

8. Лагунов И. И. Обзор научных рыбохозяйственных исследований, проведённых на Камчатке за годы Советской власти // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 3–13.
9. Крогиус Ф. В., Крохин Е. М. Об урожайности молоди красной (*Oncorhynchus nerka* Walb.) // Изв. ТИНРО. 1948. Т. 28. С. 3–27.
10. Они же. Результаты исследований биологии нерки – красной, состояние ее запасов и колебания численности в водах Камчатки // Вопр. ихтиологии. 1956. Т. 7. Вып. 7. С. 3–20.
11. Крохин Е. М. Паратунские озера (гидрология, гидрография, биология). Петропавловск-Камчатский : Камч. отд. ТИНРО, 1948. 286 с.
12. Он же. Определение суточных пищевых рационов молоди красной и трехиглой колюшки респираторным методом // Изв. ТИНРО. 1957. Т. 44. С. 97–110.
13. Он же. О влиянии количества отнерестовавших в озере производителей красной на режим биогенных элементов // Докл. Акад. наук СССР. 1959. Т. 128. № 3. С. 626–627.
14. Крогиус Ф. В., Крохин Е. М., Менишуткин В. В. Сообщество пелагических рыб озера Дальнего. Л. : Наука, 1969. 86 с.
15. Крогиус Ф. В. О взаимосвязи пресноводного и морского периодов жизни красной нерки озера Дальнего // Биология моря. 1979. Вып. 3. С. 24–29.
16. Погодаев Е. Г. Значение пресноводного периода в формировании цикличности поколений нерки озера Дальнего // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский, 1993. Вып. 2. С. 107–116.
17. Он же. Пресноводная, морская выживаемость и урожайность поколений нерки озера Дальнего (Камчатка) // Прибрежное рыболовство – XXI век : тез. Междунар. науч.-практ. конф., Южно-Сахалинск, 2001. С. 144–145.
18. Запорожец О. М., Шевляков Е. А., Запорожец Г. В. Динамика численности камчатских лососей с учетом легального и нелегального изъятия // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центра. 2008. Т. 153. С. 109–133.
19. Крогиус Ф. В. Продукция молоди красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) в оз. Дальнем // Вопр. ихтиологии. 1969. Т. 9. Вып. 6 (59). С. 1059–1076.
20. Куренков И. И. Биологические ресурсы внутренних водоёмов Камчатки // Биологические ресурсы внутренних водоёмов Сибири и Дальнего Востока. М., 1984. С. 87–98.
21. Вецлер Н. М., Погодаев Е. Г. Влияние трофических условий в озере Дальнем на массу тела и возрастную структуру смолтов нерки // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 272–282.
22. Марковцев В. Г. Питание и пищевые отношения молоди красной и трехиглой колюшки озера Дальнего // Там же. 1972. Т. 82. С. 227–233.
23. Тиллер И. В. Селективность питания молоди красной в озере Дальнем // Там же. 1978. Т. 102. С. 67–71.
24. Бугаев В. Ф. Азиатская нерка–2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. 380 с.

О. А. Гирина, О. А. Чернягина, Е. М. Ненашева
КЛЮЧЕВСКАЯ ГРУППА ВУЛКАНОВ –
УНИКАЛЬНЫЙ ПРИРОДНЫЙ ОБЪЕКТ КАМЧАТКИ

Аннотация. Ключевская группа вулканов включает 13 стратовулканов, четыре из которых действующие: одни из самых известных в мире – вулканы Ключевской и Безымянный, а также Плоский Толбачик и Ушковский. Здесь можно увидеть многообразие вулканогенных процессов – стромболианский, вулканский, пелейский типы извержений, рост моногенных шлаковых конусов и лавовых куполов, образование лавовых и пирокластических потоков и др.

Ключевые слова: Ключевская группа вулканов, вулканы, извержение, вулканогенные ландшафты, памятники природы, Ключевской природный парк, растительность.

