

На правах рукописи

ДУЛЕНИНА

Полина Александровна

ФАУНА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА
И АМУРСКОГО ЛИМАНА

03.02.10 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Хабаровск – 2018

Работа выполнена в Советско-Гаванской лаборатории Хабаровского филиала
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»

Научный руководитель	Каменев Геннадий Михайлович , кандидат биологических наук
Официальные оппоненты:	Винарский Максим Викторович , доктор биологических наук, доцент, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», заведующий Лабораторией макроэкологии и биогеографии беспозвоночных Прозорова Лариса Аркадьевна , кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории пресноводной гидробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук
Ведущая организация	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук

Защита состоится 29 июня 2018 г. в 10 часов на заседании
диссертационного совета Д 005.008.02 при Федеральном государственном
бюджетном учреждении науки «Национальный научный центр морской
биологии» Дальневосточного отделения Российской академии наук по
адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, факс (423)2310900.

Электронный адрес: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Национальный научный центр морской биологии» Дальневосточного
отделения Российской академии наук:

<http://www.imb.dvo.ru/misc/dissertations/index.php/sovet-d-005-008-02/40-dulenina-polina-aleksandrovna>

Автореферат разослан «__» мая 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Е.Е. Костина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Двустворчатые моллюски – одна из наиболее широко распространенных и богатых по числу видов групп морских беспозвоночных. Они населяют как морские, так солоноватые и пресные водоемы, встречаясь на самых разнообразных по топиическим условиям участках дна и осваивая глубины, начиная от литорали и до максимальных глубин Мирового океана. Кроме того, двустворчатые моллюски являются одной из наиболее важных групп морского бентоса в Мировом океане. Они входят в состав подавляющего большинства донных биоценозов, во многих из которых являются доминирующими видами (Скарлато, 1981; Буяновский, 1994; Лутаенко, Волвенко, 2017). Часто создавая скопления с высокими биомассами, двустворчатые моллюски играют большую роль в рационе многих видов рыб, ракообразных и морских млекопитающих (Надточий и др., 2002; Тарвердиева, Крутченко, 2006; Дьяков, 2011; Колобов и др., 2013). Большое значение они имеют и в жизнедеятельности человека. Так, мидии, гребешки, устрицы и ряд видов зарывающихся моллюсков традиционно являются ценными промысловыми видами. Их используют в пищу (Явнов, Раков, 2002; Дуленина, 2004; Седова и др., 2007; Есипенко и др., 2015), для получения биологически активных добавок (Давидович, Пивненко, 2001; Проскура, Паевская, 2012), в качестве технического сырья, основы для производства кормов (Буяновский, 1994) и т.д. В последнее время актуальным становится контроль за загрязнением акваторий. Большинство видов двустворчатых моллюсков, являющиеся фильтраторами, играют большую роль в процессах самоочищения водоемов (Остроумов и др., 2006; Алехина, Мисетов, 2013). Они обладают способностью аккумулировать токсические вещества, что позволяет использовать их как объект биомониторинга состояния морской среды (Пономарева, Краснов, 2012; Баймуродов, 2015).

Несмотря на большое значение в функционировании морских экосистем и для хозяйственной деятельности человека, двустворчатые моллюски остаются малоизученной группой морских беспозвоночных во всех дальневосточных морях России и, в частности, в северо-западной части Татарского пролива Японского моря и в Амурском лимане. До последнего времени сведения о составе и биогеографической структуре фауны двустворчатых моллюсков, особенностях их распределения в этих районах практически отсутствовали. Не было и попыток сравнительного анализа фаун двустворчатых моллюсков северной части Японского моря и сопредельных акваторий. В связи с этим возникает необходимость в систематизации и обобщении накопленного материала по двустворчатым моллюскам северо-западной части Татарского пролива и Амурского лимана.

Цель и задачи работы. Целью работы является исследование фауны и распределения двустворчатых моллюсков Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) и Амурского лимана.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- описать видовой и таксономический составы, а также выявить биогеографическую структуру фауны двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива и Амурского лимана;

- изучить особенности широтного и батиметрического распределений двустворчатых моллюсков;

- сравнить фауну двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива с фаунами сопредельных районов Японского моря;

- изучить закономерности пространственного распределения и особенности биологии двух доминирующих видов двустворчатых моллюсков в районах исследования: приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) и корбикулы японской *Corbicula japonica* (Prime, 1864);

- оценить состояние популяции корбикулы японской в Амурском лимане, который является северной границей ареала этого вида.

Научная новизна. Материалы работы впервые дают целостное представление о фауне двустворчатых моллюсков двух больших районов Японского моря.

Впервые приведена обобщающая сводка фауны двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края, которая включает данные о 100 видах. Для каждого вида приведены фотографии, сведения о широтном и батиметрическом распространении, зонально-географической принадлежности, глубине обитания, экологии.

Обнаружено 20 новых для района исследования видов двустворчатых моллюсков. Показано расширение ареалов 17 видов.

С учетом полученных новых данных и на основании изучения всех литературных источников впервые проведен анализ таксономического и зонально-географического составов, батиметрического и широтного распределений двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края.

Впервые представлены сведения о количественном обилии, дана полная характеристика современного пространственного распределения и выполнена количественная оценка группового линейного роста доминирующих видов в районах исследования: приморского гребешка и корбикулы японской.

Теоретическая и практическая значимость. Систематическая часть работы имеет существенное значение в деле инвентаризации морской фауны Японского моря и Хабаровского края. Сведения, представленные в работе, могут быть использованы в образовательных целях, как на школьных уроках биологии, так и в ВУЗах при подготовке студентов-биологов и экологов.

Полученные знания о распределении и количественном обилии двустворчатых моллюсков в настоящее время применяются в планировании природоохранных мероприятий, и принятии управленческих решений в сфере природопользования. Они используются при расчете ущербов окружающей среде при строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов, распределении рыбопромысловых и рыбоводных участков на

морских побережьях Хабаровского края, в промысловом прогнозировании. Изложенные в работе сведения о биологии, распределении и обилии корбикулы японской послужили основанием для вывода этого вида из Красной книги Хабаровского края.

Методология и методы диссертационного исследования. В своем исследовании автор исходила из представлений о целостности и непрерывности живого покрова, который имеет характер континуума (Миркин и др., 2001; Жирков, 2010). Решение задач биологического зонирования (районирования) сочетает в себе как выявление объективно существующих границ, так и их произвольное выделение внутри континуума на основании заранее заданных принципов в соответствии с задачами исследования (Шитиков и др., 2003; Кафанов, 2005, 2006; Миркин, 2005).

В соответствии с этими представлениями, для выявления объективных закономерностей формирования фауны и распределения двустворчатых моллюсков на относительно однородных участках осуществлялся регулярный отбор проб, на топически неоднородных - стратифицированный и типический (Фадеев, 1980). Для анализа распределения фауны в работе применяли методы кластерного анализа, многомерного шкалирования, регрессионного анализа (Clarke, Gorley, 2001; Hammer, 2015). Сравнение фаунистических данных выполняли с использованием непараметрических критериев (Резник, 2008).

Положения, выносимые на защиту:

1. Вдоль материкового побережья Японского моря происходит расширение ареалов ряда тепловодных видов двустворчатых моллюсков с юга на север.
2. К различным диапазонам глубин приурочены собственные фаунистические общности двустворчатых моллюсков, различающиеся по составу и структуре; ядро фауны двустворчатых моллюсков формируется в верхней сублиторали.
3. Фауна двустворчатых моллюсков северной части Японского моря образует единую структурную общность. Наблюдается закономерное обеднение локальных фаун и уменьшение числа тепловодных видов с юга на север.
4. Состояние популяции корбикулы японской в Амурском лимане, являющимся рефугиумом для этого вида и самым северным районом его обитания, благополучно: популяция стабильна во времени и формирует самую большую площадь и биомассу из известных.

Степень достоверности результатов. Повторяемость результатов работы обеспечена применением стандартизированных методов сбора и обработки материала. Репрезентативность данных обеспечена полным охватом гидробиологическими исследованиями всех районов и отбором объемов материала, достаточных для последующей статистической обработки. Статистическая значимость результатов подтверждается применением статистических тестов, выбор которых обусловлен объемом и характером анализируемых материалов.

Личный вклад автора. Совместно с коллегами из ХфТИНРО автор принимала участие в сборе данных по двустворчатым моллюскам. Ею также собран материал из танатоценозов, выполнено определение большинства видов, проанализирован состав фауны районов исследования и сопредельных территорий, изготовлены фототаблицы, а также выполнены анализ и обработка полученных данных и их обобщение.

