

11 ПРОМЫСЛОВЫЕ РЕСУРСЫ И МАРИКУЛЬТУРА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И ВОДОРОСЛЕЙ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Д. А. ГАЛАНИН, Ю. С. ЧЕРНЫШОВА

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Сахалинский филиал («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

Обзор донного населения прибрежной зоны залива Анива 226

Промысловые беспозвоночные и водоросли прибрежной зоны залива Анива 228

История промысла и марикультуры беспозвоночных и водорослей в заливе Анива 231

Японский опыт марикультуры приморского гребешка у северного побережья острова Хоккайдо и возможности его адаптации в Сахалино-Курильском регионе 234

Современное состояние ресурсов и промысла беспозвоночных и водорослей в заливе Анива 236

Марикультура беспозвоночных и водорослей в заливе Анива и ее перспективы 240

Марикультура — это аквакультура или деятельность по разведению, содержанию и выращиванию гидробионтов, осуществляемая в отношении морских объектов. Как хозяйственная деятельность аквакультура имеет целью выращивание рыбной и иной продукции, а также сохранение водных биологических ресурсов (ВБР) (Федеральный закон ..., 2013). Существуют два основных направления аквакультуры, различающихся конечной целью, — товарная аквакультура и искусственное воспроизводство. В свою очередь, разведение, содержание и выращивание могут выполняться как в море, так и во внутренних водоемах, в искусственных водоемах или «заводских условиях», т. е. на суше. Выращивание гидробионтов в море представляется более рискованной задачей, чем во внутренних водоемах или в «заводских условиях». Для успеха марикультуры в море необходимо хорошо понимать и уметь использовать природу биотехнологических процессов, а также условия среды в пределах морской акватории, которая используется в качестве рыбоводного участка (в рамках искусственного воспроизводства рыбоводный участок не нужен).

Традиционно для товарной аквакультуры (марикультуры) используются закрытые и полуоткрытые акватории бухт и заливов морей (Временная инструкция ..., 1984, 1987; Подкорытов, Масленников, 2008; Кондратьева, 2016; Гаврилова и др., 2019). В таких местах результат многолетнего труда можно сберечь с меньшими затратами, чем на открытом участке акватории. Именно сохранение выращенной продукции — одна из важных и одновременно сложных задач, т. к. гибель урожая за некоторое время до его получения уничтожает труд нескольких лет и может привести к банкротству незастрахованной компании.

Во многом именно сумма затрат определяет первые шаги в работе начинающих марикультурных хозяйств (мореферм). В рамках товарной марикультуры часто выбирают пастбищный способ выращивания донных беспозвоночных. Посадочный материал закупается или производится самостоятельно, а затем расселяется в пределах рыбоводного участка (РВУ). Такой план действий вполне оправдан, если учтены все геоморфологические и гидрологические особенности РВУ, а также его приемная емкость для выбранного объекта марикультуры (Ковачева, Чертопруд, 2014; Турабжанова, 2016). Планируемые целевые показатели обычно формулируются в рамках программы работ предприятия и бизнес-плана. Схожие оценки должны даваться в рамках оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), которая обычно является частью проектной документации при организации сельскохозяйственных производств и в ее составе подлежит государственной экологической экспертизе (ГЭЭ). Однако согласно действующей нормативной базе ГЭЭ выполняется в отношении индустриальной аквакультуры и не выполняется в отношении пастбищной (Приказ ..., 2020).

Около 15 лет назад в Сахалино-Курильском регионе (залив Анива, Южные Курильские острова и юго-западное прибрежье острова Сахалин) стали формироваться рыбоводные участки. К настоящему времени определены их границы: в заливе Анива — для 17 РВУ, в районе Южных Курильских островов — для четырех, у юго-западного побережья Сахалина — для одного. Все созданные РВУ расположены в пределах открытых акваторий. Согласно текущей отчетности уровень суммарной продукции на этих РВУ (морефермы) в Сахалинской области в ближайшие годы ожидается в пределах нескольких тысяч тонн. Такой объем произведенной продукции (биомассы) должен быть заметен «невооруженным глазом» на сопредельных с РВУ участках дна (акватории). Однако по результатам рыбохозяйственных исследований заметить неестественное изменение биомассы пока не удается.

Обзор донного населения прибрежной зоны залива Анива

В прибрежной зоне залива Анива обитает более 450 видов гидробионтов — беспозвоночных, водорослей и морских трав, ведущих прикрепленный или малоподвижный образ жизни. По результатам анализа литературных данных и собственных исследований (Kanno, Matsubara, 1936; Виноградов, 1950; Скарлато, 1960; Куликова, 1973; Бужинская, 1985; Василенко, 1974, 1985; Голиков, Скарлато, 1985; Голиков и др., 1985; Сиренко, 1985; Цветкова, Кудряшов, 1985; Кусакин и др. ..., 1997; Дубровский, Сергеенко, 2002; Сергеенко, 2007; Галанин и др., 2011; Лабай, 2015; Labay, 2016; Ким, 2020, 2021; Ким, Ложкин, 2023) с учетом изменений, произошедших в систематике, макрозообентос залива Анива объединяет 327 видов. Основу видового состава формируют три группы беспозвоночных: кольчатые черви Annelida (42 вида), среди которых наиболее разнообразны Polychaeta (40 видов), моллюски Mollusca (187 видов, из них 106 — Gastropoda, 72 — Bivalvia и 9 — Polyplacophora) и ракообразные в целом (107 видов) с наиболь-

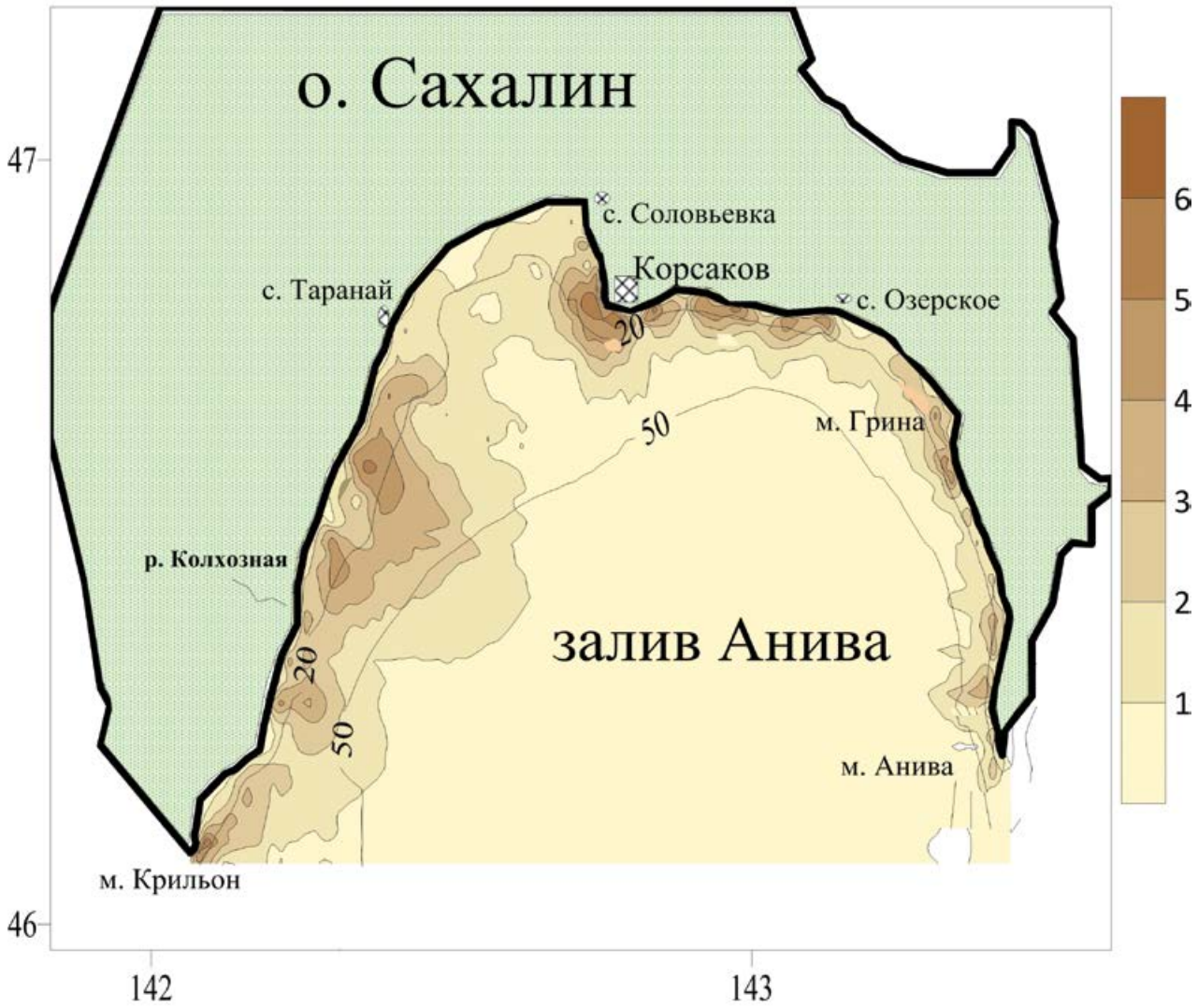


Рис. 11.1. Карта грунтов прибрежной части зал. Анива. 1 — ил; 2 — песок; 3 — гравий; 4 — галька; 5 — валуны; 6 — скальный грунт

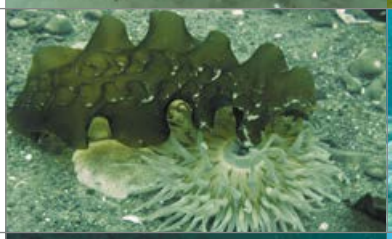
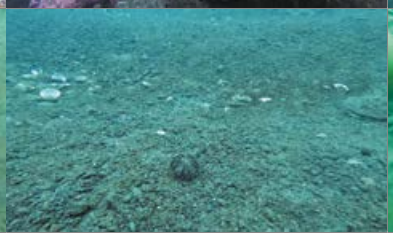
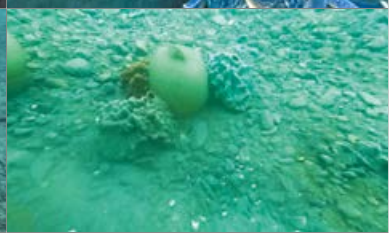
шей представленностью Amphipoda (68 видов) и Decapoda (20 видов).

Макрофиты в заливе Анива представлены 128 видами, среди которых четыре вида морских трав, 22 вида зеленых водорослей, 36 видов красных и 66 видов бурых водорослей (Кусакин и др. ..., 1997; Суховеева, Подкорытова, 2006).

Прибрежная зона залива Анива в диапазоне глубин от 0 до 20 м характеризуется чередованием твердых и рыхлых осадков (примерно 30 и 70 % соответственно) (рис. 11.1). На глубинах 20–30 м состав донных отложений может быть очень разнообразным, но доля твердой фракции сокращается примерно до 10 %. Глубже 40 м преобладают разнообразные виды илов, а каменисто-скалистые грунты остаются только в районе крайних мысов Анива и Крильон (Табунков, 1974; Щукина и др., 2003).

Важно отметить, что донное население, в том числе промысловые гидробионты, обитающие в заливе Анива, очень разнообразно по составу, распределению и биомассе, что часто является следствием разнообразия абиотических условий среды (табл. 11.1) (Скалкин, 1970; Голиков и др., 1985; Явнов, Позднякова, 2000; Щукина и др., 2003).

Таблица 11.1. Наиболее типичные донные ландшафты у западного, северного и восточного побережий зал. Анива

Глубина, м	Западное побережье	Северное побережье	Восточное побережье
1–5			
6–10			
11–15			
16–20			

Промысловые беспозвоночные и водоросли прибрежной зоны залива Анива

Таксономический состав гидробионтов, разрешенных для ведения промысла во внутренних морских водах, к которым и относится залив Анива, определен «Перечнем видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное и прибрежное рыболовство» (Распоряжение ..., 2017). В Перечень включены представители морских млекопитающих, рыб, беспозвоночных, водорослей и морских трав. Однако в конкретном водном объекте из общего Перечня востребованными промыслом видами могут оказаться несколько, один или вообще ни одного; например, в заливе Анива в настоящее время из числа донных представителей мегабентоса таких 13 видов (табл. 11.2).