Abstract. Klyuchevskaya group of volcanoes includes 13 stratovolcanoes, four of which are active: one of the most famous in the world volcanoes Klyuchevskoy and Bezymianny, as well as Plosky Tolbachik and Ushkovsky. Here you can see a variety of volcanic processes – Strombolian, Vulcanian, Pelean types of eruptions, growth of monogenic cinder cones and lava domes, formation of lava and pyroclastic flows, etc.

Key words: Klyuchevskaya group of volcanoes, volcano, eruption, volcanogenic landscapes, nature monument, Klyuchevskoy Nature Park, vegetation.

Ключевская группа вулканов расположена в центре полуострова Камчатка – в зоне пересечения Курило-Камчатской и Алеутской вулканических дуг. Вулканолог Б. И. Пийп, директор-организатор Института вулканологии Российской академии наук, имя которого носит бульвар у здания института, так писал о ней: «12 вулканов этой группы выступают среди хребтов и лесистых долин Северной Камчатки исполинскими массивами камня и льда, образуя незабываемую панораму, полную величия и суровой красоты. Изумительно правильный гигантский конус Ключевской сопки с вечно дымящейся или озаренной огнем извержения вершиной, расположенный в северо-восточном углу скопления вулканов, придает особое очарование этой панораме. По мнению Гюльемара (Guillemard, 1886) – одного из кругосветных путешественников конца прошлого столетия, который до своей поездки по Камчатке „видел Анды и Альпы и наблюдал на восходе солнца Котопакси, Этну, Фудзияму и много других гор равного значения”, – группа Ключевских вулканов настолько величественна и совершенна по красоте, что она не идет ни в какое сравнение ни с этими, ни с другими прославленными горами земного шара. Такую же восторженную оценку дают и другие побывавшие в этих местах путешественники и исследователи» (14, с. 11–12).

Ключевская группа вулканов включает 13 стратовулканов: Ключевской (4 750 м), Камень (4 585 м), Безымянный (2 882 м), Ушковский (3 943 м), Крестовский (4 108 м), Средний (2 989 м), Острый Толбачик (3 682 м), Плоский Толбачик (3 085 м), Овальная Зими́на (3 081 м), Острая Зими́на (2 780 м), Горный Зуб (2 287 м), Большая Удина (2 923 м), Малая Удина (1 945 м), четыре из которых относятся к действующим (Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик, Ушковский), причем два первых из них – наиболее активные вулканы не только Камчатки, но и мира. Ключевской и Безымянный находятся в состоянии почти непрерывного слабого извержения, на фоне которого происходят кульминационные сильные эксплозивные события: Ключевской активен в течение нескольких сотен лет, для него характерны стромболианский и вулканский типы эксплозивных извержений; Безымянный – с 22 октября 1955 г., с момента пробуждения после тысячелетнего молчания, для него характерны вулканский и пелейский типы извержений (3, 14, 21).

Вулканы Ключевской группы венчают обширное вулканогенное нагорье, поднимающееся до высоты 1 000–1 500 м. Общий объем четвертичных вулканитов достигает 4 000–5 000 км³, занимаемая ими площадь – около 6 000 км² (4, 14).

Здесь близко соседствуют вулканы, извергающие контрастные по составу лавы, например, Ключевской – андезибазальтового состава, Безымянный – андезитового, Толбачик – базальтового. Безымянный расположен между Ключевским (в 10 км от него) и Толбачиком (в 20 км от него). До 1975 г. на вершине Плоского Толбачика существовало лавовое озеро в глубоком колодце кратера шириной 200 м, этот вулкан можно было ставить в один ряд с африканскими вулканами Эрта-Але и Ньи́рогонго, антарктическим Эребусом. Выбросы жидкой лавы из озера были довольно частыми, на кромке кратера можно было находить «волосы богини Пеле» (тонкие базальтовые нити, иногда скрученные в комки), «орешки» (сросшиеся пластинки минерала плагиоклаза), мелкие вулканические бомбочки (небольшие вытянутые образования с закалкой поверхности). Во время Большого трещинного Толбачинского извержения (БТТИ) в 1975 г. произошел отток лавы к побочным конусам Толбачинского дола, и на месте лавового озера образовался гигантский провал размером 0,5 x 1,5 км (2). После трещинного Толбачинского извержения имени 50-летия ИВиС ДВО РАН – ТТИ-50, произошедшего в 2012–2013 гг., появилась надежда на возвращение лавового озера в кратер Плоского Толбачика.

