

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

**Подорванова Н.Ф., Ивашишникова Т.С., Петренко В.С., Хомичук Л.С.** Основные черты гидрохимии залива Петра Великого (Японское море). Владивосток: ДВО АН СССР. 1989. 201 с.

**Хотимченко Ю.С., Деридович И.И., Мотавкин П.А.** Биология размножения и регуляция гаметогенеза и нереста у иглокожих. М.: Наука. 1993. 168 с.

**Христофорова Н.К., Шулькин В.М., Кавун В.Я., Чернова Е.М.** Тяжелые металлы в промысловых и культивируемых моллюсках залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука. 1993. 296 с.

**Чернова Е.Н., Кавун В.Я., Христофорова Н.К.** Оценка химико-экологических условий в районах культивирования моллюсков по микроэлементному составу съедобной мидии // Биол. моря. 1988. № 4. С. 71–74.

**Iskandar I.K., Keeney D.R.** Concentration of heavy metals in sediment cores from selected Wisconsin Lakes // Environ. Sci. Technol. 1974. V. 8, № 2. P. 165–170.

**Shulkin V.M., Kavun V.Ia.** The use of marine bivalves in heavy metal monitoring near Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. 1995. V. 31, № 4–12. P. 330–333.

**Tkalin A.V., Belan T.A., Shapovalov E.N.** The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. 1993. V. 26, № 8. P. 418–422.

**Guillou M., Quiniou F., Huart B., Pagano G.** Comparison of embryonic development and metal contamination in several populations of the sea urchin *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) exposed to anthropogenic pollution // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2000. V. 39. P. 337–344.

УДК 594.1

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ЯПОНСКОЙ КОРБИКУЛЫ (*CORBICULA JAPONICA PRIME*), ОБИТАЮЩЕЙ В ОЗЕРЕ АЙНСКОЕ

*Щукина Г.Ф., Полупанов П. В.,  
Сахалинский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии, г. Южно-Сахалинск*

Различия гидрологических условий северной и южной частей озера Айнское оказали влияние на характер распределения и структуру поселений корбикулы. Всего на акватории водоема выделено шесть скоплений корбикулы высокой плотности. Определены районы с наиболее благоприятными для японской корбикулы условиями обитания.

Анализ размерной структуры популяции показал, что в северной части озера средний размер моллюсков существенно ниже, чем в южной.

Differences in hydrological conditions of northern and southern parts of the Ainsky Lake have influenced upon the character of distribution and structure of colonies of *Corbicula japonica Prime*. In total, six high-density aggregations of this species have been distinguished on the area of this water body. Regions with the most favorable conditions for corbicula habitat were determined.

Analysis of size structure of the population has shown that in the northern part of the lake a mean size of molluscs is significantly lower than in the southern one.

Корбикула японская (*Corbicula japonica Prime*) - двустворчатый моллюск, обитатель низовий и эстуариев рек, солоноватоводных озер и лагун. Его ареал охватывает континентальное побережье Японского моря к югу от устья р. Амур, юг о. Сахалин и Курильские острова, Японию (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю), а также Корейский п-ов (Лихарев, 1953).

Данный вид является доминирующим по биомассе в донной фауне солоноватоводных озер о. Сахалина (Ключарева, Коренева и др., 1964). Несмотря на это, популяции японской корбикулы, обитающей в лагунах острова, практически не исследованы.

Целью данной работы является изучение условий обитания и особенностей биологии корбикулы в одном из наиболее населенных этим видом водоемов - озере Айнское.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в мае - октябре 1995-1998 гг. Орудием лова в 1995-1996 гг. на глубинах до 1,2 м служила ручная драга, дно которой было затянута мелкой делью (размер ячеек - 2 мм). Ее ширина составляла 0,5 м, высота - 0,35 м. На глубинах более 1,2 м использовали механическую драгу, имевшую следующие параметры: длина - 0,7 м, ширина - 1,25 м, высота - 0,5, глубина вхождения в грунт - 0,10 - 0,15 м. Работы производили с борта специализированного судна. Облавливаемая за одно механическое драгирование площадь составляла 25 кв. м.

В 1997-1998 гг. для отбора проб начали применять пробоотборник, представляющий собой 2,5-метровый металлический шест с жестко прикрепленным к нему полым цилиндром высотой 15 см и диаметром 19,5 см, основание которого снабжено двумя стальными ножами. При вращательном движении ножи срезают сектор грунта глубиной 5-7 см, площадь которого соответствует площади основания цилиндра, и через прямоугольные отверстия грунт вместе с корбикулой поступает внутрь пробоотборника.

Учетные съемки проводили по схеме, включающей от 70 до 75 драгировочных станций. Пробы отбирали на изобатах 0,5 м, 0,7 м, 1,0 м, 1,5 м и более 2 м. Моллюсков извлекали из слоя грунта глубиной 0,1 м и площадью 0,03 кв. м, расстояние между станциями измеряли с помощью размеченного фала. На каждом из обнаруженных скоплений определяли плотность и биомассу поселения из расчета на 1 кв. м, а также долю особей размером более 22 мм (предполагаемый промысловый размер). Коэффициенты агрегированности рассчитывали по следующей формуле:

$$A=1- X_{\text{сред}} / X_{\text{макс}}$$

где  $X_{\text{сред}}$  - средняя плотность на  $i$ -м участке;  $X_{\text{макс}}$  - максимальная плотность на  $i$ -м участке (Романовский, Смуров, 1975).

В ходе выполнения учетной съемки отбирали пробы на биоанализ в количестве не менее 100 экз. с каждого разреза. Всего за период исследований выполнен биоанализ 35600 экз., промеряно 9770 экз. На каждой станции фиксировали тип грунта.

Хотя на раковине моллюска имеются довольно отчетливые годовые кольца, определение возраста у особей старше 5 лет затруднительно. В связи с этим возрастной состав уловов корбикулы для 5-годовиков и младше определяли визуально, а для особей старше 5 лет - расчетным методом «вероятностной бумаги» (Harding, 1949; Cassie, 1954).

