

На правах рукописи

ТАУПЕК Никита Юрьевич

ПОПУЛЯЦИОННО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ПРОМЫСЛОВЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ
ЮЖНО-КУРИЛЬСКОГО МЕЛКОВОДЬЯ

03.00.18 – гидробиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток – 2006

Работа выполнена в Лаборатории экологии беспозвоночных Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

Научный руководитель

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Брыков Валерий Алексеевич

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Латыпов Юрий Яковлевич

кандидат биологических наук
Надточий Виктор Александрович

Ведущая организация

Тихоокеанский океанологический институт
им. В.И. Ильичева ДВО РАН

Защита состоится «30» ноября 2006 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН по адресу: 690041, Владивосток, ул. Пальчевского, 17
факс: (4232) 310900, e-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан « 25 » октября 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, к.б.н.

Е.Е. Костина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Двустворчатые моллюски являются одной из наиболее массовых групп водных животных. По количественным показателям они нередко занимают доминирующее положение в сообществах донных организмов (Волова, Скарлато, 1980), являясь традиционными объектами промысла уже на протяжении многих столетий.

В последние десятилетия, в связи с развитием в Российской Федерации прибрежного рыболовства, возникла необходимость более полного изучения биологии и экологии двустворчатых моллюсков – объектов нерыбного промысла, с целью разработки научно обоснованных рекомендаций по их рациональной эксплуатации.

Рациональная эксплуатация (управление надорганизменными биосистемами) успешно реализуется только тогда, когда появляется возможность предсказания реакции системы на то или иное воздействие. На основе подобных прогнозов возможно управление конкретными экологическими ситуациями с целью достижения практических результатов. В настоящее время считается, что основной единицей управления биологическими ресурсами является популяция, под которой обычно понимают совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию (Яблоков, 1987). Любой вид животных или растений состоит из организмов, интегрированных в популяцию, а совокупности популяций и составляют собственно биологический вид (Шварц, 1980).

Основным инструментом решения задач управления в надорганизменных биосистемах является популяционно-биологический анализ (Уатт, 1971; Коли, 1979), а определяющими каналами (параметрами) прогнозирования их реакций – изучение динамики численности и закономерностей роста массы особей. Таким образом, популяционно-биологический анализ представляет собой не только основу для разработки разноплановых теоретических проблем современной биологии, но и используется для решения широкого спектра прикладных задач рациональной эксплуатации, сохранения и воспроизводства природных ресурсов.

Цель работы. Цель исследования заключалась в разработке концепции рациональной эксплуатации ресурсов двух промысловых видов двустворчатых моллюсков юго-западной части Южно-Курильского мелководья: приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) и рудитапеса филиппинского *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve).

Основные задачи. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Получить информацию о распространении основных типов донных отложений района исследований.
2. Изучить особенности пространственного распределения и оценить обилие обособленных группировок приморского гребешка и рудитапеса в прибрежных водах юго-западной части Южно-Курильского мелководья.
3. Выполнить анализ размерной и возрастной структуры пространственно обособленных группировок этих промысловых моллюсков.
4. Количественно оценить линейный рост и рост массы приморского гребешка и рудитапеса на Южно-Курильском мелководье; описать соотношения между их линейными размерами и массой.
5. На основании анализа результатов исследований и опубликованных ранее материалов разработать рекомендации по устойчивой эксплуатации ресурсов приморского гребешка и рудитапеса филиппинского юго-западной части Южно-Курильского мелководья.

Научная новизна. Впервые гидробиологическими водолазными методами получена информация об особенностях пространственного распределения, численности и промысловом запасе двух видов двустворчатых моллюсков юго-западной части Южно-Курильского мелководья: приморского гребешка и рудитапеса филиппинского. Впервые изучена возрастная и размерная структура обособленных пространственных группировок этих моллюсков, выполнена количественная оценка группового линейного роста и роста массы этих животных.

Практическое значение. Результаты исследований представляют собой один из разделов проекта «Оценка ресурсного потенциала двустворчатых моллюсков и иглокожих, обитающих в прибрежных водах южных Курильских островов; выбор технологий промышленного выращивания» (руководитель проекта В.А. Брыков) Федеральной целевой программы социально-экономического развития Курильских островов Сахалинской области. Полученные сведения о пространственном распределении, обилии, размерной и возрастной структуре локальных поселений, а также количественные характеристики линейного роста и роста массы моллюсков необходимы для организации рационального промысла, планирования мероприятий по сохранению ресурсов, разработки технологий их выращивания. Предложена оригинальная кон-

цепция устойчивой эксплуатации ресурсов приморского гребешка и рудитапеса филиппинского, обитающих на Южно-Курильском мелководье.

Апробация работы. Результаты исследований были изложены на Международной научно-практической конференции «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Южно-Сахалинск, 2001), на годовых научных конференциях ИБМ ДВО РАН (1999-2001 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов и списка литературы, включающего 161 источник, из которых 39 иностранные. Общий объем работы составляет 122 страницы. Текст иллюстрирован 20 рисунками.

Благодарности. Автор благодарен сотрудникам Лаборатории экологии беспозвоночных ИБМ ДВО РАН и членам Курильского экспедиционного отряда за помощь в организации и проведении научных исследований; отдельную благодарность автор приносит А.В. Ширнину – директору Аэрологической станции Южно-Курильск, за информацию о метеохарактеристиках Южно-Курильского района.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Приведена подробная физико-географическая характеристика района Южно-Курильского мелководья и прилегающих к нему акваторий, включающая описание климатических условий, гидрологического режима, в частности, воздействие основных и приливно-отливных течений на гидродинамику акватории. Дано описание биологии, географического распространения и вертикального распределения приморского гребешка и рудитапеса филиппинского. Рассмотрены общие закономерности популяционно-генетической структуры поселений двустворчатых моллюсков. Обращается внимание на способность двустворок формировать обширные по площади популяции, состоящие из множества поселений, связанных между собой посредством планктотрофных личинок.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

2.1. Материал

Материал собран Курильским экспедиционным отрядом ИБМ ДВО РАН на акватории юго-западной части Южно-Курильского мелководья (рис. 1А) в процессе выполнения одного из проектов Федеральной целевой программы социально-экономического развития Курильских островов Сахалинской области.

Материал представлен пробами двустворчатых моллюсков, пробами грунта и описанием подводного рельефа. Пробы приморского гребешка собраны на 94 количе-

