

УДК [551.326.02+551.501+550.34.03+502.175] Поступила 24 февраля 2015 г.
(481-922.1+985-15)

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА АРХИПЕЛАГЕ ШПИЦБЕРГЕН И В ЗАПАДНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

канд. тех. наук В.Г.ДМИТРИЕВ, канд. физ.-мат. наук А.И. ДАНИЛОВ
ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: v_dmitriev@ari.ru

В статье приводятся основные сведения о проекте «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации», выполняемом в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» группой отечественных научных и образовательных организаций. Реализация проекта способствует укреплению российского присутствия на архипелаге Шпицберген. Проект рассчитан на 2014–2016 гг.

Ключевые слова: Шпицберген, Западная Арктика, гидрометеорологическая обстановка, геофизическая обстановка, мониторинг, ледовая обстановка, айсберговая опасность, спутниковые наблюдения, опасные гидрометеорологические и геофизические явления, опасные геодинамические явления, сейсмическая активность, загрязнение, информационно-телекоммуникационная инфраструктура, аппаратно-программный комплекс.

Развитие прикладных научных исследований относится к одному из наиболее эффективных и соответствующих национальным интересам Российской Федерации видов деятельности в Арктике, включая архипелаг Шпицберген, направленных на обеспечение разработки важнейших научно-технологических задач, необходимых для инновационного развития в масштабе отдельных секторов экономики (транспорт, добыча минеральных и водных биологических ресурсов, охрана окружающей среды, туризм) и международного сотрудничества.

Специфика российского присутствия на архипелаге Шпицберген определяется суровыми природно-климатическими условиями, определяемыми высокоширотным расположением архипелага и уязвимостью арктических экосистем к внешним воздействиям.

Общеизвестно, что неблагоприятные гидрометеорологические (ГМ) условия способны оказать существенное негативное воздействие на любой вид морской деятельности, вплоть до возникновения аварийных и даже катастрофических ситуаций. В особенности это относится к Арктике, где практически каждое хозяйственное или оборонное мероприятие выполняется в условиях, близких к экстремальным. По этой причине

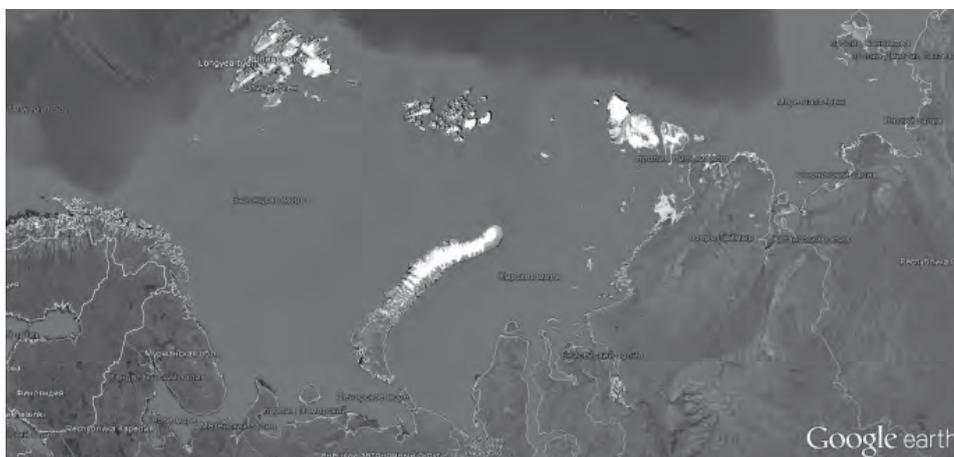


Рис. 1. Район действия проекта «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации». Иллюстрация получена с помощью сервиса Google Earth.

обеспечение гидрометеорологической безопасности при планировании и осуществлении морской деятельности в Арктике является одной из наиболее приоритетных задач.

Гидрометеорологические угрозы, обусловленные ледовой обстановкой, следует рассматривать как важную составную часть опасных природных условий. При этом к опасным гидрометеорологическим явлениям относятся отдельные явления или их сочетания, воздействие которых может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить материальный ущерб. Необходимо выполнить систематизацию и анализ гидрометеорологических угроз, учитывающих региональные особенности состояния ледяного покрова и формирования ледовой обстановки: во-первых, для раннего замерзания акватории и вторжений льда и, во-вторых, для опасных ледовых явлений, таких как сжатие льдов, облипание судов и обледенение судов.