Каждый вулкан Ключевской группы – исключительный. Например, Ушковский – исландского типа, его вершинная кальдера заполнена ледником толщиной около 300 м, в то же время в 1982 г. он был открыт, как «действующий». На его вершине, на кромке кратера им. С. П. Горшкова, была обнаружена площадка фумарол с температурами до 80–90 °С. Вулкан Горный Зуб в массиве Зиминых – наиболее древнее вулканическое образование группы. В районе долины р. Студеной можно наблюдать переслаивание лавовых потоков вулканов Ушковский, Плоский Толбачик и основания Ключевской группы – как в обрывах долины, так и в каньоне русла реки. Многочисленные шлаковые и шлако-лавовые конусы Ключевского, Ушковского, Толбачика перемежаются с лавовыми куполами вулканов Безымянного, Зиминых, Удиных.

Своеобразие вулканогенных ландшафтов Ключевской группы вулканов обусловило появление на территории Толбачинского дола в 70-х гг. XX в. полигона для испытания посадочных и ходовых устройств космических аппаратов, т. к. наиболее подходящими грунтами-аналогами других планет на Земле являются вулканогенные породы, не подвергшиеся глубоким экзогенным преобразованиям (17, 18). Здесь, в районе конусов Песчаные горки (станция Ленинградская), испытыва-

лись луноходы и марсоход, различные другие приборы для изучения планет. К сожалению, во время извержения ТТИ-50 три дома станции (жилой, кухня и мастерская) были залиты лавовыми потоками. Испытания марсохода проводились также в районе влк. Безымянного – на его отложениях направленного взрыва 1956 г. и современных пирокластических потоков.

В 1983 г. семь объектов Ключевской группы вулканов были объявлены памятниками природы регионального значения:

- Бараньи скалы на р. Студеной (55°54' с. ш., 160°17' в. д.);
- Каменные поленницы купола Плотина влк. Безымянного (55°59' с. ш., 160°37' в. д.);
- Камень Амбон (55°57' с. ш., 160°46' в. д.);
- Ущелье Изваяний (55°48' с. ш., 160°15' в. д.);
- Северный прорыв БТТИ 1975–1976 гг. (55°41' с. ш., 160°14' в. д.);
- Южный прорыв БТТИ 1975–1976 гг. (55°35' с. ш., 160°11' в. д.);
- Поляна эдельвейсов в верховьях р. Студеной (55°10' с. ш., 160°29' в. д.).

Бараньими скалами издревле называют места обитания горных баранов – труднодоступные, порой отвесные горные массивы. Отвесный правый борт долины р. Студеной, сложенный напластованием лавовых потоков и примыкающими к ним дайками и экструзивными образованиями (например, Обелиск и Арка), также получили в народе название «Бараньи скалы». Экструзия Обелиск высотой до 150 м сложена оливин-пироксеновыми базальтами с веерообразной столбчатой отдельностью. Дайки мегаплагиофировых базальтов мощностью от 2,5 до 5 м обладают преимущественно столбчатой отдельностью, реже глыбовой и вееро-плитчатой отдельностью (4).

