

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 14-26.

ИТОГИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛОГО МОРЯ В 2002-2004 гг.

А.Ф. АЛИМОВ, А.П. АЛЕКСЕЕВ, В.Я. БЕРГЕР, В.Г. КУЛАЧКОВА

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; Межведомственная ихтиологическая комиссия

В докладе приведен обзор результатов исследований, выполненных различными организациями в 2002-2004 годах в соответствии с программой «Структурные и функциональные особенности экосистем Белого моря как основа развития марикультуры и повышения его биопродуктивности». Обсуждены пути развития исследований в области океанографии, гидробиологии и ихтиологии.

A.F. Alimov, A.P. Alekseev, V.Ja. Berger & V.G. Kulachkova. Results and trends of the White Sea investigations in 2002-2004 // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 14-26.

The review of results of investigations that have been performed by different organizations in 2002-2004 according to the program "Structural and functional estimation of White Sea ecosystems as the base for development of mariculture and increasing of its bioproductivity" is suggested. The future trends of investigations in the fields of oceanography, hydrobiology and ichthyology are discussed.

Промысловая бедность, регистрируемая последние 50-100 лет, не всегда была присуща Белому морю. На протяжении тысячелетий добыча рыбы и морского зверя давала пропитание прибрежному населению, включая славянских переселенцев, около тысячи лет назад образовавших множество поселений на берегах Белого моря. Промыслы бурно развивались, достигнув максимума в XIX столетии, когда добывалось до 40 тыс. т. рыбы (главным образом сельди) в год (Кузнецов, 1960). Затем они начали сокращаться и пришли к упадку во второй половине прошлого столетия. В настоящее время по данным СевПИПРО ежегодная добыча рыбы в Белом море не превышает суммарно 2 тыс. тонн.

Проблемы восстановления промыслового потенциала и повышения роли Белого моря как источника пищевой, фармакологической и технической продукции не могут быть решены без изучения функционирования морских экосистем и оценки влияния на происходящие в них процессы разномасштабных природных и антропогенных факторов. Это было понято Правительством Карелии, которое, как и руководители Мурманской и Архангельской областей, было озабочено ухудшением экономического состояния поморского населения. На специальном совещании в г. Беломорске в 1978 г. представители администрации и хозяйственники вместе с учеными дали оценку ситуации с биоресурсами Белого моря. Было необходимо разработать и утвердить на государственном уровне комплексную программу изучения экосистем Белого моря, для того, чтобы на основе получаемой информации оценить его потенциальные возможности как рыбопромыслового (в широком смысле слова) водоема и разра-

ботать соответствующие практические меры. Предполагалось сконцентрировать силы разделенных административными барьерами научных учреждений, вузов, органов рыбоохраны, Гидрометеослужбы, проектно-конструкторских организаций Северного рыбопромыслового бассейна. Рекомендации совещания встретили поддержку Госкомитета по науке и технике СССР, который поручил Ихтиологической комиссии и Зоологическому институту АН СССР разработать такую программу. В 1981 г она была включена в план важнейших работ под названием Проект «Белое море». Головным учреждением был утвержден ЗИН АН СССР-РАН, а межведомственная координация поручена Ихтиологической комиссии, в рамках которой была образована Секция по Белому морю.

Проект «Белое море» состоял из ряда блоков (структура и функционирование экосистем; океанологические основы биопродуктивности; марикультура беспозвоночных, рыб и водорослей; акклиматизация дальневосточных лососей; повышение численности ценных беломорских рыб; мониторинг состояния экосистем; экономические аспекты применения на практике научных разработок; и др.). В отдельные периоды в выполнении проекта участвовало более 30 научных и практических организаций разной ведомственной принадлежности. Существенную помощь в выполнении Проекта оказывали Всесоюзное рыбопромышленное объединение «Севрыба» и его структурные подразделения в Карелии, Беломорский рыбохозяйственный совет. Проект осуществлялся преимущественно на средства участвующих организаций и лишь последние годы получал централизованную финансовую поддержку.

Результаты исследований по Проекту были обсуждены на 8 беломорских научно-практических конференциях. Число публикаций превысило две тысячи статей и тезисов докладов. Было опубликовано несколько монографий, в том числе двухтомная сводка «Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования» (1995) и первая монография о Белом море на английском языке “White Sea. Ecology and Environment.” (Berger et al., 2001). Общественность страны регулярно информировалась о беломорских исследованиях средствами массовой информации.

Просуществовав 17 лет, Проект «Белое море» был исключен (как и ряд проектов по другим морям России) из федеральных целевых программ без предварительного обсуждения и каких-либо обоснований.

Внезапное и ничем разумным не мотивированное исключение из федеральных программ не могло оставить равнодушным научные коллективы, связанные с исследованием Белого моря. Зоологический институт РАН вместе с Межведомственной ихтиологической комиссией начали борьбу за восстановление беломорской тематики на федеральном уровне. Предпринимались неоднократные обращения к руководству Миннауки России, к руководителям беломорских субъектов Федерации. Благодаря этому, удалось частично восстановить (на конкурсной основе) с 2002 г. беломорскую тематику в составе Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» (раздел «Экология и рациональное природопользование»). Эта тема получила официальное название «Структурно-функциональная оценка экосистем Белого моря как основа развития многоплановой маркикультуры и повышения его биопродуктивности». Зоологический институт РАН заключил государственный контракт с Министерством промышленности, науки и технологий России на ее выполнение. Предусматривалось, что этот контракт будет действовать в 2002-2006 гг. при условии его ежегодного закрепления отдельными дополнительными соглашениями. Таким соглашением от 17 августа 2004 г. №5 с вновь созданным Министерством образования и науки РФ тема получила свое подтверждение.

Учитывая направленность контрактной тематики и опыт прежнего сотрудничества, к участию в работе были приглашены на договорной основе Биологический НИИ СПбГУ, Беломорская биостанция и Кафедра ихтиологии Московского университета, Северное отделение ПИНРО и Институт биологии Карельского Научного центра РАН. Отдельный договор на разработку океанографической части тематики заключен с Петербургским отделением Государственного океанографического института. Малый объем выделяемого финансирования, не позволил, к сожалению, пригласить к участию в работах других участников Проекта «Белое море».

Цель этой статьи – кратко проинформировать о результатах работ 2002-2004 гг., взяв за основу отчеты ЗИН РАН, БИННИ СПбГУ, МГУ, СевПИПРО, ИБ КНЦ РАН, СПО ГОИН. Более полная информация содержится в ряде статей настоящего сборника.

Исследования океанографических условий (СПО ГОИН и др.) основывались не только на материалах 2002-2004 гг., но и на архивных данных, что позволило получить представления об особенностях межгодовой изменчивости метеоэлементов в прибрежных районах Белого моря и о современном состоянии метеорологического режима на фоне многолетних изменений климата, выполнить районирование прибрежных акваторий по характеру годовых изменений термохалинных процессов. Были выделены районы, однородные по изменениям температуры и солёности. Поскольку ряды имевшихся наблюдений оказались неполными, появилась необходимость восстановления годовой динамики термохалинных процессов с помощью дискриминантного анализа и данных специально выбранных репрезентативных гидрометеостанций. В итоге выделены 4 однородных по термохалинному режиму прибрежных района Белого моря: берега Кандалакшского и Онежского заливов, Горло и северо-западный берег Бассейна, северный и западный берега Бассейна и юго-восточный берег Горла. Варианты расчета и восстановления рядов средних месячных значений уровня моря, температуры и солёности воды по данным реперных станций показали высокую точность аппроксимации в пределах соответствующих однородных районов, позволяющую восстанавливать все природные экстремумы.

