

К СТРОЕНИЮ КРАЕВОГО ПОДНЯТИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ШЕЛЬФА КОРЕЙСКОГО П-ОВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

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 (220×5 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).

Введение. В геолого-геофизическом отношении континентальные шельфы – наиболее изученная часть Мирового океана, в том числе благодаря нефтегазовой разведке [1, 2]. Основные представления и модели строения континентальных шельфов разработаны в 60–70-е годы прошлого века

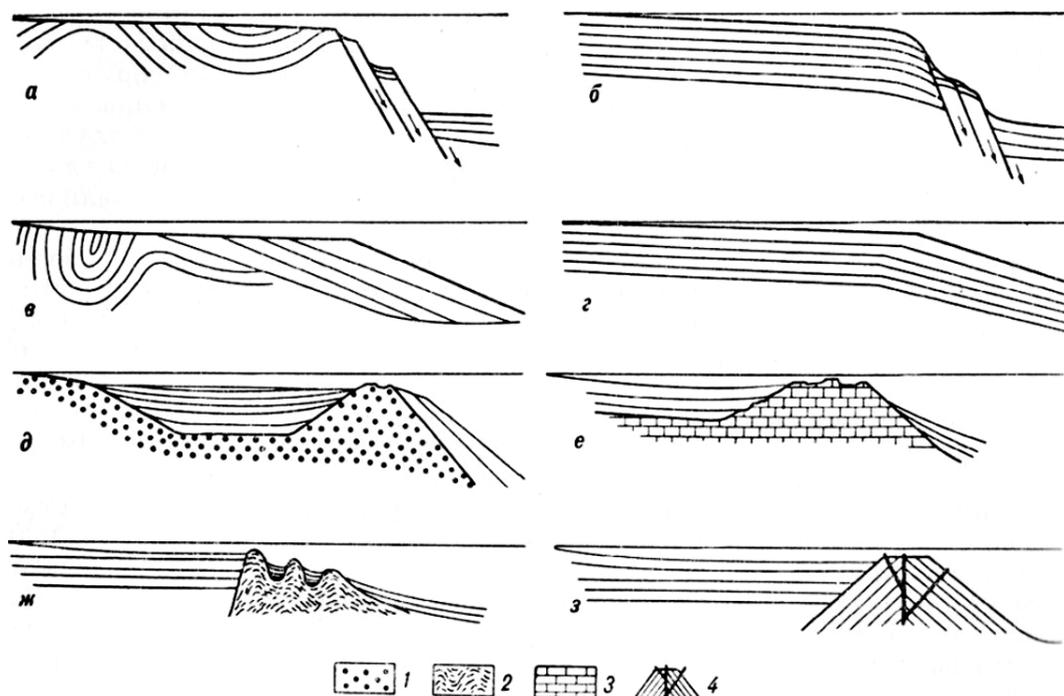


Рис. 1. Модели континентальных шельфов [4]. 1 – породы фундамента, 2 – соляные купола, 3 – коралловый риф, 4 – вулканическая постройка

по материалам одноканального НСП МОВ (рис. 1, а–з) и бурения [3, 4]. В контексте настоящей работы обратим внимание на краевые поднятия, одними из первых 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), антиклиналями, реже барьерными рифами или соляными куполами, определявшими локализацию поступающего со смежной суши осадочного материала в шельфовых прогибах (рис. 1, а–з).

Ф.П. Шепард дополнил модели tectonic dams Эмери вулканическими постройками (рис. 1з), а соляной диапиризм – и возможными проявлениями грязевулканизма [4]. 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. 1а–г). Г.Д. Хедберг [2] детализировал строение этого разреза у бровки шельфа, выделив проградационный и эрозионный типы (см. их также на рис. 124 в [3]). Заметим, что описываемые поднятия Хедберг 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 [3]. По результатам интерпретации данных НСП (ИМ-ГиГ) и МОГТ (ОАО «Дальморнефтегеофизика») краевые поднятия на шельфе СВ Сахалина и магаданском шельфе Охотского моря образованы молодыми, вероятно раннечетвертичными, мегадайками ультрабазитов шириной от 2 до 8 и протяженностью до 350 км с характерными линейными гравимагнитными аномалиями (рис. 2; [5–8]).

