

УДК 550.834(265.53)

## НОВОЕ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ПОДВОДНОЙ ОКРАИНЫ СЕВЕРНОГО САХАЛИНА (по геофизическим данным)

*В. Л. Ломтев<sup>1</sup>, А. В. Литвинова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН,  
г. Южно-Сахалинск  
E-mail: lomtev@imgg.ru*

*<sup>2</sup>Открытое акционерное общество «Дальморнефтегеофизика», г. Южно-Сахалинск  
E-mail: litvinova@dmng.ru*

Рассматриваются новые данные МОГТ, грави- и магнитометрии о строении и истории формирования подводной окраины Северного Сахалина, а также результаты их геологической интерпретации. Среди них: 1) Трехбратская антиклинальная зона и одноименная молодая мегадайка; 2) Восточно-Сахалинский прогиб, выполненный позднекайнозойскими, в основном помырскими и дерюгинскими, выносами Амура и продуктами абразии шельфовых складчатых структур (бенч); 3) придонные газогидраты и признаки газонасыщенности помырских и дерюгинских осадков; 4) новые проблемы в тектонической, магматической и осадочной истории подводной окраины и смежных структур Сахалинской кордильеры и впадины Дерюгина.

**Ключевые слова:** подводная окраина Северного Сахалина, впадина Дерюгина, акустический фундамент, кайнозойский осадочный чехол, мегадайка, газогидрат, газ.

По данным высокочастотного (110 Гц) 80-, 90- и 100-канального МОГТ, грави- и магнитометрии ОАО «Дальморнефтегеофизика» (далее – ДМНГ) 2000 и 2004 г. (рис. 1, 2) и результатам их новой геологической интерпретации, рассматриваются особенности строения и история формирования подводной окраины Северного Сахалина. Ее образуют шельф переменной ширины с глубиной внешнего края около 150 м и относительно крутой и узкий подводный склон высотой около 1 км (рис. 1). Последний опирается на всхолмленное ложе батинальной впадины Дерюгина с глубиной до 1780 м и не имеет пологого аккумулятивного подножия (Журавлев, 1984; Тектоника..., 2004).

Геология Северного Сахалина изучается около 100 лет и в основном ориентирована на проблемы нефтегазовой геологии Северо-Сахалинского кайнозойского осадочного и нефтегазоносного бассейна (Лопатнев и др., 1989). В последние 50 лет геофизикой и бурением исследуется строение его подводной части и особенно шельфа северо-восточного Сахалина. Здесь открыты многопластовые месторождения углеводородов (УВ) и недавно начата их промышленная разработка в рамках проектов «Сахалин-1, -2». Результаты интерпретации полученных данных публиковались в многочисленных, особенно фондовых, работах. Вместе с тем с учетом материалов последних площадных съемок МОГТ с промером, грави- и магнитометрией (см. рис. 1), а также открытия

залежей УВ на Дагинской, Пела-Лейч, Удачной и Васюканской структурах (Харахинов, 2010) некоторые устоявшиеся представления о строении и истории подводной окраины Северного Сахалина оказались не столь однозначны и требуют дополнительного изучения. В связи с этим авторы рассматривают настоящую работу как постановочную.

**Трехбратская мегантиклиналь.** Впервые выделена у края шельфа северо-восточного Сахалина по материалам аэромагнитной съемки как Восточно-Сахалинская магнитная аномалия (Журавлев, 1984). Позднее изучалась сейсмо-, грави- и магниторазведкой в основном ДМНГ и рассматривалась как зона Восточно-Сахалинского глубинного разлома восточного падения с телами ультрабазитов (Маргулис и др., 1979), маркируемая положительными линейными аномалиями магнитного и гравитационного полей (рис. 1). Она включала и Восточный хребет п-ова Шмидта с раннемезозойскими телами серпентинитов (протрузии по В. В. Харахинову, 2010), слагающими гипербазитовый пояс или офиолитовую зону (Государственная..., 2009) с продолжением к северу до окрестностей каньона Ионы близ 56° с. ш. (Маргулис и др., 1979). Таким образом, протяженность этой структуры достигает 360 км, что позволяет считать ее мегантиклиналью. На профилях МОГТ она представляет собой выступ позднемеловых пород фундамента высотой до 10–12 км, ограничивающий с востока Северо-Сахалинский кайнозойский осадочный бассейн, поэтому рассматривалась как его краевое поднятие (Лопатнев и др.,