Апробация работы. Основные результаты исследований были представлены на 2-й конференции «Чтения памяти профессора В. Я. Леванидова» (г. Владивосток, 2003 г.), на 4-й конференции молодых ученых «Океанологические исследования» (г. Владивосток, 2009 г.), на XI региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии для студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов и научных организаций Дальнего Востока России (г. Владивосток, 2012 г.), на ежегодных отчетных сессиях ТИНРО-Центра (г. Владивосток, 2018 г.) и его Хабаровского филиала (ХфТИНРО) (г. Хабаровск, 2006, 2008, 2010, 2013, 2018 гг.), на специализированном малакологическом семинаре в ННЦМБ (г. Владивосток, 2013 г.), на международной конференции PICES-2017 (г. Владивосток, 2017 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 3 статьи в рецензируемых научных журналах из списка ВАК.

Структура и объем работы. Работа изложена на 244 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, списка литературы, включающего 316 источников, из которых 72 иностранных. Текст иллюстрирован 28 таблицами и 39 рисунками. Три приложения включают 1 таблицу, аннотированный список видов двустворчатых моллюсков и 13 листов фототаблиц.

Благодарности. Выражаю благодарность своему научному руководителю, к.б.н., с.н.с лаборатории Динамики морских экосистем ННЦМБ ДВО РАН Г.М. Каменеву за ценные указания, консультации и помощь в написании рукописи. Я искренне признательна своему мужу А.А. Дуленину за постоянную моральную поддержку, а также помощь в осмыслении и статистической обработке материалов. Я благодарна директору ХфТИНРО в 2004-2016 гг. Г.В. Новомодному и заведующему Советско-Гаванской лабораторией ХфТИНРО О.А. Швейгеру за помощь в организации экспедиций. Я признательна своим коллегам по ХфТИНРО И.С. Черниенко, М.В. Дергачеву, И.В. Занькову и А.В. Харитонову за участие в сборе материала. Также я благодарю сотрудников ННЦМБ ДВО РАН: к.б.н. К.А. Лутаенко, предоставившего ряд ценных литературных источников, Н.В. Каменевой за возможность работы с архивом музея ННЦМБ.

Материалы съемок ННЦМБ любезно предоставлены в распоряжение автора сотрудником музея ННЦМБ И.А. Дьяченко, архивные материалы ЗИН РАН – Г.М. Каменевым, неопубликованные списки видов двустворчатых моллюсков среднего Приморья – сотрудником ТИНРО-Центра Е.В. Колпаковым, за что автор выражает им особую благодарность.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В данном разделе приводится история исследования двустворчатых моллюсков в северо-западной части Татарского пролива и Амурском лимане, а также степень изученности этих районов, влияющих на состав фауны и распределение двустворчатых моллюсков.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Приведены сведения о географическом положении, климатических особенностях, температуре, солености и течениях северо-западной части Татарского пролива и Амурского лимана.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Объем использованных материалов. Основной объем материала

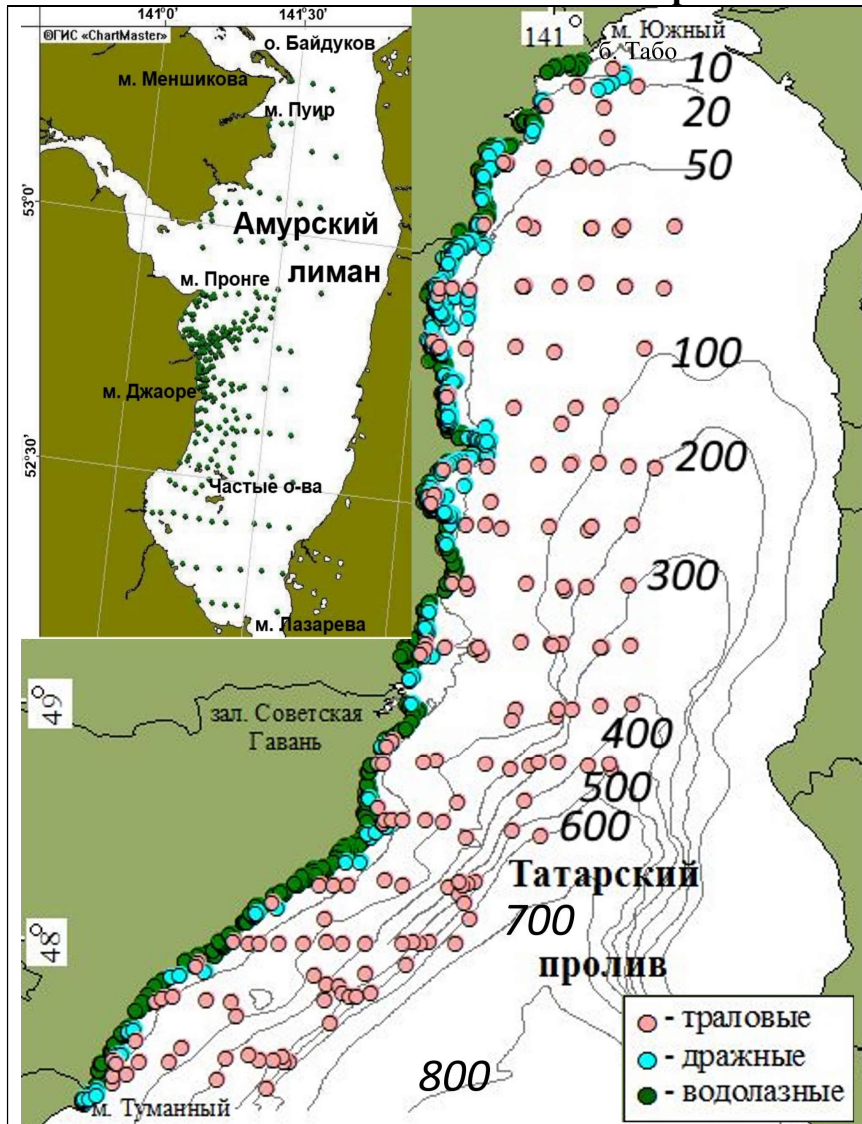


Рисунок 1 – Карта расположения станций в северо-западной части Татарского пролива (данные 2003-2016 гг.) и Амурском лимане (данные 2004 и 2010 гг.)

по двустворчатым моллюскам в северо-западной части Татарского пролива был собран во время гидробиологических экспедиций ХфТИНРО (2003-2016 гг.) в районе от мыса Туманный ($47^{\circ}24' N$) на юге до мыса Южный ($51^{\circ}40' N$) на севере (рис. 1). Всего было выполнено 384 траловых, 573 дражных и 1177 водолазных станций. На каждой водолазной станции собирали по 3 пробы. Обследованы глубины от 1 до 600 м. Также использованы материалы, собранные от литорали до 400 м на 109 водолазных и 30 траловых станциях в шести экспедициях ИБМ ДВО РАН с 1974 по 1980 гг. и в гидробиологических

съемках 1989 и 1996 гг., охвативших северо-западную часть Татарского пролива. Кроме того, использованы обработанные материалы ЗИН РАН, собранные на глубинах от 1 до 600 м в экспедициях с 1855 по 1949 гг.

На основании изучения оригинального материала, экспедиционных сборов ИБМ ДВО РАН, обработанных и закаталогизированных данных ЗИН РАН, а также анализа всей доступной литературы, касающейся района исследования, подготовлен общий список фауны двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края (северней м. Туманный), включающий 100 видов. Дополнительно для сравнительно-биогеографического анализа фаун двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива (далее СЗТП) и сопредельных районов Японского моря на основании изучения экспедиционных сборов ХфТИНРО, анализа доступной литературы и неопубликованных данных, любезно предоставленных Е.В. Колпаковым (ТИНРО-Центр), были составлены видовые списки южного Приморья (зал. Петра Великого) - ЮП, среднего Приморья (от м. Поворотный до м. Туманный) - СП, западного побережья о. Сахалин - ЗС (фауну в районе о. Монерон в сравнительный анализ не включили по причине ее значительного своеобразия) и западного побережья о. Хоккайдо - ЗХ.

В работе используется деление российской материковой части Японского моря по О.Г. Кусакину (Kussakin, 1990): южное Приморье, среднее Приморье и северо-западная часть Татарского пролива (у О.Г. Кусакина это северное Приморье).

Амурский лиман. В Амурском лимане материал по двустворчатым моллюскам был собран во время бентосных съемок ХфТИНРО в сентябре 2004 г. на участке от м. Джаоре до м. Пронге и в июле 2010 г. от мыса Лазарева на юге до мыса Меншикова на севере в целях изучения кормовой базы амурского осетра (рис. 1). Всего выполнено 188 станций, на каждой из которых было собрано по 3 пробы на глубинах 0.5-6.0 м. Дополнительно использованы данные съемки, проведенной в июне-сентябре 1972 г. Амурским отделением ТИНРО-Центра (АоТИНРО) от м. Невельского до Сахалинского залива. Сделано 65 станций, на каждой из которых собрали по 2 пробы на глубинах 0.5-5.0 м. Кроме этого привлечены материалы, собранные на глубинах 1.0-5.5 м на 130 станциях в сентябре-октябре 1994 г. Институтом аквакультуры Приморья (ИНАП) совместно с Амурским отделением ТИНРО-Центра силами НПК «Примаквапром» от Частых островов до м. Пронге. На каждой станции было собрано по 3 пробы.