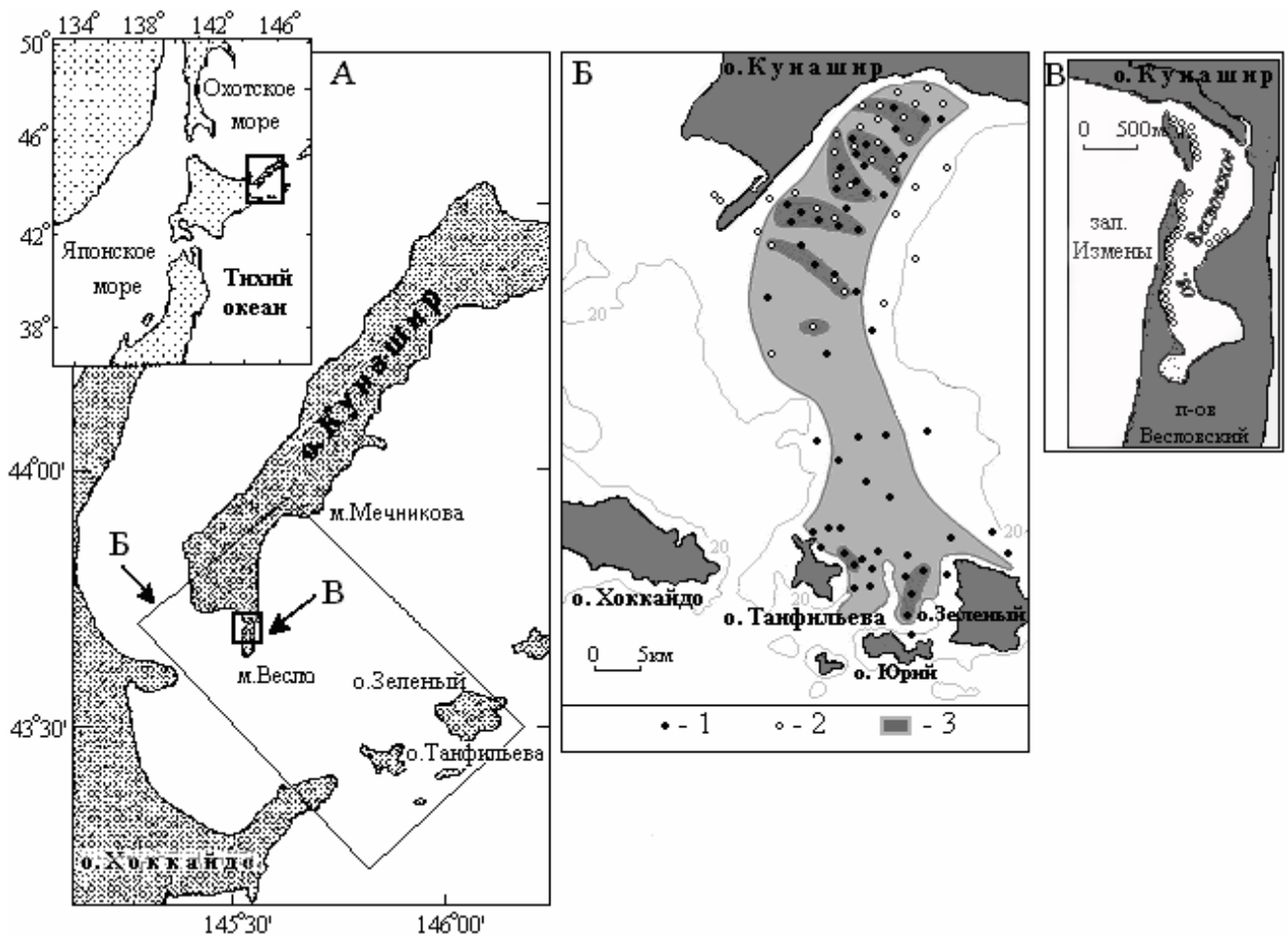


Рис. 1. Карта-схема района работ (А); распространение приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья (Б): 1 - водолазные станции, выполненные в 1993 г., 2 - водолазные станции, выполненные в 1995 г., 3 - локальные поселения гребешка с плотностью более 0,2 экз./м²; распространение рудитапеса филиппинского в оз. Весловское зал. Измены (В).

ственных водолазных станциях в юго-западной части Южно-Курильского мелководья (рис. 1Б). Пробы рудитапеса филиппинского собраны на 7 гидробиологических разрезах на акватории соленого оз. Весловское зал. Измены (рис. 1В). В ходе работ было обработано свыше 3500 экз. приморского гребешка и более 450 экз. рудитапеса.

2.2. Методы исследований

Поселение приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья изучали в августе-сентябре 1993 г. и в сентябре-октябре 1995 г. Сбор проб производили легководолазным количественным методом. Учет животных осуществляли вдоль растянутого на дне фала длиной 50 м. Водолаз, перемещаясь вдоль фала, производил тотальный сбор моллюсков в пределах учетной полосы шириной 1 м. Таким образом, на каждой станции обследовали 50 м² площади дна. Кроме этого, на станциях брали по 3 пробы грунта для последующего гранулометрического анализа. На основании визуальной оценки описывали характер донного ландшафта и особенности рельефа дна.

Поселение рудитапеса филиппинского в оз. Весловское (лагуна в северо-восточной части зал. Измены о. Кунашир) изучали в октябре 2000 г. Отбор проб производили с использованием рамки площадью $0,11 \text{ м}^2$. Пробы промывали через сито с ячейей 2 мм и отбирали всех живых моллюсков. Всего было взято 69 количественных проб (454 экз. моллюсков).

Количественные показатели плотности и биомассы моллюсков определяли как частное от деления общей численности (массы) животных, попавших в учетную полосу (рамку), на ее площадь. Оценку запасов моллюсков в районе исследований выполняли двумя способами: экстраполяцией средних значений плотности и биомассы на общую площадь оконтуренных локальных поселений, а также с использованием вероятностного подхода (Коли, 1979).

Индивидуальный возраст гребешка определяли по скульптурным особенностям микрорельефа верхней створки раковины с учетом сезонных особенностей формирования регистрирующих структур (зон роста) на раковине особей из района исследований (Евсеев, Кияшко, 1999). Определение индивидуального возраста рудитапеса проводили по годовым кольцам задержки роста на поверхности раковины (Силина, Попов, 1989), а также по спилам раковины. В отдельных случаях для проявления контрастности годовых колец применяли травление соляной кислотой внешней поверхности раковины.

Анализ возрастной и размерной структуры поселений выполняли на основании результатов определения индивидуального возраста моллюсков и измерений их раковин. В качестве линейного параметра у гребешка использовали высоту, у рудитапеса – длину раковины. Результаты измерений линейных размеров служили основой для построения гистограмм размерно-частотных распределений гребешка и рудитапеса, а определение индивидуального возраста – для анализа возрастной структуры поселений.

Количественную оценку группового линейного роста и роста массы моллюсков выполняли по средним значениям размеров и массы особей каждого представленного возрастного класса. Среднегодовые приросты размеров и прижизненной массы животных определяли как разность между соответствующими средними значениями этих параметров для последующего и предыдущего класса одновозрастных особей.

Соотношения между линейными размерами (L) и массой (W) моллюсков каждого из видов аппроксимировали степенным уравнением: $W=a \cdot L^b$ (Винберг, 1971). Значение коэффициентов a и b определяли по фактическим данным, для чего уравнение посредством логарифмирования переводили в линейную форму: $lgW=lg a + b \cdot lgL$, затем применяли метод наименьших квадратов.

Соотношения между используемыми в пищу компонентами двустворчатых моллюсков и их общей массой (т. н. «коэффициенты утилизации») определяли взвешиванием. Оценивали долю мягких тканей каждой особи моллюсков по отношению к ее прижизненной массе. Для гребешка получали два значения коэффициента утилизации, отражающих соотношения между массой мягких тканей и общей прижизненной массой, а также между массой мускула и этим же параметром.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Донные отложения юго-западной части Южно-Курильского мелководья

Распространение и типы донных отложений района работ в значительной степени определяются характером подводного рельефа. На мелководных участках прибрежной зоны восточного побережья о. Кунашир до глубины 6-10 м, а также вдоль подводной гряды, образованной выходами скальных пород (рис. 2), преобладают гравийно-галечные отложения и грубозернистые пески. В понижениях рельефа обычно аккумулируются среднезернистые пески. На гребнях подводных возвышенностей распространены крупные валуны, окруженные несортированным щебнистым материалом. Сходные грубообломочные отложения характерны и для мелководной зоны о-вов Танфильева и Зеленый. Пески занимают здесь второстепенное положение.

С увеличением глубины, как в прибрежной зоне о. Кунашир, так и на мелководье о-вов Малой Курильской гряды, галечно-щебнистые отложения постепенно переходят в зону крупнозернистых песков, особенно выраженную по направлению к востоку от п-ова Весловский. На дне широких подводных ложбин и в понижениях микрорельефа они содержат примеси более тонких фракций – мелкозернистые и тонкозернистые пески, иногда алевриты. Донные отложения центральной части пролива между о-вами Кунашир и Хоккайдо, а также прол. Танфильева, глубже 20-24 м, представлены мелкозернистыми песками и алевритами.