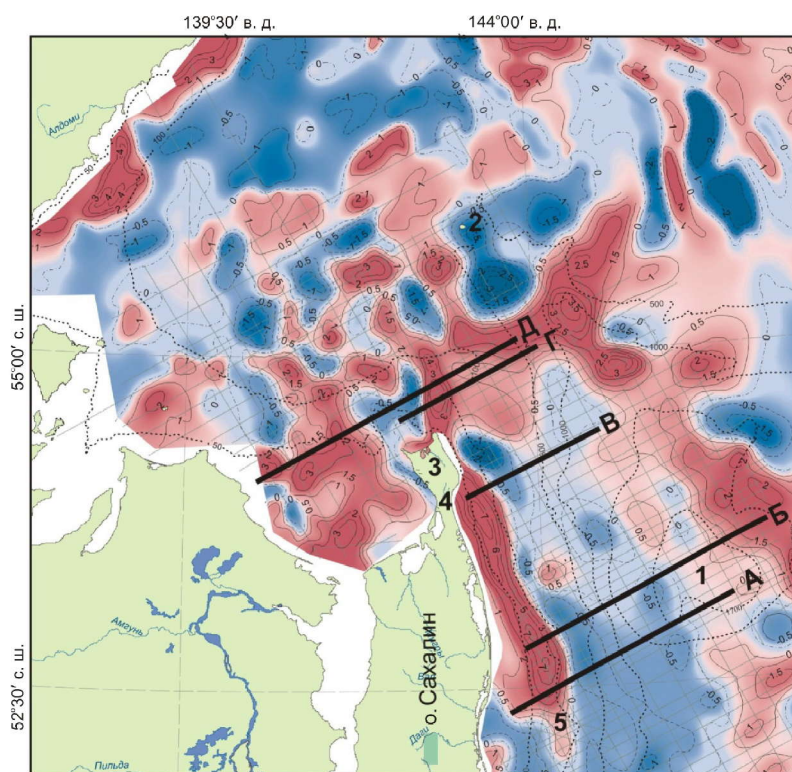


Рис. 1. Карта аномального магнитного поля и батиметрии подводной окраины Северного Сахалина и прилегающей части Охотского моря (по данным В. А. Зайцева, ДМНГ) с положением профилей МОГТ А–Д: 1 – впадина Дерюгина, 2 – каньон и окрестности о. Ионы, 3 – п-ов Шмидта, 4 – Охинский перешеек, 5 – Трехбратская мегантиклиналь и мегадайка. Изодинамы магнитного поля в нанотеслах ( $n \times 10^2$  нТл), изобаты – в метрах

Fig. 1. Anomalous magnetic field and bathymetry map of the North Sakhalin submarine margin and adjacent Okhotsk Sea areas (according to V. A. Zaitsev, DMNG) with the CDP profiles positions A–D: 1 – Deryugin basin, 2 – canyon and Iona Island vicinity, 3 – Schmidt Peninsula, 4 – Okha Isthmus, 5 – Three Brothers meganticline and megadike. Isodynames of magnetic field in nanoteslas ( $n \times 10^2$  nTl); isobates, in metres

1989). Мористее выделялись Восточно-Сахалинский прогиб и его некомпенсированная осадками часть – батимальная впадина Дерюгина или одноименный осадочный бассейн (Харахинов, 2010).

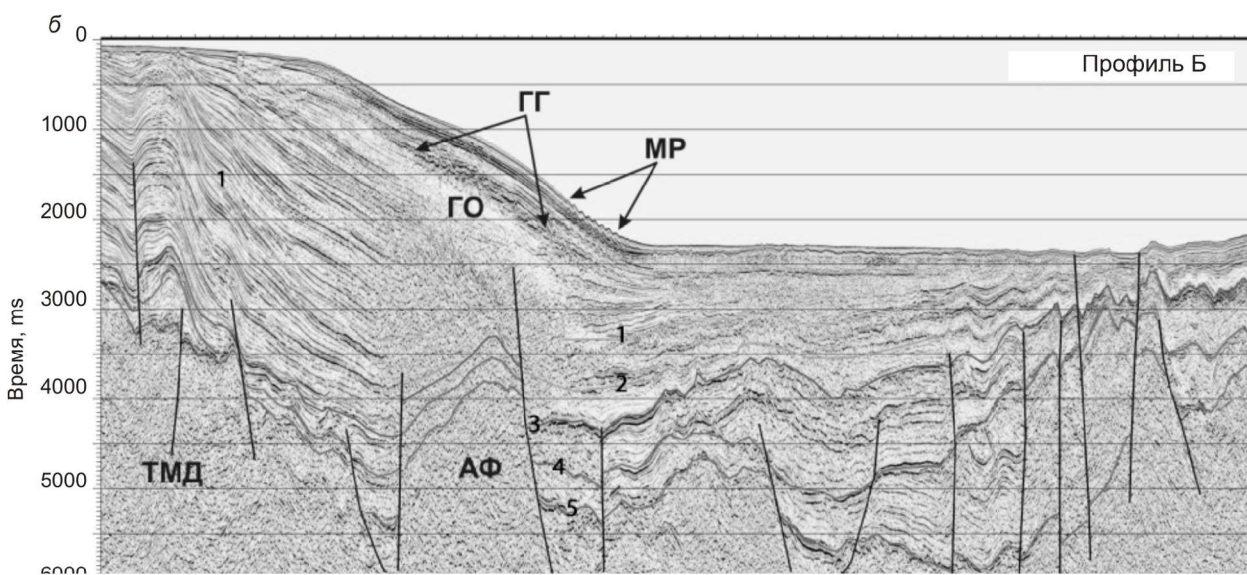
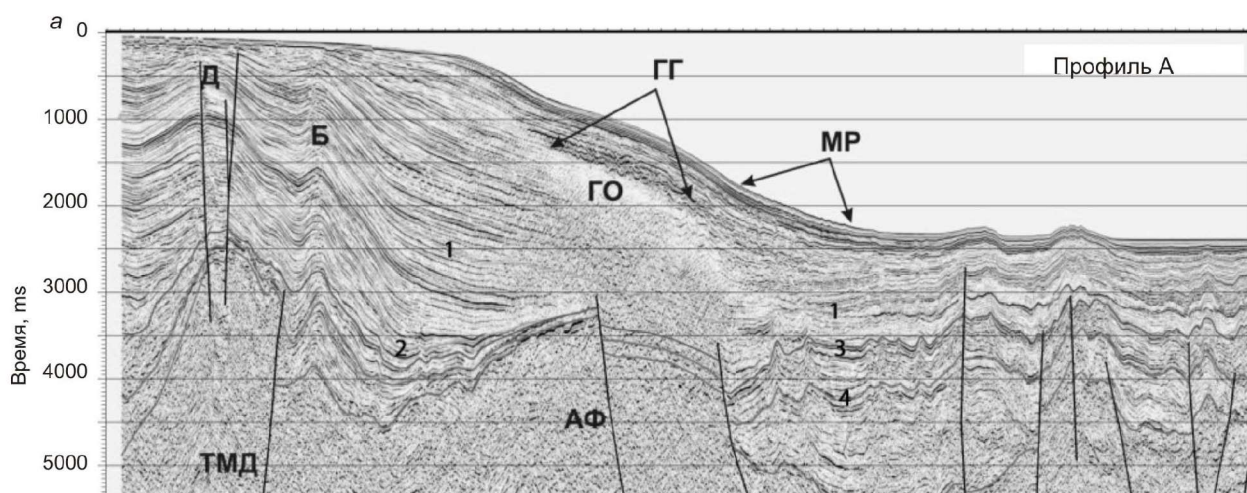
Вместе с тем ряд аспектов этой структуры (например, вертикальные сквозные постседиментационные антиклинали в кайнозойском чехле и акустическом фундаменте или признаки магматического замещения осадков) пока не замечены исследователями (рис. 2, а–г). Обычно таких складок 1–2 (например, на рис. 2, б), но на северном окончании мегантиклинали их уже 4–5 (разломно-складчатый веер на рис. 2, д). Последнее характерно для окончания глубинного разлома или, возможно, связано с его пересечением крупным субширотным разломом, также выраженным в геофизических полях (см. рис. 1). На шельфе своды складок абрадируются (позднечетвертичный бенч), а продукты абразии отложены на склоне и ложе впадины Дерюгина. Складки в основном симметричны и, вероятно, связаны с молодой ранне-среднечетвертичной Трехбратской мегадайкой ультрабазитов и ее апофизами в зоне фронтального глубинного разлома Сахалинской кордильеры (Ломтев и др., 2002). Таким образом, приходим к выводу об интрузивной природе мегантиклинали и ее существенно более молодом возрасте, чем считалось ранее (Тектоника..., 2004; Харахинов, 2010). Падение Восточно-Сахалинского глубинного разлома к западу (надвиг или взбросо-надвиг), по мнению В. А. Паровышнего (ИМГиГ, личное сообщение, 2010), определяется по сдвигу оси линейной положительной гравияномалии на 1–2 км

