

## Комплексный мониторинг — неотъемлемая часть безопасности Арктической зоны Российской Федерации

А. Ю. Большагин<sup>1</sup>, А. И. Вялышев<sup>2</sup>, доктор физико-математических наук,  
В. М. Добров<sup>3</sup>, А. А. Долгов<sup>4</sup>, кандидат физико-математических наук,  
С. В. Зиновьев<sup>5</sup>, И. Ю. Олтян<sup>6</sup>  
ФГУП «ВНИИ по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций»

В. В. Горбатский<sup>7</sup>  
ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

*Описана структура интегрированной системы контроля аварийных ситуаций в районах освоения месторождений углеводородов на арктическом шельфе и входящая в ее состав в качестве структурного элемента информационно-аналитическая подсистема, обеспечивающая сбор, обработку, хранение, передачу и анализ совокупности получаемых данных дистанционных и контактных измерений.*

**Ключевые слова:** арктический шельф, освоение месторождений, разливы нефти, экологический мониторинг, система контроля, донная станция, подводный аппарат, аварийная ситуация.

Арктическая зона Российской Федерации определена решением Государственной комиссии при Совете Министров СССР по делам Арктики от 22 апреля 1989 г. В эту зону полностью или частично входят территории Республики Саха (Якутия), Мурманской и Архангельской областей, Красноярского края, полностью — Ненецкого, Ямало-Ненецкого, Таймырского (Долгано-Ненецкого) и Чукотского автономных округов включая земли и острова, указанные в постановлении Президиума ЦИК СССР «Об объявлении территорией СССР

земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» от 15 апреля 1926 г., а также прилегающие к северному побережью Российской Федерации внутренние морские воды, территориальное море, исключительная экономическая зона и континентальный шельф, в пределах которых Россия обладает суверенными правами и юрисдикцией в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г. [1]. По площади Арктическая зона занимает около 3,1 млн км<sup>2</sup>, или 18% территории России. Площадь континентального шельфа в Арктической зоне составляет более 4,0 млн км<sup>2</sup> (около 70% континентального шельфа страны).

Арктический регион России отличается экстремальными природно-климатическими условиями. Большая его часть занята тундрой и арктической пустыней, которые малопригодны для комфортного проживания человека. Однако здесь производится продукция, составляющая 11% национального дохода (при доле населения, равной 1%) и 22% экспорта. Уже в ближайшие годы эти показатели

<sup>1</sup> e-mail: atekseybolshagin@gmail.com.

<sup>2</sup> e-mail: vialyshev@rambler.ru.

<sup>3</sup> e-mail: dobrov007@mail.ru.

<sup>4</sup> e-mail: dolaa@rambler.ru.

<sup>5</sup> e-mail: golf1972@mail.ru.

<sup>6</sup> e-mail: irenaoltyan@mail.ru.

<sup>7</sup> e-mail: v.gorbatskiy@gmail.com.

значительно увеличатся в связи с тем, что центр тяжести нефтяной и газовой добычи России будет смещаться на шельф арктических морей.

Выделение Арктической зоны в самостоятельный объект государственной политики обусловлено высокой концентрацией в пределах макрорегиона геополитических, оборонных, экономических, экологических и научных интересов России.

Согласно «Основам государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года» приоритетами в Арктике определены: активное освоение природных ресурсов региона, развитие транспортной и пограничной инфраструктуры, а также информационно-телекоммуникационной среды.

Одной из основных задач является освоение нефтегазового потенциала арктического континентального шельфа. Начальные суммарные ресурсы углеводородов шельфовых зон России по имеющимся на сегодня оценкам составляют около 136 млрд т условного топлива. Наибольшая доля (около 67%) приходится на моря западной части Арктики — Баренцево, Печорское и Карское. Следующие, в порядке убывания, — Восточно-Сибирское и Чукотское моря [2].

Помимо запасов углеводородного сырья Арктическая зона обладает большими запасами полезных ископаемых, для добычи и переработки которых созданы мощные горнопромышленные и металлургические комплексы, обеспечивающие значительную часть потребности страны во многих видах полезных ископаемых. Арктика обладает крупными энергетическими ресурсами, что позволяет экспортировать часть электроэнергии в сопредельные государства.

