

УДК 550.834:550.831 (265.54)

СТРОЕНИЕ И ВЕРОЯТНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА КРАЕВОЙ ДАМБЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ШЕЛЬФА КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В.Л. Ломтев

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН
ул. Науки 1 Б, г. Южно-Сахалинск, 693022,
e-mail: lomtev@imgg.ru

По результатам интерпретации карты аномального гравитационного поля в редукции Буге и данных НСП анализируется строение и вероятная интрузивная природа краевой дамбы юго-восточного шельфа Корейского п-ова (Сино-Корейский щит). Она выделяется линейной положительной (40–60 мГал) аномалией (220 + 100 км), выходящей в Цусимский (Корейский) пролив. По сейсмическим данным, дамба и линейная аномалия – результат внедрения интрузии основных или ультраосновных пород в акустический фундамент и неоген-четвертичный осадочный чехол (мегадайка).

Ключевые слова: Сино-Корейский щит, Цусимский (Корейский) пролив, шельф, краевая дамба, линейная гравитационная аномалия, интрузия (мегадайка).

Континентальные шельфы представляют затопленную, мелководную периферию современных материков Земли. В геолого-геофизическом отношении это наиболее изученная часть Мирового океана, в том числе благодаря нефтегазовой разведке [13, 14]. Основные представления и модели строения континентальных шельфов разработаны в 60–70-е годы прошлого века по материа-

лам одноканального НСП МОВ (рис. 1 а–з) и бурения [14]. В контексте настоящей работы обратим внимание на краевые дамбы, впервые описанные К.О. Эмери как погребенные поднятия у бровки или внешнего края шельфа. Он считал их тектоническими барьерами или горстами акустического фундамента (tectonic dam – тихоокеанский шельф Северной и Южной Америки), антикли-

