

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

УДК 551.35 (265.54)

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В 58-ОМ РЕЙСЕ НИС «АКАДЕМИК  
М.А. ЛАВРЕНТЬЕВ» (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КОТЛОВИНА, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*В.Т. Съедин<sup>1</sup>, В.Б. Лобанов<sup>1</sup>, А.А. Контев<sup>1</sup>, Н.Г. Ващенко<sup>1</sup>, В.В. Калинин<sup>1</sup>,  
Е.А. Лопатников<sup>1</sup>, И.Б. Цой<sup>1</sup>, В.Д. Худик<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская 43,  
г. Владивосток, 690041; e-mail: sedin@poi.dvo.ru

<sup>2</sup>ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток,  
690022; e-mail: Khudik@mail.ru

Поступила в редакцию 31 января 2013 г.

В работе приведены первые результаты геологических исследований, полученные в 58-ом рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Работы выполнялись на трех подводных возвышенностях, расположенных в Центральной котловине Японского моря. Дана характеристика батиметрических и геологических исследований, впервые выполненных на горсте Стащук и хребте Васильковского. Уточнено строение юго-западной части возвышенности Первенца. Впервые на горсте Стащук в Японском море обнаружен пиролюзит.

**Ключевые слова:** батиметрические исследования, геологическое строение, хребет Васильковского, горст Стащук, возвышенность Первенца, Центральная котловина, Японское море.

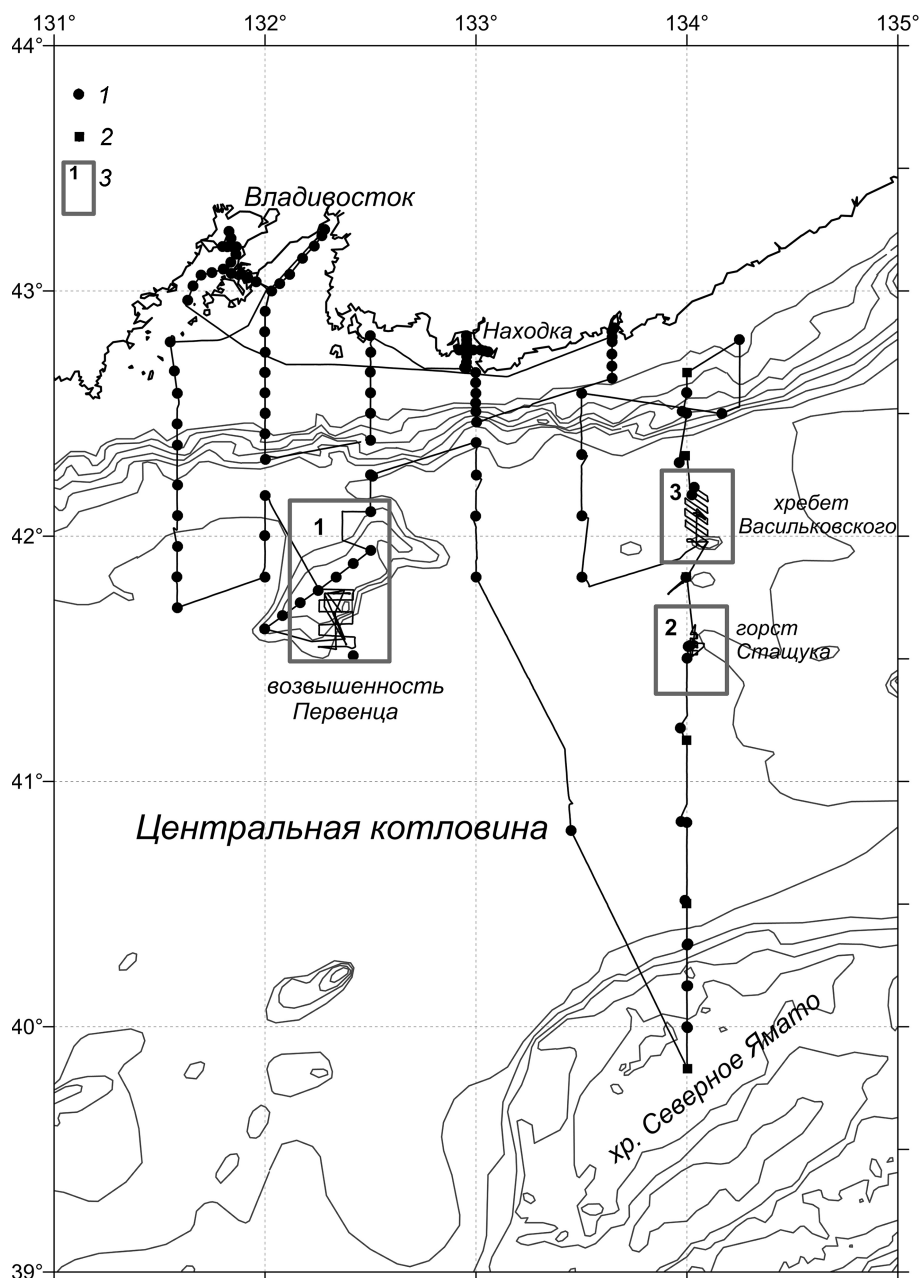
58-ой рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев» был организован Тихоокеанским океанологическим институтом им. В.И. Ильичева ДВО РАН и выполнялся с 27 октября по 9 ноября 2011 г. (начальник экспедиции В.Б. Лобанов). В рамках федеральной целевой программы «Мировой океан» в рейсе были проведены комплексные гидрологические, биогеохимические и геологические исследования в Японском море. Геологические работы включали изучение особенностей рельефа и геологического строения трех возвышенностей в Центральной котловине Японского моря. Батиметрические исследования проводились с использованием штатного судового глубоководного эхолота ELAC LAZ-72 E-V. Геологическое опробование выполнялось с помощью драгирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геологические работы с детальными батиметрическими промерами выполнены на трех участках в Центральной котловине Японского моря (рис. 1): 1 – юго-западная часть возвышенности Первенца; 2 – горст Стащук; 3 – хребет Васильковского.

