

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ
ОКЕАНИЧЕСКИХ ПОДНЯТИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ИМПЕРАТОРСКОГО ХРЕБТА, ТИХИЙ ОКЕАН
(94-й рейс НИС «АКАДЕМИК М. А. ЛАВРЕНТЬЕВ»
16 июля – 6 сентября 2021 г.)**

По результатам отчета начальника экспедиции (Даутова Т.Н.⁶, 2021 г.)

Научно-исследовательские работы проводились на основании Госзадания ННЦМБ ДВО РАН по темам № АААА-А19-119011790016-0 «Комплексные исследования глубоководных экосистем – функциональная структура сообществ, экология, ресурсы и связь с шельфовыми зонами океана»; № 0268-2018-0003 «Динамика морских экосистем в условиях глобальных климатических изменений и антропогенного воздействия»; № 0268-2018-0004 «Исследование физиолого-биохимических механизмов адаптации морских организмов к меняющимся условиям среды обитания и экстремальным воздействиям»; № 0268-2018-0005 «Исследование биохимического разнообразия и путей биосинтеза липидов для определения трофических и симбиотических отношений морских организмов»; № 0268-2018-0007 «Биоразнообразие Мирового океана: состав и распределение биоты»; № 0268-2018-0008 «Генетическое, популяционно-биологическое и биоинформационное исследование биологического разнообразия и видообразования водных организмов»; № 0268-2018-0009 «Молекулярные механизмы внутри- и межвидовой дивергентной эволюции и филогеография у морских гидробионтов»; № 0149-2018-0008 «Биологическое разнообразие и эволюция фауны океана: биоразнообразие морской фауны Арктики, морей России и открытых районов океана, происхождение и эволюция фауны крупных океанических регионов, фауна уникальных морских биотопов и ее сохранение»; № 0137-2018-0004 «Проблемы образования и эволюции литосферы океанов и континентов»; № 0137-2018-0035 «Развитие биосферы и зарождение жизни на ранней Земле. Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов»; № 0137-2018-0006 «Биогеохимическая эволюция природных сред в условиях антропогенного воздействия: от деградации к восстановлению»; № 0264-2018-001 «Научные исследования и разработки в области новых технологий создания перспективных морских робототехнических комплексов и их составных частей для выполнения широкого круга задач исследований гидросферы Земли и дна Океана, выполнения специальных задач в области обороны и безопасности в водном пространстве».

Цель экспедиции

Комплексные исследования экосистем южной части Императорского хребта (гора Джингу, гайоты Оджин и Коко и др., Тихий океан): выявление состава,

структуры и особенностей распределения донных сообществ гидробионтов, определение условий формирования залежей КМК и поиск залежей ЖМО, содержащих повышенные концентрации стратегических металлов, в частности золота и никеля, а также прогноз аналогичной минерализации на подводных горах и гайотах Мирового океана. Биогеохимические исследования углеводородов в водной среде и донных осадках района исследования. Экспериментальное исследование новых подходов и методов синтеза систем управления ТПА, включая установленные на них системы для отбора проб.

Задачи экспедиции

Проведение визуальных наблюдений с использованием ТПА, исследование биологического разнообразия, пространственной структуры сообществ и картирование основных биогеоценологических комплексов на склонах и на плато гайотов Коко, Оджин и горы Джингу и соседствующих поднятий.

Исследование биохимического разнообразия, трофических связей и пищевых стратегий массовых видов гидробионтов, включая индикаторные группы кораллов.

Отбор биологических проб по методике, обеспечивающей учет всех размерных групп донной фауны (от простейших форм до мегабентосных) и по методике международного стандарта для хранения в биоресурсном центре «Биобанк»; отбор и фиксация образцов для молекулярно-биологических, гистологических, электронно-микроскопических и биогеохимических исследований.

Отбор образцов коренных пород, осадков, ЖМО и КМК с использованием ТПА для изучения особенностей геологического строения гайотов, условий осадконакопления и генезиса рудообразования, с применением комплекса современных прецизионных методов.

Оценка изотопного состава углерода органического вещества осадков, биомаркерный анализ; газовый анализ придонных и поровых вод.