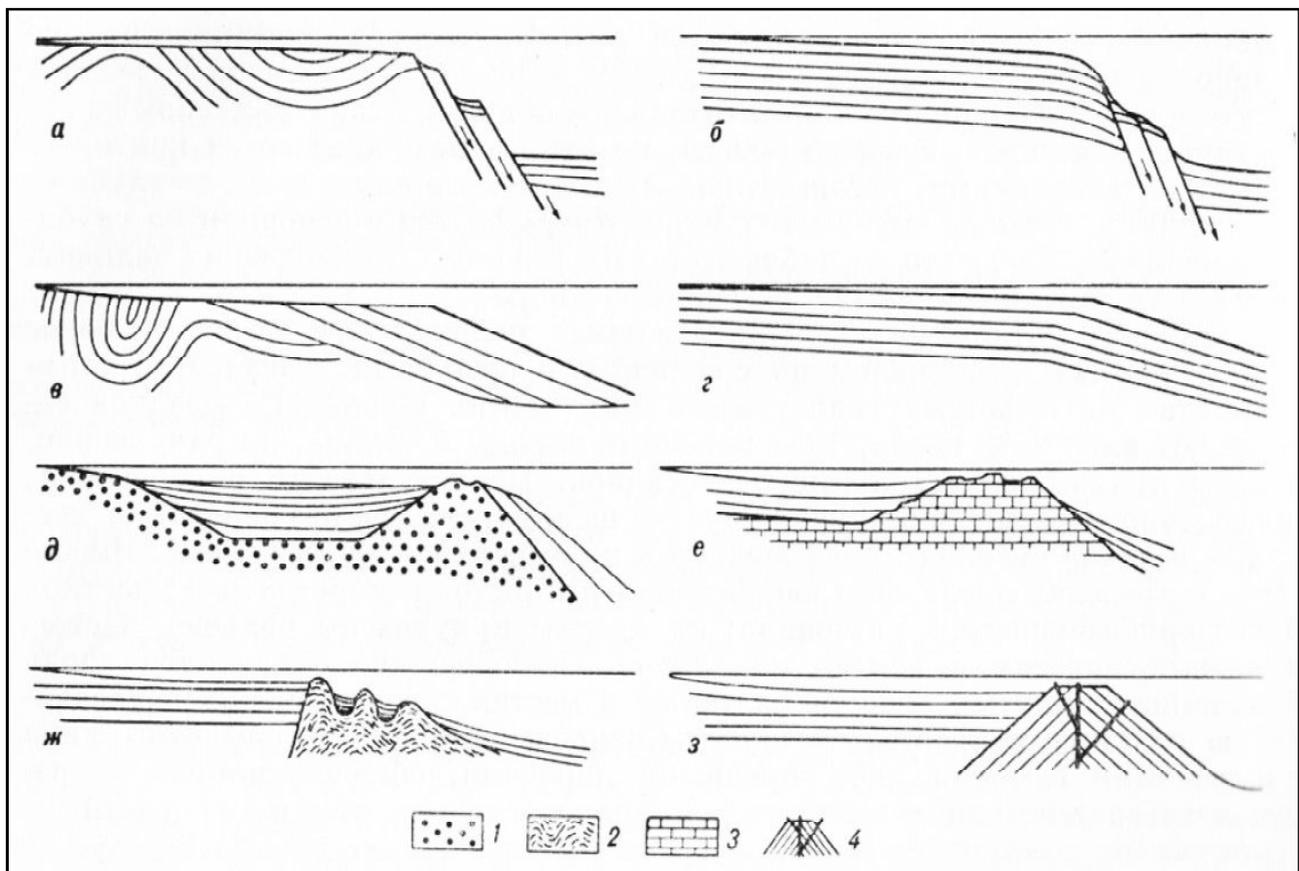


Рис. 1 а–з. Модели континентальных шельфов [14]:

1 – породы фундамента; 2 – соляные купола; 3 – коралловый риф; 4 – вулканическая постройка

налями, реже барьерными рифами или соляными куполами (диапиры), определявшими локализацию поступающего со смежной суши осадочного материала в шельфовых прогибах.

Ф.П. Шепард дополнил модели краевых дамб Эмери вулканическими постройками (рис. 1 з), а соляной диапиризм – и возможными проявлениями грязевулканизма [14]. Он обратил внимание на признаки абразии (срез наклонных слоев) на шельфе – местами аномально мощный осадочный разрез, выходящий на континентальный склон и нередко нарушенный сбросами (рис. 1 а–г). Г.Д. Хедберг в 1970 г. детализировал строение этого разреза у бровки шельфа, выделив проградационный и эрозивный типы (см. рис. 124 в [13]). Заметим, что описываемые дамбы он называл краевыми грядами.

На интрузивную природу и молодой, четвертичный, возраст аналогичных структур на шельфе Сенегала (интрузия базальтов, вскрытая бурением) и Восточно-Китайского моря (по данным НСП) впервые, видимо, обратил внимание М. Хосино [13]. По результатам геологической интерпретации данных НСП МОВ (непрерывное сейсмическое профилирование методом отраженных волн) и МОГТ (метод общей глубинной точки) ОАО «Дальморнефтегеофизика», краевые дамбы на шельфе северо-востока Сахалина и магаданском шельфе Охотского моря образованы молодыми, вероятно раннечетвертичными, мегадайками ультрабазитов шириной от 2 до 8 и протяженностью до 360 км с характерными линейными гравимагнитными аномалиями (рис. 2) [7, 8, 16].

Охотский шельф на юго-западе о. Итуруп в районе экструзивной соммы кальдеры Львиная Пасть формирует кольцевая среднечетвертичная дайка вязких магм

[5]. Интрузивную природу, видимо, имеет известная магнитная мегааномалия вдоль внешней дуги Курил [12].

Единственной классической мегадайкой мира принято считать Великую дайку шириной 3,2–12,3 и протяженностью 560 км на территории Республики Зимбабве [11]. Длительное время ультрабазиты Великой дайки – лополита в поперечном сечении – находятся в горнорудной разработке (хром, никель, медь, платина).

Из изложенного выше понятен интерес к строению и, возможно, интрузивной природе (мегадайка) краевой дамбы и связанной с ней в плане крупной линейной гравитационной аномалии [6], давно известных на юго-восточном шельфе Корейского п-ова (Сино-Корейский щит) и прилегающем северном выходе из Цусимского (Корейского) пролива [9, 14, 18]. Эта работа дополняет нашу предшествующую статью по сейсмостратиграфии, магматизму и нефтегазоносности прилегающих батинальных котловин и трога Уллындо [4], основанную на результатах геологической интерпретации данных НСП, полученных в 1991 и 1993 годах во время российско-южнокорейских (ИМГиГ - KORDI) геолого-геофизических исследований [1, 18].

Исходные данные

Основными материалами для настоящей работы стали уточненные гравиметрические карты в редукции Буге по юго-востоку Корейского п-ова и смежной подводной континентальной окраине из отчета [18], батикарта и профиль НСП №17 [17] (рис. 3–5) и для сравнения – опубликованные данные МОГТ и НСП по охотским мегадайкам (рис. 2) [6, 8, 16].