Главный инструмент освоения российской Арктики — Арктическая транспортная система, обеспечивающая грузопотоки по всей протяженности береговой линии страны в Северном Ледовитом океане, достигающей 20 тыс. км. Базовым ее элементом является Северный морской путь (СМП) — важнейшая транспортная магистраль, обеспечивающая грузопотоки между арктическими регионами и лежащими к югу от них промышленно развитыми территориями. СМП в перспективе — важнейшая международная транспортная магистраль, обеспечивающая в настоящее время поставки продукции Норильского промышленного узла на международные рынки.

Через Арктику проходит кроссполярный авиамост (кратчайший путь между Северной Америкой и Азией). Кроссполярные трассы, открытые в феврале 2001 г., проходят через Северный полюс, позволяют авиакомпаниям исключить промежуточные посадки и сократить до 25% полетное время из Канады и Америки в Южную и Юго-Восточную Азию, Индию, Японию, на Ближний Восток. Чтобы полнее удовлетворить потребности мирового рынка авиаперевозок, в 2007 г. Государственная корпорация

по организации воздушного движения в Российской Федерации добавила к четырем кроссполярным трассам еще одну. Потенциал северных маршрутов с экономической точки зрения использован пока далеко не полностью, но его можно увеличить, повышая интенсивность полетов.

«Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» предполагает реализацию нескольких крупных инвестиционных проектов. Высокие издержки хозяйственной деятельности в Арктике определяют целесообразность развертывания здесь масштабных проектов, способных максимально использовать эффекты экономии на масштабе операций.

Среди них можно выделить группу проектов, которые интегрируют Арктику с освоенными районами страны, и другую, проекты которой целиком приурочены к Арктической зоне. К первой группе относится создание новых транспортных коридоров. Транзитная функция СМП будет укрепляться постепенно. Сначала в несколько раз увеличатся объемы перевозки в западном секторе из Белого, Баренцева и Печорского морей за счет реализации проекта освоения арктического шельфа. Затем, по мере снижения институциональных рисков и формирования эффективной системы спутникового сопровождения, отвечающей всем нормам международного морского права по безопасности мореплавания, будет реализована транзитная перевозка грузов из Европы в Азию. Вторая группа арктических проектов включает освоение крупной Тимано-Печорской нефтегазовой провинции и месторождений углеводородов на шельфе Баренцева и Печорского морей.

Решение поставленных задач выдвигает новые требования к обеспечению безопасности населения и территорий от возможных чрезвычайных ситуаций.

В пределах Арктической зоны размещены объекты, которые могут стать источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Это нефтепроводы, газопроводы, предприятия по добыче, переработке и хранению газа, нефти и нефтепродуктов, атомные электростанции, химически и взрывопожароопасные объекты, важные элементы коммуникаций.

К значительному ущербу населению и экономике территорий арктического региона могут приводить и чрезвычайные ситуации, вызываемые опасными гидрометеорологическими и природными явлениями — шквальными ветрами, сильными морозами, а также весенне-летними половодьями, сопровождаемыми ледовыми заторами на реках.

Серьезную потенциальную угрозу для природных систем и безопасности людей в Арктике представляет глобальное потепление, которое в полярных районах проявляется почти в 10 раз сильнее, чем в среднем на планете [3]. Оттаивание мерзлых пород может привести к росту числа техногенных

## Система комплексной безопасности в Арктике



Рис. 1. Распределение комплексных аварийно-спасательных центров

чрезвычайных ситуаций из-за обрушения сооружений и повреждения коммуникаций. Известно, что при увеличении среднегодовой температуры воздуха на 2°C несущая способность свайных фундаментов сокращается на 50% [4].

Источниками чрезвычайных ситуаций в Арктике вследствие радиационного загрязнения являются подводные потенциально опасные объекты. Опасности могут возникнуть в связи с затоплением в 50—60-х годах прошлого столетия в Баренцевом и Карском морях радиоактивных отходов, испытаниями ядерного оружия на Новой Земле, функционированием Кольской и Билибинской АЭС, а также большим числом аварийных радиоизотопных термоэлектрических генераторов, используемых для электропитания береговых автономных навигационных систем.