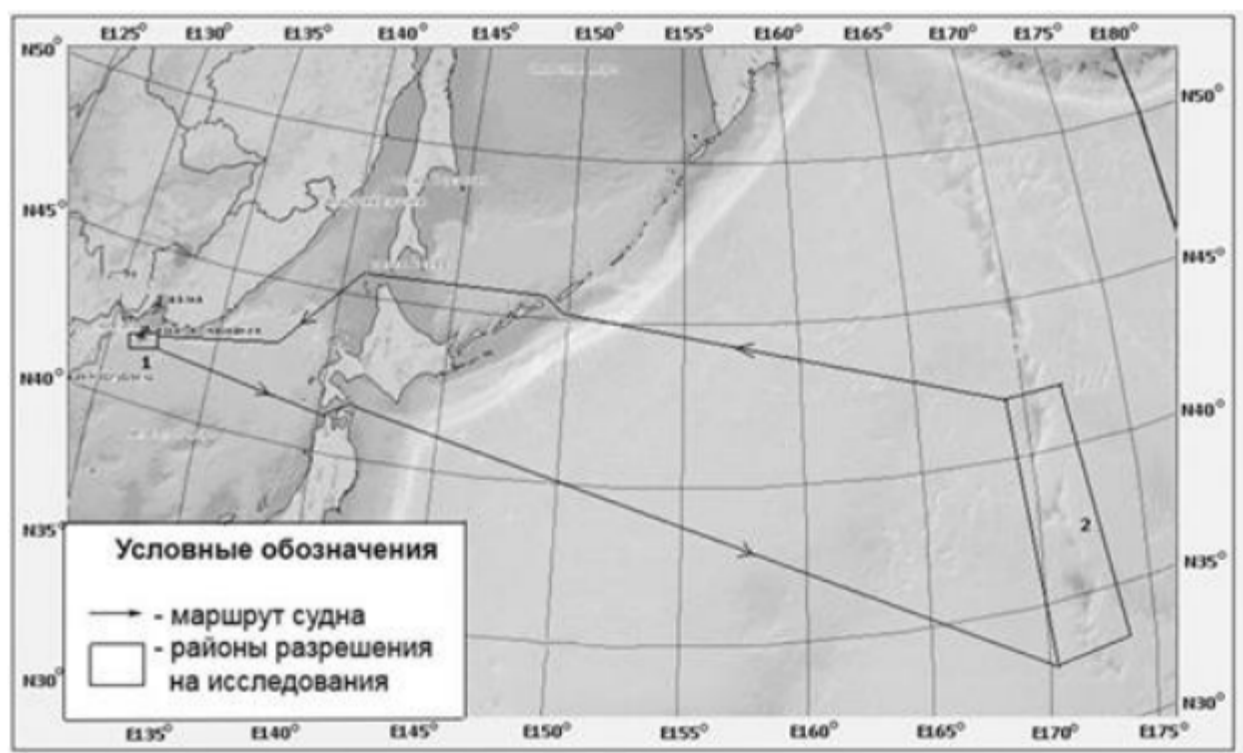
Исследование химического состава донных осадков, включая петрогенные элементы, микроэлементы: тяжелые металлы и редкоземельные элементы.

Экспериментальное исследование разработанных интеллектуальных систем, в реальном масштабе времени обеспечивающих эффективную поддержку деятельности и принятия решений операторов ТПА, а также безопасную работу этих робототехнических систем.

Экспериментальное исследование разработанных систем и технологий, предназначенных для автономного выполнения подводных манипуляционных операций с помощью АНПА.

Район работ

Работы проводились на двух полигонах: Полигон № 1 – Гамовский каньон, залив Петра Великого Японского моря; Полигон № 2 – южная часть Императорского хребта, Тихий океан (рис. 68).



*Рис.68. Карта-схема маршрута и района работ 94-го рейса
НИС «Академик М.А. Лаврентьев»*

Использованное оборудование:

планктонные сети Джеди и ИКС-80 для отбора проб фито-, зоо- и ихтиопланктона;

пробоотборная система «Carousel Water Sampler» для отбора проб воды на заданных горизонтах, оснащена 12 батометрами Niskin емкостью 12 л;

цилиндрические драги диаметром 50 см, дночерпатели «Ван-Вин» и «Океан»;

необитаемый подводный телеуправляемый аппарат «Comanche» с гидравлическими манипуляторами Schilling Orion и гидроакустической системой позиционирования Sonardyne, сопряженной с системой GPS-навигации;

фото- и видео оборудование высокой четкости и чувствительности Kongsberg;

автономный необитаемый подводный аппарат АНПА «ММТ-3500»;

микроскопы и биноккулярные микроскопы, весы, цифровые фотокамеры.

