Palomo V., Ballesteros M., ZEE Working Group. Geologic evolution of the Canarian Islands of Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera and comparison of landslides at these islands with those at Tenerife, La Palma and El Hierro. Geophysics of the Canary Islands. Results of Spain's Exclusive Economic Zone Program. Marine Geophysical Researches. Vol. 24. N 1—2. 2003.
- [6] Anokhin V. M., Ivanova V. V., Odessky I. A. Statistical features of the lineament and fracture global network — Modelling Geohazards: IAMG Annual Conference Proceedings (Gubitt, J., and Whalley J., eds). University of Portsmouth, UK. September 7—12, 2003.
- [7] Arana V., Felpeto A., Astiz M., García A., Ortiz R., Abella R. Zonation of the main volcanic hazards (lava flows and ash fall) in Tenerife, Canary Islands. A proposal for a surveillance network // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2003. Vol. 103. P. 377—391.

- [8] Berrocoso M., Carmona J., Fernandez-Ros A., Perez-Pena A., Ortiz R., Garcia A. Kinematic model for Tenerife Island (Canary Islands, Spain): Geodynamic interpretation in the Nubian plate context // *Journal of African Earth Sciences*. 2010. Vol. 58. P. 721—733.
- [9] Garcia A., Vila J., Ortiz R., Macia R., Sleeman R., Marrero J. M., Sanchez N., Tarraga M., Correig A. M. Monitoring the Reawakening of Canary Islands Teide Volcano. *EOS, VOLUME 87 NUMBER 6 7 FEBRUARY*. 2006. P. 61—65.
- [10] Garcia A., Chiappini M., Blanco-Montenegro I., Carluccio R., D'Ajello F., Caracciolo F., De Ritis R., Nicolosi I., Pignatelli A., Sánchez N., Boschi E. High resolution aeromagnetic anomaly map of Tenerife, Canary Islands // *ANNALS OF GEOPHYSICS*. 2007. Vol. 50. N 5.
- [11] Geyer A., Marti J. The distribution of basaltic volcanism on Tenerife, Canary Islands: Implications on the origin and dynamics of the rift systems. *Tectonophysics*, 2009.
- [12] Marti J., Ortiz R., Gottsmann J., Garcia A., De La Cruz-Reyna S. Characterising unrest during the reawakening of the central volcanic complex on Tenerife, Canary Islands, 2004—2005, and implications for assessing hazards and risk mitigation // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2009. Vol. 182. P. 23—33.
- [13] Marti J., Geyer A., Andujar J., Teixidó F., Costa F. Assessing the potential for future explosive activity from Teide-Pico Viejo stratovolcanoes (Tenerife, Canary Islands) // *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178 Elsevier. 2008. P. 529—542.
- [14] Marti J., Aspinall W. P., Sobradelo R., Felpeto A., Geyer A., Ortiz R., Baxter P., Cole P., Pacheco J., Blanco M. J., Lopez C. A longterm volcanic hazard event tree for Teide-Pico Viejo stratovolcanoes (Tenerife, Canary Islands) // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2008. Vol. 178. P. 543—522.
- [15] Sole-Sugranyes L. Analisis morfotectónico de Tenerife (Islas Canarias). *Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera» CSIC*. c. Sol Sabarós s/n 08028 2008 Barcelona.
- [16] Umbgrove. JHF. The Pulse of the Earth. The Hague, NL: Nyhoff, 1942.

Санкт-Петербург

Мадрид

Тируванантапурам

vladanokhin@yandex.ru

cpshenichny@yandex.ru

* ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И. С. Грамберга»

** Национальный музей естественных наук Испании

*** Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационной технологии, механики и оптики

**** Университет Тривандрума, Индия

Поступило в редакцию

6 июня 2012 г.

Изв. РГО. 2012. Т. 144. Вып. 6

© С. А. КАПИТОНОВА

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ КАРЕЛЬСКОГО ПОМОРЬЯ (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ)

Изучение истории хозяйственного освоения позволяет более глубоко познать процесс взаимодействия природной среды и человеческого общества во времени и пространстве. Объективная информация о процессе освоения формируется в ходе анализа этапов освоения и проведения историко-географиче-