к западу относительно оси положительной магнитной аномалии у побережья Восточного хребта (Государственная..., 2009), что обусловлено большей глубиной гравиразведки в сравнении с магниторазведкой.

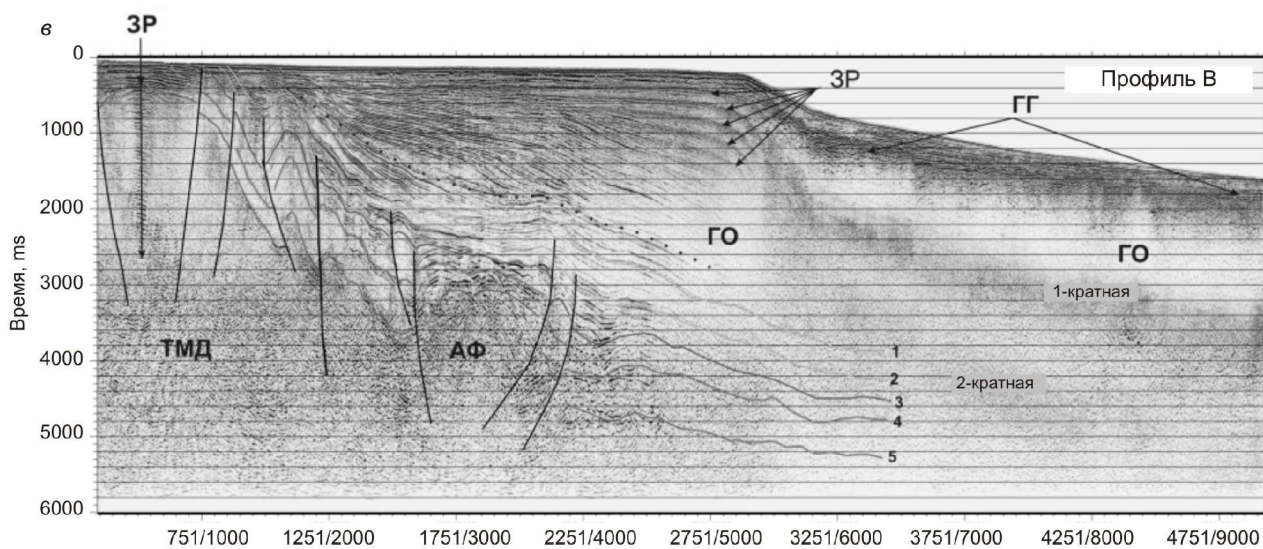
Широтная асимметрия Трехбратской мегантиклинали на ряде профилей МОГТ (см. рис. 2, а, в, д), включая Восточный хребет п-ова Шмидта (Ратновский, 1960) и ее блоковое, клиновидное строение (пакет тектонических чешуй?), в соответствии с выводами (Ломтев, 2008) связаны с глубинным надвигом Сахалинской кордильеры к востоку в сахалинскую фазу тектогенеза. Последнюю датируют плиоценом, но чаще концом плиоцена – плейстоценом (Ратновский, 1960). Надвигание, видимо, предваряло внедрение мегадайки и было вызвано срывом в мантии к востоку. Судя по рис. 2, а, б фронтальный разлом не выходит в основании склона, как предполагали авторы (Осадконакопление..., 2008), и имеет, видимо, небольшую горизонтальную амплитуду смещения (первые километры). Вместе с тем, по данным МОГТ и геофизики, именно он определяет спрямленность основания подводного склона Северного Сахалина в плане (см. рис. 1) и широтную асимметрию впадины Дерюгина с крутым западным бортом и пологим восточным (Журавлев, 1984).

