

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРСКОГО ОБРАСТАНИЯ НА ОПОРАХ КАНАТНОЙ ДОРОГИ В ЗАЛИВЕ НЯЧАНГ, ВЬЕТНАМ

Исследовано обрастание опор канатной дороги в заливе Нячанг, Вьетнам. Выделены сообщества обрастания, определены их границы, доминирующие виды, биомасса. Оценено влияние на сообщества обрастания таких факторов как глубина и скорость течения.

Введение

В последнее время в биологии наметился большой интерес к изучению сообществ, подверженных более или менее интенсивному антропогенному воздействию. Применительно к морской биологии сообществами, которые не просто испытывают антропогенное воздействие, но по сути своей сформированы этим воздействием, являются сообщества обрастания. В настоящее время эти сообщества интенсивно изучаются по всему миру, что вызвано не только чисто научным интересом, но и практическим значением морского обрастания, ежегодный ущерб от которого составляет не менее 50 млрд. долларов [1]. При этом наиболее интенсивным развитием отличается обрастание в прибрежных водах тропических морей, где его биомасса может достигать рекордных значений, превышающих 300 кг/м² [1, 2].

Уже на протяжении нескольких десятков лет полигоном для советских и российских исследователей, изучающих морское обрастание в тропиках, является Вьетнам, что обусловлено как богатой фауной обрастания Южно-Китайского моря, так и давними традициями научного и технического сотрудничества между нашими странами. В целом обрастание в водах Вьетнама считается достаточно хорошо изученным, опубликовано большое количество работ [2-14], в том числе и с участием автора [15-21]. Результаты исследований собраны и обобщены в монографии [22]. Вместе с тем развернувшееся в последние годы интенсивное сооруже-

О.П. Полтаруха*,
кандидат
биологических наук,
старший научный
сотрудник, ФГБУН
Институт проблем
экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова
Российской академии
наук

ние в водах Вьетнама новых гидротехнических сооружений расширяет возможности для изучения морского обрастания в прибрежных водах тропиков.

Одним из таких новых гидротехнических сооружений, интересных с точки зрения исследования морского обрастания, являются опоры сооруженной в 2005-2006 гг. в заливе Нячанг канатной дороги, протянувшейся от порта Кауда к отелю Винперл на острове Че. На *рис. 1* показано расположение опор и их нумерация. Достаточно большая глубина, на которой установлены некоторые опоры, достигающая 26 м, позволяет изучить вертикальное распределение сообществ обрастания. Расположение опор канатной дороги вдоль прямой, соединяющей порт Кауда и отель Винперл, позволяет исследовать распределение обрастания по разрезу через пролив между материком и островом Че. И, наконец, зная время постройки опор канатной дороги и проводя периодические наблюдения за развитием обрастания, можно проследить ход сукцессии изучаемых сообществ.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили с использованием легководолазного оборудования. В ходе работы на каждой из семи опор канатной дороги проводилась общая визуальная оценка обрастания – определялись границы сообществ, вертикальное распределение доминирующих видов, по возможности отмечалось нахождение редких для данных сообществ видов, которые не могут быть

* Адрес для корреспонденции: poltarukha@rambler.ru

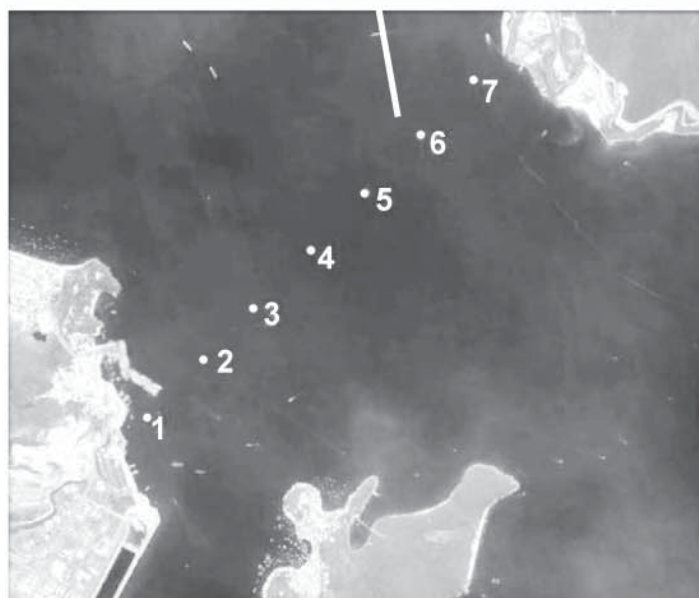
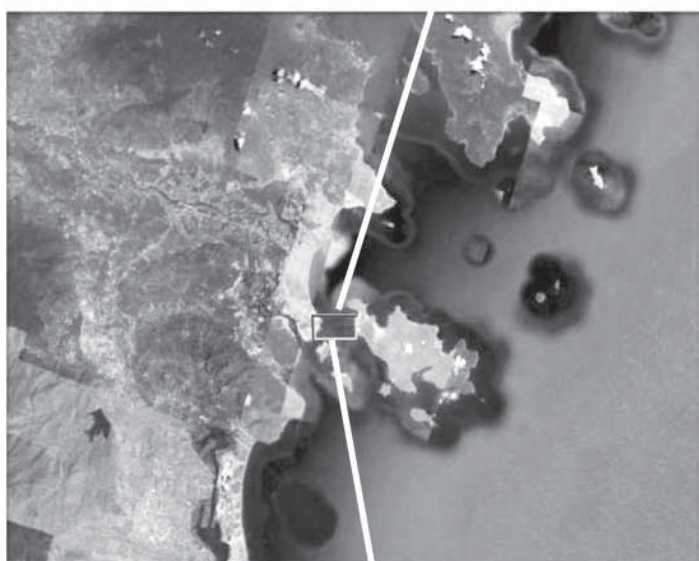
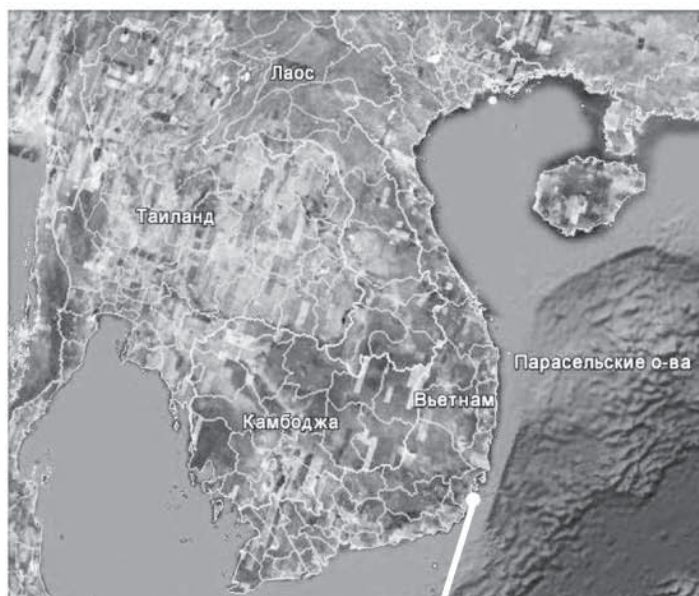