В накоплении и распространении типов донных отложений в районе Южно-Курильского мелководья определяющая роль принадлежит гидродинамическому фактору, действующему на фоне реликтового подводного рельефа приостровного шельфа. Скорость придонных течений в этом районе на глубине 15-20 м достигает 0,3-0,5 м/с (Жуков, 1954). При такой скорости придонные потоки размывают отложения песков, формирующихся за счет поступления материала из волноприбойной зоны, и выносят их в понижения рельефа, где пески дифференцируются по размерным фракциям.



Рис. 2. Донные отложения юго-западной части Южно-Курильского мелководья:
 1 - выходы скальных пород, блоки, валуны, галечники; 2 - крупнозернистые пески;
 3 - среднезернистые пески; 4 - мелкозернистые пески и алевриты.

На распределение донных отложений мелководных зон значительное влияние оказывает волновая динамика. При волновом воздействии водная масса придонного слоя и попадающие во взвешенное состояние механические частицы поверхностного слоя донных отложений совершают вращательно-поступательные колебания, смещаясь в направлении движения волнового фронта. В процессе перемещения осадочный материал, включая пустые раковины моллюсков, а иногда живых особей, дифференцируется по размерам и удельному весу, образуя на отлогих участках дна шлейфы, указывающие общее направление придонной транспортировки. Поскольку, для большей части прибрежных вод о. Кунашир характерен рельеф дна типа ложбинно-грядовый бенч (чередование подводных гребней и ложбин, ориентированных, в основном, в направлении с юго-запада на северо-восток), то на таких участках скорость перемещения транспортируемого осадочного материала резко падает, и он задерживается на дне ложбин и

в понижениях рельефа. При смене волнового режима с южных румбов на восточные дно ложбин промывается нисходящими по подводному склону потоками, образование которых связано с ветровым нагоном водных масс в прибрежную зону.

После прекращения интенсивного волнения материал дифференцируется и перераспределяется склоновыми потоками. В итоге этих трансформаций крупнозернистые фракции, как более инертные, обычно остаются на вершинах гребней и в верхней части их склонов, а среднезернистые, более подвижные, смещаются на дно ложбин.

Озеро Весловское, расположенное в северо-восточной части зал. Измены, представляет собой мелководную лагуну, образовавшуюся в результате затопления приустьевой части р. Рикорда. Лагуна, сообщаемая с зал. Измены посредством двух проливов, отделена от него галечно-песчаным баром, ширина надводной части которого в максимальный прилив не превышает 3 м. Дно южной (кутовой) части озера покрывают мелкодисперсные илы. Донные отложения центральной части представлены илистым песком с примесью ракуши. Центральная часть лагуны занята морской травой *Zostera marina* и водорослью *Ahnfeltia tobuchiensis*. У западного побережья преобладают песчано-галечные заиленные грунты, у восточного – алевриты.

3.2. Пространственное распределение и обилие объектов исследования

3.2.1. Пространственное распределение и обилие приморского гребешка

В районе исследований приморский гребешок обитает на акватории площадью более 400 км² (рис. 1Б). Поселение моллюсков простирается вдоль береговой линии восточного (тихоокеанского) побережья о. Кунашир от Серноводского перешейка на севере до м. Весло на юге и далее, смещаясь к юго-востоку в направлении о-вов Малой Курильской гряды, на глубине от 6 до 24 м. Наиболее плотные группировки (>0,2 экз./м²) отмечены в диапазоне глубины 11-22 м. Плотность поселения гребешка варьировала от 0,02 до 4,0 экз./м². Величина биомассы изменялась от нескольких десятков до 1400 г/м². На части станций живые особи гребешка не были обнаружены.

Оценка общей численности приморского гребешка, выполненная экстраполяцией средних значений плотности (0,6 экз./м²) на суммарную площадь поселения (400 км²), показала, что в период проведения исследований в этом районе обитало примерно 240 млн. экз. моллюсков. При средней массе особи 200 г, общая масса животных составила 48 тыс. т.

Наряду с методом экстраполяции при оценке обилия гребешка в поселении также был применен и вероятностный подход (Коли, 1979). Общая площадь акватории,

покрытой сеткой случайным образом расположенных станций, составила около 600 км². По соотношению общего количества выполненных в 1993 и 1995 гг. станций (n=94) и числа результативных станций, на которых были обнаружены живые особи гребешка (n=60), определили частоту его встречаемости (63,8%) и, соответственно, площадь заселенного моллюсками участка (380 км²). Умножением средней плотности гребешка на результативных станциях (0,6 экз./м²) на общую площадь занятого биотопа получили примерную оценку его общей численности, которая составила 228 млн. экз. При средней массе особи 200 г, «урожай на корню» составил 45,6 тыс. т.

Между пространственным распределением приморского гребешка (рис. 1Б) и распространением донных отложений (рис. 2) прослеживается определенная взаимосвязь. Локальные поселения гребешка преимущественно приурочены к участкам крупно- и среднезернистых песков. Выше 10-метровой изобаты низкая численность гребешков обусловлена высокой гидродинамической активностью прибрежных зон. После осенних штормов, особенно при сильных юго-восточных ветрах, часть моллюсков оказывается выброшенной на берег. Подобные ситуации эпизодически возникают и в прибрежных водах Приморья (Калашников, 1984; Вышкварцев и др., 1990).

Несмотря на то, что интенсивность волнового воздействия с глубиной ослабевает, его влияние, выраженное в виде характерных особенностей микрорельефа грунта, прослеживается даже на глубоководных (свыше 20 м) участках акватории. Поэтому в районе работ наиболее плотные поселения гребешка (2-4 экз./м²) были обнаружены на «теневых» юго-восточных склонах подводных ложбин, являющихся своеобразными зонами аккумуляции не только среднезернистых песков, но и живых моллюсков.

Из литературных источников известно (Дуленин и др., 2001; Огородникова, Нигматулина, 2002; Шпакова, 2002), что в Татарском проливе общий запас приморского гребешка оценивается примерно в 1000 т, в зал. Анива о. Сахалин – в 16030 т, у берегов Приморья – не более, чем в 1000 т. Таким образом, поселение гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья является крупнейшим поселением этого вида и составляет примерно 70% от его общего запаса в Российских водах.

3.2.2. Пространственное распределение и обилие рудитапеса филиппинского

Поселение рудитапеса филиппинского в оз. Весловское занимает участки литоральной зоны и простирается полосой шириной 12-50 м в основном вдоль западного побережья лагуны (рис. 1В). Нижняя граница его распространения примыкает к плотным зарослям zostеры. Вдоль восточного побережья лагуны поселение рудитапеса отмечено на ограниченном участке, что обусловлено преобладанием здесь илов с не-

значительной примесью песка. В верхней сублиторали живые особи рудитапеса не обнаружены.

Плотность поселения рудитапеса варьировала от 34 до 178 экз./м², при среднем значении 100±40 экз./м². Максимальное значение биомассы достигало 2500 г/м² и было зарегистрировано в зоне средней литорали. В нижней литорали биомасса не превышала 500 г/м². Среднее для всего биотопа значение биомассы составило 1395±510 г/м². Суммарная площадь участков дна, заселенных особями этого вида, оказалась равной 46800 м². Экстраполяция среднего значения плотности моллюсков на общую площадь их поселения позволила оценить примерную численность обитающих в лагуне моллюсков, которая составила 4680000 экз. Общая масса особей этого вида, определенная аналогичным способом, достигала 65300 кг.