На каждом из них выполнено по два результативных драгирования.

Участок 1 располагается в юго-западной части возв. Первенца, в пределах которой ранее неоднократно проводились геологические работы сотрудниками ТОИ ДВО РАН. [1, 2, 5, 11]. По результатам промера построена батиметрическая карта участка (рис. 2 а). Наименьшая глубина, выявленная на участке – 1344 м, относительное превышение ~ 2000 м. Изученный участок является частью юго-западного отрога возв. Первенца. Он представляет собой протяженную структуру (около 33 км) линейной формы, вытянутую в меридиональном направлении. Привершинная зона отрога в центральной части хорошо выражена в рельефе дна и характеризуется крутыми, почти отвесными склонами. Батиметрические исследования позволили уточнить некоторые особенности положения и строения юго-западной части возв. Первенца: 1 – расположение юго-западного отрога возв. Первенца не соответствует данным рельефа, приведенным на навигационной карте 1:500 000 масштаба (карта ГУНИО № 61001, 2009 г.); 2 – осевая часть хребта на изученном участке имеет



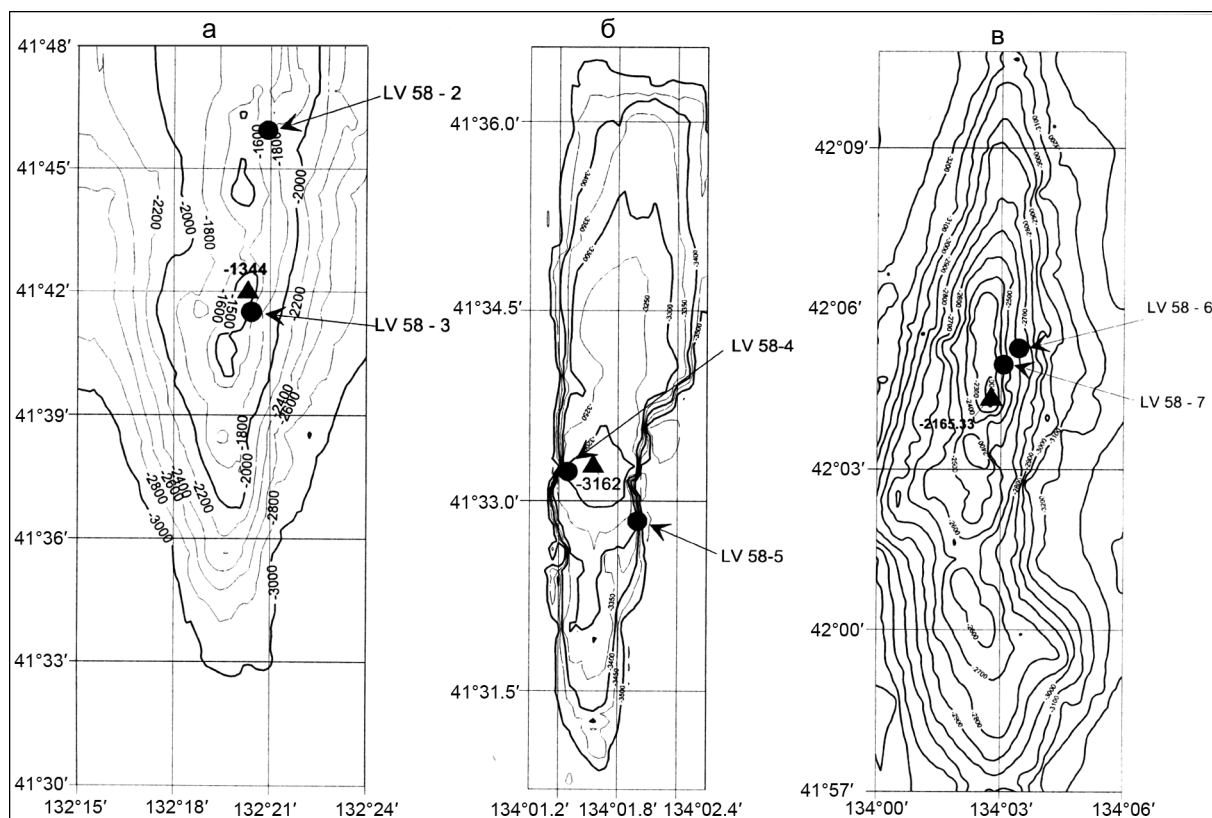
**Рис. 1.** Карта-схема работ в 58-ом рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев».

1 – станции СТД-зондирования и отбора гидрохимических проб воды, 2 – станции с отбором проб воды на радионуклиды, 3 – участки проведения геологических работ (1 – юго-западная часть возвышенности Первенца, 2 – горст Сташука, 3 – хребет Васильковского).

не строго линейный характер, как это показано в работе [3], а несколько отклоняется к востоку в самой южной и северной частях; 3 – минимальная глубина, обнаруженная нами, составляет 1344 м (рис. 2 а), а в работе [3] она соответствует 1500 м.

Геологическое опробование на возв. Первенца выполнено на восточном склоне отрога на двух станциях (ст. LV58-2 и LV58-3) в интервале глубин 1800–1500 м (рис. 2 а). На обеих станциях поднято значительное количество (более 100 кг) каменного

