

ГЕОФИЗИКА

550.834(571.64)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМИКИ ДЛЯ ВЫЯСНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ЮЖНО-САХАЛИНСКОГО ГАЗОВОДОГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА

В.В. Аргентов, В.В. Жигулев, О.А. Мельников, В.Н. Патрикеев

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Рассматриваются материалы малоглубинных сейсмических исследований центральной прикратерно-грифонной части Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана. По скоростям продольных волн выделено три слоя: нижний высокоскоростной отвечает фундаменту вулкана, среднескоростной – ранним диагенезированным продуктам деятельности вулкана, низкоскоростной – слабо диагенезированным продуктам недавних извержений или газоводонасыщенной глинистой массе, заполняющей промежуточную камеру и подводящие каналы в фундаменте вулкана. Промежуточная камера мощностью до 7 м располагается на границе между фундаментом и перекрывающим его покровом под наиболее активной группой высоких (до 0.5 м) грифонов. Приуроченность максимального количества накопленных продуктов деятельности вулкана к привершинной части холма с грифонами свидетельствует об устойчиво фиксированном положении основного подводящего канала вулкана с момента его возникновения. Полученные материалы позволяют рекомендовать малоглубинную сейсмику для исследования других грязевых вулканов Сахалина.

Ключевые слова: малоглубинная сейсмика, сейсмогеологический разрез, Южно-Сахалинский газоводогрязевой вулкан.

ВВЕДЕНИЕ

Периодически бурно извергающийся Южно-Сахалинский газоводогрязевой вулкан, расположенный к северо-западу от областного центра, в 500 м севернее железной дороги Южно-Сахалинск – Холмск, представляет не только сугубо научный (редкое природное явление), но и практический интерес: прямой признак высокой перспективности окружающей вулкан территории на нефть и газ, возможность использования продуктов деятельности вулкана – газа, воды, сопочной брекчии и т. д. – в различных народнохозяйственных целях, в частности, в бальнеологических. В связи с этим вулкан заслуживает самого разностороннего изучения. Имеющиеся сведения о вулкане [1–3, 6–13] ограничиваются данными об окружающем его рельефе, общем геологическом строении и сравнительно отрывочном, эпизодическом характере деятельности в последние 100–150 лет. Отсутствуют какие-либо данные о времени возникновения вулкана, о количестве, составе и строении всего извергнутого вулканом материала с момента его зарождения. Восполнением этого пробела в какой-то мере и являются проведенные в 1998–1999 гг. на Южно-Сахалинском газоводогрязевом вулкане малоглубинные сейсмические исследования методом преломленных волн.

АППАРАТУРА, УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ

Возбуждение сейсмических волн производилось с помощью ударного инструмента, снабженного системой синхронизации отметки момента удара и синхронного запуска сейсмической станции, с энергией воздействия на грунт в момент удара порядка 350 Дж. Прием сейсмических волн осуществлялся электродинамическими вертикальными и горизонтальными сейсмоприемниками (СВ-30, СГ-20). Для регистрации использовалась 12-ти канальная портативная цифровая сейсмическая станция «Талгар-6», позволяющая производить накопление сейсмической информации.

Работы проводились при следующих параметрах наблюдений: расстояние между пунктами возбуждения – 22 м, максимальная длина годографа – 66 м, удаление линии профиля от пунктов бокового возбуждения 22 и 44 м, частотный диапазон регистрируемого сигнала 16–250 Гц, количество накопленных на каждом пункте возбуждения от 2 до 30.

Наблюдения выполнялись по системе встречных и нагоняющих годографов. На каждой расстановке сейсмоприемников возбуждение упругих колебаний велось как вдоль линии наблюдений, так и на разных удалениях с обеих сторон от нее. Такая систе-

ма наблюдений позволила провести сейсмическое просвечивание тел с аномальными скоростями сейсмических волн с разных направлений и оконтурить их.

Построение скоростных разрезов производилось с использованием пакета специализированных программ SEIS-83 методом лучевого трассирования [14].

Во время полевых работ в привершинной части пологого безлесного холма, покрытого разновозрастными грязевыми полями с несколькими различными группами активно действующих (газирующих пузырями и изливающих на поверхность воду и жидкую грязь) и «потухших» грифонов, была составлена схематическая карта рельефа в изогипсах через 0,5–1 м в масштабе 1 : 1000, разбита и отработана система из 8 пересекающихся профилей (рис. 1): четыре строго параллельных профиля (П01, П02, П03 и П04) северо-восточного простирания и одинаковой длины в 110 м и четыре профиля (П1, П2, П3а и П3б и П4), пересекающих первые, разной длины и ориентировки, с общим усредненным направлением СЗ-ЮВ. Из этих четырех последних профилей наиболее протяженным является составленный из двух продолжающих друг друга частей профиль П3а и П3б суммарной длиной в 240 м, ориентированный строго в СЗ-ЮВ направлении. Остальные три профиля одинаковой длины в 110 м ориентированы в ССЗ-ЮЮВ направлении.

Выбор системы профилей определялся не только последующей жесткой увязкой при интерпретации, но и чисто местными условиями, в частности, рельефом, конфигурацией грязевых полей, особенно самого последнего из них по возрасту, и местоположением грифонов.