К числу наиболее значимых промысловых объектов из беспозвоночных и водорослей, промысел которых осуществляется сейчас в прибрежной зоне залива Анива или велся в недавнем прошлом, относятся следующие: из иглокожих — серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius* A. Agassiz, 1864; дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* Selenka, 1867; кукумария японская *Cucumaria frondosa japonica* Semper, 1868; из брюхоногих — трубач *Buccinum bayani* Jousseaume, 1883; из двустворчатых моллюсков — приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* Jay, 1857; спизула сахалинская *Spisula sachalinensis* Schrenck, 1861; петушок (рудитапес) тихоокеанский *Ruditapes philippinarum* A. Adams & Reeve, 1850; тихоокеанская устрица *Magallana gigas* Thunberg, 1793; из ракообразных —

Таблица 11.2. Значимые промысловые беспозвоночные и водоросли в прибрежной зоне зал. Анива и их наибольшие показатели распространения и биомассы на современном этапе

№ п/п	Промысловый объект	Вид	Глубина, м	Грунт*	Площадь промысловых скоплений, км²	Исторический максимум биомассы, т
1	Приморский гребешок	*Mizuhopecten yessoensis*	10–25	2, 3, 4	63	18 200
2	Спизула сахалинская	*Spisula sachalinensis*	1–15	2	29	12 630
3	Петушок тихоокеанский	*Ruditapes philippinarum*	0–2	2	0,3	201,6
4	Устрица гигантская	*Magallana gigas*	0–5	5, 6	0,195	308
5	Трубач	*Buccinum bayani*	10–100	1, 2, 3, 4		1700
6	Кукумария японская	*Cucumaria frondosa japonica*	10–30	5, 6	8076	1176,4
7	Серый морской еж	*Strongylocentrotus intermedius*	2–30	4, 5, 6	1,55	662
8	Трепанг дальневосточный	*Apostichopus japonicus*	0–20	4, 5, 6	6,2	90
9	Травяная креветка	*Pandalus latirostris*	1–12	2, 3	—	295
10	Камчатский краб	*Paralithodes camtchaticus*	15–100	3, 4, 5, 6	2254 мили²	749**
11	Четырехугольный волосатый краб	*Erimacrus isenbeckii*	10–80	1, 2, 3, 4	7123	1339**
12	Ламинария японская	*Saccharina japonica*	0–15	4, 5, 6	10,63	59 400
13	Анфельция тобучинская	*Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis*	3–5	1, 2, 3	28	100 000

* Грунт: 1 — ил; 2 — песок; 3 — гравий; 4 — галька/щебень; 5 — камни; 6 — валуны/скалы.

** Промысловый запас.

травяная креветка *Pandalus latirostris* Rathbun, 1902; четырехугольный волосатый краб *Erimacrus isenbeckii* Brandt, 1848; камчатский краб *Paralithodes camtchaticus* Tilesius, 1815; из водорослей — ламинария японская *Saccharina japonica* Lane et al., 2006 и анфельция тобучинская *Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis* Kanno et Matsubara, Skriptsova et Zhigadlova, 2022. Общий интерес к этим объектам в заливе Анива в виде вылова можно измерить сотнями и даже тысячами тонн в год. За всю историю промысла наибольший вылов водного биоресурса (красной водоросли — анфельции) за год был зарегистрирован более 100 лет назад (Балконская, 2000; Галанин, Прохорова, 2023).

Все донные гидробионты зависят от среды, и в первую очередь — от характера донных осадков и гидрологических условий (солености и температуры воды). Общая биологическая особенность представленных в табл. 11.2 промысловых беспозвоночных и водорослей — их малоподвижный или прикрепленный образ жизни. В то же время у всех в годовом цикле развития есть жизненная форма, поддерживающая их распространение: у беспозвоночных — личинки, у водорослей — споры. Практически все прибрежные участки дна залива Анива заняты промысловыми скоплениями водорослей и беспозвоночных (рис. 11.2).

Известно, что водные биологические ресурсы вообще и промысловых беспозвоночных и водорослей залива Анива в частности в результате нерациональной эксплуатации или по другим причинам не всегда остаются в стабильном состоянии (Гайл, 1949; Клитин, 2002, 2003; Лабай, Кочнев, 2008; Галанин и др., 2012; Низяев, 2022), и в результате сокращения ресурсов ниже порогового значения добыча (вылов) их прекращается. Однако с помощью методов аквакультуры (искусственное воспроизводство) можно поддерживать численность и биомассу объектов интенсивного промысла на уровне, соответствующем максимально устойчивому улову (MSY), но в пределах приемной емкости среды (Галанин и др., 2006; Гаврилова, 2012; Турабжанова, 2016). Некоторые из приведенных в табл. 11.2 гидробионтов можно использовать для непрерывного выращивания в режиме сельскохозяйственного производства (товарная аквакультура или марикультура, если объектом является морской гидробионт) в объемах, превышающих естественную емкость среды обитания, например, в искусственно созданной среде обитания — садках.

Объектами искусственного воспроизводства теоретически может быть любой промысловый (и не только промысловый) гидробионт, нуждающийся в поддержке воспроизводства (пополнения) его естественных поселений, сокращающихся

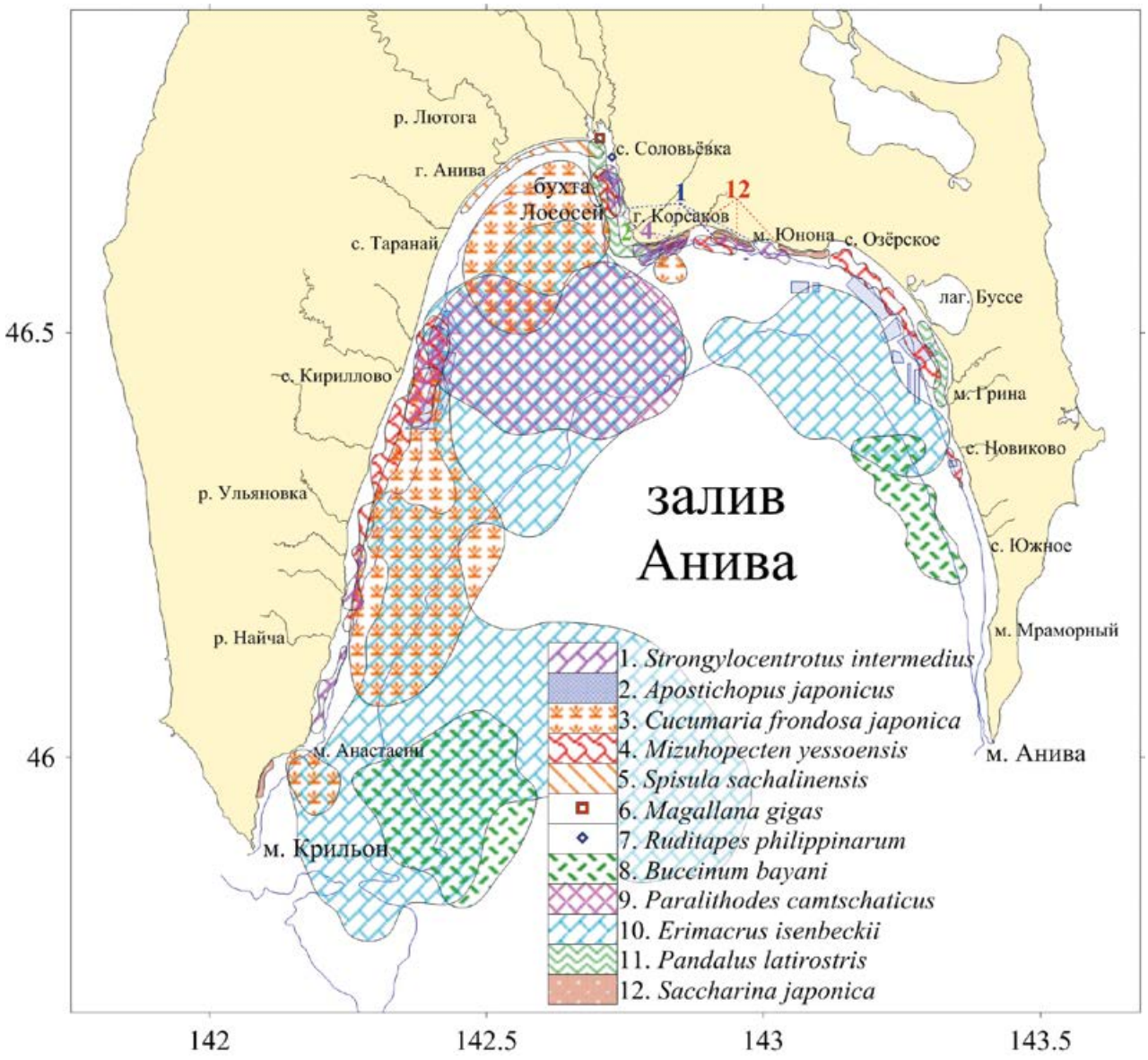


Рис. 11.2. Обобщенная карта распределения промысловых скоплений донных беспозвоночных и водорослей в зал. Анива (в соответствии с табл. 11.2)

по разным причинам (Промысловые рыбы ..., 1993; Клитин, 2002, 2003; Крутченко, 2005). В заливе Анива объектами искусственного воспроизводства можно считать камчатского и четырехугольного волосатого крабов. Биотехника в этом случае предполагает, например, расселение жизнестойкой молоди в пределах местообитаний объекта (Федосеев, Григорьева, 2001, 2002; Тырин и др., 2013). Другое направление предлагает создание благоприятных условий в естественных местах обитания молоди посредством монтажа искусственных укрытий (рифы), что повысит ее выживаемость (Габаев, 2005).

Объектами товарной аквакультуры в заливе Анива, на наш взгляд, в первую очередь могут быть приморский гребешок, трепанг дальневосточный, устрица гигантская и ламинария японская (Сарочан, 1962; Кизеветтер и др., 1981; Кучерявенко и др., 2006; Регулев, Григорьева, 2009; Брыков, Колотухина, 2009; Чернышова и др., 2022). Такой выбор связан главным образом с особенностями их биологии (в частности, гидробионт, естественный для водного объекта и ве-

дущий неподвижный и малоподвижный образ жизни, и др.), которые будут способствовать нормальному росту и развитию объекта аквакультуры, а также его нахождению в границах рыбоводного участка (Гайл, 1949; Куликова, Табунков, 1974; Левин, 1994; Гайко, 2004; Силина, Латыпов, 2005; Силина, Жукова, 2007; Подкорытов, Масленников, 2008). Очевидно значимыми при выборе объекта марикультуры являются его коммерческая привлекательность и небольшие финансовые затраты на обеспечение биотехники выращивания.

Таким образом, важно отметить, что списки промысловых беспозвоночных и водорослей — объектов традиционного промысла и объектов марикультуры — не только могут, но и должны быть пересекающимися. Объекты для целей товарного выращивания должны быть аборигенного происхождения. Следует не допускать интродукции гидробионтов для целей марикультуры. Кроме того, важно следить за использованием в качестве посадочного материала молоди из других регионов. Например, вместе с молодью приморского гребешка можно привнести нежелательные формы паразитических организмов или эпибионтов (полихеты, губки и др.).

История промысла и марикультуры беспозвоночных и водорослей в заливе Анива

Эксплуатация водных биологических ресурсов в прибрежной зоне острова Сахалин тесно связана с населением региона, которое жило здесь тысячи лет. Однако составить более или менее четкое представление об объектах и динамике промысла возможно лишь с конца XIX в. по настоящее время (Шмидт, 1905; Гайл, 1949; Скалкин, 1966, 1969, 1971; Потапова, 2023). Вплоть до 1960-х годов ни о какой марикультуре беспозвоночных и водорослей — не только в заливе Анива, но и в других районах Сахалино-Курильского региона — ничего не было слышно (Сарочан, 1962).

Разрозненные сведения о промысле водных биологических ресурсов имеются с 1875 г., когда после подписания Санкт-Петербургского договора с Японией весь остров Сахалин был включен в состав Российской империи. В то время эксплуатация рыбных богатств острова была совместной. Каждый год более тысячи японцев посещали Сахалин, добывали рыбу и экспортировали морскую продукцию в Японию (Потапова, 2023). Положения договора 1875 г. и деятельность местной администрации позволили японским предпринимателям сохранять практически монопольную позицию в рыбной промышленности острова в течение последующих 30 лет. Первый русский промышленник (деятель) Я. Л. Семенов начал добычу морской капусты (ламинарии) на острове Сахалин в 1878 г., а первое рыбодобывающее предприятие основано в 1880 г. Примерно в это же время началось освоение ресурсов промысловых гидробионтов в заливе Анива (Шмидт, 1905). Роль российских рыбопромышленников в отрасли к началу XX в. увеличивается. Если в 1880 г. здесь вели добычу 25 японцев и только один россиянин, упомянутый выше Я. Л. Семенов, то к 1900 г. число представителей отечественного предпринимательства возросло до 18 (японцев стало 38).

После того как на рубеже веков количество японских промысловых участков на Сахалине было сокращено, распространилось новое явление — «фиктивные промыслы»: японские рыбопромышленники через подставных лиц — русских арендаторов — фактически контролировали бóльшую часть рыболовных участков. Сложная ситуация для российского бизнеса — отдаленность и островное положение — здесь усугублялась отсутствием протекционистских мер при одновременной льготной политике по отношению к японскому предпринимательству на острове, конкуренцией со стороны японских промышленников, нехваткой рабочих рук, отсутствием возможностей для транспортировки продукции в Россию, недостатком средств у русских предпринимателей; все это приводило к зависимости рыбной отрасли Сахалина от японского рынка.

К началу XX в. залив Анива был одним из пяти районов, где велся сахалинский (русский и японский) рыбный промысел, и при этом он занимал третье место по доходности. Здесь действовало 93 рыболовных участка. Основными объектами промысла были сельдь, горбуша и ламинария. Специально ни моллюсков, ни крабов не промышляли, но они попадали в сети и другие орудия лова, и их начали употреблять в пищу, хотя для русских эта еда не была традиционной. В книге П. Ю. Шмидта «Морские промыслы острова Сахалина» дана оценка, в частности, устрице как моллюску, заслуживающему особого внимания с точки зрения перспективы его промысла и выращивания. Автором оценены органолептические свойства устрицы, а также констатировано отсутствие рынка сбыта (Шмидт, 1905).

В XX в. историю промысла в прибрежных водах Сахалина (в заливе Анива) можно разделить на три периода: японский, советский и постсоветский, каждый из которых имеет свои особенности.

Длительный период оккупации Японией Южного Сахалина (1905–1945) усилил пресс промысла на прибрежные ресурсы промысловых рыб, беспозвоночных и водорослей. На примере промысла анфельции, камчатского краба и приморского гребешка можно получить общее представление о подходе к эксплуатации ВБР (Промысловые рыбы ..., 1993).

