

АКАДЕМИИ НАУК СССР  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ МОРЯ (ИБМ)

На правах рукописи

ТАБАЕВ Делик Доккович

УДК 594.117:639.3/6

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ  
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛУСКОВ В ПРИМОРЬЕ

03.00.18 - гидробиология

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Владивосток, 1990

Работа выполнена в Тихоокеанском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО).

Научный руководитель к.б.н., ст.н.с. Марковцев В.Г.

Официальные оппоненты: д.б.н., профессор Белогуров О.И.  
к.б.н. Селин Н.И.

Ведущая организация - Зоологический институт АН СССР

Защита состоится "20" февраля 1990 года на заседании специализированного совета К 003.66.01 при Институте биологии моря ДВО АН СССР по адресу: г. Владивосток, 32 Институт биологии моря, Пальчевского, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Дальневосточного отделения АН СССР

Автореферат разосл

Ученый секретарь  
специализированного

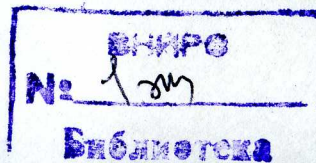
### В В Е Д Е Н И Е

Актуальность проблемы. Марикультура, как отрасль рыбного хозяйства, с каждым годом приобретает все более весомое значение в экономике многих прибрежных государств. Ее роль особенно возросла с введением 200-мильных экономических зон. В начале 80-х годов объем продукции марикультурных хозяйств составил 6 млн. т в год (Моисеев, 1984). Ожидается, что к 2000 году продукция марикультуры возрастет в 10 раз (Патин, 1984).

Первое опытно-промышленное морское хозяйство по разведению приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) было организовано в 1971 г. в зал. Посъета. Через семь лет (в 1978 г.) были созданы экспериментальные участки по культивированию моллюсков при рыбозаводах "Славянский" и "Попов". К настоящему времени гребешка выращивают и севернее мыса Поворотного - в б. Мелководная, Кит и зал. Владимира. Тихоокеанскую мидию (*Mytilus trossulus*) выращивают в заливах Посъет и Восток. Общая площадь подвесных плантаций для разведения моллюсков составляет более 40 га и донных - более 100 га.

В настоящее время на морских хозяйствах Приморья используются заимствованные из мировой практики и обогащенные отечественным опытом схемы культивирования (Белогуров, 1981; Раков, 1984; Шепель, Коновалова, 1984; Брыков и др., 1986), которые используются в практике нескольких морских хозяйств Приморья.

Результаты производственных проверок технологий культивирования гребешка и мидии показали, что высокая трудоемкость и слабая механизация процессов выращивания сдерживают увеличение объемов продукции. Наиболее значительные трудности возникают в процессе снятия моллюсков с коллекторов, сортировки и пересад-



ки в садки. На ЭМБ "Посыет" не удается пересадить осенью из коллекторов в садки более 5-10 млн. экз. спата гребешка. В процессе пересадки наблюдается значительный отход моллюсков (30-50%). Нестабильный сбор посадочного материала (численность спата может отличаться в 47 раз) ослабляет возможности планирования мероприятий по культивированию ценных объектов, а высокая трудоемкость технологии сдерживают увеличение масштабов разведения.

Цель и задачи исследования. Цель работы заключается в исследовании возможности и создании методов, способствующих достижению моллюсками на коллекторах постоянной, оптимальной численности, позволяющей культивировать их без пересадок до товарного размера. Основными задачами работы явились:

1. Изучение пространственного распределения молоди двустворчатых моллюсков и их хищника - амурской звезды в Приморье.
2. Исследование биологии амурской звезды и мер борьбы с ней.
3. Поиск биологических особенностей двустворчатых моллюсков и конструктивных возможностей создания беспересадочной технологии их культивирования.
4. Разработка методики долгосрочного прогнозирования численности оседающих на коллекторы личинок приморского гребешка.
5. Изучение возможности стабилизации сбора личинок приморского гребешка на коллекторы.
6. Определение возможности культивирования двустворчатых моллюсков на искусственных субстратах без пересадок до товарного размера.

Научная новизна. Впервые описано распределение молоди беспозвоночных на коллекторах в нескольких районах Приморья, определена межгодовая динамика их численности и обнаружено совпадение динамик численности видов, имеющих сходные ареалы, в том чис-

ле приморского гребешка и хищника - амурской звезды. Определена граница между двумя районами, отличающимися по динамике численности молоди. Установлены лимитирующие воспроизводство моллюсков факторы, выживаемость приморского гребешка на личиночных стадиях и миграция личинок в зал. Посыета. Обнаружена изменчивость пищевой активности звезд в зависимости от численности жертв, а также возможность влиять на численность личинок в планктоне.

Практическое значение. Выяснено влияние конструктивных особенностей коллекторов и режимов их эксплуатации на численность, выживаемость и темпы роста осевших личинок беспозвоночных. Разработаны методы прогнозирования и регуляции численности спата на коллекторах. Материалы по распределению личинок двустворчатых моллюсков и результаты испытаний коллектор-садков легли в основу обоснования для размещения питомников приморского гребешка в зал. Посыета, составленного в 1988 г. для отдела марикультуры Приморрыбпрома. Создан способ разведения морского гребешка и устройство для его осуществления (а.с. № II78371), позволяющий культивировать осевших на коллекторы гребешков без пересадок до товарного размера, и способ совместного культивирования водорослей и моллюсков (а.с. № I352678), увеличивающий продуктивность морских плантаций.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были представлены на III и IV Всесоюзных совещаниях по научно-техническим проблемам развития марикультуры (Владивосток, 1980; 1983), II и III съездах океанологов (Севастополь, 1982; Ленинград, 1987), на III и IV Всесоюзных совещаниях по пром. беспозвоночным (Калининград, 1982; Севастополь, 1986), Всесоюзной конференции по проблемам искусственных рифов (Москва, 1987), II Региональной

конференции молодых ученых и специалистов (Петропавловск-Камчатский, 1983), на семинаре лаборатории морских исследований ЗИН АН СССР (Ленинград, 1987), на ежегодно организуемых отделом марикультуры ПО Приморрыбпром школах передового опыта, на биологической секции Ученого Совета Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) (Владивосток, 1989).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ и получено 4 авторских свидетельства.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, семи глав, основных выводов, списка литературы. Работа иллюстрирована 32 рисунками и 17 таблицами. Список использованной литературы включает 170 наименований, из которых 54 - иностранных авторов. Первая глава представляет собой материал и методы исследования. Остальные главы включают изложение результатов и их обсуждение.