Охотский шельф ЮЗ Итурупа и экстррузивную сомму кальдеры Львиная Пасть формирует кольцевая среднечетвертичная дайка вязких магм (рис. 3; [9]). Интрузивную природу видимо имеют известная магнитная ме-

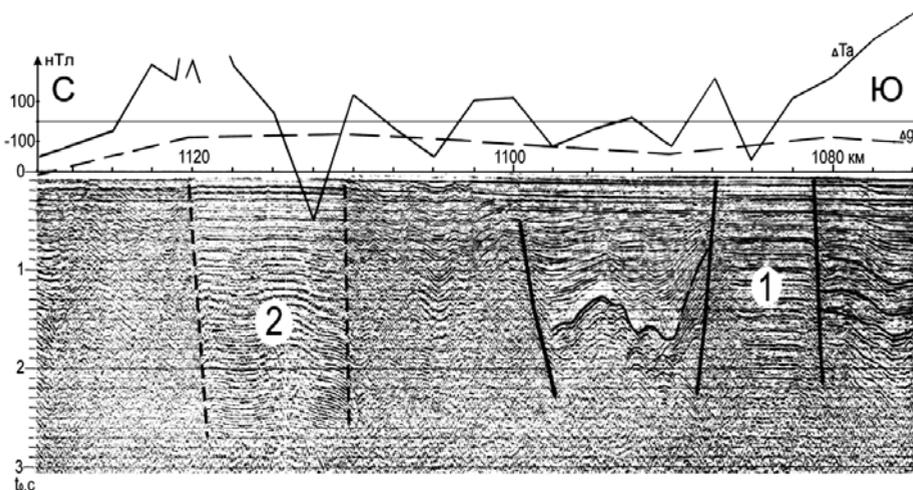


Рис. 2. Профиль МОГТ 1632 ОАО «Дальморнефтегеофизика» через Магаданскую (2) и Кони-Пьягинскую (1) мегадайки [6]. Ломаная линия – наблюдаемая кривая аномального магнитного поля, пунктир – кривая аномального гравитационного поля. Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега, горизонтальный масштаб в километрах

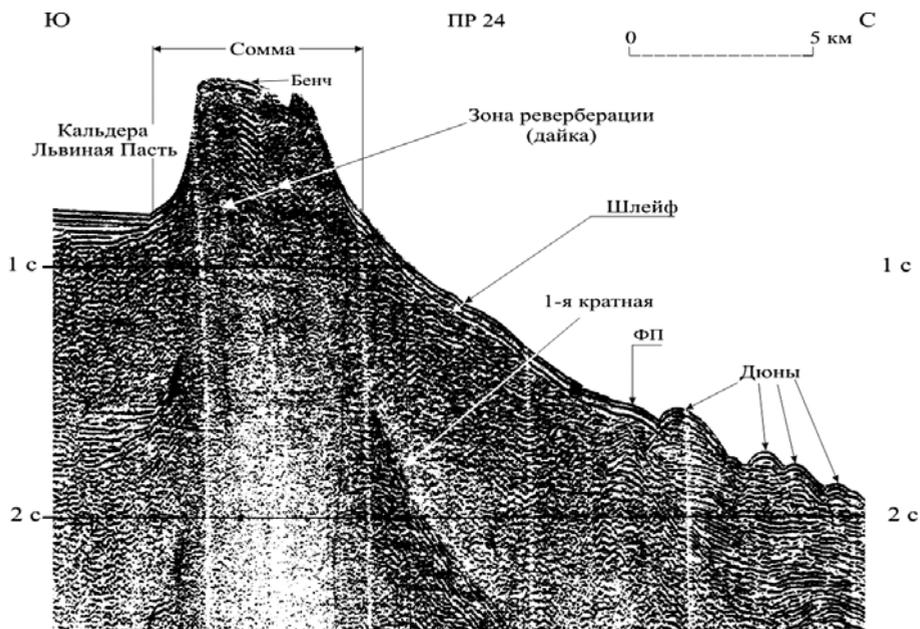


Рис. 3. Профиль НСП 24 через экструзивную сомму кальдеры Львиная Пасть, юго-западное побережье о-ва Итуруп, Курильская дуга [10]. ФП – фациальный переход от контрастных сейсмофаций направленного взрыва к морскому осадочному чехлу

гааномалия вдоль внешней дуги Курил [10, 11] и еще горячая парная мегадайка во впадине Дерюгина Охотского моря [12].