Отвечающий вулкану безлесный холм в своей привершинной части состоит из двух пологоовальных возвышений высотой 1,5–2 м, разделенных седловиной. Седловина и разделяемые ею два отрога, идущие от возвышений, постепенно понижаются, протягиваются в восток-северо-восточном направлении. Здесь и располагается округлое, слегка вытянутое вдоль ограничивающих его отрогов, свежее грязевое поле, диаметром около 50 м, обязанное своим происхождением последнему бурному извержению Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана в 1996 г. [5]. Вблизи юго-западного края свежего поля располагается группа наиболее высоких (до 0,5 м) и наиболее активногазирующих и изливающих грязь грифонов, а в центре поля – слегка приподнятый бугор, отвечающий предположительно группе «потухших» грифонов. Несколько групп активно действующих грифонов,газирующих и изливающих мутную воду, располагается западнее и юго-западнее южного пологого возвышения. С учетом вышперечисленных особенностей четыре строго параллельных между собой профиля ориентированы по простиранию седловины, вдоль свежего грязевого поля через груп-

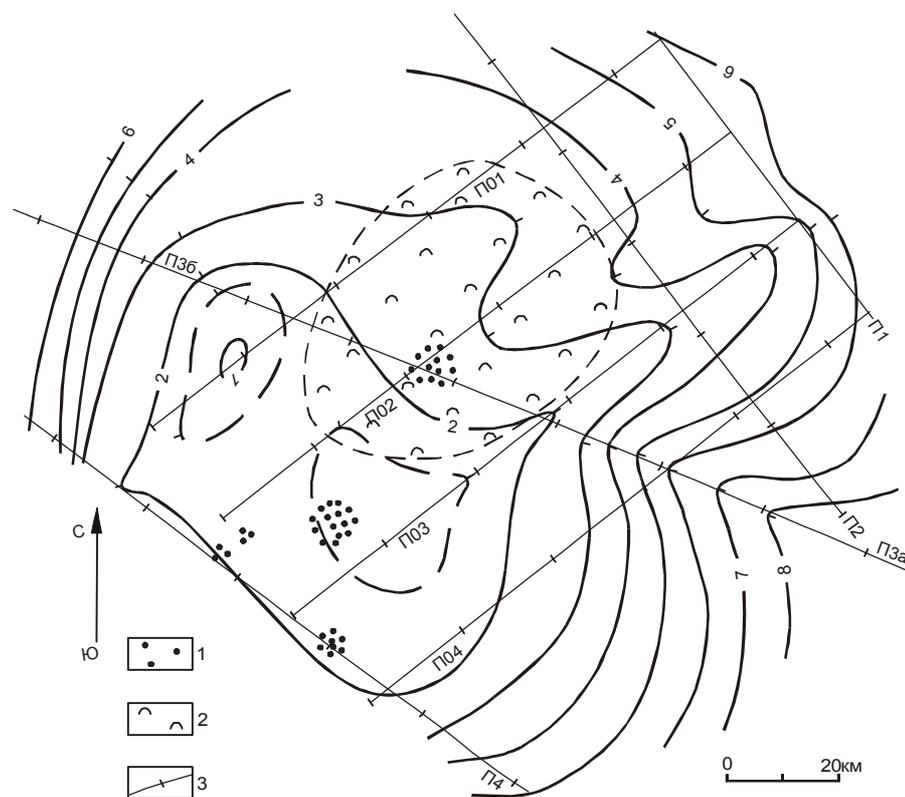


Рис. 1. Карта рельефа и особенностей привершинной части Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана с системой сейсмических профилей.

1 – грифоны; 2 – грязевое поле последнего активного извержения вулкана; 3 – линии сейсмических профилей.

пу наиболее высоких и активных грифонов. Остальные четыре профиля идут поперек этих элементов рельефа, а наиболее длинный из профилей проходит через ту же группу наиболее высоких и активных грифонов.

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Полученные по отработанным профилям данные о скоростях прохождения продольных волн в слагающих Южно-Сахалинский газоводогрязевой вулкан горных породах характеризуют разрез глубиной до 20–25 м (рис. 2, 3). Несмотря на достаточно широкий и весьма изменчивый разброс значений скоростей, они при общем росте с глубиной образуют три достаточно отчетливо обособленных интервала: низкоскоростной, со значениями скоростей 0,3–0,75 км/с, среднескоростной – 1,2–1,6 км/с и высокоскоростной – 1,7–2,05 км/с. Эти интервалы характеризуют три слоя.

Наиболее четко обособленным и однородным, практически на всех отработанных профилях, является высокоскоростной слой, начинающийся с глубины 5 м и более. Исключение составляет лишь профиль П1 (рис. 3) по восточной окраине изученного участка, где на пикетах 50–60 м внутри высокоскоростного слоя на глубине 10–15 м, в 5 м от его кровли, обособляется небольших размеров (шириной 10 м), уходящий на неизвестную глубину низкоскоростной ($V = 0,7$ км/с) объект с неясными границами.

Кровля высокоскоростного слоя на большинстве профилей сравнительно ровная, полого волнистая, с субширотно ориентированной ложбиной в середине участка, ограниченной с северо-востока и юго-запада относительно приподнятыми участками (рис. 4). Ось этой ложбины понижается в запад-северо-западном направлении и наибольшей своей глубины в 22 м достигает на пикете 20 профиля П01, под наиболее высокой частью пологого северного возвышения в привершинной части холма вулкана. К осевой части этой ложбины приурочена и группа наиболее высоких и активных грифонов.

Наиболее сложное и контрастное строение имеет поверхность высокоскоростного слоя на юго-восточном склоне холма вулкана, вдоль профиля П04. Здесь в кровле высокоскоростного слоя отмечаются два волнообразных поднятия (рис. 4).

