

УДК 582.273:581.6:639.29

Промысловые виды и их биология

Эксплуатация полей пластообразующих красных водорослей в морях России

Н.В. Евсеева

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187
E-mail: evseeva@vniro.ru

SPIN-код: Н.В. Евсеева – 7562-2385

Цель работы: рассмотреть историю интенсивного промысла и его влияние на состояние запасов красных пластообразующих водорослей для выработки оптимального режима современного промысла анфельции тобучинской зал. Измены.

Используемые методы: анализ проведён на основе литературных источников и полученной в 1989-2021 гг. информации по рекомендованным методикам рыбохозяйственных исследований.

Новизна: проанализирован массив данных по влиянию промысла на ресурсы красных пластообразующих водорослей, выявлена связь между добычей с «живого» пласта и деградацией полей, разработаны рекомендации по эксплуатации пласта анфельции зал. Измены о. Кунашир.

Результат: опыт эксплуатации ценопопуляций красных пластообразующих водорослей в СССР наглядно продемонстрировал, что разработка «живого» пласта неизбежно ведёт к последующей деградации запасов и разрушению его (пласта) структуры. Несмотря на то, что каждое поле проявляет разную устойчивость к воздействию, целесообразнее основывать промысел на регулярно образующихся предвыбросных скоплениях. Объём предвыбросов для всех пластообразующих водорослей значителен. Для сохранения промысловый значимости поля анфельции в зал. Измены предложено запретить промысел в центре основного пласта. При этом образующиеся в прибрежной зоне на глубинах до 2 м предвыбросные скопления можно изымать полностью.

Практическая значимость: разработаны рекомендации по рациональной эксплуатации ресурсов промысловой водоросли *Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis* Сахалинской области.

Ключевые слова: *Furcellaria*, *Coccotylus*, *Phyllophora*, *Ahnfeltia*, запас, промысел.

Exploitation of bed-forming red algae fields in Russian seas

Nataliya V. Evseeva

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

The aim of the work: to consider the history of intensive fishing and its impact on the state of red bed-forming algae stocks in order to develop an optimal regime for modern fishing of Ahnfeltia in Izmena Bay.

Methods used: the analysis was based on literature sources and information obtained in 1989-2021 according to the recommended methods of fishery research.

Novelty: analyzed data on the impact of fishing on the resources of red bed-forming algae, revealed the relationship between extraction from the «live» bed and degradation of fields, developed recommendations for the exploitation of the Ahnfeltia bed in Izmena Bay, Kunashir Island.

Result: The experience of exploitation of red bed-forming algae cenopopulations in the USSR has clearly demonstrated that exploitation of a «living» bed inevitably leads to subsequent degradation of reserves and destruction of its (bed) structure. In spite of the fact that each field shows different resistance to impact, it is more reasonable to base fishing on regularly formed pre-discharge accumulations. The volume of pre-release accumulations for all bed-forming algae is significant. In order to preserve the commercial importance of the Ahnfeltia field in Izmena Bay, it is proposed to prohibit fishing for Ahnfeltia in the center of the main bed. At the same time, the pre-discharge accumulations formed in the coastal zone at depths up to 2 m can be removed completely.

Practical significance: developed recommendations for the rational use of resources of the commercial algae *Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis* in the Sakhalin Region.

Keywords: *Furcellaria*, *Coccotylus*, *Phyllophora*, *Ahnfeltia*, stock, fishery.

ВВЕДЕНИЕ

В окраинных морях РФ неприкреплённые пластообразные скопления образуют четыре красные водоросли: фурцелярия червеобразная в Балтийском

море, филлофора ребристая и филлофора Броди в Чёрном море и анфельция тобучинская в Японском и Охотском морях.

Все красные неприкреплённые водоросли, образующие пласт, имеют ряд общих биологических ха-

рактеристик. У них отсутствуют органы прикрепления и полового размножения, для них свойственно исключительно вегетативное размножение путём деления талломов на фрагменты при росте [Киреева, 1964].

Эти пласти разрабатывались ещё в СССР в разное время для выработки агара и каррагинанов [Каминер, 1977; Медведева и др., 1989; Суховеева, Подкорытова, 2006]. Усиленная эксплуатация по-разному сказалась на состоянии ресурсов. Целью данной работы было проанализировать историю интенсивного промысла и его влияние на состояние запасов красных пластообразующих водорослей для выработки оптимального режима современного промысла анфельции тобучинской.

Филлофора

В прибрежных зонах Чёрного моря к массовым видам красных водорослей относится филлофора, включающая два широко распространённых вида – это *Coccotylus brodiei* (Turner) Kützing, 1843 (=*Coccotylus truncatus* (Pallas) M.J. Wynne et J.N. Heine, 1992) и *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon, 1964. *C. brodiei* и *P. crispa* встречаются в прибрежье европейских и близневосточных участков Атлантического бассейна [Milchakova, 2011]. Неприкреплённая филлофора обитает только в Чёрном море в пределах филлофорного поля Зернова и нескольких участков малого филлофорного поля в прибрежье Крыма [Блинова, 2007; Миничева и др., 2009]. В условиях поля произрастает также *Ph. pseudoceranoides* (S.G. Gmelin) Newroth et A.R.A.Taylor ex P.S. Dixon et L.M. Irvine, 1977 [Калугина-Гутник 1975], но она не является массовым видом. *P. crispa* и *C. truncatus* являются доминантами и одновременно средообразующими видами.

Филлофорное поле, обнаруженное и описанное С.А. Зерновым, в 1909 г. занимало северо-западную часть Чёрного моря к северу от линии Севастополь–Дунай с площадью 80x40 миль на глубине 15-30 сажень. Зернов назвал его «филлофорным морем» по аналогии с саргассовым морем. Причём на некоторых станциях филлофора была прикреплена к створкам мидий, на некоторых – свободна. По морфологии филлофора в центре поля отличалась от прикреплённой прибрежной [Зернов, 1909]. Первоначальный запас неприкреплённой филлофоры был определён в 10 млн т [Киреева, 1964].

В 1925-1926 гг. Н.В. Морозова-Водяницкая [1948] провела дополнительные исследования и установила, что вся филлофора на поле является неприкреплённой. Ею же было описано малое филлофорное поле в Каркинитском заливе восточнее Бакальской косы на глубинах 2-4 м.

Филлофора на филлофорном поле Зернова (ФПЗ) располагается не сплошным покровом, а полосами с запада на восток. Расположение ФПЗ в северо-западной части определяется наличием антициклонического круговорота, стоком крупных рек, выносящих массу органики, характеризуется пологим и ровным рельефом дна, большими глубинами (от 20 до 50 м), песчаным, илисто-песчаным и песчано-илистым ракушечником, сильными придонными течениями и своеобразным физико-химическим составом водных масс [Каминер, 1981]. Кроме особенностей рельефа, формированию фитоценоза филлофоры способствовало устойчивое круговое циклоническое течение северо-западного шельфа Чёрного моря [Леонов, 1960].

Черноморскую *P. crispa* (=*P. nervosa*) добывали в период с 1930 по 1991 гг. Ежегодный объём добывчи филлофоры Одесским агаровым заводом достигал 15-17 тыс. т [Состояние биологических ..., 1995], по другим данным до 20 тыс. т [Зайцев, Поликарпов, 2002], что составляло около 0,2% от общей биомассы водорослей. Промысел водорослей осуществлялся на участках скоплений их наибольшей массы – в жёлобе сноса, где происходит концентрация водорослей со всего поля. Снижение плотности филлофоры на поле Зернова привело и к уменьшению пополнения водорослями в жёлобе сноса.

В 1954 г. запас на поле составлял уже 4 млн т общей площадью 3300 км² [Щапова, 1954]. Запас филлофоры сокращался стремительно [Мильчакова и др., 2013] (рис. 1).

В 70-х годах в связи с процессом интенсивного эвтрофирования северо-западной части Чёрного моря сырьевой и биологический потенциал филлофоры был существенно подорван. К концу 80-х годов её запас в северо-западной части снизился на три порядка величин, и стала очевидна нерентабельность её добычи в качестве промышленного сырья [Миничева и др., 2009]. В 1992 г. общий запас филлофоры на поле Зернова определён в 300 тыс. т, в т. ч. в жёлобе сноса – 120 тыс. т. Допустимый объём изъятия в 1993 г. составлял 12 тыс. т. [Состояние биологических ..., 1995].

К 2000 г. на филлофорном поле Зернова оставалось ≈ 6 тыс. тонн филлофоры [Промысловые биоресурсы ..., 2011]. В середине 2000-х отмечены первые симптомы восстановления филлофорного поля Зернова. Вероятно, их можно связать как с прекращением промысла, так и с периодами похолодания и увеличения прозрачности морской воды. В 2012 г. проведённые комплексные исследования позволили оценить современное экологическое состояние филлофорного поля Зернова как удовлетворительное [Берлинский и др., 2014].