материала. Он представлен: 1 – базальтами; 2 – слаблитифицированными осадочными породами (туффиты глинистые, пепловые туфы, глины); 3 – кварц-глауконитовыми образованиями (глауконитовые силициты, кварцево-глауконитовые породы, по [6, 7]; 4 – разнообразными Fe-Mn образованиями; 5 – глыбами, обломками, небольшими валунами и галькой различных размеров «чужеродного» материала. Среди пород преобладают образования 1-го и 3-го типов. Первые 4 типа каменного материала являются характерными



**Рис. 2.** Батиметрические карты поверхности и положение станций драгирования на изученных участках: 2а – участок 1 (полигон 21), возвышенность Первенца; 2б – участок 2 (полигон 36), горст Стащука; 2в – участок 3 (полигон 23-А), хребт Васильковского.

Залитые кружки – местоположение станции драгирования с указанием ее номера. Треугольники – места обнаружения минимальной глубины на изучаемом участке и ее значение в метрах ниже уровня моря. Номера полигонов соответствуют общей схеме геологической изученности Японского моря [1, 2, 5, 11].

образованиями вулканических построек глубоководных котловин Японского моря. Базальты – сильно пористые породы, часто со стекловатой коркой закаливания. По текстурно-структурным особенностям это типичные базальты вулканических построек глубоководных котловин Японского моря. Согласно классификации [9], они относятся к пострифтовым вулканитам глубоководных котловин. Наши исследования на возв. Первенца позволяют утверждать, что ее юго-западной отрог является частью вулканической постройки и представляет собой фрагмент кальдеры древнего вулкана

Участок 2 расположен в районе небольшой безымянной положительной структуры, обнаруженной в 1990 году в 7-м рейсе НИС «Профессор Гагаринский» при сейсмических работах [4]. Впервые проведенные нами детальные батиметрические исследования показали, что на изученном участке Центральной глубоководной котловины (район пересечения координат  $41^{\circ} 31.0'$  с.ш. и  $134^{\circ} 00.0'$  в.д.) находится небольшая возвышенность удлинённой формы (рис.

