

УДК 550.83(26):550.8:551.510.42:546.49

**КОМПЛЕКСНЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА И ПОДВОДНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ  
ПЕРВЕНЦА ЯПОНСКОГО МОРЯ В 67-М РЕЙСЕ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА  
“ПРОФЕССОР ГАГАРИНСКИЙ”**

© 2018 г. В. Н. Карнаух, Е. Н. Суховеев, А. А. Коптев, С. А. Зверев, О. В. Белоус,  
Е. А. Лопатников, А. С. Теличко, В. В. Калинин, М. А. Ищенко

*Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия  
e-mail: karnaugh@poi.dvo.ru*

Поступила в редакцию 26.04.2016 г.

DOI: 10.7868/S0030157418010161

С 16 сентября по 6 октября 2015 г. в соответствии с планом государственного задания ТОИ ДВО РАН на 2015 г. в части Темы 5 “Геология, глубинное строение, магматизм, осадконакопление, минеральные ресурсы окраинных морей северо-востока Азии и примыкающих котловин Тихого и Северного Ледовитого океанов; влияние геологических процессов на палеоокеанологические условия, современный климат и природную среду” и заданий Программы фундаментальных исследований ДВО РАН “Дальний Восток” на 2015–2017 гг., проект № 15-И-1-002 “Строение и кайнозойская эволюция земной коры дальневосточных морей России, их связь с катастрофическими сейсмоструктурными процессами и распределением энергетических ресурсов (раздел 4)” была проведена комплексная экспедиция на НИС “Профессор Гагаринский” (рейс № 67), целью которой было выполнение высококорреляционных исследований геологических объектов, представляющих опасность (активных разломов, лавовых и грязевых вулканов, оползней) на материковом склоне и подводных возвышенностях Японского моря, для оценки характера современной активности этих структур и выявления следов прошлых катастрофических событий.

В экспедиции проводились комплексные океанологические исследования в пределах отдельных участков шельфа, материкового склона и подводных возвышенностей Японского моря. Работы были направлены на выявление геологической активности в местах развития разломов, вулканов и оползней, а также распознавания признаков современных деформаций морского дна и определение объектов, представляющих опасность как поставщики токсичных веществ в океан и атмосферу.

В экспедиции выполнялись следующие виды работ: детальные исследования рельефа морского дна с использованием многолучевого эхолота SB 3050 производства компании ELAC Nautik (мобильная система для забортной установки), изучение строения верхней части осадочного чехла высокочастотным профиллографом “GeoPulse Subbottom Profiler”, измерения магнитного поля Земли буксируемым морским протонным магнитометром MPMG-4 “Импеданс”, измерения содержания ртути в приводном слое атмосферы на ходу судна прибором RA-915+, отбор проб донных осадков дночерпателем “Ван-Вина” и прямооточной трубкой ГОИН ТГ-1,5. Исследования были проведены в пределах шельфа залива Петра Великого и части материкового склона к югу от него, а также на подводной возвышенности Первенца (рис. 1). Работы с многолучевым эхолотом, профиллографом и магнитометром выполнялись по системе галсов при скорости судна 4–7 узлов. Непрерывное измерение содержания ртути выполнялись как на ходу судна, так и во время стоянки длительностью 8 ч с техническими перерывами 1–2 ч. В экспедиции получено около 1900 миль эхолотного промера, 1160 миль магнитной съемки, 150 миль высококорреляционных сейсмоакустических профилей, 1800 миль ртутнометрической съемки. Геологическое опробование выполнено на шельфе залива Петра Великого на 38 станциях.

В экспедиции впервые выполнены детальные исследования рельефа морского дна северо-западной части Японского моря с помощью многолучевого эхолота SeaBeam 3050. Данный эхолот предназначен для получения, обработки и накопления данных о батиметрии на малых и средних глубинах, а также может работать как гидролокатор