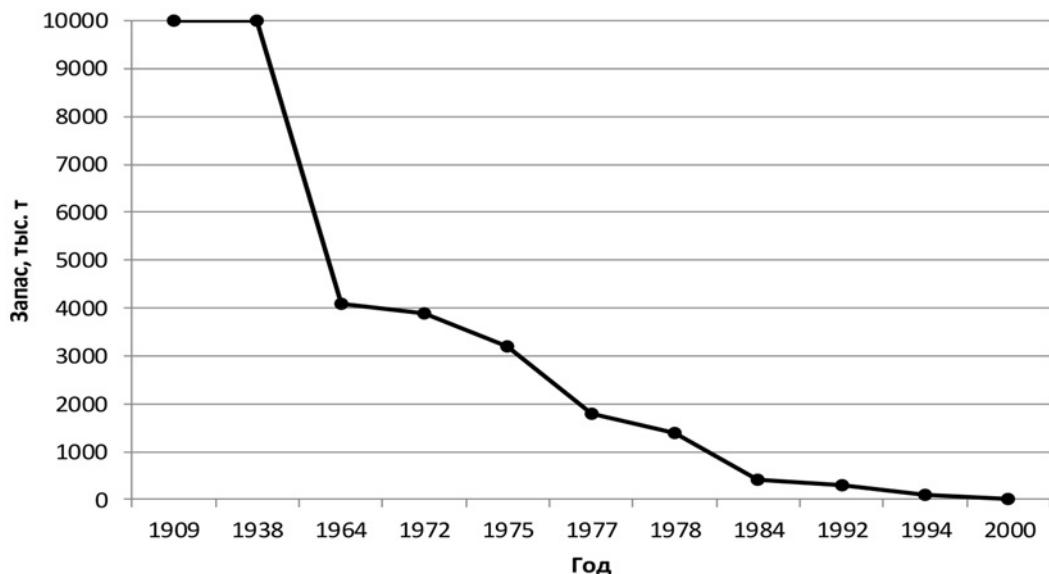


Рис. 1. Запас водорослей филлофорного поля Зернова в 1909-2000 гг. [по: Мильчакова, 2001; Каминер, 1981; Состояние биологических ресурсов, 1995]

Fig. 1. Algae stock of the Zernov's Phyllophora field in 1909-2000 [from: Milchakova, 2001; Kaminer, 1981; State of biological resources, 1995]

Основная причина деградации филлофорного поля Зернова связана со снижением прозрачности воды, дополненной интенсивным промыслом. Такой вывод следует, в частности, из того, что так называемое малое филлофорное поле, расположенное по соседству на северо-западном шельфе, но на глубинах 8-12 м, продолжает развиваться практически в прежнем режиме, сохранив не только биомассу водорослей, но и большую часть специфической «фауны филлофоры», которая на поле Зернова исчезла уже в начале 1980-х гг. [Зайцев, Поликарпов, 2002].

Малое филлофорное поле (МФП) площадью около 300-400 км² расположено в мелководной (кутовой) части Каркинитского залива Чёрного моря к востоку от Бакальской косы и Бакальской банки. МФП имеет ряд отличительных особенностей, связанных с его прибрежным положением. Следует также отметить, что район МФП отличается большой прозрачностью воды и практически не подвержен явлению гипоксии. Ключевым видом сообщества МФП является пластообразующая красная водоросль филлофора ребристая (*P. crista*), состояние которой в последние годы является относительно стабильным. По этой причине биоценоз здесь практически полностью сохранился.

В связи со снижением биогенных веществ в стоках рек процесс восстановления прибрежных сообществ филлофоры МФП находится на более высокой стадии по сравнению с шельфовыми сообществами ФПЗ. В настоящее время биомасса филлофоры малого

поля восстановилась до уровня 70-х годов прошлого века [Миничева и др., 2009].

Относительно происхождения филлофорного поля (как и всех полей неприкреплённых водорослей) есть несколько мнений [Мейер, 1937; Морозова-Водяницкая, 1948; Щапова, 1954; Калугина-Гутник, 1975; Максимова, Кучерук, 1993]. На наш взгляд следует согласиться с О.В. Максимовой, что изначально источником формирования пласта могли быть только прибрежные заросли. Т.Ф. Щапова предположила, что ФПЗ существует достаточно давно, но в настоящее время устойчивой связи между прибрежными зарослями и полем нет. Вполне вероятно пополнение поля может осуществляться с окраин пласта от прикреплённых к моллюскам слоевищ. В отличие от Т.Ф. Щаповой, О.В. Максимова и Н.В. Кучерук считают, что пополнение поля от прибрежных зарослей проходит регулярно, т. к. существование «гигантского генетически однородного клона» длительный период нереально. Мы допускаем, что пополнение все-таки происходит, поскольку отрыв прикреплённой филлофоры возможен, а существующая система течений неизбежно принесёт её в сторону ФПЗ. Однако существование генетически изолированных ценопопуляций возможно, что мы наблюдаем на Дальнем Востоке в виде изолированных полей анфельции тобучинской. Фурцелярия и филлофора встречаются в местах образования пласта (и на близлежащих участках) как в прикреплённом, так и в неприкреплённом виде [Каминер, 1981; Киреева, 1964]. Тогда как анфельция тобучинская на Дальнем

востоке обитает в таких районах, где и *A. plicata*, к которой раньше относили анфельцию тобучинскую, и *A. fastigiata*, подвидом которой она является сейчас, не образуют никаких значимых поселений.

Фурцелярия

В 1960 г. М. С. Киреева [1964] обнаружила в Балтийском море между островами Хийумаа и Сааремаа скопление неприкреплённой фурцелярии *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux, 1813. Общий запас ориентировочно составлял 157 тыс. т на площади 223 км². При этом близлежащее прибрежье Эстонии, Латвии и Литвы обладает значительными запасами прикреплённой фурцелярии, обитающей на глубинах до 20 м – около 90 тыс. т [Киреева, 1965]. Штормовые выбросы прикреплённой фурцелярии ежегодно превышают 12 тыс. т [Блинова, 2007].

В пласте неприкреплённой фурцелярии также обитает неприкреплённая филлофора *Coccotylus brodiei* (Turner) Kützing, 1843 [Киреева, 1964], причём в центре пласта доминирует фурцелярия, на периферии появляется значительное количество филлофоры, часто даже филлофора преобладает. Фурцелярия и филлофора в пласте имеют все признаки неприкреплённых пластовых водорослей: у них отсутствуют органы прикрепления и полового размножения, талломы нитчатые, более вытянутые.

Открытой позже всех неприкреплённой фурцелярии повезло более других. Её эксплуатацию (учитывая печальный опыт филлофорного поля) вели в щадящем режиме с постоянным мониторингом ресурсов. Годовой объём вылова варьировал от 800 до 1000 т, что не превышало 0,5-0,6% запаса.

В течение 1980-1990 гг. наблюдалось снижение как общего запаса, так и площадей зарослей, что было связано с чрезмерным ростом нитевидной буровой водоросли *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellman, 1872 [Martin et al., 1996]. С 2011 года запасы *F. lumbricalis* в Эстонии остаются стабильными. В 2017 г. общая биомасса сообщества составила 179 тыс. т. Пласт занимал площадь 170 км², среднее проективное покрытие 78% и средняя толщина пласта 6 см.

В настоящее время запас фурцелярии составляет 200 тыс. т, а рекомендованный вылов около 1% (2 тыс. т)¹. Соотношение водорослей в настоящее время следующее: *F. lumbricalis* 60-73% и *C. brodiei* 13-25% [Weinberger et al., 2020].

Промысел неприкреплённой фурцелярии в заливе Кассари был начат в 1966 году. Чтобы обеспечить экологически устойчивое и долговечное использо-

вание уникального сообщества красных водорослей, его экологическое состояние регулярно контролировалось, и были введены официальные правила сбора урожая с момента начала его коммерческой эксплуатации [Martin et al., 2006]. В настоящее время промысел ограничен 2000 т сырой массы в год. Кроме того, береговые выбросы как неприкреплённых, так и прикреплённых слоевищ *F. lumbricalis* собирают для производства каррагинанов. Ежегодные объёмы выбросов оцениваются примерно в 4800 тонн сырой массы в год, т. е. 4% основного запаса [Kersen, 2013].