## Г Л А В А I

### Материал и методы исследования

Работу проводили с 1976 по 1988 гг. в западной части зал. Посъета, а также в зал. Славянском, б.Алексеева (о.Попова) (1981 - 1985 гг.), б. Мелководная (1987 - 1988) и б.Кит (п. Глазковка) (1985 - 1988 гг.).

Для определения начала оседания личинок приморского гребешка на субстраты изучали динамику гонадного индекса производителей. Время наступления нереста гребешка определяли по уменьшению гонадного индекса согласно методике Ито с соавторами (Ito et al, 1975). Ежедекадно, до и после нереста, не менее 25-30 экз. моллюсков в двух районах (зал. Посъета и б. Кит) отлавливали

и взвешивали на весах ВЛТК - 500 с точностью  $\pm 0,02$  г. вес гонад и вес мягких тканей. Выживаемость личинок гребешка в планктоне определяли путем выставления в море планктонных сеток. Суммарное количество погибших личинок находили при изучении в камере Богорова под микроскопом МБС-Г смыва с планктонных сеток, поставленных на дно. Общую сумму личинок гребешка определяли путем численного интегрирования по формуле Симпсона (Корниш-Бюден, 1983) количества личинок в планктоне, пойманных другой сеткой в процессе эксперимента.

Основным материалом послужили сборы обрастателей коллекторов, выставляемых на 26 станциях (рис. I). Коллекторы располагали на горизонте 0-19 м, а с 1985 г. на горизонте 12-26 м. Через 2-3 месяца и через год в течение нескольких лет коллекторы поднимали на поверхность. С них снимали все виды живых и мертвых двустворчатых моллюсков и морских звезд, которых определяли до вида и измеряли штангенциркулем с точностью  $\pm 0,1$  мм.

Для определения рациона амурской звезды, от численности моллюсков, погибших на коллекторе со звездой, отнимали численность мертвых моллюсков на коллекторе без звезд.

Для изучения влияния обрастателей коллекторов на обилие оседающих личинок, в 1980-1982 гг. коллекторы выставляли в б. Миносок в динамике, начиная с осени предшествующего года.

Влияние размера отверстий в оболочке коллектора на численность оседающих личинок определяли в 1982 г. На коллектор-садки, состоящие из 20 одинаковых пластин, одевали оболочку с шестью вариантами размера ячеек. Использовали по две гирлянды с одинаковой оболочкой. Контролем были коллектор-садки без оболочки. В последующие годы наблюдали за содержимым коллекторов, имеющих 2-3 варианта размера ячеек.

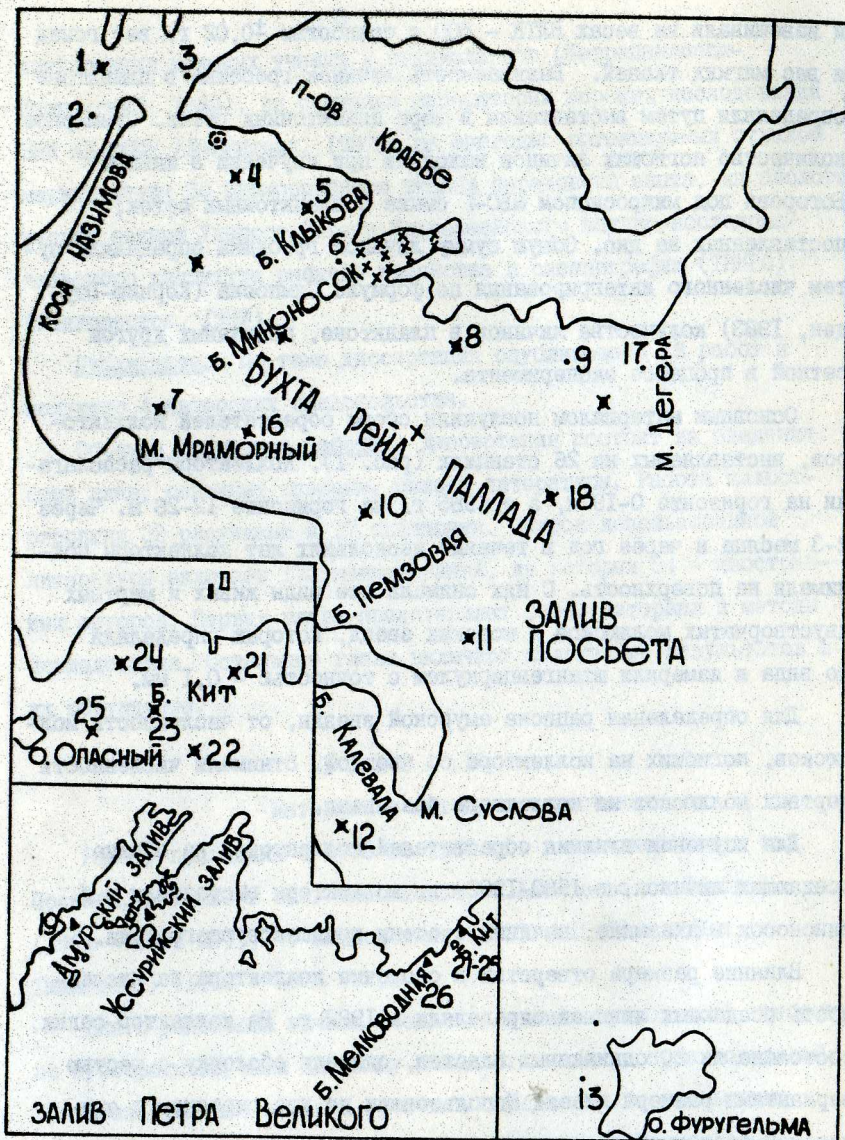


Рис. I. Схема размещения коллекторов /./ и станций планктонных проб /x/ у берегов Приморья. Цифры - номера станций.