Выполнено районирование моря по характеру вертикального распределения температуры и солёности, в том числе для различных сезонов года. По этому признаку идентифицированы 3 основных типа вертикальной структуры водной толщи: *стратифицированный, перемешанный и фронтальный зон*. Для весеннего сезона удалось выделить 5 районов моря с характерной структурой водной толщи: *стратифицированные воды, фронтальные зоны в районе стоковых течений, фронтальные зоны с максимумом температуры воды в придонном слое, фронтальные зоны в районе Западной Соловецкой салмы и перемешанные воды*. Хотя исследования водных масс Белого моря уже выполнялись ранее (Тимонов, Дерюгин, Бабков и Голиков, Беклемишев, Пантюлин и др.), тем не менее было целесообразно вернуться к этому вопросу в сезонном аспекте, с учетом материалов последних лет. Для весны отмечены и картированы 8 типов водных масс: *Воронки, баренцевоморская, Горла, промежуточная Бассейна, глубинная, распресненные воды заливов, слабо трансформированные речные воды*.

Существенное место в этом разделе контрактной темы заняли исследования глобальных климатических процессов. Были проанализированы от-

клонения климатических и океанографических характеристик от их многолетних значений. По результатам предшествующих экспертных оценок к глобальным климатическим режимообразующим факторам Белого моря отнесены атмосферные процессы над Атлантико–Европейским сектором северного полушария (повторяемости западной, восточной и меридиональной форм циркуляции) и показатель солнечной активности (числа Вольфа). К числу региональных внешних факторов отнесен сток отдельных рек водосборного бассейна.

При совместном исследовании закономерностей межгодовой и долгопериодной изменчивости элементов режима и режимоформирующих факторов использовались методы статистической оценки вероятностных характеристик. Для выявления основных режимообразующих процессов применялся многофакторный анализ, а при оценке тенденций и составлении фоновых прогнозов – низкочастотная фильтрация и модели множественной регрессии. Были рассчитаны термохалинные поля и распределение течений на различных горизонтах акватории моря за осенний период.

Для выявления общих закономерностей долгопериодной изменчивости элементов океанологического режима морей Северо-Запада России разработаны единые подходы исследования особенностей межгодовой изменчивости термохалинного режима Белого моря:

- рассмотрение в качестве основных режимообразующих факторов, передающих влияние Атлантики и Арктики, характеристик атмосферной циркуляции в соответствующем секторе Северного полушария, а также показателей солнечной активности;

- принцип выбора региональных внешних факторов, формирующих долгопериодную изменчивость термохалинных процессов, с использованием вклада низкочастотных составляющих в их спектральных оценках;

- выделение элементов режима моря, подверженных природной изменчивости, по влиянию режимообразующих факторов и наличию долгопериодных составляющих.

Информационная база данных о температуре воды и солености в прибрежных районах Белого моря была сформирована во временные ряды среднемесячных и среднегодовых значений на береговых станциях и постах. Расчеты выполнялись на основе срочных наблюдений более чем на 20 пунктах. База была дополнена материалами глубоководных измерений, выполненных в 1992-1997 гг. на глубоководных разрезах и рейдовых станциях.

При многофакторном анализе также совместно рассмотрены тенденции элементов океанографического режима и внешних факторов. По результатам низкочастотной фильтрации и экспертного анализа выявлены следующие особенности:

- для температуры воды на большинстве станций отмечается длительное постепенное ее умень-

шение к 70-м годам, последующий рост до начала 90-х годов и после незначительного падения – переход к режиму, близкому к квазистационарному;

- для солености характерно наличие разнонаправленных тенденций в прибрежных и глубоководных районах моря, однако, для ряда станций отмечается тенденция распреснения в середине 60-х годов, в дальнейшем сменяющаяся режимом, близким к квазистационарному, или постепенным уменьшением солености. Только в 90-х годах тренд меняет свой знак на противоположный.

Исследования современных однонаправленных тенденций в межгодовой изменчивости термохалинного режима прибрежной зоны морей позволили выявить следующие его особенности:

- в различных районах побережья отмечался рост температуры с начала или с середины 80-х годов, который продолжался до 1989 или 1990 года. В 90-х годах тенденция к повышению температуры воды сменилась ее падением с последующим незначительным ростом или переходом на режим, близкий к квазистационарному. Можно отметить, что применение для выделения тенденций температуры низкочастотного фильтра со срезом 5 лет практически сохраняет в отфильтрованных рядах все экстремумы и большую часть энергетики процесса.

- на современном этапе характерно продолжение длительной тенденции к распреснению, начавшейся с начала 60-х годов и только в конце 80-х сменившей свой знак на противоположный. При этом, в ряде районов Белого моря в дальнейшем имел место переход на режим солености, близкий к квазистационарному.

Материалы наблюдений в 90-е годы XX в. за температурой и соленостью в глубоководных районах Белого моря, несмотря на их разрозненность и неполноту, были восстановлены. Получены статистические оценки вероятностных характеристик этих элементов на горизонтах 0 и 50 метров, позволяющие в первом приближении определить тенденции межгодовой изменчивости за 90-е годы по отношению к ее среднемноголетним значениям. Можно отметить отличие этих тенденций в различных районах моря, подверженных влиянию проникающих баренцевоморских вод и речного стока, а также в поверхностных и глубинных слоях. Для летнего сезона по предварительным оценкам они заключаются в следующем:

- в центральной части Воронки на горизонте 0 м в 90-е годы наметилась тенденция к осолонению, которая частично прослеживается и в Горле. В поверхностных слоях этот процесс, очевидно, связан с выносом распресненных стоком вод и определяется отмеченным в конце 80-х и начале 90-х годов уменьшением стока основных рек водосборного бассейна. Наиболее ярко это влияние проявляется летом, когда интенсивность вертикального перемешивания мала;

- для восточных районов моря, подверженных влиянию стока рек (в первую очередь, Сев. Двины), также проявилась тенденция увеличения солености в 90-е годы, тогда как в глубоководных районах Центральной и Западной части моря сохраняется отмеченный ранее тренд уменьшения солености.

В тенденциях межгодовой изменчивости элементов термохалинного режима имеют место следующие особенности:

- во второй половине XX-го века два длительных периода уменьшения и последующего роста температуры воды сменились в 90-х годах режимом, близким к квазистационарному, с наметившейся тенденцией к ее понижению;

- характерная для солености длительная тенденция постепенного спада, начавшаяся в 50-60-х годах, также сменила свой знак на противоположный в 90-е годы.

В результате обобщения материалов экспедиций и наблюдений на стационарах предшествующих лет были оценены океанологические условия прибрежных районов Белого моря, перспективных для размещения в них хозяйств марикультуры (мидия, лососи и другие рыбы, водоросли). Выделены 4 типа прибрежных районов с разными условиями, пригодными для вышеназванных целей: *фиордовые губы Кандалакшского залива, ихерные районы Карельского берега, северные районы Онежского залива, мелководные губы Онежского залива.*

Мы специально остановились более подробно на исследованиях, связанных с возможностями анализа и расчета характеристик океанографического режима Белого моря с помощью математико-статистических методов и моделирования, оценке их долгопериодной изменчивости и ее прогнозировании, поскольку данных фактических наблюдений в последние годы становится все меньше и меньше.