Анфельция

Анфельция тобучинская *Ahnfeltia fastigiata* var. *tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Skriptsova et Zhigadlova, 2022 (= *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makienko, 1970) – единственный промысловый вид красных водорослей на Дальнем Востоке России, где она является эндемиком [Макиенко, 1980]. Ареал охватывает залив Петра Великого (Японское море), южную часть Сахалина (лагуна Буссе) и южные Курильские острова (зал. Измены, о. Кунашир). Все три ценопопуляции анфельции являются изолированными. В зал. Петра Великого расположено 7 локальных полей анфельции [Кулепанов и др., 1999; Жильцова и др., 2006] разного объёма, имеющих общее происхождение [Никифоров, Кулепанов, 1996].

Промысел анфельции начался: в лаг. Буссе с 1916 г., в зал. Измены с 1937 г., в зал. Петра Великого с 1934 г. [Гайл, 1936] и проводили его с июля по август при помощи закидных неводов или гребешковых драг.

В зал. Петра Великого наиболее активный вылов осуществлялся в 40-60 годы XX века [Ресурсы..., 2020]. В 1964 г. интенсивный промысел (свыше 16 тыс. т.) на локальном скоплении в б. Ильмовой привёл к подрыву ресурсов. С 1959 г. там добывали весь объём рекомендованной анфельции, уже к 1964 г. поле потеряло свою промысловую значимость и до сих пор запас не восстановился. Кроме промысла существует медленный естественный процесс сокращения полей анфельции [Сарочан, 1962]. В настоящее время рекомендуемый вылов в подзоне Приморье распределяют по имеющим промысловое значение полям пролива Старка, бухт Перевозная, Баклан, Троицы. Основная доля приходится на поле пролива Старка [Состояние..., 2022].

В Сахалинской области обитает две ценопопуляции анфельции тобучинской: в южной части о. Сахалин в лагуне Буссе и в южной части о. Кунашир в зал. Измены. Поле анфельции в лагуне Буссе было открыто раньше всех остальных ценопопуляций. Видовое

¹ <https://estagar.ee/>

название водоросль получила по имени японского названия лагуны Тобучи-ко [Kanno, Matsubara, 1932]. В зал. Измены (о. Кунашир, южные Курильские острова) анфельция была обнаружена в 1934 г. [Kanno, Matsubara, 1936].

В лагуне Буссе общий запас водоросли в 1916 г. составлял около 100 тыс. т. Поле анфельции тогда занимало 2500 га (58% общей площади лагуны). Средняя мощность залегания насчитывала 40 т на 1 га ($4 \text{ кг}/\text{м}^2$). Промысел проводился в северо-западной, юго-восточной и восточной частях лагуны. Вылов анфельции до 1933 г. не лимитировался и колебался от 9 до 14,5 тыс. т, что превышало среднегодовой прист (около 6 тыс. т). При такой эксплуатации к 1927 г. общая биомасса сократилась до 70 тыс. т. После 10 лет эксплуатации на берегах появились штормовые выбросы.

Запасы анфельции продолжали снижаться, составив 37 тыс. т в 1937 г., и величину возможного вылова уменьшили в 2 раза (до 4,5 тыс. т в год). Фактический вылов, как и прежде, превышал рекомендуемый и изменялся от 5 до 9,7 тыс. т в год. К концу японского промысла (1943 г.) запас анфельции в лаг. Буссе составил уже 19 тыс. т. За 53 года непрерывного промысла было добыто 209,2 тыс. т анфельции в сыром весе [Балконская, Чумаков, 2001].

Отечественный промысел начался в 1946 г. Запас водорослей в это время составлял 27,8 тыс. тонн. В лагуне имелось три участка с промысловым пластом анфельции. Основное поле находилось в юго-восточной и восточной частях лагуны (от пос. Берегового до р. Вишера), ещё два небольших участка располагались в северной и северо-западной частях лагуны. Площадь скоплений составляла около 7 км^2 . Мощность залегания анфельции 21,3 т на 1 га (около $2 \text{ кг}/\text{м}^2$).

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 объём возможного изъятия равнялся 2 тыс. т анфельции в сыром весе в год. К сожалению, в 1963 г. из-за значительного перелова (до 203,7% освоения в 1954 г.) северный и северо-западный участки потеряли свою промысловую значимость.

С 1963 г. шестипольная система промысла была заменена на трёхпольную, и весь промысел был перенесён на основное поле, расположенное в юго-восточной и восточной частях лагуны. Рекомендованный объём вылова увеличился до 2,4 тыс. т, что составляло 13-15% от запаса этого поля. Добывалось анфельции больше, чем могли переработать. Уже к 1970 г. био-

масса анфельции в лагуне сократилась до 10 тыс. т [Балконская, Евсеева, 2003]. Целостность основного продуктивного пласта была нарушена, и он представлял отдельные скопления анфельции. 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 был введен запрет на добычу анфельции. На момент запрета общий запас составлял порядка 1,2 тыс. т, площадь скоплений – 5,12 км^2 , средняя удельная биомасса – $0,24 \text{ кг}/\text{м}^2$, средняя высота пласти – 8,56 см, степень проективного покрытия – 75,5%.

После продолжительного запрета, в 1999 г. было отмечено увеличение высоты пласти и удельной биомассы, стабилизация площади поля. Площадь полей анфельции составляла 9,9 км^2 , величина запаса – 30,6 тыс. т, средняя удельная биомасса – $4,35 \text{ кг}/\text{м}^2$, средняя высота пласти – 7,64 см, степень проективного покрытия – 87,8% в среднем [Балконская, Чумаков, 2001]. В 2006 г. наблюдалось наибольшее значение общего запаса анфельции в лагуне за последние годы.

Однако, в 2021 г., несмотря на отсутствие промысла, состояние полей вновь признано депрессивным [Ресурсы промысловых ..., 2025]. С учётом локальных временных участков площадь поля анфельции насчитывала 4,03 км^2 , а общий запас всего 9,1 тыс. т.

Несмотря на рост запасов с начала 2000-х годов выявлено направление на снижение, как запаса, так и общей площади полей в лагуне (рис. 2). Среди возможных причин ухудшения состояния поля анфельции: изменение гидрохимического и гидрологического режимов в лагуне, постепенное заиление, интенсивный промысел с превышением критической массы и последующая деградация ценопопуляции.

Введение в 1970 г. запрета на промысел в лагуне Буссе активизировало промысел в зал. Измены. К сожалению, данных об объёмах добычи японскими рыбаками и исходных параметров этого пласта за период до 1964 г. (первого обследования СахНИРО) не сохранилось.

Уже в 1974 г. впервые после начала промысла было отмечено снижение запасов, причём весьма значительное, с 114,0 тыс. т (в 1966 г.) до 50,8 тыс. т. В 1975 г. наблюдалось снижение всех основных характеристик поля – высоты пласти, биомассы, общего запаса [Сарочан, Андреева, 1974]. Пласт стал рыхлым, подвижным. С 1971 г. стали наблюдаться крупные береговые выбросы. В 1980 г. в центре пласти наблюдалась прерывистость, проективное покрытие дна было менее 100%. К 1980 г. интенсивный промысел, кото-

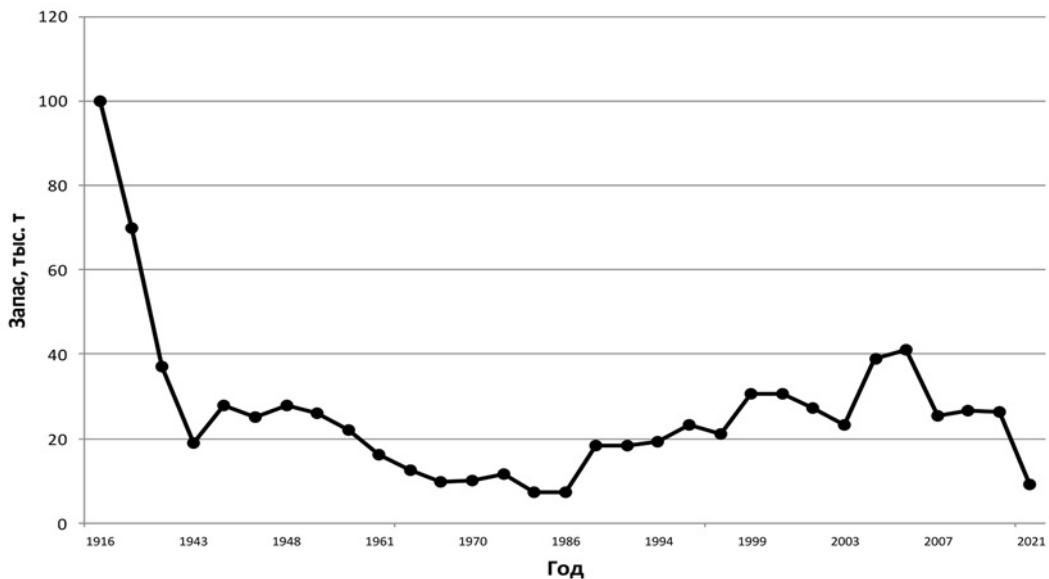


Рис. 2. Запас анфельции тобучинской в лагуне Буссе в 1916-2021 гг.