При проведении исследований большое внимание было уделено изучению условий обитания корбикулы в озере Айнское. В ходе гидрологической съемки измеряли температуру, соленость, содержание в воде растворенного кислорода, а также кислотность воды. Содержание в воде растворенного кислорода определено переносным портативным прибором японского производства UC-12 (точность измерения - 0,2 мг/л), соленость - прибором UC-77 (точность измерения 0,05 промилле), pH среды определено иономером «Пион» (точность измерения 0,2).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Условия обитания

Как показано на примере двух популяций из солоноватоводных озер побережья Японского моря, корбикула японская весьма чувствительна к ионному составу воды и

качеству грунта (Мандрыка, 1981). Учитывая эти особенности объекта исследований, остановимся кратко на лимнологической и гидрологической характеристике района работ.

Озеро Айнское относится к группе лагунных озер морских побережий, обязанных своим происхождением смещению береговой линии и обособлению заливов и бухт в результате намыва песчаных кос. Водоем расположен на западном побережье Южного Сахалина на расстоянии 1 км от морского берега. Его общая площадь – 33,3 кв. км, длина – 13,2 км, средняя ширина – 2,4 км. В северо-западную часть озера впадает сильно заросшая протока, соединяющая озера Айнское и Бакланье ( $S=5,5$  кв. км). Последнее через короткую протоку связано с оз. Угловское ( $S=1,3$  кв. км). В юго-западной части оз. Айнское соединяется с Татарским проливом протокой Рудановского (2-й протокой) (Григорьев, 1964). Водоем подразделяется выступающим с восточного берега Кольцевым полуостровом на северный и южный плесы, которые в настоящее время практически полностью заняты высшими водными растениями.

Проведенные исследования показали, что в прибрежной части оз. Айнское доминируют мелкозернистые пески разной степени заиления (рис. 1). Доля, занимаемая чистым песком, по предварительным оценкам, не превышает 9%. На глубине от 2 до 3 м залегают илы, а более 3 м – жидкие илы, площадь которых составляет около 20 % от общей площади водоема.

Одними из наиболее значимых для корбикулы гидрохимических показателей являются соленость, кислотность, количество растворенного в воде кислорода и температура воды (Kado, Murata, 1974).

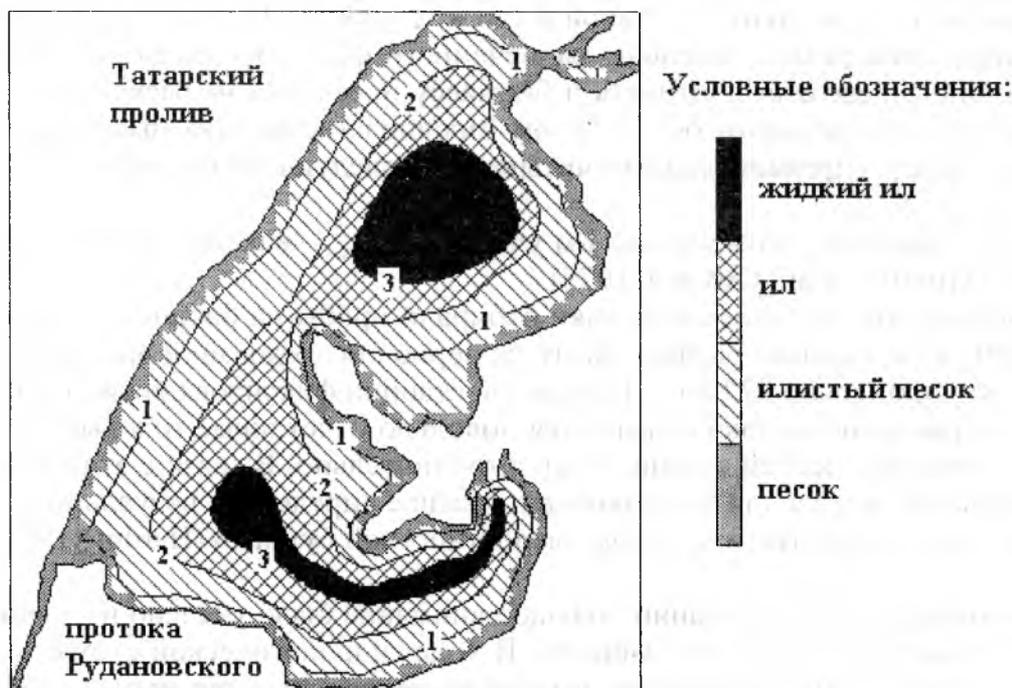


Рис. 1. Схема распределения глубин и грунтов в оз. Айнское по данным 1995-1998 гг.

При отсутствии штормового воздействия на распределение температуры и солености в водоеме определяющее влияние оказывают приливно-отливные процессы. Так, во время прилива в водоеме наблюдали несколько повышенную соленость (до 2,4‰) и широтное распределение температуры, что связано с подпором морских вод (рис. 2, 3).