Рис. 1. Район проведения работ. Цифры красного цвета – номера опор канатной дороги.

учтены с помощью количественных проб. Затем в каждом из выделенных сообществ с площади $0,01 \text{ м}^2$ отбирались три количественные пробы обрастания. В дальнейшем эти три пробы объединялись в одну интегральную пробу и исследовались в лаборатории.

Результаты и их обсуждение

Опора 1. Расположена на выходе из гавани порта Кауда. Глубина 7 м, течение практически отсутствует.

Биомасса обрастания в зоне заплеска невелика и составляет $0,5 \text{ кг/м}^2$. Доминируют усоногие раки *Chthamalus malayensis* Pilsbry, 1916, составляющие около 60 % биомассы обрастания, реже встречаются мелкие брюхоногие моллюски *Cellana* sp. и другие, а также крабы семейства Grapsidae.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен слабо развитый устричный бордюро. Биомасса составляет $18,9 \text{ кг/м}^2$. Доминируют устрицы *Saccostrea cucullata* (Born, 1778), составляющие около 45 % биомассы обрастания, а также усоногие раки рода *Amphibalanus*, преимущественно *A. amphitrite* (Darwin, 1854) и *A. reticulatus* (Utinomi, 1967). Биомасса усоногих раков составляет около 45 % биомассы обрастания. Сравнительно высокая доля усоногих раков в сравнении с аналогичными природными сообществами определяется тем, что устрицы в данном случае часто прикрепляются не непосредственно к субстрату, а к пустым домикам *Amphibalanus* spp., которые местами образуют почти сплошной слой, покрывающий субстрат. Оставшиеся 10 % биомассы обрастания приходится на мелких брюхоногих моллюсков и крабов, главным образом представителей семейства Grapsidae, в меньшем количестве семейства Xantidae.

Ниже устричного бордюра расположены разреженные поселения усоногого рака *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758). Биомасса составляет $7,5 \text{ кг/м}^2$, при этом доля усоногих раков составляет около 90 % биомассы сообщества, 5 % приходится на асцидий, а оставшиеся 5 % составляют гидроиды, крабы *Portunus* sp., мелкие брюхоногие моллюски *Ergalatax* sp., *Bursa granularis* (Röding, 1798), *Peristernia reincarnata* Snyder, 2000, полихеты. Большая часть усоногих раков представлена пустыми домиками, доля живых животных не более 30 %.

Вблизи дна, начиная с глубины 5,0-5,5 м поверхность опоры практически свободна от обрастателей и довольно сильно заилена.

На дне в радиусе до 1,5 м от опоры лежат сильно заиленные пустые домики *M. tintin-*

nabulum и, в меньшем количестве, пустые раковины *S. cucullata*, далее – илистый грунт.

Опора 2. Расположена в проливе между материком и островом Че, но прикрыта мысом, так что течение в районе опоры сравнительно слабое. Глубина 11 м.

Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,6 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 1.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен слабо развитый устричный бордюру. Биомасса составляет 16,7 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 1. При этом помимо мелких брюхоногих моллюсков и крабов, в основном представителей семейства Grapsidae, на опоре 2 в незначительном количестве были обнаружены мелкие двустворчатые моллюски.

Ниже устричного бордюра до глубины около 5 м расположено сообщество с доминированием усонного рака *M. tintinnabulum*. Биомасса составляет 14,3 кг/м², при этом доля биомассы усонных раков составляет около 80 %, примерно половина особей усонных раков представлена пустыми домиками. 10 % биомассы сообщества приходится на двустворчатых моллюсков, в основном *Saccostrea glomerata* (Gould, 1850), а оставшиеся 10 % составляют гидроиды, крабы, брюхоногие моллюски *Thais mancinella* (Linnaeus, 1758), *Habromorula spinosa* (H. & A. Adams, 1853), полихеты, асцидии.