Мониторинговые исследования экосистем Белого моря

На Декадной станции, расположенной в Кандалакшском заливе в мористой части губы Чупа (координаты 66°09'50" с. ш. и 33° 40' 06" в.д., глубина 65 м), как и в прошлые годы, с декабря (января) по апрель один раз в месяц со льда проводились наблюдения температуры, солености и зоопланктона. С мая по ноябрь наблюдения проводились еженедельно с борта научно-исследовательских судов ЗИН РАН. Эти работы ведутся более 40 лет. Созданная база данных стала, наконец, доступна для использования, благодаря публикации книги и компакт диска (Berger et al., 2003).

В 2003 году наблюдался аномальный летний прогрев воды. Впервые со времени начала мониторинга температура поверхностного слоя воды на станции Д-1 достигла 20°C (Рис. 1).

По-видимому, с необычно сильным прогревом воды связаны высокие значения первичной продукции, определенной с помощью кислородного метода

в скляночной модификации. Корреляционный анализ, проведенный по полученным данным, показал, что наблюдается достоверная корреляция между первичной продукцией и температурой ($r = + 0.94$ для солнечной погоды и $r = + 0.75$ для пасмурной погоды). Модели зависимости первичной продукции от температуры приведены на рис.2 (Примаков, 2004).

Средняя продукция фитопланктона в 2002 году составляла 64.7, а в 2003 году – 267.2 мгС/м³ · сут. При этом средняя за период проведения наблюдений температура в 2002 году была почти на шесть градусов ниже, чем в 2003 году (9.9 и 16.1°C соответственно).

Что касается состояния сообществ зоопланктона в исследованный период, то по имеющимся данным (Табл. 1, 2), среднемесячные показатели обилия (плотность и биомасса) мезозоопланктона в слое 0-60 м в 2002 и 2003 гг. были близки к среднемноголетним.

Бентосные организмы играют важную роль не только в качестве одного из основных компонентов экосистем моря, но и как кормовой и промысловый биоресурс, прямой или косвенный объект марикультуры. В рамках контрактной темы осуществлялся не только мониторинг состояния донных сообществ в отдельных районах моря, но были выполнены также и некоторые обобщения, дающие представление о видовом разнообразии и биомассе бентоса. Мониторинговые исследования в Сельдяной и Медвежьей губах Кандалакшского залива ведутся ЗИН РАН с 1987 года проводились по настоящее время четыре раза в год: во время гидрологической весны (конец мая - начало июня), гидрологического лета (конец июля - начало августа), гидрологической осени (конец октября - начало ноября) и гидрологической зимы (конец марта - начало апреля).

Особый интерес представляет многолетняя динамика биомассы морской травы *Zostera marina*. Это растение составляет значительную часть биомассы на многих заиленных пляжах и в верхних отделах сублиторали Белого моря. В Сельдяной губе эта трава обнаруживается в разных количествах практически постоянно. Главный тренд биомассы имел два максимума в 1992–1994 и 2001–2002 годах. Минимумы приходятся на 1988 и 1998 годы. Таким образом, возможно, предположить наличие 10-тилетнего цикла изменений обилия этого вида. На этот цикл накладывается другой, более короткий. Его максимумы приходятся на 1987, 1992, 1996 и 2001, а минимумы – на 1989, 1995 и 1999 годы. Следовательно, с некоторым приближением можно считать, что продолжительность этого цикла составляет около 5-ти лет. Минимумы этого цикла регулярно наступают через год после аномальных условий схода льда, повреждающих поверхностный слой грунта, что наблюдалось в 1988, 1994, 1999 и 2002 годах. Это дает основание предполагать, что данный цикл связан с периодическими изменениями клима-

тических процессов. Кроме того, в этой губе обнаруживается ярко выраженная сезонная динамика zostеры, отраженная соответствующим трендом. Минимумы этого тренда приходятся на весенние съемки, что говорит о том, что отмирание корневищ листьев этой травы в основном приходится на период между началом апреля и концом мая, что совпадает со временем весеннего распреснения морской воды и таяния льда.

В Медвежьей губе биомасса zostеры в целом ниже, чем в Сельдяной, и обнаруживается этот вид в данном месте не столь регулярно. Донные осадки

литорали Медвежьей губы сложены в основном песками, не способствующими развитию значительных и стабильных зарослей морской травы. Это обстоятельство, скорее всего, и послужило причиной того, что десятилетний цикл динамики биомассы zostеры на материале из Медвежьей губы совершенно не выявляется. Между тем, 5-тилетний цикл выражен отчетливо. Интересно, что он достаточно точно совпадает по фазе с аналогичным циклом, отмеченным для Сельдяной губы (максимумы в 1987, 1992, 1996 и 2002, минимумы в 1989, 1994 и 1999 годах).

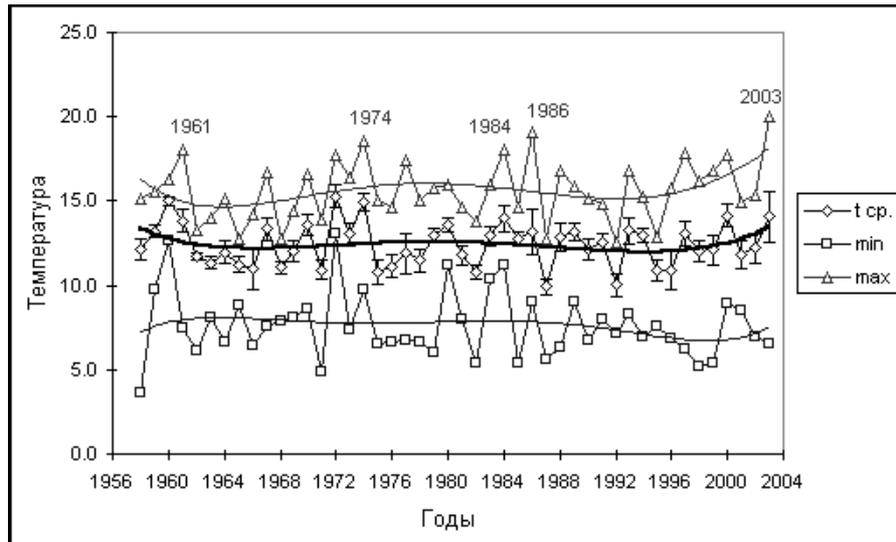


Рис. 1. Динамика летних поверхностных температур на ст. Д-1 (Примаков, 2004)

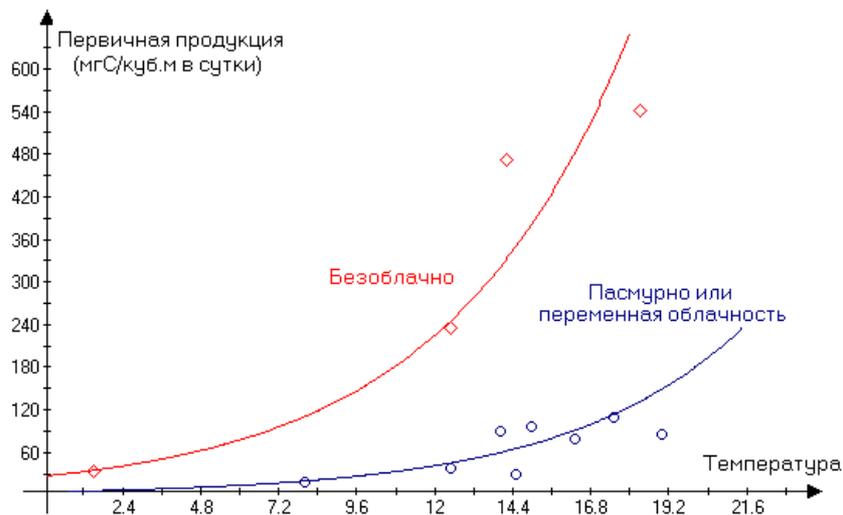


Рис. 2. Модели зависимости первичной продукции фитопланктона (ПП) от температуры (t) (Бергер и др., в печати)

Рассчитано по: $ПП_1 = 4.54 \cdot e^{0.18t}$ в безоблачную погоду; $ПП_2 = 26.76 \cdot e^{0.18t}$ в пасмурную погоду.