В связи с разработкой технологии промышленного получения агара, японскими рыбаками в 1916 г. в лагуне Буссе, соединенной с заливом Анива, был начат промысел анфельции. Общий запас водоросли на момент начала промысла составлял около 100 тыс. т. Вылов анфельции до 1933 г. не лимитировался и колебался от 12,0 до 23,7 тыс. т, что превышало ее среднегодовой прирост (около 6 тыс. т). При такой эксплуатации к 1927 г. общая ее биомасса сократилась до 70 тыс. т, а к концу японского периода промысла (1943) — до 19 тыс. т. В 1933 г. из-за снижения запаса к вылову рекомендовалось 9 тыс. т в год, а в 1937 г. — 4,5 тыс. т (Балконская, 2000).

Промысел камчатского краба у берегов Южного Сахалина был начат в 1909 г. В 1914–1944 гг. в заливе Анива было добыто 9700 т, что в среднем за год составило 291 т, а максимальный вылов был равен 1370 т. Признаком истощения ресурсов можно считать изменение годового вылова, который за 30 лет снизился в 2,5 раза: с 674 до 265 т в год.

В это же время ежегодный вылов приморского гребешка в заливе Анива составлял около 1 тыс. т. Уловы были устойчивы в течение 10 лет. Вероятно, несовершенство орудий и способов добычи позволяло приморскому гребешку обеспечивать необходимое пополнение (Скалкин, 1966, 1969, 1971).

Исходя из исторических данных по японскому промыслу наибольшая величина вылова спизулы в заливе Анива составила около 1,5 тыс. т (1934). После периода интенсивного промысла наступило истощение запасов, и в 1943 г. вылов в заливе Анива составил около 80 т. В 1942 г. в бухту Лососей производилось вселение молоди из других районов.

Советский период освоения водных биологических ресурсов прибрежной зоны продлился 45 лет (1946–1991). В этот период не происходит существенного изменения по составу и количеству добываемых донных беспозвоночных и водорослей в заливе Анива. Среди водорослей это анфельция и ламинария японская, а среди беспозвоночных — камчатский краб, приморский гребешок, трепанг, кукумария и некоторые другие.

Отечественный промысел анфельции в лагуне Буссе начался в 1946 г. (Сарочан, 1950). В 1949 г. была введена шестипольная система промысла. Вся лагуна была разделена на шесть промысловых участков, каждый из которых облавливался раз в шесть лет. На протяжении 16 лет объем возможного изъятия равнялся 2 тыс. т анфельции в сыром весе в год. К сожалению, данные условия не всегда соблюдались (Балконская, 2000).

К 1970 г. биомасса анфельции в лагуне сократилась до 10 тыс. т (Сарочан, Кудрявцева, 1970). Целостность основного продуктивного пласта была нарушена, он стал представлять отдельные скопления водорослей. С 1971 г. из-за уменьшения запасов водоросли и ее биомассы до уровня низких промысловых (а местами и непромысловых) показателей и наличия большой прерывистости на поле было предложено наложить запрет на добычу анфельции в лагуне Буссе до 1975 г. (Сарочан, 1971).

По результатам исследований 1999–2000 гг. анфельция тобучинская в лагуне Буссе с 2002 г. хоть и была рекомендована к промыслу, но в небольших объемах (1000 т) и только в связи с необходимостью поддержать восстановление агарового завода в городе Корсаков. Так как поле анфельции в лагуне Буссе еще находилось в стадии восстановления, промысел велся в небольших объемах и эпизодически.

Российский промысел крабов на Сахалине начался в 1946 г. (Промысловые рыбы ..., 1993). Доля крабового промысла сначала составляла не более 1 % общего улова рыб и морепродуктов, который базировался на камчатском крабе. В заливе Анива в 1944–1953 гг. годовой вылов камчатского краба в среднем составлял всего 10 т, однако за 20 лет, к 1973 г., вырос до 125 т в год. Затем был десятилетний период ослабления освоения ресурсов примерно в 2 раза, но в 1984–1991 гг. средний за год вылов камчатского краба в заливе Анива был равен 115,5 т. Прилов колючего и четырехугольного волосатого крабов официально не учитывался. Как известно, промышленность перерабатывала краба на консервы, а вареного краба потребляло местное прибрежное население.

Промысел приморского гребешка советскими промысловиками начался лишь в 1960-х годах в заливах Анива и Терпения, а также на Южно-Курильском мелководье (Скалкин, 1966, 1969, 1971). Уже в первый год вылов гребешка в заливе Анива составил 1,8 тыс. т. В других районах годовой вылов

был еще больше и достигал нескольких тысяч тонн. Как следствие, чрезмерная промысловая нагрузка на скопления гребешка уже к середине 1960-х годов привела к резкому снижению его запасов. С 1970 по 1984 г. промышленное освоение ресурсов приморского гребешка в Сахалино-Курильском регионе (СКР) практически отсутствовало (3–169 т), а в 1985 г. его промысел был запрещен. Для восстановления ресурсов приморского гребешка потребовалось 15 лет.

В середине 1990-х годов начался постсоветский этап развития прибрежного и промышленного рыболовства в заливе Анива (Промысловые рыбы ..., 1993). С этого момента промысел ВБР начали разделять на прибрежное и океаническое рыболовство. Примерно 30 лет потребовалось для достижения некоего равновесия, пока не сложился состав участников и не был достигнут баланс отношений с контролирующими организациями. В этот период шла доразведка количества доступных для промысла водных биологических ресурсов, а также вносились изменения в Правила рыболовства для обеспечения оптимальных условий (Щукина и др., 2003).

Наблюдение на промысле помогало собрать необходимую информацию о биологическом состоянии гидробионтов, а созданная система мониторинга Росрыболовства за рыболовецкими судами помогла сократить незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел (ННН-промысел). В итоге примерно к 2015 г. сложился устойчивый и рациональный режим эксплуатации ВБР.

В XXI в. (2000–2023) перечень объектов прибрежного рыболовства из числа донных беспозвоночных и водорослей, промысел которых был вполне успешен в заливе Анива, состоял из 10 видов гидробионтов (табл. 11.3).

В разное время интенсивность промысла многих объектов под влиянием спроса и организационных трудностей то увеличивалась, то уменьшалась (Галанин и др., 2012). В 2000–2023 гг. продолжался, хоть и не всегда устойчивый, промысел серого морского ежа, кукумарии японской, трубача, ламинарии японской и спизулы сахалинской (при наличии рынка сбыта); при этом состояние их ресурсов в заливе Анива было и остается стабильным. За этот период наибольший вылов в год был отме-

Таблица 11.3. Наибольшие и наименьшие показатели промысла наиболее востребованных беспозвоночных и водорослей в прибрежной зоне зал. Анива в 2000–2023 гг.

№ п/п	Промысловый объект	Вылов в заливе Анива, т	Общий допустимый улов / рекомендованный вылов в Восточно-Сахалинской подзоне, т	Освоение, %
		мин./макс. (соответствующие годы)	мин./макс. (соответствующие годы)	мин./макс. (соответствующие годы)
1	Приморский гребешок*	86,2/308,6 (2011/2004)	104/802 (2011/2016)	38,3/100 (2017/2002)
2	Спизула сахалинская	11,6/640 (2008/2015)	47/524 (2002/2023)	0/122 (2004/2015)
3	Петушок тихоокеанский	18/53 (2011/2017)	8/22 (2017/2010)	82/671 2011/2017
4	Устрица гигантская	2,49/42 (2020/2013)	0,83/78 (2020/2012)	43/863 (2012/2017)
5	Трубач*	0,03/174 (2015/2018)	350/1009 (2014/2023)	32/98 (2021/2018)
6	Кукумария японская*	200/1748 (2004/2020)	400/3000 2004/2017	12/74 2009/2020
7	Серый морской еж*	20/212 (1992/2022)	77/233 (2006/2000)	13/100 (2005/2013–2023)
8	Травяная креветка*	0,181/23 (2011/2021)	28/50 (2017–2023/1999–2002)	0/82 (2011/2021)
9	Четырехугольный волосатый краб	30/108 (2001/2023)	90/115 (2004/2023)	33/94 (2001/2023)
10	Ламинария японская	387/2150 (2022/2008)	2480/19 200 (2007/2023)	1,6/45 (2022/2009)

* Объекты, промысел которых велся не только в заливе Анива Восточно-Сахалинской подзоны.

чен для ламинарии японской — 2150 т, кукумарии японской — 1748 т и спизулы сахалинской — 640 т. Другие примеры — приморский гребешок, устрица гигантская, петушок тихоокеанский, четырехугольный волосатый краб, травяная креветка и трепанг, промысел которых в связи с истощением их ресурсов останавливался регулятором в разные годы и на разные сроки. Примеры промысла приморского гребешка и четырехугольного волосатого краба наиболее показательны: с хороших стартовых позиций по промысловой биомассе всего за 6–8 лет их запас в заливе Анива был истощен в результате ННН-промысла. В настоящее время только промысел трепанга все еще «закрыт», а остальные ВБР из списка вновь доступны для освоения.

Прибрежное рыболовство вообще и некоторых промысловых гидробионтов (кукумария японская, четырехугольный волосатый краб, трубач и некоторые другие) в частности неизбежно будет сдерживать развитие товарной марикультуры, т. к. два этих вида хозяйственной деятельности нередко претендуют на одни и те же акватории. Считаем, что историческая ретроспектива промысла в пределах залива Анива может помочь сгладить возникающие и будущие противоречия. По нашему мнению, промысел хорошо организованный, основанный на рациональном использовании ВБР должен иметь приоритет перед товарной марикультурой, однако при этом он должен быть рентабельным. Если не удается обеспечить выполнение таких условий, то акватории должны передаваться в пользование марифермам.

Первые экспериментальные работы по выращиванию беспозвоночных и водорослей в Сахалино-Курильском регионе были проведены еще в 1960–1980 гг. В числе первых объектов для отработки биотехники марикультуры в местных условиях использовали ламинарию японскую и приморского гребешка (Сарочан, 1962; Данные по кормовой ..., 1980; Чернышова и др., 2022). Однако до промышленной реализации результатов апробации известных на тот момент методов выращивания гребешка так и не дошло. Несмотря на это, в ходе проделанной работы были получены данные для сравнительных оценок с современным опытом марикультуры приморского гребешка и его биологического состояния (Чернышова и др., 2022). Первые эксперименты в области марикультуры приморского гребешка в прибрежье острова Сахалин совпадают по времени с такими же исследованиями в соседней Японии.

Японский опыт марикультуры приморского гребешка у северного побережья острова Хоккайдо и возможности его адаптации в Сахалино-Курильском регионе

Приморский гребешок в Японии (остров Хоккайдо)

Эксплуатация ресурсов приморского гребешка в Японии продолжается более 100 лет (Северные рыбы ..., 2003). Долгое время промысел велся на скоплениях естественного происхождения (Mottet, 1981). До 1940 г. в Охотском море промысловые операции выполнялись вручную с использованием «лодок Кавасаки»; в 1942 г. впервые была использована драга. До 1943 г. вылов гребешка в прибрежных водах острова Хоккайдо варьировался в широких пределах и в среднем составлял около 20 тыс. т в год (рис. 11.3). В настоящее время в ходе промышленного лова одна рыболовная шхуна (РШ) тянет две «гребешковые» драги под названием «хасяку» общим весом менее 15 т. Ширина драги около 2,4 м, она имеет от 5 до 21 вертикального «зуба» размером 50–60 см. Такие драги обладают хорошей рыболовной эффективностью и не ломают створку раковины гребешка. Интенсивный промысел моллюска в Японии в 1960-е годы привел к сокращению его запасов, что вызвало принятие мер по их восстановлению путем сбора личинок, подращивания молоди и выпуска в естественную среду обитания. В течение примерно

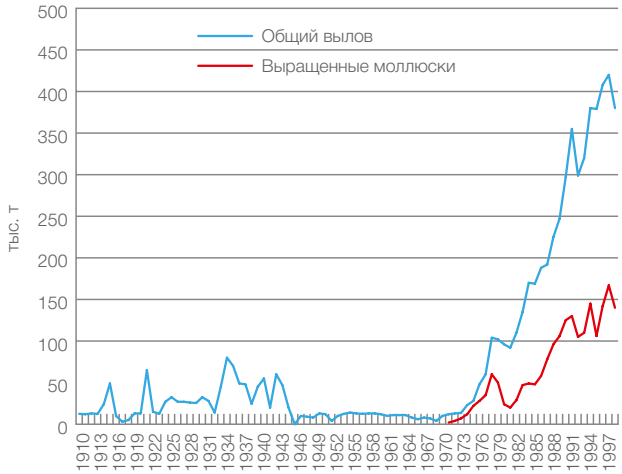


Рис. 11.3. Динамика вылова продукции марикультуры приморского гребешка в Японии (о. Хоккайдо)

20 лет искусственное воспроизводство приморского гребешка субсидировалось государством. Сейчас культивирование гребешка в Японии развито настолько, что продукция этой отрасли превосходит таковую традиционного промысла.

Марикультура приморского гребешка в прибрежных водах острова Хоккайдо, начавшись на экспериментальной основе примерно в 1960 г. в озере Сарома, в 1965 г. уже велась в коммерческих масштабах. В 1967 г. началось промышленное выращивание моллюска в морских водах залива Функа, а в 1970 г. — и у западного побережья острова Хоккайдо. В 1970–1990 гг. производство продукции в районе острова Хоккайдо быстро росло. К 1996 г. объем выращиваемых моллюсков составил 150 тыс. т. Случались годы, когда производство продукции было низким, как, например в заливе Функа в 1977–1979 гг. и в озере Сарома в 1980–1982 гг. из-за массовой гибели культивируемых моллюсков. В настоящее время марикультура приморского гребешка в прибрежной зоне Хоккайдо (за исключением восточного побережья) — один из основных видов деятельности местного населения. В целом по стране (в основном вокруг Хоккайдо) выращивают около 400 тыс. т гребешка; только у северного побережья Хоккайдо ежегодный объем выращивания составляет 120 тыс. т.