Параметры всех эмпирических формул в работе, за исключением специально оговоренных, рассчитывали методом наименьших квадратов. Величины средних значений, коэффициентов корреляции ( $r$ ) рассчитывали для 95% доверительного уровня (Лакин, 1980) на ЭВМ "ЕС-1035" или на микрокалькуляторе "Электроника БЗ-21" с применением статистических программ (Цветков, 1982).

Сведения о материале и объеме выполненных работ приведены в табл. I.

Таблица I

Объем проведенных работ

Виды работ	Число измерений, опытов, проб, экземпляров
Обследовано коллекторов	1100 шт
Промерено особей	
на ранних стадиях онтогенеза	6740 экз
на постличиночных стадиях	90000 --
определение гонадного индекса	2028 --
масса сухих тканей у животных	618 --
Планктонные пробы	407 шт
Численность производителей, использованных для искусственного нереста	154 экз
Пробы дыхательной активности	109 проб
Измерение температуры	1260 измерений
Численность моллюсков, послуживших для определения рациона звезд	70625 экз

Глава II. Распределение молоди двустворчатых моллюсков  
и морских звезд

I. Двустворчатые моллюски

а) Приморский гребешок

В процессе наших многолетних наблюдений за распределением молоди приморского гребешка в зал.Посьета обнаружено сходство динамик численности спата между станциями. Коэффициент корреляции между динамики численности в 1978 и 1980 гг. составляет 0,52 ( $P < 0,05$ ). В другие годы, возможно, вследствие изменчивости направления течения наблюдалась противоположная картина.

Несмотря на отличия между динамиками численности, уровень пополнения популяции приморского гребешка в заливе остается единым.

Сходство динамик пополнения популяций приморского гребешка наблюдается между зал. Посьета, б.Северная (зал.Славянский), б. Алексеева (о.Попова), а также б. Мелководная. Между первым и вторым районами  $r = 0,99$ ;  $P < 0,01$ , а между первым и третьим районами  $r = 0,75$ ;  $P < 0,05$ . Иными словами, весь залив Петра Великого, а также северные участки до м.Оларовского демонстрируют единство условий, определяющих воспроизводство вида.

Практически все открытые участки зал. Посьета в урожайные годы пригодны для промышленного сбора личинок приморского гребешка. Возможно, вследствие сильного течения, в б.Кит, несмотря на низкую численность личинок в планктоне, на коллекторах встречается больше молоди приморского гребешка, чем в б.Миноносок (табл.2). Динамики численности молоди приморского гребешка в этих бухтах имеют противоположный характер ( $r = -0,97$ ,  $P < 0,05$ ). Возможно, это происходит вследствие противоположного летнего обилия осадков на севере и юге Приморья, отмечаемое И.В. Бирманом (1985). Терригенный сток увеличивает concentra-

цию в воде биогенов и, следовательно, обилие фитопланктона, по-видимому, влияющее на выживаемость личинок.

Таблица 2

Оседание личинок Моллюсков на коллекторы в двух  
удаленных друг от друга районах

Год	Гребешок приморский	Тихоокеанская мидия	Гребешок Свифта	Хителла арктичес- кая
1985	<u>109±1</u> 1109±312	<u>97±90</u> 1143±710	<u>5±2</u> 478±344	<u>8±7</u> 121±56
1986	<u>541±337</u> 65±64	<u>192±332</u> 79 ±83	<u>5±3</u> 34±20	<u>66±80</u> 77±38
1987	<u>176±36</u> 596±164	<u>2861±2321</u> 350 ±98	<u>0.3</u> 1163±228	<u>25±27</u> 14±11
1988	<u>458±165</u> 476±58	<u>1743±800</u> 54±30	<u>0.4</u> 523±511	<u>0</u> 23±19

Примечание: над чертой - численность спата в б.Миноносок, экз/м<sup>2</sup>,  
под чертой - численность спата в б.Кит, экз/ м<sup>2</sup>.

б) Тихоокеанская мидия

Отсутствие мидии на естественных субстратах в зал.Посьета (Шепель, 1979), сдерживало численность личинок в б.Миноносок на низком уровне. В динамике ее численности до промышленного культивирования хорошо прослеживалась периодичность. В нечетные годы мидии было меньше, чем в четные. Межгодовые колебания пополнения популяции были противоположны динамике численности спата приморского гребешка ( $r = -0,82$ ). В годы с дождливым летом (в 1983 и 1986 гг. соленость на мелководье зал.Посьета понижалась до 12‰, наблюдались вспышки численности и мидии и

приморского гребешка (табл. 3).

В связи с началом промышленного культивирования мидии, в б. Миноносок с каждым годом становилось больше ее производителей. Возможно, вследствие этого, увеличилась почти на порядок численность и стабильность пополнения молодь.

Условия для воспроизводства тихоокеанской мидии в зал. Посъета между станциями иногда совпадают. Динамики численности спата на четырех станциях в 1979 и 1980 гг. были сходными ( $r = 0,80$ ;  $P < 0,05$ ). В другие годы единство условий воспроизводства мидии было менее заметно.

Динамики численности мидии в зал. Посъета, зал. Славянском и б. Алексеева совпадают ( $r = 0,7$ ). В течение четырех лет динамики численности мидии в б. Кит и б. Миноносок демонстрируют слабо выраженный противоположный характер ( $r = -0,21$ ) (см. табл. 2). Акватории о. Попова и зал. Славянский менее пригодны для сбора спата гребешка. Вместе с тем мидии на коллекторы там оседают больше, чем в других районах. Это позволяет нам рекомендовать указанные районы для товарного выращивания тихоокеанской мидии.

#### в) Японский гребешок

Межгодовые динамики пополнения популяции японского гребешка и тихоокеанской мидии до 1979 г. совпадали ( $r = 0,7$ ). На всем протяжении исследования динамика пополнения молодь японского гребешка была противоположной динамике приморского гребешка ( $r = -0,65$ ;  $P < 0,05$ ), гребешка Свифта ( $r = -0,13$ ), амурской звезды ( $r = -0,03$ ) и хиателлы арктической ( $r = -0,32$ ) (табл. 3).

