

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ ГРУППЫ СКАР ПО НАУКАМ О ЗЕМЛЕ



Научный комитет по изучению Антарктики СКАР (SCAR — Scientific Committee On Antarctic Research) включает в себя постоянно действующие научные группы (Standing Scientific Groups, SSG), сформированные по основным направлениям научной деятельности, научно-исследовательские программы и административные (бизнес) комитеты. Сессии СКАР проходят каждые два года в различных странах, но деятельность Комитета со штаб-квартирой в Полярном институте Скотта (г. Кембридж, Великобритания) имеет регулярную основу. Бюджет СКАР складывается из взносов участников Договора об Антарктике (самые большие взносы платят Россия, как преемник СССР, и США, которые являются «специальными участниками», заявив, что «демонстрируют важность антарктического региона в их национальных приоритетах»).

В структуре СКАР работают четыре постоянно действующие научные группы (ПДНГ): 1) по наукам о Земле (SSG — Geoscience, включающая геологию, геодезию, географию); 2) по физическим наукам (SSG — Physical Science, включающая гляциологию, изучение океана, атмосферы, ближнего и дальнего космоса); 3) по наукам о живых организмах (Life Science, включающая биологию, зоологию, ботанику); 4) по гуманитарным и социальным наукам (Humanities and Social Science).

Постоянно действующие научные группы выполняют следующие функции:

- обеспечивают обмен информацией по научным исследованиям, выполняемым национальными антарктическими программами;

- координируют научные предложения национальных программ по будущим исследованиям для достижения максимальной научной и организационной эффективности;

- определяют области и направления научных исследований, в том числе те, которые наилучшим образом подходят для научных программ СКАР; устанавливают группы планирования научных программ по разработке официальных предложений для исполнительного комитета СКАР;

- формируют инициативные (Action) и экспертные (Expert) группы, которые предназначены для реализации актуальных научных задач.

Главными составляющими ПДНГ являются инициативные и экспертные группы (иногда такие группы

формируются исполнительным комитетом СКАР), целью которых является выполнение специфических научных задач/тем в ограниченный период времени. Группы формируются в том случае, если возникает необходимость в исследовании новой научной проблемы или когда требуется координация работ. Инициативные группы создаются на 2–4 года и решают оперативные задачи. Экспертные группы, как правило, действуют более длительное время (6–8 лет) и часто направлены на реализацию научных проектов, требующих участия многих стран и организаций. Бюджет групп финансируется СКАРом. В настоящее время действует около 30 научных групп.

Научно-исследовательские программы направлены на решение наиболее приоритетных и актуальных научных проблем и являются международными научными инициативами. Программы определяют научные проблемы фундаментального и глобального значения, требующие последовательной деятельности на протяжении 6–8 лет, включая полевые работы и наблюдения. Программы предлагаются и развиваются группами планирования, формируемыми одной или несколькими ПДНГ. В настоящее время таких программ шесть: 1) Астрономия и астрофизика Антарктики (AAA), 2) Изменение климата в Антарктике в 21 веке (AntClim21), 3) Состояние антарктической экосистемы (AntEco), 4) Антарктические пороги — устойчивость и адаптация экосистем (AnT — ERA), 5) Динамика ледяных покровов прошлого (PAIS), 6) Реакция твердой оболочки Земли и влияние на эволюцию криосферы (SERCE). Программы PAIS и SERCE формировались ПДНГ по наукам о Земле и непосредственно связаны с ней.

Ниже приводится информация о деятельности постоянно действующей научной группы по наукам о Земле и научно-исследовательских программах, связанных с науками о Земле.

### Экспертные группы

1. ADMAP — Antarctic Digital Magnetic Anomaly Map Project (Цифровая карта аномального магнитного поля Антарктики; <https://www.scar.org/science/admap/admap/>); создана в 1995 году по инициативе СКАР и Международной ассоциации по аэронавигации и геодезии (IAGA).

*Основная цель:* интеграция всех имеющихся магнитных данных по Антарктике в единую базу данных и составление карты аномального магнитного поля.