2 б). Наименьшая измеренная глубина – 3162 м, относительное превышение –  $\sim 400$  метров. Возвышенность вытянута строго в меридиональном направлении и хорошо обособляется по изобате 3500 м. Длина возвышенности по изобате 3500 м около 10.5 км, ширина по подножью в северной части составляет порядка 2.2 км, а в южной (район  $41^{\circ} 33.0'$  с.ш.) – около 1.2 км. Данная структура характеризуется платообразной (выровненной) вершинной поверхностью, расположенной на глубине 3350–3300 м. В центральной части возвышенности имеется пологое поднятие с глубинами менее 3200 м. Характерными особенностями этой возвышенности является наличие практически линейной, резко очерченной, западной стороны и очень крутых, почти отвесных склонов, особенно в ее центральной части (рис. 2 б). Это позволяет связывать ее происхождение с активными тектоническими процессами. Батиметрические исследования уточнили некоторые особенности положения и строения изученной возвышенности. Эта структура отсутствует на навигационной карте 1:500 000 мас-

штаба (карта ГУНИО № 61001, 2009 г.) и не совсем соответствует положению и рельефу, приведенным в работе [4]. Строение, форма и размеры изученной возвышенности не позволяют отнести ее ни к одному из типов положительных форм подводного рельефа, предложенных в международной классификации [8]. Особенности рельефа и соотношение этой структуры с прилегающей абиссальной частью котловины более всего соответствуют понятию горста. Мы предлагаем назвать эту возвышенность горстом Стащука в честь профессора М.Ф. Стащука, много лет посвятившего изучению проблемы Fe-Mn образований в океане и создавшего научную школу в ТОИ ДВО РАН.

Геологическое опробование в пределах горста Стащука было проведено впервые. Оно выполнено на двух станциях (LV58-4 и LV58-5) в интервале глубин 3500–3200 м (рис. 2 б). На обеих станциях поднято значительное количество каменного материала в виде мелких обломков (до 25 см). Поднятый материал: 1 – базальты; 2 – слаболитифицированные осадочные породы (глины с пирокластикой, глинистые туффиты) плиоценового возраста, часто с Fe-Mn корочкой толщиной до 2 см; 3 – разнообразные Fe-Mn образования шлаковидного облика и в виде плотных обломков; 4 – единичная мелкая галька. Преобладают Fe-Mn образования. Особый интерес среди них вызывают темно-серые плотные (у поверхности микропористые) с высоким удельным весом Fe-Mn образования, которые на поверхности покрыты графитоподобным, сильно пачкающим налетом. Согласно проведенным исследованиям (рентгенофазовый анализ на ДРОН-2; аналитики Н.А. Ряполова, ДВГИ ДВО РАН и А.В. Можеровский, ТОИ ДВО РАН; и ИК-спектрометрический метод, аналитик В.В. Кононов, ДВГИ ДВО РАН), они представлены пиролюзитом (двуокись марганца –  $MnO_2$ ). Такие минеральные образования в чистом виде и в значительном количестве впервые подняты в Японском море. Ранее пиролюзит здесь был обнаружен М.И. Липкиной и П.Е. Михайликом в Fe-Mn корках, но в ассоциации с другими марганцевыми минералами.

Базальты подняты только на одной станции (LV58-5). Они представлены 8 мелкими (до 7 см) обломками мелкопористых (поры составляют не менее 20 % объема породы) афировых базальтов, обычно довольно измененных. По внешнему виду они подобны базальтам вулканических построек глубоководных котловин Японского моря.

Возраст слаболитифицированных осадочных пород установлен на основе изучения диатомей. Эти породы формировались, скорее всего, в плиоцен-плейстоценовое время (около 5.3–2.0 млн лет назад)

на глубинах, близких к современным. Наличие Fe-Mn образований на поверхности изученных осадочных пород указывает на недавнее (плейстоценовое?) время проявления поствулканических процессов в пределах горста Стащука, обеспечивающих поставку Fe-Mn соединений.

