

СТАТУС КОРАЛЛОВЫХ СООБЩЕСТВ ТРЕХ КРУПНЕЙШИХ МОРСКИХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ ВЬЕТНАМА

ТКАЧЕНКО К.С.⁽¹⁾, ХОАНГ З.Т.⁽²⁾

1. ВВЕДЕНИЕ

Из существующих во Вьетнаме морских природных национальных парков с развитыми коралловыми сообществами, тремя крупнейшими являются залив Nha Trang, парк Nui Chua в округе Ninh Hai и островной природный парк Con Dao. Видовое разнообразие рифообразующих кораллов в заливе Nha Trang насчитывает 250 видов из 60 родов [8], в парке Nui Chua соответственно 310 видов из 60 родов [18] и на островах Con Dao более 200 видов из 58 родов [8]. Эти акватории составляют основную часть кораллового разнообразия Вьетнама (в целом 376 видов из 80 родов), так как северные и юго-западные провинции Вьетнама, в частности акватории заливов Bac Bo и Thai Lan, обладают существенно меньшим разнообразием коралловой фауны в силу специфических гидрологических особенностей этих районов, связанных с теригенными речными выносами и повышенной седиментацией [7, 9].

Залив Nha Trang и национальный парк Nui Chua, который находится в соседней провинции Ninh Thuan, являются составными частями береговой линии Mien Trung Вьетнама, расстояние между этими акваториями по прямой линии не более 50 км. В залив Nha Trang впадают две реки, из которых более крупная река Cai выносит достаточно большое количество осадка (80,38 млн. т. в год), что определяет повышенную седиментацию и распреснение поверхностных вод в заливе в сезон дождей [10]. Напротив, береговая линия парка Nui Chua не имеет устьев рек, и гидрологический режим в его акватории способствует развитию мощных структурированных коралловых рифов. Обе акватории подвержены влиянию сезонного Вьетнамского апвеллинга, генерируемого в весенне-летний период муссонными юго-западными ветрами вдоль узкого шельфа центрального Вьетнама и вызывающего снижение температуры воды на 2÷3 градуса по сравнению с другими акваториями Вьетнама [6]. Этот апвеллингирует существенную роль в уменьшении негативного влияния температурных аномалий поверхностных вод, приводящих к обесцвечиванию и высокой смертности кораллов, о чем свидетельствуют полученные данные по покрытию, размерно-возрастному составу и видовому богатству рифообразующих кораллов из обоих районов [14, 18]. Острова Con Dao испытали несколько существенных температурных аномалий, из которых три в 1998, 2010 и 2016 гг. вызвали обесцвечивание и смертность кораллов [1, 15]. Кроме того, острова находятся на расстоянии примерно 80 км от устья крупнейшей на полуострове Индокитай реки Me Kong, и при прохождении тайфунов опресненные воды могут достигать островов и вызвать стрессовую реакцию кораллов, как это было в 2005 г. [1].

В последние три десятилетия антропогенное воздействие на коралловые рифы Вьетнама в целом существенно возросло. Особенно сильной деградации в результате этого воздействия подверглись коралловые сообщества залива Nha Trang. По данным Vo S.T. с 1994 по 2007 гг. в среднем по заливу покрытие рифообразующих кораллов снизилось на 13,1% и его ежегодное снижение в среднем сохраняется на уровне 1,25% [17]. Декларирование большей части залива как морской охраняемой акватории в 2002 г. не внесло значимых изменений в режим использования его природных ресурсов [16]. В акватории национального парка Nui Chua существенной разработки береговой линии пока не проводилось, также как там пока не развита марикультура, что позитивно сказывается на состоянии прибрежных коралловых рифов. Однако еще по состоянию на 2016 г. правительство СРВ планировало строительство прибрежной атомной станции в самом центре национального парка, что могло бы иметь очень негативные последствия для коралловых сообществ в этой акватории.

Как в заливе Nha Trang, так и в парке Nui Chua существует серьезная биотическая угроза существования многих видов рифообразующих кораллов. Она выражается в стремительно растущей численности активного кораллофага - морской звезды *Acanthaster planci* ("терновый венец") в обеих акваториях, получившей наибольшее развитие в текущем десятилетии [3, 17, 18].

