

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



**Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет**

**Актуальные проблемы освоения
биологических ресурсов Мирового океана**

**Материалы V Международной
научно-технической конференции**

(Владивосток, 22–24 мая 2018 года)

Часть I

Пленарные доклады

Водные биоресурсы, рыболовство, экология и аквакультура

Морская инженерия

Владивосток
Дальрыбвтуз
2018

УДК 639.2.053
ББК 47.2
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – Н.К. Зорченко, врио ректора ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – О.Л. Щека, доктор физ.-мат. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности.

А.Н. Бойцов, канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры;
И.В. Матросова, канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура»;

С.Б. Бурханов, директор Мореходного института;

И.С. Карпушин, канд. техн. наук, зав. кафедрой «Судовождение»;

С.Н. Максимова, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология продуктов питания»;

Н.В. Дементьева, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания»;

Б.И. Руднев, доктор техн. наук, профессор кафедры «Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника»;

Т.И. Ткаченко, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование»;

Е.В. Черная, канд. ист. наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарные дисциплины»;

Л.В. Воронова, канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой «Русский язык как иностранный».

Ответственный секретарь – Е.В. Денисова, зам. начальника научного управления.

Технический секретарь – Е.Ю. Образцова, главный специалист научного управления.

А43 Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы V Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 ч. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2018. – Ч. I. – 319 с.

ISBN 978-5-88871-711-0 (ч. I)

ISBN 978-5-88871-710-3

Представленные материалы охватывают международные научно-технические проблемы экологии, рационального использования, сохранения и восстановления ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развития искусственного воспроизводства и аквакультуры, эксплуатации водного транспорта, обеспечения безопасности мореплавания, прогрессивных технологий в области судовых энергетических установок и судовой автоматики.

Приводятся результаты научно-исследовательских разработок ученых Дальрыбвтуза, других вузов и научных организаций России и зарубежья.

УДК 639.2.053
ББК 47.2

ISBN 978-5-88871-711-0

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2018

13. Токранов А.М., Орлов А.М. Стихеевые рыбы (Stichaeidae) прикамчатских вод // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сб. науч. статей = Academician Leo Berg – 140: Collection of Scientific Articles. – Бендеры: Eco-TIRAS, 2016 (Типogr. “Elan Poligraf”). – С. 536–539.
14. Токранов А.М., Орлов А.М. Морские лисички (Agonidae) прикамчатских вод // IV Балтийский морск. форум: междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов», труды (Калининград, 24–25 мая 2016 г.). Калининград: КГТУ, 2016. С. 62–63.
15. Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский Остров, 2014. 336 с.
16. Тупоногов В.Н., Снытко В.А. Атлас промысловых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. 206 с.
17. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. 336 с.
18. Худя В.Н. Песчанка // Проект «Моря». Т. IX. Охотское море. Вып. 2. Гидрохим. условия и океанолог. основы формирования биол. продуктивности. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 100–104.
19. Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2001. 197 с.
20. Четвергов А.В., Архандеев М.В., Ильинский Е.Н. Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. Книжн. изд-во, 2003. Вып. IV. С. 227–256.
21. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. С. 7–69.
22. Masuda H., Amaoka K., Araga S., Uyeno T., Yoshino T. The Fishes of the Japanese Archipelago. Takai Univ. Press, 1984. Text: 1–456. Pl. 1–378.
23. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. XXXVII+1037 p.+40 Pl.

А.М. Tokranov
KB PGI FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

NON-TRADITIONAL POTENTIAL OBJECTS OF COASTAL FISHERY IN THE NEAR KAMCHATKA WATERS OF SEA OF OKHOTSK

The survey of some non-traditional potential objects of coastal fishery in the near Kamchatka waters of Sea of Okhotsk (blackline prickleback, hawk poacher, Pacific sandfish and Pacific sand lance) is given. Resources of this fishes today don't used in general. The problems are analyzed that exploitation of this fishes resources are limited.