Следует обратить внимание, что еще в 1963 г., при проведении гидробиологических работ на литорали южных Курильских островов, было отмечено наличие рудитапеса филиппинского в сообществах осушной зоны. Плотность моллюсков этого вида в припроливной части оз. Весловское в средней литорали составляла 10 экз./м², а биомасса достигала 114 г/м² (Кусакин, Тараканова, 1977). У северного побережья зал. Измены поселение рудитапеса характеризовалось низкими значениями плотности и биомассы: 2 экз./м² и 16 г/м² соответственно (Кусакин, Тараканова, 1977). В устье р. Рикорда на галечно-песчаном грунте моллюски этого вида формировали поселение с плотностью до 26 экз./м² и средней биомассой 176 г/м² (Скарлато, Иванова, 1974).

Полученные нами значения плотности поселения этих животных превышают отмеченные ранее, а величина биомассы значительно (в 4-8 раз) превосходит результаты литоральных съемок. Вместе с тем, факт длительного существования поселений рудитапеса может свидетельствовать о достаточно благоприятных условиях его существования в сообществах осушной зоны зал. Измены.

Литоральное поселение рудитапеса в оз. Весловское, в сравнении с другими районами его обитания, отличается относительно низкими значениями средней плотности при вполне сопоставимых величинах биомассы. В лаг. Буссе о. Сахалин плотность поселения моллюсков этого вида варьирует от 93 до 203 экз./м² при среднем значении 130 экз./м², тогда как биомасса в среднем составляет лишь 475,3 г/м² (Калягина, 1994). В зал. Восток Японского моря средняя плотность рудитапеса на горизонтах 0 и 0,5 м составляла 896 и 491 экз./м², а биомасса – 267 и 7445 г/м² соответственно (Понуровский, Селин, 1988). В прибрежных водах Внутреннего Японского моря плотность поселения рудитапеса филиппинского изменялась от 400 до 2500 экз./м², а биомасса варьировала от 700 до 2700 г/м² (Ohba, 1959). Очевидно, что высокие значе-

ния биомассы при относительно низких значениях плотности, объясняются тем, что литоральное поселение рудитапеса в оз. Весловское представлено, в основном, крупными половозрелыми особями.

3.3. Возрастная и размерная структура поселений объектов исследования

3.3.1. Возрастная и размерная структура поселения приморского гребешка

В 1993 г. поселение приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья было представлено особями индивидуального возраста от 1 до 15 лет (рис. 3А), т.е. всеми генерациями с 1978 по 1992 гг. В поселении заметно доминировали особи 3-летнего возраста (генерация 1990 г.), доля которых составляла 54,8% от общей численности. Частота встречаемости моллюсков прочих возрастных классов не превышала 10%. Наименее малочисленными в выборке были представлены особи в возрасте 2 года (1,3%), 5 лет (3,8%) и животные старше 11 лет (2,6%).

Изменения в возрастной структуре, произошедшие за два последующих года, в принципе, оказались прогнозируемыми (рис. 3В). В поселении по-прежнему доминировали моллюски генерации 1990 г. (43,8%), возраст которых в 1995 г. достиг 5 лет. Значительно (14,6%) были представлены 3-летние моллюски (генерация 1992 г.), а также животные возрастных классов 4, 6 и 7 лет. Доля животных старше 8 лет составляла 6,8%. Малочисленными оказались возрастные классы 9, 10 и 11-летних особей. Низкая частота встречаемости моллюсков в возрасте 1 и 2 года свидетельствует о несущественном восполнении поселения в предыдущие два сезона размножения.

Общий характер частотных распределений возрастных классов в пробах 1993 и 1995 гг. характерен для пространственных группировок животных с нестабильной, изменяющейся во времени численностью. Подобные возрастные структуры поселений приморского гребешка были отмечены в других районах его обитания (Куликова, Табунков, 1974; Мандрыка, 1979; Селин, 1989).

Размерная структура поселения гребешка в 1993 г. характеризовалась выраженным бимодальным частотным распределением (рис. 3Б). Размеры моллюсков в пробе варьировали от 39,6 до 192,8 мм. В выборке существенно преобладали особи с высотой раковины 100-120 мм, на долю которых приходилось свыше 45% ее объема. Второй модальный класс составляли животные с размерами 160-170 мм. Доля моллюсков, не достигших промыслового размера (высота раковины <100 мм), не превышала 12%.

Общий характер размерно-частотного распределения гребешка за два года (с 1993 по 1995 гг.) претерпел существенные изменения. Размерная структура приобрела

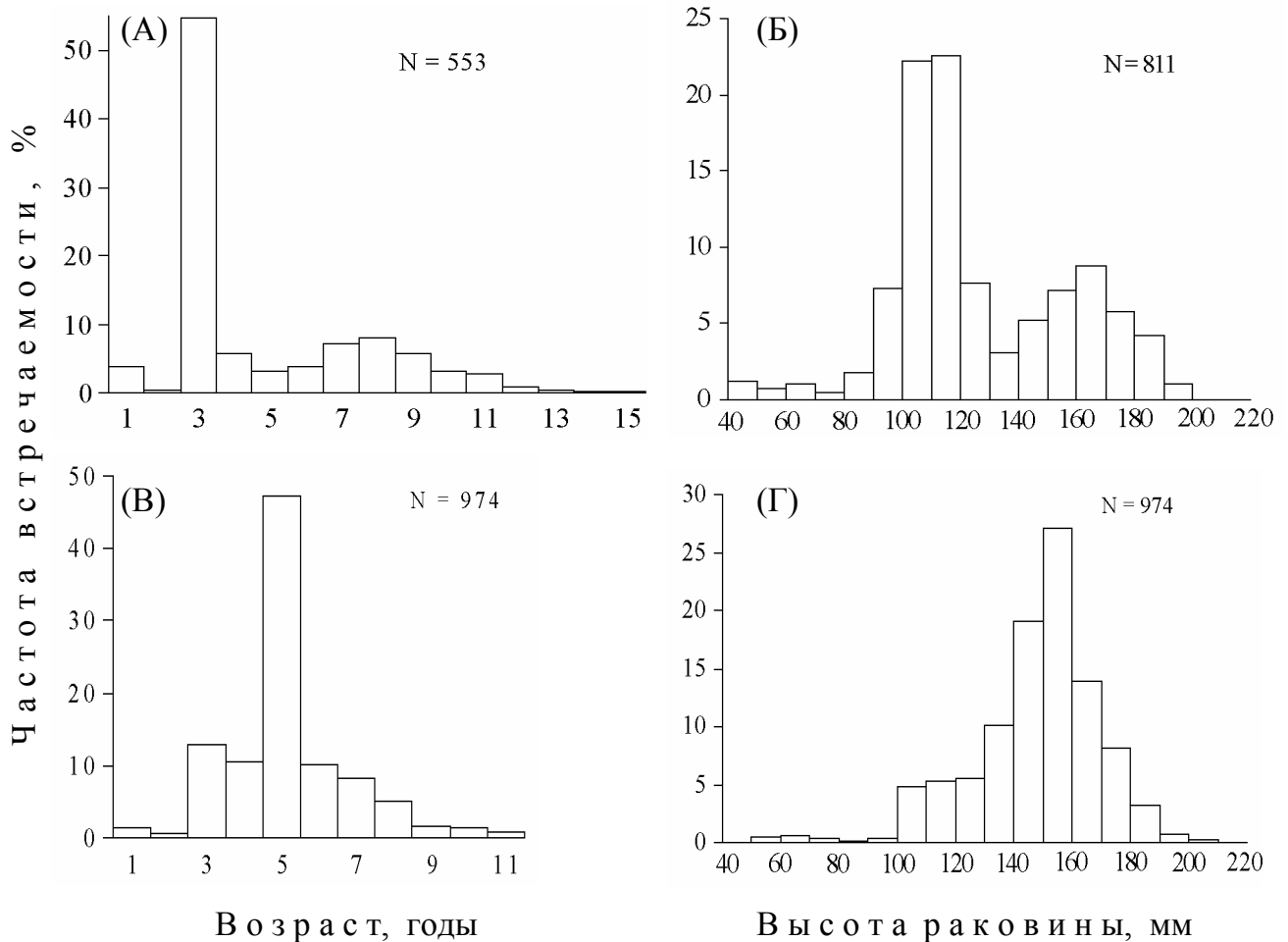


Рис.3. Возрастная (А,В) и размерная (Б,Г) структура поселения приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья в 1993 г. (А,Б) и в 1995 г. (В,Г).