Гораздо изменчивее, по сравнению с высокоскоростным, ведет себя среднескоростной слой. Этот слой, достигающий средней мощности в 10 м, то резко увеличивается по мощности в 1,5 и более раз (профили П04, П2, П4), то уменьшается до 1–2 м (профиль П02), то полностью выклинивается (профили П03, П04, П3а и П3б), то расщепляется на выклинивающиеся ветви (П01, П03, П1, П2).

Места явного и резкого утолщения среднескоростного слоя, отмечаемые на обоих концах профилей П2, П4, П04 и на юго-восточном конце профиля П1, соответствуют склоновым участкам холма-вулкана. Места резкого уменьшения мощности среднескоростного слоя (профили П03, П04, П3а и П3б, П4) отвечают достаточно широкой полосе, пересекающей холм-вулкан в северо-восточном направлении с охватом территории большинства групп грифонов и свежего грязевого поля.

Наибольшей сложностью в распределении скоростей характеризуется низкоскоростная толща, образующая сплошной сложный приповерхностный «покров» (отмечающийся практически на всех профилях без исключения), но зачастую вклинивающаяся в виде различных линзовидных прослоев внутрь или в основание среднескоростного слоя (профили П01, П02, П1, П2, П3а и П3б), а в одном случае (профиль П1) – даже внутрь высокоскоростного слоя. Наибольшей мощности (до 10–12 м) низкоскоростной покров достигает в наиболее высокой привершинной части холма-вулкана, непосредственно на обеих овально-пологих возвышенностях (пикет 20 на профиле П03) в юго-западной части рассматриваемого участка и вблизи всех групп действующих грифонов, особенно под группой наиболее высоких грифонов (пикеты 30–50 на профиле П02 и 120–140 – на профиле П3б).

Расщепление среднескоростного слоя линзовидными низкоскоростными прослоями свойственно восточной окраинной части рассматриваемого участка (пикеты 90–110 на профиле П03, 70–90 – на профиле П2 и практически вдоль всего профиля П1). Низкоскоростная линза в основании среднескоростного слоя, лежащая непосредственно на высокоскоростном слое, заметно вытянута вдоль профиля П02 (пикеты 30–80), как раз под самым последним, 1996 года, грязевым полем, достигает максимальной мощности в 10 м прямо под группой самых высоких грифонов (пикеты 120–130 на профиле П3б и 40–70 – на профиле П02).

Упомянутый выше низкоскоростной объект внутри высокоскоростного слоя отмечен лишь в одном месте (пикеты 50–60 на профиле П1) на дальнем восточном краю изучаемого участка, на продолжении зоны с грифонами.

Наиболее вероятная геологическая интерпретация полученных малоглубинной сейсмоки данных состоит в следующем. Расположенный в основании всех отработанных профилей высокоскоростной слой (своего рода основание или фундамент Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана) отвечает кровле алевролитово-аргиллитовой позднемеловой (быковская свита) формации [4], вскрываемой в обнажениях в руслах рек Алат и Пуа, севернее и юж-