Рис. 2. Неблагоприятные гидрометеорологические угрозы приводят к обледенению палубных конструкций ледокола (слева — «Капитан Драницын» в Баренцевом море) и к неблагоприятной ледовой обстановке: справа — большой столообразный айсберг массой 3,7 млн т, обнаруженный экспедицией ААНИИ в мае 2003 г. в составе аномального скопления айсбергов в районе Штокмановского ГКМ. Фото из архива ААНИИ.

Для каждого субъекта, заинтересованного в обеспечении ГМ безопасности, требуется определенный вид информации: набор ГМ параметров, географический охват, временной регламент, пространственно-временная детализация, форма представления, заблаговременность, статистическая обеспеченность и т.д., т.е. процедуры подготовки и передачи информации потребителю в каждом конкретном случае существенно разнятся. Из этого следует, что оптимальным вариантом организации обеспечения ГМ безопасности является создание специальной гибкой системы, в которой четко увязаны информационные потоки, оперативно корректируется состав, временной регламент, формы представления и способы передачи информации, имеются квалифицированные кадры и отлажены обратные связи.

С точки зрения обеспечения ГМ безопасности район архипелага Шпицберген и прилегающие акватории арктических морей и Центрального Арктического бассейна представляют несомненный интерес. В этом районе осуществляется крупномасштабный контакт Атлантики и Арктики, обуславливающий сложную систему атмосферной циркуляции, морских течений, интенсивный обмен водными массами с существенно различными свойствами, и, в отличие от других арктических морей, здесь преобладают открытые пространства, в гораздо меньшей степени стесненные берегами. Отработка системы ГМ обеспечения на примере района Шпицбергена и морей Западной Арктики позволит сравнительно быстро распространить ее на другие регионы Арктики.

Айсберговая угроза для работ и исследований по освоению шельфов Баренцева и Карского морей, особенно для стационарных морских платформ и терминалов, является главной ледовой опасностью. Экспедиция ААНИИ зимой 2003 г. в пределах площадки Штокмановского ГКМ обнаружила скопление айсбергов. Масса одного из них достигала 3,7 млн т. Этот фактор изменил концепцию освоения месторождения. Исторические данные и современные наблюдения в Карском море регистрируют значительное количество айсбергов и их обломков в районах предполагаемой добычи нефти.

В настоящее время имеются достаточно обширные данные о ледниках Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, о динамике айсбергов в Баренцевом и Карском морях, обобщение которых, а также проведение дополнительных наблюдений позволят создать систему дистанционного мониторинга выводных арктических ледников, примыкающих зон и морских акваторий для оценки айсберговой угрозы морской деятельности в Западной Арктике. В работе могут быть в полной мере использованы возможности пункта приема спутниковой информации Российского научного центра на Шпицбергене.

Относительно будущих климатических изменений в Арктике нет однозначного ответа. Предполагаются как дальнейшее однонаправленное потепление климата, так и циклические изменения климата. Обе тенденции присутствуют в данных наблюдений за XX век и начало XXI века. Это означает, что при общей вековой тенденции к возрастанию температуры в масштабе десятилетий возможны замедления ее роста и понижения температуры. В любом случае изменения климата следует рассматривать как фактор, требующий учета при проектировании и эксплуатации долговременных сложных морских объектов и сооружений береговой инфраструктуры.

Сохраняющаяся неопределенность будущих изменений климата придает особую актуальность мониторингу происходящих изменений, прогнозированию дальнейших изменений и оценке возможных последствий для природопользования в приатлантической Арктике. Потепление климата может привести к интенсификации образования айсбергов в результате деградации ледников на Шпицбергене, архипе-

лагах Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, что создаст опасность для плавания танкеров, буровых платформ и судоходства по СМП. Может измениться повторяемость опасных гидрометеорологических явлений — штормов, брызговых обледенений, штормового волнения моря, катастрофических осадков, оказывающих неблагоприятные воздействия на объекты природопользования и местной индустрии.

