

ХРОНИКА

УДК 551.4:574.2

ПОДВОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОЛЬШОГО ГАМОВСКОГО КАНЬОНА (РАЙОН ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Н.И. Григорьева, В.В. Ивин

ФГБУН Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток, ул. Пальчевского 17, 690041; e-mail: grigoryeva04@mail.ru

Поступила в редакцию 13 мая 2014 г.

Представлены результаты работ в районе залива Петра Великого, выполненные в 2011–2013 гг. в рейсах НИС «Академик Касьянов» и НИС «Академик Лаврентьев». Проведены эхолотирование и видеосъемка в Большом Гамовском каньоне в районе $42^{\circ} 15' - 42^{\circ} 30'$ с.ш. и $131^{\circ} 00' - 131^{\circ} 30'$ в.д. Получено более детальное представление о строении бортов каньона и прилегающего района материкового склона. Впервые получены данные с глубин 1800 м и ниже.

Ключевые слова: шельф, геологическое строение, донные осадки, Гамовский каньон, залив Петра Великого, Японское море.

Большой Гамовский каньон расположен в юго-западной части зал. Петра Великого на границе шельфовой зоны и представляет собой крупный желоб, пересекающий шельф и материковый склон северо-западной части Японского моря (рис. 1). Основное русло каньона врезано в шельф на глубину от 200 до 500–700 м и представляет собой ложбину со склонами различной крутизны и постепенно увеличивающейся глубиной.

Первые исследования в 1970-х годах позволили выявить основные черты морфологии каньона и его геологическое строение [1, 3, 7]. В 2009 г. исследования были продолжены с применением современной техники, но без подробной детализации [2]. По данным этих геологических исследований, верховья каньона заметны с глубины 80–90 м и представляют собой углубление с мелкобугристым рельефом дна шириной 1.5 км. С восточной стороны к нему примыкают несколько ложбин более мелкого порядка. По тем же материалам, восточный борт долины круче западного и имеет вогнуто-выпуклую форму. На склонах широко развиты оползни из-за тектонической активности, результатом деятельности которой является оползание части осадочного чехла. Осадки представлены уплотненными мелкоалевритовыми и алевритопелитовыми голубовато-серыми илами с гравием, обломками пород и ракушей [11].

Цель работы – оценка природной среды шельфа, современного состояния Гамовского каньона и континентального склона Японского моря, примыкающего к нему, а также выяснение детальных особенностей морфологии и геологического строения морского дна, распределения донной фауны материкового склона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основные материалы исследований получены в 2011–2013 гг. в рейсах НИС «Академик Касьянов» и НИС «Академик Лаврентьев». Выполнены батиметрические, гидроакустические площадные исследования и видеосъемка дна, с параллельным отбором донных проб.

Батиметрические измерения проводили с использованием глубоководного эхолота ELAC LAZ-72 E-V и рыбопоискового эхолота SAMYUNG SHE-7570 с непрерывным определением местоположения судна в течение всех съемок. Навигационную привязку осуществляли двумя спутниковыми 12-канальными приемоиндикаторами производства GARMIN: GPSTMap420s и GPS-128, с поддержкой широкозонной технологии повышения точности WAAS. Использование этой технологии позволило существенно (в 2–3 раза) повысить точность позиционирования, и в результате погрешность определения координат не превышала 6–12 м. Данные от спутникового приемоинди-