Помимо стационарных объектов источниками чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне являются транспортные коммуникации — Северный морской путь, кроссполярные и внутренние авиационные трассы.

Существующие в настоящее время силы и средства в Арктике, относящиеся к различным функциональным подсистемам Российской единой системы

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) федеральных органов исполнительной власти (Минтранса, Пограничной службы ФСБ, Госкорпорации «Росатом» и др.), распределены неравномерно, их действия недостаточно скоординированы.

Анализ существующих рисков и рисков, связанных с перспективными проектами освоения Арктики, включая добычу нефти, газа и развитие транспорта, свидетельствует о недостаточности имеющихся сил и средств функциональных подсистем РСЧС для обеспечения необходимого уровня безопасности.

Основными исходными данными для обеспечения комплексной безопасности населения и территорий в Арктической зоне являются направления деятельности, связанные с обеспечением национальных интересов России:

- использование Арктической зоны в качестве стратегической ресурсной базы страны, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития;
- сохранение Арктики в качестве зоны мира и сотрудничества;
- сбережение уникальных экологических систем Арктики;

- использование Северного морского пути в качестве национальной единой транспортной коммуникации России в Арктике;
- содействие в организации и эффективном использовании транзитных и кроссполярных воздушных маршрутов в Арктике.

С этой целью создается система комплексной безопасности населения и территорий в Арктике, основанная на 10 комплексных аварийно-спасательных центрах МЧС России, распределенных вдоль всей Арктической зоны (рис. 1). Задача этих центров — предупреждение, ликвидация и реагирование на чрезвычайные ситуации, оказание оперативной всесторонней помощи лицам, терпящим бедствие на приполярных территориях, в зоне территориального моря, по трассе Северного морского пути, в российском секторе арктического региона, а также на прилегающих территориях иностранных государств, в соответствии с международными соглашениями.

Каждый из центров имеет аварийно-спасательный комплекс, обеспечивающий проведение совместных поисково-спасательных работ на суше и на море в зоне своей ответственности, и информационно-аналитический комплекс, обеспечивающий информационную и аналитическую поддержку поисково-спасательных работ.

Кроме упомянутых в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» приоритетами России в Арктике также определены:

- создание систем комплексной безопасности для защиты территорий, населения и критически важных объектов Арктической зоны от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе при разработке и реализации проектов в области изучения и освоения арктического континентального шельфа и прибрежной зоны;
- развитие системы мониторинга геофизической обстановки в Арктической зоне с целью минимизации воздействия экстремальных геофизических процессов (естественного и искусственного происхождения) на среду обитания человека включая системы связи и навигации, транспортную и энергетическую инфраструктуру, а также обеспечение функционирования Северного морского пути и безопасности транзитных и трансполярных воздушных маршрутов в Арктике.

Согласно «Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года» предотвращение загрязнения морской среды входит в перечень основных положений, относящихся к обеспечению национальных интересов России в Мировом океане.

Одним из принципов национальной морской политики является развитие систем мониторинга состояния морской природной среды и прибрежных территорий. Эта задача актуальна для морских акваторий, связанных с развитием нефтегазового

комплекса, особенно с освоением нефтегазового потенциала арктического континентального шельфа России.

В рамках создания системы комплексной безопасности населения и территорий в Арктической зоне разрабатывается комплексная система экологического мониторинга акваторий, позволяющая предупреждать чрезвычайные ситуации, связанные с разливами нефти и нефтепродуктов, а также способствующая ликвидации чрезвычайных ситуаций на ранних стадиях возникновения.

При этом большое значение имеют надежные оперативные оценки экологического состояния акваторий, необходимые для его прогнозирования и проведения эффективных мероприятий по ликвидации последствий возможных техногенных аварий, в частности, разливов нефти.