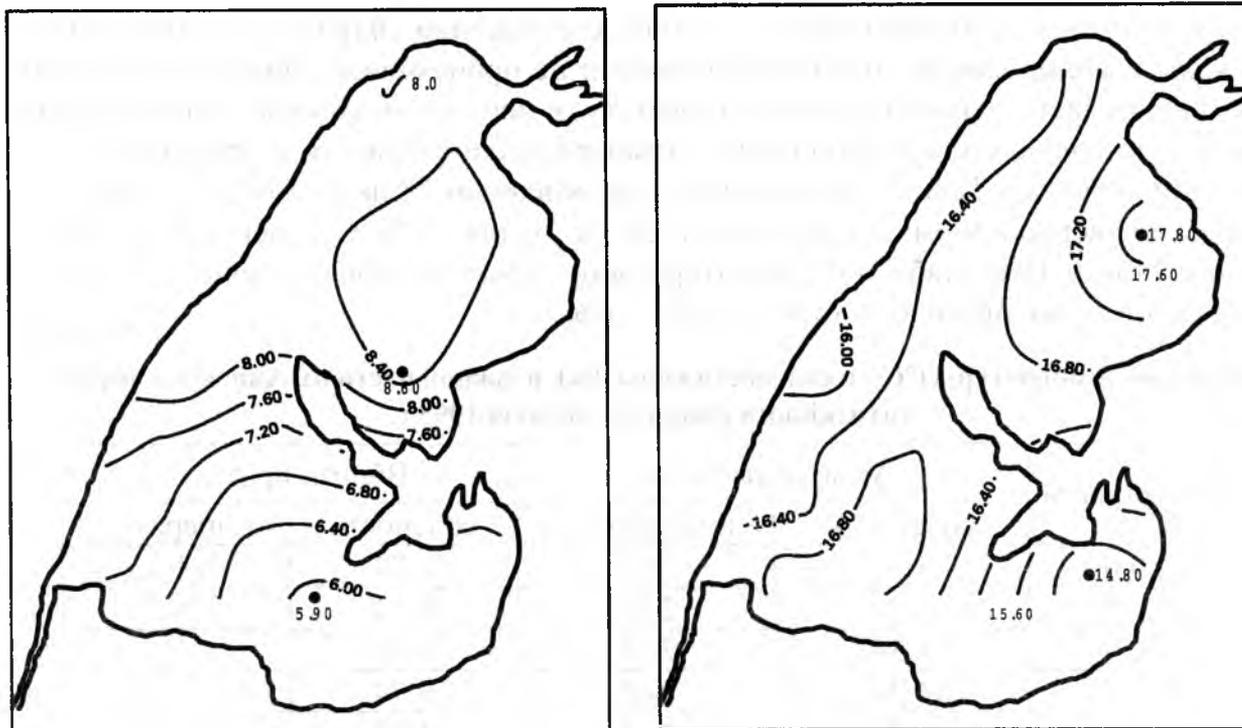


Рис. 2. Распределение температуры в оз. Айнское во время прилива (слева) и отлива (справа), весна-лето 1997 г. (здесь и далее точками обозначены районы с экстремальными значениями параметров)

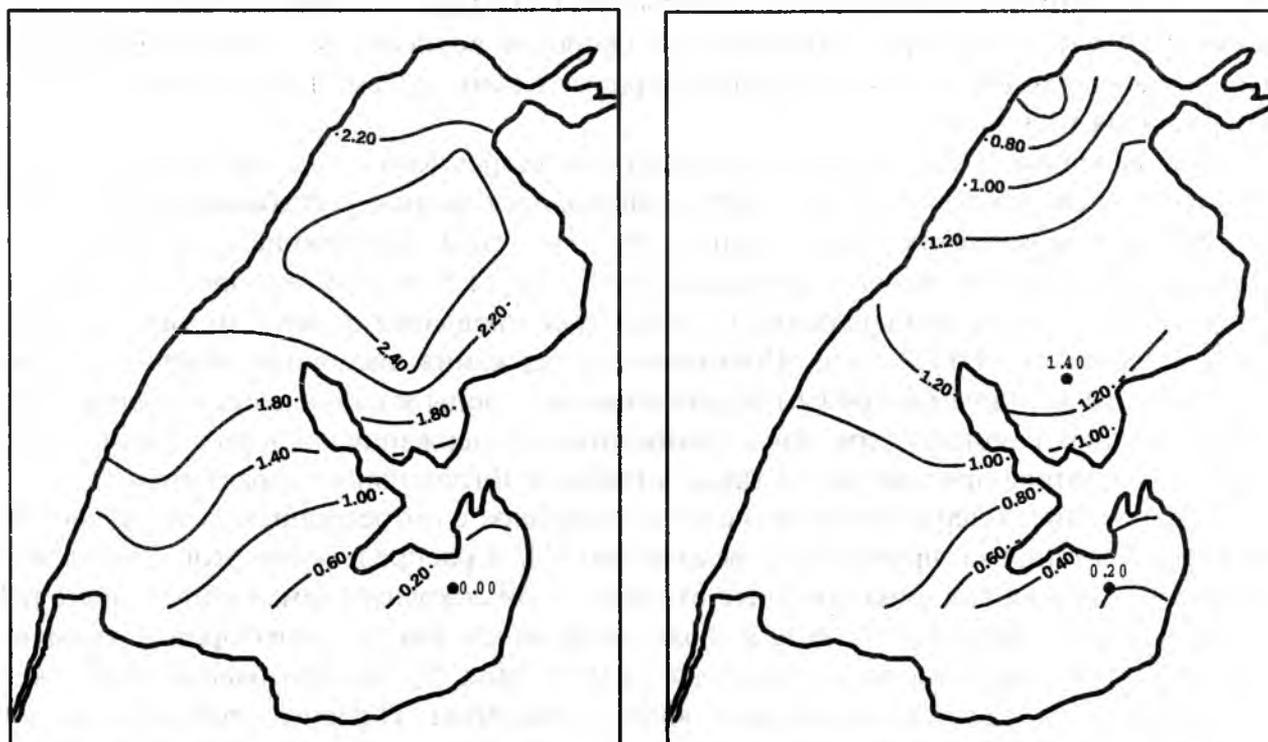


Рис. 3. Распределение солености в оз. Айнское во время прилива (слева) и отлива (справа), весна-лето 1997 г.

При отливе градиенты солености снижались до 1,4‰, а распределение температуры принимало характер меридионального. В обоих случаях прослеживается сток реки Айнка, дающей основной вклад в приток пресных вод.

На большей части акватории оз. Айнское изменений гидрологических параметров воды с увеличением глубины практически не происходило. Лишь относительно небольшой участок, прилегающий к фарватеру, в период сизигийных приливов имел довольно высокую степень различий по температуре и солености в придонных и поверхностных водах. Так, по наблюдениям, проведенным 28 июля 1995 г., температура воды в поверхностном слое составила 21,3°C, у дна - 17,9°C, соленость соответственно 0,74‰ и 10‰ (табл. 1). При штормовом перемешивании соленость вод была однородной и, как правило, составляла 0,5- 0,6‰.

Таблица 1

**Изменение температуры (°С) и солености воды (‰) в южной части оз. Айнское в период сизигийного прилива, 28 июля 1995 г.**

Глубина, м	Акватория озера		Вблизи протоки	
	соленость	температура	соленость	температура
0,0	1,19	21,6	0,74	21,3
0,5	1,34	21,6	0,74	21,3
1,0	1,34	21,6	0,75	21,1
1,5	1,34	21,6	0,79	21,1
2	1,34	21,6	1,01	20,9
2,5	1,34	21,3	3,48	19,5
3,0	1,38	21,3	10,85	17,9

Помимо солености, основное влияние на жизнедеятельность корбикулы оказывают кислородный и карбонатный балансы (рН), которые в основном зависят от жизнедеятельности водной растительности и скорости водообмена в исследуемом районе: чем выше водообмен и менее развита растительность, тем благоприятнее условия для развития моллюска.