Начиная с глубины 5 м развивается сообщество с доминированием крупных двустворчатых моллюсков (около 80 % всей биомассы), в основном *S. glomerata*, а также *Chama* sp. Остальную часть биомассы этого сообщества формируют губки, асцидии, крабы *Portunus* sp., Xantidae gen. sp., Majidae gen. sp., брюхоногие моллюски *Chicoreus brunneus* (Link, 1807), полихеты, а также усонный рак *M. tintinnabulum*. Обнаруживаются небольшие, не более 20 см, явно угнетенного вида колонии альционарий. Биомасса сообщества составляет 21,3 кг/м².

Вблизи дна, начиная с глубины около 10 м, состав сообщества в целом не меняется, но его численность и биомасса постепенно уменьшаются.

На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *Saccostrea* spp. и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Опора 3. Эта и последующие опоры расположены в сужении пролива между материком и островом Че. Течение в районе этой опоры сильнее, чем в районе опоры 2, но несколько слабее, чем в районе опор 4 и 5. Глубина 17 м.

Ключевые слова:

Вьетнам,
морское обрастание,
опоры канатной
дороги,
биомасса,
доминирующие виды

Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,7 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на предыдущих опорах.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен слабо развитый устричный бордюру. Биомасса составляет 16,7 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 2. При этом помимо мелких брюхоногих и двустворчатых моллюсков, а также крабов, в основном представителей семейства *Grapsidae*, на опоре 3 в незначительном количестве были обнаружены полихеты.

В отличие от предыдущих опор, на опоре 3 сообщество с доминированием усонного рака *M. tintinnabulum* отсутствует. В сообществе, расположенном ниже устричного карниза до глубины 10 м, доминируют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, реже *Chama* sp. и *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). Биомасса двустворчатых моллюсков составляет около 70 % биомассы всего сообщества. При этом от 60 до 80 % всех двустворчатых моллюсков представлены пустыми раковинами. *M. tintinnabulum* является субдоминантом, его биомасса составляет около 20 % биомассы всего сообщества, большая часть домиков животных, до 80 %, пустые. Остальные виды составляют незначительную часть биомассы сообщества, но их разнообразие довольно велико – крабы, креветки, мелкие особи лангустов *Panulirus* sp., сидячие и бродячие полихеты, асцидии, офиуры, гидроиды, губки, мшанки, мелкие двустворчатые и брюхоногие моллюски, усонные раки *Amphibalanus amphitrite*, *A. reticulatus*, *Armatobalanus quadrivittatus* (Darwin, 1854). Начиная с глубины 3 м в небольшом количестве появляются альционарии, изредка встречаются морские ежи *Diadema setosum* (Leske, 1778) и небольшие колонии кораллов *Pocillopora* sp. Биомасса составляет 26,5 кг/м².

Глубже 10 м биомасса сообщества падает до 11,9 кг/м², доминантами остаются *S. Glomerata*, хотя их значение снижается и доля их биомассы падает до 45 %, при этом почти все животные представлены только пустыми раковинами. Доля альционарий в общей биомассе, наоборот, повышается, достигая 25 %. Также как и на горизонте 3-10 м, видовое разнообразие сообщества довольно велико. Помимо животных, отмеченных на горизонте 3-10 м, глубже 10 м встречаются горгонии, брюхоногие моллюски *Mauritia (Cypraea) arabica* (Linnaeus, 1758) и *Arania* sp, из крабов отмечены представители семейства Xanthidae.

Вблизи дна на глубине около 16 м состав сообщества в целом меняется незначительно, но его численность и биомасса уменьшаются.

Горгонарии и альционарии при этом исчезают полностью.

На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *S. cucullata* и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Опора 4. В районе этой опоры и опоры 5 наблюдалось самое сильное среди всех исследованных районов течение. Глубина 22 м. Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,7 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на предыдущих опорах. От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен умеренно развитый устричный бордюру. Биомасса составляет 21,2 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 2, при этом из крабов помимо представителей семейства Grapsidae отмечены *Pachycheles* sp. и Xanthidae gen. sp.

Ниже устричного бордюра до глубины около 5 м расположено сообщество с доминированием усоногого рака *M. tintinnabulum*. Часто молодые особи *M. tintinnabulum* прикрепляются к старым домикам того же вида, что приводит к образованию крупных сростков. Биомасса составляет 41,6 кг/м², при этом доля биомассы усоногих раков составляет около 90 %, примерно 1/5 всех особей усоногих раков представлена пустыми домиками. Оставшиеся 10 % биомассы дают гидроиды, крабы (Xanthidae gen. sp. и др.), креветки, двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски *Bursa granularis*, полихеты, асцидии.

Глубже 5 м биомасса сообщества возрастает до 81,4 кг/м². Доминируют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *Malleus malleus* (Linnaeus, 1758), *Pinctada margaritifera* (Linnaeus, 1758), *Perna viridis*, *Pteria* sp., которые суммарно образуют около 80 % биомассы сообщества. Усоногие раки, в первую очередь *M. tintinnabulum*, а также *Amphibalanus* spp. и *Armatobalanus quadrivittatus* суммарно образуют около 10 % биомассы сообщества. Остальные виды суммарно дают около 10 % биомассы сообщества, но их разнообразие довольно велико – крабы Majidae gen. sp. и Xanthidae gen. sp., креветки, мелкие особи лангустов *Panulirus* sp., сидячие и бродячие полихеты, асцидии, офиуры, гидроиды, губки, мшанки, альционарии, горгонарии, мягкие кораллы, мелкие двустворчатые и брюхоногие моллюски.