*Основные результаты и перспективы.* Группа показала высокую результативность деятельности. На последнем заседании экспертной группы ADMAP (г. Давос, Швейцария) состоялась презентация новой версии карты Аномального магнитного поля Антарктики, которая составлялась в ФГБУ «ВНИИОкеангеология» и была опубликована в декабре 2017 года. В проекте по созданию новой карты участвовало 22 организации из 11 стран, предоставившие материалы своих аэро- и гидромагнитных съемок, как в первичном, так и в обработанном виде вдоль маршрутов съемки. На последнем совещании экспертной группы и заседании ПДНГ по наукам о Земле (СКАР, Давос, 2018 год) было отмечено высокое качество новой карты и ее большое значение для интерпретации тектонического строения земной коры Антарктики. Указано также, что сложная задача по магнитному картированию оставшихся неизученных и труднодоступных регионов Антарктики может быть успешно решена путем международного сотрудничества в рамках совместных международных проектов.

В дальнейшие планы работ экспертной группы входят: 1) подготовка к печати развернутой статьи, посвященной главным итогам проделанной работы по составлению карты аномального магнитного поля Антарктики ADMAP-2; 2) завершение работы по формированию цифровых баз данных и гридированных массивов и их последующее размещение в открытом доступе на интернет-порталах: Корейского института полярных исследований (<http://admap.kopri.re.kr/>); Британской антарктической службы (<https://www.bas.ac.uk/>); Института Альфреда Вегенера, Германия (<https://www.pangaea.de/>); Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) ([www.noaa.gov/](http://www.noaa.gov/)); 3) продолжение работы по интеграции вновь поступающих аэро- и гидромагнитных данных с их последующим включением в новые версии карты, создание которых должно осуществляться с большей периодичностью (3–4 года); 4) подготовка статей для публикации в одном из номеров престижных международных журналов.

2. ANTVOLC — Antarctic Volcanism (Антарктический вулканизм; <https://www.scar.org/science/antvolc/home/>); создана в 2014 году.

*Основная цель:* содействие изучению вулканической активности в Антарктике, в первую очередь — петрологии вулканических пород и подледной деятельности вулканов.

*Основные результаты и перспективы.* Группа ANTVOLC показала высокую активность и добилась значительных результатов за пять лет с момента ее организации. Была создана база данных (<http://www.tephrochronology.org/AntT/about.html/>) по вулканам Антарктики, которая содержит информацию о положении вулканов, составе вулканических пород, геохимических и петрологических характеристиках и др. Эта база данных будет способствовать идентификации и корреляции временных интервалов различных климатических архивов, содержащих вулканические слои из неизвестных источников. Кроме того, организован веб-сайт группы, где представлена подробная информация по ее деятельности (<https://antvolcscar.wordpress.com/>). В ноябре 2017 года в Барселоне (Испания) было проведено рабочее совещание экспертной группы. Подготовлено несколько научных статей по результатам исследований, которые можно найти на указанном сайте.

В 2019 году группа представила справочный документ (White Paper) по состоянию исследований ан-

тарктических вулканов и своей деятельности в будущем. Предполагается установить необходимые связи между созданной базой данных по антарктическим вулканам и международной группой по тephрохронологии и вулканизму Международной ассоциации вулканологии и геохимии земных недр, что позволит привлечь международный интерес и, возможно, дополнительные финансовые средства. Планируется специальный выпуск высокорейтингового журнала с публикациями основных результатов исследований по антарктическому вулканизму и тephрохронологии в ледовых кернах.

3. ANTPAS — Antarctic Permafrost, Soils and Periglacial Environments (Антарктическая мерзлота, почва и перигляциальные обстановки; <https://www.antpas.org/>); создана в 2005 году.

*Основная цель:* развитие координированной на международном уровне, доступной через интернет базы данных и системы мониторинга состояния почв и мерзлоты в Антарктике.

*Основные результаты и перспективы.* Группа успешно работает на протяжении 14 лет, организуя конференции, рабочие совещания и международное сотрудничество. В июне 2016 года проведено научное совещание в рамках международной конференции по мерзлоте в Потсдаме (Германия), а в октябре 2017 года (Варезе, Италия) — международное рабочее совещание, где было принято решение о разработке научно-исследовательской программы СКАР. Подготовлен справочный документ (White Paper) о роли антарктической мерзлоты в изменяющейся среде.

4. GIANT — Geodetic Infrastructure of Antarctica (Геодезическая инфраструктура Антарктики; <https://www.scar.org/science/giant/giant/>).

*Основная цель:* развитие геодезической инфраструктуры на антарктическом континенте и мониторинг современных процессов; помощь в координации различных инфраструктур, связанных с техниками мониторинга Земли, такими как Глобальная спутниковая навигационная система (GNSS) и гравиметры; установка мареографов для изучения изменений уровня моря.