Всего было исследовано 5900 экземпляров двустворчатых моллюсков, из них 507 особей корбикулы японской и более 2000 особей приморского гребешка.

3.2. Методы исследований. Материалы собирали методами водолазных, дночерпательных, дражных и траловых съемок. Исследования выполняли по общепринятым гидробиологическим методикам (Левин, Шендеров, 1975; Фадеев, Лукин, 1982; Левин, 1994; Блинова и др., 2005).

Биологический анализ выполняли стандартными методами. Индивидуальный возраст приморского гребешка определяли по структурным особенностям микрорельефа верхней створки раковины (Силина, 1978). Возраст корбикулы японской оценивали по кольцам задержки роста (ростовым меткам) на поверхности раковины (Алимов, 1981).

Для количественной оценки связи видового богатства с уровнем разнообразия условий обитания двустворчатых моллюсков в Татарском проливе выполнен подсчет числа возможных экотопических комбинаций ($ЭК=34$), в которых обитает фауна района.

Для анализа видового состава выделяли локальные фауны (Кафанов, 1991). Их анализировали по степени оригинальности. Для этого выделяли специфичные виды, то есть обнаруженные только в пределах определенного диапазона глубин, либо данной локальной фауны, и банальные виды, то есть встречающиеся во всех диапазонах глубин, либо в различных локальных фаунах (Андреев, 1980).

При проведении анализа состава фауны виды ранжировали по частоте встречаемости, оценивая ее как долю проб, в которых был отмечен вид, от общего числа собранных проб. В качестве массовых рассматривали виды, частота встречаемости которых в пробах была более 30%, часто встречающихся - с частотой встречаемости от 5 до 30%, редких - с частотой встречаемости менее 5 %.

По степени термотропности для удобства анализа были выделены холодноводные виды (бореально-арктические), умеренно-холодноводные (широкобореальные и низкобореальные) и тепловодные виды (субтропическо-бореальные, субтропическо-низкобореальные).

Для оценки состояния популяции корбикулы японской в Амурском лимане использовали ряд показателей: доминирование, площадь поселений и их биомасса, средние и максимальные показатели относительного обилия – плотность и биомасса поселений, стабильность популяции во времени, скорость роста, максимальный возраст. Доминирующим видом считался вид, биомасса которого составляла более 30% от общей биомассы макрзообентоса в пробе. Для статистической обработки материала каждому показателю присваивались ранги. Два ряда ранговых оценок – показатели популяции корбикулы японской из Амурского лимана и наибольшие показатели других популяций этого вида сравнивали при помощи теста знаков и критерия Колмогорова-Смирнова (Резник, 2008; Hammer, 2015).

Расчет общей площади поселений и объема биомассы корбикулы японской производился при помощи ГИС КартМастер 4.1 (Поляков, 2008) методом построения полигонов Вороного. Расчет биомассы остальных двустворчатых моллюсков проводился методом площадей (Блинова и др., 2005). Картографические данные обработаны и визуализированы при помощи свободно распространяемого пакета Quantum GIS 1.6.0. Статистическую обработку материала выполняли с использованием специализированных пакетов PAST v3.11 (Hammer, 2015) и PRIMER v5 (Clarke, Gorley, 2001; Clarke, Warwick, 2001).

Сравнение видовых списков различных районов и батиметрических зон осуществлялось методами иерархического кластерного анализа. Для сравнения фаун разных районов и батиметрических диапазонов использован коэффициент сходства Брея-Кертиса (Bray, Curtis, 1957): $I_{BC} = (2 \sum \min(y_{ij}, y_{ik})) / (\sum (y_{ij} + y_{ik})) * 100\%$, где y_{ij} – присутствие вида i в районе или диапазоне j ; y_{ik} – присутствие вида i в районе или диапазоне k ; n – число видов. Построение дендрограмм осуществлялось методом средней связи (Пузаченко, 2004). Выборки сравнивали при помощи непараметрических критериев Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова. Выбор критериев обусловлен их пригодностью для анализа малых выборок с произвольным характером распределения. Для выявления наличия связи состава отдельных фаун использовали анализ их сопряженности с применением критерия χ^2 . Для анализа изменений градиентного характера использовали процедуры регрессионного анализа. Кроме того, для выявления степени влияния отдельных факторов при анализе градиентных изменений использовали метод главных компонент (Пузаченко, 2004; Hammer, 2015).

Систематическая часть приведена в соответствии с публикациями Higo et al. (1999), Okutani (2000), Lutaenko и Noseworthy (2012) и Kamenev (2013).

Моллюски из собственных сборов хранятся в Советско-Гаванской лаборатории ХфТИНРО, остальная часть в Музее ННЦМБ (г. Владивосток).

ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ФАУНЫ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Таксономический состав двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива. В настоящее время фауна двустворчатых моллюсков СЗТП насчитывает 100 видов, принадлежащих к 61 роду, 32 семействам и 24 надсемействам. Аннотированный список видов приведен в приложении. Впервые для исследуемой акватории отмечено 20 видов: *Delectopecten randolphi*, *Conchocele bisecta*, *Macra chinensis*, *Spisula sachalinensis*, *Mactromeris polynyma*, *Cadella lubrica*, *Megangulus zyonoensis*, *Macoma coani*, *Nuttallia obscurata*, *N. ezonis*, *N. commoda*, *Diplodonta semiasperoides*, *Mercenaria stimpsoni*, *Protocallithaca adamsi*, *P. euglypta*, *Mya* cf. *truncata*, *Panomya norvegica*, *Solen krusensterni*, *Thracia myopsis* и *Parvithracia lukini*. Для 17 видов (*M. chinensis*, *S. sachalinensis*, *M. polynyma*, *C. lubrica*, *M. zyonoensis*, *M. coani*, *N. obscurata*, *N. ezonis*, *N. commoda*, *D. semiasperoides*, *M. stimpsoni*, *Venerupis philippinarum*, *P. adamsi*, *P. euglypta*, *S. krusensterni*, *Felaniella usta*, *Crassostrea gigas*) было установлено, что границы их ареалов у материкового побережья Японского моря проходят гораздо севернее, чем считалось ранее. Для холодноводных видов *M. cf. truncata* и *P. norvegica* получены новые сведения о распространении этих видов в пределах ареала.

Фауна двустворчатых моллюсков района исследования морская и содержит одно наиболее многочисленное по видовому составу надсемейство Tellinoidea, которое включает 18 видов. Самыми богатыми по числу видов являются семейства Tellinidae, Mytilidae и Yoldiidae (14, 12 и 11 видов

соответственно). Подавляющее число родов – 53 (87% их общего числа) насчитывают в своем составе не более 1-2 видов. Большое число надвидовых таксонов свидетельствует о высоком разнообразии биотопов и других факторов среды в районе исследования, способствующих формированию здесь богатой и разнообразной по образу жизни, пищевым стратегиям, особенностям биологии фауны двустворчатых моллюсков.

4.2 Таксономический состав двустворчатых моллюсков Амурского лимана. Снижение солености в Амурском лимане обуславливает резкое уменьшение видового богатства бентосных организмов по сравнению с соседними морскими акваториями Татарского пролива.

Фауна двустворчатых моллюсков Амурского лимана отличается крайней бедностью. Здесь зарегистрировано всего 11 видов, относящихся к 11 родам, 10 семействам и 9 надсемействам. В отличие от фауны двустворчатых моллюсков СЗТП фауна двустворчатых моллюсков Амурского лимана представлена как морскими (*N. tenuis*, *M. trossulus*, *C. gigas*, *Raeta pulchella*, *V. philippinarum*, *S. krusensterni*, *P. euglypta* и *S. alta*), так и солоноватоводными видами (*Corbicula japonica*, *Potamocorbula amurensis* и *M. balthica*) с преобладанием последних по количественным характеристикам. Морские виды относятся к семействам Nuculidae, Mytilidae, Ostreidae, Mactridae, Veneridae и Solenidae. Представители семейств Cyrenidae (*C. japonica*) и Tellinidae (*M. balthica*) обитают только либо в олигогалинном, либо в мезогалинном районах соответственно. Единственный вид *P. amurensis* из семейства Myidae может находиться как в олигогалинном, так в мезогалинном районах Амурского лимана.

4.3 Биогеографическая структура фауны. Татарский пролив. Согласно схеме фаунистического районирования сублиторали и батии северо-западной Пацифики, приведенной А.И. Кафановым (1991), побережье СЗТП относится к Северояпономорскому округу Айнской подпровинции Сахалинской провинции Маньчжурской надпровинции Японо-Маньчжурской подобласти Северотихоокеанской области.