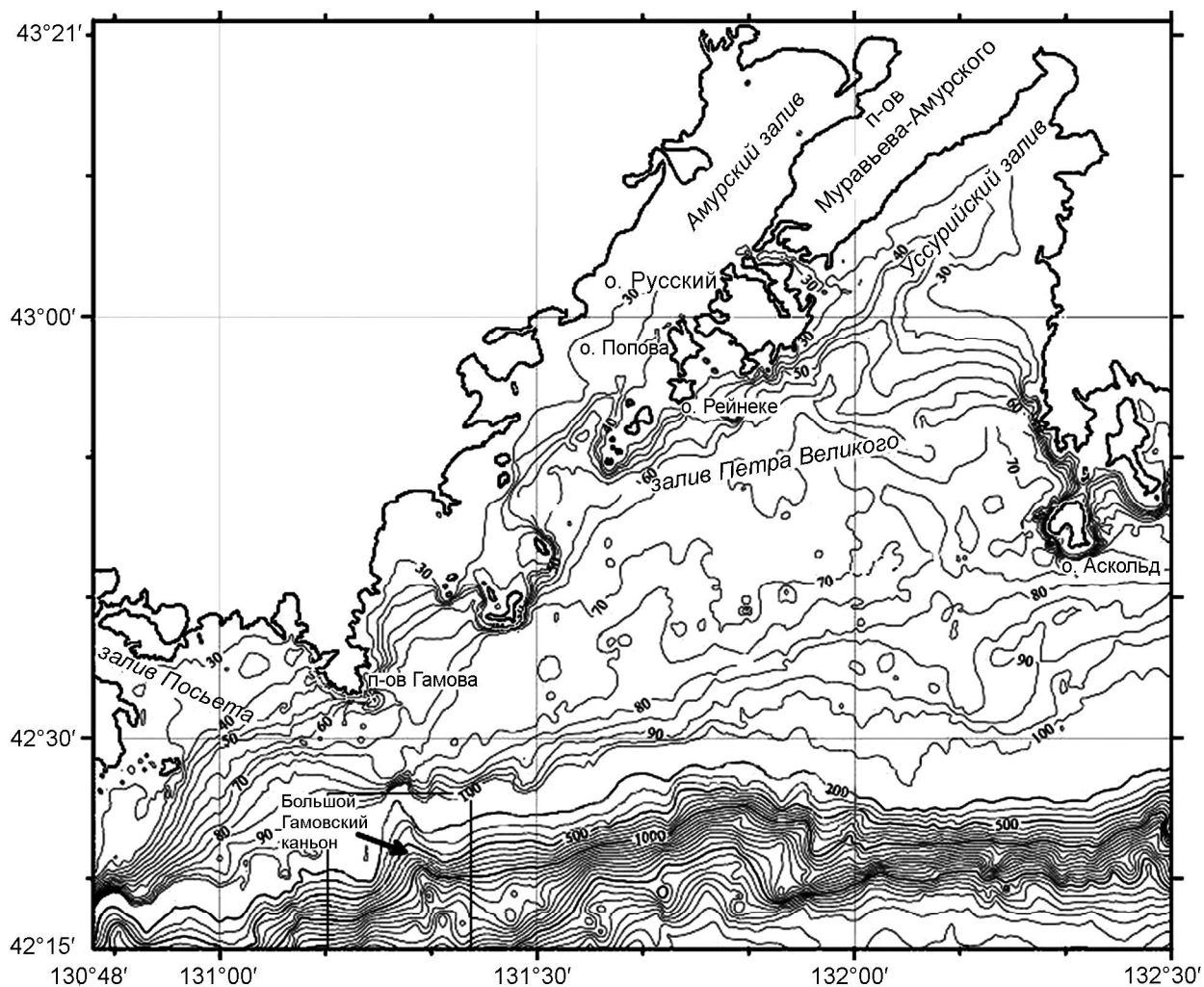


Рис. 1. Батиметрическая карта залива Петра Великого с обозначением района работ.

катора и эхолота синхронизировали специально разработанной программой, выполняемой на обычном персональном компьютере, в результате чего каждое измерение глубины привязано по времени и имеет точные географические координаты. Одновременно производили пересчет координат к виду, удобному для дальнейшей обработки.

Акустические наблюдения выполняли с помощью гидроакустического комплекса, созданного на основе модернизированных судовых эхолотов Сарган-ЭМ, ELAC и многоканальной системы цифровой регистрации гидроакустических эхосигналов с визуализацией в виде цветных эхограмм по независимым каналам на частотах 12, 19.7 кГц. На экране данные были представлены в виде профиля дна с полной навигационной информацией.

Методически работы проводили следующим образом: судно двигалось по сети заданных профилей меридионального и широтного направлений, данные о

глубине регистрировались с дискретностью 2.7 секунды, что при скорости движения судна 10 узлов соответствует дистанции между точками ~ 12 метров. Расстояние между широтными профилями ~ 500 метров, между меридиональными – ~ 300 метров. Благодаря хорошим погодным условиям судно точно следовало линиям профилей, что позволило получить качественные данные о рельефе дна исследуемого участка.

