

Сахалинский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии  
(СахНИРО)



## ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО – XXI ВЕК

МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
19-21 сентября 2001 г.

**Труды СахНИРО**  
**Том 3**

### **Часть 1**



Южно-Сахалинск  
Сахалинское книжное издательство  
2002

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЯ  
И РОСТ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА  
MIZUHOPECTEN YESSOENSIS (JAY)  
В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-КУРИЛЬСКОГО МЕЛКОВОДЬЯ**

*Брыков В.А., Евсеев Г.А., Понуровский С.К., Таупек Н.Ю.,  
Институт биологии моря ДВО РАН, г. Владивосток*

В статье представлены результаты анализа материалов, собранных в 1993 и 1995 гг. в юго-западной части Южно-Курильского мелководья с использованием водолазных сборов. Выяснено, что в период исследований в районе обитало свыше 200 млн. особей гребешка, или более 40 тыс. тонн. Распределение гребешка носило неравномерный характер, и определялось как характером донных отложений, так и течением и волнением, действующим на фоне подводного рельефа акватории. Характер возрастных структур был типичен для группировок с флуктуирующей численностью. Отмечена необходимость до начала интенсивного промысла с целью повышения его продукционного потенциала развития промышленного культивирования моллюска.

The paper presents the results of the analyzed materials collected in 1993 and 1995 in the southwestern part of the southern Kuril shallow zone with the help of divers. It has been elucidated that during a study period more than 200 mln specimens of Yezo scallop (more than 40 thou.t) inhabited this region. Distribution of Yezo scallop was uneven and determined both by the character of bottom sediments, and current and roughness acting on the background of the underwater relief. A character of age structures was typical for groups with fluctuating numbers. A necessity of commercial culturing the Yezo scallop before intensive fishery with the object of increase in its production potential was noted.

Приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) обитает в основном в Японском море – у северных берегов н-ова Корея, в прибрежных водах Приморья к северу до б.Рудной, в Татарском проливе и на западном побережье Сахалина, вдоль западного побережья Хоккайдо. В Охотском море его поселение встречается в зал. Анива и лагуне Буссе, в зал.Терпения и на побережье северного Хоккайдо, на Южно-Курильском мелководье и вдоль восточного побережья о-ва Итуруп (Скарлато, 1981; Силина, 1986; Кафанов, 1991). Различные аспекты биологии этого важного объекта промысла и культивирования достаточно глубоко и разносторонне исследованы и детально освещены в литературе (Yamamoto, 1964; Ventilla, 1982; Maru, 1985; Приморский гребешок, 1986; Ito, 1991).

Вместе с тем материалы по биологии приморского гребешка в районе Южно-Курильского мелководья весьма малочисленны и содержат лишь фрагментарную информацию (Скалкин, 1966; 1971; Жюбикас, 1969; Кочнев, Тараканова, 1987). В частности, в работе Скалкина (1966) приводятся сведения о распределении и запасах этого вида на Южно-Курильском мелководье, полученные в 1961 г. с использованием промысловой драги. Результаты исследований показали, что, по данным уловов, плотность локальных поселений гребешка варьировала здесь от 0,01 до 0,18 экз/м<sup>2</sup>, а общие промысловые запасы его в тот период оценивались в 4200-4500 тонн. В юго-западной части мелководья основные промысловые скопления этих моллюсков были обнаружены на восточном побережье о-ва Кунашир к югу от м.Водопадный, а также к северо-западу от о-вов Танфильева, Юрий и Зеленый (Малая Курильская гряда). К 1969 г. запасы приморского гребешка в этом районе сократились до 1200 т, что послужило основанием для прекращения его промышленной добычи (Скалкин, 1971).

В настоящей статье представлены материалы по особенностям пространственного распределения, размерной и возрастной структуре поселения, приводятся количественные характеристики группового линейного роста и роста массы этих моллюсков, полученные в результате гидробиологических работ, проводившихся после длительного запрета на промысел приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал был получен в процессе судовых экспедиционных работ, проводившихся в юго-западной части Южно-Курильского мелководья в августе-сентябре 1993 г. и в сентябре-октябре 1995 г. Учитывая значительную площадь планируемой для обследования акватории (свыше 600 км<sup>2</sup>), а также то обстоятельство, что исследования проводились без этапа предварительных (разведочных) работ, весь район был сравнительно равномерно покрыт сеткой случайным образом расположенных станций (рис. 1). Координаты станций определяли в 1993 г. с помощью судового радара, в 1995 г. – с использованием спутниковой навигационной системы. Глубину на каждой станции измеряли эхолотом с последующим контролем ручным водолазным глубиномером. Всего было выполнено 94 станции, из которых 37 станций – в 1995 г.