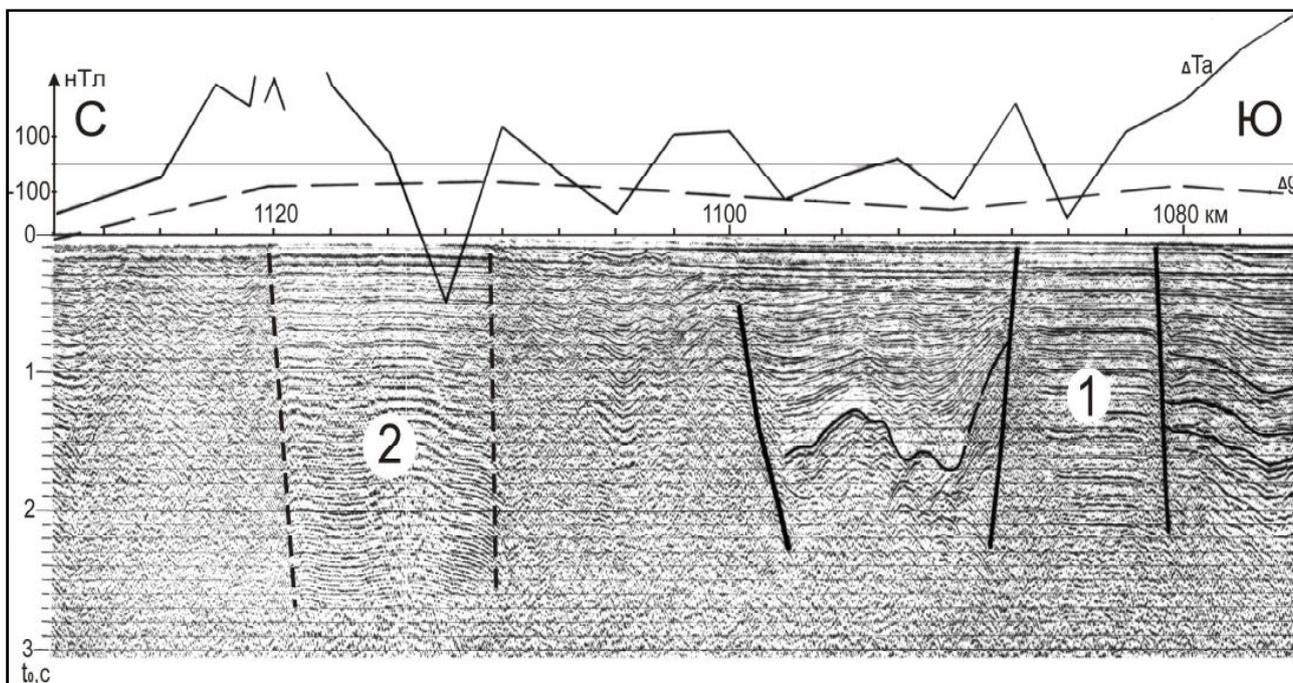


Рис. 2. Профиль МОГТ 1632 ОАО «Дальморнефтегеофизика» через Магаданскую (1) и Кони-Пьягинскую (2) мегадайки [8]:

ломаная линия – наблюдаемая кривая аномального магнитного поля, пунктир – кривая аномального гравитационного поля. Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега, горизонтальный масштаб в километрах