Биотехника марикультуры приморского гребешка, применяемая в Японии, сравнительно проста и состоит из двух основных этапов. Первый — получение посадочного материала, или молоди, сбор которой осуществляется в естественной среде обитания с помощью коллекторов. Второй — выращивание моллюсков до товарного размера/массы.

Сбор молоди приморского гребешка выполняется с мая по июнь. Для этого в местах скопления нерестящихся моллюсков выставляются коллекторы. Первоначально они были сделаны из старых створок двустворчатых моллюсков. Современные же коллекторы — это полиэтиленовые сетчатые мешки с наполнителем из того же материала, что и внешняя стенка, но встречаются и другие конструкции. Сбор молоди на коллекторы в открытом море, как правило, сильно варьируется от года к году. В полузакрытом заливе Функа и закрытых озерах Сарома и Ноторо сбор молоди до сих пор остается стабильным, за исключением отдельных лет (1992, 1993, 1998 и 1999).

Промежуточное выращивание проводят до весны следующего года. Если коллекторы для сбора молоди сильно обрастают мидией и морскими звездами, в июле или августе выполняется их очистка. Для обеспечения наибольшей выживаемости в сентябре — октябре молодь на стадии сеголеток (3–4 месяца) из коллекторов пересаживают в садки. Впервые в рамках эксперимента сбор молоди приморского гребешка был выполнен в озере Сарома в 1934 г.; использовалось свойство молодых моллюсков прикрепляться биссусной нитью к субстрату (применялись старые раковины гребешка). В 1954 г. география работ расширилась в залив Функа. В 1964 г. для сбора спата начали использовать луковичные мешки с наполнителем из веток хвойных деревьев, что повысило его результативность. Постепенно технология сбора молоди приморского гребешка совершенствовалась, и уже в 1972 г. было выпущено 57 млн экз. молоди.

На втором этапе биотехники марикультуры приморского гребешка применяются два способа: пастбищное и подвесное выращивание. Первый способ максимально приближен к естественному образу жизни приморского гребешка. «Пастбища», куда расселяют молодь, — это участки дна в прибрежной зоне с благоприятными условиями среды. Однако на выживаемость в таких местах могут негативно повлиять, например, хищники. Второй способ — подвесное выращивание — более сложен технически и затратен, т. к. молодь гребешка размещается в садках или другим подвесным способом в толще воды. Сравнительно большие установки с садками имеют большую «парусность» и чаще всего размещаются в закрытых или полузакрытых водных объектах (бухты, заливы, озера лагунного типа и т. п.): например, в заливе Функа и на озере Сарома или там, где сезонные ветра и гидродинамика позволяют подвесным конструкциям устоять в течение нескольких месяцев (западное побережье Хоккайдо) (рис. 11.4).

Годовалая молодь (следующей весной) приморского гребешка вырастает от 4–6 см (залив Функа) до 10 см (озеро Сарома) по высоте раковины. В этих двух районах действует система разрешений на выращивание, которая определяет количество выращиваемых моллюсков с учетом их роста. Такая молодь уже покупается и продается по всему Хоккайдо и используется для расселения на донных участках. Основные районы, где выполняется расселение гребешка на донные участки, находятся у северного побережья острова Хоккайдо. Обычно места расселения располагаются на удалении 5–7 км от берега и имеют протяженность в несколько десятков километров вдоль побережья. Глубина в местах расселения около 20–60 м. Перед выпуском молоди морские звезды обычно уничтожаются. Все пространство для пастбищного выращивания разделено на четыре части. На каждом участке весной выпускаются однолетние моллюски с высотой раковины 4–6 см. Четырехлетних моллюсков будут



Рис. 11.4. Районы пастбищного и садкового выращивания приморского гребешка вокруг о. Хоккайдо

вылавливать на каждом участке через три года после «зарыбления», а все участки используются в течение четырех лет. В итоге, когда на четвертом участке расселяется молодь, на первом готовятся к изъятию четырехлетних моллюсков. Выпущенные моллюски редко перемещаются на соседние участки. По этой причине возраст их на одном участке практически одинаков, и все они подлежат промысловой охране. На заселенных молодью гребешка участках численность рыбы увеличивается в зависимости от года. Также может встречаться большое количество естественных моллюсков. В Охотском море уменьшение размеров моллюсков стало проблемой в ходе увеличения ресурсов, и рыболовные кооперативы Токоро, Сарома и Юбецу принимают решение о количестве выпускаемых моллюсков на основе результатов исследований, проводимых префектурой (Kijima et al., 1984). Кроме того, многие рыболовные кооперативы в этом регионе постоянно изучают рост моллюсков и условия рыболовства. Чтобы точно оценить численность запаса, начали использовать подводные фотографии.

Приморский гребешок острова Сахалин

В условиях прибрежья острова Сахалин и островов Курильской гряды есть акватории, где возможно применение биотехники, используемой в Японии (на Хоккайдо). Сходство гидрологических условий и геоморфологических особенностей прибрежных ландшафтов южных акваторий нашего региона и Северного Хоккайдо позволяет сравнительно легко применять похожие методы марикультуры приморского гребешка. Однако, кроме сходства, есть и различия. Так, например, из-за некоторой разницы температурных условий нерест и следующие этапы годового цикла развития смещены на более поздние сроки (примерно на 3–4 недели). Кроме того, глубины пастбищного расселения молоди гребешка в заливе Анива лежат в диапазоне 15–30 м, а у северного побережья острова Хоккайдо — 20–80 м. Такие ограничения в наших водах определяются широким распространением илов в центральной части залива, а также «арктическим» режимом вод (наличие холодного промежуточного слоя — ХПС). У северного побережья Хоккайдо условия среды в широком диапазоне глубин формируются под влиянием теплого течения Соя; в зоне его действия бóльшая часть донных осадков представлена песками.

Современное состояние ресурсов и промысла беспозвоночных и водорослей в заливе Анива

Современное представление о состоянии ресурсов беспозвоночных и водорослей составлено нами на основе результатов рыбохозяйственных исследований трехлетней давности (2020–2023), т. к. использование более современных данных ограничено грифом «для служебного пользования». В табл. 11.4 представлены актуальные площади промысловых скоплений беспозвоночных и водорослей в заливе Анива на современном этапе, а также их оцененная биомасса (Коджи Абе, 1992; Промысловые рыбы ..., 1993; Галанин и др., 2019; Ким, 2019, 2021; Клитин, Смирнов, 2021; Галанин, Прохорова, 2023; Низяев, 2022, Бизиков и др., 2024). Представленная оценка выполнена на основе результатов специализированных ресурсных исследований и наблюдений на промысле.

Часть промысловых гидробионтов, таких как спизула сахалинская, трубач, кукумария японская, четырехугольный волосатый краб, серый морской еж,

Таблица 11.4. Современное состояние ресурсов наиболее значимых промысловых беспозвоночных и водорослей в прибрежной зоне зал. Анива

№	Промысловый объект	Вид	Площадь промысловых скоплений, км²	Промысловая биомасса, т	Промысел/ марикультура
1	Приморский гребешок	*Mizuhopecten yessoensis*	58	3453	нет/да
2	Спизула сахалинская	*Spisula sachalinensis*	29	10 470	да/нет
3	Петушок тихоокеанский	*Ruditapes philippinarum*	0,0003	38,8	да/нет
4	Устрица гигантская	*Magallana gigas*	0,19	6,32	да/нет
5	Трубач	*Buccinum bayani*	–	1613	да/нет
6	Кукумария японская	*Cucumaria frondosa japonica*	–	2638	да/нет
7	Серый морской еж	*Strongylocentrotus intermedius*	1,55	662	да/да
8	Трепанг дальневосточный	*Apostichopus japonicus*	5,2	12	нет/да
9	Травяная креветка	*Pandalus latirostris*	–	140	да/нет
10	Камчатский краб	*Paralithodes camtchaticus*	5837,8	336,1	нет/нет
11	Четырехугольный волосатый краб	*Erimacrus isenbeckii*	7122,6	1145	да/нет
12	Ламинария японская	*Saccharina japonica*	10,63	59 400	да/да
13	Анфельция тобучинская	*Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis*	3,27	9150	нет/нет

ламинария японская, находится в удовлетворительном состоянии. Сравнение величины текущей биомассы названных объектов с известной величиной ее исторического максимума показывает, что в большинстве случаев разница составляет 50–70 %. Площади распространения промысловых скоплений остаются малоизменчивыми, а показатели обилия — устойчивыми. Примечательно, что два промысловых гидробионта (спизула и ламинария), имеющие наибольшую оцененную биомассу, осваиваются меньше всех, т. е. есть потенциал для наращивания объемов вылова. В то же время установлено, что за последние 10 лет площадь распространения сообществ ламинарии японской уменьшилась на 20 %, а удельные показатели обилия увеличились на 15 %. Однако (пока) в итоге количество учтенной общей биомассы осталось на прежнем уровне.

Другие виды, наоборот, характеризуются сравнительно небольшой текущей биомассой по сравнению с известным историческим максимумом: например, приморский гребешок, устрица гигантская, петушок тихоокеанский, трепанг дальневосточный и травяная креветка (Шпакова, 2004; Ким, 2021; Чернышова, Прохорова, 2018; Чернышова и др., 2022; Галанин, Прохорова, 2023). Специалисты считают, что не существует каких-либо естественных причин, которые могли бы объяснить низкий уровень их численности и биомассы, кроме антропогенного воздействия. Все эти виды ВБР в связи с высоким спросом на внутреннем или внешнем рынке длительное время являются объектами ННН-промысла. Даже при невозможности ведения легального промысла ресурсы приморского гребешка, трепанга, устрицы и петушка (рудитапеса) не восстанавливаются или восстанавливаются очень медленно. Объяснение этому, на наш взгляд, заключается в их относительной доступности для любительского лова, под который часто маскируется браконьерство. В итоге вылавливается больше, чем промысловые группировки пополняются молодью за год.

Представление о текущем состоянии ресурсов донных беспозвоночных и водорослей в заливе Анива хорошо дополняют результаты современного промысла (табл. 11.5). Сопоставление вылова в заливе Анива с выловом, а также с величиной общего допустимого улова или рекомендованного вылова в Восточно-Сахалинской подзоне в целом (прибрежная зона у восточного побережья Сахалина) показывает значимость ресурсов беспозвоночных и водорослей этого водного объекта. Однако специфика рыбохозяйственного районирования определяет форму статистической отчетности об освоении водных биологических ресурсов. В итоге информация о вылове из залива Анива объединяется с таковой из залива Терпения и из других районов Восточно-Сахалинской подзоны, что не дает возможности оценить освоение ресурсов только в одном конкретном водном объекте.

Суммарный вылов объектов прибрежного промысла в заливе Анива в 2023 г. был равен 2500 т:

Таблица 11.5. Вылов и освоение водных биологических ресурсов в прибрежной зоне зал. Анива и в Восточно-Сахалинской подзоне в 2023 г.

№	Промысловый объект	Вылов в заливе Анива, т	Вылов в Восточно-Сахалинской подзоне, т	Общий допустимый улов или рекомендованный вылов в Восточно-Сахалинской подзоне, т	Освоение общего допустимого улова или рекомендованного вылова, %
1	Морской гребешок (приморский)	0	15	18,1	83
2	Спизула сахалинская	15,9	15,9	524	3
3	Петушок тихоокеанский	0	0	0,221	0
4	Устрица гигантская	0	0	0,1	0
5	Трубач	107,2	745	780	95,5
6	Кукумария японская	1456	2057	2868	72
7	Серый морской еж	211	211	211	100
8	Трепанг дальневосточный	НИР	НИР	0,2	0
9	Травяная креветка	22	22	28	79
10	Четырехугольный волосатый краб	109	109	115	95
11	Ламинария японская	579	579	19 200	3

наибольший вклад (1456 т) внес промысел кукумарии японской, на втором месте промысел ламинарии японской (579 т), а вот остальные все вместе дали 465 т вылова. Потенциально вылов ламинарии японской может быть увеличен до значительных 19 200 т, а вылов спизулы — до 524 т. Примечательно, что два промысловых гидробионта, имеющие наибольшую оцененную биомассу, осваиваются меньше всех в связи с отсутствием спроса. Результаты промысла травяной креветки вполне согласуются с низким уровнем учтенной биомассы этого вида в отдельных районах прибрежной зоны залива Анива, обследованных в 2022 и 2023 гг.

Важно отметить, что промысловый потенциал, основанный на ресурсах донных беспозвоночных, на порядок больше текущего вылова. По экономическим причинам их освоение, возможно, никогда не станет рентабельным. В этой ситуации целесообразным становится развитие марикультуры.