Одновременно с продолжающимся потеплением в Арктике появились свидетельства о приостановке роста средней глобальной и полушарной температуры воздуха. Поэтому возникает вопрос, продолжатся ли изменения в арктической климатической системе в соответствии с прогнозируемым дальнейшим глобальным потеплением или арктический климат последует за новой тенденцией в наблюдаемом изменении глобального климата? Можно ожидать, что остановится и потепление в Арктике, поскольку существуют дальние связи между областями избыточного нагревания в низких широтах океана, где потепление приостановилось, и областями стока тепла из океана в высоких широтах. Известно, что климат приатлантической Арктики особенно сильно зависит от поступления тепла, приносимого теплыми океанскими течениями в Норвежское, Гренландское, Баренцево моря. Поэтому своевременное обнаружение изменений в этих морях, включая фьорды Западного Шпицбергена, и их прогноз составляют важное условие предвидения появлений аномалий в природной среде приатлантической Арктики.

Шпицберген является своего рода форпостом на пути распространения климатических изменений в океане и атмосфере, которые здесь опережают проявление таковых далее в приатлантической Арктике. Совместный анализ данных наблюдений за природной средой на Шпицбергене и на кластере российских арктических станций, расположенных в приатлантической Арктике, а также на островах и побережье к западу от меридиана Шпицбергена позволит установить степень сопряженности и запаздывания климатических и погодных аномалий в регионе и возможности для предвидения. Включение в анализ глобальных массивов наблюдаемых и смоделированных данных о характеристиках океана и атмосферы позволит выявить дальние связи и их прогностический потенциал.

В части мониторинга загрязнения объектов окружающей среды арктических территорий имеющиеся в настоящее время методики не позволяют осуществлять одновременное определение широкого круга экотоксикантов, таких как хлорфенолы, полициклические ароматические углеводороды и др., а также обладают недостаточно высокой чувствительностью, что обуславливает необходимость разработки новых методов и средств мониторинга загрязнения территории и акватории экологически опасными химическими элементами и соединениями.

Техническая доступность ресурсов углеводородов на акваториях и промышленная безопасность морских добычных и трубопроводных систем определяется глубиной залегания, рельефом и геологическим строением дна и ледовой обстановкой. Большая часть ресурсов нефти и свободного газа сосредоточена в замерзающих частях Баренцева и Карского морей. Основные геологические и техногенные процессы могут влиять на строительство и эксплуатацию инженерных сооружений на Западно-Арктическом шельфе России.

Анализ угроз сейсмической активности и оценка степени опасности для конкретных локальных районов Западной Арктики показывают, что для надежного контроля геодинамического режима на эксплуатируемых участках шельфа необходимо иметь методы и средства, обладающие достаточной чувствительностью, гарантирующей обнаружение и точную локацию событий, и обеспечивающие надежное определение

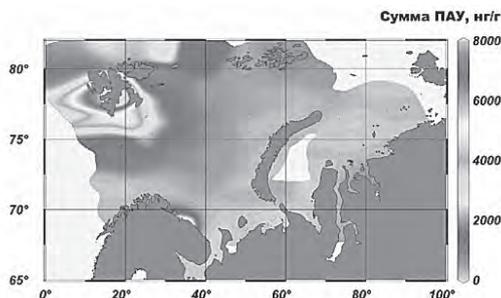


Рис. 4. Распределение суммы полициклических ароматических углеводородов в верхнем слое донных осадков (по данным *Norwegian Journal of Geology*. 2006. Vol. 86).

координат гипоцентров толчков в контурах и в ближней периферии будущих мульдь проседания, формирующихся над отрабатываемыми нефтегазовыми месторождениями. В нынешнем состоянии эта сеть из-за удаленности регистрирующих центров на 600–900 км от месторождений не гарантирует мониторинг слабых землетрясений ни на Штокмановском газоконденсатном месторождении, ни на северном отрезке трассы Штокмановского морского трубопровода, ни на нефтяных полях Печорского моря.

Расположение архипелага Шпицберген обеспечивает уникальные условия для проведения высокоширотных научно-практических исследований, а в связи с начавшимся активным освоением Арктики и развитием морского судоходства архипелаг может стать одним из важных логистических центров транспортной системы в регионе.

Актуальность проблемы мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации представляется очевидной. В связи с этим, а также учитывая новые технические и информационные возможности, появившиеся в последние годы, существует необходимость и возможность разработки новых методов и средств такого мониторинга.

В 2014 г. Министерство образования и науки Российской Федерации инициировало выполнение в рамках мероприятия 1.4 федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2013 г. № 426, проект «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации».