По статусу коралловых рифов архипелага Con Dao данные очень мало. За исключением оценок обесцвечивания кораллов в 1998 и 2005 гг., а также планов по менеджменту национального парка Con Dao (CDNMP) в открытом доступе в интернете, другая информация по состоянию рифов на островах находится в закрытых отчетах управления парка и не доступна для изучения [1, 15].

В 2013÷2017 гг. в рамках Российско-Вьетнамского проекта "Сохранение, восстановление и устойчивое использование морских прибрежных экосистем на основе базовых принципов функционирования и структурной организации сообществ" была проведена оценка текущего статуса коралловых сообществ в этих трех акваториях центрального и южного Вьетнама. Результаты по этим работам представлены в отчетах Российско-Вьетнамского Тропического центра и публикациях в научных журналах [12, 14]. Материалы последних двух экспедиций 2016÷2017 гг. находятся в обработке, предварительные результаты представлены в этой статье.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В трех исследованных акваториях (рис. 1) была проведена оценка кораллового покрытия и плотности функциональных групп беспозвоночных на учетных площадках $4 \times 100 \text{ м}^2$. Сбор материала проводился с использованием водолазного снаряжения на глубинах 2÷6 метров. Оценка кораллового покрытия осуществляли методом фотоквадратов (площадью $0,25 \text{ м}^2$) вдоль четырех 25-м трансект, по 20 фотоквадратов на трансекту.

Количественный учет проективного покрытия кораллов, макроводорослей и неживого субстрата проводился с помощью программы CPSe по 25 точкам в поле каждого квадрата [5]. Учет ключевых беспозвоночных осуществляли визуально на тех же четырех площадках (поясные трансекты 4×25 м каждая) [4]. Данный метод учета успешно отработан как в акваториях Вьетнама, так и в других районах Индо-Вестпацифики [11, 12, 13, 14].