Таблица 3

Численность молоди беспозвоночных на коллекторах в б. Миноносок зал. Посъета (экз/м<sup>2</sup> субстрата)

Г о д ы	В и д ы б е с п о з в о н о ч н ы х					
	Приморский гребешок	Тихоокеанская мидия	Японский гребешок	Гребешок Свифта	Хиателла-Амурская ла арк-звезда тическая	
1977*	479±49	13,8	13,1	-	-	9,5±3,1
1978	69±3	118±25	16±8	-	355±217	0,9±0,7
1979	327±89	110±102	2±1	2±1	50±24	2,0±0,3
1980	22±0,4	1816±284	103±25	3±1	9±8	0,2±0,1
1981	259±56	908±426	84±43	16±9	45±22	1,1±0,6
1982	160±18	949±353	229±65	1±0	0	0,1±0,0
1983	1060±232	1479±862	16±11	29±5	966±603	0,8±0,1
1984	193±16	1037±1020	66±40	9±7	29	0,0
1985	109±1	97±90	74±62	5±2	8±7	0,0
1986	541±337	192±332	0,0	5±3	66±80	0,2±0,1
1987	176±36	2861±2321	1±0,5	0,3	25±27	0,1±0,05
1988	458 165	1743 800	0	0,4	0	0,02

\*Примечание: данные по тихоокеанской мидии и японскому гребешку в 1977 г. взяты у Н.Н. Коноваловой и Г.В. Поликарповой (1983) и переведены на м<sup>2</sup>.

Отмеченные виды гребешков имеют различное происхождение. Японский гребешок - субтропический вид, гребешки приморский и Свифта - низкобореальные виды (Скарлато, 1981).

Условия для воспроизводства японского гребешка в зал. Посъета, как правило, совпадают. Динамики численности спата между станциями в 1978 и 1980, а также в 1978 и 1985 гг. имели сходный характер ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,05$  и  $r = 0,91$ ;  $P < 0,01$  соответственно).

## г) Гребешок Свифта

На коллекторах, выставленных в открытой части б. Рейд Паллада, наблюдается максимальное количество молоди гребешка Свифта. Одним из благоприятных факторов для его воспроизводства в этих районах может быть более низкая температура воды. Весь зал. Посьета часто демонстрирует единство условий для воспроизводства гребешка Свифта. Динамики численности спата в заливе в 1979 и 1980 гг. были сходными ( $r = 0,59$ ;  $P < 0,05$ ), а между 1980 и 1985 гг.  $r = 0,82$ . В б. Миноносок динамики численности приморского гребешка и гребешка Свифта совпадают ( $r = 0,8$ ;  $P < 0,05$ ).

Увеличивающаяся значимость б. Миноносок по сбору спата гребешка Свифта объясняется увеличением площади плантаций, являющихся субстратом для оседания личинок, и, вследствие этого, возрастанием численности производителей.

Залив Петра Великого менее благоприятен для сбора личинок гребешка Свифта, чем более северные районы. На коллекторах одинаковой конструкции, выставленных в б. Миноносок зал. Посьета, прол. Старка о. Попова и б. Кит в оптимальные для оседания личинок сроки, их обилие составляло 5; 0 и 477 экз/м<sup>2</sup> соответственно. В среднем за четыре года численность молоди гребешка в б. Кит была выше, чем в б. Миноносок (2198 и 11 экз/м<sup>2</sup> соответственно). Динамики численности спата гребешка Свифта в б. Миноносок и б. Кит имеют, как правило, противоположный характер ( $r = -0,92$ ;  $P < 0,05$ ).

## д) Мидия Грея

В зал. Посьета наблюдается высокая численность осевшей на искусственные субстраты мидии Грея. У о. Фурутельма (ст. 13, рис. 1), мысов Федорова и Низменный (см. 6 и 7) численность

трехлетней мидии Грея колебалась от 1040 до 9780 экз/м<sup>2</sup> субстрата. В интенсивности оседания личинок мидии Грея в садок с гребешками (б. Миноносок, зал. Посьета) в течение ряда лет наблюдалась некоторая изменчивость. Наиболее благоприятными для воспроизводства мидии были 1977-1978 и 1983-1984 гг. В эти же годы на гребешковых коллекторах наблюдалась высокая численность тихоокеанской мидии (табл. 3).

## е) Хиателла арктическая

В отдельные годы большой численности на коллекторах достигает молодь хиателлы арктической. Несмотря на мелкие размеры моллюска, из-за высокой плотности заселения коллекторов, следует считать рациональным ее использование в пищу животным. Благоприятными для воспроизводства этого вида годы были теми же самыми, что и для приморского гребешка ( $r = 0,8$ ;  $P < 0,01$ ) и гребешка Свифта ( $r = 0,9$ ;  $P < 0,001$ ) (табл. 3). Условия для воспроизводства хиателлы арктической в зал. Посьета часто совпадают. Динамики численности спата в 1979 и 1980 гг. были сходными ( $r = 0,99$ ;  $P < 0,01$ ).

Открытые, холодноводные районы в зал. Посьета являются более благоприятными для оседающих личинок хиателлы арктической, но, как и у других видов, много молоди встречается на коллекторах, выставленных в б. Миноносок. Причины этого сходны с ранее указываемыми для других видов - большое скопление производителей в садках с гребешком, на его створках и на элементах конструкций. В зал. Посьета, по сравнению с б. Кит хиателлы оседает на коллекторы в два раза меньше (в среднем за четыре года 25 и 59 экз/м<sup>2</sup> соответственно). Динамики пополнения популяции этого вида имеют слабо выраженный положительный характер ( $r = 0,13$ ).



## 2. Морские звезды

Большое влияние на осевших личинок моллюсков оказывают хищники и, прежде всего, амурская звезда *Asterias amurensis*. Много личинок амурской звезды оседает в открытых районах зал. Посъета, особенно у мысов Деда, Низменный, Шелеха и в о. Немзоявая, а также в зал. Славянском и б. Алексеева о. Попова. Возможно, из-за отсутствия на дне производителей, личинки звезды не оседают на коллекторы в б. Кит.

Личинок лизастрозома *Lizastrosoma anthosticta*, также оказывающей влияние на культивируемых моллюсков, больше оседает на коллекторы в б. Миносок, нежели в других районах. Годы успешного воспроизводства лизастрозома и амурской звезды в б. Миносок, как правило, совпадают. Когда бывает низка численность молоди вышеуказанных видов, на мидийных и гребешковых коллекторах встречается морская звезда патирия *Patiria pectinifera*. Ее максимальная численность на коллекторах достигает 9,1 экз/м<sup>2</sup>.