Зонально-биогеографический анализ показал, что основу фауны СЗТП составляют бореальные виды (59%): широкобореальные – 38% и низкобореальные – 21%. На долю относительно тепловодных субтропическо-бореальных и субтропическо-низкобореальных видов приходится 21%. Остальная часть фауны (20%) представлена относительно холодноводными бореально-арктическими видами. Такое соотношение основных зонально-биогеографических групп характерно как для массовых, так и для редко встречающихся видов.

В районе исследований отмечено расширение ареала на север для 17 видов, из них 9 относительно тепловодных (53%), 8 умеренно-холодноводных (47%), что явно отличается от соотношения основных термотропных групп в составе фауны всего района исследований (21% тепловодные, 59% умеренно-холодноводные и 20% холодноводные) в сторону преобладания тепловодных видов ($\chi^2=15,415$, $p=0,0004$). Таким образом, из 3 основных термотропных групп двустворчатых моллюсков

расширение ареалов на север характерно, прежде всего, для относительно тепловодных видов. Вероятно, это может быть связано с происходящими в последние десятилетия глобальными климатическими изменениями (IPCC, 2007; Алексеев и др., 2011). Летний прогрев поверхностных вод (до 17.8°C и выше) в районе исследования достаточен для нереста и расселения пелагических личинок тепловодных видов (Раков, 1979; Жиликова, 2004; Лескова, 2012). При этом расселение двустворчатых моллюсков вдоль побережья СЗТП, скорее всего, идет за счет переноса их личинок Западно-Сахалинским течением.

Амурский лиман. В схеме фаунистического районирования сублиторали и батии северозападной Пацифики статус Амурского лимана определяется как пограничная зона Ламутского округа Охотской провинции Берингской подобласти Северотихоокеанской области и Северояпономорского округа Айнской подпровинции Сахалинской провинции Маньчжурской надпровинции Японо-Маньчжурской подобласти той же области (Кафанов, 1991).

Основу фауны лимана (7 из 11 видов) составляют относительно тепловодные субтропическо-низкобореальные виды. Остальные виды относятся к группе умеренно-холодноводных широкобореальных видов. Преобладание тепловодных видов в Амурском лимане, где их доля в три раза превышает таковую для СЗТП (60% и 21% соответственно), вполне естественно, поскольку здесь максимальная температура воды за счет выноса прогретых вод р. Амур на 4-5°C выше, чем в соседней западной части Татарского пролива.

В настоящее время существует мнение, что пролив Невельского Амурского лимана является рефугиумом для ряда беспозвоночных, в том числе для таких тепловодных видов как *C. gigas* и *P. euglypta* (Лабай, 2004; Kamenev, Nekrasov, 2012). Для *C. gigas* ранее также выделяли два рефугиума на севере западной части Татарского пролива: заливы Чихачева и Советская Гавань (Скарлато, 1981; Лутаенко, 1999). Однако, анализ наших материалов показал, что *C. gigas* обычен для континентального побережья Японского моря, встречаясь как в среднем Приморье (Колпаков, 2006а), так и в районе исследования. Вид *P. euglypta* также обитает в ряде закрытых и полузакрытых бухт западной части Татарского пролива и отмечен у открытого побережья (м. Успения), где он селится на мелководьях и встречается довольно часто. Общая картина распространения обсуждаемых видов позволяет заключить, что их ареалы включают все материковое побережье Японского моря вплоть до пролива Невельского. При этом пролив Невельского не является рефугиумом для тепловодных видов двустворчатых моллюсков, а лишь формирует северную границу распространения этих видов вдоль материкового побережья Японского моря. Их дальнейшему продвижению на север препятствует опреснение вод Амурского лимана стоком р. Амур. Опресненные воды становятся естественной преградой в распространении морских видов (Ушаков, 1953).

4.4 Широтное распределение двустворчатых моллюсков. Татарский пролив. Анализ изменения состава фауны СЗТП с юга на север с каждым градусом широты показал, что внутри района исследования можно выделить 2 участка с уровнем сходства видового состава двустворчатых моллюсков 58%. Отдельно выделяется северный участок, имеющий уровень сходства с соседними участками 63% (рис. 2).

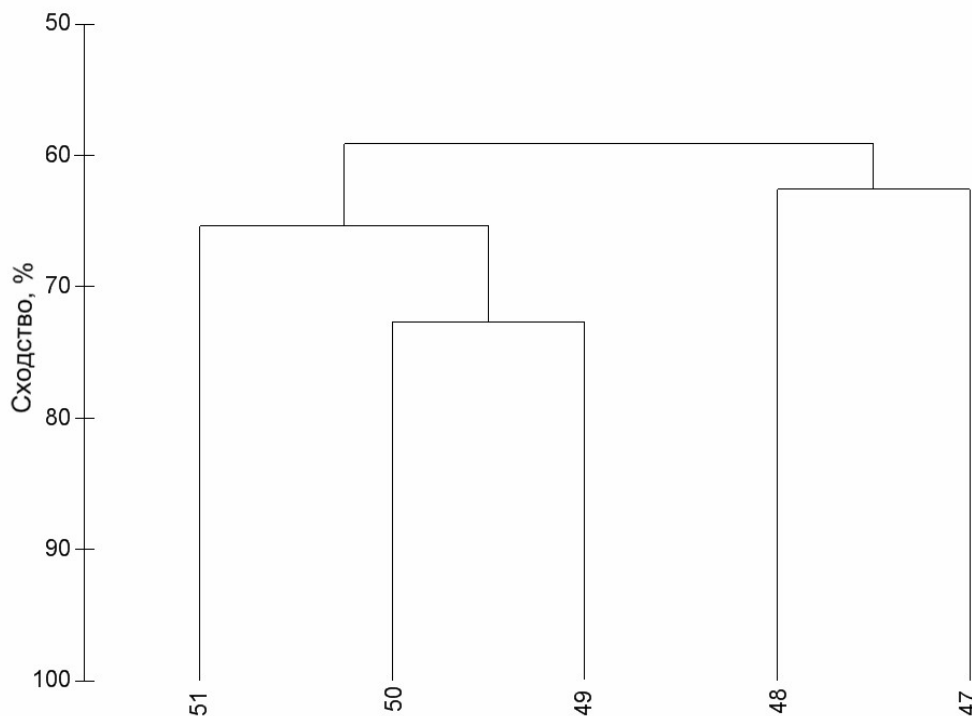


Рисунок 2 – Сходство фаун двустворчатых моллюсков отдельных участков северо-западной части Татарского пролива, условно выделенных по градусам северной широты.

Относительно низкий уровень сходства фаун выделенных участков внутри района исследования объясняется различиями топических условий. Однако, несмотря на имеющиеся изменения видового состава по мере продвижения с юга на север, структура фауны двустворчатых моллюсков района исследования не показывает статистически значимых различий по термотропности, частоте встречаемости и оригинальности в широтном направлении. Общий характер распределения числа видов в районе исследования также не показывает каких-либо явных изменений в широтном направлении. Тем не менее, если проанализировать число видов вдоль побережья района с масштабом в 0.1° N, то гистограмма распределения видов по широте показывает значительные пики числа видов на одних участках и снижение числа видов на других (рис. 3). Число видов в заливах и бухтах с мысами с одной стороны, и у открытых берегов – с другой отличается на весьма высоком уровне статистической значимости ($p < 0.0001$). Следовательно, наиболее фаунистически репрезентативными являются топически разнообразные участки побережья, в частности, заливы.

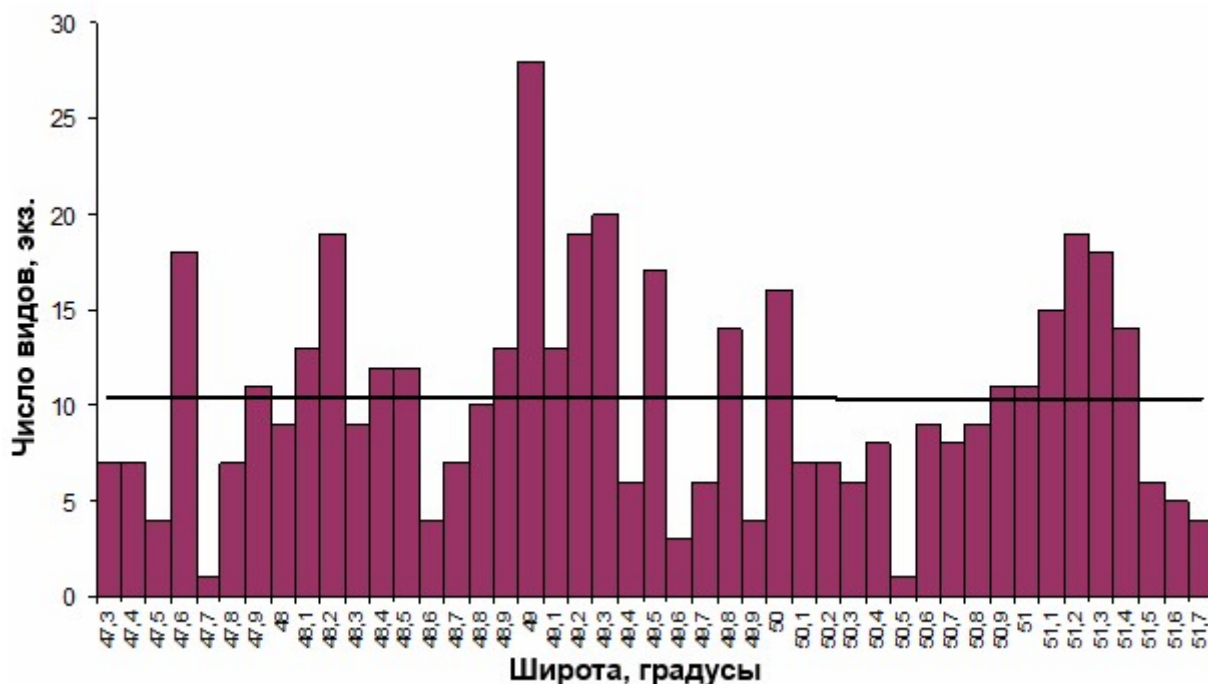


Рисунок 3 – Распределение числа видов двустворчатых моллюсков по широте в северо-западной части Татарского пролива. Линия тренда показывает общее изменение числа видов по широте.