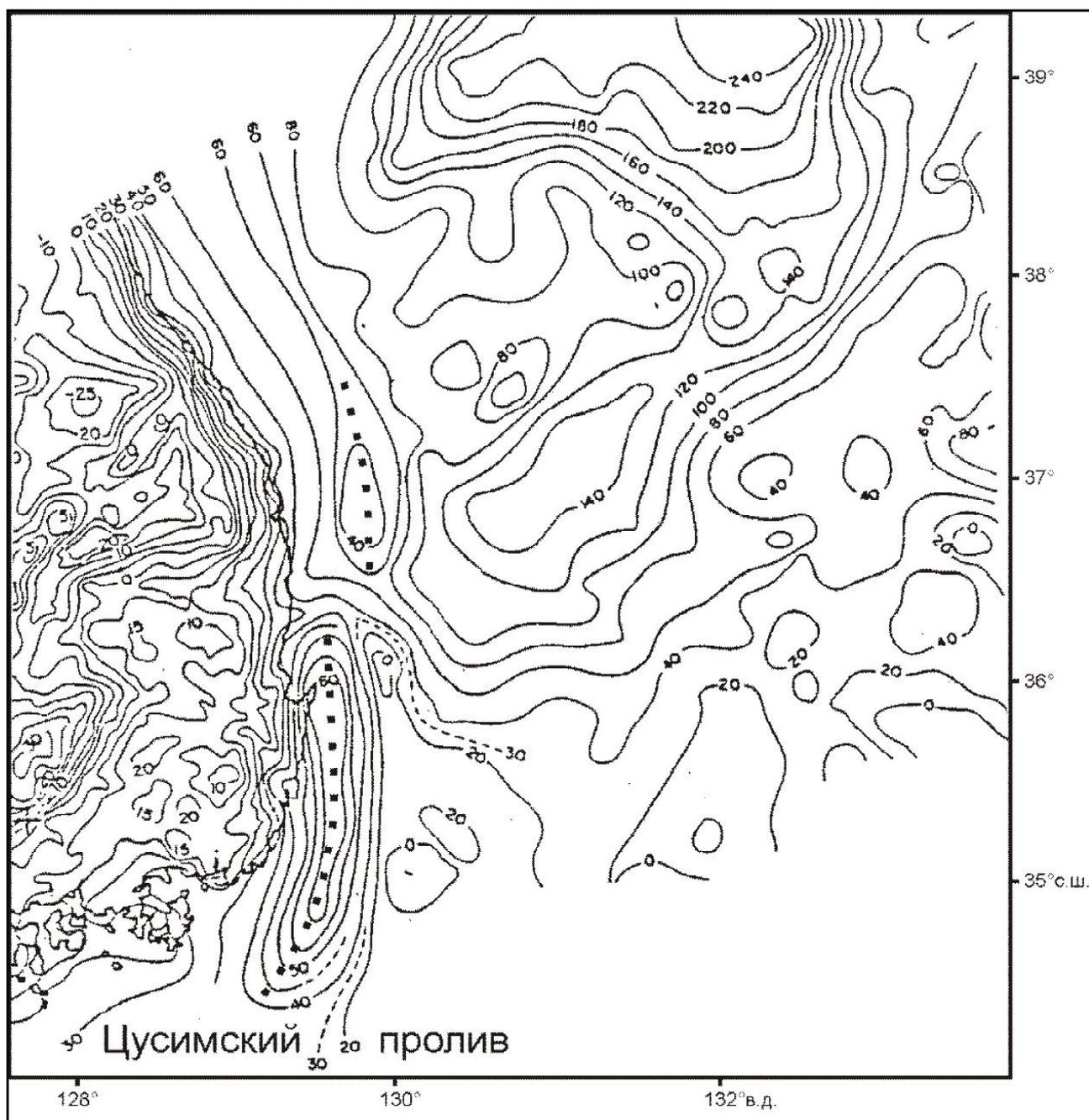


Рис. 3. Гравиметрическая карта Корейского п-ова и его юго-восточной подводной окраины в редукции Буге [18]. Сечение изоаномал от 5 (суша и шельф) до 20 мГал (континентальный склон). Линия черных квадратов – Цусимская мегадайка [6] здесь и на рис. 4

На гравикarte района (рис. 5) по амплитудам аномального гравитационного поля четко обособляются Корейский п-ов, или Сино-Корейский щит, (± 30 мГал), его япономорский шельф (+40–60 мГал) и Прикорейский (+20–40–80–240 мГал) бордерленд [10], или континентальный склон. В строении последнего депрессиям рельефа отвечают относительные минимумы поля, а выступам пород архея – максимумы [2, 10, 15]. Резкие отличия рассматриваемых морфоструктур проявляются также в размерах показанных аномалий и их простирациях. Особенно четко выделяется меридиональная положительная аномалия протяженностью 220 и шириной 58 км с осью близ бровки континентального шельфа и его крае-

вой дамбы [9, 18]. Она оконтуривается изоаномалами 40–60 мГал, следующими примерно параллельно береговой линии Корейского п-ова с выходом на юге на акваторию Цусимского пролива. Близ ее северного окончания выделяется небольшая меридиональная положительная аномалия протяженностью около 100 км, северное окончание которой с края континентального шельфа смещено на верхнюю часть континентального склона с глубинами 200–400 м (рис. 4).