Таблица 1. Среднемесячные значения биомассы (мг/м³) зоопланктона в слое 0-60 м на станции Д-1

Год	Средн. за год	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1995	179	93	105	78	135	387	391	350	296	175	55	43	42
1996	150	93	105	78	135	387	220	241	246	102	62	51	76
1997	192	106	92	79	135	202	469	532	272	177	102	80	59
1998	247	118	79	80	446	259	740	462	417	144	83	74	59
1999	150	63	81	69	62	315	155	369	224	195	124	88	59
2001	142	56	90	55	107	259	207	364	212	159	87	48	59
2002	156	49	98	41	57	207	424	350	214	238	99	41	59
2003	132	70	24	21	58	178	418	328	194	98	99	41	59
Средн.	169	81	84	62	142	274	377	375	259	161	89	58	59

Таблица 2. Среднемесячные значения плотности (тыс. экз./м³) зоопланктона в слое 0-60 м на станции Д-1

Год	Средн. за год	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1995	5,7	0,9	0,8	1,0	3,3	14,4	13,5	10,2	9,8	8,1	2,7	1,5	1,6
1996	5,0	0,9	0,8	1,0	3,3	14,4	8,9	7,1	9,8	8,1	2,7	1,5	1,6
1997	5,0	0,9	0,8	1,0	2,0	8,4	14,0	12,9	10,4	7,2	4,8	5,0	1,6
1998	5,8	1,0	0,9	0,9	0,6	8,2	12,3	13,6	16,5	5,8	3,6	4,3	1,6
1999	5,1	1,0	0,8	0,7	0,4	7,8	6,1	16,2	7,1	12,7	5,9	1,3	1,6
2001	3,3	1,0	0,7	0,5	0,6	5,4	6,7	9,7	5,9	4,5	1,9	1,6	-
2002	5,4	1,2	1,2	0,5	0,8	9,6	11,8	9,1	5,5	15,2	5,0	3,0	1,6
2003	3,5	0,8	0,2	0,5	2,3	4,3	5,3	13,2	5,2	3,5	3,5	2,3	1,6
Средн.	4,9	1,0	0,8	0,8	1,7	9,1	9,8	11,5	8,8	8,1	3,8	2,6	1,6

Комплексные исследования, связанные с зоостерой, выполнялись БИНИИ СПбГУ в Керетском архипелаге. Динамика поселений зоостеры оценивалась по результатам сравнения с картами, составленными ранее. Были выбраны 10 типичных мест обитания зоостеры, на которых исследовалась не только эта трава, но и собирались пробы морских водорослей, зообентоса и грунта. Для обработки данных применялся кластерный анализ. Было отмечено, что в кустовых участках исследованной акватории заросли зоостеры представляют собой настоящие подводные луга. В более открытых и подверженных волновому воздействию акваториях заросли зоостеры более разрежены и образуют небольшие по площади пятна. В умеренно защищенных участках зоостера растет поясами. Площадь зарослей в 2002 г. повсеместно несколько сократилась, возросла их разреженность.

На всех выделенных участках проанализирован состав грунтов, определены биомасса общая, надземных побегов, корней и корневищ, длина листьев. Определен состав макрофитобентоса, относящегося к ассоциации *Z. marina*, причем отмечено возрастание в 2002 г. биомассы нитчатых водорослей отделов Phaeophyta и Chlorophyta. Так, например, в проливе Сухая Салма нитчатые водоросли полностью покрывали заросли зоостеры. В ходе исследований ассоциаций зарослей зоостеры отмечены 48 таксонов макрозообентоса, исследована сезонная динамика биомасс и видового состава бентосных организмов.

В целом, видовой состав беломорского макрозообентоса насчитывает около 1000 видов животных и растений. Современные данные показывают (Нау-

Наумов, 2001), что макрозообентос Белого моря имеет средние биомассы порядка 200 г/м². Следует, при этом отметить, что в монографии Л.А. Зенкевича (1963, стр. 157) указывается в 10 раз меньшая величина средней биомассы донных организмов. Очевидно, что эти представления о количественной бедности макрозообентоса Белого моря ошибочны. Они были основаны на недостаточном фактическом материале.

Марикультура

Мидия *Mytilus edulis* издавна является объектом марикультуры во многих европейских странах, причем объем выращивания превышает 0,5 млн. т. в год (мидий всех видов культивируется около 1,3 млн. т). Научные предпосылки развития марикультуры мидий в Белом море созданы Зоологическим институтом РАН. До ликвидации государственной системы рыбного хозяйства начали функционировать отдельные плантации по выращиванию мидий. Однако, к настоящему времени осталось лишь небольшое хозяйство в Сон-острове (Кандалакшский залив). Почти полностью прекращены и научные исследования, хотя многие вопросы нуждались в дальнейших исследованиях.

При организации и эксплуатации мидиевых хозяйств с биологической точки зрения основной интерес представляют следующие вопросы:

- Выбор мест для размещения марихозяйств.
- Определение «приемного потенциала» выделенной акватории по отношению к размерам планируемого марихозяйства и возможного пресса культивируемых мидий на окружающие экосистемы.

- Определение периодов оседания мидий на естественные и искусственные субстраты.

- Разработка биотехнологических приемов, оптимизирующих оседание и рост мидий в условиях культивирования.

- Оценка влияния искусственных поселений мидий на окружающие экосистемы.

В 2002 и 2003 гг. для исследования характера и масштабов воздействия больших количеств моллюсков, размещенных на ограниченной акватории, на окружающие экосистемы, сотрудниками СПбГУ анализировались материалы из районов, где сохранились остатки мидиевых плантаций или где они раньше размещались. Взвешенные вещества (пеллеты и др.), продуцируемые моллюсками, концентрируются в виде осадков на участках дна, непосредственно примыкающих к мидиевому хозяйству. По этой причине создается неравномерность как распределения осадков по акватории, так и их нагрузки на бентосные сообщества. Макробентос под хозяйствами способен утилизировать более половины поступающих в виде осадков органических веществ, сильно увеличивая при этом свою биомассу. В зоне основного выпадения осадков, продуцируемых мидиями, окислительные процессы идут более активно. Несмотря на интенсивные процессы потребления макробентосом и окисления, часть поступивших осадков не успевает минерализоваться и захоранивается в толще грунта. Воздействие органического загрязнения на бентосные сообщества можно разделить на 2 этапа: на первом происходит смена доминирующих групп, но общие характеристики сообществ мало меняются; на втором этапе происходит деградация сообществ. Исходя из этих результатов, можно заключить, что при культивировании мидий необходимо учитывать уровень гидродинамической активности (скорости и направления основных течений), глубину и локальный рельеф дна, поскольку эти параметры определяют степень разброса взвешенных органических веществ и характер их накопления в грунте. Оптимальными являются такие характеристики динамики вод, которые обеспечивают максимальный вынос продуцируемой мидиями органики за пределы марихозяйства.