Фауна заливов. В настоящее время видовые списки двух заливов района исследования включают 39 видов, из которых 29 видов обнаружено в зал. Советская Гавань и 28 видов в зал. Чихачева. Различия фаун по видовому составу (критерии Колмогорова-Смирнова, $p=0.9$, Манна-Уитни, $p=0.43$) и биогеографической структуре (критерии Колмогорова-Смирнова, $p=0.9$, Манна-Уитни, $p=0.54$) статистически незначимы. Это свидетельствует о том, что, несмотря на различия видового состава, фауны заливов сохраняют черты экологической и биогеографической однородности. Отсутствие статистически значимых различий структуры фауны в широтном направлении позволяют считать фауну района относительно однородной.

Амурский лиман. Пространственное распределение двустворчатых моллюсков в этом районе неоднородно, видовой состав моллюсков зависит от соленостного режима воды в Амурском лимане. В олигогалинной зоне обнаружено только 3 вида – *C. japonica*, *P. amurensis* и *M. balthica*. Большую часть площади занимает поселения *C. japonica*. Ближе к внешней границе с переходной мезогалинной зоной на юге лимана встречается *P. amurensis*, на севере – *M. balthica*. Мезогалинная зона в целом характеризуется более богатой фауной (5 видов). Массовыми видами здесь являются типичные обитатели эстуариев – эвригалинные *P. amurensis* и *M. balthica*. В проливе Невельского, несмотря на сильные колебания солености (от 2.5 до 30‰), появляются эврибионтные морские виды – *P. euglypta*, *C. gigas* и *M. trossulus* (Лабай, 2004; Kamenev, Nekrasov, 2012). При переходе к морским условиям на границе мезогалинной и полигалинной зон, где распределение морской воды слабо выражено, двустворчатые моллюски представлены 4 стеногалинными видами: *S. alta*, *R. pulchella*, *V. philippinarum* и *N. tenuis*. При анализе

пространственного распределения двустворчатых моллюсков отмечена смена доминирующих видов двустворчатых моллюсков в различных районах Амурского лимана: *C. japonica* обитает только в олигогалинной зоне, *P. amurensis* распределяется на границе олигогалинной и мезогалинной зон, а *M. balthica* преобладает в мезогалинной зоне. Таким образом, распределение доминирующих видов соответствует общей схеме зоогеографического районирования Амурского лимана, предложенной П.В.Ушаковым (1948).

4.5 Вертикальное распределение двустворчатых моллюсков.

Данный раздел полностью посвящен вертикальному распределению видов в СЗТП, поскольку Амурский лиман является мелководной акваторией, где влияние глубины на распределение видов не выражено.

Изменения видового богатства с глубиной. В пределах района исследования распределение видового богатства моллюсков по глубинам неравномерное. Большая часть видов обитает в сублиторали (92% видового состава), остальные (8%) отмечены в батимальной зоне (рис. 4). В верхних горизонтах сублиторали наблюдаются наиболее резкие изменения видового состава. Так, в диапазоне глубин 0-1 м обнаружено 9 видов. Малое число видов здесь, вероятно, связано с резкими колебаниями физико-химических условий среды обитания (сезонные перепады температуры воды, истирание льдами, гидродинамическая нагрузка, и т.п.). Однако на глубинах от 2 до 30 м число видов увеличивается в 4–5 раз. Увеличение числа видов в диапазоне 10-20 м обусловлено высоким топическим разнообразием: разными типами грунтов, различной степенью гидродинамической нагрузки, наличием искусственных субстратов, пояса растительности и т.п.

Сопоставление числа выполненных станций и числа обнаруженных видов в каждом диапазоне глубин хорошо показывает степень изученности малакофауны на разных глубинах. В наиболее богатом видами диапазоне глубин на обнаружение каждого вида приходится тратить в два раза больше усилий, чем в верхней границе сублиторали. Это говорит о том, что диапазон действительно хорошо исследован и в будущем здесь не следует ожидать обнаружения большого числа новых видов. Анализ главных компонент показывает, что в целом число обнаруженных видов на 3/4 зависит от топического разнообразия и на 1/5 – от числа выполненных станций. Только 4% дисперсии числа видов объясняется влиянием глубины, как таковой, т.е. включает действие неучтенных факторов. Таким образом, фаунистические исследования следует планировать на наиболее топически разнообразных участках с охватом, по возможности, всех доступных глубин.

В результате сравнительного анализа видового состава в СЗТП выделено пять фаунистических комплексов двустворчатых моллюсков, приуроченных к глубинам: I) 0-1 м; II) 2-30 м; III) 31-150 м; IV) 151-400 м и V) 401-600 м. Полученная картина совпадает и с графиком изменения числа видов с глубиной (рис. 4).