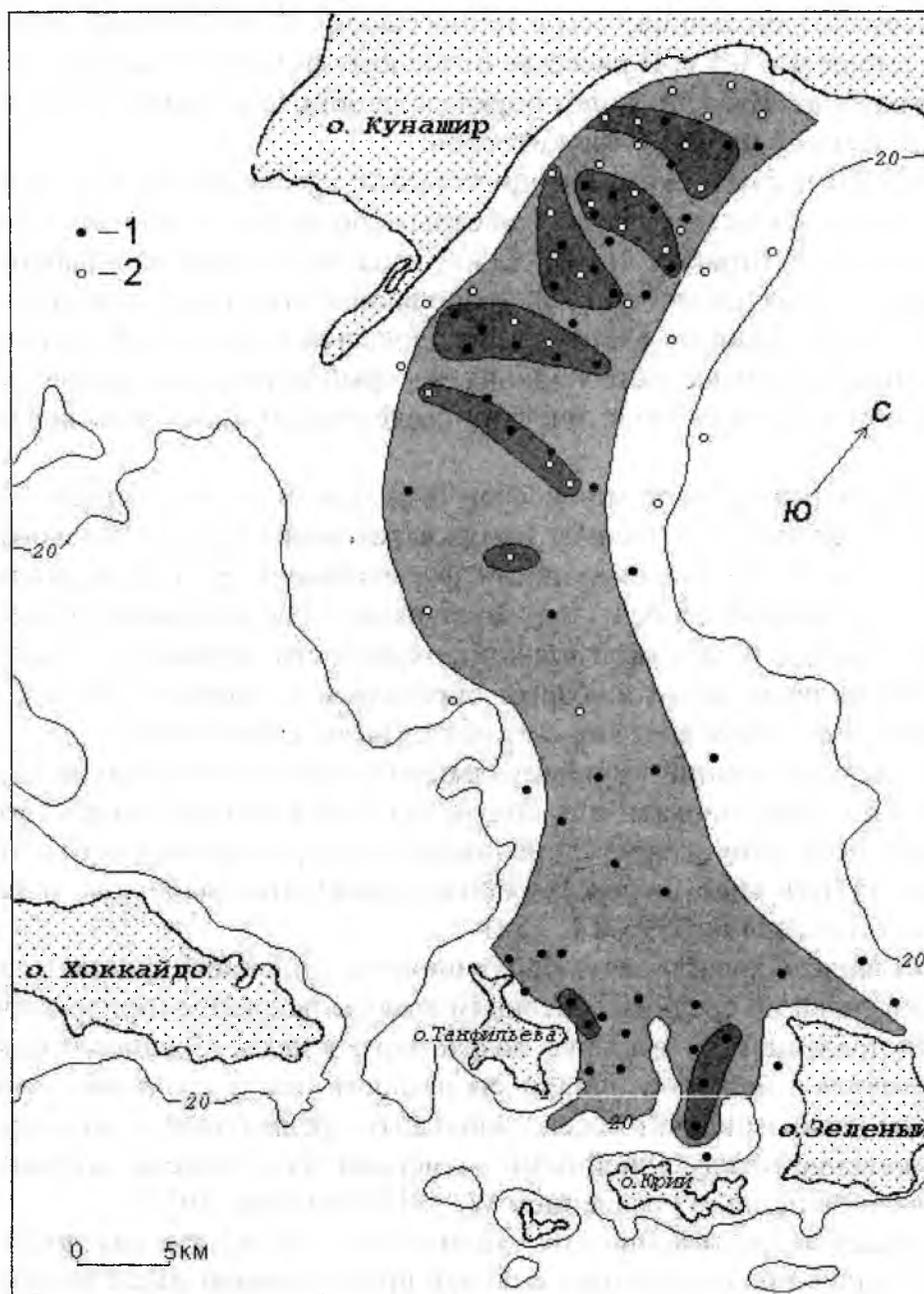


Рис. 1. Распространение приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья: 1 – водолазные станции 1993 г., 2 – станции 1995 г. Оконтурыны локальные поселения гребешка с плотностью более 0,2 экз./м<sup>2</sup>

На каждой станции с использованием легководолазного снаряжения выполняли оценку плотности поселения и биомассы приморского гребешка. Учет животных осуществляли вдоль растянутого по поверхности дна фала длиной 50 м, снабженного на концах грузами массой 5 кг. Водолаз, перемещаясь вдоль фала, производил тотальный (безвыборочный) сбор моллюсков, попавших в учетную полосу шириной 1 м. Таким образом, на каждой станции обследовали площадь дна, равную 50 м<sup>2</sup>.

Кроме этого, с учетной полосы брали по 3 пробы грунта для последующего градулометрического анализа. На основании визуальной информации описывали характер донного ландшафта и особенности рельефа дна.

Собранных животных поднимали на борт судна и индивидуально маркировали. Моллюсков в живом состоянии доставляли на берег, где в лабораторных условиях каждого измеряли штангенциркулем с точностью 0,1 мм и взвешивали на лабораторных весах с точностью 0,1 г. В качестве основного линейного параметра использовали высоту раковины. Взвешиванием определяли общую прижизненную массу, массу мягких тканей и массу мускула каждой особи.

Значения плотности и биомассы приморского гребешка на станции получали делением общей численности (массы) животных, попавших в учетную полосу, на ее площадь. Примерную (прикидочную) оценку запасов моллюсков в районе исследований выполняли двумя способами: экстраполяцией средних значений плотности и биомассы на общую площадь оконтуренных локальных поселений гребешка, а также с использованием вероятностного подхода, который широко применяется в практике прикладных популяционно-биологических исследований наземных животных (Коли, 1979).

Индивидуальный возраст моллюсков определяли по скульптурным особенностям микрорельефа верхней (левой) створки раковины под микроскопом (Силина, 1978) с учетом сезонной специфичности формирования регистрирующих структур (зон роста) на раковине особей из района наших исследований (Евсеев, Кияшко, 1999). В нескольких случаях (при плохой сохранности верхней створки раковины у старых особей) индивидуальный возраст определяли подсчетом годовых меток на их нижней створке и по зонам роста на лигаменте (Базикалова, 1934).

Результаты определений индивидуального возраста животных и измерений высоты их раковины использовали для получения информации о возрастной и размерной структурах поселения, для чего оценивали частоту встречаемости особей определенного возраста (размерного класса) в общих совокупных выборках моллюсков, изъятых с учетных площадок в 1993 и 1995 гг.

Количественные характеристики группового линейного роста и роста массы моллюсков получали по средним значениям высоты раковины (прижизненной массы) каждого представленного в выборке возрастного класса. Среднегодовые приросты линейных размеров и массы оценивали как разность между средними значениями высоты раковины (прижизненной массы) животных предыдущей и последующей генераций. Соотношение между линейными размерами (H) и массой моллюсков (W) аппроксимировали степенным уравнением  $W = a \cdot H^b$  (Винберг, 1971).

Так называемые «коэффициенты утилизации» определяли как долю массы мягких тканей (мускула) по отношению к общей прижизненной массе моллюсков, выражая ее в процентах. Статистическую обработку данных выполняли общепринятыми методами вариационной статистики (Урбах, 1964).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Донные отложения

Распространение и типы донных отложений района работ в значительной степени определяются характером подводного рельефа (рис. 2). На мелководье прибрежной зоны восточного побережья о. Кунашир до глубины 6-10 м, а также вдоль подводной гряды (риф Бурун), где встречаются выходы скальных пород, преобладают гравийно-галечные отложения и грубозернистые пески. В понижениях рельефа отмечены пятна среднезернистого песка. На гребнях подводных возвышенностей распространены крупные валуны, окруженные несортированным щебнистым материалом.