Таким образом, обе гравитационные аномалии маркируют градиентную зону, видимо связанную с региональным глубинным разломом. Однако последний, вслед за П.Н. Кропоткиным и Ро Су Воном, здесь обыч-

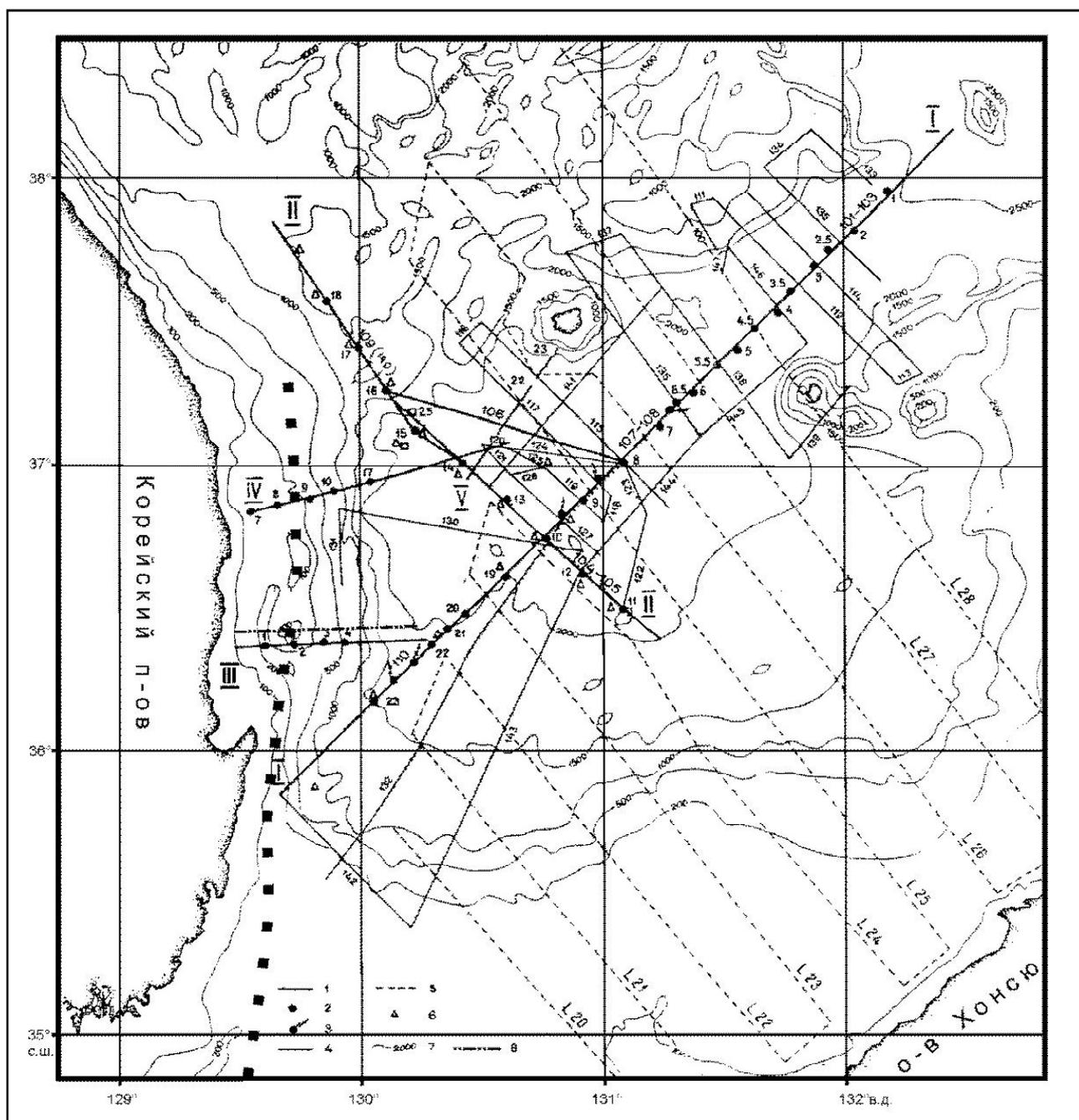


Рис. 4. Батиметрическая карта юго-восточной подводной окраины Корейского п-ова [4, 18]:

1 – профили МПВ I-IV, 2, 3 – положение автономных донных сейсмостанций и сейсмобуев соответственно [1]; 4, 5 – профили НСП ИМГиГ и Геологической службы Японии (ссылка в [4]) соответственно; 6 – точки определения кондуктивного теплопотока; 7 – изобаты в метрах; 8 – профиль НСП №17 (см. рис. 5)

но проводят в основании верхнего уступа континентального склона на глубинах 1000–1500 м [1, 2, 10].