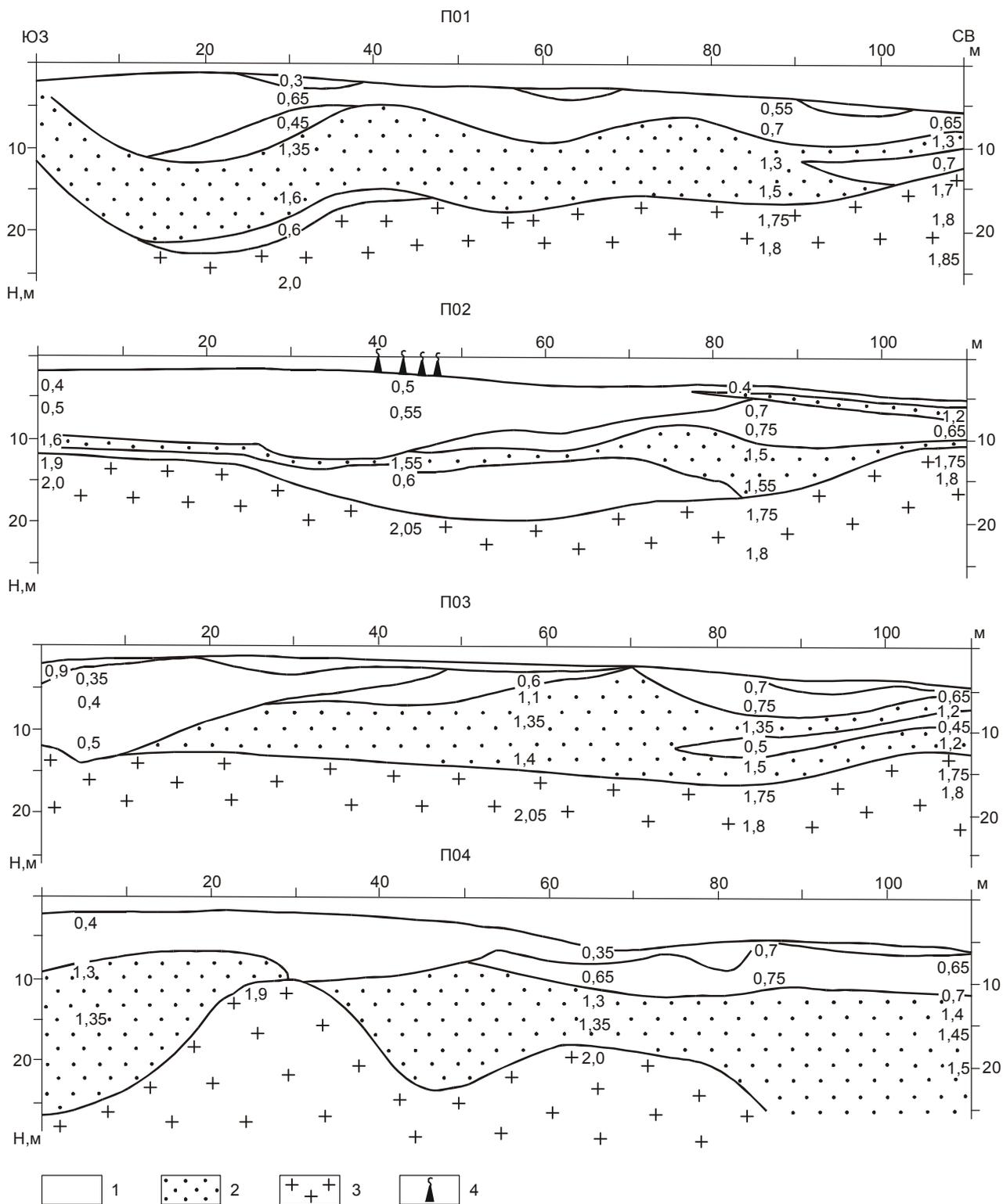


Рис. 2. Сейсмогеологические разрезы вдоль профилей П01, П02, П03, П04 в привершинной части Южно-Сахалинского газодогрязевого вулкана.

1 – низкоскоростная толща, сложенная слабо диагенезированными продуктами недавних извержений; 2 – среднескоростная толща, сложенная более диагенезированными продуктами ранних извержений; 3 – высокоскоростная толща, предположительно отвечающая кровле алевролитов-аргиллитовой (быковская свита) формации позднемелового возраста; 4 – грифоны.

Цифры на разрезах – скорости продольных волн в км/с.

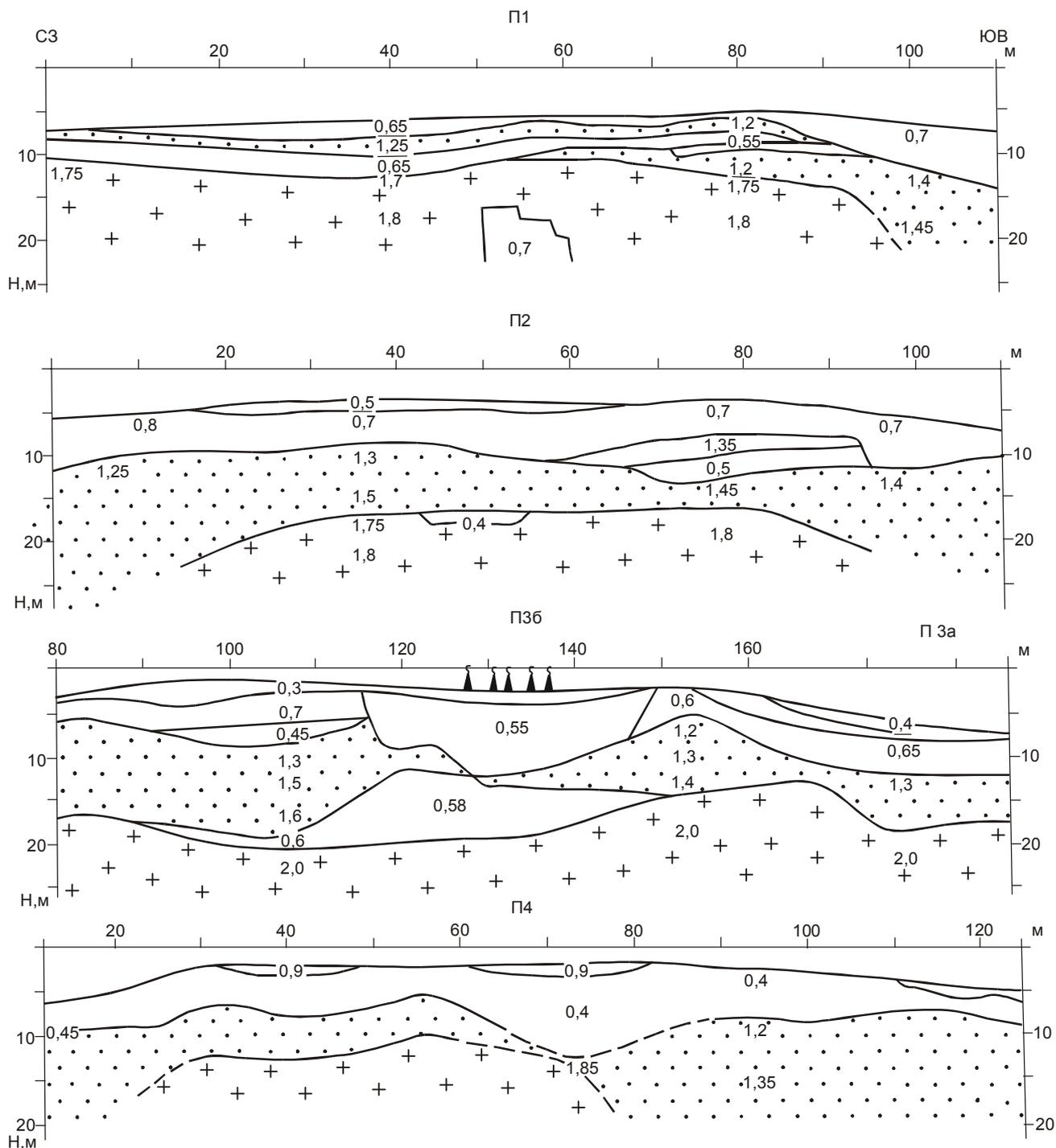


Рис. 3. Сейсмогеологические разрезы вдоль профилей П1, П2, П3а+36 и П4 в привершинной части Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана. Условные обозначения те же, что и на рис. 2.