выраженный мономодальный облик (рис. 3Г). Снизилась (до 2,6%) доля животных с высотой раковины менее 100 мм. В 1995 г. в поселении доминировали крупные моллюски размером 140-170 мм, доля которых превышала 55% от общего. Модальный класс составляли особи с высотой раковины 150-160 мм (частота встречаемости 27,2%).

Особенности размерно-частотного распределения приморского гребешка в поселении в 1993 г. (рис. 3Б) связаны с его возрастным составом. Первый размерно-частотный пик (высота раковины 100-120 мм) был представлен в основном 3-летними моллюсками, средняя высота раковины которых в это время составляла $102 \pm 0,8$ мм. В эту же размерную группу частично вошли и особи сравнительно малочисленной генерации 4-летнего возраста. Вторая выраженная размерная группа с высотой раковины 160-170 мм объединила моллюсков старше 5 лет. В ней преобладали 8-летние особи.

Изменения, произошедшие в размерной структуре поселения гребешка в течение двух последующих лет (рис. 3Г), связаны с доминированием в выборке моллюсков многочисленной генерации 1990 г. Вместе с особями старших возрастных классов

(притом, что в 1993 и 1994 гг. пополнение было незначительным), они обеспечили выраженный мономодальный характер размерно-частотного распределения.

Происхождение разрывов в возрастной структуре двустворчатых моллюсков обычно связывают с нерегулярностью оседания личинок (Orensanz et al., 1991). В юго-западной части Южно-Курильского мелководья восполнение поселений гребешка почти полностью зависит от поступления готовых к оседанию личинок, в основном, из районов охотоморского побережья о. Хоккайдо, где расположены крупные центры марикультуры (Ventilla, 1982; Евсеев и др., 2001).

Личиночные пулы из этих районов поступают на Южно-Курильское мелководье через Кунаширский пролив с водами течения Соя. Время их переноса от о. Хоккайдо до района исследований при умеренных (5-7 м/с) южных и юго-восточных ветрах составляет около 30 суток (Бирюлин, 1954), что соответствует периоду оптимального пелагического развития личинок приморского гребешка (Yamamoto, 1964). При штормовых ветрах, вызывающих понижение температуры поверхностного слоя, в котором концентрируются личинки, период их пелагического развития может увеличиваться до 40, а в редких случаях и до 60 суток (Maqu, 1985). Пролонгированное развитие снижает вероятность оседания личинок на Южно-Курильском мелководье и поэтому в подобных случаях, восполнение поселения гребешка происходит здесь незначительно (Евсеев и др., 2001).

3.3.2. Возрастная и размерная структура поселения рудитапеса филиппинского

Определение индивидуального возраста рудитапеса филиппинского из оз. Весловское показало, что в поселении были представлены моллюски в возрасте от 1 до 17 лет (рис. 4А), т.е. все генерации с 1984 по 1999 гг., что является свидетельством ежегодного восполнения. В выборке доминировали животные возрастных классов 7 и 8 лет, доля которых превышала 45%. Частота встречаемости каждой из генераций особей от 1 до 6 лет была менее 10%. Суммарная доля моллюсков старше 10 лет составила 11,8%.

Размеры (длина раковины) рудитапеса в поселении варьировали от 6,2 до 56,5 мм. Доминировали животные с длиной раковины 35-50 мм, частота встречаемости которых превышала 80% (рис. 4Б). Модальный класс был представлен особями с длиной раковины 40-45 мм. Доля животных с длиной раковины менее 30 мм составила лишь 7,4%. Наиболее вероятными причинами формирования подобной размерно-возрастной структуры поселения могут быть как значительные межгодовые вариации обилия поступающих с водными массами пелагических личинок, так и экстремальные воздействия факторов внешней среды на уже осевшую молодежь.

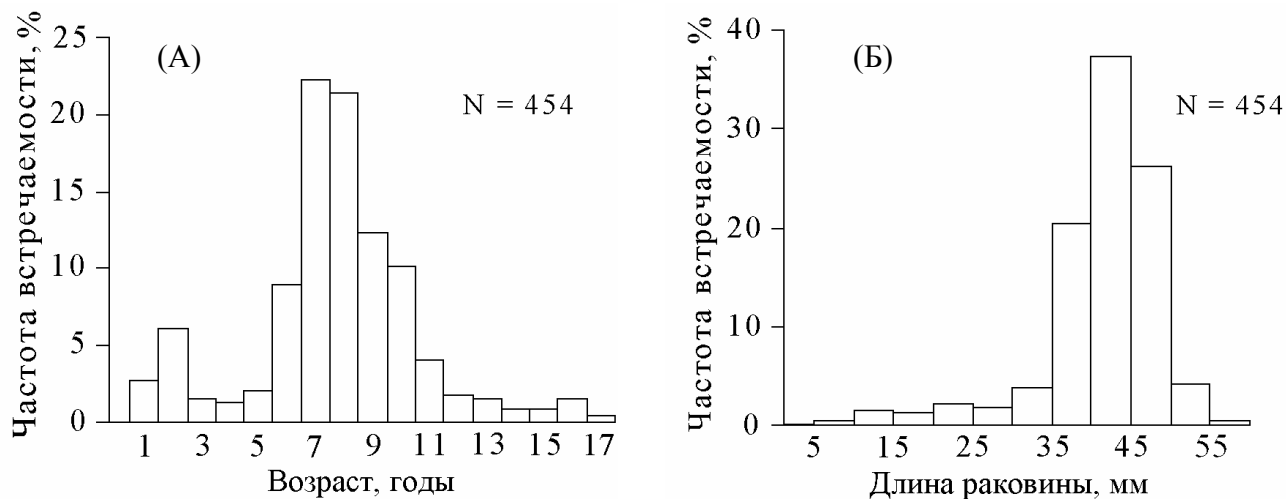


Рис. 4. Возрастная (А) и размерная (Б) структура поселения рудитапеса филиппинского в оз. Весловское зал. Измены в 2000 г.

Характер возрастной структуры лагунного поселения рудитапеса является типичным для пространственных группировок животных с изменяющейся во времени численностью. Подобная возрастная структура отмечена и для ряда локальных поселений этого вида из прибрежных вод южного Приморья (Понуровский, 2000). В целом, периодические флуктуации обилия молоди характерны для пространственных группировок животных на периферии их видového ареала.

Максимальная продолжительность жизни рудитапеса в оз. Весловское достигает 17 лет. В прибрежных водах зал. Петра Великого Японского моря возраст животных этого вида не превышает 8 лет (Понуровский, 2000). Во Внутреннем Японском море лишь отдельные особи доживают до 4-летнего возраста (Ohba, 1959). У Гавайских островов индивидуальный возраст рудитапеса не превышает 2-х лет (Yap, 1977). Наибольшая продолжительность жизни рудитапеса наблюдается в более холодных районах. В пределах его ареала прослеживается зависимость между продолжительностью жизни животных и широтным положением местообитания. Такое допущение справедливо и, вероятно, является общим правилом для морских моллюсков (Мина, Клевезаль, 1976).