Итак, в строении и истории долгоживущего Восточно-Сахалинского глубинного разлома намечаются не одна, а две, возможно, непродолжительные, тектономагматические фазы, датированные ранним мезозоем и поздним кайнозоем и связанные, вероятно, с глубинным срывом в мантии.

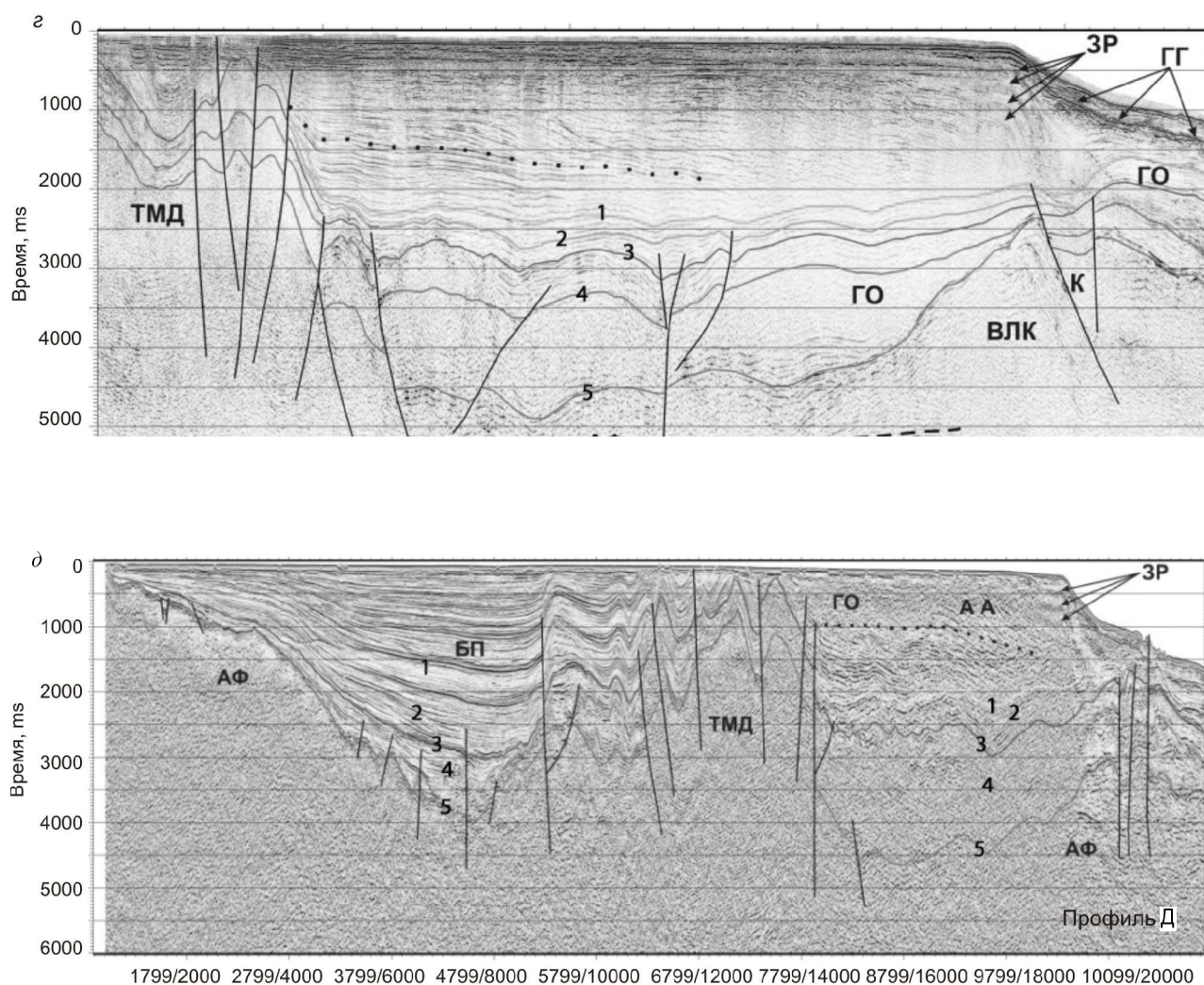




8680/16000







←

Рис. 2. Профили МОГТ А (а), Б (б), В (в), Г (г), Д (д) – положение на рис. 1, 2. Вертикальный масштаб в секундах двойного пробега, горизонтальный – в гидроточках ОГТ с расстоянием между ними 12,5 м и 25 м соответственно. Стратиграфия кайнозойского осадочного чехла (Литвинова, 2010): 1 – кровля нутовского сейсмокомплекса позднего миоцена – раннего плиоцена; 2 – кровля окобыкайского сейсмокомплекса среднего – верхнего миоцена; 3 – кровля дагинско-уйнинского сейсмокомплекса раннего – среднего миоцена; 4 – кровля даехуриинско-люкаминского сейсмокомплекса палеогена; 5 – кровля акустического фундамента (АФ), сложенного породами позднего мела. ТМД – Трехбратская мегадайка; Д, Б – Дагинская и Баутинская антиклинали, ГГ – газогидраты, ГО – газовое окно, МР – мегарябь (разломы выделены черными линиями); ЗР – зона реверберации; АА – дерюгинская авандельта Амура, БП – тыловой Байкальский прогиб между Сахалином и погребенной хабаровской континентальной окраиной. Линия черных точек маркирует локальное несогласие между помырскими и дерюгинскими осадками. Пунктирная линия – кровля горизонтального осадочного основания крупного островного ? вулкана (влк.) с вершинным кратером (К)

Fig. 2. CDP profile A (a), Б (b), В (v), Г (g), Д (d) – position on Fig. 1, 2. Vertical scale in double-travel time seconds, horizontal scale in hydropoints SP/CDP with distance between them 12,5 and 25 m, respectively. Stratigraphy of the Cenozoic sedimentary cover (Litvinova 2010): 1 – top of the Late Miocene – Early Pliocene Nutovsky seismocomplex; 2 – top of the Middle to Late Miocene Okobycay seismocomplex; 3 – top of the Early to Middle Miocene Daginsko-Uininsky seismocomplex; 4 – top of the Paleogene Dayekhuriiinsko-Lucaminsky seismocomplex; 5 – top of the acoustic basement (АФ), composed by Late Cretaceous rocks. ТМД – Three Brothers megadike; Д, Б – Daginskaya and Bautinskaya anticlines; ГГ – gas hydrates; ГО – gas windows; МР – megaripples (faults are outlined in black); ЗР – reverberation zone; АА – Deryugin delta front of the Amur River, БП – rear Baikal trough between Sakhalin and the buried Khabarovsk continental margin. The black dotted line marks local unconformity between the Pomyrsky and Deryugin sediments. The dashed line is the top of the horizontal sedimentary basement of a great island ? volcano (влк.) with a top crater (К)