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

Сходные грубообломочные отложения характерны и для мелководной зоны о-вов Танфильева и Зеленый. Пески занимают здесь подчиненное положение и обычно представлены грубозернистыми фракциями. Сравнительно широко распространены галечно-щебнистые отложения, которые формируют подножия скальных выходов и склоны подводных банок.

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 и рифа Бурун. В пределах этой значительной по площади зоны выделяются сопутствующие понижения рельефа участки среднезернистых песков. При этом среднезернистые пески по гранулометрическому составу неоднородны. На дне широких подводных ложбин и в понижениях микрорельефа они содержат примеси более тонких фракций – мелкозернистые и тонкозернистые пески, иногда (например, восточнее устья р. Серноводки) алевриты. Донные отложения центральной части пролива между о-вами Кунашир и Хоккайдо в основном представлены мелкозернистыми песками.

Аналогичные донные отложения занимают также центральную часть пролива Танфильева. Склоны пролива покрыты сортированными крупнозернистыми песками, переходящими к северу от пролива в среднезернистые. Глубже 20-24 м донные отложения представлены в основном мелкозернистыми песками и алевритами.

### **Пространственное распределение и обилие**

В районе исследований приморский гребешок обитает на обширной акватории, площадь которой превышает 400 км<sup>2</sup>. 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 (см. рис. 1). Диапазон глубины, в пределах которого были обнаружены особи этого вида, составлял 6-24 м. Значительные по плотности пространственные группировки (> 0,2 экз/м<sup>2</sup>) были зарегистрированы на глубине 11-22 м.

Распределение обилия особей в пределах этого обширного поселения весьма неоднородно. На результативных станциях плотность гребешка варьировала в широких пределах: от 0,02 до 4,0 экз./м<sup>2</sup>. Соответственно, значения биомассы моллюсков также изменялись от нескольких десятков до 1400 г/м<sup>2</sup>. На части станций (42,1% от общего числа выполненных в 1993 г. и 27,0% - в 1995 г.) живые особи приморского гребешка в пределах учетных площадок не были обнаружены.

Оценка общей численности приморского гребешка, выполненная экстраполяцией средних значений плотности (0,6 экз/м<sup>2</sup>) на общую площадь оконтуренных на карте локальных поселений моллюсков (400 км<sup>2</sup> или 4·10<sup>8</sup> м<sup>2</sup>), позволила определить, что в период проведения исследований в юго-западной части мелководья обитало примерно 240 млн. экз. Если принять, что средняя масса одного экземпляра гребешка в этот период составляла около 200 г, общая наличная биомасса моллюсков этого вида достигала здесь примерно 48 тыс. тонн.

Применение вероятностного подхода было использовано исходя из следующих посылок. Общая площадь акватории, покрытой сеткой случайным образом расположенных станций, составила примерно 600 км<sup>2</sup>. По соотношению общего количества выполненных в 1993 и 1995 гг. станций (n=94) и числа результативных станций, на которых в пределах учетных площадок были обнаружены живые особи гребешка

( $n=60$ ), можно определить частоту встречаемости интересующего нас объекта (63,8%) и, соответственно, площадь заселенной моллюсками акватории. В данном случае она составит примерно  $380 \text{ км}^2$ . Умножением средней плотности гребешка на результирующих станциях ( $0,6 \text{ экз./м}^2$ ) на общую площадь занятого им биотопа получим прикидочную оценку его общей численности – 228 млн. экз. При средней массе особи 200 г наличная биомасса («урожай на корню») составит 45,6 тыс. тонн.

### **Возрастная и размерная структуры поселения**

Анализ возрастной структуры выборки моллюсков, изъятых с учетных площадок в 1993 г., показал, что в ней были представлены особи индивидуального возраста от 1 до 15 лет (рис. 3А). Следует отметить, что в объединенной пробе присутствовали моллюски всех генераций, начиная с осевших в летний период 1978 г. и завершая поколением 1992 г. Однако частота их встречаемости существенно различалась. В поселении в момент проведения исследований заметно доминировали животные 3-летнего возраста (генерация 1990 г.), на долю которых приходилось 54,8% от общей численности. Частота встречаемости моллюсков прочих возрастных классов не превышала 10%. Наименее малочисленными в выборке были особи индивидуального возраста – 2 года (1,3%), 5 лет (3,8%), а также животные старше 11-летнего возраста.

В 1995 г. общий характер возрастной структуры поселения изменился (рис. 3В). В выборке по-прежнему доминировали особи генерации 1990 г. (возраст 5 лет), на долю которых приходилось 43,8% от ее численности. Весьма существенно были представлены моллюски 3-летнего возраста (генерация 1992 г.), частота встречаемости которых составила 14,6%, а также животные возрастных классов – 4, 6 и 7 лет. Доля животных в возрасте старше 8 лет в период проведения работ оказалась равной 6,8%.

Размерная структура поселения приморского гребешка юго-западной части Южно-Курильского мелководья в 1993 г. характеризовалась выраженным бимодальным частотным распределением (рис. 3Б). Размеры моллюсков в пробе варьировали от 39,6 до 192,8 мм. В объединенной выборке существенно преобладали особи с высотой раковины 100-120 мм, на долю которых приходилось свыше 45% ее объема. Модальный класс второй выраженной размерной группы составляли животные с размерами 160-170 мм. Частота встречаемости моллюсков, не достигших промыслового размера (высота раковины  $< 100 \text{ мм}$ ), оказалась равной 11,9%.

Общий характер размерно-частотного распределения гребешка в пробах 1995 г. за прошедшие два года претерпел существенные изменения (рис. 3Г). Размерная структура приобрела выраженный мономодальный облик. Снизилась доля животных с высотой раковины менее 100 мм; частота их встречаемости составила лишь 2,6%. В объединенной пробе 1995 г. доминировали моллюски крупных размеров (140-170 мм), доля которых превышала 55%. Модальный размерный класс был представлен особями с высотой раковины 150-160 мм, частота их встречаемости составила 27,2%.