Из числа объектов прибрежного промысла донных беспозвоночных и водорослей залива Анива, по нашему мнению, приморский гребешок, трепанг дальневосточный, устрица и ламинария японская имеют самые большие перспективы быть и оставаться объектами товарной марикультуры; при этом главный объект — гребешок. Считаем, что контроль за текущим состоянием ресурсов и средой обитания объектов марикультуры должен выполняться в режиме ежегодного мониторинга, т. к. от этого в том числе будет зависеть итоговый результат. Например, ресурсы приморского гребешка, находясь в течение многих лет начиная с 2010 г. на низком уровне численности и биомассы, пять последних лет показывают увеличение пополнения молодью, что стало неожиданным, поскольку регулярные исследования не проводились. На момент исследований в 2022 г. показатели удельной численности были в 2–3 раза больше, чем в 2010 г., в то же время биомассы различались только в 0,5 раза. По нашему мнению, в ближайшие годы общая и промысловая биомассы приморского гребешка в заливе Анива могут увеличиться в несколько раз при условии продолжения борьбы с ННН-промыслом.

По результатам учетной водолазной съемки в заливе Анива в 2022 г. площадь распространения приморского гребешка равнялась 58,1 км², что практически совпадает с данными 2010 г. (около 63 км²). Общий характер распределения моллюсков за 12 лет не изменился в связи с сохраняющейся структурой распределения донных осадков и гидрологическими условиями в придонном слое (рис. 11.5). Плотность поселений моллюсков в 2022 и 2010 гг. варьировалась примерно в одних пределах (0,02–1,2 экз./м²), но средние значения существенно различались (0,24 и 0,15 экз./м² соответственно) (Галанин и др., 2019; Чернышова и др., 2022). При этом средние

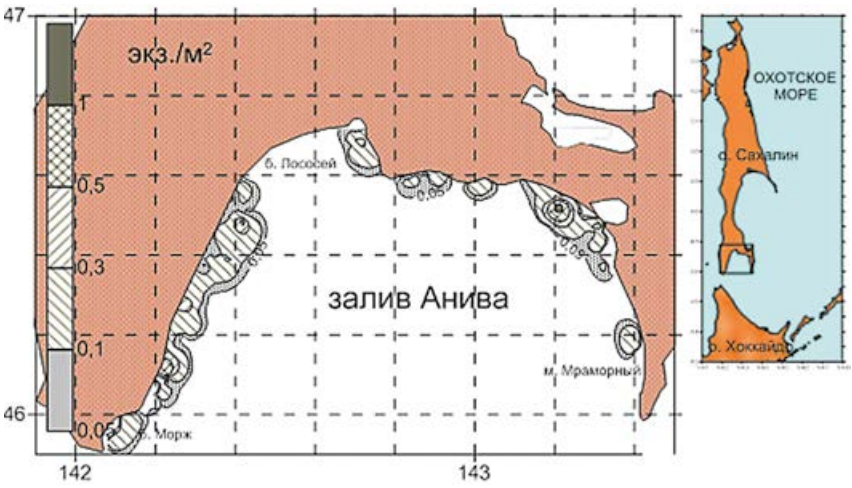


Рис. 11.5. Распределение приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Анива в июне — июле 2010 г. (экз./м²)

удельные биомассы практически не отличались: 45 и 45,8 г/м² соответственно.

Общая биомасса приморского гребешка в заливе Анива, учтенная в 2022 г., составляла 3453 т, а промысловая — 2498 т. По сравнению с 2010 г., когда общая биомасса равнялась 2560 т, а промысловая — 2460 т, можно заметить увеличение непромысловой части примерно на 855 т. Результаты изучения размерного состава приморского гребешка в 2022 г. подтвердили наличие большой доли молодого пополнения (42 %) в сборах во время учетных работ. Высота раковины гребешка варьировалась от 67 до 181 мм и в среднем составила 126 ± 1,54 мм. Средняя высота промысловых особей была равна 145,9 ± 1,07 мм. Частотное распределение моллюсков по высоте раковины показывает наличие большой доли перекрутов, которые в 2023 и 2024 гг. должны пополнить промысловую часть скоплений (рис. 11.6).

Благодаря большому широтному распространению приморский гребешок в пределах ареала обитает в различных температурных условиях. Расстояние от южной границы ареала возле северных берегов полуострова Корея до северной — в северо-западной части Татарского пролива Японского моря — составляет несколько тысяч километров (Скалкин, 1966, 1971; Игнатьев и др., 1976; Kijima et al., 1984; Приморский гребешок, 1986, Шпакова, 2004; Дуленин, Дуленина, 2012). Как следствие, в распространении поселений четко прослеживается широтная зональность.

Температура воды в самых северных местах обитания приморского гребешка, в бухте Табо Татарского пролива, изменяется от −1,7 до 16,1 °С (Пищальник, Бобков, 2000). В южных частях ареала (залив Муцу, остров Хонсю) температура зимой не опускается ниже 4–6 °С, летом поднимается до 24 °С (Приморский гребешок, 1986). У берегов Сахалина в заливе Анива зимой температура понижается до −1 °С, а в августе вода прогревается до 7–10 °С на глубине 15–20 м.

Уровень тепловодности акватории влияет на скорость биологических процессов (Суханов, Кафанов, 1983; Силина и др., 2000; Ким, Ложкин, 2021), в том числе на темп роста и выживаемость, особенно в первые годы жизни (Тибилова, Брегман, 1975; Левин, 1986; Чернышова и др., 2022). Приморский гребешок южных районов обитания характеризуется большей скоростью роста и более высокими средними размерами раковины в первые годы жизни, чем гребешок северных районов. Например, самые высокие темпы роста в первый год жизни отмечены у гребешков

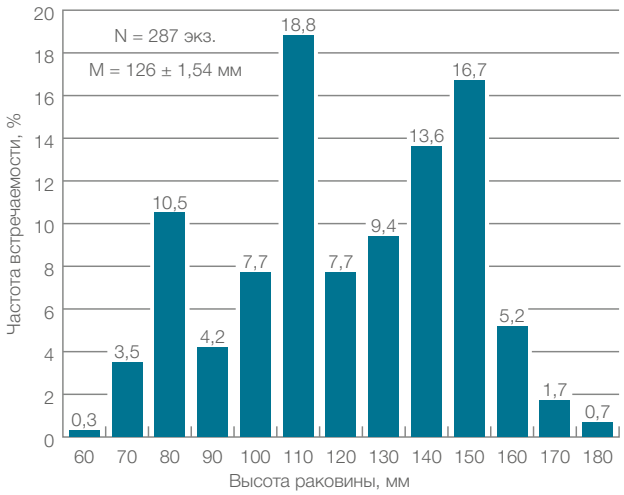


Рис. 11.6. Частотное распределение приморского гребешка *Mizuchopecten yessoensis* по высоте раковины в зал. Анива в 2022 г.

Таблица 11.6. Показатели роста приморского гребешка в первые годы жизни в Сахалино-Курильском регионе по данным 2012–2020 гг.

Возраст, лет	Южно-Курильский пролив (данные за 2000–2011 гг.)	Александровский залив	Залив Терпения	Залив Анива (данные за 2000–2011 гг.)
1	39,6 ± 2,5 39,6	37,5 ± 0,5 37,5	28,5 ± 2,1 28,5	30,1 ± 2,3 30,1
2	78,3 ± 2,8 38,7	69,4 ± 0,4 31,9	68,9 ± 0,9 40,4	61,4 ± 0,8 31,4
3	109,2 ± 1,5 30,9	98,2 ± 0,3 28,8	102,3 ± 1,3 33,4	89,4 ± 0,9 28,0
4	132,4 ± 1,2 23,2	119,2 ± 0,4 21,0	123,3 ± 0,6 21,0	114,3 ± 0,5 24,9

Примечание: над чертой — средняя высота раковины (мм), под чертой — годовой прирост высоты раковины (мм).

из залива Муцу (остров Хонсю) — 84,3 ± 2,6 мм и у гребешков из озера Сарома (остров Хоккайдо) — 60 ± 4,6 мм (табл. 11.6) (Приморский гребешок, 1986; Северные рыбы, 2003).

В Сахалинской области первое место по тепловодности занимает Южно-Курильский пролив, затем следуют заливы Александровский, Анива и Терпения (Пищальник, Бобков, 2000). В заливе Анива приморский гребешок отличается некоторой тугорослостью и в возрасте четырех лет может не достигать промыслового размера, т. е. 120 мм по высоте раковины (табл. 11.6) (Сергеенко, Чернышова, 2013; Галанин и др., 2019; Чернышова и др., 2022).

Большая продолжительность теплового периода в южных районах обитания гребешка обуславливает и более ранние сроки достижения им товарного размера (Григорьева, 2020). Если в теплых водах Южного Приморья гребешок достигает промысловых размеров за 2–3 года, то в холодноводном заливе Анива для этого ему потребуется на 1–2 года больше (Григорьева, 2020; Чернышова и др., 2022). На юге Приморья за первый год жизни гребешок вырастает в среднем на 50 мм, а в заливе Терпения средняя высота годовалой молоди составляет около 28,5 мм (Тибилова, Брегман, 1975; Приморский гребешок, 1986; Чернышова, Прохорова, 2018; Чернышова и др., 2022). Знание особенностей биологического развития гребешка, обитающего в том или ином районе и зависящего от местных условий, становится особенно актуальным при рассмотрении возможностей товарного выращивания моллюска. В условиях изменения тепловодности в прибрежной зоне залива Анива в последние 10 лет показатели роста и развития приморского гребешка меняются, что будет влиять и на производственные показатели в ходе его товарного выращивания.

Марикультура беспозвоночных и водорослей в заливе Анива и ее перспективы

К настоящему времени в заливе Анива сформировано 17 рыбоводных участков, которые находятся в долгосрочной аренде (25 лет) у нескольких хозяйств марикультуры (рис. 11.7). По официальной информации Сахалино-Курильского территориального управления Федерального агентства по рыболовству, в 2024 г. работали только семь хозяйств, произведшие 287,097 т продукции, которая была изъята.

Объектами, изъятыми на рыбоводных участках, стали серый морской еж (85,632 т) и приморский гребешок (201,465 т). В первые несколько лет хозяйства марикультуры отрабатывали методики получения посадочного материала, а в 2022–2024 гг. вышли на производственные показатели. За три последних года на РВУ в среднем расселялось 42,45 млн экз. молоди приморского гребешка и 0,51 млн экз. молоди дальневосточного трепанга.

В заливе Анива изъятие продукции марикультуры стало первым с начала официальной деятельности в 2019 г., когда состоялся первый официальный выпуск посадочного материала (табл. 11.7). В числе первых объектов марикультуры были приморский гребешок и дальневосточный трепанг: на РВУ на глубинах 17–33 м было выпущено молоди 250 тыс. и 90 тыс. экз. соответственно.

В 2020 и 2021 гг. в число выращиваемых объектов были включены серый морской еж и ламинария японская. Количество выпускаемого посадочного материала этих двух объектов было на 2 порядка больше, чем приморского гребешка и дальневосточного трепанга. Такое стало возможно из-за специфических



Рис. 11.7. Распределение рыболовных и рыбоводных участков в зал. Анива

особенностей биотехники выращивания, допустимой на тот момент. Ее главная отличительная черта — использование в качестве посадочного материала не жизнестойкой молоди, а личинок или спор, которые в дальнейшем оседают на дно водного объекта (в пределах РВУ). Однако уже в 2022 г. практика использования личинок серого морского ежа в качестве посадочного материала была отменена. В результате серый морской еж перестал быть приоритетным объектом марикультуры на марифермах в заливе Анива с 2022 г. Стандартная биотехника получения жизнестойкой молоди иглокожих (трепанг и серый морской еж) требует больших затрат на строительство цехов с регулируемыми условиями индустриального типа, поэтому практика «выращивания» серого морского ежа и трепанга в Сахалино-Курильском регионе пока не развивается (Инструкция по технологии ..., 2011). Опыт марикультуры ламинарии японской в заливе Анива напоминает опыт с серым морским ежом. В 2020–2023 гг. был использован метод, который применяется в Приморском крае для восстановления полей (зарослей) ламинарии в местах, где они были, но по какой-то причине сократились (Крупнова, 2011, 2022, 2024). Недавний

Таблица 11.7. Выпуск объектов марикультуры (аквакультуры) на РВУ в зал. Анива, млн экз.

№	Объект	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Гребешок приморский	0,25	0,02	0,00	63,06	36,63	27,67
2	Серый морской еж	0,00	2100,00	9660,70	0,00	0,00	0,00
3	Трепанг дальневосточный	0,09	0,00	0,00	0,55	0,68	0,30
4	Ламинария японская	0,00	73 500,00	2994,00	573 648,00	204 290,64	0,00

опыт проверки результатов марикультуры серого морского ежа и ламинарии японской на реперном РВУ непосредственно в северной части залива Анива показал безрезультатность использования личинок и спор этих гидробионтов в качестве посадочного материала (Галанин и др., 2025). Такая же ситуация вполне вероятна и на других РВУ, т. к. в соответствии с актами выпуска в период с 2022 по 2024 г. должно производиться и возможно к изъятию несколько сотен тонн ламинарии японской ежегодно; однако, согласно статистике, этого нет. Считаем, что еще на организационном этапе были совершены ошибки при выборе объектов и биотехники выращивания, не согласующихся с условиями среды на конкретном рыбоводном участке. Так, например, нельзя вырастить ламинарию японскую на глубине 30 м; серый морской еж, выпущенный для пастбищного выращивания в пределах границ рыбоводного участка на стадии личинки, к моменту оседания (через 30 дней) будет далеко за их пределами (Бузников, Подмарев, 1975; Буянкина, 1977; Викторовская, Седова, 2000; Дубровский, Сергеенко, 2002; Куликова, 2003; Габаев, 2008; Понырко, Крупнова, 2021). Менее очевидно, но со схожим результатом можно выпустить жизнестойкую молодь приморского гребешка, трепанга или серого морского ежа, но если в пределах РВУ они не будут обеспечены достаточным количеством пищи, то либо погибнут, либо постараются мигрировать куда-то еще (Временная инструкция ..., 1987; Силина и др., 1994; Гайко, 2004; Ковачева, Чертопруд, 2014; Турабжанова, 2016).