Fig. 2. Stock of *Ahnfeltia* in Busse Lagoon in 1916-2021

рый часто вёлся с превышением выделенной квоты и нарушением границ участков, использование несовершенного орудия лова привели к дальнейшему снижению запасов анфельции в заливе до 49,6 тыс. т [Андреева, 1981].

С 1984 по 1987 гг. наблюдался рост запасов, связанный с включением в промысловые ресурсы прибрежного участка (с 97,6 до 155,0 тыс. т, соответственно). Однако после 1990 г. вновь начался процесс уменьшения ресурсов (рис. 3), вплоть до 1994 г. (с 120

до 92,8 тыс. т), то есть фактически до окончания активного промысла [Евсеева, Саматова, 1997].

На основании многолетних исследований выяснено, что оптимальной для залива является величина площади поля анфельции, ограниченная значениями 30-33 км². За период с 1989 по 2007 гг. самая низкая величина общей биомассы (запаса) наблюдалась в 1993 г. и составляла 80 тыс. т. С отсутствием промысла общий запас анфельции в заливе постепенно увеличивался.

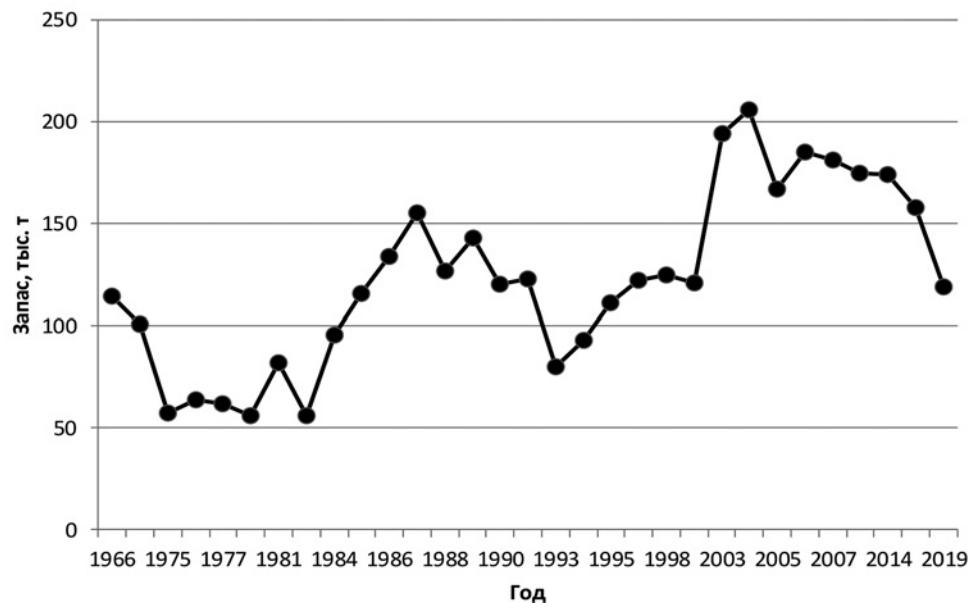


Рис. 3. Запас анфельции тобучинской в зал. Измены (о. Кунашир)

Fig. 3. Stock of *Ahnfeltia* in Izmena Bay (Kunashir Island)

Несмотря на отсутствие промысла, с 2014 г. наблюдается постепенное снижение параметров пласта [Евсеева, 2024]. В 2019 г. выявлено дальнейшее ухудшение общего состояния поля [Евсеева и др., 2024], все промысловые показатели снизились. Вероятной причиной ухудшения состояния пласта можно считать

промысел 2017-2019 гг. на фоне естественного снижения запаса (рис. 4).

Результаты позволяют предположить, что ценопопуляция анфельции находится в депрессивном состоянии. Отмечено снижение всех параметров пласта: средней высоты пласта до 10,8 см, средней

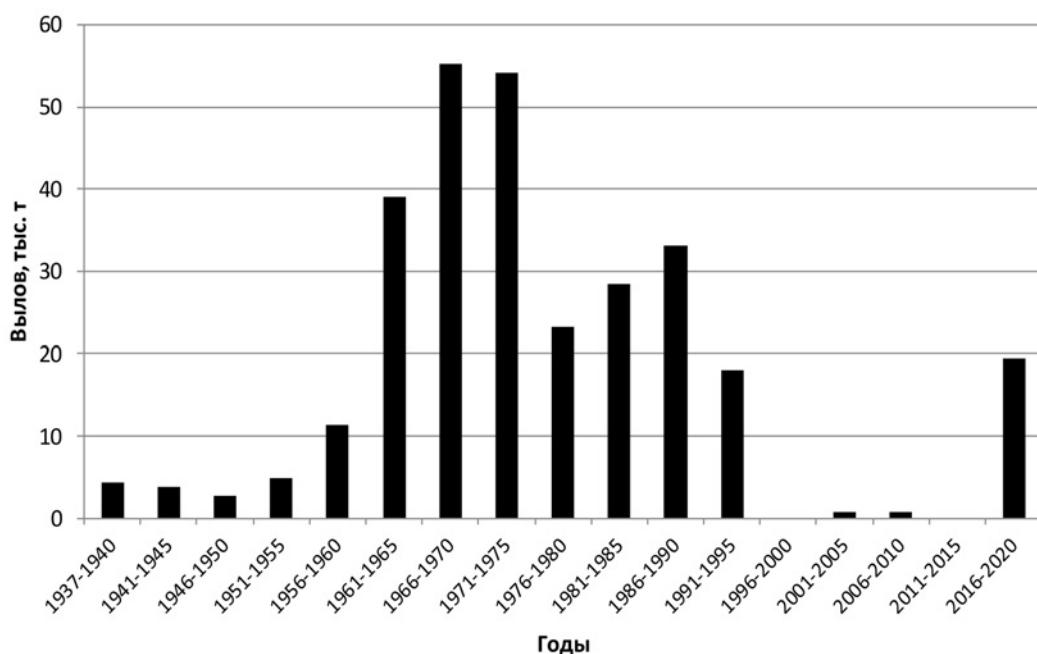


Рис. 4. Добыча анфельции тобучинской в зал. Измены по пятилеткам
Fig. 4. Harvesting of *Anfeltia* in Izmena Bay by five-year periods

биомассы – до 4,4 кг/м², площадь поля сократилась до 26,5 км², а запаса до 119 тыс. т [Евсеева, 2024].

Отрыв частей от основного пласта анфельции и выброс их на берег на зрелом высокопродуктивном поле является естественным процессом [Титлянов и др., 1993]. Благодаря умеренным выбросам анфельции поле обновляется, толщина пласта уменьшается и увеличивается его продуктивность [Новожилов, 1989]. Участки с повышенной высотой пласта традиционно отмечаются в районе м. Палтусов, у оз. Весловское и в зоне антициклонического круговорота (рис. 5). Их распределение определяется исключительно динамикой течений в заливе – основное скопление приурочено к антициклоническому круговороту. Границы могут незначительно меняться. Благодаря гидродинамическому режиму залива эти участки пополняют зоны безвозвратного сноса и предвыбросных скоплений.

Объём штормовых выбросов анфельции в зал. Измены при активном промысле ежегодно в среднем составлял около 6-12 тыс. т. Максимальное количе-

ство выброшенной на берег анфельции было отмечено в 1983 г. – 20,6 тыс. т [Евсеева, 2014]. В последние годы объём ежегодных береговых выбросов не превышает 1 тыс. т. Регулярность и объём образования предвыбросных скоплений позволяет на их основе организовать стабильный промысел, не затрагивая производственной зоны основного поля.

Неприкреплённый пласт анфельции сформировался достаточно давно и в настоящее время никакой связи с прикреплённой не имеет. Как в зал. Петра Великого, так и в лаг. Буссе и зал. Измены анфельции (*A. plicata*, *A. fastigiata*) не формируют значимых поселений в прибрежной зоне. Пласти анфельции тобучинской являются самостоятельными биоценозами и изолированы друг от друга. Прирост биомассы и восстановление происходит только за счет внутренних резервов. Все это накладывает определённое отношение к эксплуатации её полей.

