

□ МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

оне архипелага (более 100 км от побережья пролива Фрама), где в 1948–1957 гг. действовала только одна советская метеорологическая станция.

В летний сезон 2014 г. группа специалистов ААНИИ и НМИ решала несколько крупных задач. Во-первых, была выполнена проверка АМС в пос. Пирамида и осуществлена смена измерительных блоков и источников питания на АМС, установленной на м. Финнесет. Вторая задача заключалась в усовершенствовании АМС на метеоплощадке ГМО «Баренцбург» и установке там же автоматического норвежского осадкомера GEONOR (базовый прибор норвежской сети наблюдений). На АМС к уже имеющимся двум уровням измерения температуры и влажности воздуха (2 и 3 м) добавился ультразвуковой датчик, измеряющий скорость и направление ветра. Для этой цели высота мачты была увеличена до 5 м (уровень измерения параметров ветра). Одна из основных целей наблюдений за температурой и влажностью воздуха — проведение интеркалибрации (сравнения) с показаниями стандартных российских приборов (ртутные термометры), что позволит заполнить пропуски в рядах российских и норвежских данных и сопоставить методики измерений и расчетов осредненных оценок. На АМС был установлен специальный датчик, позволяющий регистрировать продолжительность выпадения осадков того или иного вида.

Установка осадкомера GEONOR позволит впервые провести процедуру сравнения с показаниями стандартного российского прибора (осадкомер Третьякова). Измерения осадков связаны с серьезными техническими и методическими проблемами, но эти данные не менее, а зачастую и более информативны для климатических исследований, чем данные о температуре приземного воздуха.

Показания всех датчиков непрерывно передаются по спутниковым каналам связи в центр приема метеорологической информации НМИ в Осло. После предварительного критического анализа вся информация будет доступна специалистам Мурманского УГМС и ААНИИ в соответствии с обязательствами обеих сторон в рамках подписанного Протокола о сотрудничестве и утвержденной Программе совместных исследований на арх. Шпицберген.



АМС (задний план, справа) на метеоплощадке ГМО «Баренцбург». На переднем плане — участники работ Б. Иванов (ААНИИ) и А. Хамре (НМИ) рядом с установленным осадкомером GEONOR. Фото предоставлено автором.

В работах принимали участие специалисты отдела взаимодействия океана и атмосферы ААНИИ. Значительная поддержка в духе традиционного полярного братства была оказана со стороны персонала ГМО «Баренцбург», Треста «Арктик-Уголь» и Кольского научного центра РАН.

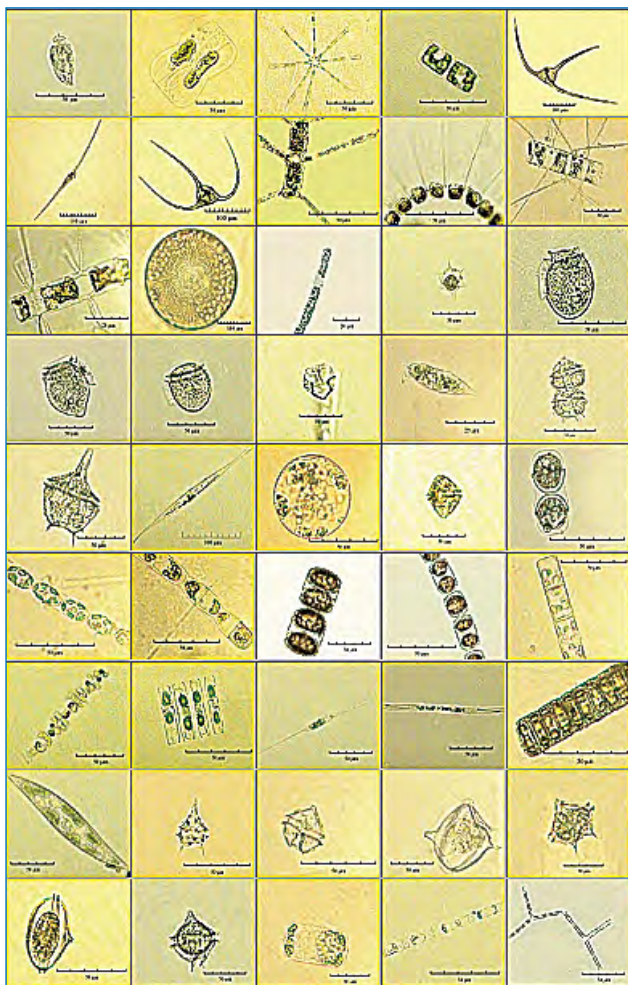
Б.В. Иванов (ААНИИ).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ GREENSEAS