Каменные поленницы представляют собой часть экструзии Плотина, которая, в свою очередь, находится в цепи экструзий, протягивающейся с севера на юг от влк. Безымянного до влк. Овальная Зимина. Экструзия или лавовый купол Плотина состоит из четырех слившихся между собой куполов, возраст ее датируется поздним плейстоценом (4). Образование экструзии проходило в несколько этапов: рост куполов, появление даек, выжимание вязкого короткого лавового потока, направленного в сторону р. Студеной. В верхней части крайнего южного купола обнажается лава двупироксеновых андезитов с вертикальной столбчатой отдельностью, местами переходящей в крупноглыбовую. Южный и западный склоны купола рассечены экструзивными хребтиками и двумя дайками, лавы которых имеют характерную столбчатую отдельность типа «поленницы», ориентированную перпендикулярно стенкам дайки. Образование четырех–восьмигранных столбчатых отдельностей («поленьев») происходит при медленном остывании магматического расплава (9).

Рядом с Поленницей находится довольно большое поселение камчатского черношапочного сурка (*Marmota camtschatica*). В связи с тем, что активный период его жизни короток (3–4 месяца), у него выработалась способность к экстремально быстрому накоплению жировых запасов для последующей спячки (выборочное поедание наиболее сочных частей растений, богатых белками и углеводами). Они успевают за 60 дней накопить больше жировых запасов, чем сурки других видов за 90–100 дней (1).

Глыба Амбон (неправильное от «амвон» за сходство её с церковной кафедрой) – длиной 50 м, высотой 15 м и объемом, по расчетам Б. И. Пийпа, 16 000 м³, находится в 14 км от влк. Камень в районе среднего течения р. Сухая Хапица (4). Её образование связано с взрывом и затем обвалом части постройки влк. Камень, произошедшим, по данным тефрохронологии, около 1 200 лет назад. Глыба сложена преимущественно туфобрекчиями, но встречаются и прослои лавовых потоков. Примерно посередине глыба разбита сквозной трещиной шириной до 0,5 м, образовавшейся, вероятно, при ее падении. Такие же глыбы несколько меньшего размера в большом количестве встречаются между рр. Голубельная и Сухая Хапица. Здесь, на высоте 800–1 000 м, в 12–14 км от влк. Камень наблюдается максимальное скопление таких глыб, наибольшей из которых является Амбон (4).

На склонах влк. Острый Толбачик находится большое количество радиально расположенных даек базальтового и андезибазальтового состава. Дайками называют геологические тела, образованные при заполнении трещин магматическим материалом (9). Для них характерны небольшая мощность (до 5 м) и большая протяженность (до 3–10 км, иногда до 5 000 км – Великая дайка Зимбабве). Несколько таких даек обнажается в долине на юго-западном склоне влк. Острый Толбачик, которая и получила название «Долина Изваяний». После того как лава была выжата по трещинам сквозь рыхлые туфовые и плотные лавовые образования постройки вулкана, эрозия разрушила непрочные породы, и на поверхности остались лишь останцы даек, представляющие собой то стены длиной до первых десятков метров, то колонны высотой от 10 до 50 м. В нижней части останцов,

обнажающихся в низовьях долины, хорошо выражены шаровые лавы, что указывает на излияние лав в подводных условиях.

Образование Северного прорыва БТТИ началось 6 июля 1975 г. в 18 км южнее влк. Плоский Толбачик на высоте 880 м и продолжалось до 15 сентября 1975 г., т. е. 72 дня. Здесь возникла цепь новых шлаковых конусов с высотами до 300 м (первый конус, названный «конус Горшкова» в честь известного вулканолога, члена-корреспондента АН СССР Г. С. Горшкова), эруптивная туча поднималась до 15 км над ур. м. (общий объем пирокластики ~0,9 км³), был сформирован лавовый покров магнезиальных базальтов мощностью до 80 м, площадью 8,9 км² и объемом около 0,2 км³ (2, 4, 16). До настоящего времени на первом и втором конусах прорыва активно продолжается постмагматическая активность – ощущается и магматический газ, вырывающийся по трещинам, и высокая температура отложений, достигающая 200–300 °С. На втором конусе прорыва было открыто около 40 новых минералов, образовавшихся в результате процессов метасоматоза.