**Восточно-Сахалинский прогиб.** Один из нескольких прогибов Северного Сахалина, выделяемый между Трехбратской мегантиклиналью и ложем впадины Дерюгина. Он включает в себя восточный и северо-восточный шельфы п-ова Шмидта, внешний шельф северо-восточного Сахалина и прилегающий склон. Заложение прогибов определяют поздним палеогеном и связывают с рифтогенезом, а их инверсию и образование Сахалинской кордильеры – с сахалинской фазой тектогенеза (Тектоника..., 2004; Харахинов, 2010). По данным МОГТ, Восточно-Сахалинский прогиб выполнен в основном позднекайнозойскими осадками и в сахалинскую фазу тектогенеза он был частично инверсирован, став внешней частью подводной окраины Сахалина (Лопатнев и др., 1989). Профили надежно заверяют аккумулятивное строение внешнего шельфа и континентального склона, лишь местами нарушенное оползнями и сбросами. Обратим внимание на то, что на профилях **А, Б** (рис. 2,а,б) отложения в низах чехла залегают с пологим подошвенным прилеганием, утонением и выклиниванием на восточном крыле мегантиклинали и мористее, а в начале профиля **Г** – и параллельным залеганием кровле фундамента (см. рис. 2,в). Вышележащие помырские осадки также утоняются к востоку, хотя и без ясных признаков подошвенного прилегания из-за газонасыщенности. С учетом данных работ (Мишаков и др., 1985; Лопатнев и др., 1989) и геометрии слоев приходим к выводу об их проградационном строении, характерном для Северо-Сахалинского кайнозойского осадочного бассейна в целом. У подошвы склона помырские осадки налегают на нутовский палеорельеф, а на прилегающем ложе впадины Дерюгина – полого поднимаются к востоку. Последнее, несомненно, артефакт в общепринятой схеме седиментации из обломочных и/или турбидитных потоков, стекавших с края авандельты Амура (Мишаков и др., 1985). В молодых желобах Пацифики сходное строение имеют турбидитовые комплексы (Ломтев, Патрикеев, 1985), что вызвано асимметричным погружением дна под аллохтонной нагрузкой, приложенной на внутреннем склоне (тектонопара «региональный шарьяж – аккреционная призма»). В данном регионе опускание дна определяет висячее крыло фронтального глубинного надвига (см. выше), контролирующего явно тектоническую спрямленность подошвы подводного склона Северного Сахалина в плане (Тектоника..., 2004).