Видео- и фотопрофилирование донных ландшафтов выполняли с использованием телеуправляемых подводных аппаратов типа «Victor 6000», с рабочей глубиной до 6000 м [8]. Анализ бентосных проб, определение видового состава и количественных показателей осуществляли стандартными методами [4]. Пробы отбирали дночерпателями и манипуляторами аппаратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненный большой объем непрерывного гидроакустического профилирования (свыше 1700 км²)

на шельфе и материковом склоне залива Петра Великого позволил составить детальную цифровую карту рельефа дна Большого Гамовского каньона с прилегающим районом (рис. 2, 3). Согласно батиметрическим данным, поверхность исследуемого полигона слабо наклонена на юго-восток. Здесь бровка шельфа приурочена к глубинам свыше 100 м, на отдельных участках она выражена особенно отчетливо на глубинах 120–150 м, что было отмечено в предыдущих исследованиях [5, 6].

Русло каньона вытянуто в направлении север-северо-запад–юг-юго-восток перпендикулярно континентальному склону. Континентальный склон осложнен и другими, меньшими по размерам долинами, а также отдельными впадинами изометричной формы. Большинство из них находятся по краям каньона с восточной и западной сторон. В нижней глубоковод-

ной части склоны Большого Гамовского каньона имеют значительное расчленение.

Согласно полученным данным, вершина Большого Гамовского каньона в шельфовой части характеризуется минимальными глубинами моря, которые изменяются от 100 до 350 м. В пределах центральной части преобладают глубины 500–700 м, у подножия континентального склона глубины составляют свыше 2500 м (рис. 2).

Верхняя часть каньона образуется при слиянии двух ложбин – западной и восточной – и морфологически выражена с глубины 80 м. Ложбины вытянуты в направлении юго-запад–северо-восток. В районе бровки шельфа верхняя часть склона имеет меньшие уклоны в сравнении с нижней. В средней части каньон приобретает выраженный U-образный профиль, а его борта имеют ступенчатую структуру. Здесь обна-