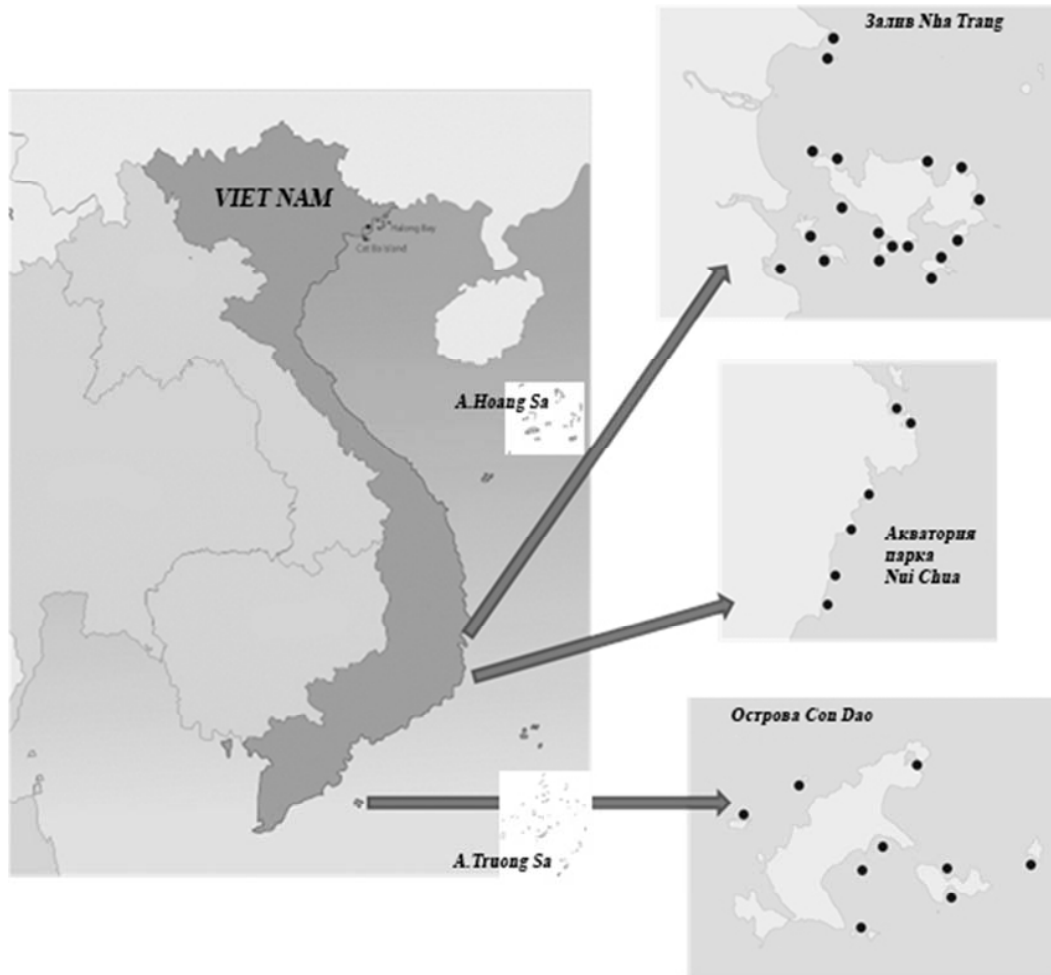


Рис. 1. Расположение трех исследованных морских парков на территории Вьетнама и станции, в акваториях этих парков, на которых проводилась оценка кораллового покрытия

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение данных из трех исследованных районов показало, что наиболее высокие темпы деградации коралловых сообществ сохраняются в заливе Nha Trang. Среднее коралловое покрытие там наименьшее, а обилие макроводорослей на деградировавших рифах - наибольшее (рис. 2).

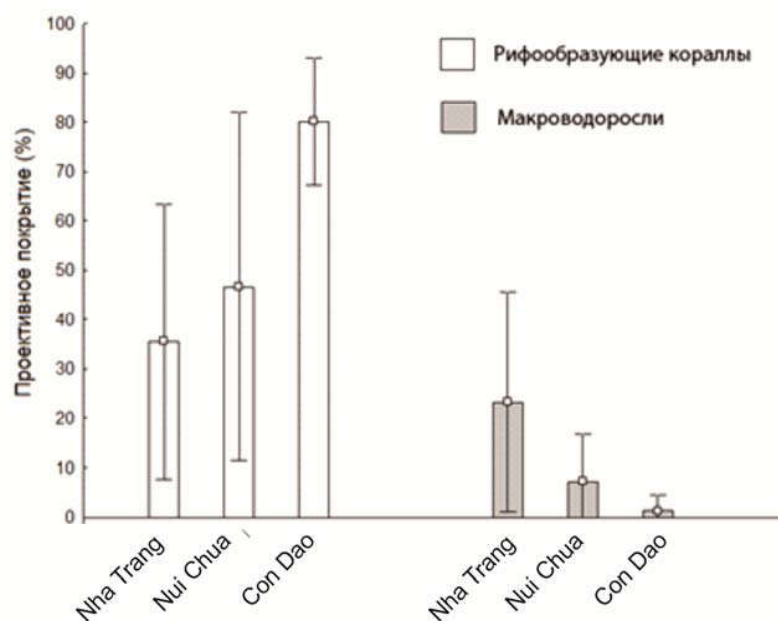


Рис. 2. Среднее покрытие рифообразующих кораллов и макроводорослей ($\pm$ SD) в исследованных акваториях.

Основными причинами снижения кораллового покрытия и видового разнообразия кораллов в заливе Nha Trang являются значительное увеличение седиментации и эвтрофикации залива, а также деструктивное нерегулируемое рыболовство. Доля коралловых обломков, как показателя разрушения рифов, в заливе Nha Trang была наибольшей (рис. 3), однако индекс смертности, выраженный в отношении долей мертвых к живым кораллам, был наибольшим в парке Nui Chua: 0,26 по сравнению с 0,08 для Con Dao и 0,05 для Nha Trang.

Отчетливо прослеживается снижение покрытия, видового богатства и сдвиг в составе доминантов в сторону наиболее стрессоустойчивых родов кораллов по градиенту от мористых рифов в сторону береговой линии г. Nha Trang, мест расположения хозяйств марикультуры и районов дноуглубительных работ. Доля стрессоустойчивых родов кораллов в заливе выше, чем доля для этой группы в двух других исследованных акваториях (рис. 4). От открытой части залива в сторону береговой линии города Nha Trang и устьев рек Cai и Be покрытие рифообразующих кораллов уменьшается от 75 до 0,6%, доля коралловых обломков увеличивается с 0,3 до 20,3%, обилие макроводорослей соответственно с 0 до 56%, видовое богатство склерактиний снижается в 12 раз, а индекс разнообразия Шеннона соответственно в 5 раз.