### **Линейный рост и рост массы**

В графической форме кривые группового линейного роста характеризуют изменения средних размеров (высоты раковины) каждого представленного в пробе возрастного класса (рис. 4А). Необходимо отметить, что размеры одновозрастных особей отличались существенным варьированием. Например, размеры моллюсков самой многочисленной в пробах 1993 г. генерации 3-летних особей изменялись от 86,4 до 118,1 мм при среднем значении  $102,9 \pm 0,8 \text{ мм}$ . Поэтому возрастные изменения сред-

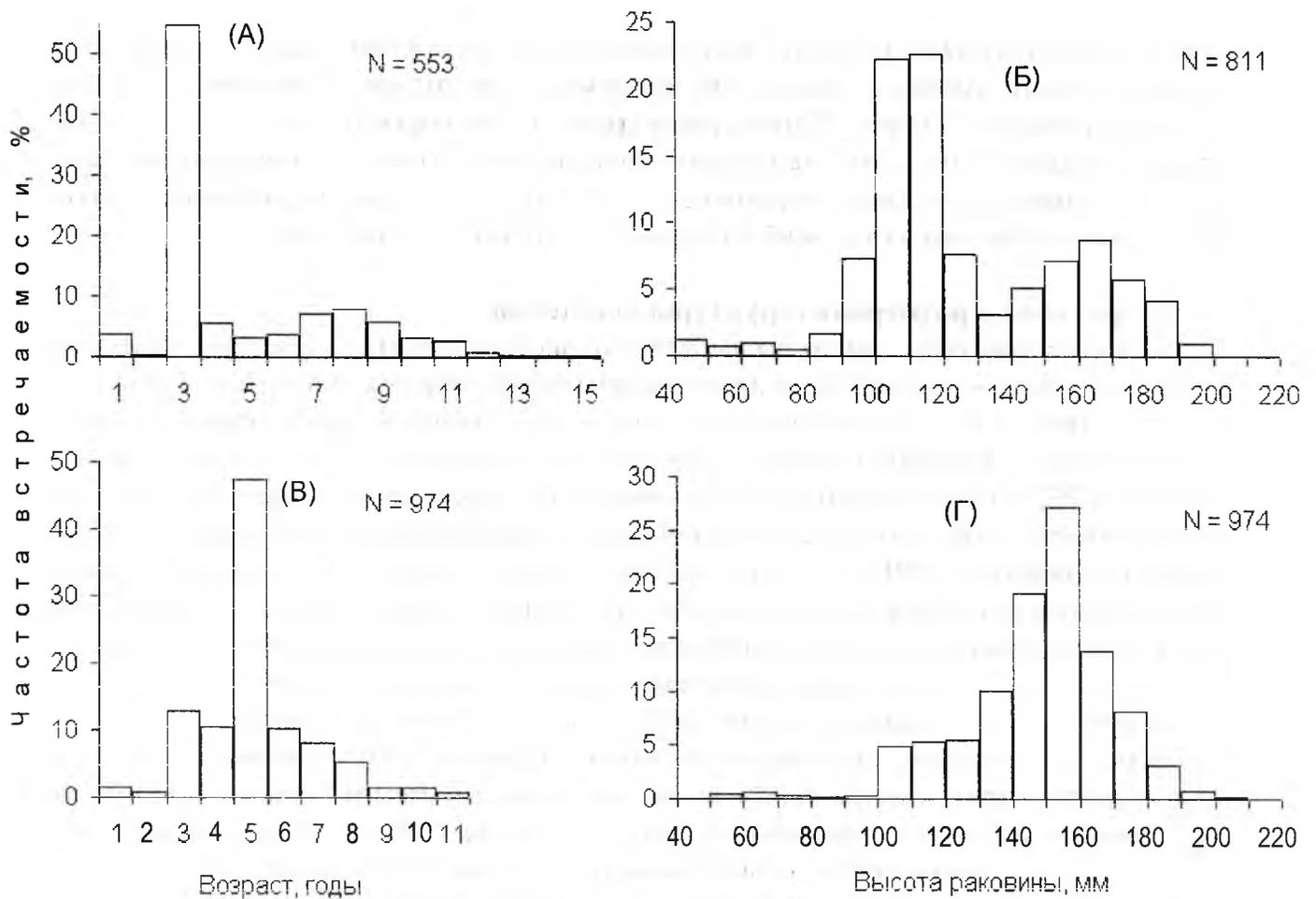


Рис. 3. Возрастные (А, В) и размерные (Б, Г) структуры поселения приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья в 1993 г. (А, Б) и в 1995 г. (В, Г)

них размеров отражают лишь общие закономерности процесса роста животных в районе исследований.

Результаты показали, что средние размеры моллюсков в возрасте один год составляли здесь  $43,2 \pm 0,2$  мм. Следовательно, максимальный линейный прирост у особей этого вида регистрируется на первом году жизни. На втором и третьем году темпы линейного роста остаются достаточно высокими (31,9 и 27,1 мм/год), однако в дальнейшем величины годовых приростов заметно снижаются, а начиная с 5-летнего возраста, их величина не превышает 10 мм/год. Промысловых размеров (высота раковины > 100 мм) гребешок достигает здесь, в основной массе (64,6%), на третьем году жизни.

Зависимость между средними значениями прижизненной массы приморского гребешка и индивидуальным возрастом имеет S-образный характер (рис. 4Б). Анализ характеристики группового весового роста моллюсков показал, что средняя масса особей в возрасте 1 год составляла здесь  $11,2 \pm 0,6$  г. В первые четыре года темпы роста массы животных увеличивались и достигали максимального значения 101,9 г/год на четвертом году жизни. При этом среднее значение прижизненной массы моллюсков 4-летнего возраста составляло  $249,0 \pm 1,8$  г. В дальнейшем скорость этого процесса плавно снижалась: значения среднегодовых приростов массы уменьшались 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 и прижизненной массой гребешка с высокой степенью достоверности аппроксимируется степенным уравнением:

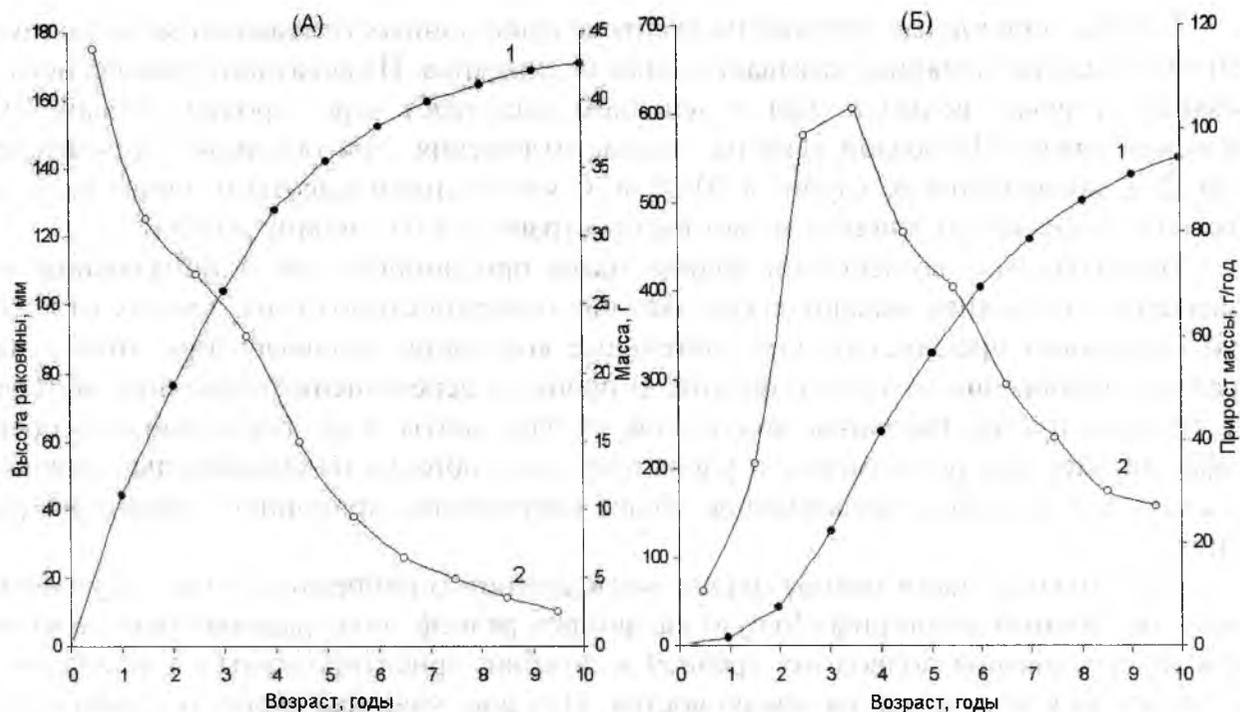


Рис. 4. Возрастные изменения средних значений высоты раковины (А) и прижизненной массы (Б) приморского гребешка в юго-западной части Южно-Курильского мелководья: 1 – кривые группового роста, 2 – кривые среднегодовых приростов

$$W = 1,037 \cdot 10^{-4} H^{3,026},$$

где  $W$  – прижизненная масса, г;  $H$  – высота раковины, мм.

Коэффициенты утилизации, т.е. отношение используемых компонентов организма к его общей прижизненной массе (обычно выражаемые в процентах) представляют собой полезную информацию, необходимую для планирования мероприятий по переработке сырья и сбыту готовой продукции. Доля массы мускула моллюсков промышленного размера варьировала от 12 до 18% и составила здесь в среднем 16,1%. Отношение массы мягких тканей гребешка к общей массе организма оказалось равным 40,2%. С возрастом и увеличением размеров животных значения этих коэффициентов незначительно снижаются, что обусловлено в основном непропорциональным увеличением массы раковины старых моллюсков.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

В седиментогенезе и распространении типов донных отложений района (см. рис. 2) определяющая роль принадлежит гидродинамическому фактору, действующему на фоне реликтового подводного рельефа приостровного шельфа. Одной из составляющих гидродинамического режима являются придонные течения. Скорость их изменяется здесь в довольно широких пределах. Так, в проливе Танфильева, где скорость поверхностного течения в приливно-отливные периоды достигает 1 м/сек (Жуков, 1954; Лоция ..., 1984), скорость придонного течения на глубине 15-20 м может составлять 0,3-0,5 м/сек. При такой скорости придонные потоки размывают отложения песков, формирующихся за счет поступления материала из волноприбойной зоны, и выносят их в понижения рельефа. В связи с этим на прилежащем к проливу мелководье доминируют остаточные гравийно-галечные отложения. Вымываемые песчаные отложения в процессе придонной транспортировки дифференцируются по размерным фракциям. При этом крупнозернистые пески, как более тяжелые, образуют аккумулятивные зоны на склонах подводной долины, а легкие мелкозернистые – в ее наиболее глубоких местах.

Помимо придонных течений на распределение донных отложений мелководных зон значительное влияние оказывает волновая динамика. На акваторию района исследований ветровые волны и зыбь в основном поступают через проливы Малой Курильской гряды. Их воздействие на донные отложения, при обычной здесь высоте волн 2 м, проявляется до глубины 20-25 м. С увеличением высоты и длины волн на открытых участках их влияние может распространяться на глубину до 40 м.

При волновом воздействии водная масса придонного слоя и попадающие во взвешенное состояние механические частицы поверхностного слоя донных отложений совершают вращательно-поступательные колебания, смещаясь при этом в направлении движения волнового фронта. В процессе перемещения осадочный материал, включая пустые раковины моллюсков, их фрагменты, а иногда и живых особей, дифференцируется по размерам и удельному весу, образуя на сравнительно ровных участках дна шлейфы, указывающие общее направление придонного транспортирования.

Для большей части района наших исследований (прибрежные воды о.Кунашир, северо-восточный склон рифа Бурун) характерен рельеф типа грядовой бенч, состоящий из чередования подводных гребней и ложбин, ориентированных в основном в направлении с юго-запада на северо-восток. На таких участках скорость транспортируемого осадочного материала, особенно при ветрах южного и юго-восточного направлений, резко падает, и большая часть этого материала 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 крупнозернистый материал, как более инертный, обычно остается на вершинах гребней и в верхней части их склонов, а среднезернистый, более подвижный, смещается на дно ложбин.