Начиная с глубины 11-12 м биомасса сообщества постепенно падает до 40,0 кг/м². При этом крупные двустворчатые моллюски, в основном *S. glomerata* и в меньшем количестве *Chama* sp. и *M. malleus*, остаются доминантами, но доля их биомассы снижается до

45 %, при этом почти все моллюски представлены только пустыми раковинами. Доля альционарий в общей биомассе, наоборот, повышается, достигая 35 %. Доля усоногих раков, в первую очередь *M. tintinnabulum*, а также *Amphibalanus* spp. и *Armatobalanus quadrivittatus*, составляет около 5 %. Из других групп животных встречаются губки, гидроиды, крабы *Pachycheles* sp. и Xanthidae gen. sp., креветки *Synalpheus* sp., лангусты *Panulirus* sp., полихеты, брюхоногие моллюски *Drupella* sp. и *Euplica* sp. Единично обнаруживаются морские звезды *Culcita novaeguineae* Müller et Troschel, 1842.

Вблизи дна на глубине около 20-21 м состав сообщества в целом не меняется, но его численность и биомасса уменьшаются. Горгонарии при этом исчезают полностью.

На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *Saccoistrea* spp. и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Опора 5. Глубина 26 м.

Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,7 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на предыдущих опорах.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен слабо развитый устричный бордюру. Биомасса составляет 17,4 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 2, кроме того, в обрастании обнаружен брюхоногий моллюск *Thais mancinella*.

Ниже устричного бордюра до глубины около 10 м расположено сообщество с доминированием усоногого рака *M. tintinnabulum*. Часто молодые особи *M. tintinnabulum* прикрепляются к старым домикам того же вида, что приводит к образованию крупных сростков. Биомасса составляет 54,9 кг/м², при этом доля биомассы усоногих раков составляет около 80 %, примерно 2/5 всех особей усоногих раков представлена пустыми домиками. Крупные двустворчатые моллюски, такие как *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *Perna viridis* дают суммарно еще около 10 % биомассы обрастания. Оставшиеся 10 % биомассы составляют гидроиды, крабы Xanthidae gen. sp., креветки *Alpheus* sp., лангусты *Panulirus* sp., двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски *Thais mancinella*, *Maculotriton serriale* (Deshayes, 1834), полихеты, асцидии, мшанки, губки.

На глубинах 10-20 м биомасса сообщества возрастает до 84,3 кг/м², а доминирующей группой становятся крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *M. malleus*, *Pinctada margaritifera*, *Perna viridis*, *Pteria* sp., которые суммарно образуют около 60 % биомассы сообщ-

щества. При этом примерно 2/5 всех моллюсков представлено пустыми раковинами. Биомасса альционарий составляет около 20 % биомассы обрастания. Усоногие раки, в первую очередь *M. tintinnabulum*, а также *Amphibalanus* spp. и *Armatobalanus quadrivittatus* суммарно образуют около 5 % биомассы сообщества, еще около 5 % составляют горгонии. Остальные группы суммарно дают около 10 % биомассы сообщества – крабы *Portunus* sp., Xantidae gen. sp., креветки *Alpheus* sp., сидячие и бродячие полихеты, асцидии, офиуры, морские ежи *Diadema setosum*, гидроиды, губки, мшанки, двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски *Thais mancinella*.

Глубже 20 м биомасса сообщества падает до 27,3 кг/м². В общей биомассе обрастания доля крупных двустворчатых моллюсков остается неизменной, доля альционарий падает до 15 %, а глубже 24 м они полностью исчезают. Меньше становится и мягких кораллов. Доля усоногих раков возрастает до 15-20 %. Среди других групп можно отметить гидроиды, крабы *Portunus* sp. и *Majidae* gen. sp., креветки *Alpheus* sp., лангусты *Panulirus* sp., полихеты, губки, брюхоногие моллюски *Monoplex pilearis* (Linnaeus, 1758), *Erosaria helvola* (Linnaeus, 1758), *Ergalatax* sp., *Drupella* sp. Вблизи дна на глубине около 25-26 м биомасса сообщества еще более уменьшается.

На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *Saccoistrea* spp. и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Опора 6. Течение в районе как этой опоры, так и опоры 7 несколько слабее, чем в районе опор 4 и 5 и примерно соответствует таковому в районе опоры 3. Глубина 18 м.

Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,6 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на предыдущих опорах.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен умеренно развитый устричный бордюр. Биомасса составляет 18,5 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 2, кроме того, в незначительном количестве найдены усоногие раки *Tetraclita squamosa* (Bruguière, 1789).

Ниже устричного бордюра до глубины около 5 м расположено сообщество с доминированием усоногого рака *M. tintinnabulum*. В отличие от аналогичных сообществ на опорах 4 и 5, крупные сростки, образованные прикрепленными друг к другу особями *M. tintinnabulum*, встречаются здесь значительно реже, а общая биомасса заметно ниже и составляет только 23,4 кг/м², при этом около 70 % всех домиков усоногих раков пустые. Биомасса *M. tintinnabulum* составляет около 90 % биомассы сообщества. Оставшиеся 10 % биомассы дают, главным образом, *S. glomerata*. В обрастании также встречаются гидроиды, крабы, креветки, лангусты *Panulirus* sp., полихеты, асцидии.