Таким образом, в настоящее время на Дальнем Востоке России промысловое значение с достаточным объёмом запасов имеют поля в проливе Старка,

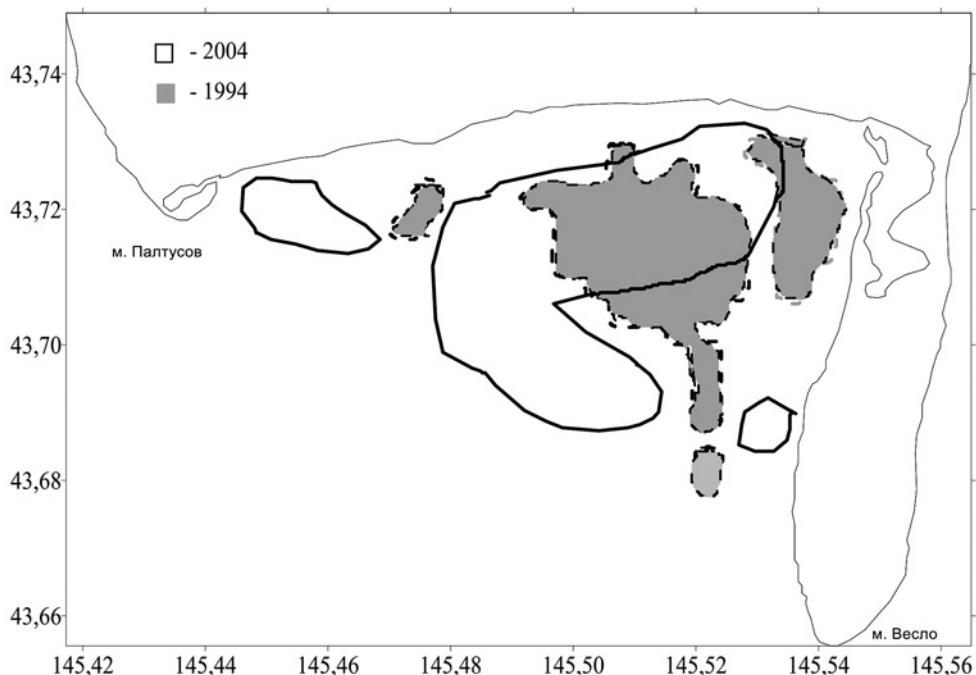


Рис. 5. Участки повышенной высоты пласта анфельции в зал. Измены в 1994 и 2004 гг.
Fig. 5. Areas of increased height of the *Ahnfeltia* in Izmena Bay in 1994 and 2004

в б. Перевозная – траверз горы Столовая, в б. Баклан и в зал. Измены [Состояние промысловых ..., 2022].

Для сохранения уникальных ресурсов анфельции тобучинской в зал. Измены и продления их промысловой значимости предлагаем взять за основу подход, применяемый в ТИНРО-центре как оптимальный и сохраняющий ресурсы в течение длительного времени [Жильцова и др., 2006]. В Приморье с 1995 г. рекомендуются к облову только предвыбросные зоны полей анфельции. Причём эксплуатировать их можно в течение всего года до полного освобождения дна от водорослей. Ограничение промысла только зонами предвыбросов позволяет избежать потери сырья при штормах и не нарушать структуру основного поля [Евсеева и др., 2024].

Общий допустимый улов в подзоне Приморья при этом определяется количеством биомассы анфельции, однократно накапливаемой в предвыбросных зонах. Это составляет 1-6 % от общего запаса и позволяет характеризовать не максимально возможный, а стабильный промысел.

В сложившихся условиях состояния полей анфельции и промысла необходимо: вести лов анфельции только в предвыбросных зонах полей; строго соблюдать сроки и районы промысла; при использовании на промысле драги вести продольно-поперечные протяжки [Жильцова и др., 2006].

Для зал. Измены ранее были определены основные принципы организации рационального промыс-

ла анфельции [Новожилов, 1989; Титлянов и др., 1993; Евсеева, 2014], которые рекомендовались к применению при добыче с учётом истории промысла и динамики характеристик пласта [Евсеева, 2006, 2014]. В частности, объём возможного вылова анфельции должен определяться из расчёта 10 % от промысловых запасов. Ежегодно перед началом промысла необходимо проведение обследования поля с целью определения объёма и расположения участков предвыбросных скоплений. Именно их следует изымать в первую очередь. В прибрежной зоне на глубинах 1-3 м и местах безвозвратного сноса анфельцией можно добывать полностью. Также необходимо регулярно очищать берега от накопившихся береговых выбросов. Добычу водорослей необходимо завершить до периода осенних штормов.

При проведении промысла также необходимо строго придерживаться схемы расположения и очередности облова участков добычи на основании полученных в ходе проведения учётной съёмки рекомендаций. Добыча анфельции в производственной зоне с образованием значительных горизонтальных разрывов ведёт к разрыхлению и даже к разрыву пласта, в результате чего, происходят большие штормовые потери поля. Опыт промысла на всех основных пластиах анфельции тобучинской подтверждает, что активное изъятие в пределах основного поля рано или поздно приводит к его деградации и истощению ресурсов.

Разработанные правила эксплуатации, к сожалению, не соблюдаются, что наглядно продемонстрировал промысел 2017-2019 гг. Особенно в части регулярного проведения мониторинговых работ до начала промысла и очерёдности облова разных зон поля.

Ухудшение состояния пласта заставляет менять меры эксплуатации запаса на основе щадящих подходов. С учётом схемы течений в заливе, многолетнего мониторинга запасов, распределения предвыбросных скоплений и анализа промысла, мы предлагаем в зал.

Измены:

1. Ограничить район запрета промысла анфельции квадратом (рис. 6) с координатами $43^{\circ}43'41,9'' - 145^{\circ}28'31,8''$

$43^{\circ}43'46,1'' - 145^{\circ}32'16,8''$

$43^{\circ}41'29,1'' - 145^{\circ}32'13,8''$

$43^{\circ}41'28,9'' - 145^{\circ}28'41,6''$

2. Добычу анфельции возможно вести за пределами квадрата: к западу от р. Сенной, в прибрежной полосе, примыкающей к устью оз. Весловское и с юга в мористой части у п-ва Весловский.

3. В прибрежье п-ва Весловский восточнее ограничительной черты предвыбросные скопления можно изымать полностью. В прибрежной зоне северного побережья на глубинах менее 2 м анфельцию нужно выбирать полностью. Южнее нижней ограничительной черты и западнее р. Сенной к вылову предлагается 10% от запаса.

4. Объём предвыбросных скоплений на мелководье у оз. Весловское ориентированно составляет от 1 до 4 тыс. т ежегодно. На основании данных съёмки 2019 г. этот объём определён в 1600 т. С учётом западного фрагмента поля и южной части пласта рекомендованный вылов может превысить 3 тыс. т. Регулярный мониторинг с выделением вероятных предвыбросных скоплений и микрополей позволит увеличить рекомендованный вылов при условии удовлетворительного состояния основного поля.

В лагуне Буссе в 2021 г., несмотря на отсутствие промысла, выявлено снижение, как запаса, так и общей площади полей в лагуне. Состояние пласта вновь признано депрессивным. Учитывая историю разработки и динамику пласта, можно предположить, что через длительный период снижения запаса пласт вполне может вновь начать постепенно его наращивать. Однако вполне возможно ускорить этот процесс, учитывая наработки предыдущих лет. Здравой мыслью видится предложенная в 1960-1970-е гг. расчистка проток лагуны. Также реальна попытка искусственного воспроизводства водоросли в аквариумах с дальнейшей подсадкой в лагуну. Однако оба варианта имеют свои особенности. Расчистка проток в лагуне должна обязательно сопровождаться тщательным исследованием всех компонентов экосистемы. Второе техническое решение является очень затратным и может быть применено при условии значительных финансовых вливаний.



Рис. 6. Район запрета на промысел анфельции тобучинской в зал. Измены

Fig. 6. The area of prohibition on Ahnfeltia fishing in Izmena Bay

Для сохранения остатков пласта анфельции в лагуне Буссе предлагается в юго-восточной части лагуны, где располагается продукционное поле анфельции, запретить установку донных марикультурных порядков в пределах следующих географических координат (рис. 7):

1. $46^{\circ}31'67''$ с.ш.; $143^{\circ}22'27''$ в. д.
2. $46^{\circ}31'66''$ с.ш.; $143^{\circ}20'57''$ в. д.
3. $46^{\circ}30'51''$ с.ш.; $143^{\circ}19'92''$ в. д.
4. $46^{\circ}30'36''$ с.ш.; $143^{\circ}21'70''$ в. д.

