

УДК 574.5 594.1 574.21

Д. Д. Данилин

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, 683 000; e-mail:
danilinbiv@mail.ru*

Двустворчатые моллюски как потенциальные индикаторы районов гидротермальной активности

В работе обсуждается возможность оконтуривать участки, перспективные на обнаружение гидротермальной активности, с помощью видов характерных для пригидротермальной биоты. Приводятся данные о находках двустворчатых моллюсков характерных для гидротермальных систем в северной части Берингова моря, где до настоящего времени проявлений гидротермальной активности отмечено не было.

Введение

Известно, что в областях гидротермальной активности существует специфичная гидротермальная фауна. Одной из особенностей такой фауны является её высокая облигатность [4]. Сейчас очевидно, что в глубинах Мирового океана обитают животные, характеризующиеся высокими биомассами, причём потребляемая ими первичная продукция извлекается не за счёт солнечной энергии, а за счёт бактерий симбионтов. Представителями гидротермальной фауны являются, в том числе более 42 видов двустворчатых моллюсков. Гидротермальные ассоциации известны в диапазоне глубин от 82 до 3660 м. В целом, считается, что минимальные глубины распространения большинства экологических типов гидротермальных ассоциаций — около 400 м. [1].

Несмотря на широкое распространение гидротермальной активности и холодных высачиваний в мировом океане и связанной с ними фауны, в Беринговом море, на сегодняшний день, известен лишь один подводный вулканический центр с признаками современной активности — подводный вулкан Пийпа. На его вершинах были обнаружены различные виды термопроявлений и сопутствующих им минеральных образований и биологических сообществ [8]. Из специализированной гидротермальной фауны на Южной вершине вулкана Пийпа были отмечены двустворчатые моллюски *Calypptogena* (сем. *Vesicomysidae*) [2]. Калипптогены живут в симбиозе с тионовыми бактериями, для питания которых необходимо поступление восстановленных соединений серы [6]. Моллюски были обнаружены на глубине 483 м, и располагались вдоль трещин в покрове отложений, где происходит поступление низкотемпературного флюида, необходимого для жизнедеятельности моллюсков. До настоящего времени обнаружение калипптоген на вулкане Пийпа является самым северным ($55^{\circ}23'$ с. ш.) нахождением представителей этого рода в гидротермальных районах Мирового океана [2]. Кроме этого, в северной части Тихого океана известны холодные

высачивания в Алеутском заливе к востоку от острова Кадьяк, где присутствует гидротермальная фауна [7]. Но все эти проявления находятся южнее 58° с. ш. Присутствие живых двустворчатых моллюсков рода *Calypptogena* характерно для окраинных областей газовой выделений. Установлено, что например в Охотском море по мере приближения к центральным частям газовых выходов отчётливо наблюдается концентрирование живых моллюсков *Calypptogena* и *Conchocele*. Размеры полей двустворчатых моллюсков могут составлять до 10 м в поперечнике [9]. Основная масса биологического материала с глубоководных гидротермальных полей добыта при помощи глубоководных обитаемых аппаратов с использованием разных сачков, удерживаемых манипуляторами и с помощью насосных устройств [7], что делает такие исследования очень трудоёмкими и дорогостоящими. Карта-схема распространения фауны гидротерм и холодных высачиваний северной части Тихого океана приведена на рис. 1.

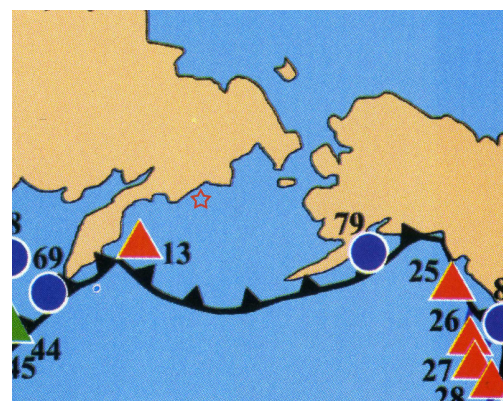


Рис. 1. Ближайшие места распространения фауны гидротерм и холодных высачиваний и район обнаружения двустворчатых моллюсков, характерных для зон гидротермальной активности (отмечен контуром звезды). 13 — Вулкан Пийпа (глубоководные горячие гидротермы); 79 — Алеутская субдукционная зона (холодные высачивания) по [7].