На глубинах 5-11 м биомасса сообщества возрастает до 44,3 кг/м². Здесь доминируют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *M. malleus*, *Pinctada margaritifera*, которые суммарно образуют около 65 % биомассы сообщества. Усоногие раки, в первую очередь *M. tintinnabulum*, а также *Amphibalanus* spp. и *Armatobalanus quadrivittatus* суммарно образуют около 15 % биомассы обрастания. Губки дают около 10 % биомассы обрастания, еще 10 % приходится суммарно на асцидий, гидроидов, альционарий, горгоний, крабов Xanthidae gen. sp. и др., креветок *Alpheus* sp. и *Synalpheus* sp., лангустов *Panulirus* sp., полихет, офиур.

Глубже 11 м биомасса обрастания падает до 13,7 кг/м². Доминируют крупные двустворчатые моллюски, преимущественно *S. glomerata*, а также альционарии. Биомасса каждой из этих групп составляет около 40 % биомас-



сы обрастания. Довольно многочисленны усонogie раки *M. tintinnabulum*, которые дают около 15 % биомассы обрастания. Встречаются единичные морские звезды *Culcita novaeguineae*, брюхоногие моллюски *Mauritia (Cypraea) arabica*, *Thais mancinella* и другие, гидроида, горгонарии, полихеты, крабы, креветки, лангусты *Panulirus* sp., асцидии, губки, морские лилии.

Вблизи дна на глубине около 16-17 м биомасса сообщества уменьшаются. Горгонарии, гидроида и мягкие кораллы практически полностью исчезают, двустворчатых моллюсков мало, поверхность опор покрыта почти сплошным слоем домиков *M. tintinnabulum*, большей частью пустых.

На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *Saccoistrea* spp. и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Опора 7. Глубина 17 м.

Биомасса обрастания в зоне заплеска составляет 0,6 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на предыдущих опорах.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м расположен слабо развитый устричный бордюру. Биомасса составляет 16,9 кг/м². Структура сообщества аналогична таковой на опоре 2.

Ниже устричного бордюра до глубины около 5 м расположено сообщество с доминированием усоногого рака *M. tintinnabulum*. Оно напоминает аналогичное сообщество на опоре 6, но отличается еще более низкой биомассой – 21,9 кг/м², и еще более высокой долей пустых домиков, достигающей 90 %. Биомасса *M. tintinnabulum* составляет около 90 % биомассы сообщества. Около 5 % биомассы составляют двустворчатые моллюски, в основном *S. glomerata*. В обрастании также встречаются гидроида, крабы, креветки, лангусты *Panulirus* sp., офиуры, полихеты, брюхоногие моллюски *Thais mancinella*.

На глубинах 5-10 м биомасса сообщества возрастает до 43,9 кг/м². Доминируют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *M. malleus*, которые суммарно образуют около 90 % биомассы сообщества. При этом около 90 % всех раковин моллюсков пустые. Усонogie раки, в первую очередь *M. tintinnabulum*, а также *Amphibalanus* spp. и *Armatobalanus quadrivittatus* суммарно образуют около 5 % биомассы обрастания. В обрастании отмечены губки, асцидии, гидроида, крабы Xanthidae gen. sp. и др., креветки *Synalpheus* sp., лангусты *Panulirus* sp., полихеты, офиуры. Изредка встречаются брюхоногие моллюски, в частности, *Mauritia (Cypraea) arabica*, *Thais mancinella* и *Marginella* sp.

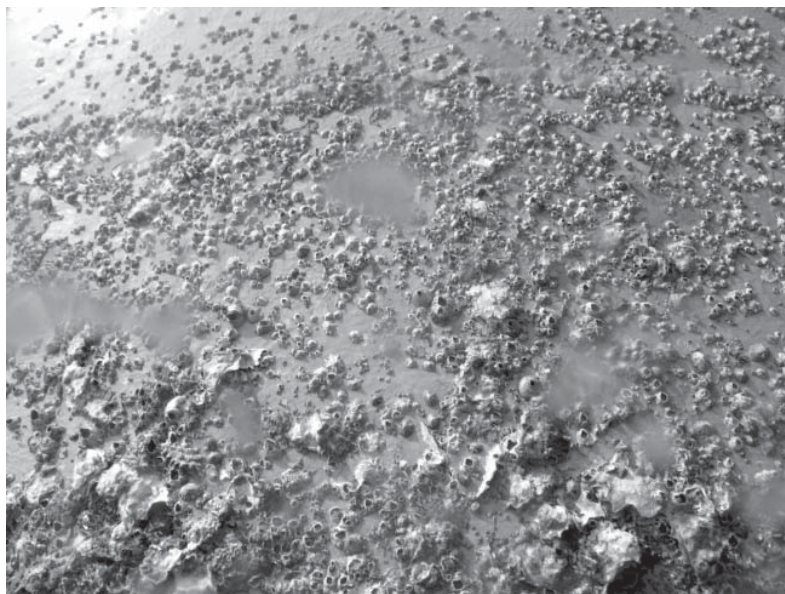


Рис. 2. Сообщество обрастания в зоне заплеска (верхние 2/3 рисунка) на опоре 7.

Глубже 10 м биомасса обрастания падает до 13,8 кг/м². Также как и в вышележащем горизонте доминируют крупные двустворчатые моллюски, преимущественно *S. glomerata* и *M. malleus*, биомасса которых составляет около 45 % биомассы сообщества. Большую биомассу дают альционарии, около 25 %, горгонарии, около 10 %. Довольно многочисленны усонogie раки, преимущественно *M. tintinnabulum*, которые дают около 10 % биомассы обрастания. Встречаются единичные морские ежи *Diadema setosum*, морские лилии, гидроида, гастроподы, крабы, креветки, лангусты *Panulirus* sp., асцидии, губки. Вблизи дна на глубине около 15-16 м биомасса сообщества уменьшаются. Горгонарии, гидроида и альционарии практически полностью исчезают. На дне в радиусе до 2,0 м от опоры лежат заиленные пустые раковины *Saccoistrea* spp. и, в меньшем количестве, пустые домики *M. tintinnabulum*, далее – илистый грунт.