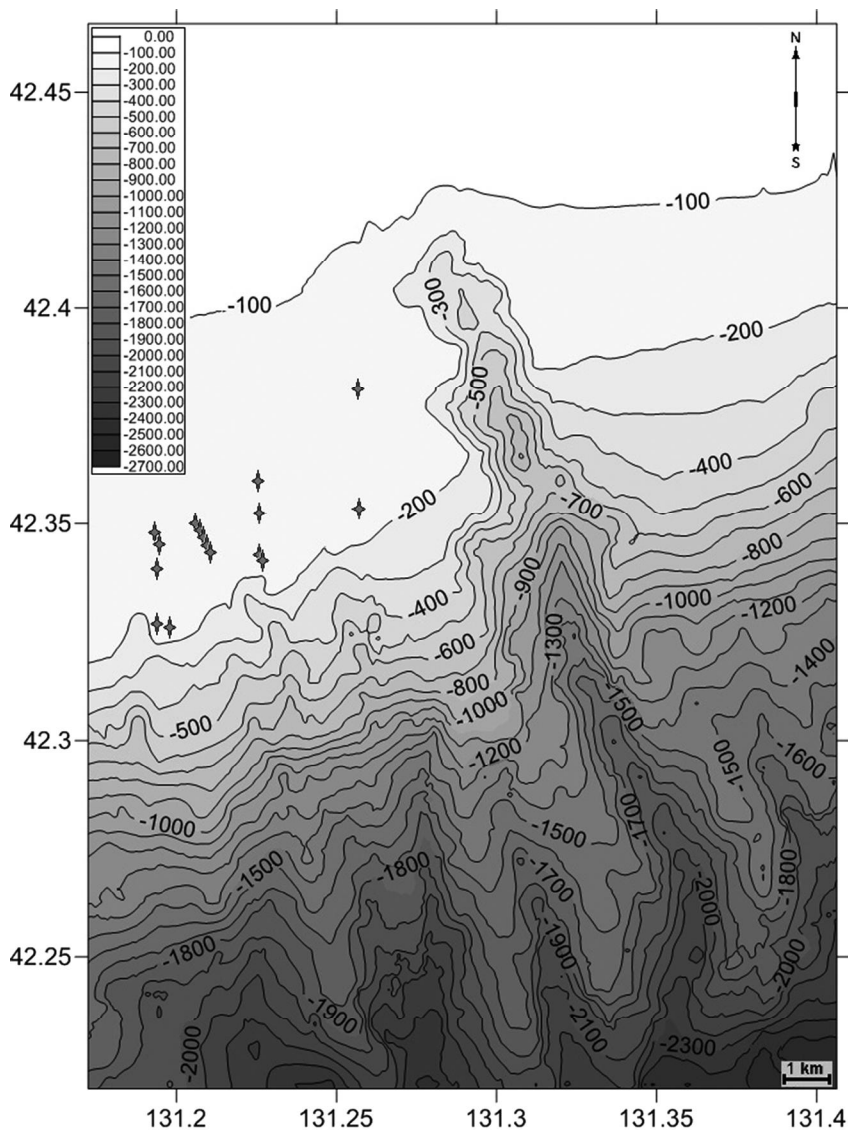


Рис. 2. Карта донной поверхности Большого Гамовского каньона и прилегающего района.

Звездочками отмечены расположения газовых «факелов». На врезках даны шкала глубин и линейный масштаб.

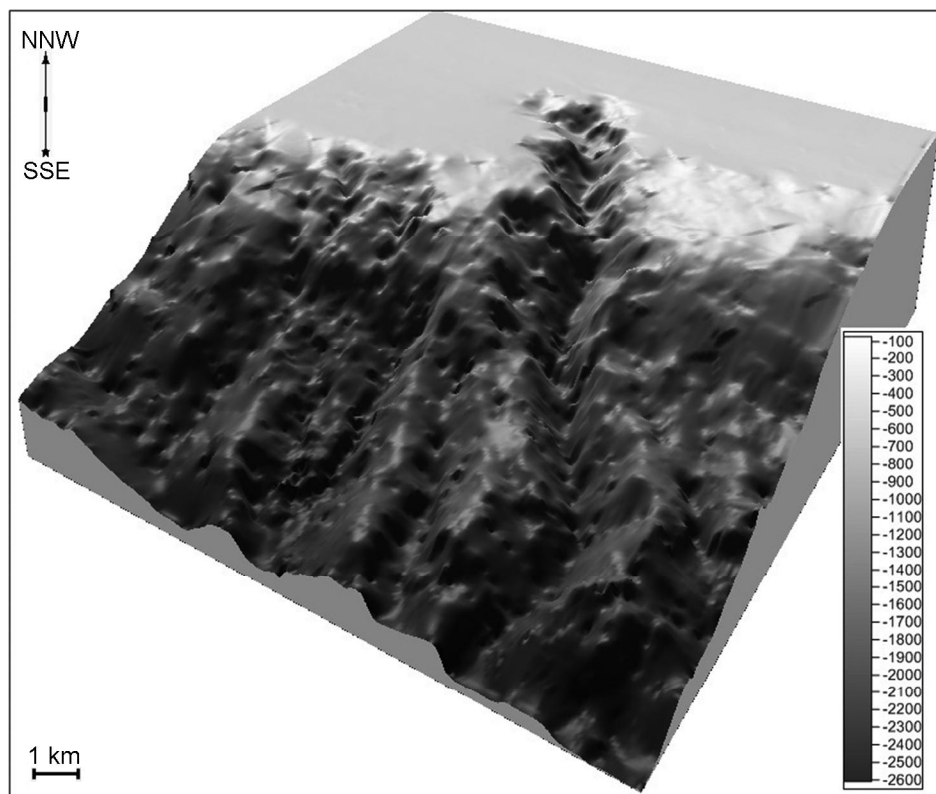


Рис. 3. Трехмерное изображение рельефа Большого Гамовского каньона и прилегающего района. Вид с юго-востока. На врезках даны шкала глубин и линейный масштаб.

ружены многочисленные разломы и складки, оползни и обнажения коренных пород, а также установлены многочисленные карманы и небольшие террасы на склонах, покрытые илом. Глубже 500–800 м подводный склон нарушен множественными мелкими разломами, и они участвуют в строении склонов каньона.