Рис. 2. Карта-схема района работ. Эллипсом оконтурена область, на которой были найдены моллюски. Линиями указаны треки траления в которых были найдены моллюски характерные для гидротермальной фауны.

Материалы исследования и результаты

В основу работы положены материалы, собранные на протяжении нескольких лет в приловах донных тралов, во время работы рыбопромысловых судов в северо-западной части Берингова моря. Всего было проанализировано более трёхсот проб из уловов донных и разноглубинных тралов, выполненных на глубинах от 160 до 520 м. Траления выполнялись от мыса Олюторского до мыса Наварин. В районе Корякского шельфа и верхней части континентального склона на протяжении нескольких лет собирался материал по двустворчатым моллюскам, попадающих в приловах донных тралов. Всего в данном районе было выполнено более трёхсот тралений, но только в приловах четырёх из них были обнаружены моллюски, характерные для гидротермальной фауны. Карта-схема района работ с указанием мест находок моллюсков, характерных для гидротерм и холодных высачиваний, приведена на рис. 2.

Одними из представителей специализированной гидротермальной фауны являются двустворчатые моллюски рода *Calypptogena* (сем. *Vesicomidae*). Калипптогены повсеместно известны как характерные обитатели так называемых восстановительных биотопов [4]. Несколько свежих раковин пред-

ставителей этого рода были обнаружены в траловых уловах в северо-западной части Берингова моря в диапазоне глубин 360–475 м, в районе с координатами $60^{\circ}47'1''$ с. ш. $173^{\circ}14'8''$ в. д. – $61^{\circ}25'2''$ с. ш. $175^{\circ}46'1''$ в. д. Протяжённость участка с севера на юг около 40 км, перепад по изобатам в пределах участка чуть более ста метров, т. е. участок представляет собой полосу шириной не более 10 км, вытянутую вдоль изобат. Ближайшая точка, в которой были обнаружены представители рода *Calypptogena*, находится на расстоянии более 700 км – это склон вулкана Пийпа, на глубине 483 м., примерно в 70 километрах к северу от Командорских островов. До настоящего времени, это самая северная и самая мелководная точка нахождения представителей этого рода в гидротермальных районах Мирового океана [4]. Наличие на найденных нами раковинах остатков свежего периостракума и лигамента свидетельствует о том, что эти раковины не являются субфоссильными и не принадлежат к фауне ископаемых холодных высачиваний. Найденные в Беринговом море калипптогены мы сравнили с моллюсками, найденными на склонах вулкана Пийпа, поднятыми в ходе погружений ГОА «Мир». Сравнение показало, что эти моллюски очень похожи, и скорее всего, принадлежат к одному виду. Фото одного из найденных моллюсков рода



Рис. 3. Представитель семейства Везикомиид — *Calyptogena* sp. найденная в траловых уловах в северо-западной части Берингова моря. Вид с внешней стороны раковины. Видны остатки свежего periostracума.



Рис. 4. *Calyptogena* sp. найденная в траловых уловах в северо-западной части Берингова моря. Вид с внутренней стороны раковины. Виден хорошо сохранившийся лигумент.

Calyptogena приведено на рис. 3 и 4. Фото моллюска с вулкана Пийпа приведено на рис. 5. К сожалению, таксономические исследования гидротермальных двустворок, в особенности везикомиид, сталкиваются со значительными трудностями, часто виды можно выявить только с помощью молекулярных методик [6]. У моллюсков этого семейства зарегистрирована высокая активность ферментов, участвующих в ассимиляции CO_2 и окислении восстановленных серосодержащих соединений. Пищеварительная система, не смотря на частичную редукцию, функционирует. Все известные представители этого семейства содержат в жабрах тионовые бактерии, способные использовать в качестве субстрата, как сульфид, так и тиосульфат [3].

В этом же районе, в диапазоне глубин 415–410 м, был найден живой моллюск *Acharax* sp. (сем. Solemyidae) (рис. 6), способом питания которого является бактериальная симбиотрофия, плюс остаточная детритофагия. Для представителей этого семейства питание с помощью симбиотрофных бактерий является первостепенным. Моллюск обычно находится над вертикальной частью норы, уходящей вниз в обогащенный сульфидом слой осадка [6]. У ви-



Рис. 5. *Calyptogena* sp. Берингово море, вулкан Пийпа (из сборов НИС «Академик Мстислав Келдыш», ГОА МИР-2, коллекция ЗИН РАН)

дов населяющих местообитания с высокими концентрациями сульфидов, 60–80% органического вещества моллюсков имеет бактериальное происхождение [10]. В связи с переходом на симбиотрофное питание у представителей этого семейства происходит даже редукция пищеварительной системы [6]. То есть без симбиотических бактерий существование этих моллюсков невозможно, а значит, они могут существовать только в условиях гидротермальной, либо холодных высачиваний. Ближайшая точка, где были до настоящего времени найдены мёртвые створки представителей этого, рода находится южнее мыса Олюторского (т. е. южнее 60° с. ш., точных данных нет) на глубине 600–800 м. [5].