3.4. Линейный рост и рост массы объектов исследования

3.4.1 Линейный рост и рост массы приморского гребешка

Наибольший линейный прирост у приморского гребешка из юго-западной части Южно-Курильского мелководья регистрируется на первом году жизни (рис. 5А). Высота раковины моллюсков в возрасте 1 год составляла в среднем $43,2 \pm 0,2$ мм. На втором и третьем году темпы линейного роста остаются достаточно высокими (31,9 и 27,1 мм/год соответственно), однако в дальнейшем величины годовых приростов заметно

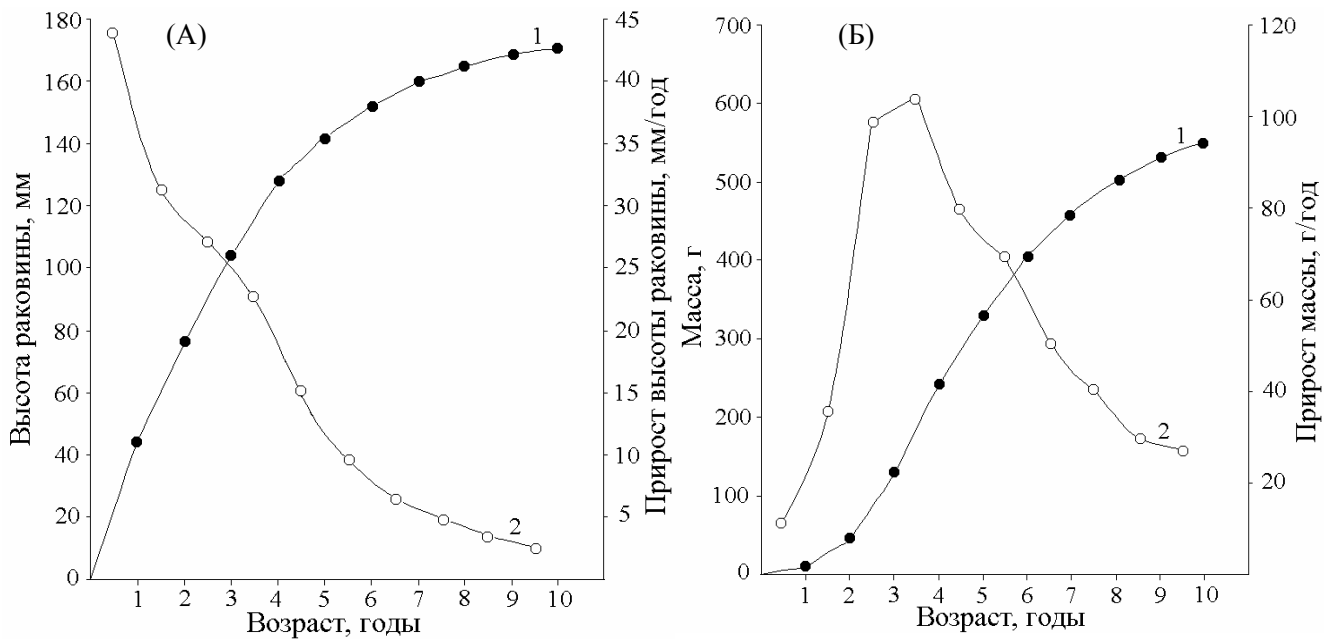


Рис. 5. Возрастные изменения средних значений высоты раковины (А) и прижизненной массы (Б) приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья: 1 - кривые группового роста; 2 - кривые среднегодовых приростов.

снижаются, а, начиная с 5-летнего возраста, не превышают 10 мм/год. Промысловых размеров (высота раковины >100 мм) гребешок достигает здесь на третьем-четвертом году жизни.

Зависимость между средними значениями прижизненной массы приморского гребешка и индивидуальным возрастом имеет S-образный характер (рис. 5Б). Средняя масса особей в возрасте 1 год составляла здесь $11,2 \pm 0,6$ г. В первые четыре года скорость роста массы животных увеличивалась и достигала максимального значения 101,9 г/год на четвертом году жизни. При этом средняя масса 4-летних моллюсков составляла $249,0 \pm 1,8$ г. В дальнейшем скорость этого процесса плавно снижалась: от 80,4 г/год на пятом году жизни до 28,5 г/год на десятом. Средняя масса моллюсков 10-летнего возраста достигала $550,0 \pm 12,8$ г.

Соотношение между линейными размерами (Н) и прижизненной массой (W) гребешка аппроксимируется степенным уравнением:

$$W = 1,037 \times 10^{-4} N^{3,026}.$$

Близость степенного коэффициента к 3 свидетельствует о том, что рост моллюсков в этом поселении изометричен, т.е. происходит без нарушения в онтогенезе геометрического подобия.

Сопоставление наших результатов с количественными характеристиками роста гребешка из других частей ареала показало, что аналогичные темпы группового линейного роста характерны для некоторых акваторий Приморья: зал. Владимира, Ольги,

Уссурийский (Силина, 1986). Менее интенсивно, чем в районе наших исследований, приморский гребешок растет в прибрежных водах о. Сахалин (Куликова, Табунков, 1974; Силина, 1986). В большинстве заливов и бухт южного Приморья средние размеры особей этого вида в первые два-три года жизни несколько превышают зарегистрированные нами. Однако, начиная с 4-летнего возраста, высота раковины особей Южно-Курильского мелководья в среднем существенно превосходит их по величине (Тибилова, Брегман, 1975; Мандрыка, 1979; Силина, 1986). Гребешок, выращиваемый донным способом в прибрежных водах о-вов Хоккайдо и Хонсю, имеет примерно сопоставимые темпы линейного роста (Ventilla, 1982).

Возможно, что региональные различия группового роста моллюсков этого вида в значительной мере определяются температурными условиями среды. Сравнительный анализ сезонных особенностей индивидуального роста гребешка из района наших исследований показал, что одной из причин более низких годовых приростов может быть недостаточная продолжительность летнего периода оптимальных для его роста температур (Евсеев, Кияшко, 1999).

Доля массы мускула гребешка юго-западной части Южно-Курильского мелководья по отношению к общей массе составила в среднем 16,1%. Для прибрежных вод южного Приморья среднее значение этого коэффициента равно 13,8% (Брыков и др., 2002). Отношение массы мягких тканей гребешка к общей прижизненной массе особей в районе исследований также оказалось выше (40,2%), чем в водах северо-западной части Японского моря, где она составляла 33,1%.

3.4.2. Линейный рост и рост массы рудитапеса филиппинского

Анализ изменения средних размеров рудитапеса филиппинского во времени показал, что на протяжении первых трех лет жизни увеличение длины раковины близко к линейному (рис. 6А). Длина раковины моллюсков индивидуального возраста 1 год составляла в среднем $11,3 \pm 1,1$ мм, 2-летних – $23,2 \pm 0,8$ мм, 3-летних – $32,2 \pm 2,1$ мм. При этом максимальный линейный прирост 11,9 мм/год был зарегистрирован на втором году жизни. С увеличением возраста наблюдалось снижение скорости роста, которая, например, на шестом году жизни особей не превышала 2,0 мм/год. Среднегодовой прирост длины раковины у особей старше 10-лет не превышал 1,0 мм/год. Промысловых размеров (длина раковины >35 мм) рудитапес в оз. Весловское достигает за 4-5 лет жизни.

Кривая группового роста массы моллюсков имеет S-образную форму. Среднее значение массы годовиков $0,4 \pm 0,1$ г. В первые три года жизни прирост массы увеличивается, достигая максимального значения 2,6 г/год на третьем году жизни (рис. 6Б).