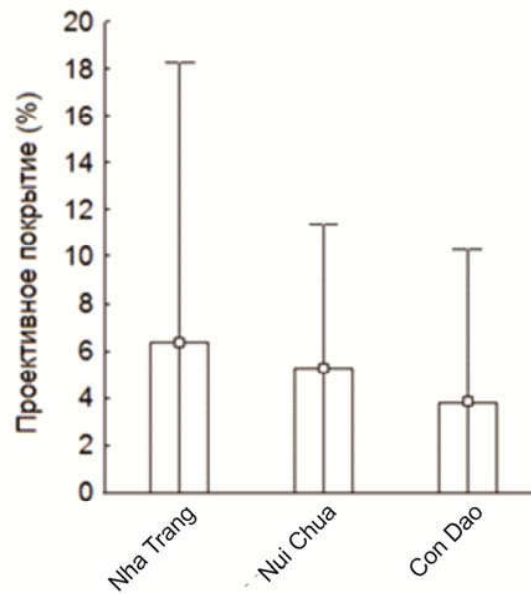


Рис. 3. Средняя доля коралловых обломков ($\pm$ SD) в покрытии дна в исследованных акваториях

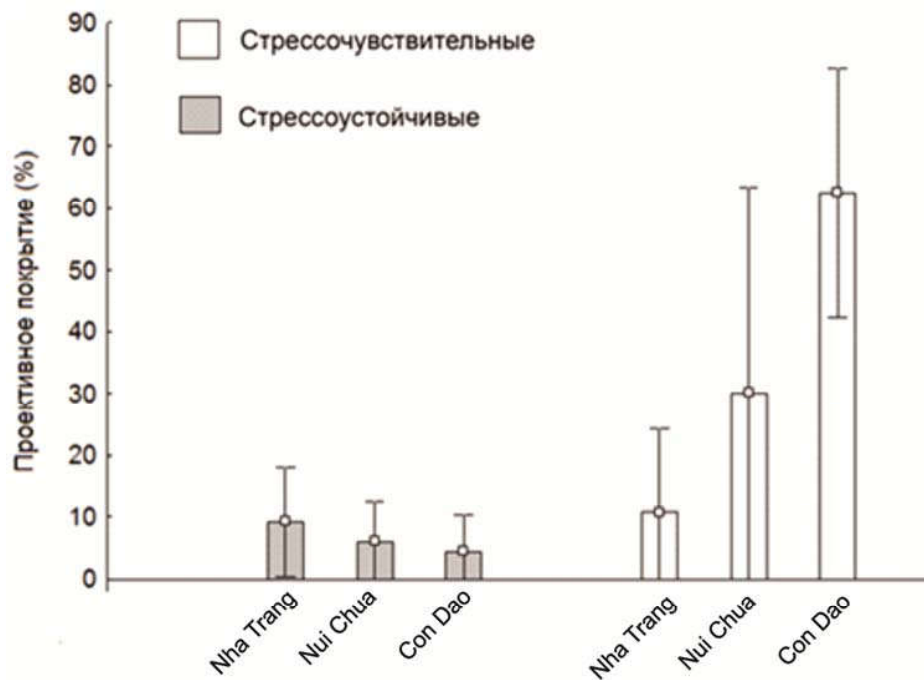


Рис. 4. Соотношение стрессоустойчивых семейств склерактиний (Poritidae + Faviidae) и стрессочувствительных семейств (Acroporidae + Pocilloporidae). Показано среднее покрытие для сумм двух семейств ($\pm$ SD)