Полученные нами материалы, отражают лишь общую картину распределения донных отложений. Реальные границы, например, полей среднезернистого песка или скальных выходов, по-видимому, имеют более сложную конфигурацию, отражающую особенности подводного мезорельефа. Вместе с тем наши материалы, по сравнению с предшествующими (Дьяконова, Дьяконов, 1954; Особенности формирования ..., 1971), являются более детальными.

Между пространственным распределением приморского гребешка (см. рис.1) и распространением основных типов донных отложений (см. рис. 2) прослеживается очевидная взаимосвязь. Прежде всего следует отметить, что в районе исследований границы поселения этих моллюсков соответствуют участкам крупнозернистых и среднезернистых песков. На прочих типах грунта живые особи гребешка встречаются здесь редко. Поэтому не случайно, что основные по плотности ( $> 0,2$  экз/м<sup>2</sup>) локальные поселения этих моллюсков приурочены к диапазону глубины 11-22 м.

Выше 10-метровой изобаты низкое обилие гребешка обусловлено не только особенностями распределения донных отложений, но и высокой гидродинамической активностью прибрежных мелководных зон. После осенних штормов, особенно при сильных юго-восточных ветрах, значительная часть обитавших на мелководье моллюсков оказывается выброшенными на берег. По нашим наблюдениям, на песчаных пляжах восточного побережья о.Кунашир в районе Серноводского перешейка и п-ова Весловский в послештормовых выбросах иногда насчитывается до нескольких десятков тонн живого гребешка. 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/м<sup>2</sup>) были обнаружены на «теневых» юго-восточных склонах подводных ложбин, являющихся своеобразными зонами аккумуляции не только среднезернистых песков, но и живых моллюсков. Прикидочная оценка численности приморского гребешка показала, что в период проведения исследований здесь обитало свыше 200 млн. особей этого вида, или более 40 тыс. тонн в эквиваленте прижизненной массы.

Достоверная точная оценка обилия моллюсков не имеет особого биологического смысла по следующим причинам. Во-первых, поселение гребешка здесь представляет собой некоторое территориальное (географическое), а не биологическое единство, т.е. всего лишь пространственную группировку (элемент) более масштабной популяционной системы (Долганов, Пудовкин, 1998; Евсеев и др., 2001). Во-вторых, для получения точных данных значительная площадь обследуемой акватории потребует выполнения колоссального объема подводных работ. Наконец, из анализа возрастных структур поселения (см. рис. 3 А, В) следует, что его численность в перспективе будет испытывать существенные непрогнозируемые короткопериодные колебания. В дальнейшем, исходя из вышеперечисленных соображений, мониторинг за состоянием ресурсов гребешка в этом районе целесообразно осуществлять с использованием средних значений плотности, которые могут быть получены на серии стационарных (с фиксированными координатами) станций.

Значительные по сравнению с началом 60-х годов расхождения в результатах оценки, как численности, так и плотности поселения гребешка (Скалкин, 1966), вполне объяснимы. Специфический характер подводного рельефа, мозаичность донных отложений района работ, наконец, конструктивные особенности используемой драги, вероятно, привели к получению заниженных данных. Вместе с тем основные особенности пространственного распределения гребешка оказались отражены вполне удовлетворительно.

По нашим наблюдениям, оседание личинок приморского гребешка в районе работ происходило в июле - первой половине августа. При анализе возрастной структуры поселения сеголетняя молодежь моллюсков, которая в период проведения исследований обитала, прикрепившись биссусными нитями к разнообразным субстратам (Евсеев и др., 2001), не учитывалась. В 1993 г. возрастной состав поселения (см. рис. 3А) характеризовался существенным доминированием особей 3-летнего возраста (54,8%). Частота встречаемости моллюсков прочих генераций, несмотря на то, что в выборке были представлены животные всех (от 1 до 15 лет) возрастных классов, не превышала 10%.

Изменения в возрастной структуре, произошедшие за два последующих года (см. рис. 3В), в принципе, оказались прогнозируемыми. В поселении по-прежнему доминировали моллюски генерации 1990 г. (43,8%), индивидуальный возраст которых к этому времени достиг 5 лет. Весьма малочисленными оказались возрастные классы 9, 10 и 11-летних особей. Низкая частота встречаемости молодых моллюсков индивидуального возраста – 1 и 2 года – свидетельствует о том, что существенного пополнения численности поселения в предыдущие два (1993 и 1994 гг.) сезона размножения здесь не произошло. Общий характер частотных распределений возрастных классов в пробах 1993 и 1995 гг. присущ пространственным группировкам животных с нестабильной, изменяющейся во времени численностью. Подобные возрас-

тные структуры также характерны и для локальных поселений гребешка из других акваторий, что неоднократно отмечалось ранее (Куликова, Табунков, 1974; Мандрыка, 1979; Селин, 1989).

Наиболее вероятными причинами формирования подобных возрастных структур могут быть как значительные межгодовые вариации обилия поступающих с водными массами личинок этих моллюсков, так и экстремальные воздействия факторов внешней среды (включая биотические) на уже осевшую из планктона молодь. Поэтому не случайно, что все варианты технологий промышленного культивирования приморского гребешка основаны на коллекторном сборе личинок и последующем подращивании осевшей молоди в подвесной культуре (Ventilla, 1982; Ito, 1991). Тем самым повышается выживаемость моллюсков в наиболее кризисную фазу жизненного цикла. Вероятность их гибели от разных причин в последующие периоды жизни, как следует из обсуждаемой ситуации с особями генерации 1990 г. (см. рис. 3А, В), существует, но оказывается значительно ниже.

Особенности размерно-частотного распределения приморского гребешка в 1993 г. (см. рис. 3Б) прежде всего связаны с его возрастным составом. Очевидно, что первый размерно-частотный пик с доминированием в нем животных с размерами 100-120 мм был представлен в основном моллюсками 3-летнего возраста, средняя высота раковины которых в это время составляла  $102 \pm 0,8$  мм. В эту же размерную когорту частично вошли и особи сравнительно малочисленной генерации 4-летнего возраста. Вторая выраженная размерная группа животных с модальным классом 160-170 мм объединяла моллюсков старше 5 лет. В ней, вероятнее всего, преобладали по численности особи 8-летнего возраста.