*Основные результаты и перспективы.* В апреле 2017 года в Дрездене (Германия) проводилось международное совещание «Аэрогеодезия и аэрогеофизика в полярных регионах»; в мае 2018 года — летняя школа по полярной геодезии на Ладожском озере (Россия). В экспертной группе продолжается проект GIANT — REGAIN — Geodynamics In ANTArctica based on REprocessing GNSS dATA Initiative (Геодинамика Антарктики, основанная на переработке данных глобальной навигационной спутниковой системы), в рамках которого вычисляются вертикальные и горизонтальные движения антарктической плиты. Группа приняла решение, что необходимо усилить и сделать доступной информацию о своей деятельности для других сообществ СКАР, не связанных с науками о Земле.

5. IBCSO — International Bathymetric Chart of the Southern Ocean (Международная батиметрическая карта Южного океана; <https://www.scar.org/science/ibcso/ibcso/>); организована в 2004 году.

*Основная цель:* создание цифровой базы данных по батиметрии Южного океана (южнее 60° ю.ш.) и составление батиметрической карты Южного океана.

*Основные результаты и перспективы.* В декабре 2016 года в рамках проекта IBCSO и при сотрудничестве Геологической службы Испании (IGME), Британской антарктической службы (BAS), Корейского поляр-

ного института (KOPRI), Института Альфреда Вегенера (AWI) и Антарктической программы США (USARP) была опубликована карта «Батиметрия и геологическое положение пролива Дрейка» (карта и цифровые данные находятся в свободном доступе). На рабочем совещании экспертной группы, проходившем во время 34-й Сессии СКАР (Куала-Лумпур, Малайзия), было принято решение о подготовке новой версии батиметрической карты Южного океана (после издания первой версии в 2013 году), которая будет расширена за пределы Антарктики до 50° ю.ш. После этого выполнялась оценка имеющихся данных (новых — по Антарктике, полученных после 2012 года, и всех имеющихся — между 60° и 50° ю.ш.), обмен метаданными, планирование работ. Публикация новой версии карты планируется в 2020 году.

6. ANTOS — Antarctic Near-shore and Terrestrial Observing System (Прибрежная и континентальная система наблюдений в Антарктике; <https://www.scar.org/science/antos/>); совместная группа с ПДНГ по наукам о живых организмах и физическим наукам; создана в 2016 году (до этого существовала как инициативная группа).

*Основная цель:* создание интегрированной и координированной системы наблюдений в Антарктике для идентификации и мониторинга изменчивости природной среды и изменений в биологически значимых масштабах, а также для использования этой информации в биологических, геологических, гляциологических и других видах исследований.

Группа в большей степени относится к ПДНГ по наукам о живых организмах. В геологических исследованиях она пока практически не задействована.

Одновременно с заседаниями постоянно действующих научных групп в рамках СКАР начиная с 2004 года проходят Открытые научные конференции (Open Science Conference, OSC), на которых демонстрируются главные достижения антарктических исследований по всем научным направлениям. Последняя такая конференция состоялась в Давосе (Швейцария) на 35-й Сессии СКАР с 19 по 23 июня 2019 года. Среди российских участников наиболее представительной была группа специалистов из ФГБУ «ВНИИОкеангеология», представивших 15 докладов по направлению «Науки о Земле». На конференции распространялась недавно изданная в ФГБУ «ВНИИОкеангеология» геологическая карта Земли Мак-Робертсона, Земли Принцессы Елизаветы и залива Прюдс масштаба 1: 1 000 000 (редакторы Е.В. Михальский и Г.Л. Лейченко).

Группа специалистов ФГБУ «ВНИИОкеангеология» на Открытой научной конференции в Давосе: Д.В. Гольинский, В.А. Гольинский, Н.В. Боровков, В.М. Сергеева, Е.В. Михальский, Д.А. Агапитова, В.К. Афанасьева



ский и Г.Л. Лейченко). Карта получила высокую оценку геологов и вызвала значительный международный интерес

### Инициативные группы

1. CGG — Connecting Geophysics with Geology (Корреляция геофизики и геологии; <https://www.scar.org/science/cgg/cgg>); создана в 2014 году.