Рассмотрим особенности строения придонных помырских осадков позднего плиоцена – плейстоцена мощностью до 1–2 км, которые протягиваются с шельфа на склон и ложе впадины Дерюгина и в основном представлены финальными выносами Амура, а в кровле – и продуктами позднечетвертичной абразии шельфа. На склоне они формируют придонную контрастную сейсмопач-

ку, определяющую выпуклый профиль его средней части на профилях **А, Б, В** стратиграфическом плане их объединяют в помырский комплекс позднего плиоцена, который выделяется между дном и кровлей нутовского комплекса позднего миоцена – раннего плиоцена (Журавлев, 1984; Литвинова, 2010). Другие авторы верхнюю часть помырского разреза относят к дерюгинскому комплексу, датируемому концом позднего плиоцена – кварталом (Комплексные..., 1988; Харахинов, 2010). По данным бурения и МОГТ, на шельфе северо-восточного Сахалина картируют многочисленные фаны (подводные конусы выноса) и оползни (Мишаков и др., 1985; Харахинов, 2010). Однако они не нарушают спрямленность подошвы склона в плане (см. рис. 1), не объясняют отсутствия аккумулятивного подножия и прослеживания осадочных слоев с края шельфа на склон и ложе впадины Дерюгина.

Обратим внимание и на залегание помырско-дерюгинских осадков на внешнем шельфе (см. рис. 2,а,б,в,д). Здесь, на восточном крыле Трехбратской мегантиклинали, профили МОГТ надежно фиксируют их проградационное строение с угловым несогласием в основании (подошвенное прилегание). На южном погружении мегантиклинали осадки залегают параллельно подстилающим толщам осадочного кайнозоя, что указывает на локальный характер несогласия и его связь с недавним внедрением мегадайки. Последняя сформировала барьер на пути придонных потоков наносов, стекавших с края авандельты Амура, и по аналогии с аллювиальной седиментацией в предгорьях определила разгрузку потоков и их проградационное строение вследствие заметного уменьшения наклона дна. Таким образом, это локальное угловое несогласие условно можно принять за границу между помырским и дерюгинским сейсмокомплексами (см. рис. 2,в,з,д).

Заключая, отметим приповерхностную мега-рябь, или так называемые осадочные волны в нижней части склона (профили **А, Б**), связанную с придонным течением, и косослоистый, газонасыщенный разрез придонных (дерюгинских) осадков на профиле **Д** (см. рис. 2,д). С учетом аналогичного строения нутовской авандельты Амура на профилях МОГТ по западному крылу трехлучевой Хангузинской антиклинальной структуры на Охинском взморье (Карпей и др., 1989) приходим к выводу о ее миграции к северу вдоль Байкальского прогиба по мере роста продольных структур Сахалина (структурная дамба) в сахалинскую фазу тектогенеза и выполнения упомянутого прогиба выносами Амура.

**Газ и газогидраты.** На профилях МОГТ и НСП газонасыщенность кайнозойского чехла на подводных окраинах определяют по газовым окнам, столбам, факелам (в том числе в воде), грязевулканам и близким им по строению струк-

турам прорыва флюидов (Ломтев и др., 2004). Там же обнаружены и местами разбурены газогидраты, фиксируемые на сейсмопрофилях контрастной и параллельной дну отражающей границей BSR (bottom-simulating reflector) в кайнозойских осадках на глубине до 300–600 м под дном.

На подводной окраине Северного Сахалина газ (в основном метан) в кайнозойском чехле отчетливо фиксируется на профилях НСП и МОГТ (Мудрецов, Жильцов, 1990; Ломтев и др., 2004), тогда как придонные газогидраты обнаружены по данным пробоотбора (Николаева и др., 2009; Обжиров, 1993). Их результаты независимо подтверждают профили высокочастотного МОГТ ДМНГ 2000 и 2004 г. с участками сложного волнового поля (см. рис. 2,а–д). Так, на профилях В–Д тонкий (до 10 м) слой придонных газогидратов залегает близ края шельфа практически непосредственно под дном (см. рис. 2,в–д). Он формирует зону реверберации сейсмического сигнала (система кратных волн), «забивающую» отражения от помырских и дерюгинских слоев.

На склоне контрастные газогидраты, слегка драпированные рыхлыми осадками, имеют местами заметно увеличенную (250–500 м при скорости распространения продольных волн в газогидратах 2,5 км/с) мощность и весьма неровную, с карманами и уступами, подошву (см. рис. 2,а–д). Лучшим примером является профиль В на рис. 2,в. Здесь, под придонными газогидратами, сформировалось крупное газовое окно с наложенными 1- и 2-кратными отражениями, что указывает на экранирующие свойства газогидратов (флюидоупор).

С учетом других профилей МОГТ можно говорить об островном (очаговом) характере распространения придонных газогидратов на крае шельфа и склоне Северного Сахалина. Метан здесь, по последним данным (Николаева и др., 2009), в основном биогенный. Его источником, в том числе по данным МОГТ, являются помырско-дерюгинские осадки позднего плиоцена – квартера, точнее, разлагающаяся в них *in situ* органика. Таким образом, ареал развития газогидратов в Охотском море охватывает не только его батиналь (Веселов и др., 2000), но и местами шельф.