Анализ особенностей морфологии и имеющиеся геологические и геофизические данные по изученной структуре (горсту Стащука) позволяют высказать два возможных варианта ее происхождения: 1 – горст образован тектоническими процессами и представляет собой выступ фундамента абиссальной части Центральной котловины, 2 – это фрагмент вершинной части (кальдеры) небольшой вулканической постройки, который еще не полностью погребен процессами осадконакопления или постоянно испытывает тектоническое обновление. В любом случае очевидно, что особенности строения этой структуры (ее форма) обусловлены тектоническими процессами.

Участок 3 практически полностью охватывает хребет Васильковского и располагается примерно на 15 км восточнее хребта Берсенева (ранее возвышенность Тарасова) [1, 2, 5, 11]. Наименьшая измеренная глубина на участке – 2165 м, относительное превышение ~ 1400 м (рис. 2 в). Длина хребта – около 26 км, а ширина – порядка 9 км. Хребет имеет четко выраженные линейные очертания и вытянут в меридиональном направлении. Его осевая линия практически совпадает с линией меридиана  $134^{\circ}03.0'$  в.д. Западное подножье хребта располагается вдоль координаты  $134^{\circ}00.0'$  в.д. Осевая зона хребта в его центральной части (между координатами  $42^{\circ}00.0'$  и  $42^{\circ}08.0'$  с.ш.) характеризуется очень крутыми западным и восточным склонами. Четко выраженная линейность хр. Васильковского и значительная крутизна склонов его привершинной части обусловлены, скорее всего, тектоническими процессами. Батиметрические исследования позволили установить: 1 – реальное положение и простираение хребта не отвечает той структуре, что показана в этом районе на навигационной карте 1:500 000 масштаба (карта ГУНИО № 61001, 2009 г.); 2 – очертания и строение хр. Васильковского не совсем соответствуют положению и рельефу этой структуры, что показаны в работе [4]. В частности, выяснилось, что: 1 – осевая часть хребта расположена несколько восточнее (между  $134^{\circ}02.0'$  и  $134^{\circ}03.0'$  в.д.), чем в упомянутой работе; 2 – осевая часть хребта представлена не двумя хорошо обособленными вершинами, а единым четко выраженным гребнем с незначительными перепадами высот в пределах его простираения; 3 – минимальная глубина

составляет 2165 м, а не 2550 м, как отмечено в вышеуказанной работе.

Геологическое опробование на хр. Васильковского проводилось впервые. Драгирование (ст. LV58-6 и LV58-7) выполнено на восточном склоне привершинной части хребта в интервале глубин 2700–2300 м (рис. 2в). Каменный материал: 1 – базальты; 2 – слаболитифицированные осадочные породы (глины с пирокластикой, глинистые туффиты, диатомовые глины) позднемиоцен-плейстоценового возраста, часто покрытые корочками Fe-Mn образований мощностью до 1.5 см; 3 – кварц-глауконитовые образования («глауконитовые силициты», по [7]); 4 – разнообразные Fe-Mn образования (обычно шлаковидного облика); 5 – небольшие валуны (до 20 см) и галька. Преобладают образования 2-го и 4-го типов. Первые 4 типа каменного материала являются характерными образованиями, которые обычно поднимают с вулканических построек глубоководных котловин Японского моря. В трех шлаковидных, довольно рыхлых обломках, пропитанных Fe-Mn образованиями (ст. LV58-6), обнаружены отпечатки раковин размером 2–2.5 см, которые были изучены В.Д. Худиком. Одна, наиболее хорошо сохранившаяся, раковина с перламутровой внутренней поверхностью представлена правой створкой ископаемого двустворчатого моллюска *Lucinota annulata* (Reeve). Согласно имеющимся данным [10], время существования моллюсков этого вида – поздний миоцен–настоящее время. Базальты (6 обломков до 20 см) подняты только на станции LV58-6. Они представлены высокопористыми (количество пор до 40 % объема породы) редкопорфировыми плагиоклазовыми разновидностями. По текстурно-структурным особенностям – это типичные базальты вулканических построек глубоководных котловин Японского моря. В целом, породы и минеральные образования, поднятые на хр. Васильковского, подобны таковым, установленным на изученных ранее вулканических постройках глубоководных котловин Японского моря, т.е. хр. Васильковского – это положительная структура вулканического происхождения.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты геологических исследований, выполненных в 58 рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев»:

1. Детальные батиметрические исследования, впервые выполненные на горсте Стащука, показали, что он представляет собой небольшую возвышенность линейного очертания. Возвышенности с такой морфологией в Японском море ранее не были из-

вестны. Особенности ее рельефа и соотношение этой структуры с окружающей частью Центральной котловины более всего соответствуют понятию горста;

2. Выявлено, что особенности морфологии всех изученных структур (юго-западный отрог возв. Первенца, хр. Васильковского, горст Стащука) позволяют предположить влияние тектонического фактора на формирование их современного рельефа;

3. Впервые проведенные геологические исследования на хр. Васильковского и горсте Стащука, позволили получить представления об их геологическом строении. Хребет Васильковского – это вулканическая структура. Его геологическое строение аналогично строению других небольших возвышенностей глубоководных котловин Японского моря вулканического происхождения. Горст Стащука, скорее всего, также является вулканической постройкой. Однако вопрос его генезиса пока остается открытым;

4. На всех исследованных возвышенностях подняты Fe-Mn образования различных морфологических типов. Особый интерес представляет пиролюзит, впервые обнаруженный в чистом виде в Японском море.

Благодарим за помощь в проведении исследований капитана В.Б. Птушкина и экипаж НИС «Академик М.А. Лаврентьев», а также Г.А. Крайникова за организацию и проведение палубных геологических работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология дна Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 139 с.
2. Геология и основные типы горных пород дна Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 2006. 93 с.
3. Карнаух В.Н., Карп Б.Я., Цой И.Б. Сейсмостратиграфия осадочного чехла и процессы осадконакопления на возвышенности Первенца и ее окрестностях (Японское море) // Океанология. 2005. Т. 45, № 1. С. 126–139.
4. Карнаух В.Н., Карп Б.Я., Цой И.Б. Структура фундамента и сейсмостратиграфия осадочного чехла северной части Японской котловины в районе возвышенности Тарасова (Японское море) // Океанология. 2007. Т. 47, № 5. С. 691–704.
5. Каталог станций драгирования дна Японского моря. Препринт. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 1993. 43 с.
6. Липкина М.И. Глауконит подводных вулканов Японского моря // Новые данные по геологии дальневосточных морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 98–108.
7. Липкина М.И. Фосфатная и сопутствующая минерализация в магматических породах подводного вулкана Ченцова (Японское море) // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 3. С. 81–93.
8. Стандартизация наименований форм подводного рельефа. Монако: Изд-во Междунар. Гидрограф. Бюро. 2008. 24 с.
9. Съедин В.Т. Вулканизм Японского моря – индикатор кай-

- нозойского рифтогенеза окраины Азии // Кайнозойский континентальный рифтогенез: Материалы Всерос. симпозиума, посвящ. памяти Н.А. Логачева. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. Т. 2. С. 138–142.
10. Худик В.Д. Кайнозойские люциномы Северной Пацифики и их стратиграфическое значение // Новые данные по стратиграфии Дальнего Востока и Тихого океана. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 41–51.
11. Geology and geophysics of the Japan Sea / Ed. Isezaki N. et al. Tokyo: TERRAPUB, 1996. 488 p.

*V.T. S'edin, V.B. Lobanov, A.A. Koptev, N.G. Vaschenkova, V.V. Kalinchuk, E.A. Lopatnikov, I.B. Tsoy, V.D. Khudik*

**Results of the geological studies in the 58-th Cruise of RV “Academician M.V. Lavrentiev” (Central depression, Sea of Japan)**

The paper presents the first results of the geological studies obtained during the 58-th Cruise of RV “Academician M.A. Lavrentiev”. The works have been carried out on three seamounts located in the Central depression of the Sea of Japan. Bathymetric and geological investigations first made on the Stashchuk Horst and Vasilkovsky Ridge were analyzed. The structure of the southwestern Pervenets Rise was specified. Pyrolusite formations have been recognized for the first time on the Stashchuk Horst, the Sea of Japan.

**Key words:** bathymetric studies, geological structure, Vasilkovsky Ridge, Stashchuk Horst, Pervenets Rise, Central depression, Sea of Japan.