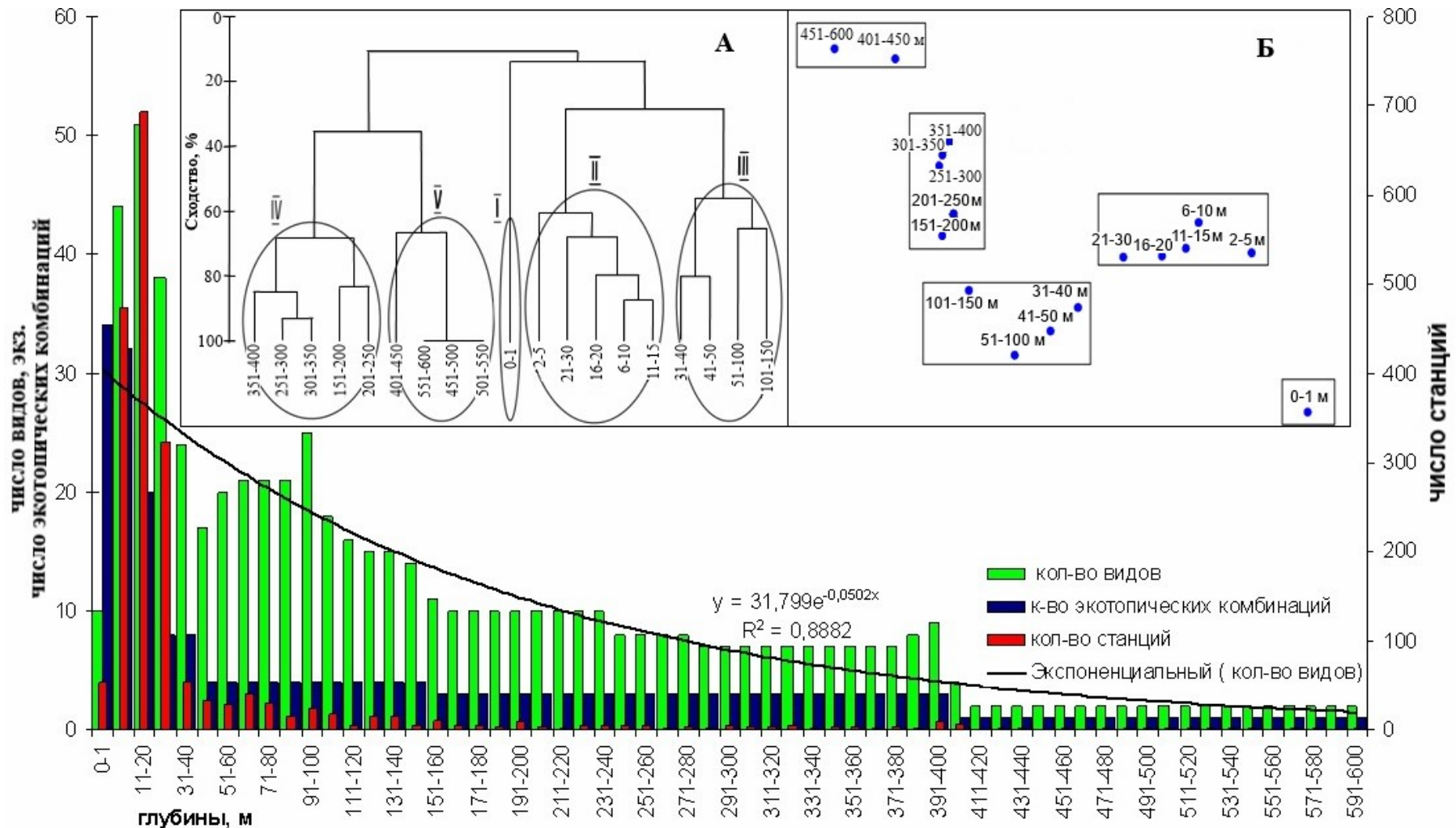


Рисунок 4 – Вертикальное изменение числа видов двустворчатых моллюсков, станций и экологических комбинаций в северо-западной части Татарского пролива. А - дендрограмма сходства видового состава различных диапазонов глубин в северо-западной части Татарского пролива. Римские цифры: I-V – батиметрические зоны. Б - многомерный анализ сходства видового состава различных диапазонов глубин в северо-западной части Татарского пролива. Прямоугольники представляют 5 основных групп в дендрограмме.

Это свидетельствует о том, что предложенная схема вертикального зонирования, скорее всего, отражает объективную картину вертикального распределения видового богатства по глубине, которая обусловлена изменением условий обитания моллюсков. Доля умеренно-холодноводных видов в выделенных диапазонах глубин увеличивается по мере роста глубины, регрессия для этой термотропной группы близка к статистически значимому ($\alpha=9.2$, $p=0.11$). Число тепловодных видов, напротив, статистически значимо уменьшается с глубиной ($\alpha=-9.6$, $p=0.03$), полностью отсутствуя в верхней батии (V зона).

Анализ верхних границ вертикального распределения относительно холодноводных бореально-арктических видов показал, что для большинства из них (12 видов из 20) верхняя граница находится на глубине 10-30 м. Выход бореально-арктических видов в районе исследования на относительно небольшие глубины свидетельствует о том, что фауна двустворчатых моллюсков в СЗТП является наиболее холодноводной локальной фауной Японского моря.

4.6 Сравнительная характеристика фаун двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива (севернее м. Туманный) и сопредельных районов Японского моря. Согласно литературным данным и оригинальным материалам, в центральной и северной частях Японского моря (от зал. Петра Великого и о. Хоккайдо включительно до вершины Татарского пролива) обитает 202 вида двустворчатых моллюсков. Таксономический список двустворчатых моллюсков приведен в приложении. Среди них вдоль материкового побережья в южном Приморье отмечено 163 вида, в среднем Приморье 127 видов, и в районе исследования – 100 видов. На противоположной стороне Японского моря у западного побережья о. Сахалин зарегистрирован 91 вид и у западного побережья о. Хоккайдо – 140 видов. Видовое богатство двустворчатых моллюсков Японского моря уменьшается с юга на север. Вдоль западного и восточного побережий этот процесс протекает статистически однородно ($\chi^2=0.19$, $p=0.67$). Зонально-географический анализ фаун материкового побережья показывает, что с юга на север наблюдается снижение доли тепловодных элементов, в то время как умеренно-холодноводные бореальные виды встречаются в сходных пропорциях. При этом наличие примерно одинакового числа бореальных видов указывает на общность фауны, которая в целом имеет бореальный характер. Зонально-географический анализ разных районов Японского моря показывает, что биогеографическая структура СЗТП наиболее сходна с ЗС (тепловодный комплекс в этих районах составляет 21% и 20% соответственно). Доли относительно холодноводных бореально-арктических видов также близки (20% и 24% соответственно).

По сходству видового состава методом иерархического кластерного анализа были выделены три фаунистических района (рис. 5):

1 – Приморье, т.е. побережья южного и среднего Приморья (уровень их сходства 86%);

2 – северо-западная часть Татарского пролива и западный Сахалин (уровень сходства 84%);

3 – западное побережье о. Хоккайдо (уровень сходства 69%).

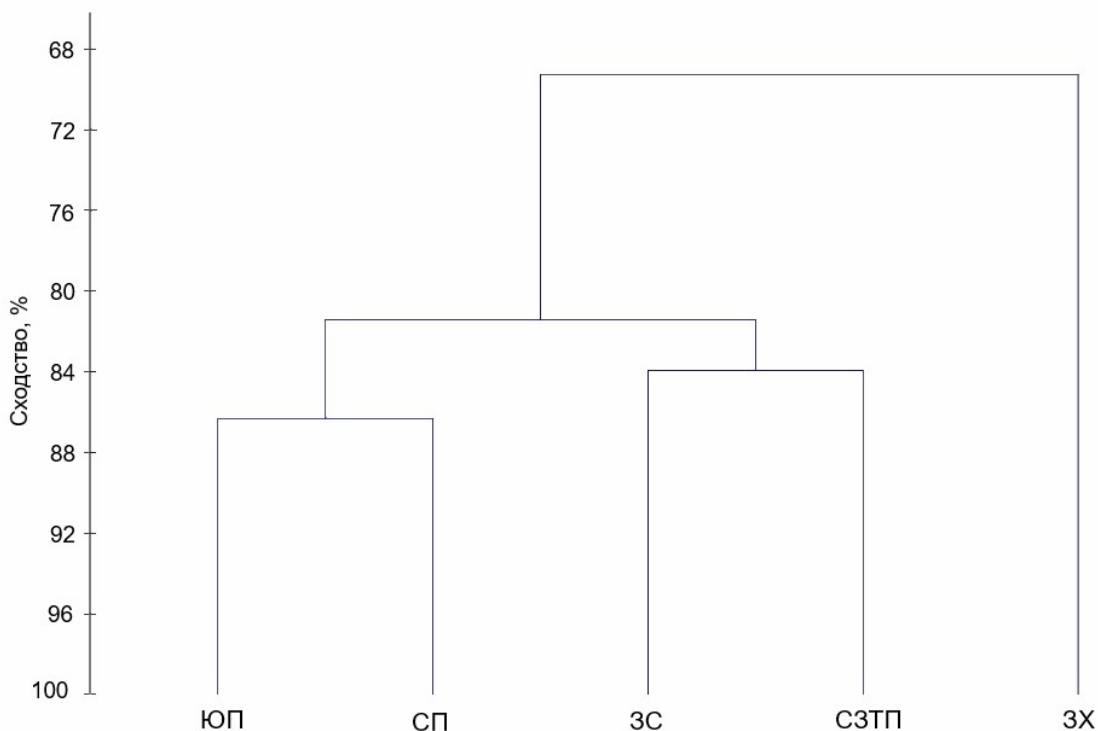


Рисунок 5 – Сходство фаун двустворчатых моллюсков различных районов Японского моря. ЮП – южное Приморье, СП – северное Приморье, СЗТП – северо-западная часть Татарского пролива; ЗХ – западное побережье о. Хоккайдо, ЗС – западное побережье о. Сахалин

Большое фаунистическое сходство обоих берегов Татарского пролива обусловлено как топографической близостью, так и относительно похожими климатическими условиями (Якунин, 2003a). Уровень сходства нашего района исследования с фаунами южного и северного Приморья несколько ниже – 82%, что обусловлено географической удаленностью ЮП и ослаблением влияния течения в СП. Необходимо отметить, что ранее многие авторы (Скарлато, 1981; Кафанов, 1991; Lutaenko, Noseworthy, 2012) при биогеографическом анализе фауны двустворчатых моллюсков российского материкового побережья Японского моря объединяли СП и СЗТП в один район. К.А. Лутаенко с соавторами обозначил его как северное материковое побережье (MNP) (Lutaenko, Noseworthy, 2012; Sun et al, 2014). Действительно, сходство фауны двустворчатых моллюсков СП и СЗТП довольно высоко – 82%. Однако фауна двустворчатых моллюсков южного и среднего Приморья выделяется в отдельный от фауны района исследований кластер с большим сходством (86%), тем самым, образуя отдельный фаунистический комплекс, что может быть обусловлено сложностью проникновения видов Приморья вдоль материка на север, т.е. против течения. Фактически, фауны СП и СЗТП являются последовательно обедняющимися по видовому составу и биогеографической структуре дериватами приморской

фауны. Эти соображения позволяют дополнить схему К.А. Лутаенко, выделив в пределах МНР две локальных фауны СП и СЗТП.

По своему составу от фауны СЗТП наиболее отдалена фауна ЗХ (уровень сходства составляет 69%). Фауна двустворчатых моллюсков у западного побережья о. Хоккайдо более тепловодна: доля тепловодных видов ЗХ почти в 2 раза выше по сравнению с СЗТП: 38% против 21% соответственно. Это вполне естественно, т.к. на формирование морской фауны, как двустворчатых моллюсков, так и в целом всех гидробионтов у восточных берегов Японии определяющую роль оказывает теплое течение Куроисио.