*Основная цель:* выявление приоритетных областей, где основные линейные элементы земной коры и/или различимые границы тектонических блоков обнажаются на дневной поверхности; составление обновленных и усовершенствованных геологических карт; корреляция тектонических структур Антарктиды с тектоническими структурами палеоматериков (Родинии и Гондваны); определение наиболее целесообразных мест для бурения льда и отбора проб горных пород.

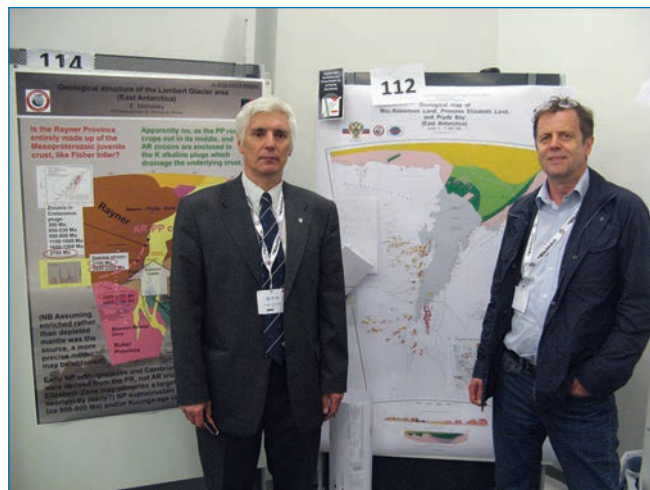
*Основные результаты и перспективы.* Инициативная группа провела рабочее совещание на Ассамблее Европейского геофизического союза (EGU) в апреле 2017 года (Вена, Австрия), где обсуждались результаты исследований, направленных на интерпретацию аэромагнитных данных. Специалисты группы оказывали научную поддержку (в части антарктической тектоники и геологии) международным проектам ЮНЕСКО по наукам о Земле IGCP-648 «Supercontinent Cycles & Global Geodynamics» («Циклы суперконтинентов и глобальная геодинамика») и IGCP 628 «The Gondwana Map Project» («Карта Гондваны»). На основании интерпретации данных проекта ADMAP (новой карты магнитного поля Антарктики) предполагается разработать новую модель коровой архитектуры сопряженных блоков Африки–Восточной Антарктики и протерозойские реконструкции древних суперконтинентов.

2. Geoconservation — Geological Heritage and Geoconservation (Геологическое наследие и геологические охраняемые территории; <https://www.scar.org/science/geoconservation/>); создана в 2016 году.

*Основная цель:* разработка политики управления и мер по изучению и сохранению объектов геологической (в частности, минералогической, геоморфологической, петрографической, палеонтологической) среды Антарктики. Эта группа создана недавно, и поэтому ее деятельность только начинает развиваться.

*Основные результаты и перспективы.* Разрабатываются критерии и принципы для выявления и классификации

Е.В. Михальский и Г.Л. Лейченко представляют геологическую карту Земли Мак-Робертсона, Земли Принцессы Елизаветы и залива Прюдс масштаба 1: 1 000 000, изданную в ФГБУ «ВНИИОкеангеология»



признаков потенциального значения геологического наследия в Антарктике. Создается кодекс поведения, который будет включать рекомендации, относящиеся к геологии, палеонтологии и поискам метеоритов (особенно протоколы отбора проб). Составляется список национальных хранилищ (музеи, университеты, институты), где размещены геологические и палеонтологические образцы из Антарктики.

В 2018 и 2019 годах проведены совещания, на которых обсуждались критерии для выбора геологических структур. Подготовлен рабочий документ по консервации объектов антарктического геологического наследия, представляющий собой руководство для комитета по защите окружающей среды (СЕР) в Договоре об Антарктике и Консультативного совещания по Договору об Антарктике (АТСМ). Будут проводиться дальнейшие обсуждения по проекту кодекса поведения при геологических полевых работах в Антарктике и выработки процедур по идентификации геологических и геоморфологических объектов, которые должны быть защищены.

3. GeoMap — Geological Mapping Update of Antarctica (Обновление геологического картирования Антарктиды; <https://www.scar.org/science/geoconservation/geoconservation/>); создана в 2015 году.

*Основная цель:* улучшение, актуализация и унификация геологических карт Антарктиды; содействие международным усилиям по сбору и систематизации геологических данных и созданию современной цифровой геологической основы с последующим выходом на разработку целостной геоинформационной системы, включающей данные по литологии, стратиграфии и изотопному датированию пород, что послужит базой для дальнейшего изучения динамики ледников и глобального изменения климата.