В местах товарного выращивания мидий необходимо вести мониторинг состояния бентосных сообществ. Он должен заключаться в оценке общего видового разнообразия и доминирующих групп макрозообентоса для определения динамики и характера возможных сукцессий. Некоторые изменения в видовой структуре и соотношении величин обилия разных видов, по-видимому, неизбежны. Воздействие мидиевой марикультуры на бентосные сообщества не следует считать негативным до тех пор, пока в бентосе сохраняется высокое видовое разнообразие. Превышение допустимых нагрузок на бентосные сообщества будет выражаться в исчезновении из сообщества большого числа таксонов, резком снижении показателей видового разнообразия,

доминировании в сообществе небольшого количества видов-оппортунистов. При этом в грунте будет отмечаться высокое содержание органических веществ, низкие величины окислительно-восстановительного потенциала не только в толще, но и на поверхности грунта; возможно появление сероводорода и заморные явления. В связи с этими результатами разработана схема мониторинга (минимум 1 раз в год), расположения контрольных станций, рекомендован перечень параметров, подлежащих исследованию.

Одним из главных направлений исследований мидий в Белом море является изучение условий формирования спата на субстратах промышленной марикультуры. Это основное обстоятельство, определяющее стартовый режим цикла выращивания мидий. От согласованности сроков установки субстратов с периодом развития личинок зависит успех марикультуры. Одной из целей проведенных исследований был анализ динамики личинок мидий в планктоне. Съемки в губе Чупа и Керетском архипелаге показывают, что в теплые годы с резким и сильным весенним прогревом вод коллекторы для сбора спата мидий следует устанавливать в конце июня, а не в середине июля. Межгодовая изменчивость режима прибрежных акваторий – фактор, определяющий необходимость ежегодного контроля за численностью личинок мидий. Суть мониторинга заключается в периодических (не реже раза в неделю) сборах личинок на сети контрольных станций.

В общем случае для данной акватории можно отметить, что максимальное количество личинок мидий в планктоне поверхностного (0-5м) слоя воды приходится на время, стабильного прогрева относительно более глубоких слоев воды, что означает начало размножения особей сублиторальных естественных популяций, соответственно и появления их личинок в поверхностных горизонтах. Однако, наличие достаточного количества личинок мидий в планктоне - только одна из составляющих достаточности «посадочного» материала при организации промышленных хозяйств. Большое значение имеет данные о качественной характеристике личинок, механизмах оседания, метаморфоза и дальнейшего развития молоди на искусственных субстратах. Суммируя результаты наблюдений, можно заключить, что наиболее пригодными для оседания моллюсков являются шероховатые по структуре, покрытые пленкой микрообрастания гидрофобные субстраты, имеющие светлую окраску. Для целей промышленной марикультуры мидий рекомендованы искусственные субстраты из капроновой дели или, что лучше, из капроновой веревки, диаметром 15-25 мм. Длина отдельного субстрата - 3 м. Оседание педивелигеров на искусственные субстраты обычно начинается в последнюю декаду июля температуре воды в 13-14°C. В конце июля - начале августа этот процесс идет наиболее интенсивно (Рис. 3).

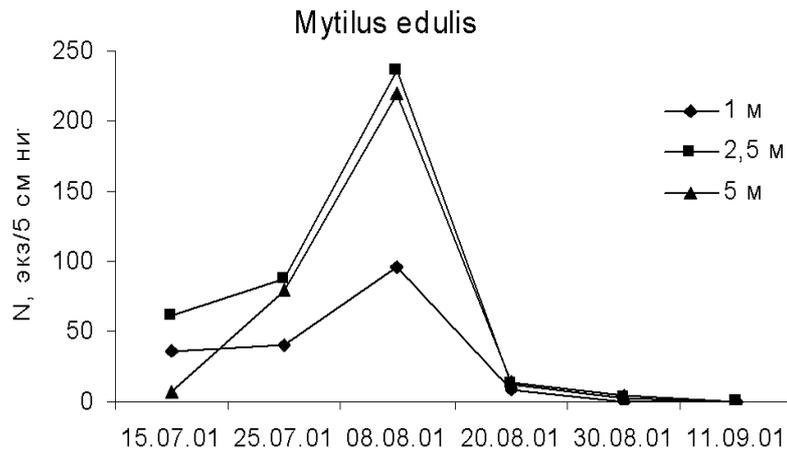


Рис. 3. Динамика оседания педивелигеров мидии (отчет БИНИИ СПбГУ)

Оседание мидий в районах с высоким уровнем водообмена происходит весьма интенсивно. Вместе с тем, слишком высокие скорости течения могут снижать плотность моллюсков на субстратах. Наибольшая численность моллюсков достигалась на глубинах 1 и 2,5 м, оптимальных для промышленной марикультуры.

Выбор мест для организации хозяйств по культивированию свидетельствует о перспективности пролива Оборина Салма. Океанографический режим в губе Никольская также благоприятствует постановке марикультурных хозяйств. Закрытость от преобладающих ветров не дает развиваться волнению. Вместе с тем, рельеф дна позволяет беспрепятственно проникать аэрированным водам открытой части Кандалакшского залива на акваторию губы. Примерно такая же картина наблюдается в проливе Соностровская Салма.

В исследованных акваториях поверхностный слой воды несколько опреснен за счет впадения. Благодаря этому, прогрев поверхностных слоев воды в исследуемых акваториях происходит более интенсивно, чем в открытой части Кандалакшского залива. Особенно это было заметно в 2003 году, когда благодаря высоким летним температурам воздуха был отмечен аномальный прогрев поверхностного слоя воды. Личиночный пул в планктоне губ Никольская и Соностровская салма неоднороден и складывается из личинок как литоральных, так и сублиторальных моллюсков. Имеющиеся естественные колебания плотности личинок мидий в планктоне акватории не ограничивают перспективы промышленной мидиевой марикультуры.

Оптимизация режима подвешного выращивания беломорских мидий предполагает управление динамикой развития сообществ обрастания так, чтобы минимизировать эффекты развития на субстратах марикультуры других организмов обрастателей. Как показал опыт промышленного выращивания мидий, обычными субдоминантами мидий в сообществах

обрастания субстратов марикультуры в Белом море являются двустворчатые моллюски *Hyatella arctica* L. и асцидии *Styella rustica* L. В задачи исследований входило изучение влияния глубины, экспозиции субстрата и присутствия мидии *Mytilus edulis* и асцидии *Styella rustica* на скорость роста *Hiatella arctica*.