Как показали результаты работы, структура обрастания всех исследованных опор в общих чертах сходна. В зоне заплеска развивается характеризующееся низкой (0,5-0,7 кг/м²) биомассой сообщество с доминированием *Chthamalus malayensis*, включающее несколько видов брюхоногих моллюсков, главным образом *Cellana* sp., а также крабов семейства *Grapsidae*. Внешний вид этого сообщества показан на рис. 2.

От уреза воды и до глубины 0,5-1,0 м на всех опорах располагается сравнительно слабо развитый бордюру, в котором доминируют устрицы *Saccostrea cucullata* и усонogie раки рода *Amphibalanus*. Доля других групп (крабы, мелкие двустворчатые и брюхоногие

моллюски, полихеты) незначительна. Биомасса этого сообщества всегда значительно выше биомассы сообщества зоны заплеска и колеблется в пределах 16,7-21,2 кг/м². Внешний вид этого сообщества показан на *рис. 3* и *4*.

Оба указанных выше сообщества сходны с соответствующими сообществами скальной литорали Вьетнама. Однако, в отличие от сообществ скальной литорали, исследованное автором сообщество устричного бордюра отличалось более высокой биомассой усоногих раков, которая была сопоставима с биомассой устриц. Подобная закономерность характерна для многих сообществ обрастания [12, 22]. Она связана с тем, что в отличие от скальной литорали, сообщества обрастания часто располагаются в более защищенных от прибоя местах, где условия обитания для устриц хуже, а для усоногих раков, наоборот, более благоприятны. Кроме того, сукцессия сообщества устричного бордюра обычно проходит через стадию доминирования усоногих раков и в данном случае отчетливо видны следы этой сукцессии в виде прикрепления устриц к слою пустых домиков *Amphibalanus* spp.

Ниже устричного бордюра до глубины около 5 м на большинстве исследованных опор располагается сообщество с доминированием усоногого рака *Megabalanus tintinnabulum*. Исключением является опора 3, где это сообщество не было выявлено, а на глубинах 1-5 м развивается сообщество с доминированием крупных двустворчатых моллюсков, характерное для нижележащего горизонта. На опоре 5, наоборот, сообщество *M. tintinnabulum* развивается до глубины 10 м, сдвигая верхнюю границу сообщества крупных двустворчатых моллюсков глубже. Субдоминантом в сообществе *M. tintinnabulum* обычно является устрица *Saccostrea glomerata*, а состав обрастания более разнообразен, чем в вышележащих горизонтах – гидроиды, крабы, креветки, лангусты *Panulirus* sp., полихеты, асцидии, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Как правило, для этого сообщества характерны большие скопления рыб, питающихся обрастанием, а также использующие их в качестве укрытия. Биомасса сообщества колеблется от 7,5 кг/м² на опоре 1 до 54,9 кг/м² на опоре 5. Слабое развитие данного сообщества на опорах, расположенных вблизи берега, вероятно, можно объяснить более низкими скоростями течения в районе этих опор, что неблагоприятно для *M. tintinnabulum*. При этом для исследованного района залива Нячанг снижение средней скорости движения воды в направлении от центральной части пролива к бере-

гу не только наблюдалось автором во время отбора проб обрастания, но и было получено в результате математического моделирования [23]. Другая возможная причина снижения биомассы сообщества на опорах 1 и 2 связана с возможным токсичным действием загрязненных портовых вод. Внешний вид сообщества *M. tintinnabulum* показан на *рис. 5*.

Сообщество с доминированием *S. glomerata* на исследованных опорах расположено, как правило, на глубинах 5-10 (11) м. Исключениями являются опора 3 – 1-10 м и опора 5 – 10-20 м. Наибольшую биомассу в этом сообществе образуют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *M. malleus*, *Pinctada margaritifera*. В качестве субдоминанта часто присутствует *M. tintinnabulum*. Другие груп-

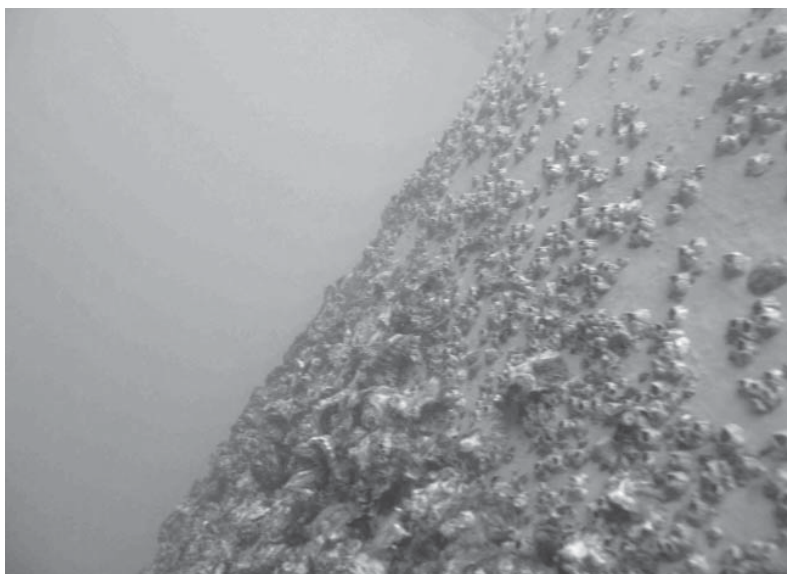


Рис. 3. Сообщество устричного бордюра. Глубина 0,5-1,0 м. Опора 3.