Единственной классической мегадайкой мира принято считать Великую (Большую) дайку шириной 3–11 и протяженностью 540 км на территории Республики Зимбабве [13]. В Горной энциклопедии по азимуту 30⁰ даны несколько иные ее размеры: 3,2–12,3 x 560 км [14]. Уже 100 лет 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) краевого поднятия и связанной с ним в плане крупной линейной гравитационной аномалии [15] давно известных на юго-восточном шельфе Корейского п-ова (Сино-Корейский щит) и прилегающем северном выходе из Цусимского (Корейского) пролива [7, 16–18]. Эта работа дополняет более раннюю статью автора по сейсмостратиграфии, магматизму и нефтегазоносности прилегающих бативальных котловины и трога Уллындо [19], основанную на результатах геологической интерпретации данных НСП МОВ, полученных в 1991 и 1993 годах во время российско-южнокорейских (ИМГиГ – CORDI) геолого-геофизических исследований [18, 20].

Исходные данные. Основными материалами для настоящей работы стали уточненная гравикарта в редукции Буге по юго-востоку Корейского п-ова и смежной подводной континентальной окраине из отчета по результатам российско-южнокорейских исследований [18], батиметрическая карта и профиль НСП МОВ №17 [17] и как сопоставительные привлекаются данные МОГТ по охотским мегадайкам (см. рис. 2, 3).

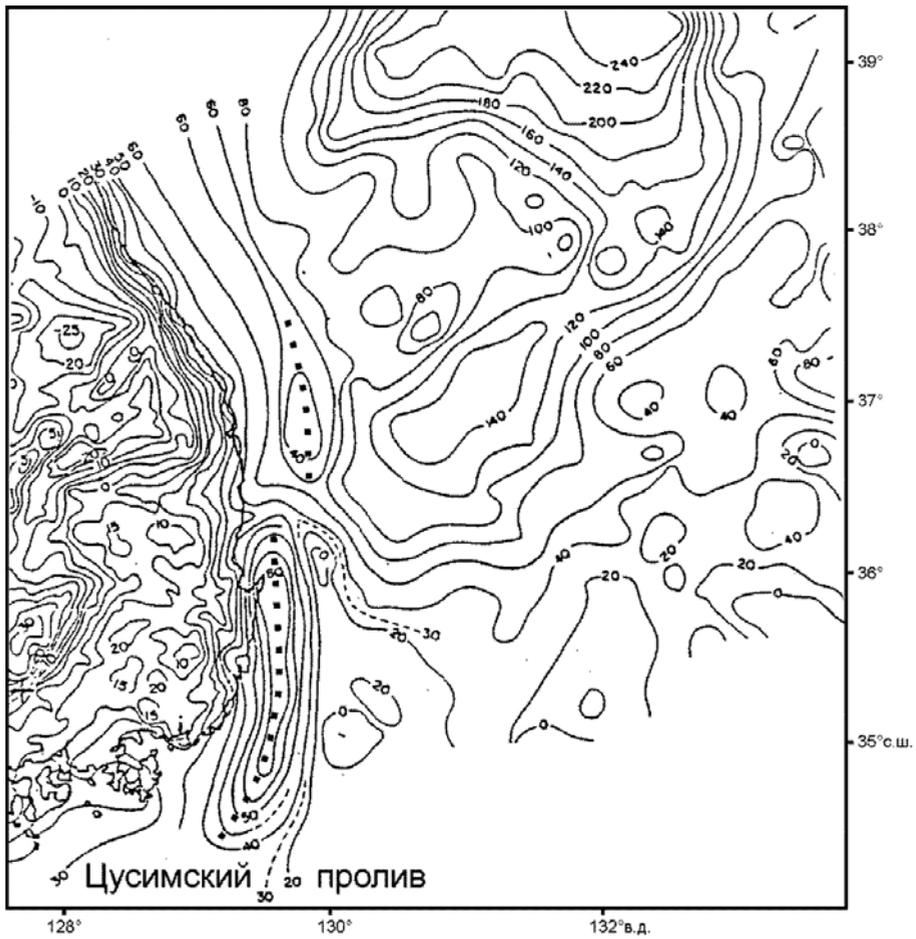


Рис. 4. Гравиметрическая карта Корейского п-ова и его юго-восточной подводной окраины в редукции Буге [18]. Сечение изоаномал от 5 (суша и шельф) до 20 мГал (континентальный склон). Линия черных квадратов – Цусимская дайка [15] здесь и на рис. 5