УДК 639.64

В.А. Шелехов
ФГБУН «НИЦМБ ДВО РАН», Владивосток, Россия

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ МАРИКУЛЬТУРЫ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Рассматриваются основные гидрологические и биогеографические особенности дальневосточных морей. Приводятся характеристики северо-западной части Японского моря, являющиеся предпосылками для масштабного развития марикультуры на шельфе. Приведены примеры некоторых разработок в области техники марикультуры, дающие возможность эффективно использовать акватории на шельфе Японского моря в целях развития марикультуры.

В океане основными факторами, определяющими величину ПП (первичной продукции) – основы для товарной продуктивности водоемов, являются биогенные элементы и солнечная радиация (Сапожников, 2014). В полярных районах высокие концентрации биогенных элементов объясняются процессами зимнего вертикального перемешивания, когда с глубины 200–400 м выносятся воды, содержащие высокие концентрации фосфатов, нитратов и кремнекислоты. Вдоль периферии океанов преобладающие в холодный период сгонные ветра отгоняют поверхностную воду от берега, а на её место поднимаются глубинные воды с высоким содержанием биогенных элементов. Соответственно высокие значения первичной продукции наблюдаются в полярных районах и вдоль периферии океанов (Кобленц-Мишке и др., 1968). Предполагается, что именно полярные районы, дающие в настоящее время максимальные уловы гидробионтов, в перспективе будут давать основную прибавку к вылову, в то время как уловы в тропических и субтропических водах будут уменьшаться (Cheung et al., 2016) (рис. 1).

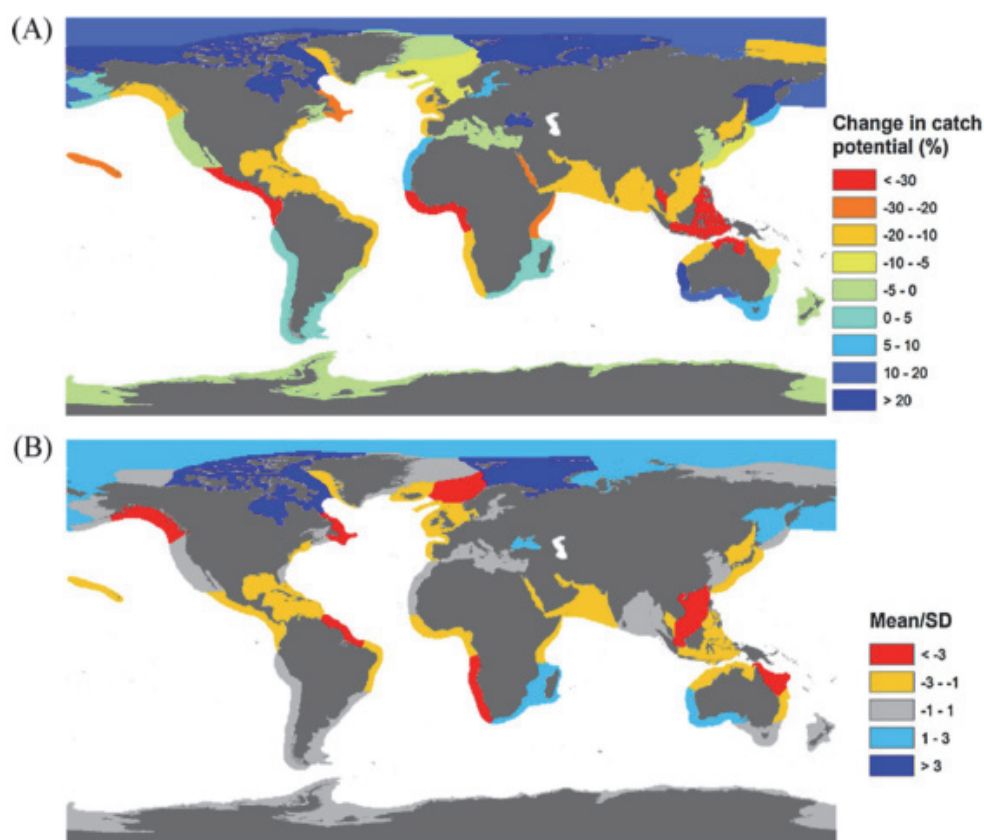


Рис. 1. Результаты моделирования изменений в вылове морских гидробионтов в различных районах Мирового океана до 2050 г. (цит. по: Cheung et al., 2016)