Важно подчеркнуть, что в соответствии с научными рекомендациями все рыбоводные участки в заливе Анива были сформированы для товарного выращивания приморского гребешка индустриальным или пастбищным способом. Отчасти это было связано с тем, что вся прибрежная зона от берега до 2–3 км вглубь моря занята рыболовными участками. В рамках действующего законодательства наложение участков невозможно. Выращивание дальневосточного трепанга и серого морского ежа, биотехника марикультуры которых требует создания искусственных условий в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) для нереста производителей, получения и выращивания личинки и молоди до жизнестойкого состояния, — это эффективная, но дорогая технология (Сухин, 2006, 2008). В нашем регионе затраты на подогрев воды до температуры 16 °С, необходимой для нереста производителей и подращивания молоди, крайне высоки из-за дороговизны энергоносителей. Приморский гребешок, устрица гигантская и ламинария японская таких условий не требуют (Шпакова, Галанин, 2008; Брыков, Колотухина, 2009; Кондратьева, 2016; Савчук, 2023). В то же время биотехника марикультуры устрицы и ламинарии не стоит на месте и для повышения прогнозируемости работы хозяйства некоторые этапы их выращивания также целесообразно переводить в УЗВ.

В настоящее время фактическое использование РВУ в заливе Анива для выращивания ламинарии японской и серого морского ежа является конъюнктурным, т. к. в рамках действующего законодательства оказалось затруднительным обеспечить минимальные объемы выращивания. При отсутствии достаточного количества доступного посадочного материала в виде молоди приморского гребешка марифермы ради самосохранения занялись неэффективной с точки зрения получения продукции деятельностью на свой страх и риск.

Общая схема товарного выращивания приморского гребешка в Сахалино-Курильском регионе вообще и в заливе Анива в частности показана на рис. 11.8. Данная схема во многом основана на опыте японских и китайских предприятий марикультуры (Северные рыбы ..., 2003; Chen et al., 2006).

Культивирование приморского гребешка обычно осуществляется либо садковым, либо пастбищным (донным) способом выращивания (Временная инструкция ..., 1984, 1987; Брыков, Колотухина, 2009; Инструкция по технологии ..., 2011). Садковый способ выращивания, несмотря на затратность, имеет такие преимущества относительно донного, как высокая выживаемость гидробионтов и бóльшая, чем при пастбищном выращивании, доступность продукции. Последний способ менее затратный и не нужда-

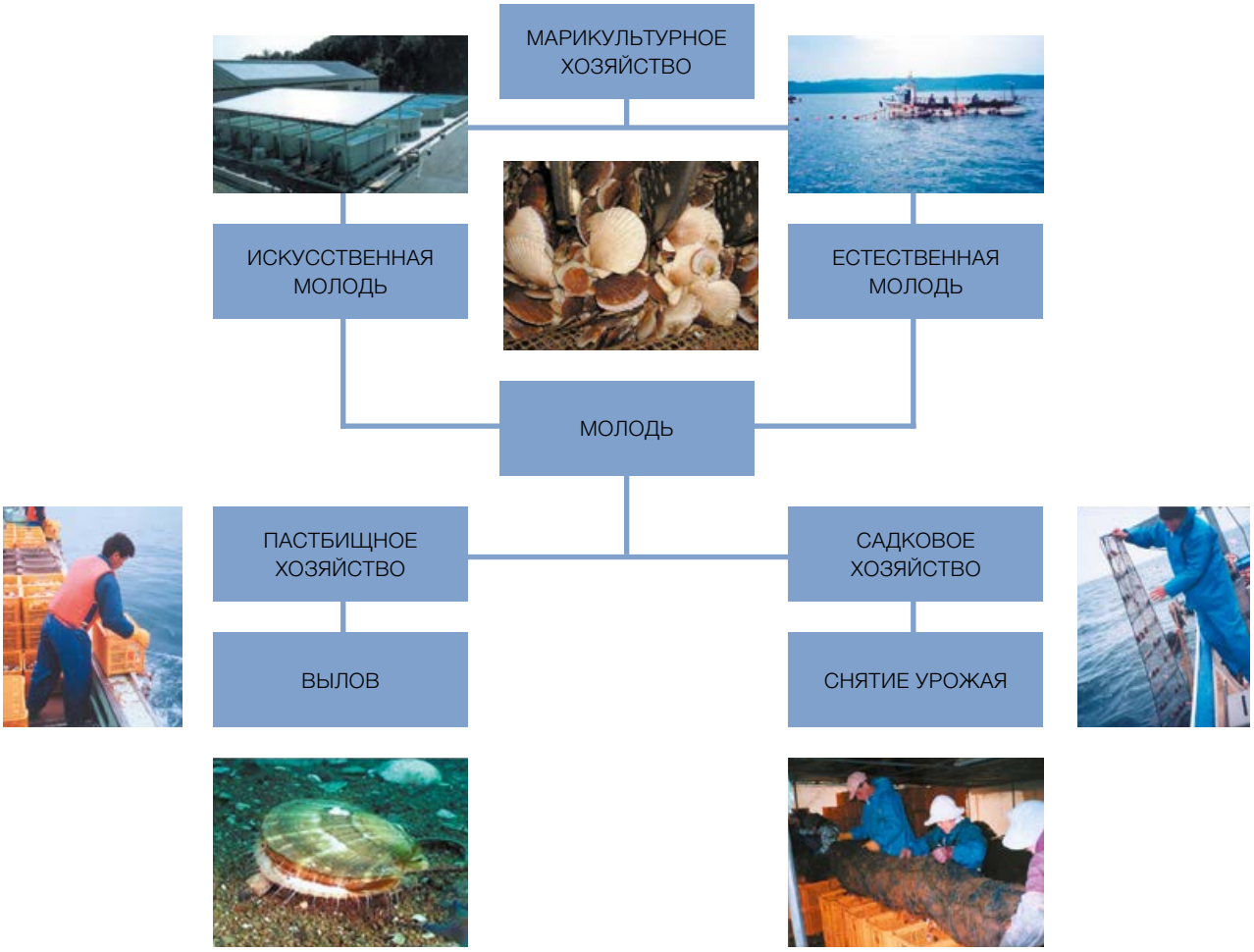


Рис. 11.8. Общая схема марикультуры приморского гребешка способом товарного выращивания

ется в постоянной борьбе за сохранность урожая (конечно, кроме браконьерства). Молодь естественного (собрана в естественной среде обитания с помощью коллекторов) или искусственного (получена от маточного стада в контролируемых условиях УЗВ) происхождения расселяется на дно в пределах РВУ либо в садки, смонтированные в гидробиотехнические сооружения (ГБТС) в море (рис. 11.9).

По завершении цикла выращивания, заданного в рамках доступной биотехники и экономической целесообразности, продукция изымается и может быть реализована как товар.

Как видим, общая схема организации товарной марикультуры приморского гребешка выглядит сравнительно просто. Однако отдельные ее этапы всегда видоизменяются в зависимости от конкретных условий среды и биологических особенностей объекта марикультуры. Так, например, в заливе Анива, который можно считать открытым и сравнительно холодноводным, нерест приморского гребешка проходит на месяц позже, чем у северного побережья острова Хоккайдо и в Приморском крае (Прохорова, Галанин, 2016; Чернышова, Прохорова, 2018; Галанин и др., 2019; Чернышова и др., 2022). Выставление коллекторов для сбора спата выполняется в июне, в августе на них происходит массовое оседание личинок приморского гребешка. К середине октября спат достигает в среднем 10 мм, что вынуждает продолжить подращивание прямо в коллекторах — обычно до июня следующего года. Посадочный материал (в виде жизнестойкой молоди) можно получить в пределах каждого РВУ, сформированного в заливе Анива, однако качество и количество этой молоди может сильно варьироваться. Важно отметить, что количество спата, оседающего на коллектор в одном и том же месте, непостоянно и сильно зависит

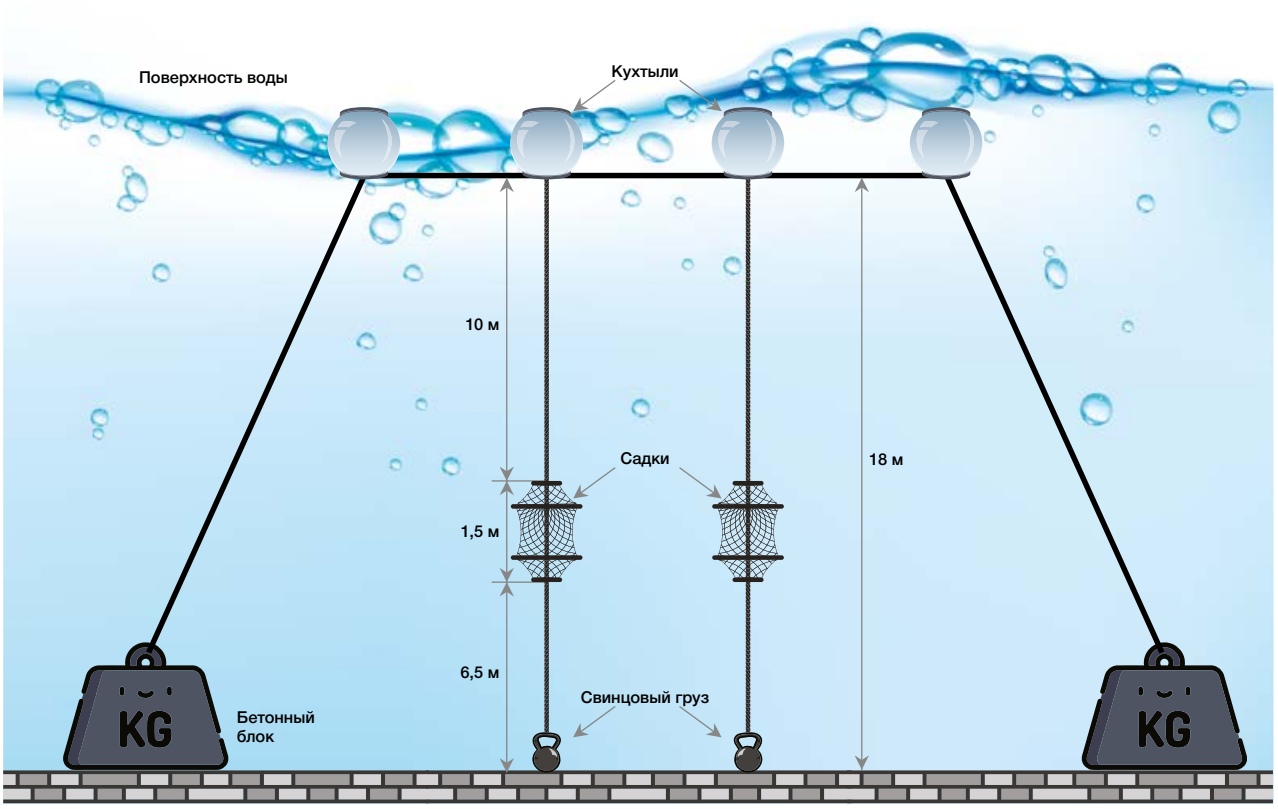


Рис. 11.9. Условная схема элемента ГБТС с садками

от текущих условий среды обитания (Прохорова, Галанин, 2016; Чернышова, Прохорова, 2018). Наш опыт показывает возможный сбор спата в количестве от 50 до 1000 экз. на мешочный коллектор (примерно 1 м^2), однако лучшую молодь можно получить в лагуне Буссе и в приустьевой акватории залива Анива (рис. 11.10).

По многолетним данным, среднее количество спата на коллектор (мешок) в лагуне составляет 250 экз., а раковина молоди к 1 ноября достигает условной жизнестойкости, т. е. высота ее становится равной 15–20 мм, а не 8–10 мм, как в заливе Анива (Прохорова, Галанин, 2016; Чернышова, Прохорова, 2018). Возможность расселения молоди на стадии сеголеток снижает ее себестоимость, т. к. в случае оставления коллекторов до весны следующего года придется потратиться на их техническое обслуживание.

В дальнейшем молодь, собранная в лагуне Буссе, должна частично использоваться на поддержание численности маточного стада лагуны, а остальная — распространяться в заливе Анива в местах, пригодных для пастбищного выращивания (Прохорова, Галанин, 2016). Считаем, что для поддержания естественного воспроизводства приморского гребешка в лагуне Буссе будет достаточно расселять 500 тыс. экз. спата в возрасте 3–4 месяцев или 300 тыс. экз. годовиков. Основная часть молоди приморского гребешка, собираемого на коллекторы в лагуне Буссе, должна использоваться в качестве посадочного материала для обеспечения задач товарной марикультуры в рамках пастбищного или садкового выращивания. Тогда для расселения оставшихся 99,5 млн экз. молоди при их плотности размещения 10 экз./м^2 потребуется 10 км^2 пастбищных площадей. С учетом четырехлетнего цикла выращивания занятые под пастбища площади нужно увеличить в 4 раза (каждый год молодь расселяется на новом участке), т. е. их общая площадь составит уже 40 км^2.

В настоящее время в заливе Анива общая площадь РВУ составляет около 100 км^2, что, по нашему мнению, уже близко к верхнему допустимому пределу. А это значит, что производство посадочного материала должно увеличиваться либо за счет новых коллекторных установок в заливе Анива, либо из других источников.