Показано, что в сообществах обрастания субстратов марикультуры особи *M. edulis* и *H. arctica* имеют разные предпочтения по глубине обитания. В диапазоне от 0 до 5 м наиболее благоприятной для обитания *H. arctica* является глубина около 5 м (скорость роста *H. arctica* на данной глубине максимальна). Мидии предпочитают глубины 1,5-2 м. Ведущие виды сообществ обрастания (мидии и асцидии *Styella rustica*) оказывают заметное влияние на скорость роста *H. arctica*. В присутствии мидий рост хиателл замедляется, а в присутствии асцидии хиателлы растут быстрее. В условиях подвешного выращивания мидий присутствие в сообществах обрастания хиателл слабо влияет на показатели поселений мидий.

Исследования дистантного влияния морских звезд *Asterias rubens* L. на жизнедеятельность культивируемого моллюска *M. edulis* L. показали, что в присутствии морских звезд значительно понижается метаболизм и скорость фильтрации мидий. Это приводит к угнетению роста моллюсков. В то же время наблюдается увеличение количества биссусных нитей и их толщины, что приводит к формированию более плотных агрегаций мидий и является защитной реакцией моллюсков против хищника. Изменения в функционировании мидий под дистантным влиянием морских звезд зависят от концентрации метаболитов хищников. На основании полученных результатов рекомендуются практические мероприятия при организации и эксплуатации промышленной мидиевой марикультуры в Белом море.

В 2002 г. были начаты эксперименты и отработка технологий культивирования сельди. Они выполнялись в весенне-летний период на ББС МГУ. В экспериментах использовали икру сельди, оплодотворенную в лабораторных условиях. Для получения зрелых половых продуктов производителей сельди отлавливали жаберными сетями в губе Лобаниха и в районе о. Березовый (Кандалакшский залив) и доставляли в лабораторию в баках с водой. Для выявления влияния разных условий инкубации в эмбриональном и предличиночном периоде икру от одной самки осеменяли молоками от 2-3 самцов, а после этого равными порциями распределяли по инкубационным установкам. Для проведения экспериментов с инкубацией в разных условиях с последующим подращиванием смесь икры, полученной от 4-5 самок, осеменяли молоками от 4-5 самцов. Инкубация икры проводилась при разных значениях температуры и солености. Описаны типы кормов, условия кормления мальков, технология регулирования температуры и поддержания ее на заданном уровне. Инкубационные установки, предназначенные для содержания икры и предличинок без подращивания, и установки, в которых происходило подращивание, несколько отличались друг от друга по конструкции. Это вызвано тем, что личинки сельди очень уязвимы для прямого механического воздействия интенсивных потоков воды и легко повреждаются даже в присутствии неинтенсивно работающего распылителя воздуха. Выполнялось прижизненное микроскопирование икры и личинок.

Ранее были разработаны технологии искусственного воспроизводства ценных местных рыб зубатки и трески – потенциальных объектов пастбищной марикультуры и товарного выращивания. В рамках контрактной темы осуществлялись исследования спектра питания и других характеристик этих видов рыб.

Были продолжены наблюдения по экологии полосатой зубатки Кандалакшского залива: описано ее сезонное распределение в прибрежных участках моря; выявлены основные места нагула разновозрастных особей и дана их характеристика; описана динамика уловов. Длина зубаток, пойманных в период наблюдений, колебалась от 22.8 до 64.2 см, причем в уловах преобладали особи размером 35-45 см. Набор и соотношение основных размерных групп у самцов и самок оказались сходными. Нагульные перемещения мелких неполовозрелых особей охватывают как глубокие, так и расположенные поблизости мелководные участки губ. В то же время нагул половозрелых особей происходит в основном на глубинах 10-20 м.

Возрастной состав уловов зубатки в 2000-2002 гг. был представлен рыбами в возрасте от 3+ до 11+. Особи возрастных групп 4+ и 5+ составили значительную часть общего вылова (60%), причем рыбы данных возрастов преобладали в каждый год исследований.

Получены новые данные о сроках наступления половозрелости зубатки в губе Чупа Кандалакшского залива. Половая зрелость самок наступает в возрасте 4+-6+ при длине тела 35-45 см. Среди самок доля половозрелых особей в уловах составила 60%. По предварительным данным самцы также созревают в возрасте 4+-5+. Нерест у зубатки в губе Чупа происходит в июле-августе, т.е. в наиболее теплое время года. Нерест у самок зубатки ежегодный, пропуски нерестового сезона отсутствуют. Соотношение полов в уловах среднем за весь период исследований составило 1:1.

Зубатка – типичный бентофаг, имеет широкий спектр питания. В желудках рыб отмечено 20 видов организмов, причем главную роль в питании зубатки играли моллюски и ракообразные. По частоте встречаемости преобладали моллюски *Buccinum undatum* (29.2%), *Mytilus edulis* (27.1%), *Tonicella marmorea* (23.0%) и ракообразные *Hyas araneus* (20.8%) и *Pagurus pubescens* (16.7%). Существенное значение в питании зубатки имели также и некоторые другие виды моллюсков – *Cryptonatica clausa*, *Margarites groenlandicus*, *Serripes groenlandicus* (15-20% по частоте встречаемости).

К числу исследований и практических мер в области марикультуры мы относим вопросы использования искусственных нерестилищ для повышения численности беломорских сельдей. Интерес к этим работам в последнее время сдерживается по причине недоиспользования имеющихся запасов этой рыбы.

Одним из важнейших итогов выполненных в рамках контрактной темы исследований был анализ особенностей развития многоплановой марикультуры в специфических условиях европейского севера России. В условиях сложного экономического состояния проблемы инфраструктуры и состояния людских ресурсов одним из перспективных направлений является развитие поликультурных марихозяйств, создающих основу для решения задач продовольственного обеспечения и занятости местного населения. Опыт развития зарубежных и отечественных рыбоводных хозяйств показывает, что в соответствии с решаемыми задачами и по экономической эффективности выделяют два основных типа хозяйств:

- нерестово-вырастные (получение молоди для продажи и последующего выращивания);
- товарные (нагульные) для получения товарной пищевой продукции.

Первый тип хозяйств по технологической оснащенности гораздо сложнее второго, но при этом фондоемкость строительства нерестово-вырастного хозяйства гораздо выше, сроки окупаемости больше и т.д.

Таким образом, очевидно, что по экономической эффективности товарные хозяйства предпочтительнее, но работать без посадочного материала они не могут, что создает практически неразрешимые, с точки зрения частного инвестора, противоречия.

Мировой опыт и опыт СССР (России) показывают, что выход из данного противоречия только в использовании, по крайней мере на начальном этапе, государственных инвестиций фактически на безвозмездной основе для создания технической, технологической базы получения посадочного материала.

Мировая практика также показывает, что нерестово-вырастные хозяйства должны пройти несколько этапов индустриализации. И только организация высокотехнологичных хозяйств, эффективно использующих водные и земельные ресурсы, обеспечивающих высокую концентрацию производства, создаст условия для окупаемости вложений в их строительство. Наглядным примером таких процессов является индустриализация дальневосточных лососевых рыбоводных заводов, как российских, так и японских, развитие в Норвегии заводов по производству посадочного материала атлантического лосося, атлантической трески, гольца и палтуса.

Таким образом, можно заключить, что при формировании программ развития марикультурных хозяйств необходимо выделить, по крайней мере, два этапа:

- этап исключительно государственного финансирования строительства и индустриализации нерестово-вырастных хозяйств
- этап перехода к привлечению частного капитала.

Акклиматизация и пастбищная марикультура.