В настоящее время одним из важнейших вопросов морских исследований является понимание того, как глобальные изменения, вызванные природными и антропогенными факторами, будут влиять на структуру и функционирование планктонных экосистем. Чтобы решить его необходимо исследовать и понять процессы, регулирующие сообщества планктона, т.к. они зависят от реакции углеродного цикла океана на изменения среды, влияя тем самым на Землю как глобальную систему, состоящую из ее окружающей среды и рыболовство. Эволюция планктонных сообществ в условиях меняющейся окружающей среды усиливается в результате сложных феноменов, возникающих от нелинейных взаимодействий между абиотическими (температура, pH, световые условия, снабжение биогенами, накопление загрязняющих веществ и др.) и биотическими (физио-

логические реакции, взаимодействия хищник–жертва) компонентами.

В ММБИ традиционно сильна лаборатория планктона. Ученым-планктонологам лаборатории хорошо знакомы все компоненты планктона Арктики: от вирипланктона до зоопланктона. В 2000 г. совместно с NODC (США) ММБИ выпустил уникальный Биологический атлас Арктических морей (*Matishov G., Makarevich P., Timofeev S. et al., Biological Atlas of the Arctic Seas 2000: Plankton of the Barents and Kara Seas. National Oceanographic Data Center/NOAA, Silver Spring, MD, USA, 2000, 356 p.*). Поэтому неудивительно, что в 2009 г. к ММБИ обратился норвежский Хансен-центр с предложением принять участие в международном консорциуме организаций для подачи заявки в Еврокомиссию с большим проектом, посвященным планктону. В 2010 г. заявка была одобрена, и



Арктический фитопланктон под микроскопом.
Фото П.Р. Макаревича.



Отбор проб планктона с борта НИС «Дальние Зеленцы» в Баренцевом море.
Фото из архивов ММБИ.

в 2011 г. проект, который назвали *GreenSeas*, стартовал. Проект *GreenSeas* (Development of global plankton data base and model system for eco-climate early warning — Развитие глобальных планктонных баз данных и моделирование ранних эко-климатических сигналов) выполнялся под эгидой седьмой рамочной программы (FP7) и продолжался с 2011 по 2014 г. Он был разработан так, чтобы развивать количественные знания о том, как морские планктонные экосистемы, включая фитопланктон, бактериопланктон и зоопланктон, будут реагировать на изменения окружающей среды и климата.

В проектный консорциум входило 9 научных организаций из Норвегии, Великобритании, России, ЮАР, Италии и Бразилии:

1. STIFTELSEN NANSEN CENTER FOR FJERNMAALING (NERSC) — Нансен-центр по окружающей среде и дистанционному зондированию, Норвегия

2. PLYMOUTH MARINE LABORATORY (PML) — Плимутская морская лаборатория, Великобритания

3. UNI RESEARCH AS (Uni Research) — А/О Юни ресерч, Норвегия

4. NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL (NERC) — Совет по исследованию окружающей среды, Великобритания

5. MURMANSK MARINE BIOLOGICAL INSTITUTE OF THE KOLA SCIENCE CENTRE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (MMBI) — Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, Российская Федерация

6. COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH (CSIR) — Совет по научным и промышленным исследованиям, ЮАР

7. UNIVERSITY OF CAPE TOWN (UCT) — Университет Кейптауна, ЮАР

8. CENTRO EURO-MEDITERRANEO SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI SCARL (CMCC) — Евро-Средиземноморский центр по изменениям климата, Италия

9. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE-FURG (FURG) — Федеральный университет Рио-Гранде, Бразилия.

Ведущим партнером выступал норвежский Нансен-центр. Основная цель проекта *GreenSeas* — это получение новых знаний и прогнозирование отклика морских экосистем на глобальные изменения, что необходимо для понимания результатов влияния на морские экосистемы изменений климата, биогеохимических циклов, воздействия человека и смягчения их последствий. *GreenSeas* объединил данные наблюдений, численное моделирование и междисциплинарный анализ для разработки глобальной, высококачественной, согласованной и стандартизированной планктонной и экологической базы данных и информационного сервиса. *GreenSeas* отражает как современные, так и исторические данные по планктону и другую информацию, включая численные модели для научных пользователей. В ходе проекта были собраны новые данные по планктону в Южном океане и на разрезе Арктика — Южный океан.

Для достижения поставленной цели в рамках проекта решались следующие задачи:

- оценка текущего состояния морской планктонной экосистемы на основе контрольных показателей нынешнего состояния для обеспечения оценки изменений климата;

- пополнение базы знаний и улучшение понимания последствий климатических и антропогенных воздействий на структуру и функционирование планктонных экосистем;

- совершенствование моделирования и прогнозирования будущего состояния морской экосистемы;

- применение экосистемного подхода к данным *GreenSeas* для получения набора показателей, описывающих изменения функционирования экосистем.