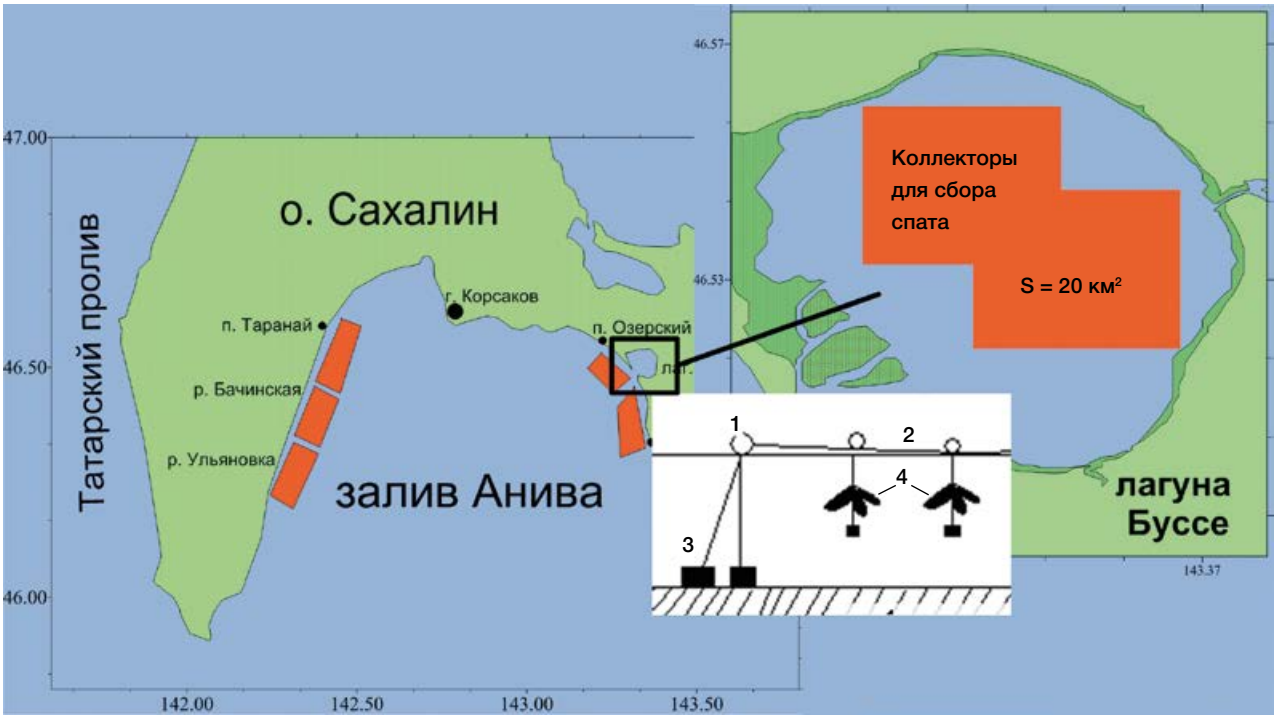


Рис. 11.10. Количественные возможности получения молоди приморского гребешка в лагуне Буссе с помощью коллекторов мешочного типа. Элементы ГБТС: 1 — буй (контрольно-информационный элемент); 2 — канат-«хребтина» с поплавками для удержания установки на плаву; 3 — груз для удержания установки на месте; 4 — коллекторы мешочного типа, связанные по три штуки

При условии, что вся эта площадь используется и планируется к использованию для пастбищного выращивания приморского гребешка, ежегодно потребуется расселять молодь на площади 25 км^2. Если ориентироваться на минимальный показатель удельной численности, для однократного заселения этого пространства потребуется 250 млн экз. молоди. При более высокой плотности расселения (50 экз./м^2, как в Приморском крае) потребность в посадочном материале будет расти (Брыков, Колотухина, 2009). Использование в качестве посадочного материала годовиков увеличит выживаемость, но и издержки тоже вырастут. Важно подчеркнуть, что обеспечение ежегодного расселения молоди на ¼ всех площадей условного марикультурного хозяйства должно быть гарантированным. Примерный расчет показывает, что ежегодный объем минимальной продукции в пересчете на приморского гребешка в заливе Анива уже сейчас может быть равен 2500 т. В реальности же в 2024 г. изъята 201 т.

Таким образом, считаем, что современный этап марикультуры в заливе Анива — это период становления, или проб и ошибок, и впоследствии из числа «желающих» останутся только «умеющие». Товарная марикультура приморского гребешка в нашем понимании сейчас остается приоритетной, но не исключает успешной апробации и других направлений.



Водолазы на мысу Анастасии *(фото А. А. Семенова)*

Список источников

Балконская Л. А. Динамика ресурсов анфельции лагуны Буссе / Отчет о НИР (промежуточный). СахНИРО. — Арх. № 8298. — Южно-Сахалинск, 2000. — 22 с.

Бизиков В. А., Алексеев Д. О., Абаев А. Д., Артеменков Д. В., Афейчук Л. С., Баканев С. В., Борисовец Е. Э., Ботнев Д. А., Борилко О. Ю., Буяновский А. И., Власенко Р. В., Галанин Д. А., Гон Р. Т., Горянина С. В., Григоров В. Г., Дробязин Е. Н., Дуленина П. А., Жуковская Г. В., Зуев М. А., Иванов П. Ю. и др. Сырьевая база промысловых беспозвоночных и ее освоение в морях России в 2000–2020 гг. // Тр. ВНИРО. — 2024. — Т. 195. — С. 142–204. — DOI: 10.36038/2307-3497-2024-195-142-204.

Брыков В. А., Колотухина Н. К. Биологические основы культивирования приморского гребешка в прибрежных водах Приморского края // Вопросы рыболовства. — 2009. — Т. 11. № 3 (43). — С. 564–586.

Бужинская Г. Н. Многощетинковые черви (Polychaeta) шельфа Южного Сахалина и их экология // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 72–224.

Бузников Г. А., Подмарев В. К. Морские ежи *Strongylocentrotus droebachiensis, S. nudus, S. intermedius* // Объекты биологии развития. — М.: Наука, 1975. — С. 188–216.

Буянкина С. К. Биотехника искусственного разведения морской капусты в Приморье // Тр. ВНИРО. — 1977. — Т. 124. — С. 52–56.

Василенко С. В. Капреллиды (морские козочки) морей СССР и сопредельных вод. Отряд Amphipoda. — Л.: Наука, 1974. — 288 с.

Василенко С. В. Фауна кумовых раков (Cumacea) шельфа Западного и Южного Сахалина // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 259–291.

Викторовская Г. И., Седова Л. Г. Некоторые аспекты биологии серого морского ежа в центральном районе Северного Приморья // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. Вып. 2. — С. 382–396.

Виноградов Л. Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. — 1950. — Т. 33. — С. 179–359.

Временная инструкция по технологии донного выращивания приморского гребешка после годичного подращивания в садках / Ю. Э. Брегман, В. З. Калашников, В. Н. Григорьев и др. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — 26 с.

Временная инструкция по технологии подвесного культивирования приморского гребешка в садках / В. З. Калашников, Ю. Э. Брегман, Е. А. Белогрудов и др. — Владивосток: ТИНРО, 1984. — 39 с.

Габаев Д. Д. Опыт выращивания ламинарии японской в Приморье // Рыбное хозяйство. — 2008. — № 6. — С. 62–65.

Габаев Д. Д. Экологически обоснованный способ культивирования камчатского краба // Рыбное хозяйство. — 2005. — № 4. — С. 35–36.

Гаврилова Г. С. Приемная емкость аквакультурной зоны залива Петра Великого (Японское море): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток, 2012. — 37 с.

Гаврилова Г. С., Сухин И. Ю., Турабжанова И. С. Первый опыт садкового выращивания заводской молоди гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) у восточного побережья Приморья // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 208–218.

Гайко Л. А. Изменчивость урожайности приморского гребешка под воздействием абиотических факторов // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 360–377.

Гайл Г. И. Промысловые водоросли Сахалина и Курильской гряды. — Владивосток: Примиздат, 1949. — 88 с.

Галанин Д. А., Дубровский С. В., Репникова А. Р. и др. Современное состояние ресурсов прибрежных беспозвоночных и водорослей Сахалино-Курильского региона, проблемы промысла и перспективы развития марикультуры // Тр. СахНИРО. — 2012. — Т. 13. — С. 44–60.

Галанин Д. А., Прохорова Н. Ю., Сергеенко В. А., Чернышова Ю. С., Шпакова Т. А. Распределение и ресурсы приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в Сахалино-Курильском регионе по итогам их эксплуатации с 2000 по 2011 г. // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 198. — С. 46–60.

Галанин Д. А., Прохорова Н. Ю. Современные ресурсы промысловых беспозвоночных и водорослей лагуны Буссе (о. Сахалин) и перспективы их рационального использования // Материалы I Международной научно-

практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития» (28–29 марта 2023 г., г. Москва). — М.: ВНИРО, 2023. — С. 88–93.

Галанин Д. А., Репникова А. Р., Сергеенко В. А. и др. Ресурсы промыслового макробентоса лагуны Буссе (залив Анива, Охотское море) // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» (Южно-Сахалинск, 19–22 сентября 2011 г.). — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. — С. 24–25.

Галанин Д. А., Сергеенко В. А., Гон Р. Т. Первые результаты пастбищной аквакультуры серого морского ежа, трепанга и ламинарии в зал. Анива о. Сахалин в 2024 г. (на примере рыбоводного участка XXX) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205. Вып. 2. — С. 389–405. — DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-389-405.

Галанин Д. А., Сергеенко В. А., Ширманкина Л. С., Шпакова Т. А., Галанина Е. В. Марикультура как метод повышения биологической продуктивности в условиях прибрежья Восточного Сахалина // Материалы VII Всероссийской конференции по промысловым беспозвоночным (Мурманск, 2006). — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — С. 273–275.

Голиков А. Н., Скарлато О. А. Раковинные брюхоногие и двустворчатые моллюски шельфа Южного Сахалина и их экология // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 368–487.

Голиков А. Н., Скарлато О. А., Табунков В. Д. Некоторые биоценозы верхних отделов шельфа Южного Сахалина и их распределение / Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 4–71.

Григорьева Н. И. Исследование скорости роста моллюсков подвесного выращивания в заливе Посьета (Японское море) // Бюл. Дальневосточного малакологического об-ва. — 2020. — 24(1/2). — С. 67–81. — DOI: 10.24866/1560-8425/2020-24/67-81.

Данные по кормовой базе гребешка в лагуне Буссе и характеристика его питания при садковом содержании и в естественных условиях (заключительный отчет) / Отчет о НИР. — Рук. канд. биол. наук В. А. Скалкин; отв. исп. Т. Н. Колганова. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 1980. — 46 с. Инв. № 4766 н/а.

Дубровский С. В., Сергеенко В. А. Особенности распределения дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в лагуне Буссе (Южный Сахалин) // Биология моря. — 2002. — Т. 28. № 2. — С. 102–106.

Дуленин П. А., Дуленина А. А. Распределение, размерный, возрастной состав и рост приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Bivalvia: Pectinidae) в северо-западной части Татарского пролива // Биология моря. — 2012. — Т. 38. № 4. — С. 290–298.

Игнатьев А. В., Краснов Е. В., Шейгус Е. В. Исследование температурных условий роста гребешков по изотопному составу кислорода их раковин // Биология моря. — 1976. — № 5. — С. 62–68.

Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / Сост. А. В. Кучерявенко, А. П. Жук. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. — 49 с.

Кизеветтер И. В., Суховеева М. В., Шмелькова Л. П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 113 с.

Ким А. Ч. Проблема рационального использования ресурсов устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в бухте Лососей (залив Анива) // Материалы VI Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 20–21 мая 2020 г.). Ч. 1. — Владивосток: Дальневосточный гос. технический рыбохозяйственный ун-т, 2020. — С. 71–74.

Ким А. Ч. Состояние популяции тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в лагуне Буссе (остров Сахалин) // Биология моря. — 2021. — Т. 47. № 2. — С. 138–140. — DOI: 10.15853/2072-8212.2021.61.67-73.

Ким А. Ч. Состояние ресурсов и промысла рудитапеса филиппинского *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve, 1848) в бухте Лососей и лагуне Буссе (зал. Анива, Охотское море) по данным 2010–2016 гг. // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 108–117. — DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-108-117.

Ким А. Ч., Ложкин Д. М. Влияние суммарного значения температуры воды на размерно-массовые характеристики тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в заливе Анива (о. Сахалин) по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. — 2021. — № 5. — С. 85–93. — DOI: 10.31857/S0205961421050067.

Ким А. Ч., Ложкин Д. М. Некоторые биологические характеристики тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в лагуне Буссе (остров Сахалин) по данным 2010–2020 гг. // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203. № 1. — С. 143–153. — DOI: 10,26428/1606-9919-2023-203-143-153.

Клитин А. К. Камчатский краб у берегов Сахалина и Курильских островов: биология, распределение и функциональная структура ареала // Национальные рыбные ресурсы. — М., 2003. — 252 с.

Клитин А. К. Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. № 1. — С. 148–227.

Клитин А. К., Смирнов И. П. Морские брюхоногие моллюски сахалино-курильских вод (сем. Buccinidae). Атлас. Серия: Естественная история Сахалина и Курильских островов. — Южно-Сахалинск: Сахалин — Приамурские ведомости, 2021. — 136 с.

Ковачева Н. П., Чертопруд Е. С. Общие подходы к оценке приемной емкости морских акваторий для молоди

крабоидов (Decapoda, Lithodidae) на примере камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Рыбное хозяйство. — 2014. — № 2. — С. 79–84.