Решение об акклиматизации дальневосточной горбуши в бассейне Белого моря было принято Министерством рыбной промышленности СССР в 1956 г. с учетом биологического обоснования (авторы М.С. Лазарев и А.И. Смирнов), одобренного Акклиматизационным советом Ихтиологической комиссии в 1955 г. В соответствии с приказом Минрыбпрома уже в 1956 г. начались перевозки икры горбуши (и осенней амурской кеты) из районов южного Сахалина. Одновременно были организованы полномасштабные исследования процесса акклиматизации, в которых участвовали специально созданная в ПИНРО лаборатория акклиматизации, ученые ММБИ, Ленинградского и Московского университетов, ВНИРО, Института генетики, ГосНИОРХ и других учреждений страны. Исследования велись в течение круглого года – на рыбоводных заводах, специально построенных для этих целей, и в поле, причем вскрывались и нерестовые бугры. Существенное место в исследованиях занимали вопросы взаимоотношений вселенца с местным более ценным атлантическим лососем-семгой. Несмотря на массовые возвраты горбуши в отдельные годы (преимущественно теплые), устойчивой акклиматизации не произошло (хотя икру перевозили каждый год и в больших количествах). В холодные годы практически все потомство погибало. Поэтому у ПИНРО возникло предложение начать перевозки икры горбуши из северных районов природного ареала (Ма-

гаданской области). Неудачи первого этапа акклиматизации горбуши, а затем и «реформы» в рыбной отрасли привели к практически полному прекращению акклиматизационных работ и исследований.

Научные исследования дальневосточной горбуши в бассейне Белого моря стали постепенно возобновляться лишь в последние годы после начала второго этапа акклиматизации, когда в 1985 г. на рыбоводные заводы Беломорья была доставлена из Магаданской области небольшая партия икры горбуши «нечетной» линии. Основное внимание исследователей в настоящее время направлено на проведение мониторинга состояния формирующейся в Белом море популяции горбуши. В соответствии с разработанной в 2001 г. программой в рамках нашей контрактной темы начали проводиться ограниченные по масштабам исследования вселенца. Их участниками являются ЗИН РАН, БИНИИ СПб ГУ, Институт биологии КарНЦ РАН, ПИНРО, СевПИНРО. Кроме того, акклиматизированную горбушу продолжают изучать в институте Общей генетики РАН и во ВНИРО.

Поскольку наибольшие подходы горбуши наблюдается в нечетные годы, исследование проводится раздельно по нечетным и четным годам. Необходимо отметить, что эти линии генетически изолированы. Установлено, что горбуша в новом регионе сохранила присущее ей в нативном ареале характеристики нерестового хода, в том числе волнообразный подход производителей, увеличение доли самок и наиболее крупных производителей в конце хода и т.д. В то же время удалось установить, что уже в 2001-2003 годах у всех самок, подошедших к устьям рек для нереста, состояние яичников к началу августа было таково, что они должны были отнереститься до 15-го сентября, т.е. ранний онтогенез должен был пройти при сравнительно благоприятных условиях. Из этого следует важный вывод – на протяжении 9 поколений (после последнего завода икры нечетной линии из Магаданской области) в результате естественного отбора в популяции беломорской горбуши сохранились, в основном, ранненерестующие особи. Наметились сдвиги и по ряду других признаков: увеличилась в среднем масса тела рыб (1,1 кг - в нативном ареале, до 1,4 - в Белом море); увеличилась плодовитость (с 1537 до 2018 икринок, соответственно); сдвинулись сроки нерестовой миграции на более ранние, а сроки ската молоди – на более поздние. Большой вклад в познание формирования популяции беломорской горбуши внесли исследования, проведенные в институте Общей генетики РАН. Выявлены существенные генетические изменения по сравнению с донорской популяцией (редукции гетерозиготности, аллельного разнообразия и разнообразия гаплотипов митохондриальной ДНК). Оказалось, что уровень генетических изменений существенно выше в нечетной линии, чем в четной, что на фоне успешного естественного воспроизводства у первой свидетельствует

о процессе адаптации. «Четная линия» горбуши значительно больше специализирована на генетическом уровне, что, возможно, является причиной ее слабой адаптации в северных условиях. Поэтому она, видимо, не является перспективным объектом для успешной акклиматизации, хотя, как упоминалось выше, разовый небольшой завоз икры горбуши этой линии, неконтролируемый облов возвратившихся производителей вряд ли дает право говорить об этом в категорической форме.

Наибольший интерес с теоретической и практической точек зрения представляет вопрос о завершении натурализации горбуши в Белом море (возникновении устойчивой самовоспроизводящейся популяции). Этот вопрос можно решить только при продолжении всестороннего мониторинга. Сравнительно стабильные уловы после последнего этапа интродукции нечетной линии и намечающиеся адаптивные изменения дают основания для некоторого оптимизма, т.к. в первый неудачный период акклиматизации при практически непрерывном завозе икры и существенной подпитке популяции рыбозаводами падение уловов произошло примерно через 13 поколений. На втором этапе акклиматизации прошло уже 9 поколений (при небольшой подпитке рыбозаводами за счет инкубацией икры от местных производителей). Относительный успех 2-го этапа может быть обусловлен 3-мя неравноценными факторами. На первом месте безусловно стоит удачный выбор донора, затем возможность нарастания численности местного стада (в том числе происходящего и от первого периода акклиматизации). И, наконец, определенную роль, возможно, играют более благоприятные термические условия в местах воспроизводства и нагула акклиматизируемой горбуши.

В 1998 г. при финансовой поддержке Мурманского губернатора Ю.А. Евдокимова из Магаданской области была доставлена на рыбозаводные заводы Беломорья небольшая партия икры горбуши «четной» линии. Малочисленные подходы были отмечены в 2000, 2002, 2004 гг. Об успехе натурализации горбуши этой линии говорить трудно, т.к. эти рыбы не только не охраняются, но даже Государственная экологическая экспертиза в первый же год ожидаемого возврата рекомендовала выловить 8 т. И это вместо требования организации охраны рыб первого возврата и пропуска их на нерестилища.

Нерегулируемый промысел акклиматизируемой горбуши явился причиной попыток прогнозировать численность ожидаемых подходов рыб «нечетной» линии и на этой основе определить объем общего допустимого улова (ОДУ). Так например, ОДУ на 2005 г. (без учета Мурманской области) определен в объеме 115 т.

О завершении процесса натурализации и месте горбуши в экосистемах Белого моря можно будет судить только после всестороннего и регулярного анализа всех полученных данных. Для их обсужде-

ния в рамках контрактной темы по инициативе ЗИН РАН и Секции по Белому морю МИК в 2002, 2003 и 2004 гг. были организованы Совещания специалистов в Архангельске и Санкт-Петербурге.

КарНЦ РАН на р. Кереть были проведены комплексные исследования взаимоотношений местной семги и горбуши на нерестово-выростных участках. В течение ряда лет осуществлялся мониторинг паразитофауны семги, горбуши и др. рыб этой реки.

Выше мы уже упоминали о том, что местное поморское население, испытывающее серьезные экономические трудности, крайне заинтересовано в горбуше. Однако подобной заинтересованности со стороны прибалтийских администраций практически не прослеживается (Алексеев и др., 2004).