Проведенные в мае замеры содержания растворенного в воде кислорода показали, что на всей акватории в этот период наблюдался довольно стабильный фон (концентрация O<sub>2</sub> в пределах 11,4-13,0 мг/л, рис. 4). Летом содержание кислорода в поверхностном слое снизилось и составляло от 8,3 до 11,0 мг/л. В октябре на всей акватории озера уровень концентрации O<sub>2</sub> несколько превышал летний, но был все-таки ниже весеннего (9,4-11,7 мг/л). Повышение содержания кислорода осенью вызвано прежде всего активным ветровым перемешиванием воды и наблюдается в основном в глубоководных районах озера. Зоны пониженного содержания кислорода приурочены к районам притока пресных вод, а также к районам интенсивного зарастания

Понижение содержания углекислоты, связанное с потреблением ее хлорофиллоносными растениями, приводит к увеличению рН. В распределении этого показателя весной и летом видны существенные отличия - при сохраняющемся общем фоне рН, находящемся в пределах 8,2-8,4, в июле выделяется участок акватории с высоким уровнем рН в поверхностном слое воды - 9,0-9,5 (рис. 5). Ее образование скорее всего связано с деятельностью высших водных растений. Наличие этой зоны может иметь негативные последствия для некоторых организмов, в том числе для корбикулы (Yamamuro, Nakamura, Nishimura, 1990).

К осени уровень рН в поверхностном слое воды снижается до 7,2-8,0. Распределение этого показателя в осеннее время достаточно однородно, что указывает на снижение жизнедеятельности высших водных растений.

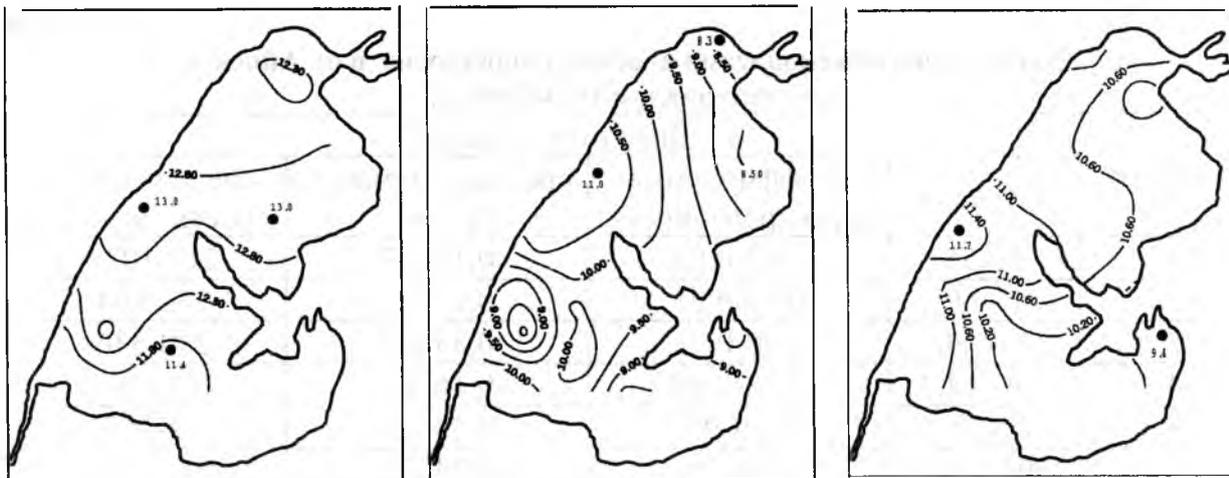


Рис. 4. Распределение кислорода в оз. Айнское весной (слева), летом (в центре) и осенью (справа) по данным 1997-1998 гг.



Рис. 5. Распределение рН в оз. Айнское весной (слева), летом (в центре) и осенью (справа) по данным 1997-1998 гг.

Проведенные исследования показали, что гидрологию южной части озера Айнское определяет баланс водообмена протоки Рудановского и реки Айнка. Северная часть озера в гидрологическом отношении более стабильна, и ее характеристики зависят в основном от поступления пресных вод через вторую протоку и малые водотоки северной части озера. Таким образом, между северной и южной частями водоема существуют определенные различия, оказывающие заметное влияние на характер распределения и структуру поселений обитающей здесь корбикулы.

#### Распределение корбикулы

Исследования, проведенные в 1995-1997 гг., показали, что *S. japonica* расселена на всей акватории озера Айнское за исключением предустьевого участка реки Айнка и залива к северо-востоку от м. Айнский. Моллюски селятся преимущественно на песчаных и песчано-илистых грунтах, на глубинах свыше 0,7 м и, при довольно равномерном пространственном распределении в целом на акватории, на шести локальных участках образуют скопления повышенной плотности. Это подтверждается высокими значениями коэффициентов агрегированности (табл. 2).

Характеристика скоплений японской корбикулы в оз. Айнское по материалам 1995-1998 гг.

№ участка	Диапазон значений			
	S, тыс. м <sup>2</sup>	коэффициенты агрегированности	средняя биомасса, кг/ м <sup>2</sup>	средняя плотность, экз./ м <sup>2</sup>
1	21-55	0,82-0,85	0,14-1,7	218-1028
2	18-60	0,59-0,95	0,27-1,1	162-804
3	66-780	0,80-0,95	0,35-0,9	280-536
4	6,0 –14,4	0,88-0,96	0,16-3,1	141-1041
5	47-390	0,79-95	0,54-3,9	232-1574
6	800-1100	0,90-0,92	0,94-2,8	387-730

В основном моллюски располагались узкой полосой вдоль берега (участки 1-5) (рис.6). Ее ширина составляет от 20 (участок 5) до 120 м (участок 1), из которых наиболее продуктивный слой - от 7 м (уч.1) до 60 м (участок 4). Площадь выделяемых поселений составляла от 6,0 тыс. кв. м до 1100 тыс. кв. м. Средние значения плотности за период наблюдений изменялись в пределах от 141 экз./м<sup>2</sup> до 1028 экз./м<sup>2</sup>, биомассы - от 0,14 кг/м<sup>2</sup> до 2,8 кг/м<sup>2</sup> соответственно.