Рис. 4. Сообщество устричного бордюра во время отлива. Опора 7.



Рис. 5. Сообщество *M. tintinnabulum*. Глубина 3 м. Опора 5.



Рис. 6. Сообщество *S. glomerata*. Глубина 8 м. Опора 7.



Рис. 7. Сообщество *S. glomerata*. Глубина 8 м. Опора 7.

пы не дают высокой биомассы, но очень разнообразны – губки, гидроида, горгонии, альционии, крабы, креветки, лангусты, полихеты, брюхоногие моллюски, морские звезды, морские ежи. Также как и для сообщества *M. tintinnabulum*, для сообщества *S. glomerata* характерны большие скопления рыб. Биомасса сообщества максимальна на наиболее удаленных от берега опорах, достигая $84,3 \text{ кг/м}^2$, и уменьшается при приближении к берегам до $21,3 \text{ кг/м}^2$. Можно предположить, что на развитие этого сообщества, также как и сообщества *M. tintinnabulum*, негативно влияет снижение скорости течения и загрязнение. Внешний вид сообщества *S. glomerata* показан на рис. 6 и 7.

Выявленные сообщества *M. tintinnabulum* и *S. glomerata* достаточно сходны с соответствующими многолетними сообществами обрастания, описанными ранее в водах Вьетнама. При этом, как было показано на многочисленном фактическом материале, распределение этих сообществ по глубине может быть довольно вариабельным, но в целом соответствует полученным в настоящей работе данным [22].

Отдельного рассмотрения заслуживает сообщество обрастания, занимающее на исследованных опорах глубины свыше 10-11 м (свыше 20 м на опоре 5). Также как и в вышележащем, в этом сообществе доминируют крупные двустворчатые моллюски, главным образом *S. glomerata*, а также *Chama* sp., *M. malleus*, *Pinctada margaritifera*. Наряду с этим существенную роль играют альционии и несколько меньшую горгонии. В целом фауна этого сообщества также очень разнообразна: губки, гидроида, крабы, креветки, лангусты, усконогие раки, полихеты, брюхоногие моллюски, морские звезды, морские ежи. Отмечены большие скопления рыб. Биомасса этого сообщества существенно ниже, чем биомасса расположенного выше сообщества *S. glomerata*, и колеблется на разных опорах в пределах $11,9-40,0 \text{ кг/м}^2$. Известно [11, 22], что в тропиках сообщество с доминированием двустворчатых моллюсков не является климаксным, а представляет собой промежуточную фазу в формировании кораллового рифа. По все видимости, в данном случае имеет место именно формирование своеобразного кораллового рифа. При этом из-за высокого загрязнения воды, в частности, взвешенными частицами, мадрепоровые кораллы не развиваются, а их место занимают альционии и горгонии. Снижение биомассы в сравнении с сообществом *S. glomerata* объясняется, по всей видимости, тем, что отмершие моллюски прикреплены к субстрату, в данном случае к окрашенному

железобетону, очень непрочно и быстро отваливаются, о чем свидетельствует большое количество пустых раковин под каждой опорой. Альционарии и горгонарии, в свою очередь, в данных условиях не могут образовывать биомассу, сопоставимую с биомассой сообщества крупных двустворчатых моллюсков. Внешний вид сообщества *S. glomerata* с альционариями и горгонариями показан на рис. 8 и 9.

Вблизи дна, на последних 1-2 м сообщество обрастания выглядело сильно угнетенным, что наблюдалось на всех опорах. При этом биомасса обрастания резко снижалась, альционарии, горгонарии и, часто, гидроиды исчезали полностью, а среди двустворчатых моллюсков и усонюгих раков резко повышалась доля пустых раковин/домиков. Подобное явление известно в литературе [22] и связано, по всей видимости, с негативным влиянием на обрастателей повышенного количества взвешенных частиц в придонных слоях воды.

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить влияние различных факторов на развитие сообществ обрастания на опорах канатной дороги. Также удалось получить представление о сукцессии этих сообществ, которая в исследованном случае не имеет принципиальных отличий от описанных в литературе сукцессионных изменений сообществ обрастания, развивающихся в сходных условиях.

Литература

1. Зевина Г.Б. Биология морского обрастания. М: Изд-во МГУ, 1994. 135 с.
2. Зевина Г.Б. Максимальная биомасса прибрежного обрастания в Южно-Китайском море / Г.Б. Зевина, С.Э. Негашев // Гидробионты Южного Вьетнама. М.: Изд-во ИЭМЭЖ, 1994. С. 157-163.
3. Звягинцев А.Ю. Сообщества обрастания судов и гидротехнических сооружений Южного Вьетнама / А.Ю. Звягинцев, С.Р. Михайлов // Тез. докл. Межд. научн. конф. по морской биологии в г. Нячанг. СРВ. Нячанг, 1986. С. 20.
4. Звягинцев А.Ю. К изучению морского обрастания Южного Вьетнама / А.Ю. Звягинцев, С.Р. Михайлов // Тез. докл. конф. по защите судов от обрастания и коррозии. Тольятти, 1986. С. 181-182.
5. Звягинцев А.Ю. Обрастание судов и гидротехнических сооружений в Южном Вьетнаме / А.Ю. Звягинцев, С.Р. Михайлов // Биология прибрежных вод Вьетнама. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1988. С. 137-147.