Изменения, произошедшие в размерной структуре поселения гребешка в течение двух последующих лет (см. рис. 3Г), также связаны с особенностями возрастного состава, в частности с доминированием в пробах моллюсков многочисленной генерации 1990 г., достигших к этому времени 5-летнего возраста. В совокупности с особями старших возрастных классов (учитывая, что в 1993 и 1994 гг. пополнение численности поселения было низким) они и обеспечили выраженный мономодальный характер размерно-частотного распределения.

Кривые группового линейного роста и роста массы (см. рис. 4) через посредство средних значений высоты раковины (прижизненной массы) каждого представленного в пробе возрастного класса отражают процесс роста приморского гребешка в районе исследований. Общий характер возрастных изменений как размеров, так и массы животных оказался типичным для моллюсков этого вида (см. напр. Селин, 1989). Сопоставление наших данных с количественными характеристиками роста этих животных из других районов его 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-ва Сахалин (Куликова, Табунков, 1974; Силина, 1986). В большинстве заливов и бухт южного Приморья моллюски этого вида имеют в первые два-три года жизни средние размеры, несколько превышающие зарегистрированные нами. Однако, начиная с четырехлетнего возраста, высота раковины особей Южно-Курильского мелководья в среднем существенно превосходит их по величине (Бирюлина, Родионов, 1972; Тибилова, Брегман, 1973; Мандрыка, 1979; Силина, 1986; Селин, 1989). Гребешок, выращиваемый японскими кооперативами на грунте в прибрежных водах Хоккайдо и северного Хонсю, имеет примерно сопоставимые темпы линейного роста (Ventilla, 1982).

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

Полученное соотношение между линейными размерами и общей прижизненной массой гребешка удовлетворительно описывается уравнением:

$$W = 1,037 \cdot 10^{-4} H^{3,026}, \text{ где } W - \text{общая масса, г; } H - \text{высота раковины, мм.}$$

Подобные уравнения степенной зависимости между размерами и массой характерны для многих видов животных, в том числе и двустворчатых моллюсков (Wilbur, Owen, 1964; Методы определения продукции ..., 1968; Винберг, 1971; Алимов, Голиков, 1972).

Полученная зависимость позволяет осуществлять переход от линейных параметров роста к весовым, а также может использоваться для решения некоторых задач при планировании мероприятий по переработке сырья.

Доля массы мускула гребешка по отношению к общей массе в среднем составляла 16,1%. Для прибрежных вод южного Приморья среднее значение этого коэффициента оказалось равным 13,8% (наши данные). Отношение мягких тканей гребешка к общей массе организма в районе исследований также оказалось выше (40,2%), чем в водах северо-западной части Японского моря, где оно составляло 33,1%.

Завершая обсуждение, отметим, что эксплуатация этого поселения приморского гребешка обычным промыслом будет сопряжена с рядом объективных трудностей. Существенные межгодовые колебания его численности потребуют трудоемкого мониторинга за состоянием ресурсов и гибкого ежегодного квотирования допустимых уловов. В свою очередь, это будет неблагоприятно отражаться на ритмичности работы перерабатывающих предприятий.

Выход из этой ситуации может быть найден в реализации комплекса мероприятий, включающих в себя сбор личинок гребешка на коллекторы, подращивание молоди в подвесной культуре для последующей отсадки ее на специально подобранные донные участки, обеспечивающие оптимальные условия обитания этого объекта. Это позволит сгладить межгодовые колебания численности поселения, существенно повысить продукционный потенциал и увеличить ежегодный объем добычи этих моллюсков до необходимого уровня.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в период проведения исследований (1993-1995 гг.) в юго-западной части Южно-Курильского мелководья обитало свыше 200 млн. особей приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, что составляло в эквиваленте прижизненной массы свыше 40 тыс. тонн.

Поселение моллюсков этого вида занимало примерно 380-400 км<sup>2</sup> площади дна. Грунты биотопа гребешка в основном были представлены крупно- и среднезернистыми песками. Диапазон глубины, в пределах которого были отмечены сравнительно плотные (> 0,2 экз./м<sup>2</sup>) локальные пространственные группировки моллюсков, составлял 10-22 м.

Распределение гребешка по биотопу, при средних значениях плотности 0,8 экз./м<sup>2</sup> в 1993 г. и 0,6 экз./м<sup>2</sup> в 1995 г., носило крайне неравномерный характер. Средние величины плотности поселения на результативных станциях варьировали от

0,1 до 4 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса – от нескольких десятков до 1400 г/м<sup>2</sup>. Конфигурация и размеры пространственных группировок моллюсков определялись не только характером распределения донных отложений, но и гидродинамическими условиями (течениями и волнением), действующими на фоне подводного рельефа акватории.

Анализ возрастной структуры поселения гребешка показал, что в период проведения исследований по частоте встречаемости в нем доминировали (54,8% в 1993 г. и 43,8% в 1995 г.) особи генерации 1990 г., индивидуальный возраст которых в 1993 г. составлял 3 года, а в 1995 г., соответственно, 5 лет. Несмотря на то, что пополнение численности поселения за счет поступления с водными массами личинок гребешка происходило здесь ежегодно, его эффективность отличалась существенным количественным межгодовым варьированием. Общий характер возрастных структур приморского гребешка в районе исследований типичен для пространственных группировок животных с флуктуирующей во времени численностью.

Размерно-частотные распределения моллюсков в основном определялись возрастным составом поселения и отличались незначительной представленностью в них молодых особей (высота раковины < 100 мм), частота встречаемости которых в 1993 г. составляла 11,9%, а в 1995 г. – лишь 2,6%.

Анализ количественных характеристик группового линейного роста и роста массы приморского гребешка в районе исследований показал, что максимальные темпы линейного роста (43,9 мм/год) регистрируются на первом году жизни особей, а роста массы (101,9 г/год) – на четвертом. Промысловых размеров (высота раковины > 100 мм) моллюски достигают здесь в основном за три года.

До начала интенсивного промысла приморского гребешка в этом районе (или одновременно с ним) необходимо с целью повышения его продукционного потенциала приступить к практическим работам по промышленному культивированию этих моллюсков.

Работа выполнена в рамках проекта «Оценка ресурсного потенциала двустворчатых моллюсков и иглокожих, обитающих в прибрежных водах южных Курильских островов; выбор технологий промышленного выращивания» федеральной целевой программы «Социально-экономическое развитие Курильских островов Сахалинской области».