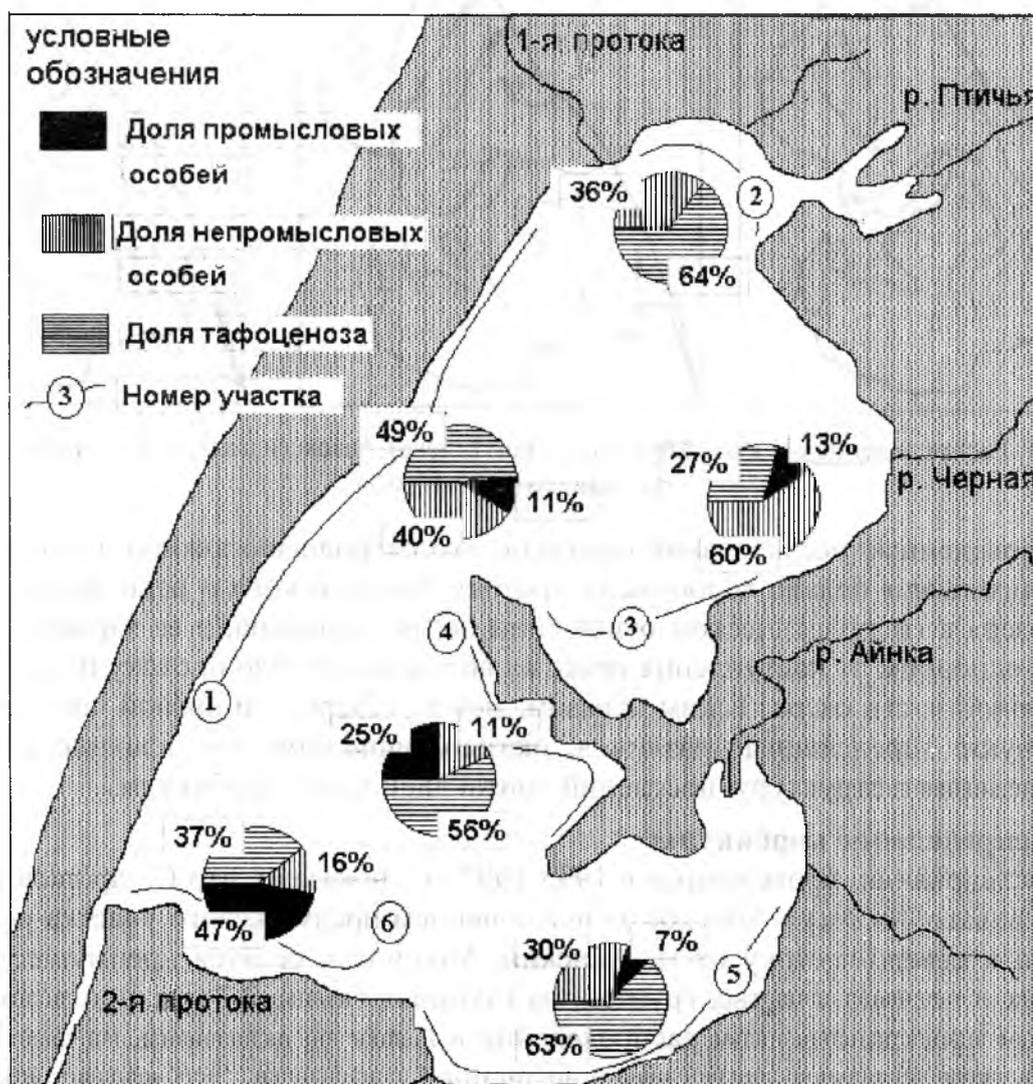


Рис. 6. Схема основных поселений японской корбикулы в озере Айнское и их структура по данным 1995-1996 гг.

Структура скоплений представлена живыми моллюсками и тафоценозом (створками мертвых моллюсков). Их соотношение и размерный состав варьируют по участкам. Большая часть промысловых особей сосредоточена в южной части озера, преимущественно в зоне влияния приливо-отливных течений. В отобранных здесь пробах отмечен относительно небольшой процент тафоценоза – 37% от массы улова (см. рис. 6). В остальных районах доля тафоценоза составляла половину улова и более – от 49% до 64%. При этом в районе, прилегающем к Первой протоке, половозрелые особи практически не встречались.

Подобная структура скоплений корбикулы в первую очередь определяется условиями обитания. Очевидно, что наиболее благоприятны они на участке, прилегающем к протоке Рудановского, а наименее благоприятны – в районе Первой протоки.

Батиметрическое распределение корбикулы в летний период несколько отличается от осеннего. Моллюски промыслового размера (длина более 22 мм) в летние месяцы предпочтительно держатся на глубинах от 0,75 до 2 м, создавая наиболее плотные скопления на глубине 1,25 м (рис. 7). Неполовозрелые особи в основном встречаются в том же диапазоне, но распределены более равномерно. К осени последние большей частью смещаются на метровую глубину, а наибольший процент особей промыслового размера концентрируется на глубинах от 1 до 1,75 м. Эти миграции, по-видимому, связаны с подготовкой корбикулы к зимовке, во время которой моллюск закапывается в грунт на глубину от 10 до 50 см и погружается в анабиоз (материалы Хоккайдской экспериментальной станции, 1992).