Важнейший вывод, основанный на анализе истории промысла, современного состояния ресурсов, ценотической роли в экосистеме, а также с учётом статуса ООПТ лаг. Буссе, то, что промысел анфельции в лагуне осуществляться не должен [Ресурсы промысловых ..., 2025].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, опыт эксплуатации ценопопуляций красных пластообразующих водорослей ещё

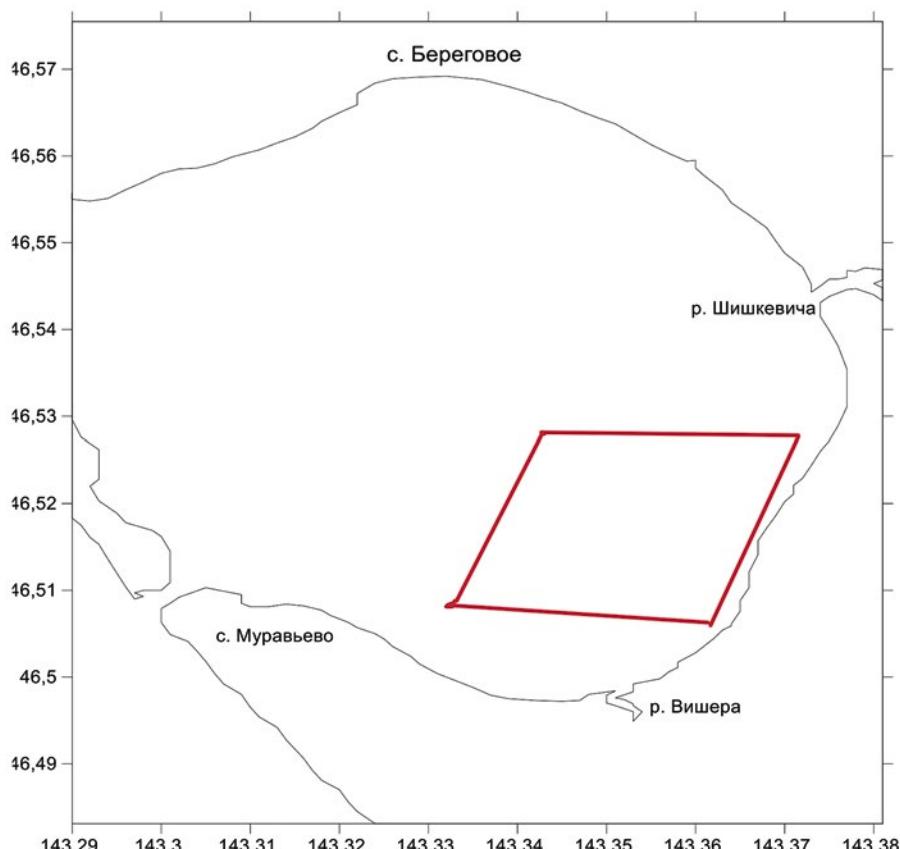


Рис. 7. Район ограничения постановок донных порядков в лагуне Буссе

Fig. 7. Bottom order restriction area in Busse Lagoon

в СССР наглядно продемонстрировал, что разработка «живого» пласта неизбежно ведёт к его последующей деградации и разрушению структуры. Несмотря на то, что каждое поле проявляет разную устойчивость к воздействию, основанную на комплексе условий среды и пополнения, целесообразнее основывать промысел на регулярно образующихся предвыбросных скоплениях. Объём предвыбросов для всех пластообразующих водорослей значителен и вполне может обеспечить стабильное производство. Используя подход, применяемый в Приморье

много лет и доказавший эффективность, разработана схема ведения промысла анфельции тобучинской в зал. Измены. На основании этого подхода предполагается добыча предвыбросных скоплений, не затрагивая разработку продуктивной части пласта анфельции.

Благодарности

Автор выражает благодарность всем сотрудникам СахНИРО, принимавшим участие в полевых исследованиях анфельции лагуны Буссе и зал. Измены.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа проведена в рамках бюджетного финансирования ВНИРО.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева М.Т. 1981. Динамика запасов и состояние зарослей анфельции в заливе Измены // Промысловое водоросли и их использование. М.: ВНИРО. С. 59-63.
- Балконская Л.А., Евсееva Н.В. 2003. Состояние ресурсов анфельции тобучинской в Сахалинской области // Ботанические исследования в азиатской части России. Мат. XI съезда Русск. Ботан. Общ-ва (18-22 августа 2003 г., Новосибирск-Барнаул). Т. 1. Барнаул. С. 78-79.
- Балконская Л.А., Чумаков А.А. 2001. О восстановлении ресурсов *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsub.) Makijenko лагуны Буссе (юго-западная часть Охотского моря) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Сб. мат. II науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камшат. С. 222-223.
- Берлинский Н.А., Деньга Ю.М., Матвеев А.В., Подуст О.С., Попов Ю.И., Третьяк И.П. 2014. Влияние изменчивости условий морской среды на динамику филлофорного поля Зернова // Вестник ОНУ. Сер.: Географ. и геолог. наук. Т. 19, вып. 2. С. 40-57.
- Блинова Е.И. 2007. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). М.: Изд-во ВНИРО. 114 с.
- Гайл Г.И. 1936. Анфельция в заливе Петра Великого // Вестник ДВ филиала АН СССР. № 20. С. 115-124.
- Евсееva Н.В. 2006. Состояние ресурсов *Ahnfeltia tobuchiensis* (*Ahnfeltiaceae*) в заливе Измены (о-в Кунашир) // Раствительные ресурсы. Т. 42, № 1. С. 66-75.
- Евсееva Н.В. 2014. Динамика состояния ценопопуляции анфельции тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (*Ahnfeltiaceae*) в заливе Измены острова Кунашир (южные Курильские острова) // Раствительные ресурсы. Т. 50, № 4. С. 513-525.
- Евсееva Н.В. 2024. Состояние пласта анфельции тобучинской и видовой состав макрофитов в заливе Измены о. Кунашир (южные Курильские острова) // Труды ВНИРО. Т. 196. С. 63-73.
- Евсееva Н.В., Саматова И.Н. 1997. Динамика параметров пласта *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. в заливе Измены (о. Кунашир) // Раствительные ресурсы. Т. 33, № 1. С. 112-116.
- Евсееva Н.В., Матюшкин В.Б., Березина М.О., Мельник Р.А., Левицкий А.Л., Власов Д.О., Саенко Е.М., Жильцова Л.В., Белый М.Н., Дуленин А.А., Прохорова Н.Ю., Сологуб Д.О., Ботнев Д.А. 2024. Состояние ресурсов и промысел водорослей и морских трав в морях России в 2000-2020 гг // Труды ВНИРО. Т. 195. С. 232-248.
- Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Галак И.И. 2006. Современное состояние промысла анфельции тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. в Приморье // Вопросы рыболовства. Т. 7. № 1 (25). С. 126-136.
- Зайцев Ю.П., Поликарпов Г.Г. 2002. Экологические процессы в критических зонах черного моря: синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI веков // Морской экологический журнал. Т. 1, № 1.
- Зернов С.А. 1909. Фация филлофоры (Algae-Rhodophyceae) – филлофорное поле – в С.-З. части Чёрного моря. Зоологическая экскурсия на пароходе «Федя» 11-14 апреля 1909 г. // Ежегодник Зоол. музея Императорской Академии наук. Т. 14. С. 181-191.
- Калугина-Гутник А.В. 1975. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка. 247 с.
- Каминер К.М. 1977. Особенности биологии и биохимии черноморской *Phyllophora nervosa* (DC) Grev. // Морские водоросли и их использование // Труды ВНИРО. Т. 124. С. 46-51.
- Каминер К.М. 1980. Филлофора – *Phyllophora nervosa* (D.S.) Grev. и *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag. северо-западной части Чёрного моря: Автореф. ... канд. биол. наук. Одесса: ОГУ. 26 с.
- Киреева М.С. 1962. Состояние запасов морских водорослей и высшей растительности и их размещение в морях Советского Союза // Труды Всес. совещ. работн. водорослевой пром. СССР. Т. 1. Архангельск. С. 5-14.
- Киреева М.С. 1964. Скопления неприкреплённых красных водорослей в морях Советского Союза // Запасы морских растений и их использование. М.: Наука. С. 3-25.
- Киреева М.С. 1965. Сырьевые ресурсы водорослей морей Советского Союза // Океанология. Т. 5. Вып. 1. С. 14-21.
- Кулепанов В.Н., Дзизюров В.Д., Жильцова Л.В. 1999. Современное состояние полей *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. в заливе Петра Великого (Японское море) // Раствительные ресурсы. Вып. 1. С. 116-122.
- Леонов А.К. 1960. Региональная океанография. Часть 1. Берингово, Охотское, Японское, Каспийское и Чёрное моря. Л: Гидрометеоиздат. 765 с.
- Макиенко В.Ф. 1980. Об истории изучения *Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries. Виды анфельции у дальневосточных берегов СССР // Биология анфельции. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 5-14.
- Максимова О.В., Кучерук Н.В. 1993. Эколо-морфологическая пластичность черноморской *Phyllophora nervosa* и проблема существования филлофорного поля Зернова // Биология черноморских агарофитов: *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. М: ИО РАН. С. 97-106.
- Медведева Е.И., Куку Х.А., Микулич Д.В. 1989. Исследование состава и некоторых свойств красных водорослей Балтики и выделенных из них полисахаридов // Изв. АН Эстонии. Сер. Биол. 38, № 5. С. 214-218.