В акватории парка Núi Chua коралловые сообщества находятся в лучшем состоянии, чем в заливе Nha Trang за исключением северной части, где в двух соседних бухтах коралловые сообщества деградированы. В обеих бухтах развиты мощные рифогенные голоценовые каркасы с выраженным риф-флетом, достигавшем ширины более 500 м в наибольшем измерении. В самой северной бухте (координаты 11°45'32" N; 109°13'12" E) коралловое покрытие не превышало 5% и основными доминантами были массивные кораллы Faviidae, колонии которых встречались единично. Поверхность рифа на 26% была покрыта макроводорослями, преимущественно рода *Sargassum*. Основной причиной гибели рифа, по-видимому, стало строительство шоссейной дороги вдоль береговой линии, снятие грунта и его отвал вниз по склону без мероприятий по рекультивации и закреплению снятой породы. Размывы глинистой породы в сезон дождей смываются непосредственно в бухту, где находится риф. Соседняя к югу бухта (координаты 11°44'53" N; 109°13'34" E) также отличалась низким коралловым покрытием (10%) и почти такой же долей мертвых кораллов (11,6%). Разработок береговой линии в этой бухте не проводилось, а основной причиной снижения кораллового покрытия в северной части акватории парка стало увеличение численности звезды акантастера еще с середины 2000-х [3, 18]. В центральной и южной частях акватории парка от деревни Vinh Hu до деревни Binh Tan коралловые сообщества в несравнимо лучшем состоянии, коралловое покрытие варьирует от 41% до 89%, преобладают акропориды и поциллопориды (рис. 4) а видовое богатство склерактий выше, чем в заливе Nha Trang - 310 видов [18]. Высокое коралловое покрытие и разнообразие коралловой фауны парка Núi Chua, отмеченное в нашем отчете для Тропцентра, возможно стало одной из причин в пользу решения правительства CPB по отказу от первоначального плана строительства АЭС на побережье центральной части парка в зоне наибольшего кораллового покрытия.

В мае-июне 2016 г. в результате глобальной температурной аномалии, связанной с особо сильным явлением Эль-Ниньо, обесцвечивание кораллов в результате температурного стресса было отмечено в том числе и в акваториях залива Nha Trang и парка Núi Chua в результате задержки прихода апвеллинга, связанного с ослаблением муссонных ветров. В ходе работ авторов было отмечено обесцвечивание кораллов на мелководных сильно прогреваемых риф-флетах с глубинами до 1 м, где оно достигало до 90% покрытия кораллов. Глубже обесцвечивание было видоспецифичным и преимущественно относилось к фолиатным монтипорам (*Montipora aequituberculata* и *M. foliosa*). В частности, на контрольной площадке 200 м² на глубине 4 м из 169 колоний фолиатных монтипор 112 оказались обесцвеченными, т.е. от температурного стресса пострадало 66,2% от общего числа колоний. Однако, по повторным наблюдениям на следующий 2017 г., смертность в результате обесцвечивания была низкой и большая часть колоний восстановилась.

Для акваторий как залива Nha Trang, так и парка Nui Chua сохраняется очень высокая угроза биотического разрушения коралловых сообществ в результате вспышки численности основного кораллофага - морской звезды *Acanthaster planci*. По данным авторов, в заливе Nha Trang численность акантастера возросла в среднем с 0 в 1998 до 4,9 экз./100 м² в 2016 г, варьируя от 0 до 44 экз./100 м², в некоторых местах доходя до 8 экз./м². Скорость уничтожения мягких тканей кораллов одной звездой составляет 161÷478 см²/день, или 5÷17 м²/год [2]. Поэтому уже сейчас численность акантастера в заливе можно считать критической. К настоящему времени этими звездами фактически уничтожены коралловые сообщества на северной стороне о. Тре, а также еще несколько лет назад (в 2013 г.) процветавшие коралловые рифы вокруг о. Mot. Более того, высокая численность акантастеров (4 экз./100 м²) отмечена у южного берега о. Mun, где еще сохраняется сравнительно высокое покрытие кораллов с большой долей акропорид, особенно сильно подверженных выеданий акантастерами.

В акватории парка Nui Chua ситуация с численностью акантасетра немногим лучше. Средняя численность звезды там составила 3,2 экз./100 м². Следует отметить, что распространение звезды идет с более глубоких вод, что отчетливо сказывается на вертикальном распределении смертности кораллов. Так, на одной из станций в центральной части парка до глубины 6 м дно имеет 70÷80% покрытие живыми кораллами, в большинстве своем акропоридами, а с 7 до 10 м это же сообщество представлено полями мертвых акропорид, где на еще живых участках численность акантастеров очень высокая - до 16 экз./100 м². На тестовой площадке 300 м² в мае 2016 г. из 22 колоний пластинчатых акропор (*Acropora hyacinthus* и *A. cytherea*), с диаметром колоний 150÷300 см, 13 колоний оказалось частично (от 30%) или полностью уничтоженными акантастерами (рис. 5), таким образом средняя площадь поражения колоний акропор составила 39,6%. Возраст этих колоний составлял не менее 15 лет, т.е. уничтожение колоний происходило фактически в период съемки. Численность акантастера на площадке составляла 43 особей.