В целом, для обсуждаемой части Японского моря характерен относительно высокий уровень сходства фаун двустворчатых моллюсков сравниваемых районов – от 69 до 86%, что следует объяснять фаунистическим единством разных районов северной части Японского моря.

ГЛАВА 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* И *CORBICULA JAPONICA*

5.1 Приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*. Этот вид является одним из доминирующих видов среди эпибентосных беспозвоночных сублиторали СЗТП Японского моря в пределах Хабаровского края.

Распределение. В районе исследования приморский гребешок обитает вдоль всего побережья от м. Туманный на юге до траверса б. Табо на севере (см. рис. 1). Нами установлено, что приморский гребешок не селится на мелководье севернее зал. Чихачева, разреженные поселения этого вида севернее зал. Чихачева расположены на глубинах от 19 до 26 м. По-видимому, это связано со снижением солености воды у границы с Амурским лиманом. Распространение поселений этого вида на юге района исследования лимитируется отсутствием достаточных площадей грунтов, подходящих для его поселений, где гребешок обнаружен только глубже 16 м.

Размерный и возрастной состав. Максимальный для района исследования возраст приморского гребешка определен в 14 лет, максимальная высота раковины составила 200 мм. В размерном составе гребешка в поселениях Татарского пролива и из южного Приморья каких-либо различий не наблюдается. В заливах приморский гребешок мельче, чем у открытых берегов (средняя высота раковины составляет 123.2 ± 1.2 мм и 156.0 ± 0.9 мм соответственно, $p < 0.0001$). В зал. Советская Гавань преобладали особи с высотой раковины от 90 до 160 мм в возрасте от 4 до 7 лет (около 90%). Самые мелкие моллюски были отмечены в зал. Чихачева, где преобладали особи с высотой раковины 90-130 мм в возрасте 4-6 лет (около 90%). В зал. Советская Гавань наблюдается полимодальное распределение, присущее группировкам животных с нестабильной, изменяющейся во времени численностью, причиной формирования которой могут быть значительные межгодовые вариации обилия поступающих с

водными массами пелагических личинок и/или разная выживаемость моллюсков отдельных генераций.

Рост. В заливах моллюски растут медленнее, чем у открытого морского побережья. Так приморский гребешок становится половозрелым (3+ лет) при высоте раковины 86.9 ± 2.9 мм и 110 ± 2.1 мм, соответственно (рис. 6).

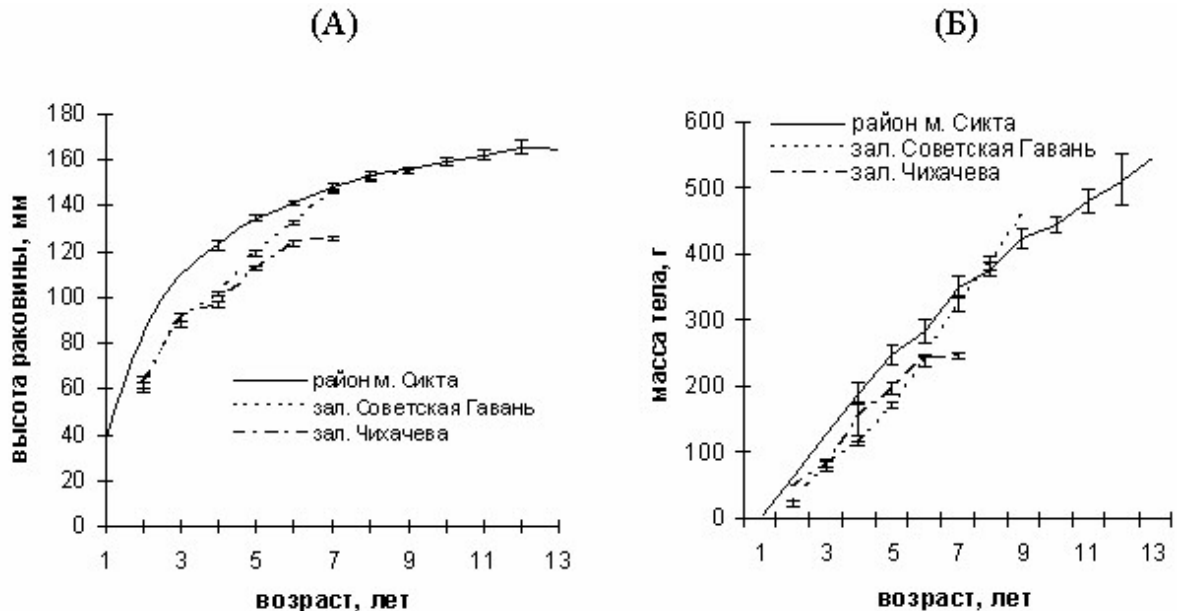


Рисунок 6 – Возрастные изменения высоты раковины (А) и прижизненной массы тела (Б) у *Mizuhopecten yessoensis* из поселений у открытого побережья у м. Сикта (n=200 экз.), в зал. Советская Гавань (n=326 экз.) и в зал. Чихачева (n=132 экз.)

Разница в темпе роста может быть связана с пониженной концентрацией кислорода в придонном слое воды на заиленных участках в заливах, высокой взмучиваемостью мелкозернистых частиц грунта, а также с повышенным содержанием загрязнителей. Сопоставление наших результатов с данными по росту приморского гребешка из других частей ареала показало, что сходная скорость линейного роста характерна также для особей из залива Анива (о. Сахалин). Половая зрелость у гребешка здесь наступает при высоте раковины 86.9 ± 2.0 мм (Силина, Позднякова, 1986). В прибрежных водах Южного Приморья приморский гребешок растет более интенсивно. Репродуктивного возраста он достигает при высоте раковины 118.5 ± 0.2 мм (Силина и др., 2000). Более низкая скорость роста моллюсков в районе исследования, вероятно, объясняется более низкой температурой воды.

5.2 Корбикула японская *Corbicula japonica*. Вид доминирует в Амурском лимане – самом большом эстуарии дальневосточных морей России. Он является одним из главных кормовых объектов амурского осетра (Немченко, 2003; Колобов и др., 2013). Эстуарий р. Амур является северной границей его ареала, что дает основания уделить пристальное внимание исследованию корбикулы в этом районе.

Распределение. Корбикула японская в Амурском лимане отмечена в районе от Частых островов на юге до мыса Пуир на севере (рис. 1). Вид

распространен в пределах сильно опресненного участка, либо у его границ. Южнее Частых островов, в слабо распресненной части Амурского лимана, доминирующими видами в составе бентосных сообществ становятся другие виды двустворчатых моллюсков. Молодые особи корбикулы японской распределяются вдоль берега Амурского лимана, тогда как взрослые особи присутствуют повсеместно.

Размерный и возрастной состав. Длина раковины корбикулы в Амурском лимане достигала 33 мм. Особи были представлены шестью возрастными группами: сеголетки (0-9 мм), годовики (9-14 мм), двухлетки (14-18 мм), трехлетки (18-22 мм), четырехлетки (22-25 мм), пятилетки (25-28 мм) и шестилетки (28-33 мм). По сравнению с другими районами корбикула в Амурском лимане живет недолго, достигая относительно небольших размеров. Относительно небольшая продолжительность жизни и размеры корбикулы в районе исследования могут быть обусловлены как ее популяционными особенностями, так и относительно низкой температурой воды в течение почти полугодового зимнего периода (с ноября по апрель).

Рост. Анализ группового линейного роста корбикулы японской из Амурского лимана показал, что кривая роста имеет асимптотический характер (рис. 7).

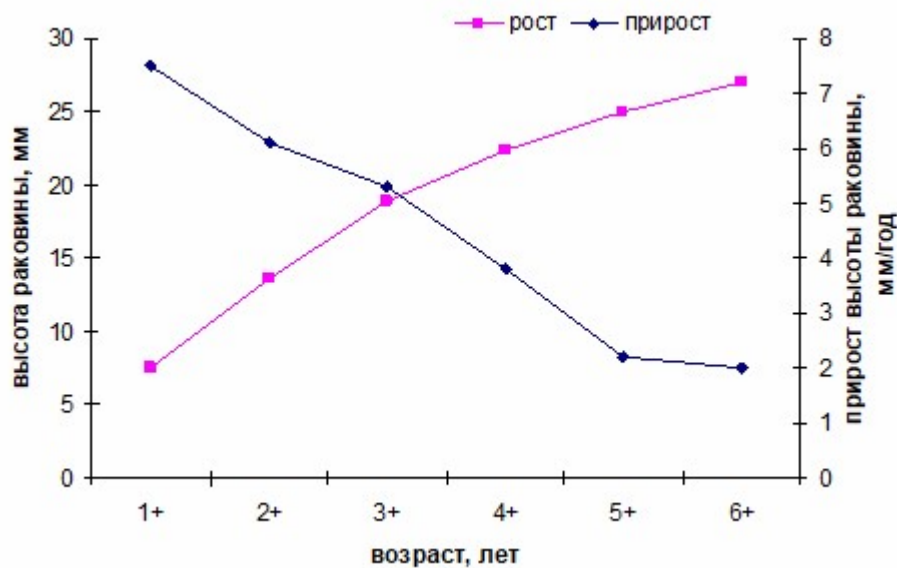


Рисунок 7 – Кривые группового линейного роста и среднегодовые приросты *Corbicula japonica* в Амурском лимане, данные 2010 г. (n = 30)

Сопоставление полученных результатов с количественными характеристиками роста корбикулы японской из других частей ареала (Раков, 1999; Раков, Опарей, 2005; Колпаков, 2011; Колпаков и др., 2016; Fuji, 1957) показало, что темпы роста корбикулы в Амурском лимане не являются низкими. Таким образом, условия северной границы ареала не приводят к снижению скорости роста этого вида.