Кондратьева Е. С. Урожайность плантации приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в бухтах Уссурийского залива (Японское море) // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 24–26 мая 2016 г.). Ч. I. — Владивосток: Дальневосточный гос. технический рыбохозяйственный ун-т, 2016. — С. 110–115.

Крупнова Т. Н. Биологические основы культивирования бурых водорослей // Тез. докл. Всероссийской конференции, посвященной памяти академика О. Г. Кусакина, «Морская биология в XXI веке: систематика, генетика, экология морских организмов» (Владивосток, 20–23 сентября 2022 г.). — Владивосток: ННЦМБ ДВО РАН, 2022. — С. 182–183.

Крупнова Т. Н. Особенности культивирования бурых водорослей пастбищным методом // II Международная научно-практическая конференция «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке» (Москва, 27–28 марта 2024 г.). — М.: Изд-во ВНИРО, 2024. — С. 183–190.

Крупнова Т. Н. Перестройка ламинариевых полей под воздействием природных и антропогенных факторов. Меры борьбы // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки» (Южно-Сахалинск, 19–22 сентября 2011 г.). — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. — С. 46–47.

Крутченко А. А. Некоторые особенности сезонного распределения четырехугольного волосатого краба в заливе Анива // Тр. СахНИРО. — 2005. — Т. 7. — С. 45–58.

Куликова В. А. Трепанг лагуны Буссе // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 94–96.

Куликова В. А. Численность и распределение пелагических двустворчатых моллюсков и иглокожих в лагуне Буссе (залив Анива, остров Сахалин) // Биология моря. — 2003. — Т. 29. — С. 97–105.

Куликова В. А., Табунков В. Д. Экология, размножение, рост и продукционные свойства популяции гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Dysedenta, Pectinidae) в лагуне Буссе (залив Анива) // Зоологический журнал. — 1974. — Т. 53. Вып. 12. — С. 1767–1774.

Кусакин О. Г., Иванова М. Б., Цурпало А. П. и др. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. — Владивосток: Дальнаука, 1997. — 167 с.

Кучерявенко А. В., Гаврилова Г. С., Ляшенко С. А., Сухин И. Ю., Викторовская Г. И. Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Анива (Охотское море) // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 147. — С. 374–384.

Лабай В. С. Видовой состав макрозообентоса лагун о-ва Сахалин // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 183. — С. 125–144.

Лабай В. С., Кочнев Ю. Р. Долговременные изменения сообщества *Nuculana pernula* как индикатор глобальных изменений бентоса сублиторали нижнебореальной части Охотского моря // Тр. СахНИРО. — 2008. — Т. 10. — С. 173–182.

Левин В. С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. — СПб.: ПКФ «ОЮ-92», 1994. — 240 с.

Низяев С. А. Экологические аспекты многолетнего распределения камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в заливе Анива (о. Сахалин) // Геосистемы переходных зон. — 2022. — Т. 6. № 4. — С. 388–404. — DOI: 10.30730/gtrz.2022.6.4.388-404.

Пищальник В. М., Бобков А. О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. — Ч. 1. — Южно-Сахалинск: Сахалинский государственный ун-т, 2000. — 174 с.

Подкорытов А. Г., Масленников С. И. К вопросу оптимизации технологии донного культивирования приморского гребешка для открытых акваторий // Материалы научной конференции, посвященной 70-летию С. М. Коновалова, «Современное состояние водных биоресурсов» (Владивосток, 25–27 марта 2008 г.). — Владивосток, ТИНРО-центр, 2008. — С. 775–777.

Понырко О. А., Крупнова Т. Н. Выращивание ламинарии японской (*Saccharina japonica*) из цеховой рассады // Материалы VI Международной научно-технической конференции «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли» (Владивосток, 27 ноября 2020 г.). — Владивосток: Дальневосточный гос. технический рыбохозяйственный ун-т, 2021. — С. 120–124.

Потапова Н. В. Становление и развитие рыбохозяйственной отрасли в России: XVII — начало XXI в. // Научные тр. Дальрыбвтуза. — 2023. — Т. 64. № 2. — С. 14–29. — DOI: 10.48612/dalrybvtuz/2023-64-02.

Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации от 01.12.2020 № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду».

Приморский гребешок / Ин-т биологии моря — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. — 224 с.

Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. — Южно-Сахалинск: Сахалинский филиал ТИНРО, 1993. — 192 с.

Прохорова Н. Ю., Галанин Д. А. Приморской гребешок как объект искусственного воспроизводства в Сахалино-Курильском регионе // Лучшие практики рыбохозяйственного образования: сборник материалов Всероссийской научно-практической школы-конференции (Южно-Сахалинск, 18–21 октября 2016 г.). — Южно-Сахалинск, 2016. — С. 123–129. https://elibrary.ru/item.asp?id=29179479.

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.11.2017 № 1569-р «Об утверждении перечней видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное и прибрежное рыболовство во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, Каспийском море и районах действия международных договоров Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов» (с изменениями на 10.02.2021).

Регулев В. Н., Григорьева Н. И. Культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Анива (остров Сахалин) // Бюл. Дальневосточного малакологического о-ва. — 2009. — Т. 13. — С. 78–88.

Савчук М. С. Производство тихоокеанской устрицы в мировой практике // Материалы национальной научно-технической конференции «Рыболовство — аквакультура» (Владивосток, 19–20 апреля 2023 г.). — Владивосток: Дальневосточный гос. технический рыбохозяйственный ун-т, 2023. — С. 232–238.

Сарочан В. Ф. Об искусственном разведении морских водорослей в условиях Дальнего Востока // Тр. Всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности СССР. Т. 1. — Архангельск, 1962. — С. 45–49.

Сарочан В. Ф. Промысел морской капусты и анфельции в 1950 г. на Южном Сахалине. — Антоново, 1950. — 16 с.

Сарочан В. Ф. Распределение, биология, промысел и динамика запасов анфельции в лагуне Буссе за период с 1916 по 1970 год / Отчет по теме «Биология, состояние запасов промысловых водорослей и морских трав». — Антоново: СахТИНРО, 1971. — 44 с. — № 2372.

Сарочан В. Ф., Кудрявцева А. М. Распределение и запасы анфельции на промысловых участках в лагуне Буссе в 1970 г. Рекомендации на ближайшие годы / Отчет по теме «Биология, состояние запасов промысловых водорослей и морских трав». — Антоново: СахТИНРО, 1970. — 37 с.

Северные рыбы (Рыболовство и водная жизнь на Хоккайдо). Энциклопедия. Центральная экспериментальная станция Хоккайдо. — Саппоро, 2003. — 646 с.

Сергеенко В. А. Современное состояние ресурсов дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus* (Selenka)) в лагуне Буссе (о. Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2007. — Т. 9. — С. 109–117.

Сергеенко В. А., Чернышова Ю. С. Распределение, размерно-массовый состав и состояние ресурсов приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в заливе Александровский (Татарский пролив, западное побережье о. Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2013. — Т. 14. — С. 198–210.

Силина А. В., Жукова Н. В. Питание и рост приморского гребешка на различных типах донных осадков // Изв. РАН. Сер. Биологическая. — 2007. — Т. 1. — С. 68–74.

Силина А. В., Латыпов Ю. Я. Динамика поселения приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Bivalvia) в условиях повышенной гидродинамики // Биология моря. — 2005. — Т. 31. № 4. — С. 297–301.

Силина А. В., Латыпов Ю. Я., Позднякова Л. А. Донное выращивание приморского гребешка // Рыбное хозяйство. — 1994. — Т. 3. — С. 41–42.

Силина А. В., Позднякова Л. А., Овсянникова И. И. Состояние поселений приморского гребешка в юго-западной части залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Т. 1. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — С. 168–185.

Сиренко Б. И. Панцирные моллюски (Polyplacophora) шельфа Южного Сахалина // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 346–368.

Скалкин В. А. Биология и промысел морского гребешка. — Владивосток, 1966. — 30 с.

Скалкин В. А. Распределение, запасы и промысел морского гребешка в Сахалино-Курильском районе // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения. Т. 4. — Л.: Наука, 1971. — С. 56–57.

Скалкин В. А. Уловистость гребешковой драги // Рыбное хозяйство. — 1969. — № 10. — С. 45–47.

Скалкин В. А. Характеристика некоторых бентосных сообществ в заливе Анива (Охотское море) // Зоологический журнал. — 1970. — Т. 49. № 9. — С. 1405–1408.

Скарлато О. А. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей СССР. — М.; Л.: Изд-во Ленинград. отделения АН СССР, 1960. — 151 с.

Суханов В. В., Кафанов А. И. Температурная зависимость продолжительности развития и жизни у пойкилотермных животных: эколого-физиологическая интерпретация // Биология моря. — 1983. — Т. 9. № 5. — С. 21–27.

Сухин И. Ю. Опыт получения и выращивания серого морского ежа в заводских условиях // Материалы научной конференции «Современное состояние водных биоресурсов», посвященной 70-летию С. М. Коновалова (Владивосток, 25–27 марта 2008 г.). — Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. — С. 798–801.

Сухин И. Ю. Особенности биотехники разведения серых морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz в условиях Южного Приморья // Материалы VII Всероссийской конференции по промысловым беспозвоночным. Б. Г. Иванова (Мурманск, 9–13 октября 2006 г.). — М., 2006. — С. 295–297.

Суховеева М. В., Подкорытова А. В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. — 243 с.

Табунков В. Д. Некоторые биоценозы верхних отделов шельфа Южного Сахалина, их распределение и перспективы рационального использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Зоологический ин-т АН СССР. — Л., 1974. — 22 с.

Тибилова Т. Х., Брегман Ю. Э. Рост двустворчатого моллюска *Mizuhopecten yessoensis* в бухте Троицы (залив Посьета, Японское море) // Экология. — 1975. — № 2. — С. 65–72.

Турабжанова И. С. Подходы к изучению приемной емкости донных участков прибрежья Приморского края для массовых видов фитофагов (серых морских ежей *Strongilocentrotus intermedius*) // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы» (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.). Т. 3. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. — С. 460–463.

Тырин Д. В., Ковачева Н. П., Жигин А. В. Содержание морских холодноводных ракообразных в установках с замкнутым водоиспользованием // Вопросы рыболовства. — 2013. — Т. 14. № 3. — С. 478–485.

Федеральный закон от 02.07.2013 № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации от 8 июля 2013 г. № 27. — Ст. 3440.

Федосеев В. Я., Григорьева Н. И. Биотехнология выращивания крабов в садках, на коллекторах и рифах // Материалы Международной научно-практической конференции «Прибрежное рыболовство — XXI век» (Южно-Сахалинск, 19–21 сентября 2002 г.). Т. 3. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002. — С. 309–315.

Федосеев В. Я., Григорьева Н. И. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschatica* в заливе Посьета (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. № 2. — С. 495–500.

Цветкова Н. Л., Кудряшов В. А. К фауне и экологии бокоплавов (Amphipoda, Gammaridea) биоценозов верхних отделов шельфа Южного Сахалина // Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. — Л.: Наука, 1985. — С. 292–345.

Чернышова Ю. С., Прохорова Н. Ю. Перспективы использования лагуны Буссе как природного источника для получения спата приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 195. — С. 219–228.

Чернышова Ю. С., Прохорова Н. Ю., Галанин Д. А. Опыт выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в садках в заливе Анива // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, № 3. — С. 679–691. — DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691.

Шмидт П. Ю. Морские промыслы острова Сахалина. Отчет Министерству Земледелия и Государственных Имуществ о научно-промысловых результатах Корейско-Сахалинской экспедиции Императорского Русского Географического общества 1900–1901 гг. — СПб.: Тип. Г. П. Пожарова, 1905. — 458 с.

Шпакова Т. А. Распределение и ресурсы приморского гребешка в заливе Анива (о. Сахалин) // Рыбное хозяйство. — 2004. — № 4. — С. 35.

Шпакова Т. А., Галанин Д. А. О росте спата приморского гребешка в условиях марикультуры в заливе Терпения (о. Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2008. — Т. 10. — С. 157–164.

Щукина Г. Ф., Галанин Д. А., Балконская Л. А., Шпакова Т. А., Яковлев А. А., Сергеенко В. А., Чумаков А. А. Структура и распределение прибрежных донных сообществ залива Анива // Тр. СахНИРО. — 2003. — Т. 5. — С. 3–24.

Явнов С. В., Поздняков С. Е. Атласы промысловых и перспективных для промысла гидробионтов дальневосточных морей России / Владивосток: Дюма, 2000. — 168 с.

Abe K. Important crab resources inhibiting Hokkaido waters // Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. — 1992. — Vol. 21. — Iss. 3. — P. 153–183.

Chen J., Liu J., Xu P., Ji H., Xu H., Chen Z. China´s mariculture after strategic transfer of fishery mode // Florence, 2006.

Kanno R., Matsubara S. Studies on the «Itaniso» (*Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis*) / Part V // Journal of Fisheries. — 1936. — Vol. 35. — P. 25–37 (пер. с яп.).

Kijima A., Mori K., Fujio Y. Population differences in gene frequency of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1984. — Vol. 50. № 2. — P. 214–248.

Labay V. S. Review of amphipods of the *Melita* group (Amphipoda: Melitidae) from the coastal waters of Sakhalin Island (Far East of Russia). III. Genera *Abludomelita* Karaman, 1981 and *Melita* Leach, 1814 // Zootaxa. — 2016. — Vol. 4156. № 1. — 73 p. — DOI: 10.11646/zootaxa.3869.3.3.

Mottet H. G. Enhancement of the marine environment for fisheries and aquaculture in Japan // Techn. Rept Dept. Fish. — St. Washington, 1981. — 69 p.