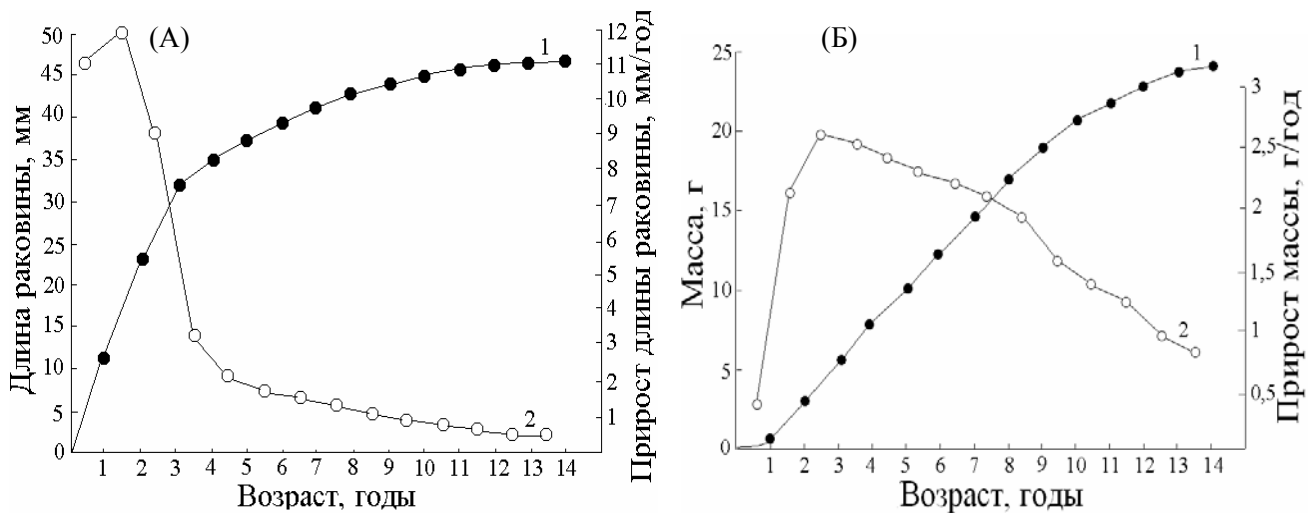


Рис. 6. Возрастные изменения средних значений длины раковины (А) и прижизненной массы (Б) рудитапеса филиппинского в оз. Весловское зал. Измены: 1 - кривые группового роста; 2 - кривые среднегодовых приростов.

Средняя масса 3-летних особей составляет $5,1 \pm 0,7$ г. В дальнейшем наблюдается постепенное снижение среднегодовых приростов массы, которые у животных старше 8-летнего возраста оказываются менее 2 г/год. Средняя масса особей старше 10 лет, как правило, превышает 20 г.

Соотношение между длиной раковины (L) и прижизненной массой (W) рудитапеса удовлетворительно аппроксимируется уравнением:

$$W = 4,8 \times 10^{-6} L^{3,43}.$$

Существенное отличие степенного коэффициента от 3, свидетельствует о том, что рост моллюсков в этом поселении анизометричен, т.е. происходит с нарушением геометрического подобия. Особенности изменения формы раковины в онтогенезе моллюсков этого вида известны и подробно обсуждались в литературе (Ohba, 1959).

Сравнение полученных результатов с аналогичными характеристиками роста моллюсков зал. Восток Японского моря (Понуровский, Селин, 1988), не выявило существенных различий. Средние значения длины раковины и массы моллюсков в оз. Весловское для возрастных классов 1-3 года незначительно превосходят аналогичные параметры у животных соответствующего возраста в зал. Восток. Вероятно, такие различия обусловлены тем, что сбор материала в зал. Восток осуществляли в летние месяцы, тогда как исследования моллюсков в оз. Весловское выполняли в октябре, т.е. несколькими месяцами позже. Учитывая, что молодые особи отличаются высокими темпами роста именно в первые два-три года жизни, это предположение представляется вполне обоснованным. Средние размеры и масса особей последующих возрастных

групп (индивидуальный возраст 4, 5, 6 и 7 лет) в зал. Восток, напротив, несколько превышали соответствующие характеристики животных лагунного поселения.

В прибрежных водах Японии темп роста рудитапеса на первом году жизни (Ohba, 1959) значительно превышал скорость роста особей из района наших исследований. В частности, в прол. Бисан Сето Внутреннего Японского моря за первый год жизни средняя длина раковины моллюсков достигала 18,0 мм, а масса – 1,5-2,0 г. На втором и третьем годах жизни темпы линейного роста моллюсков снижались, соответственно, до 7 и 5 мм/год. Необходимо отметить, что максимальная зарегистрированная в этом поселении длина раковины рудитапеса составляла 34,9 мм, при массе особи 11,1 г (Ohba, 1959). В районе наших исследований наибольшее значение длины раковины рудитапеса достигало 56,5 мм, максимальная прижизненная масса – более 40 г.

Обсуждаемая ситуация, вероятно, демонстрирует соответствие экологическому правилу Бергмана, которое в современном понимании гласит, что в более теплых частях видового ареала какого-либо вида обитают географические расы, имеющие сравнительно мелкие размеры, а в более холодных – имеющие более крупные размеры (цит. по: Мина, Клевезаль, 1976).

«Коэффициент утилизации» рудитапеса в оз. Весловское составляет в среднем 16,6%, т.е. уступает таковому для особей из лаг. Буссе о. Сахалин (21,9%). Такие различия могут быть объяснены наличием более толстой, и, следовательно, более тяжелой раковины у моллюсков из оз. Весловское (в среднем, 58,5% от прижизненной массы особи), чем у моллюсков из лаг. Буссе (в среднем, 52,2%).

3.5. Принципы и приемы эксплуатации ресурсов промысловых двустворчатых моллюсков Южно-Курильского мелководья

Рациональная эксплуатация морских биологических ресурсов – это научно обоснованная форма промыслового использования биоресурсов, позволяющая максимально полно реализовывать поставленные социально-экономические цели без ущерба для биологической безопасности эксплуатируемых объектов (Бабаян, 2000).

В настоящее время эксплуатация морских биоресурсов сводится, главным образом, к изъятию рассчитанной и обоснованной части промыслового запаса. Основной величиной, характеризующей предполагаемую долю изъятия, является общий допустимый улов (ОДУ) – биологически приемлемая для запаса величина годового вылова, соответствующая долговременной стратегии рационального использования данного запаса. ОДУ считается основной мерой регулирования промысла, с помощью которой и осуществляется управление запасом (Бабаян, 2000, 2004).

Однако концепция ОДУ, как подход к рациональной эксплуатации популяций морских двустворчатых моллюсков, имеет ряд недостатков. Во-первых, ОДУ рассчитывается на основании промысловых данных, т.е. информация о непромысловой части запаса остается неучтенной. Привлечение данных, так называемых, «контрольных ловов», производящихся на ограниченном количестве промысловых участков, не исправляет сложившуюся ситуацию. Во-вторых, ОДУ не рассчитывают для поселений находящихся в состоянии «биологического перелома» или близких к таковому. Следовательно, облавливаются в основном крупные поселения. При этом происходит нарушение естественно сложившихся каналов миграционной связи между элементами популяции как системы (Алтухов, 2003). В-третьих, неопределенности в математических моделях, используемых для определения ОДУ, и их динамика рассматриваются как стационарные процессы (Бабаян, 2000). При этом, допущение о равновесии системы «запас-промысел» оказывается несостоятельным и, следовательно, нарушается строгая зависимость между интенсивностью промысла и продукцией. В-четвертых, в реальных условиях не удастся обеспечить контроль интенсивности промысла, как меры промыслового воздействия на запас (Бабаян, 2004).