17 сентября в 10 км южнее Северного прорыва на высоте 380 м образовался Южный прорыв БТТИ. На трещине начал расти шлаковый конус и стала изливаться относительно жидкая лава глиноземистого состава. Извержение продолжалось 1 год и 3 месяца. Лавовый покров распространился на площадь 35,9 км², мощность его, в среднем, составляла 27 м, объем – 0,97 км³. Высота шлакового конуса достигала 165 м, объем пирокластики – 0,03 км³ (2). Особенностью извержения Южного прорыва является излияние лав гавайского типа, для которых характерно разнообразие структуры поверхности – встречаются канатные, шарообразные, шлаковые, агломератовые и другие лавы.

В 1999 г. большая часть площади Ключевской группы вулканов вошла в состав особо охраняемой территории регионального значения – природного парка «Ключевской». В 2001 г. природный парк «Ключевской» был включен в Список Всемирного Природного и Культурного Наследия Юнеско в номинации «Вулканы Камчатки» (13). В 2018 г. было предложено снять статус «памятник природы регионального значения» с объектов «Бараньи скалы на р. Студеной», «Камень Амбон», «Ущелье Изваяний», «Каменные поленицы купола Плотина» и включить их в зоны особой охраны природного парка «Ключевской».

Со времени организации природного парка «Ключевской» в 1999 г. и до 2018 г. здесь произошло 36 извержений трех вулканов:

- 11 извержений Ключевского с выбросами пепла до 10 км над ур. м. и излиянием лавовых потоков по различным склонам вулкана;
- 24 извержения Безымянного с мощными взрывами, при которых пепел поднимался до 15 км над ур. м., пирокластическими потоками, которые, сметая все на своем пути, протягивались до 10 км от вулкана, вязкие лавовые потоки выжимались на склоны лавового купола;
- ТТИ-50 в 2012–2013 гг. с образованием лавовых покровов на обширной территории Толбачинского дола.

Современная вулканическая деятельность приводит к резким, часто катастрофическим изменениям в экосистемах (8). Ключевская группа вулканов является полигоном для исследования влияния вулканизма на живую природу. Например, здесь проводились работы по изучению участия вулканизма в процессах возникновения жизни на Земле (10, 11).

Влияние извержений вулканов на растительность (уничтожение лесов пожарами) отметили уже первые исследователи Камчатки Г. В. Стеллер и С. П. Крашенинников. В начале XX в. В. Л. Комаров, начальник ботанического отряда экспедиции Русского географического общества, дал первое описание воздействия вулканических факторов на растительный мир Камчатки: «Особенность камчатской растительности еще и в том, что она постоянно борется за свою жизнь с опустошительными проявлениями вулканизма. Вулканы то засыпают ее толстым слоем песков, то заливают лавами, то забрасывают лапиллями, а то сжигают или иссушают питающие ее воды, или, наконец, отравляют парами хлористого водорода или сернистого водорода. Результатом крупных извержений является обычно полная пустыня. Но, как только лавы остыли, газы испарились, температура стала нормальной, а дожди ввели в новые субстраты достаточно влаги, так вулканические выбросы начинают одеваться новым растительным ковром» (5, с. 47).

Во второй половине XX в. в районе Ключевской группы вулканов проводилось изучение влияния современного вулканизма на растительность Камчатки. В результате работ Камчатской комплексной экспедиции (ККЭ) СОПС АН СССР, полевых отрядов и экспедиций Биолого-Почвенного института ДВО РАН, Ботанического института РАН, Камчатского филиала Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН, Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН показано влияние вулканической деятельности на процессы почвообразования и динамику растительно-