На гравикарте района исследования (рис. 4) по амплитудам аномального гравитационного поля четко обособляются Корейский п-ов (Сино-Корейский щит ± 30 мГал), его япономорский шельф (+40–60 мГал) и Прикорейский (+20–40 – 80–240 мГал) бордерленд [21]. В строении последнего понижения рельефа отвечают относительные минимумы поля, а выступам пород архея – максимумы [21, 22]. Резкие отличия рассматриваемых морфоструктур проявляются также в размерах гравианомалий и их простирании. Особенно четко выделяется меридиональная положительная аномалия протяженностью 220 и шириной 5 км с осью близ бровки континентального шельфа и его краевого поднятия [7]. 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. 5).

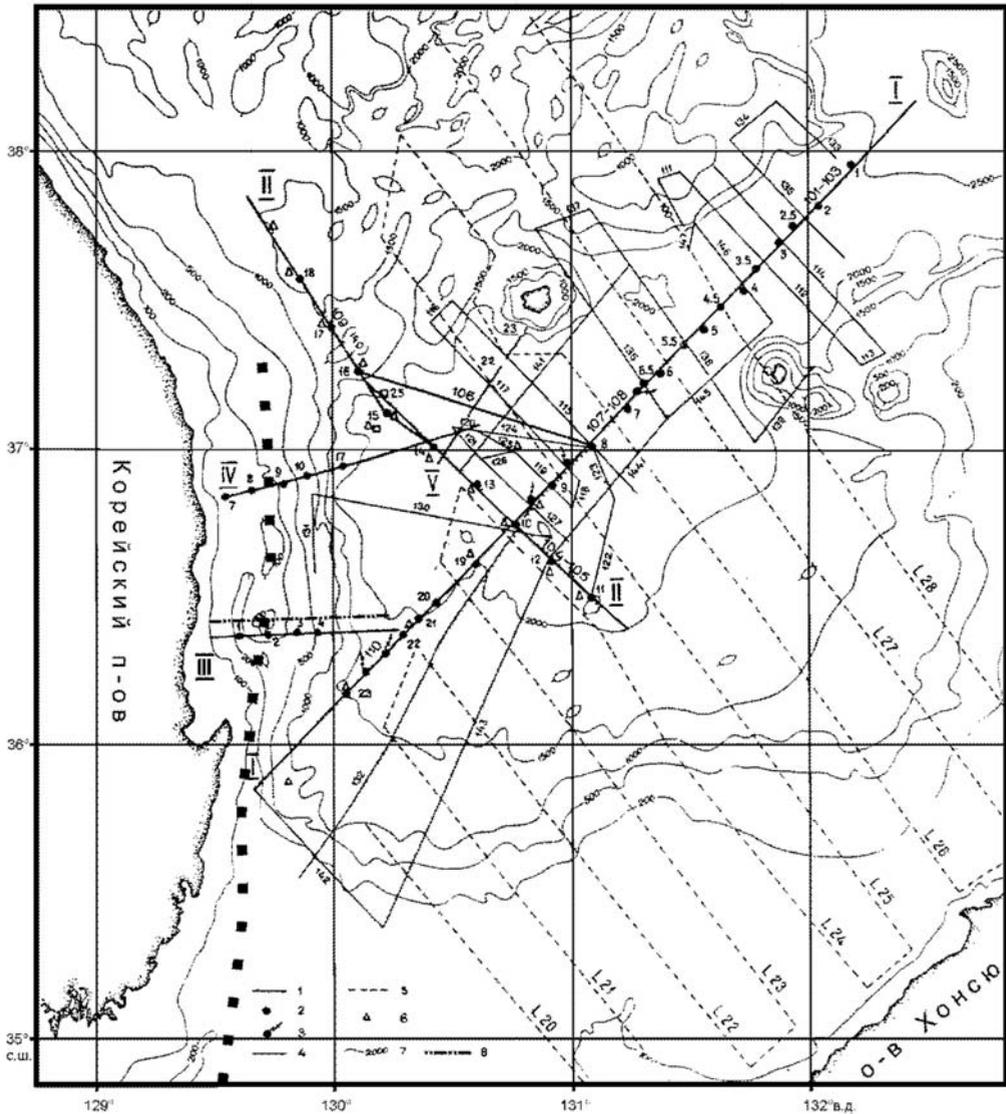


Рис. 5. Батикарта юго-восточной подводной окраины Корейского п-ова [18, 19]: 1 – профили МПВ I-IV; 2,3 – положение автономных донных сейсмостанций и сейсмобуев соответственно [20]; 4,5 – профили НСП ИМГиГ и Геологической службы Японии [23] соответственно; 6 – точки определения теплопотока; 7 – изобаты в метрах; 8 – профиль НСП №17 (см. рис. 6)