#### ЛИТЕРАТУРА

Алимов А.Ф., Голиков А.Н. Некоторые закономерности соотношений между размером и весом у моллюсков // Зоол. журн. 1972. Т. 53, вып.4. С. 517-530.

Базикалова А.Я. Возраст и темп роста *Pecten yessoensis* Jay // Изв. АН СССР. Отд. мат. и естеств. наук. 1934. № 2-3. С. 389-394.

Бирюлина М.Г., Родионов Н.А. Распределение, запасы и возраст гребешка в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. Владивосток. 1972. С.33-41.

Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общ. биол. 1971. Т. 32, № 6. С. 714-723.

Вышковарцев Д.И., Лебедев Е.Б., Калашников В.З. Последствия тайфуна «Вера»: выброс беспозвоночных на песчаную косу в заливе Посыет Японского моря // Биология моря. 1990. № 5. С.78-80.

Долганов С.М., Пудовкин А.И. Популяционная генетическая структура гребешка *Mizuhopecten (Patinopecten) yessoensis* на Сахалине и южных Курильских островах // Генетика. 1998. Т. 34, № 10. С.1411-1419.

Дьяконова-Савельева Е.Н., Дьяконов А.М. Грунты прибрежных вод Южного Сахалина и южной группы Курильских островов // Труды Курило-Сахалинской морской комплексной экспедиции ЗИН-ТИНРО, 1947-1949 гг. Изд-во АН СССР. 1954. Т. 1. С. 127-157.

Евсеев Г.А., Кияшко С.И. Изотопные профили <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O и <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C раковин, рост и размножение

гребешка *Mizuhopecten yessoensis* на Южно-Курильском мелководье // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Владивосток: Дальнаука. 1999. Вып. 3. С. 68-96.

**Евсеев Г.А., Брыков В.А., Чербаджи И.И.** Распределение и воспроизводство популяции приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) на Южно-Курильском мелководье // Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2, № 1 (5). С. 104-124.

**Жуков Л.А.** Основы гидрологического режима Курильского района Тихого океана // Труды Курило-Сахалинской морской комплексной экспедиции ЗИН-ТИНРО, 1947-1949 гг. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1954. Т.1. С. 304-390.

**Жюбикас И.И.** Некоторые данные по биологии *Pecten yessoensis* Jay в Курило-Сахалинском районе // Вестник ЛГУ. Серия биологическая. 1969. Вып. 4. № 21. С. 21-32.

**Калашников В.З.** Влияние ветрового нагона тайфуна «Эллис» на популяцию приморского гребешка *Patinopecten yessoensis* в заливе Посъет (Японское море) // Биология моря. 1984. № 1. – С.55-59.

**Кафанов А.И.** Двустворчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики // Аннотир. указатель. Владивосток: ДВО АН СССР. 1991. 200 с.

**Коли Г.** Анализ популяций позвоночных. М.: Мир. 1979. 362 с.

**Кочнев Ю.Р., Тараканова Е.Р.** Некоторые особенности распределения и биологии приморского гребешка в заливе Анива и у южных Курильских островов // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны водных, земельных и биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов: Тез. докл. III науч.-практич. конф., Южно-Сахалинск, 27-28 марта 1987 г. Южно-Сахалинск: Географическое общ-во СССР, Сахалинский отдел, 1987. С. 128-129.

**Куликова В.А., Табунков В.Д.** Экология, размножение, рост и продукционные свойства популяции гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (*Disodonta*, *Pectinidae*) в лагуне Буссе (залив Анива) // Зоол. журн. 1974. Т.53, вып.12. С. 1767-1774.

Лоция. Охотское море (южная часть моря). 1984. Вып.1. С.22-218.

**Мандрыка О.Н.** Особенности линейного роста приморского гребешка в популяциях Японского моря // Биология моря. 1979. № 3. С. 39-43.

Методы определения продукции водных животных (Под редакцией Г.Г.Винберга). Минск: Вышш. шк. 1968. 246 с.

Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей // М.: Наука. 1971. 183 с.

Приморский гребешок. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Институт биологии моря. 1986. 244 с.

**Селин Н.И.** Распределение, структура поселений и рост приморского гребешка в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 1989. №.5. С.24-29.

**Силина А.В.** Определение возраста и темпов роста приморского гребешка по скульптуре поверхности его раковины // Биол. моря. 1978. № 5. С. 29-39.

**Силина А.В.** Распространение и местообитание // Приморский гребешок. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1986. С.14-19.

**Скалкин В.А.** Биология и промысел морского гребешка. Владивосток: Дальневосточное книжное изд-во. 1966. 32 с.

**Скалкин В.А.** Распределение, запасы и промысел морского гребешка в Сахалино-Курильском районе // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения: автореф. докл. IV совещ. по изучению моллюсков. Л.: Наука. 1971. С. 56-57.

**Скарлато О.А.** Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана. Л.: Наука. 1981. 480 с.

**Тибилова Т.Х., Брегман Ю.Э.** Рост двустворчатого моллюска *Mizuhopecten yessoensis* в бухте Троицы (залив Посъет Японского моря) // Экология. 1975. № 2. С. 65-72.

**Урбах В.Ю.** Биометрические методы. М.: Наука. 1964. 416 с.

**Ito H.** Fisheries and aquaculture. Japan // *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Development in Aquaculture and Fishery Sciences*. V.21. Ed. S.E. Shumway. Elsevier Science Publications. 1991. P.1017-1055.

**Maru K.** Ecological studies on the seed production of scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay)// *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.* 1985. № 27. P.1-54.

**Ventilla R.F.** The scallop industry in Japan // *Adv. Mar. Biol.* 1982. V.20. P.309-382.

**Wilbur K.M., Owen G.** Growth// *Physiology of mollusca*. N.Y., London: Acad. Press. 1964. V. 1. P. 211-242.

**Yamamoto G.** Studies on the propagation of the scallops, *Patinopecten yessoensis* (Jay) in Mutsu Bay // *Nippon Suisan-higen Hogokyoikai. Suisan-zoshoku Soshu.* 1964. № 6. P. 1-77.