Экосистемные исследования

Большинство работ по питанию рыб посвящено изучению, как правило, промысловых видов. При этом в них не рассматривается вся совокупность существующих пищевых отношений в сообществах с учетом и других, менее ценных видов, которые могут выступать в качестве конкурентов либо объектов питания промысловых рыб, являясь важным компонентом экосистем, через который проходят значительные потоки вещества и энергии. Поэтому исследование закономерностей существования сообщества рыб в целом должно стать неотъемлемой частью экологических исследований по мониторингу состояния водоемов.

В 2003 г. сотрудниками кафедры ихтиологии МГУ были выбраны два типичных участка прибрежной зоны Кандалакшского залива – эстуарий реки Черной (литораль) и губа Ермолинская (литораль и сублитораль). В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- на примере эстуария р. Черной выявлено расхождение спектров питания отдельных видов рыб по мере продвижения из опресненной в более мористую части, что связывается с увеличением, численности, биомассы и разнообразия беспозвоночных;

- на изученных модельных участках, на вершине трофических цепей находятся ледовитоморская рогатка (и европейский керчак), а в отдельных случаях - навага, которые являются консументами третьего порядка, питающимися в значительной степени рыбой. На более низком трофическом уровне находится девяти- и трехглая колюшки, полярная камбала, а также бельдюга.

Все изученные виды рыб являются связующим звеном между устьями рек, прибрежной зоной и пелагиалью, а также фактором, обеспечивающим поток вещества и энергии между ними. При этом виды, способные выдерживать понижение солености практически до нуля, являются своего рода «накопителями» и «переносчиками» органического вещества из опресненных частей в более мористые с последующим его включением в круговорот веществ, протекающий в пелагиали. К таким видам

принадлежат, в частности, оба вида колюшки (девятиглая и трехглая). Они накапливают и переносят органическое вещество, продуцируемое в наиболее опресняемых частях эстуариев и недоступное для других видов рыб, в пелагиаль, с последующим включением этого органического вещества в другие циклы (см. Пономарев, Новиков, наст. сборник).

Говоря о структурно-функциональной оценке экосистем Белого моря представляется целесообразным остановиться на некоторых оценочных выводах, которые имеют несомненное значение для суж-

дения о потенциальных возможностях повышения промысловой продуктивности этого внутреннего российского моря. Не имея возможности в рамках этого отчета обсуждать проблемы сохранения и восстановления запасов основных промысловых рыб, а также объемов их рационального промысла в Белом море, остановимся только на их теоретическом обосновании. Попытки подобных расчетов предпринимались нами раньше (Белое море, 1995). В данной статье внесены некоторые коррективы, основанные на новых материалах (Табл. 3).

Таблица 3. Элементы энергетического баланса экосистем Белого моря (ккал/год)

Элементы экосистем	Продукция	Потребление
Продуценты ¹⁾		
Фитопланктон	2.5×10^{13}	
Макрофиты	0.1×10^{13}	
Сумма:	2.6×10^{13}	
Консументы		
Зоопланктон	1.0×10^{12}	8.3×10^{12}
Зообентос	0.45×10^{12}	3.4×10^{12}
Сумма:	1.45×10^{12}	1.1×10^{13}
Рыбы:		
Сельдь	0.36×10^{10}	1.8×10^{10}
Прочие	0.39×10^{10}	1.9×10^{10}
Сумма:	0.75×10^{10}	3.75×10^{10}
Морские млекопитающие	0.9×10^9	

Примечание: ¹⁾ - без автотрофных микроорганизмов и микрофитобентоса

Рыбы относятся в основном к консументам 2 и 3-го порядков. Их суммарная биомасса в настоящее время по данным СевПИПРО составляет около 25 тыс. тонн, из которых на долю сельди приходится около половины. При калорийности 1.0 ккал/г влажного веса (Алимов, 1989) эта биомасса эквивалентна 2.5×10^{10} ккал. При годовом Р/В-коэффициенте порядка 0.3 их продукция за год составляет около 0.75×10^{10} ккал, а рацион равен 3.75×10^{10} ккал. Следовательно, рыбами выедается всего около 0.5 % от продукции, произведенной на предыдущих трофических уровнях. Это означает, что низкий уровень вылова рыбы в Белом море не обусловлен его бедностью. Запасы рыбы лимитированы не трофическими условиями, а иными факторами, к числу которых, прежде всего, относятся «перелов» и резкое ухудшение условий воспроизводства. Очевидно, что при восстановлении запасов уловы рыбы в Белом море могут значительно превышать нынешние.

Имеющихся данных, характеризующих баланс вещества и энергии в Белом море, еще крайне недостаточно. По этой причине приведенные расчеты носят предварительный характер. Они нужны только для того, чтобы еще раз показать ошибочность представлений о бедности Белого моря и направить наши усилия на дальнейшие исследования и восстановление промысловых запасов.

Приведенный выше обзор показывает, что в процессе выполнения контрактной темы «Структурно-функциональная оценка экосистем Белого моря как основа развития многоплановой марикультуры и повышения его биопродуктивности» удалось в некоторой степени возобновить комплекс исследований, позволяющий получать представление о характере функционирования экосистем моря. Однако контрактная тема в силу своей ограниченности (прежде всего финансовой) не может заменить упреждающий проект «Белое море». События последнего периода отчетливо показывают, что ликвидация проектов по морям России была серьезной ошибкой, нанесшей прямой ущерб интересам страны. Она не только вызвала растаскивание государственных средств на мелкие темы частного характера и распыление сил исследователей, но и привела к утрате ориентиров и целей общегосударственной значимости в изучении морей России, их природных и иных ресурсов. Именно комплексные проекты по нашим морям в наибольшей степени отвечают концептуальной основе Морской доктрины России.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» и Программы фундаментальных исследований РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами».

Литература

- Алексеев А.П., Дорофеева Е.А., Кулачкова В.Г., Никоноров С.И.* Горбуша в Белом море: проблема ждет решения // В кн.: Сборник материалов VII международной конференции «АКВАТЕРРА-2004». СПб. 2004. С. 145-149.
- Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. Л., 1989. 152С.
- Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. СПб. Зоологический институт РАН. 1995. Ч.1,2. 500 с.
- Бергер В.Я., Примаков И.М., Усов Н.В., Кутчева И.П.* Результаты мониторинга пелагиали в губе Чупа Белого моря. В печати.
- Зенкевич Л.А.* Биология морей СССР. М. 1963. 739 с.
- Кузнецов В.В.* Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.-Л., 1960. 322 с.
- Пономарев С.А., Новиков Г.Г.* Структура трофических связей рыб в эстуарной экосистеме. Наст. сборник.
- Примаков И.М.* Гидрологический режим и первичная продукция в устьевой части губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря // Материалы VI научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб., 2004. С. 52-60.
- Berger V.Ja., S. Dahle, K. Galaktionov, X. Kosobokova, A. Naumov, T. Rat'kova, V. Savinov, T. Savinova.* White Sea. Ecology and Environment. St.-Petersburg - Tromso. 2001. 157 pp.
- Berger V.J., Naumov A.D. Usov N.V., Zubaha M.A., I. Smolyar, R. Tatusko, S. Levitus.* 36-Years Time Series (1963-1998) of Zooplankton, Temperature and Salinity in the White Sea. St.Petersburg-Silver. Spring, 2003. 362 pp.
- Naumov A.D.* Bentos // In.: White Sea. Ecology and Environment. St.-Petersburg - Tromso. 2001. Ch.4. P. 41-54.