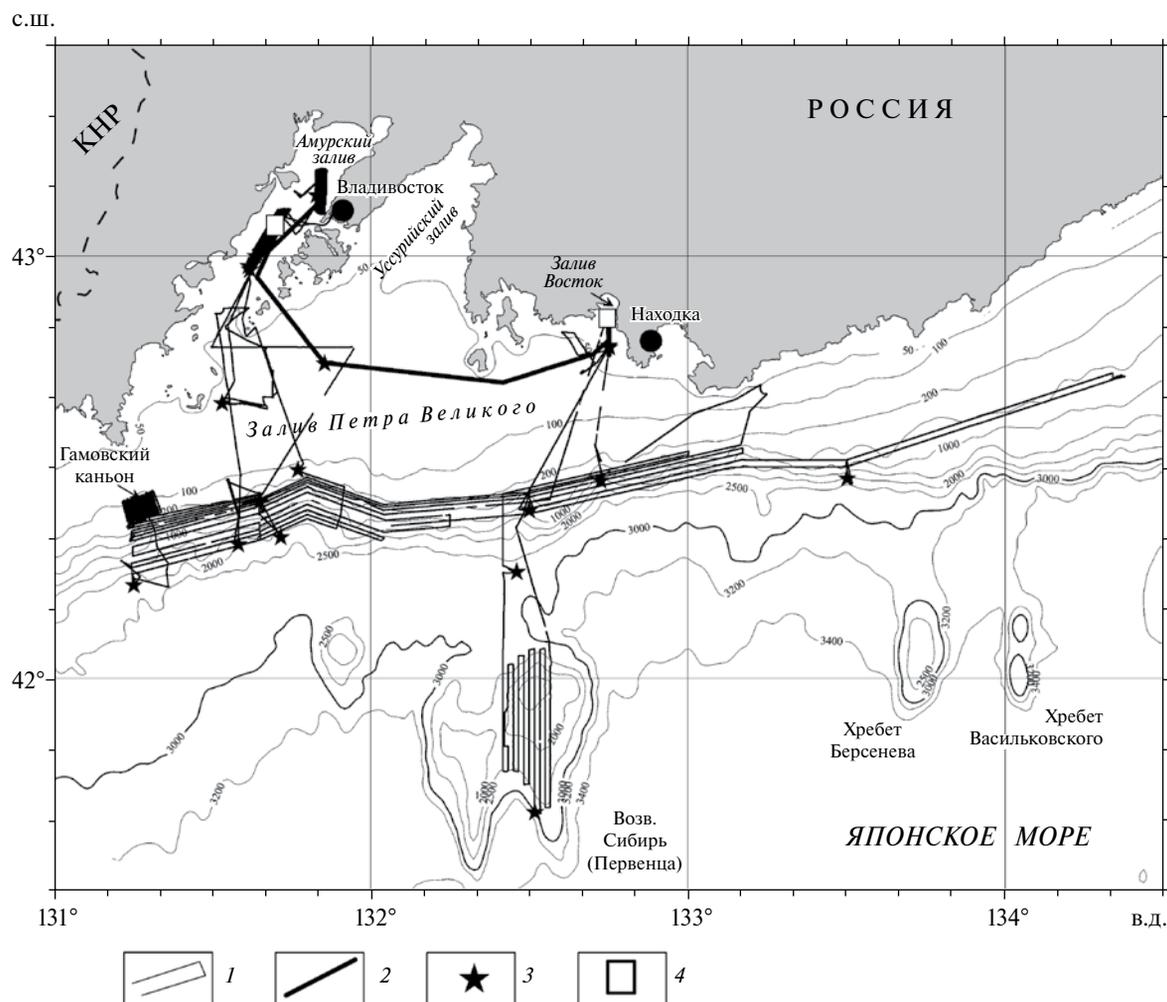


Рис. 1. Карта работ экспедиции в 67-м рейсе НИС «Профессор Гагаринский». Рельеф дна из [2].

1 – профили геофизической съемки (многолучевой эхолот, магнитометрия) и измерений содержания ртути в приводном слое атмосфере; 2 – то же и высокоразрешающие сейсмоакустические исследования; 3 – станции профиля скорости звука в воде; 4 – полигоны отбора проб донных осадков.

бокового обзора. Система полностью стабилизирована в реальном времени по бортовой, килевой качке и рысканью, что гарантирует полное покрытие обследуемой полосы дна даже в неблагоприятных погодных условиях. Основные характеристики многолучевого эхолота SeaBeam 3050 следующие:

Частота 50 кГц

Количество лучей 384

Угол обзора 140°

Покрытие дна до 3500 м

Рабочие глубины 3–3000 м

Частота зондирования до 20 кГц

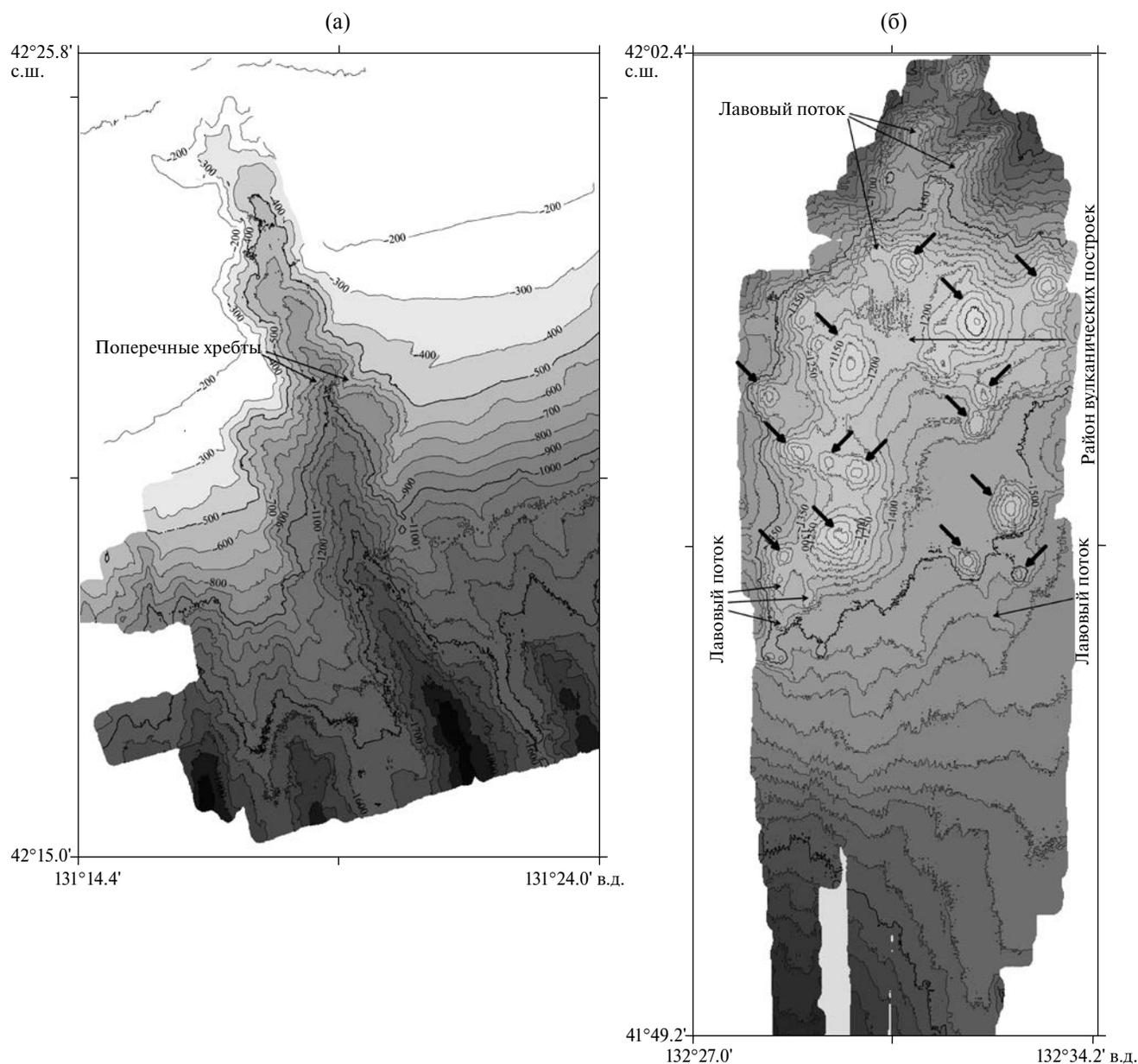
Для определения местоположения судна, изменения параметров качки в трех плоскостях и введения соответствующих поправок в данные эхолота использовались навигационный приемник Trimble

SPS 855 и датчик движения и гирокомпас Octans IXBlue IV.

Для корректного определения значений глубин дна моря было выполнено 18 океанологических станций, на которых производилось определение профиля скорости звука в водной толще с использованием измерителя скорости звука Mini-SVP Valeport.

Для обеспечения спуска, подъема и фиксации в рабочем положении рамы с излучателем и приемником было разработано и изготовлено спуско-подъемное устройство и установлено на шлюпочной палубе судна. Глубина расположения рамы в рабочем положении составляет 3.7 м ниже уровня моря.