Для определения геологической природы аномальных масс, образующих эти аномалии, обратимся к материалам сейсморазведки. На широтном профиле МПВ III [1, 6] на краю юго-восточного шельфа Корейского п-ова выделяется слегка асимметричный выступ, или горст, акустического фундамента, ограниченный нормальными сбросами. Заметим, что это вполне традиционная тектоническая интерпретация выступов фундамента и в других регионах Мирового океана [12–14].

На проходящем рядом профиле НСП МОВ № 17 вы-

деляются следующие черты строения краевой дамбы (рис. 5). В рельефе шельфа она представляет собой низкую столовую грядку с крутыми бортами, оконтуренную изобатой 100 м. Гряда имеет уплощенную, вероятно, абрадированную вершину (бенч) шириной около 5 км. Под ней, судя по 1–3-й кратным волнам зоны реверберации, залегают среднескоростные породы акустического фундамента, формирующие вертикальный блок в низкоскоростном, неоген-четвертичном чехле (вмещающий матрикс) всячего осадочного бассейна Пхохан (Pohang – [1]). По аналогии с охотскими мегадайками маломощная (первые метры) валунно-галечная отмостка на бенче

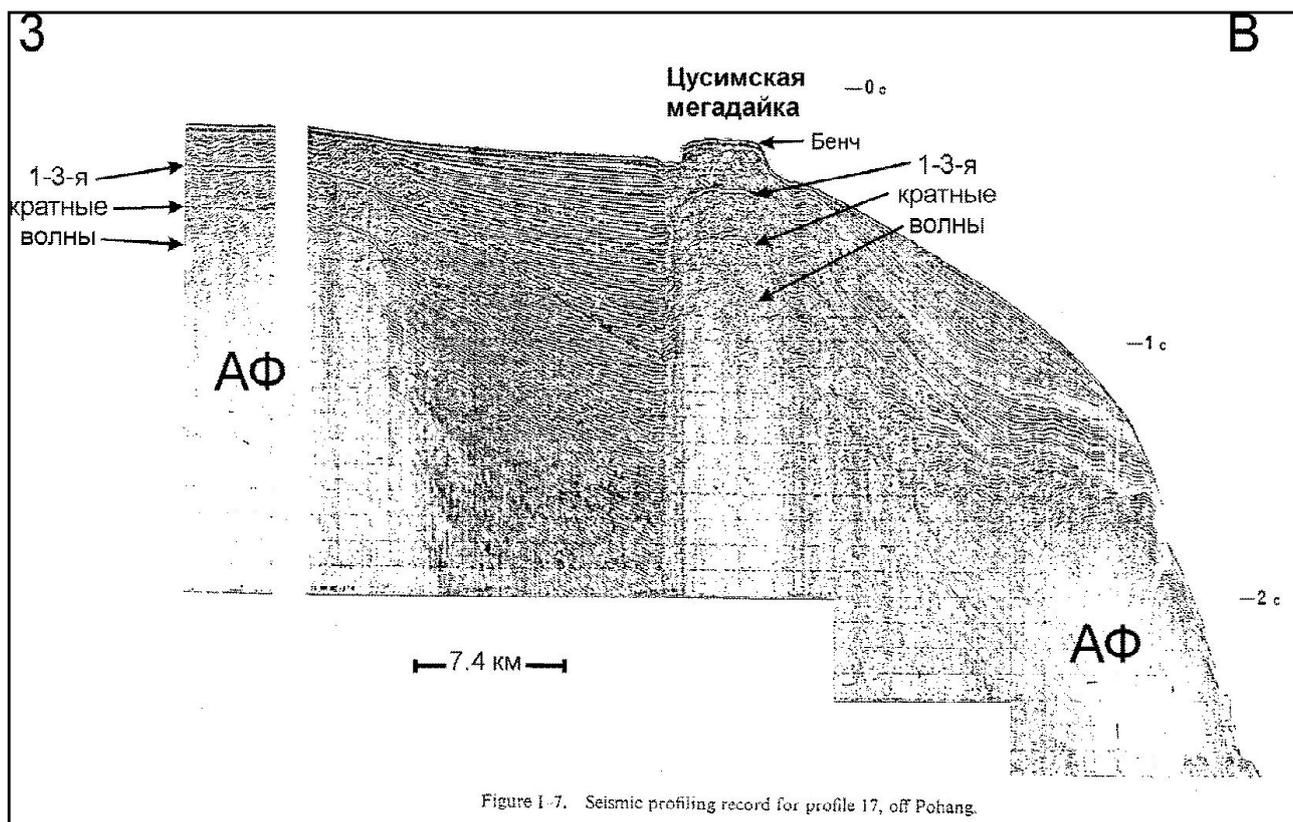


Figure 1-7. Seismic profiling record for profile 17, off Pohang.