Другая особенность связана с определением относительного возраста газогидратов и палеогеографической обстановки. В частности, газогидраты у края шельфа (см. рис. 2,в–д) формировались в позднем плейстоцене примерно 0,1 млн лет т. н. в связи с его осушением (Марков, Уткин, 2009) как слой сезонной и/или вечной мерзлоты. Склонные газогидраты, видимо, формировались в подводных условиях и примерно в это же время, поскольку на профилях А, Б они сформированы в слое, сложенном преимущественно продуктами абразии складчатых структур шельфа Северного Сахалина или образуют единый слой (профиль В).

Особо отметим, что придонные газогидраты обнаружены у края шельфа и на склоне, т. е. на удалении от молодой Трехбратской мегадайки (см. рис. 2,а–д). Причиной тому, очевидно, является повышенный теплоток от нее, атипичный для ее альтернативной трактовки как холодной протрузии серпентинитов (Харахинов, 2010). В связи с этим мегадайка могла способствовать термогенерации УВ в Северо-Сахалинском кайнозойском нефтегазоносном бассейне (Ломтев и др., 2002).

## ВЫВОДЫ

Итак, новые геофизические данные ДМНГ по подводной окраине Северного Сахалина и их интерпретация позволяют заключить, что Трехбратская мегантиклиналь и одноименная мегадайка протяженностью 360 км, маркируемая положительными линейными аномалиями гравитационного и магнитного полей, связаны с тектономагматической активизацией долгоживущего Восточно-Сахалинского глубинного разлома в раннем – среднем плейстоцене. На восточном крыле мегантиклинали, т. е. в полосе внешнего шельфа и склона, придонные осадки имеют проградационное строение с угловым несогласием в подошве и полями газогидратов с неровной подошвой, кратными отражениями и газовыми окнами.

Авторы благодарны В. А. Зайцеву (ДМНГ) за карты аномальных, магнитного и гравитационного полей акватории Северного Сахалина и прилегающей части Охотского моря, а также к. г.-м. н. В. А. Паровышнему и В. Н. Патрикееву (ИМГиГ) за конструктивное обсуждение материалов статьи, особенно в части выделения молодой Трехбратской мегадайки по данным МОГТ, гравитационной и магнитометрии, полезные замечания и советы. Отдельная благодарность рецензенту статьи за полезные замечания и критику, которые способствовали улучшению ее стиля и компактному изложению натуральных данных.

## ЛИТЕРАТУРА

Веселов О. В., Куделькин В. В., Чухонцев В. И. Особенности распространения и образования газовых гидратов в Охотском море // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах северо-западной окраины Тихого океана. – Ю.-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2000. – Т. 1. – С. 7–37.

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 2 000 000 : изд. 2-е. Сер. Сахалинская. Лист №-54-ХVII (мыс Елизаветы) : объясн. записка / А. А. Коноваленко, Б. А. Науменко и др. – СПб. : Картофабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 127 с.

Журавлев А. В. Сравнительная характеристика впадин Дерюгина и ТИНРО Охотского моря // Тихоокеан. геология. – 1984. – № 1. – С. 21–27.

Карней Т. И., Ломтев В. Л., Валиев С. Г. Геолого-геофизические материалы к паспорту на Хангузинскую морскую антиклинальную структуру, подготовленную к глубокому бурению на шельфе северо-восточного Сахалина. – Ю.-Сахалинск : ДМНГ, 1989. – 11 с.

*Комплексные* рекогносцировочные геофизические исследования в Охотском море (объект 11/86). – Ю.-Сахалинск : ДМНГ, 1988. – 284 с.

*Литвинова А. В.* Основные особенности сейсмокомплексов кайнозойского чехла впадины Дерюгина // Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз : IV Сахалин. молодеж. науч. школа : сб. материалов. – Ю.-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2010. – С. 143–149.

*Ломтев В. Л.* К диагностике пластовых срывов // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики : материалы ХLI тектон. совещ. – М. : ГЕОС, 2008. – Т. 1. – С. 508–512.

*Ломтев В. Л., Патрикеев В. Н.* Структуры сжатия в Курильском и Японском желобах. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. – 141 с.

*Ломтев В. Л., Жигулев В. В., Кононов В. Э., Агеев В. Н.* Возможности метода непрерывного сейсмического профилирования (НСП) при нефтегазопойсковых исследованиях // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России. – Ю.-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 107–119.

*Ломтев В. Л., Кононов В. Э., Агеев В. Н., Жигулев В. В.* Проблемы геологии шельфа Северо-Восточного Сахалина // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты. – Ю.-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2002. – Т. 2. – С. 79–81.

*Лопатнев Ю. В., Харахинов В. В., Кононов В. Э., Слуднев Ю. Г.* Сейсмостратиграфическая модель Северо-Сахалинского осадочного бассейна // Геология дна

Тихого океана и зоны перехода к Азиатскому континенту. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 111–116.

*Маргулис Л. С., Мудрецов В. Б., Сапожников Б. Г. и др.* Геологическое строение северо-западной части Охотского моря // Сов. геология. – 1979. – № 7. – С. 61–71.

*Марков Ю. Д., Уткин И. В.* Развитие шельфа залива Петра Великого // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. – М. : ГЕОС, 2009. – С. 113–123.

*Мишаков Г. С., Бабаева Н. И., Ковальчук В. С.* Условия накопления неогеновых отложений Северного Сахалина // Сов. геология. – 1985. – № 7. – С. 56–68.