Объем выполненных работ

Всего в процессе решения задач экспедиции было выполнено 12 погружений ТНПА Comanche 18, который провел более 30 часов вблизи дна при выполнении подводных работ. Выполнено 128 станций для отбора бентосных организмов, донных осадков и образцов геологических пород, при этом было отобрано

575 отдельных проб животных. Получено 689 высококачественных фотографий и 30 часов видеозаписей глубоководных экосистем.

Исследована ландшафтно-экологическая обстановка и донная фауна в диапазоне глубин от 2218 до 338 м. Выполнено батиметрическое картирование на 5 рабочих полигонах.

В течение экспедиции было произведено 47 спусков планктонной сети на 29 станциях. Всего получено 76 проб планктона и отдельно 28 проб медуз. В диапазоне глубин 336–2118 м собрано и проанализировано 49 проб для изучения микробиоты, 45 образцов губок, кораллов, иглокожих. Выделено 35 изолятов мицелиальных грибов. Всего законсервировано 60 образцов микроорганизмов. Для проведения высокопроизводительного фармакологического скрининга специфической Wnt ингибирующей противоопухолевой активности было собрано 117 проб морских гидробионтов, относящихся к 5 типам: кораллы – 39 образцов, ракообразные – 8 образцов, губки – 5 образцов, моллюски – 3 образца, иглокожие – 60 образцов, в том числе: офиуры – 29 образцов, голотурии – 12 образцов, морские звёзды и ежи – по 7 образцов, морские лилии – 5 образцов, 5 видов культивируемых морских мицелиальных грибов.

Содержание метана для 136 проб морской воды было установлено методом «HeadSpace», еще шестнадцать образцов придонной воды было дополнительно подвергнуто вакуумной дегазации для более детального анализа газовой фазы. Отобрано 49 минералогических образцов твердых пород вулканического происхождения и 12 проб рыхлых грунтов в диапазоне глубин от 750 м до 2000 м.

Проведены успешные глубоководные испытания нового АНПА «ММТ-3500», выполнен бесконтактный мониторинг морской донной экосистемы на первом полигоне (район Гамовского каньона) с проведением фотосъемки, профилографической съемки, съемки ГБО, а также измерений физических и гидрохимических параметров водной среды.

Основные результаты экспедиции

Получены новые и уникальные данные о состоянии биоценозов подводных поднятий Императорского хребта, о функциональной структуре донных и пелагических сообществ организмов (включая микробиоту) и о физикохимических факторах среды в данном районе. Проведены мониторинговые повторные газогеохимические исследования водной толщи над Императорским хребтом, выявлены особенности распределения метана по горизонтам, подтверждено существование поверхностных и подповерхностных горизонтов с повышенным содержанием метана. Отмечено снижение концентрации метана в этих слоях, вероятно в связи с климатическими особенностями лета 2021 года.

Впервые исследованы донные ландшафты подводных гор Милуоки в наиболее южной части Императорского хребта. Выявлено значительное биотопическое

разнообразие, характеризующее плато и склоны гайотов. Поверхность дна на большинстве исследованных участков представляет собой чередование осадочных и каменистых фаций.

В ходе погружений наиболее массовые скопления кораллов были отмечены на северной вершине и в северо-западной части плато горы Коко, а также на горах Милуоки (гайоты Киммеи и Юриаку). Фаунистический комплекс *Ostocorallia* на горах Милуоки представлен типичными глубоководными таксонами тропического происхождения, с заметным участием *Pennatulacea*. На горах Милуоки и на больших глубинах у склонов гайотов Коко и Оджин обнаружены новые и уникальные биоценозы, где доминантами в сообществах мегабентоса были иглокожие – морские ежи, офиуры и голотурии. Доминирование иглокожих в батимальных сообществах подводных поднятий является сравнительно редким и было ранее отмечено лишь в нескольких случаях на Срединно-Атлантическом хребте и горах Маркус-Неккер.

Впервые проведены успешные глубоководные испытания нового АНПА «ММТ-3500», а также выполнен с помощью этого аппарата бесконтактный мониторинг морской донной экосистемы на первом полигоне (район Гамовского каньона) с проведением фотосъемки, профилографической съемки, съемки ГБО, а также измерений физических и гидрохимических параметров водной среды. Для повышения качества и безопасности выполнения АНПА обзорных миссий модернизирована система поддержки деятельности операторов аппарата и проведено тестирование этой системы на основе экспериментальных данных. В процессе ручного управления манипулятором Schilling «Orion 7P» ТНПА «Comanche-18» собрана база опытных данных, которые будут использованы для обучения системы автоматического выполнения технологических операций АНПА оснащенным многозвенным манипулятором.