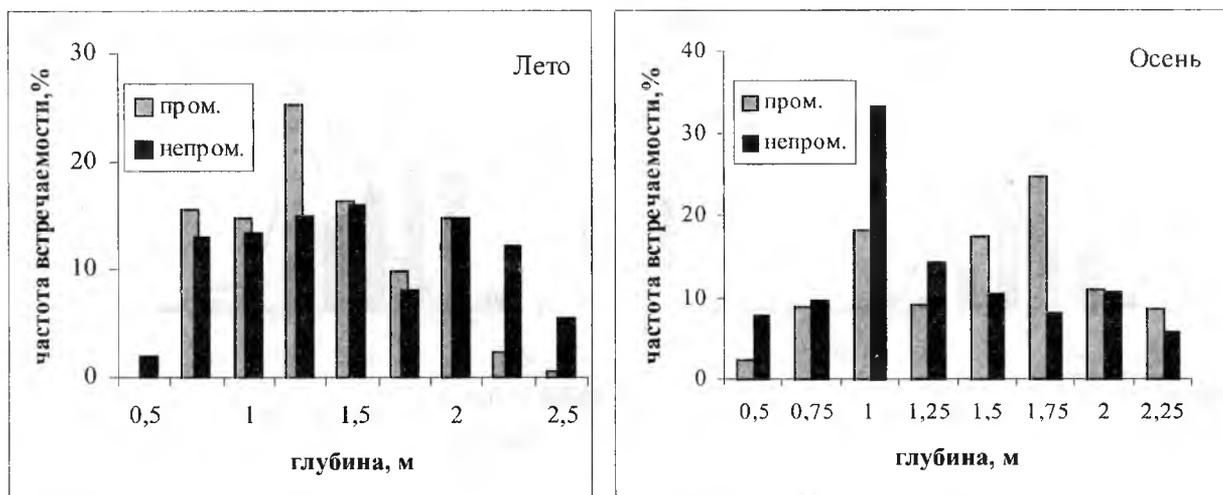


Рис. 7. Батиметрическое распределение японской корбикулы по численности, оз. Айнское, 1995-1998 гг.

Как показано на рисунке 8А, корбикула полностью отсутствует в районах с глубинами более 2,5 м, что связано с характером грунта, присущим этим участкам. Как правило, это жидкие илы почти метровой толщины либо плотные глинистые илы. Именно наличием илов, по нашему мнению, объясняется и заметное увеличение доли тафоценоза в составе уловов, полученных на этих глубинах (рис. 8 В). В то же время его высокий процент на мелководье, вероятнее всего, связан с зимним промерзанием водоема.

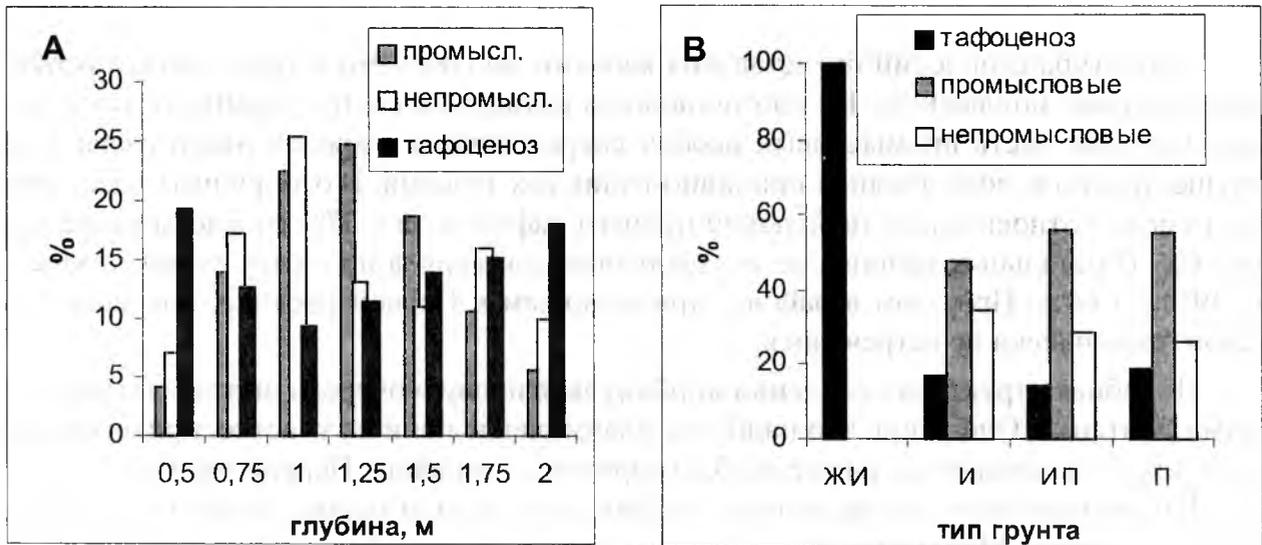


Рис. 8. Зависимость соотношения массы тафоценоза, биомассы особей промышленного размера и молоди в скоплениях корбикулы от глубины (А) и характера грунта (В), оз. Айнское, 1996-1998 гг. (ЖИ - жидкие илы, И - илы, ИП - заиленные пески, П- пески)

### Размерно-возрастная структура корбикулы

На рис. 9 представлены изменения размерного состава корбикулы озера Айнское в 1995-1998 гг. Наиболее крупные особи отмечены в уловах 1995-1996 гг. Диапазон колебаний ширины раковины в эти годы составил от 4 до 36 мм при среднем значении в 1995 г. 20,44 мм, в 1996 г. – 19,83 мм. В целом межгодовые колебания средневзвешенных размеров моллюсков были незначительны и не превышали 3,5 мм.