В результате конкурсных отборов главным исполнителем проекта стало федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (АНИИ), а в число соисполнителей вошли федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» (РГГМУ), федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизическая служба Российской академии наук — Кольский филиал (КФ ГС РАН) и федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук (ИЭПС УрО РАН). Проект рассчитан на период 2014–2016 гг.

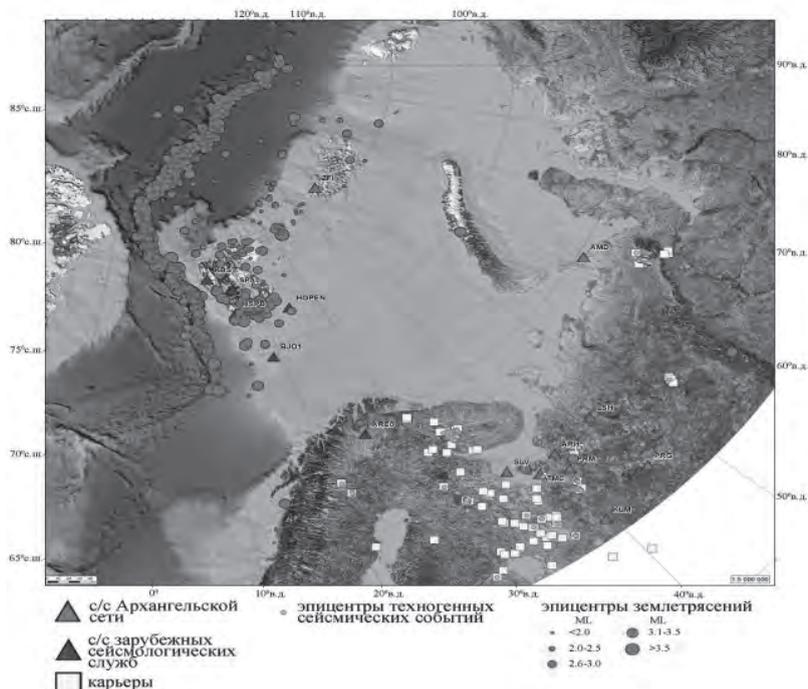


Рис. 4. Сейсмическая активность в Западной Арктике. Схема представлена ИЭПС УрО РАН.

Области и объекты разработок комплексного проекта сформированы в соответствии с научно-техническими проблемами, рисками (угрозами) и приоритетами, определенными в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», утвержденной Президентом РФ 20.02.2013, и отвечают приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.

К основным ожидаемым результатам проекта относятся высокоточные методы и программные средства мониторинга и прогноза ледовой обстановки, мониторинга айсбергов и прогноза их дрейфа, состояния атмосферы, гидросферы и криосферы, климатических изменений, мониторинга загрязнения территории и акватории экологически опасными химическими элементами и соединениями, сейсмоинфразвукового мониторинга и детектирования сейсмической активности и опасных геодинамических явлений в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов, мониторинга и детектирования вариаций сейсмических параметров для оценки сейсмического режима в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ.

Высокоточные методы и разрабатываемые на их основе программные средства мониторинга ледовой обстановки, спутникового мониторинга и предупреждения айсберговой опасности в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ должны обеспечить подготовку оперативных исходных ледовых и метеорологических данных для работы в режиме прогноза, выполнения прогноза (расчета) состояния ледяного покрова (сплоченность, возрастной состав, дрейф, нарушения сплошности), а также преобразования и комплексирования выходной ледовой информации в формат, используемый в геоинформационных системах.

Разрабатываемые высокоточный метод и программные средства обнаружения айсбергов должны позволять выделение объектов на водной поверхности при скорости ветра до 10 м/с с размерами не менее двух элементов пространственного разрешения спутникового изображения.

Методы климатического прогноза основных климатических параметров в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ должны обеспечить прогнозирование основных климатических параметров (температура воздуха, ледовитость, повторяемость опасных гидрометеорологических явлений) с заблаговременностью от месяца до года и с оправдываемостью не ниже 70 % при принятой в официальных нормативах допустимой ошибке прогноза.

Методы и методики высокочувствительного детектирования опасных химических элементов и соединений в морских водах и в донных отложениях акватории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ должны обеспечивать определение тяжелых металлов в морских водах, хлорфенолов в морской воде и донных отложениях, общего органического углерода в морской воде и полициклических ароматических углеводородов в снеге, ледяном покрове и почве.