*Мудрецов В. Б., Жильцов А. М.* Аномальные сейсмоакустические зоны на северо-восточном шельфе о. Сахалин // Тихоокеан. геология. – 1990. – № 3. – С. 108–112.

*Николаева Н. А., Деркачев А. Н., Обжиров А. И.* Характерные особенности проявлений газово-флюидных эманаций на северо-восточном склоне о-ва Сахалин (Охотское море) // Там же. – 2009. – Т. 28, № 3. – С. 38–52.

*Обжиров А. И.* Газохимические поля придонного слоя морей и океанов. – М. : Наука, 1993. – 140 с.

*Осадконакопление и рудогенез во впадине Дерюгина (Охотское море).* – Владивосток : Дальнаука, 2008. – 289 с.

*Ратновский И. И.* Геологическое строение полуострова Шмидта на Сахалине. – Л. : Гостоптехиздат, 1960. – 105 с.

*Тектоника и углеводородный потенциал Охотского моря.* – Владивосток : ДВО РАН, 2004. – 159 с.

*Харахинов В. В.* Нефтегазовая геология Сахалинского региона. – М. : Науч. мир, 2010. – 275 с.

*Поступила в редакцию 17.01.2011 г.*

## NEW DATA ON THE STRUCTURE OF SUBMARINE MARGIN OF NORTH SAKHALIN (by Geophysical Data)

*V. L. Lomtev, A. V. Litvinova*

The paper discusses new CDP gravity and magnetic data on the structure and history of the North Sakhalin submarine margin formation and results of their geologic interpretation, including: 1) the Three Brothers anticlinal zone and the young megadike of the same name; 2) the East Sakhalin trough, in-filled with Late Cenozoic, mainly Pomyr and Deryugin, Amur sediments and shelf fold structures abrasion products (bench); 3) near-bottom gas hydrates and signs of gas bearing of Pomyr and Deryugin sediments; 4) new problems in the tectonic, magmatic, and sedimentary history of the submarine margin and adjacent structures of the Sakhalin cordillera and Deryugin basin.

**Key words:** North Sakhalin submarine margin, Deryugin basin, acoustic basement, Cenozoic sedimentary cover, megadike, gas hydrate, gas.

УДК 599.363:574.34

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ У СРЕДНЕЙ БУРОЗУБКИ  
*SOREX CAECUTIENS* (SORICIDAE)  
В ХОДЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ**

**С. В. Киселев**

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан*  
E-mail: kiselevmagadan@mail.ru

В 2006–2010 гг. в таежной зоне правобережья Колымы была прослежена динамика численности и основных энергетических резервов средней бурозубки (*S. caecutiens*). У молодых особей выявлена отрицательная связь содержания бурой жировой ткани и положительная связь содержания гликогена в печени с численностью животных. У перезимовавших особей прямой зависимости исследуемых физиологических показателей от плотности популяции выявлено не было. Причины межгодичного изменения содержания резервных энергетических веществ обсуждаются.

**Ключевые слова:** средняя бурозубка, динамика численности, показатели энергетического гомеостаза.

Исследование биохимических показателей, характеризующих способность организма к запасанию резервных веществ, их мобилизации и расходованию как в обычной обстановке, так и при различных экстремальных ситуациях, важно не только с физиологической, но и с экологической точки зрения (Мосин, Петрова, 1981). Гликоген и липиды являются основными резервными субстратами, определяющими как энергоёмкость организма в целом, так и его устойчивость к неблагоприятным факторам.

Использование некоторых показателей энергетического гомеостаза для выявления голодания и стресса в природных популяциях различных мышевидных грызунов ранее было продемонстрировано в ряде исследований (Мосин, Петрова, 1981; Мосин, Лазуткин, 1985; Чернявский и др., 2003). Настоящая работа посвящена изучению изменения содержания резервных энергетических веществ в ходе динамики численности средней бурозубки – самого многочисленного и широко распространенного среди землероек вида на Северо-Востоке Азии (Докучаев, 1990).

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Исследования проводились с 2006 по 2010 г. в таежной зоне Верхней Колымы (р. Буянда). Животных отлавливали в июле-августе при помощи

конусов, заполненных водой, а также конусов без воды, снабженных сигнализацией. Гликоген в печени определяли по методу Дэвидсона и Берлинера (Davidson, Berliner, 1974) и выражали в миллиграммах глюкозы на 1 г сырой массы ткани. Белую и бурую жировые ткани, расположенные в паховой (брали только с одной стороны) и межлопаточной области соответственно, извлекали и взвешивали на весах с точностью до 1 мг. Относительную массу жира выражали в мг/г массы тела. Зимовавших самок в связи с влиянием на исследуемые показатели процессов беременности и лактации в анализ не включали. Данные по сеголеткам (самцам и самкам) объединяли для анализа, так как не имели достоверных половых различий по перечисленным показателям. Зимовавшие самцы рассматривались отдельно. Статистическая обработка данных выполнена в программе Statistica 6.0. При попарном сравнении средних величин и выявлении достоверности изменения по годам показателей с нормальным распределением (содержание белой и бурой жировых тканей) использовали критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ соответственно. Для показателей содержания гликогена в печени, вследствие отличия их распределения от нормального, применяли непараметрические методы статистики: критерий Манна – Уитни – для выявления половых и возрастных различий, тест Краскела – Уоллиса – для проверки досто-