Возможно, личинки амурской звезды во время оседания на субстрат используют хемотаксис, т.к. встречаются на тех коллекторах, где численность молоди приморского гребешка в 1,2 раза, японского гребешка в 2 раза и тихоокеанской мидии в 3 раза больше.

Личинки исследованных животных различаются в пространственном распределении в море, определяемом по численности их на коллекторах.

У исследованных видов наблюдается также различие в вертикальном распределении молоди. Учитывая характер вертикального распределения молоди морской звезды *A. amurensis* на коллекторах, с одной стороны, и спата промысловых двустворчатых моллюсков - с другой, и принимая во внимание степень перекрытия зон их максимального обилия, можно рекомендовать для сбора

личинок приморского гребешка горизонт 9-16 м, для тихоокеанской мидии 0-4 м, для японского гребешка 5-8 м, мидии Грея 6-12 м. В этом случае на коллекторах, наряду с достаточным обилием культивируемых моллюсков, будет максимально снижена численность сопутствующих и хищных видов. Зональность вертикального распределения донных животных - обитателей прибрежных вод - есть результат специфической адаптации их клеток к температуре среды и связано с различиями белковой структуры (Zhirumsky, 1973).

## Глава 3. Влияние амурской звезды на культивируемых моллюсков

Нами обнаружено совпадение динамик численности молоди амурской звезды и спата приморского гребешка. По первым шести исследованным годам  $r = 0,82$ ;  $P < 0,05$ , что указывает на сходство факторов, влияющих на воспроизводство хищника и жертвы. Уравнение, описывающее сходство динамик численности молоди приморского гребешка и амурской звезды имеет вид:  $Y = 128,7 + 39,4 x$  ( $r = 0,82$ ;  $P < 0,05$ ), где  $Y$  - численность приморского гребешка,  $x$  - численность амурской звезды.

На протяжении всего периода наблюдений динамика пополнения личинок амурской звезды в зал. Посъета демонстрирует единство условий для ее воспроизводства. По нашим наблюдениям, колебания численности личинок амурской звезды в зал. Посъета, зал. Славянском и на акватории о. Попова также совпадают ( $r = 0,92$ ;  $P < 0,01$ ).

Нами обнаружена изменчивость поведения морских звезд в зависимости от конкретных условий года, приводящая к тому, что примерно к одному времени, но в разные годы, количество съеден

ных моллюсков одной звездой бывает разным. Уравнение, описывающее взаимосвязь численности осевшей на коллекторы молоди приморского гребешка и численности съеденных гребешков одной амурской звездой, к 14 сентября каждого года имеет вид:  $Y = 175,0 + 2,3x$  ( $r = 0,74$ ;  $P < 0,05$ ), где  $x$  - численность молоди Гребешка на коллекторах,  $Y$  - численность съеденных гребешков. Чем выше численность молоди приморского гребешка на коллекторах, тем сильнее она уменьшается.

#### Глава 4. Экологические особенности двустворчатых моллюсков и конструктивные возможности создания беспере-сачочной технологии их культивирования

##### 1. Влияние времени выставления коллекторов на численность осевших личинок

Вследствие различий температур, при которых нерестится каждый вид моллюсков, их размножение в зал. Петра Великого происходит в разное время (Дзюба, 1971; Касьянов и др., 1980). Сопутствующие виды нерестятся позже приморского гребешка и, соответственно, позже оседают на коллекторы их личинки. За время нахождения сопутствующих видов в планктоне субстраты становятся менее пригодными для оседания на них личинок. Поэтому, выставление коллекторов через 20-25 дней после нереста гребешка в мелководных бухтах приводит к уменьшению на них обилия сопутствующих видов. Значительно уменьшается количество обростателей на субстратах, помещенных в море на срок более одного года. Особенно заметно это явление на коллекторах, снабженных оболочкой. При этом урожайность года практически не сказывается на обилие вторичного заселения.

##### 2. Влияние конструктивных особенностей коллекторов на распределение и численность оседающих личинок

В результате наблюдений за распределением осевшей на коллекторы молодь моллюсков нами обнаружено, что на коллектор-садке исследуемые виды моллюсков занимают различные участки. Тихоокеанская мидия выбирается на наружную сторону оболочки, имеющей отверстия 5-10 мм. Гребешки приморский и японский располагаются на наружной стороне пластин коллектор-садка. Как правило, пододемум занимает верх конусов. Гребешок Свифта и мидия Грея находятся в основном внутри конусов. При многоярусных поселениях полнее используется субстрат и пища из различных слоев воды, чем достигается меньшее напряжение отношений в сообществе (Парталы, 1980).

Размер ячеек оболочки коллектора имеет большое значение для оседающих из плактона личинок моллюсков. Чем больше отверстия, тем меньше оседает личинок. Возможно, это связано с ослаблением течения перед коллектором и, благодаря этому, увеличением возможности прикрепления личинок. Максимальная численность личинок приморского гребешка на коллекторах встречается в случае использования оболочки с отверстиями 2 мм. Для улучшения условий культивирования нужно увеличить размер ячеек оболочки и раздвинуть пластины коллектор-садка.

##### 3. Потребление кислорода и оптимальная плотность посадки гребешка

По нашим наблюдениям, максимальная дыхательная активность двузлеток моллюсков приходится на 20 часов вечера и постепенно снижается к часу ночи. После этого наблюдается некоторый подъем активности, наиболее выраженный в 11 часов, а затем -

резкое снижение к 13 часам до минимума. Практически противоположный характер суточного ритма дыхания определен у *Mytilus galloprovincialis* П.Г. Боровинским (1986). Возможно, противофаза в дыхании гребешков и мидий связана с их взаимоприспособленностью друг к другу, что уменьшает конкуренцию и способствует более полному использованию поступающей в биоценоз пищи.

При достижении некоторой "критической", довольно высокой численности (для годовиков - 25 экз/садок, для двухгодовиков - 8 экз/садок) гребешки, очевидно из-за контакта друг с другом возбуждаются, что ведет к возрастанию скорости энергообмена. Вычисленная по энергообмену площадь, необходимая для одной особи сеголетка, годовика и двухгодовика равна: 0,005 м<sup>2</sup>, 0,006 м<sup>2</sup> и 0,0156 м<sup>2</sup>. В случае содержания гребешков на коллекторах до промышленного размера необходимо учитывать присутствие сопутствующих видов, т.е. предоставлять каждой особи 0,02 м<sup>2</sup>.