сти, описаны растительность субальпийского пояса Ключевской группы вулканов и роль мощных вулканических пеплопадов в формировании растительности на лавах, выявлена флора природного парка «Ключевской». В 2014 г. этот этап завершен изданием сводки «Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки на примере Ключевской группы вулканов» (15), в которой обобщены материалы о флоре (сосудистые растения, мхи, печеночники, лишайники) вулканических плато Ушковский и Толбачинский дол, разработана классификация растительности этих территорий, описана вулканогенная динамика растительности. Показано, что во флорах влк. Ушковский и Толбачик встречается 11 видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Камчатки (7): Венерин башмачок крапчатый – *Cypripedium guttatum* Sw., Венерин башмачок Ятабе – *Cypripedium yatabeanum* Makino, Клейтония отпрысковая – *Claytonia sarmentosa* C. A. Mey., Селезеночник Райта – *Chrysosplenium wrightii* Franch. et Sav., Камнеломка щетинистая – *Saxifraga setigera* Pursh, Родиола розовая – *Rhodiola rosea* L., Астрагал Сеаля – *Astragalus sealei* Lepage, Остролодочник анадырский – *Oxytropis anadyrensis* Vassilez., Ломатогониум каринтийский – *Lomatogonium carinthiacum* (Wulfen) Rechb., Эдельвейс камчатский – *Leontopodium kamtschaticum* Kom., Одуванчик беловатый – *Taraxacum albescens* Dahlst.

Эдельвейс камчатский и Остролодочник анадырский известны на полуострове Камчатка только из местообитаний в Ключевской группе вулканов и, вероятно, являются реликтовыми популяциями эпохи верхнеплейстоценовых оледенений (19). Кроме этого, для влк. Безымянного по сборам П. Т. Новограбленова (6) указан еще один охраняемый вид – Комастома тоненькая – *Comastoma tenellum* (Rottb.) Toyokuni, но неизвестно, сохранилось ли это местообитание после катастрофического извержения 1956 г.

Высотная поясность растительности территории отнесена к горно-таежному (Центрально-Камчатскому) подтипу, для Ключевской группы вулканов выделен вулканогенный вариант Центрально-Камчатского подтипа (12). Всего для флоры Ключевской группы вулканов (и природного парка «Ключевской») известно 427 видов растений (19, 20), но значительная часть территории до настоящего времени не затронута детальными исследованиями, и список растений, несомненно, будет увеличен.

Животный мир территории до настоящего времени изучен слабо, известно не менее 23 видов млекопитающих. Достаточно часто встречаются бурый медведь, снежный баран, россомаха, лисица, гижигинский заяц-беляк, берингийский суслик, черношапочный сурок, северо-восточная красная полевка и др. Обычны широко распространенные в аналогичных ландшафтах виды птиц (мохноногий канюк, тундряная куропатка, ястребиная сова, глухарь, горный конек, кедровка, снегирь, лапландский подорожник и др.). О насекомых имеются только отрывочные сведения.

Ключевская группа вулканов – уникальный природный объект: здесь ежегодно извергаются вулканы, порой они одновременно выносят на поверхность Земли породы контрастного состава (базальты–андезиты); здесь достаточно часты пеплопады, оказывающие влияние на растительный и животный мир территории. Постановка и проведение комплексных стационарных исследований – одна из важнейших задач изучения этого района.

1. Бибиков Д. И. Географические особенности экологии // Сурки. Биоэкологическое и практическое значение. М., 1980. С. 50–69.
2. Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ, 1975–1976 гг., Камчатка). М. : Наука, 1984. 638 с.
3. Горшков Г. С. Извержение сопки Безымянной (предварительное сообщение) // Бюл. вулканолог. ст. 1957. № 26. С. 19–72.
4. Ермаков В. А. Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. М. : Недра, 1977. 224 с.
5. Комаров В. Л. Ботанический очерк Камчатки // Камчатский сборник. М. ; Л., 1940. С. 5–52.
6. Он же. Флора полуострова Камчатка. Часть II. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1951. 528 с.
7. Красная книга Камчатки : в 2 т. Петропавловск-Камчатский : Камч. печ. двор, 2007. Т. 2 : Растения, грибы, термофильные организмы / отв. ред. О. А. Черныгина. 340 с.
8. Лобков Е. Г. Вулканизм и живые организмы: экологические проблемы биовулканологии. М. : Знание, 1988. 64 с.
9. Макдоналд Г. Вулканы. М. : Мир, 1975. 432 с.
10. Мархинин Е. К. Вулканы и жизнь. М. : Мысль, 1980. 200 с.
11. Он же. Вулканизм и биосфера // Вулканология и сейсмология. 1985. № 4. С. 16–25.
12. Нешиатаева В. Ю. Растительность полуострова Камчатка. М. : КМК, 2009. 570 с.