Рис. 5. Профиль НСП МОВ №17 [17]. Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега. Зоны реверберации с 1-, 2- и 3-й кратными волнами под краевой дамбой (мегадайка) и в зоне выхода докайнозойских пород акустического фундамента (АФ) слева (внутренний шельф)

способна формировать вертикальную зону реверберации сейсмических волн из-за резкого (от 1,5 км/с в воде до ~ 5 км/с в блоке) скачка скорости распространения продольных волн (рис. 2) [8]. Заметим, что другая зона реверберации на этом профиле связана с выходом на дно докайнозойских пород акустического фундамента [1, 2, 4, 15].

Высота блока фундамента на рис. 5 соответствует мощности неоген-четвертичного чехла, которая здесь составляет около 700 м (при средней скорости распространения продольных волн в чехле 2000 м/с). Вблизи его стенок осадочные слои приподняты, что указывает на относительное воздымание блока или опускание прилегающих территорий, особенно к северу. В строении чехла близ бровки континентального склона четко выделяется придонная линза мощностью до 300 м (определена при средней скорости распространения продольных волн 1600 м/с). Она вложена или прислонена к северному склону дамбы и, следовательно, моложе ее. Формирование линзы, вероятно, связано с абразией дамбы и выносом осадков с прилегающей суши по долинам, выходящим на континентальный склон [18, 19]. С учетом общепринятого поздне-, реже среднетчетвертичного возраста континентальных шельфов Мирового океана можно говорить о довольно молодом, возможно раннетчетвертичном, возрасте краевой дамбы юго-восточного шельфа Корейского п-ова [6].

Сопоставляя рис. 1–5, приходим к выводу, что рассматриваемый вертикальный блок акустического фун-

дамента под краевой дамбой является крупной интрузией или мегадайкой (Цусимской [6]) основных или ультраосновных пород. По аналогии с многочисленными дайками Сино-Корейского щита [2, 3, 15] ее могут слагать щелочные габброиды, трахидолериты или лимбургиты с ксенолитами ультраосновных пород. В плане Цусимская дайка разделяет поля молодых наземных траппов щита и область кислого, экструзивного вулканизма в котловине и троге Уллындо и прилегающих районах Прикорейского бордерленда [4, 18].

Обсуждение результатов

Из представленных материалов гравиметрии в редукции Буге и сейсморазведки можно сделать вывод, что крупная линейная аномалия и краевая дамба юго-восточного шельфа Корейского п-ова имеют интрузивную природу (мегадайка) и молодой, вероятно четвертичный, возраст. С учетом выхода аномалии в Цусимский пролив дайку предлагается называть Цусимской [6]. Аналогично охотским мегадайкам резкий (~2–3 км/с) скачок скорости распространения продольных волн в неоген-четвертичном чехле и теле дайки [1] позволил определить положение и вертикальное падение ее стенок на профиле НСП № 17. Однако в строении Трехбратской мегадайки на профиле МОГТ вместо зоны реверберации можно видеть вертикальный перерыв сейсмозаписи в кайнозойском осадочном чехле в своде протяженной одноименной антиклинали или краевой дамбы северо-восточного шельфа о. Сахалина [16]. Примечательно, что к западу от нее располагаются практически все открытые залежи

углеводородов Северо-Сахалинского нефтегазоносного бассейна.

В фундаменте юго-восточного шельфа Корейского п-ова, который с поверхности слагают среднескоростные породы мезопалеозоя [1–3, 15], выделить мегадайку методами МПВ или МОГТ маловероятно [20]. Видимо, поэтому до сих пор не расшифрована геологическая природа крупной линейной магнитной аномалии на внешней дуге Курил [9, 12]. Комплексование геолого-геофизических методов при изучении Цусимской и Охотских мегадаек [5–8], возможно, позволит прояснить геологическую природу и ряда других линейных, дуговых или кольцевых гравимагнитных аномалий на континентах и Мировом океане [9], изучить их строение, историю и механизм формирования.