Среди дальневосточных морей России Японское море характеризуется наименьшими концентрациям биогенов и общей продуктивностью (таблица), даже не смотря на то, что это единственное из дальневосточных морей, через которое проходит фронтальная зона (Зуенко, 2008), однако за счет более южного положения, меньшей ледовитости и более высокой инсоляции оно имеет больший, но нереализованный потенциал по продукции в единицу времени (Шунтов, 2001) в сравнении с Охотским и Беринговым морями. Этому способствует более выраженная сезонность в концентрации биогенов в эвфотическом слое за счет гораздо меньшей площади водосбора, впадающих в Японское море рек и узкого вдоль большей часть побережья шельфа. В перспективе до 2050 г. ожидается дальнейшее уменьшение вклада Японского моря в мировой вылов морепродуктов (Cheung et al., 2016).

Характеристики продуктивности дальневосточных морей

Характеристика	Море		
	Берингово	Охотское	Японское
Общая площадь, млн км ² **	2,27/2,26	1,58/1,60	1,01/1,06
Объем воды, млн км ³ **	3,69/3,80	1,32	1,36/1,70
Площадь шельфа, %	45,0/44,9	39,6/41,1	23,8
Среднемноголетняя температура воды у поверхности на шельфе летом, °С*	7–11	3–18	18–26
Отношение площади водосбора/площадь моря	0,74	1,67	0,35
Фосфаты годовой макс., мкг-ат/л	1,5–2,2	1,3–2,2	0,4–1,3
Азот годовой макс., мкг-ат/л	17,4–27,2	30,0–65,0	14,0–30,0
Кремний годовой макс., мкг-ат/л	28,5–55,9	17,0–27,0	2,0–10,0
Первичная продукция, макс., г/м ³ /сезон	до 12/лето	до 100/весна	до 7 /весна
Продуктивность зоопланктона, макс. мг/м ³ /сезон	4822/лето	4431>5000/лето	1900/лето
Продукция макробентоса на шельфе г/м ²	520	572	365
Рыбы и кальмары г/м ²	5,2–9,9	5,6–9,3	2,0–7,0

* – данные для российских вод Японского моря. ** – оценки по различным источникам.

Зимнее конвективное перемешивание считается основным источником поступления биогенов в эвфотический слой Японского моря. У северо-западного побережья значительный вклад в подъем биогенов с октября по март дает также сезонный апвеллинг, возникающий благодаря действию преобладающих сгонных ветров (Зуенко, 1998). Кроме того, Ю.И. Зуенко полагает (1998), что потребление этих биогенов фитопланктоном в зимний период ограничено отсутствием выраженного пикноклина, который способствовал бы задержке фитопланктона в эвфотическом слое. Эта точка зрения подтверждается случаями наблюдаемого зимнего «цветения» в закрытых бухтах и заливах (Посъет, Амурский залив) за счет обилия биогенов и малых глубин, так что «весеннего» цветения может и не наблюдаться (запасы биогенов закономерно снижаются) (Проект «Моря», 2004).

Не смотря на существенно меньшее поступление биогенов в Японское море со стоком рек и тропическими по происхождению водами Цусимского течения в сравнении с Охотским и Беринговым морями (Шунтов, 2001), их количество в афотическом слое, особенно в северо-западной части моря, может быть очень существенным, поскольку скорость минерализации органики в донных осадках Японского моря гораздо выше (в 5 раз в сравнении с Беринговым морем и в 7 раз – с северной частью Тихого океана (Зуенко, 1998)). Например, если на поверхности выше летнего пикноклина от зимы к лету в северо-западной части Японского моря концентрация солей фосфора, важнейшего из лимитирующих первичную продукцию биогенных элементов, падает в 5–6 раз, то на глубине 100–150 м она остается на том же высоком уровне (Проект «Моря», 2004). Быстрый рост содержания фосфатов продолжается в Японском море до глубины почти 1200 м. Максимум содержания нитритов во все сезоны находится на глубине 50–100 м. Летом у поверхности концентрация нитритов может быть близка к нулю, но в целом по эвфотическому слою она выше, чем зимой, поскольку содержание нитритов отражает интенсивность биохимических процессов, а они выше именно летом как за счет более высоких температур и инсоляции, так и за счет наличия летнего пикноклина, который является «опорой» для развивающегося фитопланктона, не давая ему погружаться в афотическую зону.