В настоящее время размер ОДУ для многих видов промысловых объектов не превышает 10% от их промыслового запаса, и лишь в редких случаях эта величина приближается к 20% (Дуленин и др., 2001). При расчетах ОДУ реальная информация о восполнении эксплуатируемых поселений, в том числе и за счет искусственного воспроизводства (марикультуры), не применяется.

Вследствие того, что расчет величины ОДУ основывается на прогнозировании состояния поселений в последующие промысловые сезоны, применимость такой концепции, на наш взгляд, к поселениям двустворчатых моллюсков Южно-Курильского мелководья вызывает сомнения, поскольку данные поселения испытывают существенные межгодовые слабопрогнозируемые колебания численности.

Мы предлагаем иную стратегию рационального использования ресурсов поселения приморского гребешка Южно-Курильского мелководья. Для этого промысловый участок целесообразно разделить на 4 примерно равные по площади части. В каждый промысловый сезон (год) с одного из участков предлагаем осуществлять изъятие всех моллюсков промыслового размера. При использовании «четырёхпольной» схемы эксплуатации каждый такой участок будет облавливаться поочередно раз в 4 года. При этом из поселения ежегодно будет изыматься до 25% общего промыслового запаса, что позволит значительно увеличить степень эксплуатации ресурсов приморского гребешка.

Одновременно с промысловой эксплуатацией этого поселения рекомендуем приступить к реализации комплекса мероприятий, включающего в себя сбор личинок гребешка на коллекторы, подращивание молоди в подвесной культуре для последующей отсадки ее на освобождающиеся в процессе промысла донные участки. Это позволит сгладить межгодовые колебания численности поселения, существенно повысить продукционный потенциал и увеличить ежегодный объем добычи моллюсков до необходимого уровня.

Принципы рациональной эксплуатации лагунного поселения рудитапеса филиппинского, в сравнении с поселением гребешка, имеют некоторые особенности. Величина общей прижизненной массы, оцененная нами в 65 тонн, позволяет рассматривать использование этого поселения исключительно в местных (районных) масштабах. Мы предлагаем изымать из этого поселения всех моллюсков промыслового размера. Изъятие взрослых особей в процессе эксплуатации освободит площади дна лагуны для оседания молоди рудитапеса и снизит внутривидовую конкуренцию среди особей этого вида на ранних этапах их индивидуального развития. Для повышения продуктивности поселения, мы предлагаем до начала интенсивного промысла применить одну или несколько схем, используемых в мировой практике при культивировании рудитапеса (Bardach et al., 1972; Shpigel, Fridman, 1990). Подобные мероприятия включают в себя сбор осевшей молоди на мелководных участках заливов, с последующей транспортировкой и отсадкой молодых моллюсков на подготовленные участки дна в пределах эксплуатируемого поселения.

ВЫВОДЫ

1. В юго-западной части Южно-Курильского мелководья в 1993-1995 гг. обитало более 200 млн. особей (свыше 45 тыс. тонн в эквиваленте прижизненной массы) приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* Jay, что на период проведения исследований составляло примерно 70% его национальных ресурсов.
2. Поселение приморского гребешка юго-западной части Южно-Курильского мелководья занимает 380-400 км² площади дна, при этом средние значения плотности локальных группировок варьирует от 0,1 до 4,0 экз./м², а биомассы – от нескольких десятков до 1400 г/м²; между пространственным распределением моллюсков и распределением основных типов донных отложений прослеживается определенная взаимосвязь: локальные группировки этих животных приурочены к зонам крупно- и среднезернистых песков в диапазоне глубины 10-22 м.

3. Возрастной состав поселения приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья представлен особями в возрасте от 1 года до 15 лет, при этом общий характер возрастной структуры поселения типичен для пространственных группировок животных с флуктуирующей во времени численностью.
4. Размерно-частотное распределение приморского гребешка в районе исследований, в основном, определяются возрастным составом поселения и характеризуются незначительной представленностью в нем особей непромыслового размера (высота раковины <100 мм), частота встречаемости которых в 1993 г. составляла 11,9%, а в 1995 г. – лишь 2,6%.
5. Обособленная пространственная группировка инфаунального двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) в оз. Весловское зал. Измены о. Кунашир занимает 46800 м² литоральной зоны этого водоема и насчитывает примерно 4,7 млн. особей, что составляет 65,3 тонны в эквиваленте прижизненной массы.
6. Возрастной состав лагунного поселения рудитапеса представлен всеми возрастными классами от 1 до 17 лет, однако по частоте встречаемости в нем доминировали особи 7- и 8-летнего возраста, на долю которых приходилось свыше 45% объема выборки; общий характер возрастной структуры пространственно обособленной группировки свидетельствует о существенных флуктуациях ее численности во времени.
7. Характерной особенностью литорального поселения рудитапеса в оз. Весловское представляется доминирование в нем крупных особей с длиной раковины 35-50 мм, частота встречаемости которых превышала 80%.
8. Характер изменений группового линейного роста и роста массы объектов исследования оказался общим для животных данной систематической группы: максимальная скорость линейного роста приморского гребешка (43,9 мм/год) регистрируется на первом году жизни, а наибольшая скорость роста массы (101,9 г/год) – на четвертом; промысловых размеров гребешок достигает за 3-4 года. Максимальный линейный прирост рудитапеса (11,9 мм/год) регистрируется на втором году жизни, а наибольшая скорость роста прижизненной массы (2,6 г/год) – на третьем; промысловых размеров моллюски достигают за 4-5 лет жизни. Относительный рост гребешка изометричен, рост рудитапеса происходит с нарушением в онтогенезе геометрического подобия.
9. Анализ результатов исследований и ранее опубликованных материалов позволяет заключить, что обособленные пространственные группировки приморского гребешка и рудитапеса Южно-Курильского мелководья представляют собой открытые (зависимые) биологические системы субпопуляционного ранга, которые в перспективе будут

испытывать значительные короткопериодные слабопрогнозируемые колебания, как общей численности, так и продукционных параметров.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Понуровский С.К., Таупек Н.Ю. Предварительные результаты исследований структуры поселения двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* на литорали озера Весловское острова Кунашир (Курильские острова) // Прибрежное рыболовство – XXI век: Тез. докл. Международной научно-практической конференции. Ю-Сахалинск, 2001. С. 98.

2. Брыков В.А., Евсеев Ж.А., Понуровский С.К., Таупек Н.Ю. Пространственное распределение, структура поселения и рост приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) в юго-западной части Южно-Курильского мелководья // Прибрежное рыболовство – XXI век: Материалы Международной научно-практической конференции. Тр. СахНИРО. Т. 3, часть 1, 2. Ю-Сахалинск, 2002. С. 140-153.

3. Понуровский С.К., Таупек Н.Ю. Результаты предварительных исследований структуры поселения двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* на литорали озера Весловское острова Кунашир (Курильские острова) // Прибрежное рыболовство – XXI век: Материалы Международной научно-практической конференции. Тр. СахНИРО. Т. 3, часть 1, 2. Ю-Сахалинск, 2002. С.154-164.

4. Таупек Н.Ю., Брыков В.А. Распределение, структура поселения и рост двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* на литорали озера Весловское залива Измены острова Кунашир (Курильские острова) // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4, № 2 (14). С. 217-227.

5. Брыков В.А., Колотухина Н.К., Таупек Н.Ю., Радовец А.В. Эффективность сбора молоди приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) на коллекторы: решение оптимизационной задачи // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4, № 2 (14). С. 327-246.

6. Габаев Д.Д., Таупек Н.Ю., Колотухина Н.К. Специфика условий существования промысловых беспозвоночных на искусственных субстратах в эвтрофированном Амурском заливе (Японское море) // Экология. 2005. № 5. С. 370-377.