В рамках проекта преимущественно на площадках организаций-партнеров проведена серия встреч, семинаров, летних школ:

1. Январь 2011 г. — организационная встреча в Нансен-центре (Берген, Норвегия).

2. Июнь 2011 г. — промежуточная встреча в Плимутской морской лаборатории (Плимут, Великобритания).

3. Декабрь 2011 г. — промежуточная встреча в Совете по научным и промышленным исследованиям (Стелленбош, ЮАР).

4. Май 2012 г. — промежуточная встреча в Евро-Средиземноморском центре по изменениям климата (Болонья, Италия).

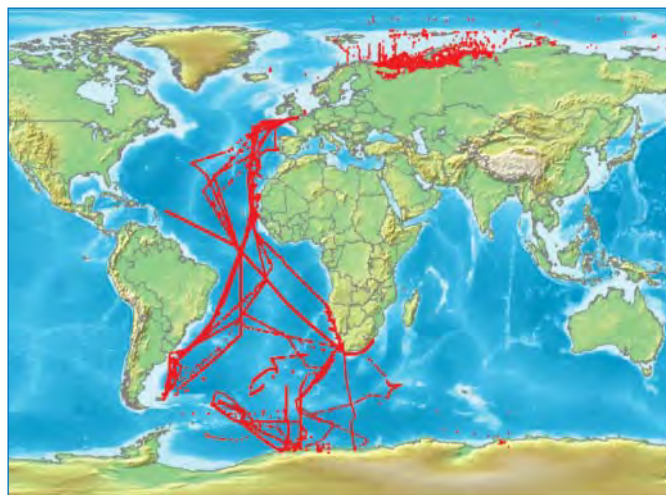
5. Январь 2013 г. — промежуточная встреча и летняя школа в Университете Кейптауна (Кейптаун, ЮАР).

6. Июнь 2013 г. — промежуточная встреча в Мурманском морском биологическом институте (Мурманск, Россия).

7. Май 2014 г. — заключительная встреча в рамках Генеральной ассамблеи 2014 Европейского союза наук о Земле (Вена, Австрия).

Разнообразная деятельность проекта *GreenSeas* развивалась по следующим основным направлениям:

1. Специализированная система доступа к данным. Следуя политике открытого и свободного доступа к данным, разработанной в рамках европейской программы по организации способов наблюдений Земли — Copernicus, сервис доступа к планктонным данным *GreenSeas* является прототипом современного web-портала, демонстрирующего, как исторические и новые планктонные данные, информацион-



Район исследований проекта *GreenSeas* и станции с планктонными данными *in situ*.

ные продукты (например анализ биомов), результаты математического моделирования с количественными ошибками могут быть доступны широкому пользователю. Портал содержит как исторические планктонные данные, так и результаты действующих комплексных программ мониторинга планктона в Северном Ледовитом, Атлантическом и Южном океанах, а также спутниковые данные.

Адрес web-портала:

<http://greenport.nersc.no/web/guest/database>.

2. *GreenSeas* и GEO. Группа для наблюдений Земли — The Group on Earth Observations (GEO) — координирует усилия по созданию Глобальной системы наблюдений Земли (Global Earth Observation System of Systems — GEOSS). GEOSS принесет обществу пользу в широком поле различных результатов, из которых к морской среде наибольшее отношение имеют следующие: понимание, оценка, прогнозирование, ослабление климатических изменений и адаптация к ним; улучшение управления и защиты наземных, прибрежных и морских экосистем; понимание, мониторинг и сохранение биоразнообразия. Данные и методы, разработанные в ходе реализации *GreenSeas*, внесли непосредственный вклад Глобальную систему наблюдений климата (Global Climate Observing System — GCOS). В рамках GCOS составлены списки важнейших климатических (Essential Climate Variables — ECV), биоразнообразия (Essential Biodiversity variables — EBV) и океанических (Essential Ocean Variable — EOVS) параметров. Цель разработки этих важнейших показателей заключается как в улучшении и гармонизации существующих программ мониторинга, так и в стимулировании выполнения новых программ, в особенности в недостаточно изученных районах, где информация по изменениям биоразнообразия почти отсутствует.

3. Индикаторы для управления морскими экосистемами.

Благодаря Интегрированной европейской морской политике (Integrated European Maritime Policy — IEMP) Еврокомиссия действует в направлении комплексного управления океанами и морями. Базируясь на комплексном научном подходе, она ищет пути для увеличения знаний об океанах и морях с помощью исследований и современных технологий. Цель IEMP — показать, что принятие решений и разрешение конфликтов интересов в морских и прибрежных

Участники встречи в Мурманске на входе в административный корпус ММБИ в июне 2013 г.
Фото А.В. Кузнецова.