Таким образом, обе линейные гравияномалии маркируют градиентную зону, видимо связанную с региональным глубинным разломом. Однако последний вслед за П.Н. Кропоткиным и Ро Су Воном традиционно проводят в основании верхнего уступа континентального склона на глубинах 1000–1500 м [20–22].

Для определения геологической природы гравитирующих масс, формирующих эти аномалии, обратимся к материалам сейсморазведки. На широтном профиле МПВ III [15, 20] на краю юго-восточного шельфа Корейского п-ова выделяется слегка асимметричный выступ акустического фунда-

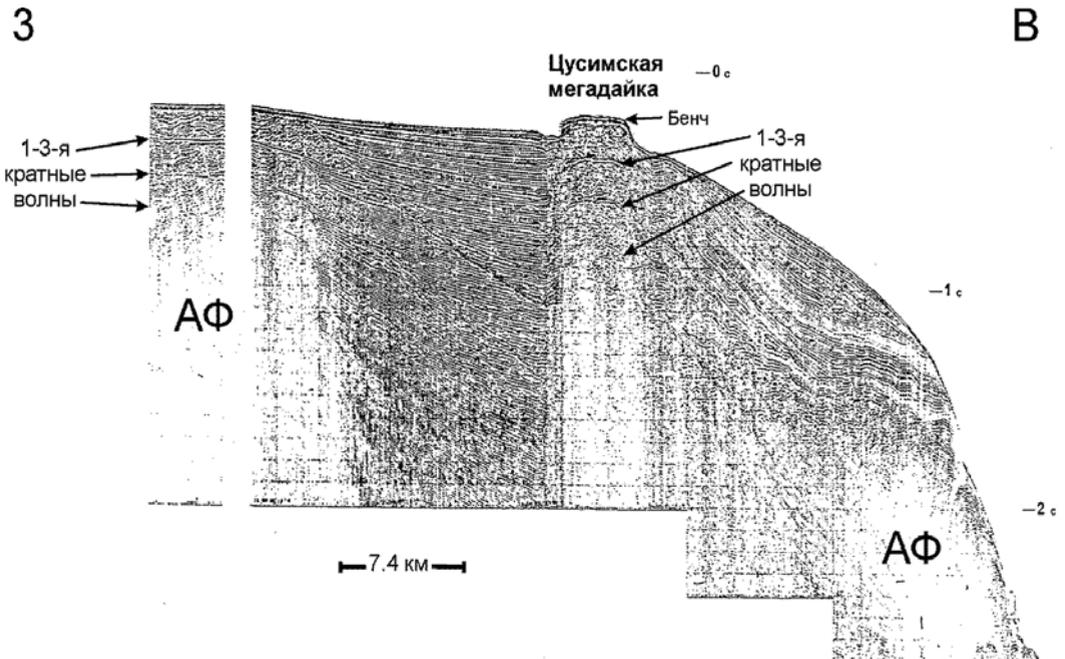


Рис. 6. Профиль НСП МОВ №17 [17]. Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега. Зоны реверберации с 1-, 2- и 3-й кратными волнами под краевой дамбой (мегадайка) и в зоне выхода докайнозойских пород акустического фундамента (АФ) слева (внутренний шельф)

мента, ограниченный нормальными сбросами. Заметим, это вполне общепринятая тектоническая интерпретация выступов фундамента и в других регионах Мирового океана [3, 11, 23].

На проходящем рядом профиле НСП МОВ №17 выделяются следующие черты строения краевой дамбы (рис. 5, 6). 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 [20]). По аналогии с охотскими мегадайками маломощная (первые метры) валунно-галечная отмостка на бенче 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, 3; [5, 6]). Заметим, что другая зона реверберации на этом профиле связана с выходом на дно докайнозойских пород акустического фундамента [16, 20].