#### Глава 5. Долгосрочное прогнозирование численности молоди гребешка на коллекторах

Для создания постоянной, оптимальной численности гребешка на коллекторах, позволяющей достичь ему без пересадок товарного размера, необходимо уметь прогнозировать обилие оседающих личинок. Прогноз должен быть долгосрочным, т.к. в зависимости от численности личинок необходимо изменить оболочку у коллекторов, а также время их выставления и пространственное расположение.

Обработка литературного материала и наши наблюдения позволили установить, что на процесс гаметогенеза приморского гребешка и, возможно, других моллюсков существенное влияние оказывает зимний период. Чем продолжительнее сохраняются отрицательные температуры в море, тем длительнее задержки в росте у

гребешка и тем успешнее происходит у него созревание гонад. Ход температуры влияет на процесс нереста гребешков. Осадки - на обилие пищи в море. Количество фитопланктона в море - фактор, обеспечивающий выживаемость личинок в планктоне.

У некоторых популяций флуктуации численности животных столь регулярны, что их можно рассматривать как "циклические" (Одум, 1986). Поиск скрытых периодичностей в уловах приморского гребешка за 70 лет, по данным Сандерса (Sanders, 1973); Кедди (Caddy, 1979) и Дюпуи (Dupouy, 1983), проведенный нами на ЭВМ по В.Л. Андрееву (1979), обнаружил периоды 3, 7, 10 и 22 года.

По нашим 12 летним наблюдениям в б. Миноносок, а при использовании результатов Е.А. Белогрудова (1980) - 19 летним, можно отметить 3, 5 и, возможно, 10 летнюю цикличность в динамике сбора спата (рис.2). Коэффициент корреляции между динамиками численности спата приморского гребешка в 1970-1976 и 1980-1986 гг. составляет 0,61 ( $P < 0,05$ ). Наблюдающееся в последнее время нарушение 10-летней повторяемости динамики пополнения молодью можно объяснить прогнозом И.В. Давыдова (1981). По прогнозу, в конце 80-х, начале 90-х годов будет наблюдаться повторяющийся через 40 лет противоположный характер солнечной активности, влияющий на циклы климата.

#### Глава 6. Методы стабилизации сбора личинок приморского гребешка

##### 1. Искусственный нерест гребешка

В отдельные годы на коллекторы оседает незначительное количество личинок приморского гребешка. По сравнению с урожайными годами их количество может уменьшаться в 47 раз. Это снижает возможности получения гарантированной продукции и увеличи-

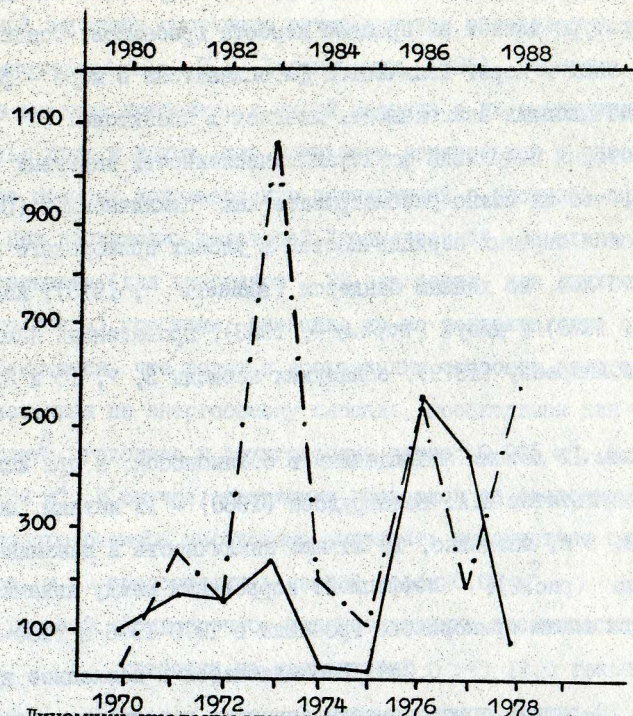


Рис. 2. Динамики численности спата приморского гребешка в б. Миноносок. — — наши данные, — данные Е.А. Белогрудова (1980), Н.Н. Коноваловой и Г.В. Поликарповой (1983). По оси абсцисс — время, годы; по оси ординат — численность молоди, экз/коллектор.

вает трудоемкость сбора посадочного материала.

Одним из методов увеличения численности спата на коллекторах может стать искусственное увеличение обилия личинок приморского гребешка в планктоне. Он может стать наиболее простым и экономичным на участках мариккультуры.

В результате наших экспериментов обнаружена возможность достижения высокой степени оплодотворения икры в интервале температур от 10,6 до 25,1°C.

## 2. Содержание развивающихся эмбрионов

Оплодотворенные икринки при температурах от 18,2 до 10,6°C превращались в трохофор через 15–34 ч соответственно. Стадии ранней трохофоры достигали 25–70% выметанных икринок. На стадии поздней трохофоры отход личинок снижался. Незначительный отход личинок отмечали при температурах от 10,6 до 16,5°C (от 4,9 до 29% выметанных икринок).

В результате экспериментов мы обнаружили межгодовую изменчивость реальной плодовитости моллюсков. При сходных количестве производителей и условиях содержания, в 1977 г. удалось поместить в море около 25 млн. трохофор, в 1978 г. — 2,7 млн., в 1979 г. — 4,6 млн., в 1980 г. — 0,8 млн., и в 1982 г. — 30 тыс. экз. Динамики численности выпущенных личинок и спата совпадают ( $r = 0,58$ ), что говорит о большом значении качества гамет в воспроизводстве популяции.

## 3. Мечение личинок гребешка

В результате изучения смывов содержимого 25 коллекторов в б. Миноносок было обнаружено, что на них через 29–42 дня после помещения в море трохофор находились меченые нейтральным красным личинки гребешка размером 255–400 мкм соответственно. В основном меченые личинки встречались в средней части бухты на нижних коллекторах. Искусственный нерест и помещение поздних трохофор в море увеличивают в 1540 раз количество оседающих на субстраты личинок. Около 15% помещенных в б. Миноносок личинок остается в самой бухте.