нее вулкана. Очень узкий диапазон разброса скоростей волн (1,75–2,05 км/с), постоянство и выдержанность их в высокоскоростном слое вдоль всех обработанных профилей подтверждают однообразие и монотонность вещественного состава этого слоя –

тонкослоистое переслаивание алевролитов и аргиллитов, слагающих предполагаемую алевролито-аргиллитовую меловую формацию.

Пологоволнистый характер поверхности высокоскоростного слоя на большинстве профилей

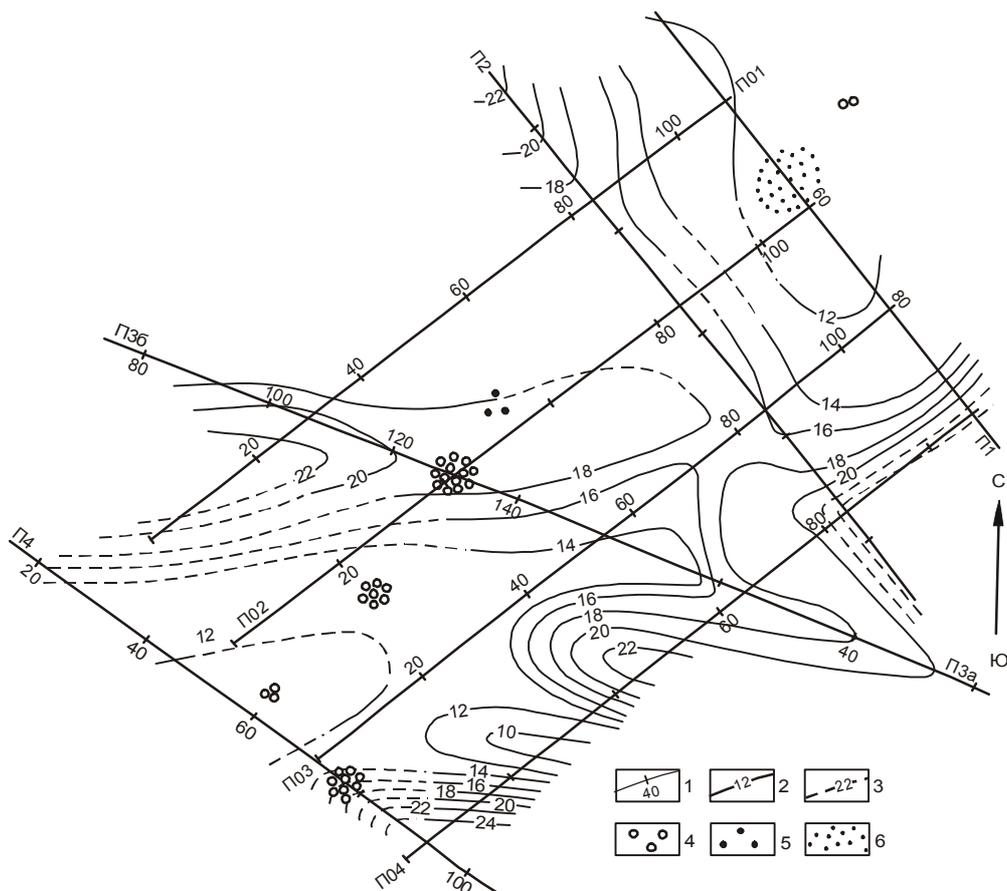


Рис. 4. Карта рельефа "фундамента" – кровли алевролитно-аргиллитовой (быковская свита) формации – Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана.

1 – линии сейсмических профилей с пикетами в метрах; 2–3 – стратоизогипсы кровли «фундамента» вулкана: 2 – уверенно определяемые, 3 – предполагаемые; 4–5 – грифоны: 4 – действующие, 5 – "потухшие"; 6 – местоположение предполагаемого, не вышедшего на поверхность подводящего канала.

указывает на сравнительно высокую выровненность эрозионного рельефа алевролитно-аргиллитовой формации, предшествующего последующему осадконакоплению продуктов деятельности Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана. Осложняющая этот рельеф субширотная ложбина, погружающаяся на запад, возможно, отвечает древней погребенной речной долине одного из притоков расположенной западнее р. Алат. Долина эта в настоящее время оказалась перекрытой более поздними продуктами осадконакопления, прежде всего продуктами деятельности Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана.

Резко расчлененный рельеф поверхности высокоскоростного слоя вдоль юго-восточного края изученного участка, вдоль профиля П04, может быть связан с высокой расчлененностью древнего погребенного эрозионного рельефа – западными склонами долины ручья, которую наследует в настоящее время текущий на юго-восток ручей – левый приток р. Путы, или текущий на север ручей – правый приток р. Алат. Усложнение этого древнего погребенного рельефа может быть связано с проходящим где-то поблизости выходом сместителя Тымь-Поронайского взбросо-надвига, активно проявляющегося в подвижках и землетрясениях. С активностью Тымь-Поронайского взбросо-надвига многие исследова-

тели связывают местоположение и деятельность самого Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана [2, 7, 8, 11, 13].