Исследование участков дна глубиной свыше 1000 м позволило получить более детальные представления о его бортах. Отмечены многочисленные ступени, уступы и ложбины, перемежающиеся с отвесными стенками в нижнем бьефе каньона (рис. 3). На глубинах 1850–2160 м были отмечены участки ровного дна, склоны с крутизной 30–45° и обрывы с вертикальными стенками (рис. 4). Все горизонтальные и наклонные поверхности грунта были покрыты слоем мягкого, легко взмучиваемого ила. Грунт под слоем ила и на вертикальных стенках обрывов выглядел как пластичная осадочная порода. На глубинах 2500–2600 м отмечены участки относительно ровного дна с мягким илистым грунтом, на котором были обычны небольшие каменные обломки и желтые, в свете лампы аппарата, вкрапления, очевидно мягкие, поскольку не сохранились в поднятых пробах. Наличие мягкого илистого грунта и обилие на ровных участках дна мертвых листьев морской травы свидетельствуют об обильном поступлении детрита с шельфа зал. Петра Великого. Кроме того, во внешней части шельфа, к западу от каньона,

отмечены многочисленные гидроакустические аномалии («факелы»), связанные с выходами природных газов (рис. 2). Как известно, в пределах зал. Петра Великого отмечен повышенный фон концентраций метана в придонном слое воды, и такие «факелы» наблюдаются на шельфе довольно часто [9, 10].

Нами исследованы донные поселения бентоса на всем протяжении Большого Гамовского каньона. В его верховье, на глубинах около 100 м, на илистых участках с уклоном, не превышающим 10–15°, донное население было представлено многочисленными мелкими офиурами *Ophiura sarsi* и *O. gagara*, образующими поселения с плотностью от 300 до 1500 экз./м². Также в изобилии встречены здесь раки-отшельники *Pagurus ochotensis* (до 10 экз./м²), крупные креветки *Pandalus borealis* (до 10 экз./м²) и крабы-стригуны опилио *Chionoecetes opilio* (до 0.2 экз./м²). Обычными обитателями являлись крупные (свыше 30 см) многощетинковые черви сем. *Sambellidae* и актинии *Cribrinopsis olegi*. С увеличением глубины свыше 100 м на крутых ступенчатых склонах с уклоном до 70–80° были обнаружены морские лилии *Heliometra glacialis* (до 10 экз./м²), многочисленные полихеты и гидроиды *Abietinaria* sp., образующие здесь густые заросли. На отдельных участках, где борта каньона переходили в пологие площадки шириной до нескольких сотен метров, были колонизированы глубоководными краба-



Рис. 4. Донные ландшафты нижней части Большого Гамовского каньона на глубинах 1800–2600 м.

ми-стригунами *Ch. japonicus* (до 0.5 экз./м²). Иногда наблюдались их множественные скопления за время движения аппарата вдоль склона. В придонном слое над такими участками изобиловали крупные планктонные организмы – многочисленные щетинкочелюстные, гребневники и эвфаузиевые раки. На максимальных глубинах свыше 1800 м (рис. 4), кроме гидроидов, в изобилии встречены мелкие глубоководные гребешки *Delectopecten vancouverense* (до 20 экз./м²) и крупные многощетинковые черви сем. Ampharetidae (до 50 экз./м²). Поселения губок и двустворчатых моллюсков обычно были приурочены к небольшим камням, полупогруженным в ил.

Известно, что в настоящее время Большой Гамовский каньон представляет собой отмирающую эрозионную долину, на боргах которой преобладают

процессы гравитационного обрушения и оползания материала с постепенным выравниванием и заполнением днища [1]. Согласно этим авторам, на глубинах 200–300 м отчетливо прослеживаются выходы дочетвертичных пород, часты песчано-щебнистые осыпи и оползни. Нами выявлены многочисленные оползни, ранее упоминавшиеся в предварительных результатах работ НИС «Профессор Гагаринский» в 2009 г. [2]. Также выявлено значительное заиливание уступов и ложбин, заполненных алевритовым и пелитовым материалом. Иногда в ложбинах встречались комья глин и глыбы коренных пород, скатившихся со склонов каньона. Повсеместно были видны признаки гравитационного обрушения, вследствие чего обнажились выступы коренных пород (рис. 4). Осадки облекают борта каньона, слагая на поверхностях уступов и лож-

бин илистые покровы. Днище каньона также покрыто илами.