Батиметрические исследования были выполнены на шельфе и материковом склоне залива Петра



**Рис. 2.** Рельеф дна Гамовского каньона (а) и восточной части возвышенности Первенца (б). Толстыми наклонными стрелками обозначены предполагаемые вулканические постройки.

Великого и в восточной части возвышенности Первенца.

По результатам детальных исследований рельефа морского дна обнаружено, что материковый склон осложнен многочисленными каньонами и оползнями. Каньоны начинают образовываться на глубине около 120 м и прослеживаются вниз до основания склона. Наиболее крупным каньоном из них является Гамовский каньон (рис. 2а). Установлено, что трог данного каньона осложнен несколькими узкими поперечными хребтами-дамбами, служащими своеобразными плотинами, ограничивающими перемещение осадочных масс вниз по склону. В результате выше дамб образуются

локальные скопления осадков. Периодически происходящие прорывы дамб потенциально способны вызвать катастрофический лавинообразный сброс осадочных масс.

На материковом склоне выявлено широкое распространение оползневых тел, перемещение которых вниз по склону способно вызвать локальные волны-цунами и значительные изменения рельефа дна, что может привести к негативным последствиям в хозяйственной деятельности, в частности, разрушению прибрежных инженерно-технических сооружений и повреждению подводных кабелей связи.

В восточной части возвышенности Первенца обнаружены многочисленные, небольшие по размерам (первые сотни метров) конусообразные поднятия морского дна, являющиеся, вероятно, молодыми вулканическими постройками (рис. 26). К некоторым из них примыкают протяженные пологие поднятия, являющиеся, по-видимому, лавовыми потоками. Это может свидетельствовать о происходивших здесь в прошлом вулканических процессах, и указывать на опасность подводных вулканических извержений в настоящее время.

Продолжено изучение строения поля приповерхностных скоплений газа в Амурском заливе [3], детализировано его строение, выполнена батиметрическая съемка района покмарка и области подводных холмов. Проведен отбор проб осадков на вершинах холмов и установлено наличие здесь слоя створок ракушек.

Составлены детальные карты аномального магнитного поля (АМП) изученных структур, что позволяет уточнить их глубинное строение. К подводным вулканам на возвышенности Первенца приурочены локальные положительные аномалии и сопряженные с ними отрицательные аномалии. Наблюдаемая картина аномального магнитного поля на возвышенности свидетельствует о прямой намагниченности подводной вулканической постройки. Предполагается, что намагниченный объект представляет собой вертикальное тело, положительный полюс которого расположен в центре. Материковый склон имеет знакопеременное магнитное поле, амплитудой до 180 нТл. Примечательно, что Гамовский каньон практически не выражен в карте АМП, амплитуда аномалий здесь не превышает 100 нТл, что может указывать на наличие здесь мощной толщи осадочных отложений.

В экспедиции установлено явление экстремальной эмиссии ртути из водной толщи в атмосферу

в районе Гамовского каньона. Диапазон изменения концентраций ртути в данном районе составлял 0.6–16.8 нг/м<sup>3</sup>, тогда как наибольшие содержания, которые ранее наблюдались в атмосфере над Японским морем, не превышали 5.1 нг/м<sup>3</sup> и были обусловлены переносом ртути воздушными массами из высокоиндустриального региона Желтого моря [1]. Предполагается, что одним из факторов, влияющим на интенсивность поступления ртути из морской воды в атмосферу в этом районе, является ее эмиссия из земной коры по разломным зонам с последующей миграцией к поверхности моря, что может являться признаком локальной геологической активности.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов программы “Дальний Восток” № 15-I-1-002 и РФФИ № 14-05-00723.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калинчук В. В.* Особенности пространственно-временного распределения атомарной ртути в приземном слое атмосферы над дальневосточными морями России (по результатам исследований за 2010–2013 гг.) // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Сб. тр. 2-го Международ. симпоз. Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2015. С. 173–176.
2. *Карнаух В. Н.* Рельеф дна северо-западной части Японского моря // Геоморфология. 2010. № 1. С. 42–51.
3. *Karnaukh V.N., Astakhov A.S., Vereshchagina O.F. et al.* Formation of subsurface shallow gas accumulations in Amurskiy Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) as a result of postglacial sea-level change, paleoceanographic conditions and hydrological activity // Marine Geology. 2016. V. 372. P. 31–52.