Залегающий на высокоскоростном слое среднескоростной слой, судя по сложности его общего строения и ограничивающих поверхностей, изменчивому характеру мощностей и гораздо более широкому разбросу значений скоростей (1,2–1,6 км/с), представляет собой, вероятно, диагенетически в разной степени уплотненные продукты ранней деятельности Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана. На постепенно нарастающий с глубиной диагенез этих продуктов и переход их в относительно однородный слой указывают закономерно, без инверсий, возрастающая с глубиной скорость волн и одинаковый характер изменения значений скоростей вдоль профилей.

Четко выраженное увеличение мощностей среднескоростного слоя на концах большинства профилей, то есть на склонах холма-вулкана, и уменьшение их вплоть до полного выклинивания слоя в направлении к привершинной части холма-вулкана лучше всего объясняются постоянной приуроченностью основного подводящего канала вулкана к вершине холма и растеканием извергаемого вулканом материала с вершины по склонам холма к его периферии или подножию. По всей видимости, этой пери-

ферии или подножию холма и соответствуют наибольшие мощности среднескоростного слоя и уменьшение их, вплоть до полного выклинивания в направлении к вершине холма, откуда сползал извергающийся вулканом материал. Наблюдаемое иногда по периферии холма расщепление и выклинивание отдельных ветвей среднескоростного слоя объясняется сложным характером наложения новых грязевых полей на более древние, различно диагенезированные на своей дальней периферии.

Влиянием нескольких разнородных факторов объясняется сложный характер строения низкоскоростного слоя. Сложное распределение скоростей волн в близповерхностном покрове низкоскоростного слоя обусловлено, по-видимому, наложением друг на друга разновозрастных грязевых потоков или полей, различным влиянием на их диагенез погодных условий, особенностей рельефа, растительного и почвенного покрова и т. д.

Вблизи грифонов на поведение скоростей в низкоскоростном слое наибольшее влияние оказывает поступающий снизу газ. Разуплотнением, а тем самым понижением скорости, хорошо объясняются повышенные мощности низкоскоростного слоя вдоль северо-восточно ориентированной зоны активно действующих грифонов и особенно вблизи группы наиболее высоких грифонов в привершинной части холма-вулкана.

Наибольший интерес представляет обнаруженная на глубине 12 м под действующими грифонами низкоскоростная линза мощностью до 10 м (ПК 115–150, на профиле ПЗ; ПК 30–80, на профиле П02). Она залегает между среднескоростным и высокоскоростным слоями и, судя по значениям скоростей продольных волн (0,4–0,6 км/с), представляет собой промежуточную камеру, сложенную рыхлыми газонасыщенными породами и образовавшуюся на пути подъема продуктов вулканической деятельности.

Обращает на себя внимание следующая закономерность: на тех участках активных газоводогрязевых проявлений, где эта промежуточная камера присутствует, располагающиеся над ней грифоны представляют собой конусообразные грязевые постройки высотой до 0,5 м. Выброс продуктов извержения здесь происходит эпизодически, небольшими порциями с интервалом в несколько минут, и каждая порция сопровождается всхлопыванием газовых пузырей. В тех случаях, когда промежуточная камера под грифонами отсутствует (например ПК 60–80 на профиле П4), выброс продуктов извержения происходит в виде постоянно изливающейся жидкой бурлящей массы из воронкообразных отверстий на поверхности земли без образования конусообразных сооружений. То есть прослеживается определенная закономерность между формой проявления вулкани-

ческой деятельности на поверхности земли и наличием в верхней части разреза промежуточной камеры. На основании этого предполагается, что образованию конусообразных грифоновых сооружений способствует располагающаяся под ними газонасыщенная камера, которая формирует периодичность излияний густой и вязкой фракции грязевого состава, необходимого для сооружения этих построек. По-видимому, механизм, формирующий цикличность излияний, аналогичен тому, который действует при извержении пароводяных гейзеров, где очередная порция термальной воды извергается при создании критического давления пара в подводящем канале. Соответственно в нашем случае выброс очередной порции грязевой массы из приповерхностного участка подводящего канала происходит при достижении критического давления газа в промежуточной камере.

Отсутствие грязевых построек на отдельных участках вулканических излияний вполне логично объясняется отсутствием здесь промежуточных камер, по крайней мере до глубины порядка 30 м (глубинность сейсмических исследований).

С постепенным истощением газа и воды в промежуточной камере и близповерхностной линзе связано проседание участка со свежим грязевым полем и наиболее высокими грифонами, наблюдаемое с 1997 г.

По всей видимости, промежуточная камера между высокоскоростным и низкоскоростным слоями не единственная. Она, очевидно, связана подводящими каналами с более глубокими промежуточными камерами – одной или несколькими, проявляющими себя во время бурных извержений Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана. Эти более глубокие промежуточные камеры должны быть более крупными, чем самая верхняя, судя по объему сопочной брекчии (грязи), выброшенной во время бурных извержений. Кроме этого, они, несомненно, должны быть связаны с подвижками по Тымь-Поронайскому взбросо-надвику, на котором «сидят» Южно-Сахалинский и Пугачевский газоводогрязевые вулканы Сахалина.