Через год в апреле 2017 г. эта площадка была обследована повторно. Из 22 колоний только одна оставалась нетронутой и живой, одна была погибшей на 50%, остальные 20 колоний было полностью мертвыми и заросшими макроводорослями. Численность акантастера на площадке снизилась до 4 особей. Таким образом, годовая смертность в результате выедания коралловых полипов акантастерами составила 90%. Если управление этими парками, а также местные власти округов не будут искать решение проблемы высокой численности акантастера, то в недалеком будущем в обоих парках большая часть рифообразующих кораллов погибнет. Вместе с ними существенно снизится и плотность популяций коралловых рыб и промысловых беспозвоночных, от которых зависит доход местных рыбаков.

Коралловые сообщества островов Con Dao оказались в несравнимо лучшем состоянии, чем в заливе Nha Trang и парке Núi Chúa по всем параметрам: общее коралловое покрытие и доля стрессочувствительных кораллов на архипелаге значительно выше, а скорость смертности ниже, чем в двух других акваториях (рис. 2÷4).



Рис.5. Акантастеры, поедающие мягкие ткани пластинчатой акропоры *A. hyacinthus*

Несмотря на две недавних температурных аномалии в 2010 и 2016 гг., когда в акватории островов Con Dao по данным NOAA был существенно превышен температурных порог, после которого начинается обесцвечивание кораллов, на 2017 год состояние коралловых сообществ на островах было очень хорошим (рис. 6).



Рис. 6. Типичное коралловое сообщество на островах Con Dao в 2017г.

Только на двух мелководных станциях (2÷3 м глубины) в полузакрытых бухтах, была достаточно высокая доля мертвых кораллов и обломков, что свидетельствовало о том, что эти рифы испытывали тепловой стресс и высокую смертность в 2010 г. Однако большая часть старых мертвых кораллов уже было покрыто 2÷3-летними новыми колониями, кроме того в этих пострадавших сообществах сохранялось большое количество выживших крупных колоний акропорид. На 9-ти обследованных рифах была найдена только одна звезда акантастер. Таким образом, благодаря удаленности, более эффективному менеджменту парка и пока неразвитой туристической инфраструктуре, на островах Con Dao сохраняются здоровые коралловые сообщества, статус которых к настоящему времени можно считать наиболее высоким по сравнению с другими коралловыми рифами Вьетнама.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из коралловых сообществ центрального и южного Вьетнама наиболее здоровым статусом обладают сообщества островов Con Dao. Самая негативная ситуация на сегодняшний день складывается на коралловых рифах залива Nha Trang, которые испытывают комплексное антропогенное воздействие и биотическое разрушение в результате вспышки численности кораллофага - морской звезды акантастера. Парк Nui Chua занимает промежуточное положение по своему статусу между этими двумя акваториями. Необходимы срочные меры для искусственного регулирования численности акантастера на коралловых рифах центрального Вьетнама. Здоровый статус коралловых сообществ островов Con Dao требует особо внимательного планирования туристической деятельности в этой акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ben H.X., Vo S.T., Hoang P.K., *Mass mortality of corals and reef living features at Con Dao archipelago (Vietnam) in October 2005*, Journal of Marine Science and Technology, 2008, **8**:59-70.
2. Birkeland C., Lucas J.S., *Acanthaster planci: major management problem of coral reefs*. CRC Press: Boston, 1990.
3. DeVantier L., *Reef-building corals and coral communities of Nui Chua National Park, Ninh Thuan, Vietnam: Rapid ecological assessment of biodiversity*, April 2003. WWF, Indochina Programme, 86 p.
4. Hodgson G., Liebel J., *The global coral reef crisis: trends and solutions*, Reef Check Foundation: LA, 2002, 77 p.