В теплое время года конвекция прекращается, поэтому заметные концентрации фитопланктона могут наблюдаться летом лишь в прибрежной зоне за счет поступления биогенов с речным стоком и турбулентного ветрового перемешивания и приливного перемешивания. На шельфе Приморья благодаря этому весеннее «цветение» заканчивается позже, а осеннее – начинается раньше, чем в глубоководных районах. Но в целом осенний пик развития фитопланктона практически слабо выражен за счет обилия в это время зоопланктона, который быстро его выедает (Надточий, 1998).

Зоопланктон в северо-западной части Японского моря, в свою очередь, является базой для нагула нескольких ценных видов пелагических рыб – мигрантов (сардины, сайры, анчоуса, тихоокеанского кальмара, скумбрии) и в меньшей степени местных планктоноядных рыб, численность которых относительно мала, в частности, и из-за ограниченности подходящих для них биотопов (узкого шельфа). Отмечается, что в отсутствие, например, сардины (в годы низкой ее численности) численность хищного зоопланктона увеличивается примерно в 4 раза (Шунтов, 2001). Щитинкочелюстные, например, в открытых водах Японского моря занимают первое место по биомассе (Проект «Моря», 2004).

Исходя из анализа особенностей первичной продукции в Японском море можно предложить способ ее увеличения и перевода непосредственно в товарную продукцию за счет более полного использования биогенов в эвфотическом слое на шельфе в течение всего года и их вовлечения в фотосинтез из афотического слоя в летний период. Для этого предлагается развивать культивирование, прежде всего, макрофитов типа ламинарии, а также в поликультуре с ней гребешка, мидий, трепанга и других гидробионтов, возможно, планктоноядных рыб на шельфе и материковом склоне, над глубинами 50–250 м. Перенос поликультурных хозяйств на шельф и к кромке материкового склона позволит более полно вовлекать значительные запасы биогенов в этих районах в образование непосредственно товарной продукции, увеличить объемы продукции местной аквакультуры, уменьшить или полностью ликвидировать негативное влияние марикультурных хозяйств на экосистему прибрежной зоны, что показано для случаев закладки гребешковых и мидиевых ферм у побережья на относительно закрытых акваториях (Масленников и др., 1994, Ващенко и др., 1999). Кроме того, освоение огромных, практически не эксплуатируемых промыслом открытых прибрежных акваторий в указанном диапазоне глубин вдоль побережья Приморья позволит применить действительно индустриальный подход в аквакультуре с развитием специализированного флота, обрабатывающей и транспортной инфраструктуры и привлечением большого количества профильных специалистов, а также снимет ряд противоречий и напряженностей, возникающих в связи с существующим развитием марикультуры непосредственно у побережья, в закрытых бухтах и на акваториях, востребованных для развития рекреации и туризма. Безусловно, широкомасштабное освоение шельфа в целях аквакультуры должно сопровождаться всесторонним биологическим мониторингом на всех этапах реализации проектов, чтобы избежать какого-либо ущерба для экосистемы.

Ранее С.И. Масленников (2011) предложил концепцию создания морских биотехнопарков на открытых акваториях. Площадь подходящих акваторий в зоне Приморья в диапазоне глубин до 50–60 м была оценена им в 376,5 тыс. га. В случае освоения акваторий с глубинами в диапазоне 50–250 м пригодные площади могут быть увеличены в несколько