Низкоскоростной объект внутри высокоскоростного слоя, отмечаемый на одном лишь профиле П1, отвечает, по всей видимости, кровле слепого штокообразного подводящего канала, заполненного подвижной глинистой массой, насыщенной газом с водой, не выведенной по тем или иным причинам на поверхность, но, видимо, также связанной с расположенной на глубине промежуточной камерой, которая, в свою очередь, связана с Тымь-Поронайским взбросо-надвигом.

Суммированием мощностей среднескоростного и низкоскоростного слоев получаем значения общих мощностей всех выбросов Южно-Сахалинского

газоводогрязевого вулкана с момента своего возникновения (рис. 5).

Как видно из рис. 5, наибольшей мощности в 22 м суммарные выбросы деятельности вулкана достигают на северо-западном краю отработанного участка наиболее высокой части холма-вулкана северного овально-удлиненного возвышения, то есть на месте наиболее глубокой части субширотной ложбины в кровле высокоскоростного слоя или фундамента (рис. 4). Примерно таких же мощностей в 20–22 м суммарные выбросы вулкана достигают вдоль юго-восточного края или склона холма-вулкана, где они также выполняют прогибы в поверхности фундамента.

Сравнивая карту мощностей суммарных выбросов вулкана (рис. 5) с картой поверхности фундамента (рис. 4), нетрудно заметить их очень большое сходство. Наибольшие мощности суммарных выбросов соответствуют понижениям в поверхности фундамента, а наименьшие – разделяющим эти понижения возвышенностям, то есть выбросы в целом сглаживают неровности исходного рельефа фундамента. Приуроченность же наибольшей мощности суммарных выбросов к наиболее высокой части холма-вулкана указывает на достаточно стабильное положение основного подводящего канала вулкана, сформировавшегося к настоящему времени на месте прежнего понижения в фундаменте современный холм-

вулкан с наиболее активными грифонами в привершинной части холма.

ВЫВОДЫ

Опыт применения малоглубинной сейсмологии для изучения строения Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана показал:

1. Достаточно высокую эффективность этого метода для расшифровки строения вулканической постройки газоводогрязевых вулканов, что позволило выделить в составе слагающих вулкан образований три существенно разных слоя (снизу вверх): высокоскоростного, со значениями $V=1,7-2,05$ км/с; среднескоростного, с $V=1,2-1,6$ км/с и низкоскоростного, с $V=0,3-0,75$ км/с.

2. Высокую вероятность отождествления:

а) высокоскоростного слоя с основанием или фундаментом вулкана, отвечающим, вероятнее всего, алевролито-аргиллитовой меловой формации (быковская свита), монотонно однообразные породы которой слагают окружающие вулкан холмы;

б) среднескоростного слоя с прошедшими диагенез (дегазацию и уплотнение) продуктами ранней деятельности вулкана, выполняющими неровности исходного рельефа фундамента вулкана;

в) низкоскоростного слоя с недавними и современными, не прошедшими диагенез продуктами деятельности вулкана, покрывающими предыдущие ди-

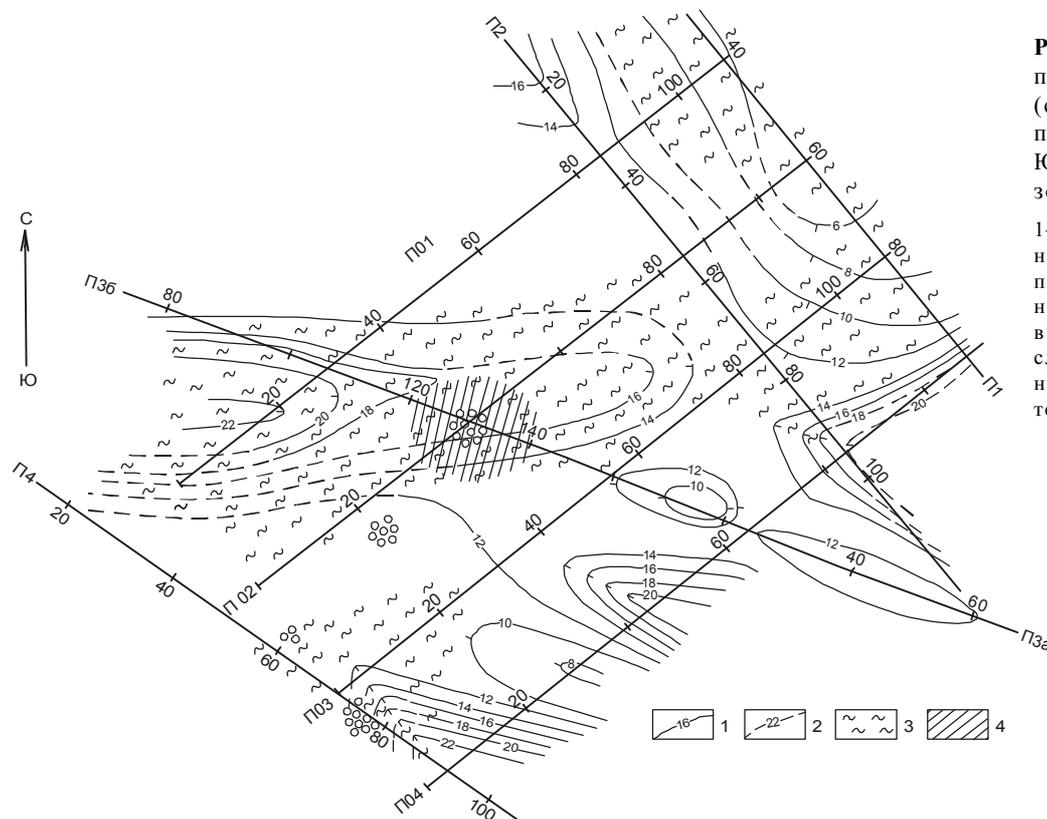


Рис. 5. Карта мощностей предполагаемого «чехла» (суммарных выбросов) в привершинной части Южно-Сахалинского газоводогрязевого вулкана.