районах, может внести вклад в движение от деградации окружающей среды к устойчивым экосистемам, в то же самое время инвестируя и развивая экономическую активность. Использование экологических индикаторов в политических процессах и их важность в политическом контексте в настоящее время хорошо обоснованы. Необходимость развития глобальной стратегии управления природными ресурсами проистекает из морской законодательной политики, сформулированной в Европе (Water Framework Directive, 2000 и Marine Strategy Framework Directive, 2008), ЮАР (National Water Act, 1998), Канаде, США, Австралии (Oceans Act, 1996, 2000, 2006 соответственно) и поддерживающей экосистемное управление (Ecosystem-Based Management — EBM) — подход, включающий в себя комплексное управление биотическими и абиотическим аспектами, а также человеком как компонентами большой экосистемы.

4. Совершенствование имитационных моделей морской среды. Морские модели обеспечивают информацией о распределении переменных состояния океана в пространстве и времени. Эти переменные могут включать температуру, течения, биогены и живые организмы, такие как фитопланктон и зоопланктон. Морские модели, меняясь в пространственном масштабе от Мирового океана до небольшой бухты, построены по одинаковым принципам, соответствующим законам физики и экологическим взаимосвязям между компонентами морской экосистемы. Морские модели могут использоваться для расчета такой ценной информации, как глобальный поток углерода в океан, эвтрофикация прибрежных акваторий. С помощью моделей можно рассматривать сценарии «что, если», например, при исследованиях воздействия климатических изменений на продуктивность океана. Для того чтобы в двух ключевых областях (моделирование земных систем для IPCC — МГЭИК и оперативная океанография для центрального морского сервиса Copernicus) наполнять информацией, тестировать и улучшать существующие морские модели в проекте *GreenSeas* были сопоставлены данные *in situ* и спутниковых наблюдений.

5. Подготовка следующего поколения исследователей. Для обеспечения наследования традиций и вклада в подготовку следующего поколения ученых-планктологов в рамках *GreenSeas* на базе Университета Кейптауна в январе-феврале 2013 г. была организована летняя школа по глобальным планктонным данным «Экосистемы, мониторинг и моделирование в эпоху глобального потепле-

ния». В летней школе участвовало 20 студентов из ЕС и стран международной кооперации. Студенты учились тому, как производить комбинацию данных наблюдений, индикаторов окружающей среды и численного моделирования с целью достижения интегрированного комплексного масштабного понимания глобальной планктонной экосистемы. Обучение происходило в контексте глобального информационного сервиса для оценки давления на окружающую среду и связанных с этим рисков, включая напряженности и конфликты, обусловленные сокращением природных ресурсов. Летняя школа включала лекции и практические занятия. Параллельно Летней школе развивался web-сайт с тем, чтобы быть источником информации и средством коммуникации для студентов.

6. Международное сотрудничество организаций-партнеров из разных стран. *GreenSeas* был действительно международным проектом. Он вобрал в себя экспертные и интеллектуальные ресурсы ЕС и ICPC (International Co-operation Partner Countries — международные страны-партнеры в рамках проектов FP7) — из России (ММБИ), ЮАР (UCT, CSIR), Бразилии (FURG). Так, исторические планктонные данные по морям Баренцеву, Карскому, Белому и морям, омывающим Северную Европу, теперь доступны широкому научному сообществу. Исследователи из Университета Кейптауна прошли обучение современным методам измерений потребления азота планктоном в Плимутской морской лаборатории. Ученые из PML и CSIR совместили данные измерений *in situ* и дистанционного зондирования для того, чтобы добиться лучшего понимания физических факторов, контролиру-

ющих цветения планктона. Проект *GreenSeas* дал толчок развитию знаний о количественных характеристиках того, как морские планктонные экосистемы реагируют на изменения окружающей среды и климата. В ходе проекта также получили развитие базы данных и новые инструменты математического моделирования. Все это стало возможным только благодаря широкой международной междисциплинарной кооперации.

В ходе проекта опубликовано большое количество статей в ведущих зарубежных журналах. Участники проекта представляли его промежуточные результаты на многочисленных научных форумах.

Больше информации о проекте *GreenSeas* доступно на английском языке на официальном интернет-портале по адресу: <http://www.greenseas.eu>

П.Р. Макаревич,
Д.В. Моисеев
(ММБИ)

Участники Летней школы *GreenSeas* в университете Кейптауна.
Фото оргкомитета *GreenSeas*.