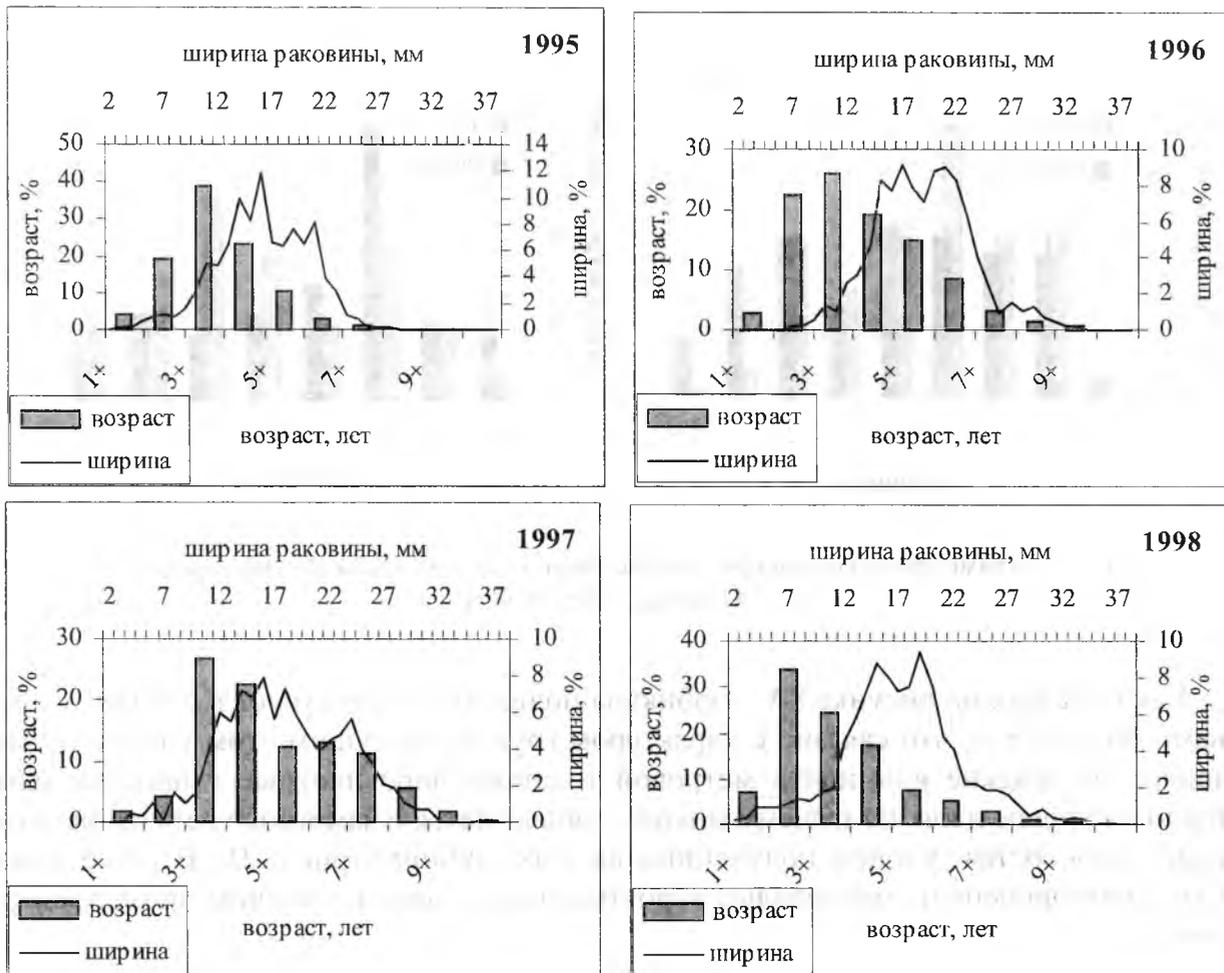


Рис. 9. Размерный состав японской корбикулы, обитающей в оз. Айнское, по данным 1995-1998 гг.

Уловы были представлены особями 10 возрастных групп. Доминировали особи возрастом 3+ и 4+.

Анализ размерного состава корбикулы, обитающей на различных участках водоема, показал, что в его северной части средний размер моллюсков был существенно ниже, чем в южной (рис. 10). В первом случае модальными являются группы 15-19 мм, во втором - 19-22 мм. Средние значения соответственно составили в первом случае –  $20,67 \pm 0,21$  мм, во втором –  $15,77 \pm 0,17$  мм.

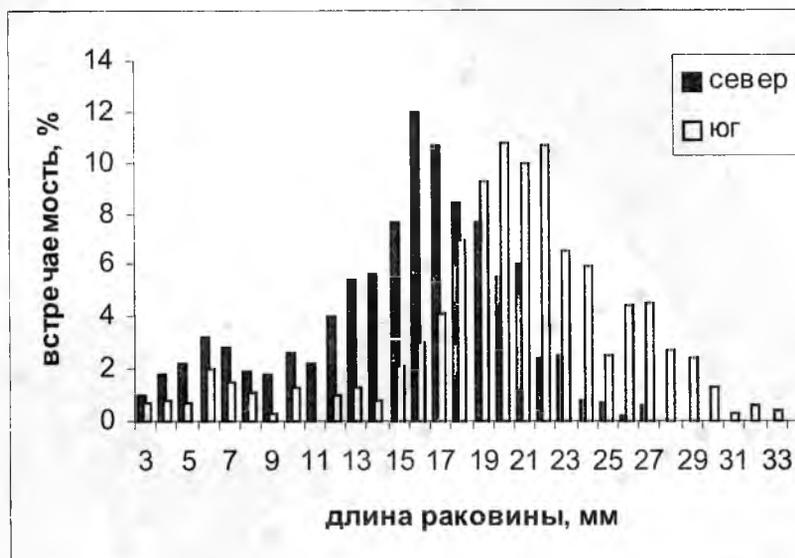


Рис. 10. Размерный состав японской корбикулы в различных районах оз. Айнское по данным 1997-1998 гг.

Возможны две причины возникновения подобных различий:

1) корбикула, населяющая северную часть озера, не достигает обычных для популяции размеров из-за повышенной смертности, причиной которой является высокий уровень кислотности вод в этом районе;

2) корбикула в течение жизни по мере роста мигрирует с севера на юг в поисках более пригодных условий обитания.

Последнее предположение подтверждается тем фактом, что в изменении средних размеров корбикулы на различных участках водоема наблюдается определенная закономерность. Направленность этих изменений отражена на рис 11. Не исключено, что приведенная схема отражает ход миграций моллюсков, которые они совершают по мере роста.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что гидрологию южной части озера Айнское определяет баланс водообмена протоки Рудановского и реки Айнка. Северная часть озера в гидрологическом отношении более стабильна. Ее характеристики зависят в основном от поступления пресных вод через Вторую протоку и малые водотоки северной части озера. Различия гидрологических условий северной и южной частей водоема оказали заметное влияние на характер распределения и структуру поселений обитающей здесь корбикулы.