Для получения таких оценок необходим системный подход к методике сбора и анализа данных. Это позволяет не только определить вклад характерных для конкретной акватории источников загрязнений и факторов окружающей среды (климатических, гидрологических, геолого-морфологических), влияющих на распространение загрязнений, и разработать оптимальные методы и средства получения данных о фактических и долговременных изменениях состояния водных масс, но и обеспечить интеграцию полученных результатов с существующими и разрабатываемыми системами федеральных органов исполнительной власти для оперативного принятия управленческих решений, в том числе функциональными подсистемами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

При оценке состояния морской среды основное внимание уделяется загрязнению химическими веществами, нефтепродуктами и радионуклидами.

При строительстве и эксплуатации буровых платформ достаточно широко используются мощные гамма-дефектоскопы. Их утрата в результате каких-либо обстоятельств создает чрезвычайно сложные проблемы.

Величину радиоактивности нефти, газа и пластовых вод в основном определяют радионуклиды  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$ . Вынос радиоактивных веществ на поверхность происходит в процессе добычи нефти и газа. На земной поверхности и оборудовании промыслов возникают определенные уровни радиоактивного загрязнения, зависящие от количества и состава радионуклидов. Наибольшее радиоактивное загрязнение возникает на нефтепромыслах, где имеются зоны проведения подземных ядерных взрывов. При этом к естественным радионуклидам добавляется целый ряд радионуклидов искусственного происхождения:

- не разделившиеся в процессе взрыва  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ;
- осколки деления ядерных взрывчатых веществ — изотопы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и др.;



Рис. 2. Подводные потенциально опасные объекты на архипелаге Новая Земля

- наведенная активность в грунте и других материалах.

В промышленных целях в СССР с 1965 по 1987 гг. в широких масштабах проводились подземные ядерные взрывы. Всего было проведено 115 промышленных взрывов, в том числе в Российской Федерации — 81.

После проведения таких взрывов на одной из скважин через некоторое время удельные объемные активности пластовой воды и нефти по  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и тритию составили  $1,6 \cdot 10^{-5}$ ,  $1,1 \cdot 10^{-5}$  и  $1,4 \cdot 10^{-5}$  Ки/л. Таким образом, и пластовая вода, и нефть из этой скважины по активности являлись жидкими радиоактивными отходами.

В ходе дальнейшей эксплуатации происходило снижение активности за счет радиоактивного распада радионуклидов.

При разведке месторождений нефти и газа, а также их добыче, переработке и транспортировке в окружающую среду в том или ином виде поступают природные радионуклиды рядов  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$ , а также  $^{40}\text{K}$ , которые исходно содержатся в геологических структурах, пластовых водах и т. п. В процессе добычи и переработки они существенно перераспределяются: осаждаются на технологическом

оборудовании, поверхностях рабочих помещений, территории предприятий и т. д., концентрируясь в ряде случаев до значительных уровней, при которых возможно повышенное облучение работников предприятий и населения, а также рассеяние в среду обитания людей.

Помимо указанных источников радиационного загрязнения следует учитывать и находящиеся в районах добычи углеводородов подводные потенциально опасные объекты, к которым относятся суда, иные плавсредства, космические и летательные аппараты, в том числе их элементы, и другие технические средства, а также боеприпасы, элементы оборудования и установки, полностью или частично затопленные во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации в результате аварийных происшествий или захоронений, содержащие ядерные материалы, радиоактивные, химические отравляющие, взрывчатые и другие опасные вещества, создающие угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций. Так, в Карском море в заливах восточного побережья архипелага Новая Земля экспедициями МЧС обнаружено и обследовано 10 комплексных захоронений твердых радиоактивных отходов (рис. 2) (17 115 единичных объектов, в том числе 14 реакторов атомных

подводных лодок и ледокола «Ленин», большинство из них с невыгруженным отработавшим ядерным топливом), а в Баренцевом море — комплексное захоронение твердых радиоактивных отходов. Отмечены случаи, когда высокоактивные детали первого контура реакторов при шторме выбрасывались на побережье Новой Земли. Хотя уровни концентрации радионуклидов в Ледовитом океане, которые отмечались до настоящего времени, в основном низки и, по всей видимости, не представляют сегодня серьезной опасности, однако затопленные реакторы с невыгруженным отработавшим ядерным топливом представляют серьезную угрозу арктическим территориям в связи с их возможной разгерметизацией и попаданием урана и продуктов его деления в воду Баренцева и Карского морей. Это приведет к загрязнению рыбы и других морепродуктов радиоактивными веществами и, в свою очередь, к облучению населения за счет употребления загрязненных морепродуктов.