После помещения велигеров гребешка, полученных от белых производителей в кут б. Миноносок, на промышленных коллекторах в 1,8 раза выше стала концентрация альбиносов по сравнению с пре-

длущими пятью годами. Обнаружено также влияние маточного стада приморского гребешка на близлежащие участки, находящиеся по обе стороны от б. Миносок и на расположенные несколько южнее. Наиболее значительный эффект наблюдался в самой б. Миносок и в соседней б. Клыкова. Еще более эффективным методом увеличения численности спата на коллекторах может стать использование для выращивания личинок садков из капронового сита.

#### Глава 7. Новые методы культивирования некоторых промысловых двусторчатых моллюсков

Наиболее экономичным способом культивирования приморского гребешка может стать подращивание осевших на коллекторы личинок без пересадок до товарного размера. Возможность осуществления этого способа появляется в случае использования знания биологии приморского гребешка и сопутствующих ему видов, что позволяет добиваться постоянной, оптимальной численности культивируемого вида на коллекторе. Оптимальным является такое количество личинок, которое позволяет в ячейке коллектора предоставить взрослому животному объем, в 2 раза превышающий его собственный.

Сущность способа состоит в том, что предварительно, до выставления коллекторов, по количеству ледовых дней в мелководных заливах составляют прогноз будущей численности молоди гребешка на коллекторах. Уравнение, характеризующее влияние продолжительности ледовых дней на численность молоди гребешка имеет вид:

$$Y = 25,2 x - 2454,1 \quad (r = 0,83; P < 0,001),$$

где  $x$  - количество ледовых дней,  $Y$  - численность молоди приморского гребешка на коллекторах.

На основании прогноза коллекторы выставляют в море таким образом, чтобы на них осело оптимальное количество личинок гребешка. Для получения оптимального количества личинок на коллекторах, в неурожайный год коллекторы выставляют в горизонте максимального количества оседающих личинок - 14-16 м, в среднеурожайный год - в горизонте со средним количеством оседающих личинок - 12-14 м, и в урожайный год - в горизонте с минимальным количеством оседающих личинок - 10-12 м.

Время выставления коллекторов также оказывает влияние на количество осевших личинок. Для обеспечения оптимального количества личинок, в случае неурожайного года коллекторы выставляют через 25-32 дня после начала нереста моллюсков, в случае среднеурожайного года - через 15-20 дней после начала нереста животных и, в случае урожайного года - с осени предыдущего, как правило, неурожайного года.

Для обеспечения оптимальной численности личинок в ячейках коллектора, в зависимости от урожайности года используют оболочку с различным размером отверстий. Так, в случае неурожайного года используют оболочку с отверстиями 5-8 мм, в случае среднеурожайного года - с отверстиями 8-11 мм, а в случае урожайного года - с отверстиями 11-15 мм.

При получении прогноза, характеризующего уровень ожидаемого урожая личинок ниже допустимого, осуществляют искусственный нерест производителей морского гребешка, взятых перед нерестом на глубине 5-8 м при температуре на поверхности воды 10-12°C. Личинок подращивают в течение 2-4 дней и выпускают в море на расстоянии 2-3 км от коллекторов.

Представленная биотехнология, по подсчетам экономистов ТИПРО, способна уменьшить на 356 руб. затраты при выращивании 1000 экз.

гребешка. Севернее м. Поворотного, возможно, из-за низких температур, тихоокеанская мидия имеет низкие темпы роста. В б. Кит тихоокеанская мидия за два года достигает  $33,7 \pm 2,5$  мм и только в три года может использоваться для механизированной обработки. Высота створок у нее составляет  $51,0 \pm 2,5$  мм. Севернее м. Поворотного, на наш взгляд, целесообразнее выращивать тихоокеанскую мидию на разреженных коллектор-садках вместе с другими моллюсками без пересадок, в течение 3-4 лет. На разреженном коллектор-садке, площадью  $2 \text{ м}^2$ , простоявшем 3 года в б. Кит, кроме 520 экз. приморского гребешка, находились 2585 экз. тихоокеанской мидии, 1112 экз. гребешка Свифта, 7128 экз. хиателлы арктической, 3648 экз. мидии Грея и 10 экз. морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*.

После сбора ламинарии японской, на поводцах I га подвесных плантаций остается 38 т тихоокеанской мидии. Поводцы находятся в море один год. Поэтому мидия не успевает достичь товарного размера. Для достижения промысловых показателей мидию нужно оставлять еще на 1,5 года под водой. Расположение поводцов с мидией в I м друг от друга позволяет помещать на установку поводцы с водорослями и совместно выращивать мидию и ламинарию японскую. По расчетам экономистов ТИПРО ожидаемый экономический эффект от внедрения способа на I га плантаций составляет 700 руб. в год.

#### В ы в о д ы

I. Личинки двустворчатых моллюсков различаются в пространственном распределении в море. Весь зал. Петра Великого демонстрирует единство условий, определяющих уровень воспроизводства для каждого из исследованных видов. У приморского гребешка меж-

ду динамикой численности молоди в зал. Посъета и зал. Славянском коэффициент корреляции достигает 0,75;  $P < 0,05$ , а между зал. Посъета и б. Алексева  $r = 0,99$ ;  $P < 0,01$ , у тихоокеанской мидии между динамиками численности молоди в зал. Посъета и зал. Славянском, в зал. Посъета и б. Алексева  $r = 0,7$ . В динамике численности приморского гребешка и гребешка Свифта в б. Миносок и б. Кит прослеживается обратная зависимость  $r = -0,97$ ;  $P < 0,05$  и  $r = -0,92$ ;  $P < 0,05$  соответственно. Это позволяет гребешковым хозяйствам обмениваться посадочным материалом.

2. Динамики численности молоди приморского гребешка и амурской звезды в зал. Посъета совпадают. По шестилетним наблюдениям  $r = 0,82$ . Совпадение динамики численности молоди приморского гребешка и амурской звезды, а также изменение пищевой активности звезды в зависимости от урожайности года приводит к тому, что количество съеденных одной звездой моллюсков бывает выше в урожайные годы. Отлов половозрелых морских звезд со дна б. Миносок уменьшает численность личинок более, чем в 50 раз.