Высота блока фундамента на рис. 6 соответствует мощности неоген-четвертичного чехла, которая здесь составляет около 700 м (рассчитана при средней скорости распространения продольных волн в чехле 2000 м/с). Вблизи его стенок осадочные слои приподняты, что указывает на воздымание блока или опускание прилегающих территорий, особенно к северу. В строении чехла близ бровки континентального склона четко выделяется придон-

ная линза мощностью до 300 м (определена при средней скорости распространения продольных волн 1600 м/с). Она вложена или прислонена к северному склону краевого поднятия и, следовательно, моложе ее. Формирование линзы вероятно связано с абразией поднятия и выносом осадков с прилегающей суши по долинам, выходящим на континентальный склон [18, 24]. С учетом общепринятого поздне-, реже среднечетвертичного, возраста континентальных шельфов Мирового океана можно говорить о молодом, возможно раннечетвертичном, возрасте краевого поднятия юго-восточного шельфа Корейского п-ова [15].

Сопоставляя рис. 1–3 и 6 приходим к выводу, что рассматриваемый блок акустического фундамента под краевым поднятием является крупной интрузией, или мегадайкой (Цусимской [15]) основных или ультраосновных пород. По аналогии с многочисленными дайками Сино-Корейского щита [16, 25] 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 территориях Прикорейского бордерленда [18, 19].

Обсуждение результатов. Из представленных материалов гравиметрии в редукции Буге и сейсморазведки можно сделать вывод, что крупная линейная аномалия и краевое поднятие юго-восточного шельфа Корейского п-ова имеют интрузивную природу (мегадайка) и молодой, вероятно четвертичный, возраст, что расширяет спектр геологических моделей континентальных шельфов Мирового океана (см. рис. 1). С учетом выхода аномалии в Цусимский пролив дайку предлагается называть Цусимской [15]. Аналогично охотским мегадайкам резкий (~2-3 км/с) скачок скорости распространения продольных волн в неоген-четвертичном чехле и теле дайки [20] позволил четко 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 [26] или краевого поднятия шельфа СВ Сахалина [5]. Примечательно, что к западу от этой дайки располагаются все открытые залежи углеводородов Северо-Сахалинского нефтегазоносного бассейна.

В акустическом фундаменте юго-восточного шельфа Корейского п-ова, который с поверхности слагают среднескоростные породы мезопалеозоя [16, 20, 22, 25], выделить мегадайку сейсмическими методами МПВ и МОГТ маловероятно. Видимо поэтому до сих пор не расшифрована геологическая природа крупной линейной магнитной аномалии на внешней дуге Курил [10, 11].

Таким образом, в геологии Японского и Охотского морей появился новый объект для геолого-геофизических исследований, включая бурение – мегадайки. Комплексирование геофизических методов изучения Цусимской и охотских даек [6, 10, 15] позволяет более надежно определить геологическую природу возможно и других линейных, дуговых или кольцевых гравимагнитных аномалий на континентах и в Мировом океане, изучить их строение, историю и механизм формирования.

Выводы. Совместная интерпретация материалов гравиметрии и сейсморазведки позволяет предполагать интрузивную природу крупной линейной гравияномалии и краевого поднятия на юго-восточном шельфе Корейского п-ова (мегадайка) и их молодой, вероятно четвертичный, возраст. Следовательно, расширяется круг моделей строения континентальных шельфов Мирового океана, а в геологии Сино-Корейского щита и впадины Японского моря появился новый крупный объект для будущих геолого-геофизических исследований.

Автор благодарен М.Г. Гуринову (ИМГиГ) за компьютерную подготовку графики, использованной в статье.