- Мейер К.И. 1937. О залежах водорослей // Тр. Ботанического сада МГУ. Вып. 1. С. 25-32.
- Мильчакова Н.А. 2001. Ресурсы макрофитов Чёрного моря: проблемы охраны и рационального использования // Экология моря. Вып. 57. С. 7-12.
- Мильчакова Н.А., Миронова Н.В., Александров В.В. 2013. Многолетняя динамика филлофорного поля Зернова и перспективы его восстановления // Вопросы современной альгологии. № 2 (4).
- Миничева Г.Г., Косенко М.Н., Швец А.В. 2009. Фитобентос Большого и Малого филлофорных полей как отражение современного экологического состояния северо-западной части Чёрного моря // Морской экологический журнал. Т. 8. № 4. С. 24-40.
- Морозова-Водяницкая Н.В. 1948. «Филлофорное поле Зернова» и причины его возникновения // Памяти академика Сергея Алексеевича Зернова. М.-Л.: Изд-во АН ССР. С. 216-226.
- Никифоров С.М., Кулепанов В.Н. 1996. О генетической идентичности поселений красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. Т. 22. № 4. С. 263-266.
- Новожилов А.В. 1989. Влияние гидродинамических условий на структуру и продуктивность природных полей анфельции тобучинской. Автореф. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ. 25 с.
- Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. 2005. Владивосток: ТИНРО-центр. 231 с.
- Суховеева М.В., Подкорытова А.В. 2006. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИНРО-центр. 243 с.
- Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. 2011. / В.Н. Еремеев, А.В. Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородня ред. НАН Украины, ИнБЮМ НАНУ. Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика. 367 с.
- Ресурсы и рациональное использование морских водорослей и трав дальневосточных морей России. 2020. / В.Н. Акулин ред. Владивосток: ТИНРО. 268 с.
- Ресурсы промысловых гидробионтов лагуны Буссе и условия их существования. 2025 / Д.А. Галанин ред. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 216 с.
- Сарочан В.Ф. 1962. Сыревые запасы морских водорослей и перспективы дальнейшего развития промысла водорослей и трав в морях Дальнего Востока // Труды Всес. совещ. работн. водорослевой пром. СССР. Т. 1. Архангельск. С. 32-44.
- Сарочан В.Ф., Андреева М.Т. 1974. Анфельция лагуны Буссе и залива Измены // Тез. докл. Всес. совещ. по «Морской альгологии-макрофитобентосу». М: ВНИРО. С. 116-117.
- Состояние биологических ресурсов Чёрного и Азовского морей. 1995. Керчь: Изд-во ЮгНИРО. 64 с.
- Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыболово-хозяйственного бассейна – 2022 г. 2022. Владивосток: ТИНРО. 435 с.
- Титлянов Э.А., Новожилов А.В., Чербаджи И.И. 1993. Анфельция тобучинская. М.: Наука. 222 с.
- Щапова Т.Ф. 1954. Филлофора Чёрного моря // Труды ИО АН ССР. Т. 11. С. 3-35.
- Kanno R., Matsubara S. 1932. [Studies on *Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis* var. nov.]. *Suisangaku Zasshi* 35: 97-132, 2 pl. [in Japanese].
- Kanno R., Matsubara S. 1936. Studies on the «Itaniso» (*Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis*)/ Part V // Journal of fisheries. № 35. P. 25-37. [in Japanese].
- Martin G, Paalme T, Torn K. 2006. Seasonality pattern of biomass accumulation in a drifting *Furcellaria lumbricalis* community in the waters of the West Estonian Archipelago, Baltic Sea // Journal of Applied Phycology. 18. P. 557-563
- Martin G., Paalme T., Torn K. 2006. Growth and Production Rates of Loose-Lying and Attached Forms of the Red Algae *Furcellaria lumbricalis* and *Coccotylus truncatus* in Kassari Bay, the West Estonian Archipelago Sea // Hydrobiologia. 554:107-115.
- Martin G., Paalme T., Kukk, H. 1996. Long-term dynamics of the commercially useable *Furcellaria lumbricalis*-*Coccotylus truncatus* community in Kassari Bay, West Estonian Archipelago, the Baltic Sea // Proc. Polish-Swedish Symposium on Baltic Coastal Fisheries: Resources and Management. Sea Fisheries Institute, Gdynia. P. 121-129.
- Milchakova N. 2011. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol, DigitPrint. 144 pp.
- Weinberger F., Paalme T., Wikstrom S.A. 2020. Seaweed resources of the Baltic Sea, Kattegat and German and Danish North Sea coasts // Botanica Marina. 63(1). P. 61-72

REFERENCES

- Andreeva M.T. 1981. Dynamics of stocks and state of *Ahnfeltia* thickets in Izmena Bay // Commercial algae and their use. Moscow: VNIRO Publish. P. 59-63. (In Russ.).
- Balkonskaya L.A., Evseeva N.V. 2003. State of resources of *Anfelia tobuchinskaya* in the Sakhalin Region // Botanical research in the Asian part of Russia. Proc. of the XI Congress Russ. Botanical Society (August 18-22, 2003, Novosibirsk-Barnaul). V. 1. Barnaul. P. 78-79. (In Russ.).
- Balkonskaya L.A., Chumakov A.A. 2001. On the restoration of *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsub.) Makjenko resources of the Busse lagoon (south-western part of the Sea of Okhotsk) // Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Mat. of II scient. conf. Petropavlovsk-Kamchatsky, April 9-10 – Petropavlovsk-Kamchatsky. P. 222-223. (In Russ.).
- Berlinskyy N.A., Denya J.M., Matveev A.V., Podust O.S., Popov J.I., Tretjak I.P. 2014. Influence of variability of marine environmental conditions on the dynamics of the Zernov's Phyllophora field // Bulletin of ONU. Ser.: Geograf. and Geolog. Sciences. V. 19, pt 2. P. 40-57. (In Russ.).