Выводы

Учитывая вышеизложенное, мы считаем, что находка таких узкоспециализированных моллюсков, характерных для участков гидротермальной активности, указывает на то, что в северо-западной части Берингова моря, в диапазоне глубин 360–475 м, существует ещё не открытый район современных гидротермальных проявлений. В честь замечательного ученого Чингиза Мухамедовича Нигматуллина, собравшего материал по редким двустворотым моллюскам, мы предлагаем назвать этот гипотетический гидротермальный район (vent area) — «район Чингиза Нигматуллина».

При работе донных тралов, драг и других орудий лова площадь покрытия морского дна порой составляет сотни квадратных километров. При этом на попутный сбор материала, указанного в работе, расходуется минимум средств. При анализе прилова



Рис. 6. Представитель сем. Солемиид — *Acharax* sp. из северо-западной части Берингова моря, найденный в траловом улове.

двустворчатых моллюсков и других гидробионтов, свойственных зонам гидротермальной активности, можно достаточно точно оконтурить такие районы и в дальнейшем проверять их точно с помощью более дорогостоящих и специализированных приборов и аппаратов. Мы считаем, что двустворчатые моллюски и их раковины можно достоверно использовать как потенциальные индикаторы гидротермальных районов.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность старшему научному сотруднику лаборатории экологии промысловых популяций и оценки запасов ООБ ФГУП «АтлантНИРО» Ч. М. Нигматуллину, собиравшему материал в течение нескольких лет, С. В. Галкину, Е. М. Крыловой (Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва), Б. И. Сиренко (ЗИН РАН, Санкт-Петербург) за возможность работы с материалами собранными ГОА «Мир-2», сотрудникам и экипажам судов принимавших участие в сборе материала.

Список литературы

1. Галкин С. В. Пространственно-экологическая структура и география гидротермальных сообществ. Биология гидротермальных систем Мирового океана. М: КМК Ltd. 2002. С. 363–409.
2. Галкин С. В., Москалев Л. И. Гидротермальные проявления и донная фауна вулкана Пийпа (Берингово море) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. VII международной научной конференции, посвящённой 25-летию организации Камчатского отдела Института биологии моря. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатпресс, 2006. С. 325–328.
3. Гальченко В. Ф., Галкин С. В., Леин А. Ю., Москалев Л. И., Иванов М. В. Роль бактерий симбионтов в питании беспозвоночных из районов активных подводных гидротерм. // Океанология. 1988. Том. 28(6). С. 1020–1031.
4. Гебрук А. В., Галкин С. В. Гидротермальный биотоп и гидротермальная фауна: общие положения. Биология гидротермальных систем Мирового океана. М: КМК Ltd. 2002. С. 3–14.
5. Кафанов А. И., Лутаенко К. А. Новые данные о фауне двустворчатых моллюсков северной Пацифики. 4. *Acharax johnsoni* (Dall, 1891) (Solemyidae) в дальневосточных морях России. *Ruthenica*, 1997. № 7(2). С. 155–159.
6. Крылова Е. М. Двустворчатые моллюски (Bivalvia) // Биология гидротермальных систем Мирового океана. М.: КМК Ltd. 2002. С. 208–223.
7. Москалев Л. И. Открытие и исследование гидротерм и холодных высачиваний сероводорода и метана на дне Мирового океана. Биология гидротермальных систем Мирового океана. М: КМК Ltd, 2002. С. 25–58.
8. Селивёрстов Н. И. Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. С. 164.
9. Шакиров Р. Б., Обжиров А. И. Морфотектонический контроль потоков метана в Охотском море // Подводные исследования и робототехника. 2009. № 1(7). С. 31–39.
10. Le Pennec M., Beninger P. G., Herry A. Feeding and digestive adaptations of bivalve mollusks to sulfide-rich habitats. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1995. 111 A. P. 166–174.