Таким образом, исследование бровки шельфа и материкового склона позволило изучить глубоководные области района зал. Петра Великого, недостаточно изученные до настоящего времени. Впервые было выполнено подробнейшее батиметрическое и гидроакустическое профилирование поверхности дна и исследовано население подводных ландшафтов с глубин свыше 1800 м, а также получены визуальные подтверждения обильного поступления детрита с шельфа залива. Существующие в настоящее время представления о переносе водных масс на шельфе не объясняют поступление терригенного материала в отроги каньона. Наличие многочисленных выступающих из грунта каменистых обломков и камней свидетельствует либо о значительной скорости подводного течения, либо о явлении «камнепада», механизм которого пока неизвестен. Дальнейшие исследования позволят выяснить роль каньонов в водообмене с шельфовой зоной зал. Петра Великого, степень их эрозии и размывания в современное время, а также понять роль каньонов в биологической продуктивности и сохранении биологического разнообразия животных подводного мира.

Работа выполнена при поддержке грантов ДВО РАН 12-И-П30-07, 12-И-П28-03 и РНФ 14-14-00232 «Исследование уникальных глубоководных экосистем Северо-Западной Пацифики».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахов А.С., Васильев Б.И. Динамика современного осадконакопления и история развития Большого Гамовского каньона (Японское море) по результатам подводных наблюдений // Тихоокеан. геология. 1985. Т. 4, № 4. С. 13–18.
2. Астахов А.С., Аксенов К.И., Белоус О.В., Гуленко Т.А., Жуковин А.Ю., Карнаух В.Н., Яновская О.С. Геологические и геоэкологические исследования в Японском море в рейсе № 45 НИС «Профессор Гагаринский» (октябрь–ноябрь 2009 г.) // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, № 1. С. 119–124.
3. Васильев Б.И., Марков Ю.Д. Подводные каньоны на континентальном склоне залива Петра Великого (Японское море) // Океанология. 1973. Т. 13, Вып. 4. С. 658–661.
4. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны / Сост. Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина, В.А. Штрик. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 134 с.
5. Карнаух В.Н., Карп Б.Я., Цой И.Б. Сейсмостратиграфия осадочного чехла и условия осадконакопления на шельфе и материковом склоне в районе залива Петра Великого (Японское море) // Океанология. 2007. Т.47, № 2. С. 282–293.
6. Карнаух В.Н., Карп Б.Я., Цой И.Б., Ващенко Н.Г., Бордиян О.В., Листровая И.А. Строение шельфа и материкового склона залива Петра Великого (Японское море) по сейсмическим и геологическим данным // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого, Японское море. М.: ГЕОС, 2008. С. 292–307.
7. Карюхин А.А., Егорова Т.С., Матохин А.В., Красиков А.В. Особенности стратификации морской воды в районе проведения натурных испытаний подводного обитаемого аппарата «Шельф-1» ДВГУ // Подводные обитаемые аппараты в исследованиях физических полей океана. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1980.
8. Левашов Д.Е. Современные суда и судовое оборудование для рыбопромысловых исследований. М.: Изд-во ВНИРО, 2010. 400 с.
9. Обжиров А.И. Газогеохимические исследования в заливе Петра Великого и прибрежных территориях // Дальневосточные моря России. Кн. 3. Геологические и геофизические исследования. М.: Наука, 2007. С. 131–136.
10. Обжиров А.И. Основные результаты комплексных исследований в международной научной экспедиции в Охотском и Японском морях, август 2012 // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 6. С. 112.
11. Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В., Пушкарь В.С., Вачаев Б.И. Строение, вещественный состав илистой толщи шельфа юга Приморья и перспективы её освоения // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 90–99.

Рекомендована к печати Р.Г.Кулиничем

N.I. Grigorieva, V.V. Ivin

Underseas exploration of the Bol'shoy Gamov Canyon (the area of Peter the Great Bay, the Sea of Japan)

The results of the work in the Peter the Great Bay area made in 2011–2013 during the cruise of the RV “Akademik Kasyanov” and “Akademik Lavrentiev” are presented. Echo sounding and video filming were carried out in the Bol'shoy Gamov Canyon in the range of 42° 15'–42° 30' North latitude and 131° 00'–131° 30' East longitude. A detailed picture of the structure of the walls of the canyon and surrounding area of the continental slope was obtained. First the data have been obtained from a depth of 1800 meters and lower.

Key words: shelf, geological structure, bottom deposits, Gamov Canyon, Peter the Great Bay, the Sea of Japan.