- Blinova E.I.* 2007. Seaweeds and seagrasses of the European part of Russia (flora, distribution, biology, resources, mariculture). Moscow: VNIRO Publish. 114 p. (In Russ.).
- Gail G.I.* 1936. Ahnfeltia in Peter the Great Bay // Bull. of the Far Eastern Branch of the AS USSR. № 20. P. 115-124. (In Russ.).
- Evseeva N.V.* 2006. Resource state of *Ahnfeltia tobuchiensis* (Ahnfeltiaceae) in Izmeny Bay (Kunashir Island) // Rastitelynye resursy. M. 42. № . 1. P. 66-75. (In Russ.).
- Evseeva N.V.* 2014. Dynamics of coenopopulation status of *Ahnfeltia tobuchiensis* (Ahnfeltiaceae) in the Izmena Bay of Kunashir Island (Southern Kuriles Islands) // Rastitelynye resursy. V. 50. № 4. P. 513-525. (In Russ.).
- Evseeva N.V.* 2024. The state of the Ahnfeltia field and species composition of macrophytes in Izmena Bay of Kunashir Island (Southern Kuriles Islands) // Trudy VNIRO. V. 196. P. 63-73. (In Russ.).
- Evseeva N.V., Samatova I.N.* 1997. Dynamics of formation parameters *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. in the Izmena bay (Island Kunashir) // Rastitelynye resursy. V 33. № . 1. P. 112-116. (In Russ.).
- Evseeva N.V., Matyushkin V.B., Berezina M.O., Melnik R.A., Levitsky A.L., Vlasov D.O., Saenko E.M., Zhiltsova L.V., Belyj M.N., Dulinen A.A., Prokhorova N.Y., Sologub D.O., Botnev D.A.* 2024. State of resources and fishery of commercial seaweeds and seagrasses in the seas of Russia in 2000-2020. // Trudy VNIRO. V. 195. P. 232-248. (In Russ.).
- Zhiltsava L.V., Dzizyurov V.D., Galak I.I.* 2006. The state of fishery of the *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. in Primorye // Voprosy rybolovstva. V.7. № 1 (25). P. 126-136. (In Russ.).
- Zaitsev J.P., Polikarpov G.G.* 2002. Ecological processes in critical zones of the Black Sea (Results synthesis of two research directions, middle of the XX-th – beginning of the XXI-th centuries) // Marine ecological journal. V. 1, № 1. (In Russ.).
- Zernov S.A.* 1909. *Phyllophora* facies (Algae-Rhodophyceae) – phyllophora field – in the N.-W. part of the Black Sea. Zoological excursion on the steamer «Fedy» April 11-14, 1909 // Yearbook of the Zoological Museum of the Imperial Academy of Sciences. T. 14. C. 181-191. (In Russ.).
- Kaminer K.M.* 1977. Peculiarities of biology and biochemistry of populations of *Phyllophora nervosa* (DC) Grev. // Trudy VNIRO. V. 124. P. 46-51. (In Russ.).
- Kaminer K.M.* 1980. Phyllophora – *Phyllophora nervosa* (D.S.) Grev. and *Ph. brodiae* (Turn.) J. Ag. of the NW part of Black Sea. PhD abstr. in biology. Odessa: OSU. 26 p. (In Russ.).
- Kireeva M.S.* 1962. State of stocks of seaweeds and sea grasses and their distribution in the seas of the Soviet Union // Proc. of the All-Union meeting of workers of the algae industry of the USSR. V.1. Arkhangelsk. P. 5-14. (In Russ.).
- Kireeva M.S.* 1964. Aggregations of unattached red algae in the seas of the Soviet Union // Marine plant stocks and their utilization. Moscow: Nauka. P. 3-25. (In Russ.).
- Kireeva M.S.* 1965. Raw algae resources of the seas of the Soviet Union // Oceanology. V. 5. № 1. P. 14-21. (In Russ.).
- Kulepanov V.N., Dzizyurov V.D., Zhiltsova L.V.* 1999. Current state of fields of *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. in Peter the Great Bay (Sea of Japan) // Rastitelynye resursy. Iss. 1. P. 116-122. (In Russ.).
- Leonov A.K.* 1960. Regional Oceanography. Part 1. Bering, Okhotsk, Japan, Caspian and Black Seas. Leningrad: Gidrometeoizdat. 765 p. (In Russ.).
- Makienko V.F.* 1980. On the history of the study of *Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries. *Ahnfeltia* species near the Far Eastern coast of the USSR // Biology of anfelia. Vladivostok: FESC AS USSR. P. 5-14. (In Russ.).
- Maximova O.V., Kucheruk N.V.* 1993. Eco-morphological plasticity of black-sea *Phyllophora nervosa* and the problem of Zernov's Phyllophora meadows existence // Biology of the Black Sea agarophytes: *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. Moscow: IO RAS. P. 97-106. (In Russ.).
- Medvedeva E.I., Kukk H.A., Mikulich D.V.* 1989. Study of the composition and some properties of red algae of the Baltic sea and polysaccharides isolated from them // Izv. of the Estonian AS. Ser. Biol. 38. № 5. P. 214-218. (In Russ.).
- Meyer K.I.* 1937. About algae deposits // Proc. of the Botanical Garden of MSU. V. 1. P. 25-32. (In Russ.).
- Milchakova N.A.* 2001. Black Sea macrophyte resources: problems of protection and rational use // Marine Ecology. V. 57. P. 7-12. (In Russ.).
- Milchakova N.A., Mironova N.V., Alexandrov V.V.* 2013. Dynamics, causes of degradation and the prognosis of restoration Zernov Phyllophora field (the Black Sea) // Issues of modern algology. № 2 (4). (In Russ.).
- Minicheva G.G., Kosenko M.N., Shvets A.V.* 2009. Phytobenthos of the Large and Small Phyllophora Fields as a reflection of the contemporary ecological state of the northwestern Black Sea. Marine Ecological Journal. V. 8. № 4. P. 24-40. (In Russ.).
- Morozova-Vodyanitskaya N.V.* 1948. «Zernov's Phyllophora field» and the reasons for its occurrence // In Memory of Academician Sergey Alekseevich Zernov. Moscow-Leningrad: AS USSR Publish. P. 216-226. (In Russ.).
- Nikiforov S.M., Kulepanov V.N.* 1996. On the genetic identity of settlements of the red alga *Ahnfeltia tobuchiensis* in the Peter the Great Bay of the Sea of Japan // Biologiya morya. V. 22, No. 4. P. 263-266. (In Russ.).
- Novozhilov A.V.* 1989. Influence of hydrodynamic conditions on the structure and productivity of natural fields of *Ahnfeltia tobuchiensis*. PhD abstr. in biology. Vladivostok: IBM FED AS SSSR. 25 p. (In Russ.).
- Planning, Organization and Support of Research on Fish Resources of the Far Eastern Seas of Russia and the North-West Pacific Ocean.* 2005. Vladivostok: TINRO-Center. 231 p. (In Russ.).
- Sukhoveyeva M.V., Podkorytova A.V.* 2006. Algae and seaweeds in the Far East: biology, distribution, stocks, processing technology. Vladivostok. 243 p. (In Russ.).
- Commercial biological resources of the Black Sea and Sea of Azov.* 2011. / V.N. Eremeev, A.V. Gaevskaya, G.E. Shulman,

- Ju.A. Zagorodnyaya eds.; IBSS NASU. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika. 367 pp. (In Russ.).
- Resources and rational use of seaweeds and seagrass of the Far Eastern seas of Russia.* 2020. Vladivostok: TINRO-centre Publish. 268 p. (In Russ.).
- Resources of commercial hydrobionts of Busse Lagoon and conditions of their existence.* 2025. / D.A. Galanin ed. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO Publish. 216 c. (In Russ.).
- Sarochan V.F. 1962. Raw stocks of seaweeds and prospects for further development of algae and grass fishing in the seas of the Far East // Proc. of the All-Union meeting of workers of the algae industry of the USSR. T. 1. Arkhangelsk. P. 32-44. (In Russ.).
- Sarochan V.F., Andreeva M.T. 1974. Anfelta of Busse Lagoon and Izmeny Bay // Proc. of the All-Union meeting on «Marine algology – microphytobenthos». Moscow: VNIRO Publish. P. 116-117. (In Russ.).
- State of biological resources of the Black and Azov Seas (reference manual).* 1995. Kerch: YugNIRO Publish. 64 p. (In Russ.).
- State of Fishery Resources of the Far East Fishery Basin.* 2022. Vladivostok: TINRO Publish. 435 p.
- Titlyanov E.A., Novojilov A.D., Cherbadgy I.I. 1993. *Ahnfeltia tobuchiensis:* Biology, ecology, productivity. Moscow: Nauka. 222 p. (In Russ.).
- Shchapova T.F. 1954. Phyllophora of the Black Sea // Trudy IO AS USSR. T. 11. C. 3-35. (In Russ.).
- Kanno R., Matsubara S. 1932. [Studies on *Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis* var. nov.]. *Suisangaku Zasshi* 35: 97-132, 2 pl. [in Japanese].
- Kanno R., Matsubara S. 1936. Studies on the «Itaniso» (*Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis*)/ Part V // Journal of fisheries. № 35. P. 25-37. [in Japanese].
- Martin G, Paalme T., Torn K. 2006. Seasonality pattern of biomass accumulation in a drifting *Furcellaria lumbricalis* community in the waters of the West Estonian Archipelago, Baltic Sea // Journal of Applied Phycology. 18. P. 557-563
- Martin G., Paalme T., Torn K. 2006. Growth and Production Rates of Loose-Lying and Attached Forms of the Red Algae *Furcellaria lumbricalis* and *Coccotylus truncatus* in Kassari Bay, the West Estonian Archipelago Sea // Hydrobiologia. 554:107-115.
- Martin G., Paalme T., Kukk, H. 1996. Long-term dynamics of the commercially useable *Furcellaria lumbricalis*-*Coccotylus truncatus* community in Kassari Bay, West Estonian Archipelago, the Baltic Sea // Proc. Polish-Swedish Symposium on Baltic Coastal Fisheries: Resources and Management. Sea Fisheries Institute, Gdynia. P. 121-129.
- Milchakova N. 2011. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol, DigitPrint. 144 pp.
- Weinberger F., Paalme T., Wikstrom S.A. 2020. Seaweed resources of the Baltic Sea, Kattegat and German and Danish North Sea coasts // Botanica Marina. 63(1). P. 61-72

*Поступила в редакцию 19.03.2025 г.
Принята после рецензии 22.04.2025 г.*