*Основные результаты и перспективы.* Создается современная база данных, которая классифицирует и описывает горные породы антарктических обнаженных территорий (к настоящему времени в базу внесено 50 объектов). Разработана легенда с атрибутами, транслируемыми в систему стандартизации геологических данных GeoSciML. В 2019 году в рамках проекта подготовлена первая версия геологической карты Антарктиды масштаба 1:2 500 000–1:1 000 000. В целом текущий вариант карты завершен ([https://data.gns.cri.nz/ata\\_geomap/index.html?content=/mapservice/Content/antarctica/Download.html](https://data.gns.cri.nz/ata_geomap/index.html?content=/mapservice/Content/antarctica/Download.html)) и доступен для использования в программных пакетах ArcGIS (10.5.1) и QGIS (3.4). В дальнейшем планируется практическая апробация карты в различных научных центрах мира с окончательной редакцией карты в течение 2020 года.

### Научно-исследовательские программы

1. PAIS — Past Antarctic Ice Sheet Dynamics (Динамика антарктического ледяного покрова в геологическом прошлом; <https://www.scar.org/science/pais/pais/>); создана в 2012 году (наследует научно-исследовательской программе ACE — Эволюция антарктического климата, существовавшей с 2004 по 2012 год).

*Основная цель:* комплексное изучение истории динамики антарктического ледяного покрова в периоды значительного потепления в кайнозойе, а также детальное изучение истории отступления ледяного щита с момента последнего ледникового максимума в течение голоцена до настоящего времени; улучшение понимания чувствительности антарктического ледяного покрова к изменяющимся условиям окружающей среды позволят оценить его вклад в изменение уровня Мирового океана.

*Основные результаты и перспективы.* Программа PAIS отличается высокой эффективностью и результативностью исследований. Национальные программы многих стран во многом нацелены на изучение изменений климата и природной среды в геологическом прошлом. Значительный прогресс в реализации программы получен в результате развития численного моделирования динамики ледяного покрова в различные периоды кайнозоя. Специалисты по моделированию участвовали в подготовке специального отчета Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) по криосфере и океану. В сентябре 2017 года в Триесте (Италия) была проведена конференция PAIS с организацией докладов, рабочих совещаний и дискуссий (<http://pais-conference-2017.inogs.it/>).

В рамках программы PAIS выполняется проект по моделированию палеобатиметрии Южного океана и палеовысот антарктической суши. В настоящее время произведена интеграция цифровых данных по мощности синледниковых осадков на континентальной окраине Антарктиды в единую базу данных. Эта информация является основной компонентой расчета глубин моря в геологическом прошлом и определения эродированного материала с континента. Палеоглубины и палеовысоты, в свою очередь, используются для моделирования климата в различные периоды кайнозоя.

Программа PAIS завершает свою деятельность и будет преобразована в новую научно-исследовательскую программу. Для этого из числа специалистов программы PAIS создана группа планирования. Новая научная программа, наследующая программе PAIS, имеет предварительное название «Динамика антарктического ледяного покрова и уровень моря» (Antarctic ice sheet dynamics & global sea level).

2. SERCE — Solid Earth Response and influence on Cryospheric Evolution (Поведение литосферы и ее влияние на эволюцию криосферы; <https://www.scar.org/science/serce/serce/>); создана в 2012 году.

*Основная цель:* изучение взаимодействия литосферы Земли и криосферы: изостазии ледовой массы, ледовой динамики и изменения уровня моря в условиях глобального потепления; синтез и интеграция обширных новых геологических и геофизических данных, полученных во время и после Международного полярного года (МПГ); научное руководство по изучению современных процессов в литосфере и увязывание полученных данных с глобальной земной системой.

*Основные результаты и перспективы.* Программа SERCE выполняет важные исследования, связанные с современной геодинамикой Антарктики, и за период своего действия продемонстрировала значительные достижения в решении этой проблемы. За последние годы опубликовано большое количество научных статей, результирующих различные аспекты полевых и камеральных исследований (с такими темами, как: баланс ледовой массы, полярная геодезия, строение антарктической литосферы, модели гляциоизостазии, гляциосейсмологии, геотермального теплового потока). С 2016 по 2018 год проведено несколько рабочих совещаний по программе (на Ассамблее Европейского союза по наукам о Земле, EGU, в апреле 2016 и 2017 годов; на конференции Американского геофизического союза, AGU, в декабре 2016 и 2017 годов; на рабочем совещании по гляциоизостазии и эластичной деформации литосферы в сентябре 2017 года в Рейкьявике; на рабочем совещании по оценке теплового потока в Антарктике в марте 2018 года в Хобарте). В июне 2017 года в Университете

Колорадо (США) была организована школа по ледниковой сейсмологии (Glacial Seismology Training School).