При довольно равномерном пространственном распределении в целом на акватории на шести локальных участках моллюски образуют скопления повышенной плотности. Их площадь составляла от 6,0 тыс. кв. м до 1100 тыс. кв. м. Средние зна-

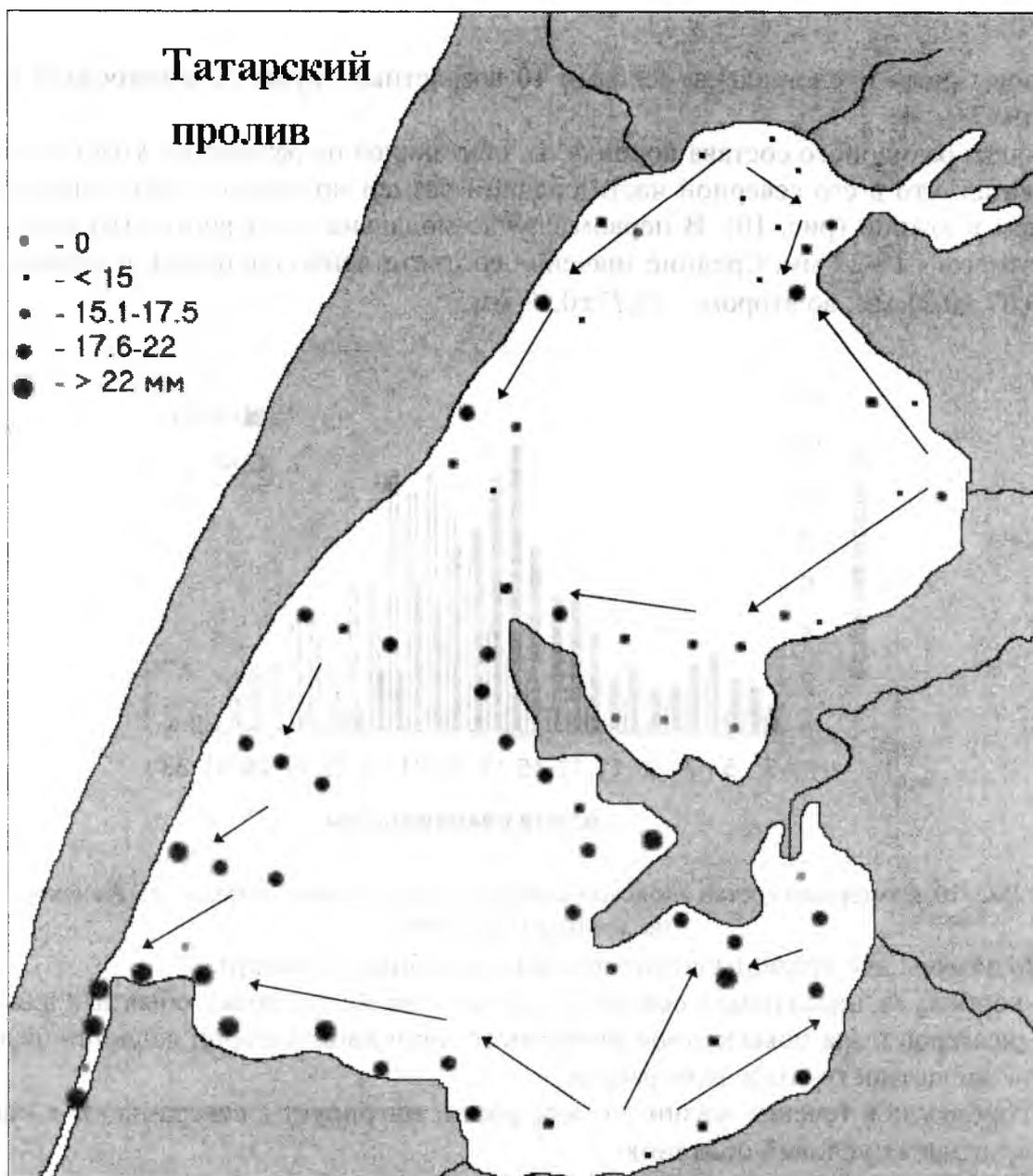


Рис. 11. Пространственная направленность изменений средних размеров японской корбикулы в озере Айнское по данным 1997–1998 гг. (стрелками показаны основные направления увеличения среднего размера)

чения плотности поселений за период наблюдений изменялись в пределах от 141 экз./м<sup>2</sup> до 1028 экз./м<sup>2</sup>, биомассы - от 0,14 кг/кв. м до 2,8 кг/кв. м соответственно.

Результаты анализа структуры скоплений (соотношение молоди, взрослых особей и тафоценоза) свидетельствуют о том, что наиболее благоприятными для корбикулы являются условия на участке, прилегающем к протоке Рудановского (высокое содержание в воде кислорода, низкий уровень рН, а также наличие песчаного и илисто-песчаного грунта), а наименее благоприятными – в районе Первой протоки.

В северной части озера средний размер моллюсков существенно ниже, чем в южной части. Причины этих расхождений предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

- Григорьев В.И.** Гидрологический очерк некоторых озер Южного Сахалина // В кн. Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. М.: Из-во МГУ. 1964. С. 8-46.
- Ключарева О.А., Коренева Т.А., Сокольская И.Г., Старобогатов Я.И.** Донные беспозвоночные озер Южного Сахалина // В кн. Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. М.: Из-во МГУ. 1964. С. 47-81.
- Лихарев И.М.** Особенности распространения моллюсков Приморского края // Труды ин-та АН СССР. 1953. Т.13. С. 277-288.
- Мандрыка О.Н.** Исследование популяций двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* Prime из солоноватоводных озер побережья Японского моря // Вестник ЛГУ. 1981. № 15. В. 3. С. 18-25.
- Книпович Н.М.** Гидрология морей и солоноватых вод // Л. 1938. 513 с.  
Корбикула на Хоккайдо // Материалы Хоккайдской экспериментальной станции, 1992. Вып. 17. С. 56-59 (на японском яз.).
- Романовский Ю.Э., Смуров А.В.** Методика исследования пространственного распределения организмов // Журнал общей биологии. – 1975. Т.36. № 2. С. 227-236.
- Cassie R.M.** Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions // J. Austral. mar. and freshwater biol. 1954. Vol. 5. No. 3. P. 513-524
- Harding J.P.** The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions // J. mar. Biol. Ass. U.K. 1949. 28. P. 141-153
- Fuji A.** Growth and breeding season of the brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in Zyusan gata inlet // - Bull. of the Faculty of Fisheries. 1957. Vol. 8. № 3. P. 178-184.
- Kado Y., Murata H.** Responses of brackish and fresh water clams, *Corbicula japonica* and *Corbicula leana*, to variation salinity // J Sci. Hiroshima Univ. Ser. B., Div. 1. 1974/ Vol. 25. P. 217-224
- Yamamuro M., Nakamura M., Nishimura M.** A method for detecting and identifying the lethal environmental factor on a dominant macrobenthos and its application to Lake Shinji, Japan // Mar. Biol. 107. 1990. P.479-483.