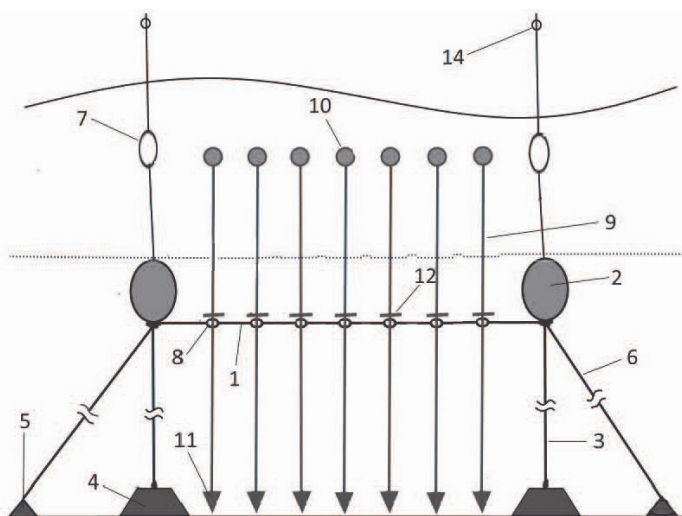


Рис. 2. Схема предлагаемой несущей конструкции для хозяйств аквакультуры на шельфе

раз, при этом 90 % из них в зоне Приморья будут находиться в 12-мильной зоне территориальных вод.

Нами предложена (патентуется) простая в установке и эксплуатации несущая конструкция тросового типа, позволяющая развивать макрокультурные хозяйства на шельфе (рис. 2). Эта конструкция позволяет минимизировать влияние ветрового, волнового воздействия и льдов в зимнее время (весь шельф у Приморья находится в зоне, где в годы максимальной ледовитости в феврале наблюдаются льды (Проект «Моря», 2004)) на установки марикультуры, а также не препятствует судоходству.

Согласно изобретению, несущий трос 1 закреплен в горизонтальном положении ниже фотического слоя несущими погруженными буями 2, которые в свою очередь соединены якорными тросами 3 с донными якорями 4 и якорями-оттяжками 5 с помощью вспомогательных тросов 6, а также снабжены концевыми буями 7. Через кольца 8, смонтированные в несущий трос 1, пропущены вертикальные несущие тросы 9, снабженные сверху буями 10, снизу грузом-противовесом 11, а посередине стопорным элементом 12. Бионоситель прикреплен к вертикальным несущим тросам 9 выше стопорного элемента 12.

В качестве бионосителя могут использоваться коллекторы для водорослей и моллюсков, садки различной конструкции для моллюсков, трепанга или рыб.

Длина якорных тросов и вспомогательных тросов до несущих погруженных буёв должна обеспечивать размещение несущего горизонтального троса и несущих погруженного буя глубже нижней границы фотического слоя в летний период, что позволяет значительно замедлить процесс обрастания и полностью вывести несущую конструкцию из зоны волнового и прочих механических воздействий, что существенно снижает эксплуатационные расходы. Конструкция вертикальных несущих тросов, в свою очередь, позволяет легко обслуживать коллекторы с борта судна, вытаскивая их на борт вплоть до стопорного элемента, оперативно менять верхнюю часть несущего троса 9 при сборе урожая и постановки коллекторов с рассадой.

Похожий способ размещения коллекторов на несущих вертикальных тросах, однако, неподвижно закрепленных на горизонтальном тросе, размещенном на дне или в толще воды, предлагался ранее С.И. Масленниковым (Патент RU 2149541 от 25.05.2000 (не действующий)) для освоения открытых акваторий с глубинами до 50 м. Опробованные полностью погруженные установки, собранные по этой схеме на глубинах более 30 м показали хорошую устойчивость к механическим нагрузкам и достаточно высокую выживаемость посадочного материала. Однако к их недостаткам следует отнести трудность в обслуживании (обязательное привлечение водолазов), постановка-снятие всей установки целиком и непригодность ее для глубин больше 50 м.

За счет погружения бионосителя на предлагаемой нами конструкции на глубину более 2–3 м талломы ламинарии, например, будут находиться, в условиях термического режима даже южного Приморья, практически в течение всего года в оптимальных температурных условиях для прироста биомассы (Крупнова, 2002). Кроме, того для оптимизации условий выращивания гидробионтов в течение всего года (включая наиболее теплые месяцы с июля по сентябрь), на шельфе возможна эксплуатация ресурсов нижележащих слоев водной толщи. Нами предложены (патентуются) простые по конструкции приспособления типа волновых насосов и перемешивателей, которые могут ставиться по периметру установок марикультуры для повышения концентрации биогенов и оптимизации температурных условий (рис. 3, 4).