В рамках программы создана рабочая группа по данным, которая будет формировать базу данных для включения в антарктический ГИС-проект Quantarctica (<https://www.scar.org/data-products/quantarctica/>; Quantarctica — это коллекция географических данных, которая работает с общедоступным программным пакетом QGIS; она включает географическую, гляциологическую и геофизическую информацию). Через этот портал предполагается организовать доступ к сейсмологическим данным и материалам измерения теплового потока, а также результатам моделирования (например, прогноза гляциоизостатического подъема земной коры Антарктики).

В рамках научно-исследовательской программы SKAP SERCE в 2018 году была создана подгруппа по изучению геотермального теплового потока в Антарктике (<https://www.scar.org/scar-news/serce-news/ghf-update/>). Первое совещание подгруппы состоялось на 13-м Международном симпозиуме по антарктическим наукам о Земле (Инчхон, Корея) и было посвящено тому, чтобы определить основные задачи в изучении теплового потока на обнаженных и подледных территориях антарктического континента и наметить конкретные планы на будущее. На совещании было отмечено, что изучение и оценка теплового потока Антарктиды является одним из приоритетных направлений исследований, так как это важно для понимания современных тектонических процессов в Антарктике, динамики ледяного покрова и поисков мест существования древнего льда, который содержит информацию о палеоклимате и составе атмосферы за последние 1–2 млн лет. Было принято решение о создании международной базы данных об оценках теплового потока в Антарктике.

В рамках ПДНГ по наукам о Земле и физическим наукам в 2018 году создана новая инициативная группа AntArchitecture (Архитектура антарктического ледяного покрова). Целью группы является создание возрастной модели внутренних слоев антарктического ледяного покрова на основе радиолокационных исследований и реконструкция состояния (стабильности) ледяного покрова на протяжении последних циклов оледенения. В настоящее время подготовлен документ о планах этой группы. Предполагается широкое международное участие, развитие стандартов обработки данных, объединение массивов данных.

Целью научной программы является количественная оценка вклада ледяного покрова Антарктиды в прошлые и будущее изменение уровня Мирового океана на основе улучшенного понимания взаимодействия климата, океана и литосферы Земли. Программа будет структурирована по четырем темам, направленным на изучение (улучшение понимания процессов): 1) воздействия атмосферы и океана на динамику ледников, расположенных на уровне или ниже уровня моря; 2) ответной реакции литосферы на динамику ледяного покрова и региональные изменения уровня моря; 3) пространственных и временных изменений ледяного покрова Антарктики в период ледниковых максимумов и оптимумов, а также в периоды «более теплых, чем сегодня» межгляциалов и более высокого содержания CO<sub>2</sub>; 4) вклада антарктического ледяного покрова в изменение уровня Мирового океана.

Программа будет интегрировать и использовать результаты научных исследований, ранее выполненных программами AntClim21, PAIS, ANTECO and SERCE.

Россия и США являются единственными странами в SKAP, которые включают Антарктику в свои национальные приоритеты. В Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 года и на более отдаленную перспективу указано, что главной целью являются реализация национальных интересов РФ в Антарктике в соответствии с нормами и принципами международного права и повышение международного престижа РФ, в т. ч. за счет научных мероприятий. Несмотря на определенные успехи в деятельности российских геологов и геофизиков в Антарктике, имеющихся достижений в научной сфере, которые бы способствовали повышению престижа государства, недостаточно. Активное присутствие государства в Антарктике определяется не только наличием станций и баз и организацией работ в этом регионе, но и реальными научными достижениями, которые демонстрируются международному научному сообществу. Это важнейший критерий в оценке эффективности антарктических работ, поэтому необходимо уделять больше внимания научным публикациям и представлению своих достижений на международной арене.

*Г.Л. Лейченко, А.В. Голынский, Е.В. Михальский  
(ФГБУ «ВНИИОкеангеология»).*  
*Фото предоставлено авторами*

Оазис Бангера – оазис на побережье Антарктиды в западной части Земли Уилкса.  
Привлекает особое внимание российских геологов и геофизиков.