По показателям общей площади и биомассы популяция корбикулы японской в Амурском лимане превосходит все известные (табл. 1). Это

связано с наличием больших площадей, пригодных для расселения этого вида.

Таблица 1

Максимальные значения показателей, характеризующих состояние популяций корбикулы японской в Амурском лимане и в других районах

Показатель	Амурский лиман	Другие районы	Источник данных по другим популяциям
Доминирование, выраженность	выражено	выражено	Явнов, Раков, 2002
Площадь, км ²	748	85	Щукина, 2003
Биомасса, тыс. т	267	97	Щукина, 2003
Максимальная удельная биомасса, г/м ²	1200	4945	Колпаков, 2011
Максимальная удельная плотность, экз./м ²	1260	1758	Колпаков, 2011
Устойчивость во времени, наличие	есть	есть	Лабай, Роготнев, 2005; Астахов, 2014
Скорость роста, мм/год	7.5	6.7	Колпаков, 2011
Максимальный возраст, лет	6	13	Колпаков и др., 2016

Общее состояние популяции корбикулы японской Амурского лимана не показывает статистически значимых отличий от состояния популяций из других частей ареала (критерий Колмогорова-Смирнова, $p=0.57$, тест знаков, $p=1$). Таким образом, несмотря на наличие суровых условий, общие условия обитания корбикулы японской у северной границы ареала следует признать благоприятными.

Накопленные многолетние данные о распределении, размерно-возрастной структуре популяции и биомассе корбикулы японской в Амурском лимане позволили автору подготовить обоснование для вывода этого вида из Красной книги Хабаровского края (Дуленина, Дуленин, 2011), в результате которого корбикула японская была выведена из Красной книги в 2015 г.

ВЫВОДЫ

1. Фауна двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива насчитывает 100 видов, принадлежащих к 61 роду, 32 семействам и 24 надсемействам. Впервые в этом районе обнаружено 20 видов, показано расширение ареалов 17 видов. В солонатоводном Амурском лимане отмечено 11 видов, относящихся к 11 родам, 10 семействам и 9 надсемействам.

2. Основу фауны двустворчатых моллюсков северо-западной части Татарского пролива составляют умеренно-холодноводные (бореальные) виды (59%). Соотношение относительно тепловодных (субтропическо-низкобореальные и субтропическо-бореальные) и холодноводных (бореально-арктические) видов примерно равное (21% и 20%). В Амурском лимане преобладают тепловодные виды (64 %).

3. В северо-западной части Татарского пролива выделены 3 района (южный ($47-48^{\circ}$ N), центральный ($49-50^{\circ}$ N) и северный (51° N)), различающиеся по видовому составу. Изменение видового состава по широте обусловлено, прежде всего, изменением состава грунтов в верхней сублиторали; видовое богатство и биогеографическая структура фауны остаются относительно постоянными.

4. В результате сравнительного анализа видового состава в северо-западной части Татарского пролива выделено пять фаунистических комплексов двустворчатых моллюсков, приуроченных к глубинам: I (0-1 м), II (2-30 м), III (31-150 м), IV (151-400 м) и V (401-600 м). Максимальное видовое богатство (64 вида) характерно для диапазона глубин 2-30 м. Число видов и видовой состав в каждом диапазоне глубин на 74% связаны с топоческим разнообразием, на 22% – со степенью изученности данного диапазона глубин и на 4% – с влиянием комплексного фактора «глубина».

5. Фауна двустворчатых моллюсков северной части Японского моря образует единую общность: уровень сходства локальных фаун отдельных районов составляет не менее 69% при сохранении основных черт их биогеографической структуры. Наблюдается закономерное обеднение локальных фаун и уменьшение числа тепловодных видов с юга на север. Фауна у континентального побережья Татарского пролива наиболее сходна с его фауной у западного побережья о. Сахалин.

6. В северо-западной части Татарского пролива расположение поселений приморского гребешка относительно устойчиво во времени. Исчезновение отдельных поселений связано с антропогенным воздействием. Размеры раковины, вес тела и скорость роста приморского гребешка в поселениях у открытых побережий выше, чем в защищенных бухтах и заливах.

7. Корбикула японская является одним из доминирующих видов в донных сообществах наиболее опресненного района Амурского лимана, где плотность её поселений достигает 1260 экз./м^2 при биомассе 1200 г/м^2 . Общая биомасса вида оценена в 267 тыс. т на площади 248 км^2 . На протяжении десятилетий удельная биомасса, возрастная структура и расположение поселений корбикулы в Амурском лимане остаются стабильными, что свидетельствует о благополучном состоянии популяции.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК:

1. Дуленина П.А., Дуленин А.А. Обоснование вывода корбикулы японской (*Corbicula japonica* Prime, 1864) из Красной книги Хабаровского края // Известия ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 65-73.

2. Дуленина П.А., Дуленин А.А. Распределение, размерный, возрастной состав и рост приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) (BIVALVIA: PECTINIDAE) в северо-западной части Татарского пролива // Биология моря. 2012. Т. 38, № 4. С. 290–297.

3. Селин Н.И., Дуленина П.А. Рост и продолжительность жизни мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (BIVALVIA: MYTILIDAE в Татарском проливе Японского моря в связи с особенностями обитания у северной границы ареала // Биология моря. 2012. Т. 38, № 4. С. 298–304.

Работы, опубликованные в материалах конференций:

1. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Черниенко И.С. Промыслово-биологические характеристики приморского гребешка в северо-западной части Татарского пролива и проблемы рационального использования его запасов // Первая Международная конференция «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». М.: ВНИРО, 2002. С. 71–76.

2. Дуленина П.А. Видовой состав двустворчатых моллюсков западной части Татарского пролива Японского моря (в пределах Хабаровского края) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2013. Вып. 17. С. 27–78.

3. Дуленина П.А. Корбикула японская (*Corbicula japonica*) внутренних водоемов и эстуариев рек Хабаровского края: информационный обзор // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2003. Вып. 2. С. 153–159.

4. Дуленина П.А. Промысловые двустворчатые моллюски прибрежных акваторий Хабаровского края // Изучение зообентоса шельфа. Информационное обеспечение экосистемных исследований. Апатиты: КНЦ РАН. 2004. С. 5–10.

5. Дуленина П.А., Дуленин А.А. Распределение и биологические показатели корбикулы японской (*Corbicula japonica*) в Амурском лимане // Состояние морских экосистем, находящихся под влиянием стока реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 176–183.

6. Дуленина П.А., Сидяков Ю.В. Двустворчатые моллюски северо-западной части Татарского пролива // Четвертая конференция молодых ученых «Океанологические исследования»: тезисы докладов. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2009. С. 57–58.

7. Дуленина П.А. Макрозообентос Амурского лимана // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. С. 284.

8. Васильева Л.Е., Дуленина П.А., Федорев Ю.В., Шарова О.А. Изучение морской биоты залива Чихачева (Татарский пролив) в 2011 г. // XI региональная конференция по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии для студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов и научных организаций Дальнего Востока России. Владивосток: ДВФУ, 2012. С. 12–17.

9. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Рижийс Е.А. Новые сведения о макрозообентосе сублиторали западной части Татарского пролива // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и

техническое использование: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 2013. С. 149–151.

10. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Рижийс Е.А. Результаты гидробиологического водолазного обследования залива Советская Гавань // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Ключкова. Ч. I. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015а. С. 55-59.

11. Дуленин А.А., Дергачев М.В., Дуленина П.А. Современное состояние ресурсов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) в северо-западной части Татарского пролива // VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: сборник материалов. Калининград: КГТУ, 2015б. С. 224-226.

12. Dulenin A.A., **Dulenina P.A.** Influence of temperature changes on the bottom marine biota in the western part of Tatar Strait // PICES: Environmental changes in the North Pacific and impacts on biological resources and ecosystem services. Vladivostok, September 22 - October 1. 2017. P. 124.