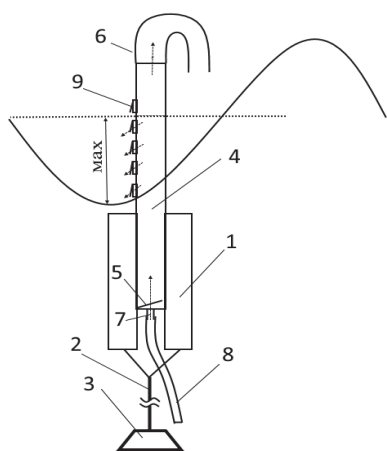


Рис. 3. Стационарный водяной насос для подъема глубинных вод

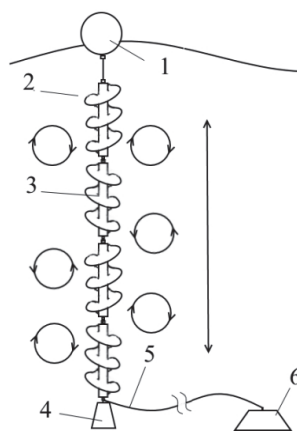


Рис. 4. Волновой турбулентный перемешиватель водной толщи для разрушения пикноклина, обогащения биогенами деятельного слоя и выравнивания температуры по водной толще

Библиографический список

1. Ващенко М.А., Лучшева Л.Н., Жадан П.М. и др. Оценка экологической ситуации в бухте Алексеева (залив Петра Великого Японского моря) по биологическим и биогеохимическим показателям // Биол. моря. 1999. Т. 25. № 2. С. 96–97.
2. Зуенко Ю.И. Элементы структуры вод северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 262–290.
3. Зуенко Ю.И. Промысловая океанография Японского моря: моногр. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. 227 с.
4. Кобленц-Мишке О.И., Кабанова Ю.Г., Волковинский В.В. Новые данные о величине первичной продукции Мирового океана // Докл. АН СССР. 1968. Т. 183. № 5. С. 229–232.
5. Крупнова Т.Н. Особенности развития спорозной ткани у ламинарии японской под воздействием изменяющихся условий среды // Известия ТИНРО. 2002. Т. 130. Ч. 2. С. 474–482.
6. Масленников С.И., Корн О.М., Кашин И.А., Мартынченко Ю.Н. Многолетние изменения численности личинок донных беспозвоночных в бухте Алексеева острова Попова Японского моря // Биол. моря. 1994. Т. 20. № 2. С. 107–114.
7. Масленников С.И. Концепция проекта по созданию морского биотехнопарка в Сахалинской области // Морские прибрежные биологические ресурсы Дальнего Востока: их рациональное использование с экологической и экономической точек зрения. 2011. С. 89–125.
8. Надточий В.В. Сезонное развитие планктона в зонах разных типов вертикально структуры вод северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 150–167.
9. Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Японское море, гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб: Гидрометеоиздат. 2004. Т. 8. Вып. 2. 266 с.
10. Сапожников В.В. Гидрохимические методы оценки биопродуктивности промысловых районов Мирового океана. Среда обитания водных биологических ресурсов// Тр. ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 3–14.
11. Тищенко П.П., Звалинский В.И., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю. Первичная продукция Амурского залива (Японское море) в летний сезон 2008 года // Биология моря. 2017. Т. 43. № 3. С. 195–202.
12. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО, 2001. Т. 1. 580 с.
13. Cheung W.W.L., Jones M.C., Reygondeau G., Stock C.A., Lam V.W.Y., Frölicher T.L. 2016 Structural uncertainty in projecting global fisheries catches under climate change. Ecological Modelling. Vol. 325. P. 57–66.

V.A. Shelekhov

National Scientific Center of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok, Russia

A NEW LOOK AT THE POTENTIAL OF MARICULTURE IN PRIMORYE REGION

The main hydrological and biogeographical features of the seas of Russian Far East are considered. The characteristics of the northwestern part of the Sea of Japan, which are prerequisites for the large-scale development of mariculture on the shelf, are presented. Examples of some inventions in the techniques of mariculture, which make it possible to effectively use the water area on the shelf of the Sea of Japan for the purposes of mariculture are given.