3. Размер ячеек оболочек коллекторов, их конструктивные особенности и время выставления оказывают влияние на численность оседающих из планктона личинок. Целенаправленно изменяя эти параметры, а также горизонт выставления коллекторов, можно добиться постоянной, оптимальной численности культивируемого вида. Для приморского гребешка оптимальной будет численность, позволяющая каждой особи занять площадь  $0,02 \text{ м}^2$ .

4. Факторы, влияющие на воспроизводство приморского гребешка имеют периодичность 3, 5, 7, 10 и 22 года. Заслуживает внимание 10-летняя повторяемость динамик численности гребешка, способная стать основой для долгосрочного прогнозирования численности молоди на коллекторах. Между динамиками численности гребешка в

1970-1976 и 1980-1986 гг. коэффициент корреляции  $r = 0,61$ .

5. Искусственный нерест и помещение поздних трохофор в море увеличивают в 1540 раз количество оседающих на субстраты личинок. Около 15% помещенных в б. Миносок личинок остается в самой бухте. Еще более эффективным методом увеличения численности спата на коллекторах может стать использование для выращивания личинок садков из капронового сита.

6. Личинки исследованных двустворчатых моллюсков отличаются по времени оседания на субстраты, по расположению на них и по суточной дыхательной активности. Это уменьшает конкуренцию между ними. Использование разработанного метода долгосрочного прогнозирования обилия оседающих личинок и мероприятий по стабилизации их численности, позволяют подрачивать осевших на коллекторы личинок без пересадок до товарного размера. Этот способ, а также совместное выращивание водорослей и моллюсков облегчают и интенсифицируют процессы выращивания, что позволяет добиться их рентабельности.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. А.с. (П) 826998, МКЛ<sup>2</sup> А ОИК 61/00. Коллектор для искусственного разведения моллюсков / Д.Д. Габаев, С.М. Львов (СССР). - № (21) 2783044/28 - 13; Заявлено 18.06.79; Опубл. 07.05.81. Бюл. № 17.- 2 с.: 1 ил.

2. А.с. (П) 973987, МКЛ<sup>3</sup> А ОИК 61/00. Устройство для выращивания водных организмов / С.М. Львов, Д.Д. Габаев, (СССР). - № (21) 3296584/28 - 13; Заявлено 28.05.81; Опубл. 15.11.82. Бюл. № 42.- 3 с.: 1 ил.

3. А.с. (П) 1178371, А ОИК 61/00. Способ разведения морского гребешка и устройство для его осуществления / Д.Д. Габаев, (СССР). - № (21) (3628748/28 - 13; Заявлено 26.07.83; Опубл.

15.09.85, Бюл. № 34.- 6 с.: 4 ил.

4. Габаев Д.Д. Оседание некоторых перспективных для разведения видов беспозвоночных на искусственные субстраты в заливе Посыета // Науч.-техн. пробл. развития марикультур.- Владивосток: Дальрыба, 1980.- Вып.2 - С.55-56.

5. Габаев Д.Д. Оседание личинок двустворчатых моллюсков и морских звезд на коллекторы в заливе Посыета Японское море // Биол. моря.- 1981.- № 4.- С. 59-65.

6. Габаев Д.Д. Закономерности оседания на коллекторы некоторых беспозвоночных в заливе Посыета // Вторая Всесоюз. конф. по морской биологии: Тез.докл.- Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982а.- с.3: Биол. шельф.зона Мирового океана.- С.54-55.

7. Габаев Д.Д. Искусственное увеличение личинок приморского гребешка в планктоне // Второй Всесоюз. съезд океанол: Тез. докл.- Севастополь: МИ АН СССР, 1982 б. Вып.6: Биол. океана.- С.119-120.

8. Габаев Д.Д. Создание оптимальных условий для выращивания гребешка и мидии в зал.Посыета // Рыбное хоз-во.- 1986 а, № 7.- С. 42-43.

9. Габаев Д.Д. Использование искусственных рифов для воспроизводства приморского гребешка *mizuhopecten yessoensis* (Jay ) и мидии *Trematocentrus grayanus* (Dunker ) // Марикультура на дальнем Востоке.- Владивосток: ТИРО, 1986 б.- С. 72-77.

10. Габаев Д.Д. Биология морских звезд, оседающих на коллекторы, и некоторые методы борьбы с ними // Исследования иглокожих дальневосточных морей.- Владивосток: - ДВО АН СССР, 1987.- С.36-55.

11. Габаев Д.Д. О долгосрочном прогнозировании обилия оседающих на коллекторы промысловых двустворчатых моллюсков // Третий Всесоюз. съезд океанол.: Тез. докл.- Л.: ААНИИ, 1987 - ч.1: Биол. океана.- С.99-100.

12. Габаев Д.Д. Динамика численности промысловых двустворчатых моллюсков на коллекторах и границы ее асинхронности // Третья Всесоюз. конф. по мор.биологии: Тез.докл.- Киев: ИНБМ АН СССР, 1988.- ч.2. - С.230-231.

13. Габаев Д.Д., Калашникова С.А. Выращивание личинок приморского гребешка до стадии оседания // Биол. моря.- 1980.- № 5.- С. 85-87.

14. Габаев Д.Д., Калашников В.В. Получение спата приморского гребешка в садках из капронового сита // Рыбное хоз-во.-1981.- № 7.- С.32-33.

15. Габаев Д.Д., Демченко Н.Ф., Шигимага А.Н. Результаты сбора некоторых промысловых двустворчатых моллюсков на водорослеводческих плантациях в бухте КИТ / Японское море // Четвертая Всесоюз. конф. по пром. бесп.: Тез. докл.- М.:ВНИРО, 1986 а.- ч.1.- С.196-197.

16. Габаев Д.Д., Львов С.М., Поликарпова Г.В. Способы культивирования приморского гребешка // Рыбное хоз-во.- 1986 б.- № 5, - С.23-25.

*Габ*

Подписано к печати 27.11.89 ВД № 08391

Заказ 257. Тираж 150 экз. Объем 1,2 уч.изд.л.Ротапринт ТИРО.

Владивосток, ул.Западная, 10.