Методы, алгоритмы и программные средства высокоточного восстановления по спутниковым данным параметров атмосферы и атмосферных явлений в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ должны восстанавливать ключевые параметры атмосферы в неблагоприятных погодных условиях, включая облачность большого водозапаса, штормовые ветра и волны.

Методы и средства сейсмоинфразвукового мониторинга опасных геодинамических процессов в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ должны обеспечивать гарантированную регистрацию и классификацию естественных землетрясений и льдотрясений с магнитудным порогом выше $M = 2,0$ в пределах эксплуатируемых участков недр и на наиболее опасных по генерации айсбергов кромках ледниковых покровов.

Метод и программные средства определения вариаций параметров сейсмического режима в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ на основе обработки данных сейсмической станции Архангельской сети должны обеспечить определение следующих основных параметров сейсмического режима: пространственно-временное распределение землетрясений, выделившаяся энергия землетрясений, сейсмическая активность и наклон графика повторяемости.

Разрабатываемые новые высокоточные методы и аппаратно-программные средства должны быть предназначены для реализации принципиально новых инструментальных, методических и технологических возможностей в сфере мониторинга и прогноза гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ и должны обеспечить:

а) увеличение доли научных фундаментальных и прикладных исследований в общем объеме деятельности российских организаций на архипелаге Шпицберген и формирование на нем современной научно-исследовательской базы;

б) возможность создания на архипелаге Шпицберген центра коллективного пользования с использованием информационно-телекоммуникационной инфраструктуры КВСМ для проведения научных исследований по российским и международным программам;

в) проведение систематических гидрометеорологических и гидрографических мониторинговых работ в интересах ведомств и организаций, ведущих свою деятельность

в Западной Арктической зоне РФ (органы государственной власти, МЧС, Минприроды России, Минтранс России, Минобороны России, Роснефть, Арктикуголь и др.);

г) развитие морских ресурсных исследований, разработку и внедрение новых технологий исследования водных биологических ресурсов в арктических условиях, в том числе в покрытых льдом районах Западной Арктики;

д) проведение в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ круглогодичных наблюдений за физическими и химическими процессами, происходящими в окружающей среде, а также определение уровня загрязнения атмосферы, почв, водных объектов, в том числе по гидробиологическим показателям.

Результаты проекта будут использованы при создании экспериментальной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры комплексного высокоточного спутникового мониторинга опасных арктических гидрометеорологических и геофизических процессов и явлений в Западной Арктической зоне РФ, предназначенной для подготовки и принятия решений в перспективной системе управления ледовой обстановкой Западной Арктики.

Разрабатываемые методы и средства мониторинга позволят добиться снижения рисков и предупреждения техногенных катастроф, вызванных опасными природными процессами в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов Западной Арктической зоны РФ, обеспечения безопасности навигации по Северному морскому пути, транзитных перевозок в зоне архипелага Шпицберген и в Западной Арктической зоне РФ, а также безопасности трансполярных воздушных маршрутов, выявления и предупреждения экологически опасных загрязнений территории и акватории архипелага Шпицберген и Западной Арктической зоны РФ, вызванных хозяйственной деятельностью российских и международных организаций.

Статья написана при финансовой поддержке Минобрнауки России при выполнении прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (ПНИЭР) по теме «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной Арктической зоне Российской Федерации» (Соглашение о предоставлении субсидии от 20.04.2014 № 14.610.21.0006, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI61014X0006).

V.G. DMITRIEV, A.I. DANILOV

PROSPECTS FOR THE CREATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR HYDROMETEOROLOGICAL AND GEOPHYSICAL CONDITIONS MONITORING ON SPITSBERGEN AND WESTERN ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

This article provides basic information about the project “Development of new methods and techniques for monitoring of geophysical and hydrometeorological state of Spitsbergen and Russian West Arctic”, performed as part of the federal target program “Research and development on priority directions of scientific-technological complex of Russia for 2014–2020 years” by group of national scientific and educational organizations. Implementation of the project contributes to strengthening the Russian presence on the Spitsbergen archipelago. The project is designed for 2014–2016 years.

Keywords: Spitsbergen, Svalbard, Western Arctic, hydrometeorological conditions, the geophysical environment, monitoring, ice conditions, iceberg danger, satellite observations, dangerous meteorological and geophysical phenomena, dangerous geodynamic phenomena, seismic activity, pollution, information and telecommunications infrastructure, hardware and software package.