1. Сейсмическая стратиграфия. В 2-х частях. – М.: Мир, 1982. – 846 с.
2. *Hedberg H.D.* Continental margins from view point of the petroleum geologist // *Bull. Amer. Petrol Geol.*, – 1970. – Vol. 54. – P. 3–43.
3. *Хосино М.* Морская геология. – М.: Недра, 1986. – 432 с.
4. *Шепард Ф.П.* Морская геология. – Л.: Недра, 1976. – 488 с.
5. *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.
6. *Ломтев В.Л.* К структурно-геоморфологической характеристике дна Охотского моря // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*, – 2009. – №2. – С. 70-81.
7. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана: *Удинцев Г.Б.* (ред.), МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПКО «Картография», ГУНиО. – М.: СПб, 2003. – 192 с.
8. *Сычев П.М.* Основные этапы геологического развития Охотского моря и прилегающих территорий // *Геофизические поля и моделирование тектоносферы*. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. – С. 169-190.
9. *Ломтев В.Л.* Экструзии охотской подводной окраины Курильской вулканической дуги // *Вулканизм и геодинамика: мат-лы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии*. – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. Т. 1. – С. 409-411.
10. *Ломтев В.Л.* Шарьяж Пегаса // *Геодинамика, магматизм и минералогия континентальных окраин Севера Пацифики*. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН. 2003. Т.1. – С. 183-184.
11. *Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба*. – М.: Наука, 1980. – 179 с.
12. Особенности геологического строения впадины Дерюгина по результатам комплексной интерпретации геофизических данных / В.В. Аргентов, В.В. Жигулев, О.В. Веселов и др. // *Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России. Докл. межд. симп.* - Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2004. Т.1. – С. 120-130.
13. *Хиллс Е.Ш.* Элементы структурной геологии. – М.: Недра, 1967. – 479 с.
14. *Сысоев Ф.А., Кузнецов К.М.* Великая дайка // *Горная энциклопедия*. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. Т. 1. – С. 337.
15. *Ломтев В.Л., Гуринов М.Г.* Цусимская мегадайка (Японская море): особенности строения и диагностики // *Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Пятое научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Мат-лы*. – Екатеринбург: ИГф УрО РАН, 2009. – С. 290-295.
16. *Geology of Korea / Lee D.-S., (ed.)*. - Seoul: Kyohak-Sa Publishing Co.& Geol. Society of Korea, 1987. – 515 p.

17. *Shluter H.U., Chun W.C.* Seismic surveys off the East coast of Korea // United Nations ESCAP, CCOP Technical Bull., – 1974. – Vol. 8. – P. 1-14.
18. An oceanographic study in the East Sea (the Sea of Japan) – Korea and Russia cooperative research / *B.-Ch. Suk, G.I. Anosov et al.* – Seoul: KORDI, BSPN 00213-625-5. 1993. – №10. – 280 p.
19. *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.
20. *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.
21. Основные черты геологического строения дна Японского моря. - М.: Наука, 1978. – 264 с.
22. Геология и нефтегазоносность окраинных морей Северо-Запада Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 309 с.
23. Geological investigations in the northern margin of Okinawa trough and western margin of Japan Sea. - Tokyo: Geol. Survey of Japan, 1978. – №10. – 80 p.
24. *Suk B.-Ch., Anosov G.I., Semakin V.P., Svarichevsky A.S.* Bathymetry and morphotectonic elements in the Ulleung basin, East Sea of Korea // Kor. Jour. of Geophys. Res., 1996. – Vol. 24. – №1. – P. 1-10.
25. Геология Кореи. - М.: Мир, 1964. – 264 с.
26. *Красиков В.Н., В.Н. Кононов, Пятаков Ю.В.* Методика объемного моделирования по материалам сейсмогравиметрии с целью определения перспектив нефтегазоносности (на примере Северного Сахалина) // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах Северо-Западной окраины Тихого океана. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2000. – Т. 1. – С. 167–201.

За результатами інтерпретації карти аномального гравітаційного поля в редуції Буге та даних БСП аналізується будова та вірогідна інтрузивна природа крайової дамби південно-східного шельфу Корейського п-ова (Сино-Корейський щит). Вона виявляється лінійною додатною (40-60 мГал) аномалією (220×5 км), що виходить у Цусі-мську (Корейську) протоку. За сейсмічними даними дамба та лінійна аномалія є результатом проникнення інтрузії основних або ультраосновних порід в акустичний фундамент і неоген-четвертинний осадовий покрив (мегадайка).

The structure and possible intrusive nature of south-easter shelf border dam of Korean peninsula (China-Korean shield) are analyzed from Bouguer anomalies map and seismic reflection data. It is distinguished a linear positive (40–60 mGal) anomaly (220×5 km), exit to the Tsushima (Korean) strait. The dam and anomaly from seismic data – a result of inculcation of basic or ultrabasic rocks intrusion into acoustical basement and Neogene-Quaternary sedimentary cover (megadike).

Получено 25.04.2010 г.