Заключение

Совместная интерпретация материалов гравиметрии и сейсморазведки позволяет предполагать интрузивную природу краевой дамбы юго-восточного шельфа Корейского п-ова (Цусимская мегадайка) и ее молодой, вероятно раннечетвертичный, возраст. Следовательно, расширяется круг моделей строения континентальных шельфов Мирового океана, а в региональной геологии Сино-Корейского щита и впадины Японского моря появился новый крупный объект для будущих геолого-геофизических исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аносов Г.И., Сок Б.Ч., Аргентов В.В. и др. Строение восточного шельфа полуострова Корея по сейсмическим данным // Тихоокеан. геология. 2000. Т. 19, № 2. С. 3–16.
2. Геологическое строение западной части Японского моря и прилегающей суши. Владивосток: Дальнаука, 1993. 211 с.
3. Геология Кореи. М.: Мир, 1964. 264 с.
4. Ломтев В.Л. Новые данные о строении котловины и трога Уллындо (Японское море) // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах Северо-Западной окраины Тихого океана. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2000. Т. 2. С. 54–74.
5. Ломтев В.Л. Новые данные о строении юга охотской окраины Курильской дуги // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2010. № 1. С. 74–83.
6. Ломтев В.Л. Цусимская шельфовая мегадайка (Японское море) // Физика геосфер: VI Всероссийский симпозиум, 7–11 сентября 2009 г., Владивосток: мат-лы докл. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2009. С. 201–206.
7. Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н. Сейсмические исследования ИМГиГ ДВО РАН в Северо-Западной Пацифике (1980–2005 гг.) // Вестник ДВО РАН. 2006. № 1. С. 59–66.
8. Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н., Гуринов М.Г. Новые данные о строении дна Охотского моря // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 29, № 3. С. 3–8.
9. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана / ред. Г.Б. Удинцев, М., СПб.: МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПКО «Картография», ГУНиО, 2003. 192 с.
10. Основные черты геологического строения дна Японского моря. М.: Наука, 1978. 264 с.
11. Сысоев Ф.А., Кузнецов К.М. Великая дайка // Горная энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1984. Т. 1. С. 337.
12. Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба. М.: Наука, 1980. 179 с.
13. Хосино М. Морская геология. М.: Недра, 1986. 432 с.
14. Шепард Ф.П. Морская геология. Л.: Недра, 1976. 488 с.
15. Geology of Korea / Lee D.-S., (ed.). Seoul: Kyohak-Sa Publishing Co. & Geol. Society of Korea, 1987. 515 p.
16. Lomtev V.L., Litvinova A.V. New data on the structure of the offshore margin of the Northern Sakhalin // Geodynamics & Tectonophysics, 2011. V. 2, N 1. P. 83–94.
17. Shluter H.U., Chun W.C. Seismic surveys off the East coast of Korea // United Nations ESCAP, CCOPE Technical Bull., 1974. Vol. 8. P. 1–14.
18. Suk B.-Ch., Anosov G.I. et. al. An oceanographic study in the East Sea (the Sea of Japan) – Korea and Russia cooperative research. Seoul: KORDI, BSPN 00213–625–5. 1993. N 10. 280 p.
19. Suk B.-Ch., Anosov G.I., Semakin V.P., Svarichevsky A.S. Bathymetry and morphotectonic elements in the Ulleung basin, East Sea of Korea // Korean Jour. of Geophys. Res., 1996. Vol. 24, N 1. P. 1–10.
20. Yoon S.H., Park S.J., Chough S.K. Evolution of sedimentary basin in the southwestern Ulleung Basin margin: Sequence stratigraphy and geologic structures // Geosciences Jour., 2002. Vol. 6, N 2. P. 149–159.

The structure and possible intrusive nature of the Korean peninsula south-eastern shelf border dam (China-Korean shield) have been analyzed on the Bouguer anomalies map and seismic reflection data. It is characterized by the linear positive (40–60 mGal) anomaly (220+100 x 5 km) stretching as far as the Tsushima (Korean) strait. According to the seismic data, both the dam and the anomaly have appeared as a result of basic or ultra-basic rocks intrusion into the acoustical basement and Neogene-Quaternary sedimentary cover (megadike).

Key words: *China-Korean shield, Tsushima (Korean) strait, shelf, border dam, linear gravitational anomaly, intrusion (megadike).*