5. Kohler K.E., Gill S.M., *Coral Point Count with Excel extension (CPCe): A Visual Basic program for determination of coral and substrate coverage using random point count methodology*, Computers & Geoscience, 2006, **32**:1259-1269.
6. Kuo N.J., Zheng Q., Ho C.R., *Satellite observation of upwelling along the western coast of the South China Sea*, Remote Sensing of Environment 2000, **74**:463-470.
7. Latypov Y.Y., *Coral reefs of Vietnam*. Nauka: Moscow, 2007. (In Russian).
8. Latypov Yu. Ya., *Scleractinian corals and reefs of Vietnam as a part of the Pacific reef ecosystem*, Open Journal of Marine Science, 2011, **11**:50-68
9. Latypov Yu.Ya., *The study of species richness in coral communities of Vietnam*, Environmental and Ecology Research, 2017, **5**(3):204-211.
10. Nguyen A.D., Zhao J-x, Feng Y-x, *Impact of recent coastal development and human activities on NhaTrang Bay, Vietnam: evidence from a Porites lutea geochemical record*, Coral Reefs 2013, **32**:181-193.
11. Tkachenko K.S., *The northernmost coral frontier of the Maldives: The coral reefs of the Ihavandippolu Atoll under long-term environmental change*, Marine Environmental Research, 2012, **821**:40-48.
12. Tkachenko K.S., *Ecological status of coral communities in the island area of the NhaTrang Bay (Vietnam)*. Russian Journal of Ecology, 2015, **46**:456-462.
13. Tkachenko K.S., Soong, K., *Dongsha Atoll: a potential thermal refuge for reef-building corals in the South China Sea*, Marine Environmental Research, 2017, **127**:112-125.
14. Tkachenko K.S., Britayev T.A., Huan N.H., Pereladov M.V., Latypov Y.Y., *Influence of anthropogenic pressure and seasonal upwelling on coral reefs in NhaTrang Bay (Central Vietnam)*. Marine Ecology, 2016, **37**:1131-1146.
15. Vo S.T., *The corals at Con Dao Archipelago (South Vietnam): before, during and after bleaching event in 1998*. Proceedings 9th Intern. Coral Reef Symp. 2000, **2**:895-899.
16. Vo S.T., Vantier L., Long N.V., *Coral reefs of the Hon Mun marine protected area, NhaTrang Bay, Vietnam, 2002: species composition, community structure, status and management recommendation* // Proceedings Science Conf. "Bien Dong-2002", NhaTrang, 2002, p.650-690.
17. Vo S.T., Nguyen V.L., Hoang X.B., *Monitoring of coral reefs in coastal waters of Viet Nam: 1994-2007*, Agricultural Publishing House, Ho Chi Minh, 2008.
18. Vo S.T., De Vantier L., Tuyen H.T., Hoang P.K., *Ninh Hai waters (south Vietnam): a hotspot of reef corals in the western South China Sea*, Raffles Bulletin of Zoology, 2014, **62**:513-520.

TÓM TẮT

HIỆN TRẠNG CÁC QUẦN XÃ SAN HÔ TẠI BA KHU BẢO TỒN BIỂN LỚN CỦA VIỆT NAM

Ba khu bảo tồn biển lớn của Việt Nam (vịnh Nha Trang, Núi Chúa và Côn Đảo) được nghiên cứu, so sánh về hiện trạng sinh thái rạn san hô. Kết quả cho thấy, chỉ có khu bảo tồn biển Côn Đảo được ghi nhận có rạn san hô khỏe mạnh dựa trên một số chỉ số chức năng: Tổng độ phủ san hô và tảo kích thước lớn, tỷ lệ san hô chết và mảnh vụn san hô, tỷ lệ các giống san hô chịu được stress và nhạy cảm với stress, tỷ lệ giữa san hô chết và san hô sống. Hiện trạng xấu nhất thuộc về quần xã san hô vịnh Nha Trang, nơi chịu những ảnh hưởng tiêu cực của con người và sự phá hủy sinh học do sự bùng nổ của loài sao biển *Acanthaster planci*. Hiện trạng quần xã san hô khu vực bảo tồn biển Núi Chúa ở mức trung bình so với vịnh Nha Trang và Côn Đảo. Cần có những nỗ lực và biện pháp kịp thời nhằm kiểm soát mật độ sao biển trong rạn san hô khu vực biển miền Trung Việt Nam. Việc quản lý, khai thác vùng biển Côn Đảo thông qua hoạt động phát triển du lịch cần phải dựa trên việc duy trì hiện trạng khỏe mạnh của rạn san hô vùng này.

Từ khóa: Khu bảo tồn biển, Việt Nam, trạng thái rạn san hô, Marine national parks, Vietnam, coral reef status.

Nhận bài ngày 20 tháng 9 năm 2017

Hoàn thiện ngày 18 tháng 10 năm 2017

⁽¹⁾ *Đại học Sư phạm Samara*

⁽²⁾ *Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*