1–2 – изопакеты: 1 – уверенно определяемые, 2 – предполагаемые; 3 – расположение низкоскоростных тел внутри среднескоростного слоя, 4 – местоположение низкоскоростной промежуточной камеры.

агенезированные образования, продолжающие выравнивание неровностей прежнего рельефа – с одной стороны, и с заполняющими промежуточные камеры и подводящие каналы высокоподвижной газоводосодержащей глинистой массой и подготавливаемой к извержению сопочной брекчий – с другой.

3. Современный Южно-Сахалинский газодогрязевой вулкан возник или зародился сравнительно недавно на относительно выровненной эрозионной поверхности фундамента, сложенного алевролитно-аргиллитовой позднемеловой формацией. Поверхность рельефа фундамента заметно усложняется к периферии от центра вулкана, особенно в юго-восточном направлении. Покрывающие фундамент продукты деятельности вулкана явно нивелируют неровности его рельефа, сформировав на нем к настоящему времени пологий, почти геометрически правильный куполообразный холм. Приуроченность максимальных значений накопленных продуктов деятельности вулкана к привершинной части холма с грифонами свидетельствует об устойчиво фиксированном положении основного подводящего канала вулкана с момента его возникновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горкун В.Н., Сырык И.М. Опыт расчета глубины залегания и объема выбрасываемого газа при извержении грязевых вулканов на Южном Сахалине // Геология и геофизика. 1967. № 2. С. 30–42.
2. Занюков В.В., Мельников О.А., Федорченко В.И. Извержение Южно-Сахалинского грязевого вулкана // Геология и геофизика. 1982. № 2. С. 127–130.
3. Кратковский Л.Ф. Извержение грязевого вулкана на Сахалине // Сов. геология. 1960. № 2. С. 145–146.
4. Мельников О.А. Геологические формации Хоккайдо-Сахалинской складчатой области. Владивосток, 1988. 214 с.
5. Мельников О.А., Сабиров Р.Н. Новые данные о состоянии и былой активности Южно-Сахалинского газодогрязевого вулкана (о. Сахалин) // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 3. С. 37–46.
6. Сайто Ф. Грязевые вулканы близ железной дороги Тоехара-Маока на Южном Сахалине / Пер. с яп. З.И. Кургановой // Тигаку Дзаси. 1928. Т. 40, № 477. С. 1–5. (Фонды СахКНИИ ДВО РАН).
7. Сырык И.М. Грязевые вулканы Южного Сахалина – вероятные спутники нефтяных и газовых месторождений // Геология и геофизика. 1962. № 7. С. 66–75.
8. Сырык И.М. Нефтегазоносность восточных склонов Западно-Сахалинских гор (Южный Сахалин). М.: Наука, 1968. 247 с.
9. Сырык И.М. Грязевые вулканы // Геология СССР. Т. 33. Остров Сахалин. М., 1970. С. 355–368.
10. Смехов Е.М. Грязевые вулканы острова Сахалин // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. Южно-Сахалинск, 1947. Т. 79, вып. 4. С. 493–495.
11. Смехов Е.М. Геологическое строение острова Сахалин и его нефтегазоносность. Л.-М.: Гостоптехиздат, 1953. 321 с.
12. Чернышевская З.А. О грязевых вулканах в южной части Сахалина // Сообщение СахКНИИ. 1958. Вып. 6. С. 118–130.
13. Шилов В.Н., Захарова М.А., Ильев А.Я., Подзоров А.В. Извержение Южно-Сахалинского грязевого вулкана весной 1959 г. // Тр. СахКНИИ. 1961. Вып. 10. С. 83–99.
14. Cerveny V., Psencik J. Program SEIS – 83: Numerical Modelling of seismic wave fields in 2-D laterally varying layered structures by the ray method // Charl Univ. Praha, 1983. 105 p.

Поступила в редакцию 23 декабря 2000 г.

Рекомендована к печати Ю.Ф. Малышевым

V.V. Argentov, V.V. Zhigulyev, O.A. Melnikov, V.N. Patrikeyev

The experience in application of small-depth seismic investigations for revealing of structure of the Yuzhny-Sakhalin gas-water-mud volcano

The paper deals with the materials of small-depth seismic investigations of the central near-crater gryphon part of the Yuzhny-Sakhalin gas-mud volcano. Three layers were distinguished from P-wave velocities. The lower high-velocity layer corresponds to the volcano basement, the mid-velocity layer corresponds to the early diagenesed products of the volcanic activity, the low-velocity layer corresponds to the weakly diagenesed products of recent eruptions or saturated with water and gas clay mass filling the intermediate chamber and the incurrent canals in the volcano basement. The intermediate chamber, about 7 m thick, is located at the boundary between the basement and the cover overlapping it beneath the most active group of high (about 0.5 m) gryphons. The confinement of maximum values of the products accumulated in the process of the volcano activity to the near-summit part of the hill with gryphons testifies to the steadily fixed position of the main volcano incurrent canal beginning from the moment of its relatively recent origination. The obtained data allow us to recommend small-depth seismic investigations to study other mud volcanoes of the Sakhalin Island.