13. Особо охраняемые природные территории Камчатского края / сост. И. Н. Каразия. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2012. 152 с.
14. *Пийн Б. И.* Ключевская сопка и её извержения в 1944–1945 гг. и в прошлом // Тр. лаб. вулканологии. 1956. Вып. 11. 312 с.
15. Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки (Ключевская группа вулканов) / под ред. В. Ю. Нешатаевой. М. : КМК, 2014. 461 с.
16. Новые Толбачинские вулканы // *Федотов С. А., Масуренков Ю. П., Светляковский А. Е. и др.* Действующие вулканы Камчатки. М., 1991. Т. 1. С. 214–279.
17. *Черкасов И. И., Шварев В. В.* Грунтоведение Луны. М. : Наука, 1979. 232 с.
18. Они же. Физические и механические свойства современных рыхлых отложений вулканов Камчатки и их сопоставление со свойствами грунтов // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1970. № 11. С. 3–20.
19. *Якубов В. В.* Сосудистые растения // Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки (Ключевская группа вулканов). М., 2014. С. 30–65.
20. Он же. Флора природного парка «Ключевской» // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат. II науч. конф., 9–10 апр. 2001 г. Петропавловск-Камчатский, 2001. С. 115–117.
21. *Girina O. A.* Chronology of Bezumianny Volcano activity, 1956–2010 // Journal of Volcanology and Geothermal Research. V. 263. 2013. P. 22–41.

В. Д. Дмитриев, С. Н. Краснова
ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО И АВАЧИНСКОЙ БУХТЫ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ТОР И СПВ

Аннотация. Приводятся сведения по геологии, геоморфологии и экологии краевого центра и берега Авачинской бухты, полученные в результате системного изучения со второй половины прошлого века. Они не утратили свою актуальность и на современном этапе – для создания и функционирования ТОР и СПВ.

Предлагается комплекс мер по охране городской среды и здоровья населения с привлечением инвестиций резидентов этих зон.

Ключевые слова: палеорельеф, подводный рельеф, осадки, сейсмоопасность, современные движения, опасные природные процессы, загрязнение, медико-экологические исследования, ТОР, СПВ.

Abstract. Provides information on Geology, geomorphology and ecology of the regional center and the shores of Avacha Bay, the research system since the second half of the last century. They have not lost their relevance at the present stage – for the creation and functioning of the territories of advanced development and the free port of Vladivostok.

Proposed a set of measures for the protection of the urban environment and the health of the population with attraction of investments by a resident of these areas.

Key words: paleorelief, underwater relief, precipitation, fault, modern traffic, hazardous natural processes, pollution, environmental health research, advanced development territory, free port of Vladivostok.

В XXI в. страна взяла курс на опережающее устойчивое социально-экономическое развитие Дальнего Востока и экономическое взаимодействие со странами АТР, создавая территории опережающего развития (далее – ТОР) и свободного порта Владивосток (далее – СПВ).

Основная техногенная нагрузка этих территорий сегодня связана со строительством инвестиционных площадок в центральной части города: в котловине Култучного озера и на ее склонах, на Петровской сопке и в береговой зоне Авачинской бухты. Эти площадки будут способствовать дальнейшему промышленному, рекреационному и транспортному развитию города (со строительством морвокзала, яхтенного порта, гостиниц, реконструкцией причалов), что потребует изменений в генплане города и госэкспертиз проектов их строительства с учетом экологических ограничений (9).

Но ведь в городе, население которого с 1994 г. сократилось с 272,6 до 180 тыс. человек, а площадь возросла до 0,36 тыс. км², уже сегодня действуют 654 промышленных предприятия. А го-