Рис. 8. Сообщество *S. glomerata* с горгонариями и альционариями. Глубина 12 м. Опора 3.



Рис. 9. Сообщество *S. glomerata* с горгонариями и альционариями. Глубина 15 м. Опора 3.

6. Звягинцев А.Ю. Обрастание и коррозионные повреждения опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биология моря. 1989. Т. 15, № 6. С. 46-50.
7. Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в прибрежных водах Вьетнама / А.Ю. Звягинцев, И.А. Кашин, В.И. Фадеев // Защита судов и технических средств от обрастания: Докл. научн-техн. конф. Л: Судостроение, 1990. С. 37-50.
8. Михайлов С.Р. Сообщества обрастания судов ограниченного района плавания у побережья Вьетнама / С.Р. Михайлов, А.Ю. Звягинцев, И.А. Кашин // Систематика и хорология морских организмов. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1990. С. 110-116.

9. Звягинцев А.Ю. Сообщества обрастания гидротехнических сооружений у побережья Вьетнама / А.Ю. Звягинцев, И.А. Кашин // Деп. в ВИНТИ 25. 11. 1991, № 4391-891. ИБМ ДВО АН СССР. 54 с.
10. Латыпов Ю.Я. Пионерные поселения рифообразующих кораллов на свайных опорах нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биология моря. 1991. Т. 17. № 3. С. 94-99.
11. Селин Н.И. Роль моллюсков в формировании сообщества обрастания опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биология моря. 1991. Т. 17, № 4. С. 90-94.
12. Зевина Г.Б. Усоногие раки побережья Вьетнама и их роль в обрастании / Г.Б. Зевина, А.Ю. Звягинцев, С.Э. Негашев. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1992. 143 с.
13. Звягинцев А.Ю. Обрастание гидротехнических сооружений у побережья Вьетнама / А.Ю. Звягинцев, И.А. Кашин, До Конг Тхунг // Биология моря. 1993. Т. 19, № 5-6. С. 54-63.
14. Ковальчук Ю.Л. Динамика обрастания в бухте Нячанг Южно-Китайского моря / Ю.Л. Ковальчук, С.Э. Негашев // Сб. докл. научно-практ. конф. Экологические проблемы защиты техники и материалов. Теория и практика натуральных испытаний. М: Изд-во ИПЭЭ РАН, 1997. С. 101-105.
15. Карпов В.А. Сравнение сукцессии обрастания судовых красок и нейтральных субстратов в Южном Вьетнаме / В.А. Карпов, Ю.Л. Ковальчук, О.П. Полтаруха // Сб. мат-лов III Всеросс. научн-практ. конф. Экологические проблемы биодegradации промышленных материалов и отходов производств. Пенза: Приволжский дом знаний, 2000. С. 29-31.
16. Карпов В.А. Изучение развития морского обрастания на медьсодержащих красках и нетоксичных субстратах в тропиках / В.А. Карпов, Ю.Л. Ковальчук, О.П. Полтаруха // Поволжский экологический журнал. 2002. Т. 1. С. 29-35.
17. Полтаруха О.П. Исследование обрастания в опресненных водах побережья Вьетнама и разработка мер борьбы с ним / О.П. Полтаруха, В.А. Карпов, Н.Л. Филичев, Нгуен Куанг Тан // Климатическая и биологическая стойкость материалов. Москва-Ханой: ГЕОС, 2003. С. 51-53.
18. Ильин И.Н. Инвазии пелагического обрастания в прибрежье / И.Н. Ильин, О.П. Полтаруха // II Межд. Симп. Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2): тез. докл. Борок, 2005. С. 80.
19. Ильин И.Н. Пелагическое обрастание в прибрежных водах / И.Н. Ильин, О.П. Полтаруха // Тез. докл. IX-го съезда Гидробиологического об-ва РАН. Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 2006. Т. 1. С. 191.
20. Полтаруха О.П. Пелагическое обрастание в заливе Нячанг Южно-Китайского моря (Вьетнам) / О.П. Полтаруха, И.Н. Ильин // Рыбное хозяйство. 2007. № 2. С. 78-80.
21. Полтаруха О.П. Развитие сообщества макрообрастания и динамика коррозии нержавеющей стали 12X18H10T в тропических водах / О.П. Полтаруха, Ю.Л. Ковальчук, В.А. Карпов // Вода: химия и экология. 2011. № 10. С. 93-98
22. Полтаруха О.П. Усоногие раки (*Cirripedia Thoracica*) Вьетнама и их значение в сообществах обрастания / О.П. Полтаруха, А.Ю. Звягинцев. М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 335 с.
23. Bui Hong Long. Some calculated results of current system base on the ROMS model in the Binh Cang – Nha Trang Bay during two main monsoon seasons / Bui Hong Long, Pham Xuan Duong // Collection of Marine Research works. Institute of Oceanography, Nha Trang. 2010. V. 17. P. 30-42.



O.P. Poltarukha

MARINE FOULING ON THE CABLE CAR TOWERS IN THE GULF OF NHA TRANG, VIETNAM

Fouling on the cable car towers in the Gulf of Nha Trang, Vietnam has been studied. Fouling communities, their boundaries, dominating species and biomass

have been identified. The effect on the fouling community of factors such as depth and current velocity has been stated.

Key words: Vietnam, marine fouling, cable car, biomass, dominant species