Помимо контроля загрязнения морской среды химическими веществами, нефтепродуктами и радионуклидами следует отметить необходимость контроля сейсмической активности, особенно в местах расположения морских добывающих платформ.

В 2011 г. был разработан концептуальный проект системы экологического мониторинга акваторий, мониторинга технического состояния потенциально опасных морских объектов, обнаружения, идентификации и оценки параметров разливов нефти и степени угроз окружающей среде при эксплуатации объектов морской нефтегазодобычи. В рамках этого проекта была разработана концепция комплексной системы экологического мониторинга и ее функциональных подсистем [5]:

- экологического мониторинга акваторий;
- мониторинга технического состояния потенциально опасных морских объектов;
- обнаружения, идентификации и оценки параметров разливов нефти и степени угроз окружающей среде при эксплуатации объектов морской нефтегазодобычи;
- информационно-аналитической подсистемы.

В процессе работы исследовались методы построения систем мониторинга на базе различных технических средств как классического, так и инновационного характера, принципиальные схемы различных систем, новые подходы к измерению заданных параметров. Была разработана система, объединяющая возможности мобильных устройств мониторинга и оптоволоконных технологий (рис. 3) [6].

Последовавшая за концептуальным проектом работа по созданию интегрированной системы контроля аварийных ситуаций (ИСКА) в районах освоения месторождений углеводородов на арктическом шельфе была сфокусирована на разработке технических и программных средств автоматизированных измерений и передачи данных

и телеметрической информации в оперативном режиме, а также на интеграции этого аппаратно-программного комплекса в систему экологического мониторинга арктических акваторий, что отвечает положениям Морской коллегии Российской Федерации, в которых указывается, что «тенденции мирового развития морских наблюдений связаны с применением сквозных технологий получения данных о состоянии морской среды на основе автоматических средств наблюдений в сочетании со средствами оперативной доставки данных до центров обработки для оперативного использования».

Реализация данного проекта позволит постоянно осуществлять комплексный контроль экологического состояния окружающей среды у объекта нефтегазодобычи, принимать необходимые меры по предупреждению чрезвычайной ситуации и оперативно реагировать на ранней стадии ее возникновения.

На рис. 4 показана структура интегрированной системы контроля аварийных ситуаций, построенной по концентрической схеме. Средства мониторинга, как донные станции, так и профилографы (устройства вертикального зондирования), размещены равномерно вокруг центра, в котором расположена, например, морская добывающая платформа. Причем строится несколько кольцевых волоконно-оптических линий на различных расстояниях от центра. Значение радиуса наиболее удаленного кольца определяется энергоресурсами используемых автономных подводных аппаратов (АНПА) и расположенных на дне стационарных станций их подзарядки.

Представленная система разработана для контроля достаточно больших акваторий, однако модульный подход к построению системы позволяет, используя типовые измерительные модули, удовлетворять любым требованиям к конфигурации системы. На рис. 5 представлен типовой элемент интегрированной системы контроля аварийных ситуаций.

Основными элементами такой измерительной системы являются:

- автоматические стационарные донные станции;
- автоматические зондирующие измерители;
- автономные необитаемые подводные аппараты;
- сейсмические донные станции;
- стационарные измерители гидрометеорологических условий, включающие радиолокационные средства контроля состояния морской поверхности.

На рис. 6 представлены основные измерительные модули интегрированной системы контроля аварийных ситуаций.

Указанные системы такого вида позволяют контролировать состояние акватории круглогодично, в том числе в условиях ледового покрова, как по площади акватории, так и по глубине, обеспечивая обнаружение превышений пороговых значений



Рис. 3. Комплексная система экологического мониторинга

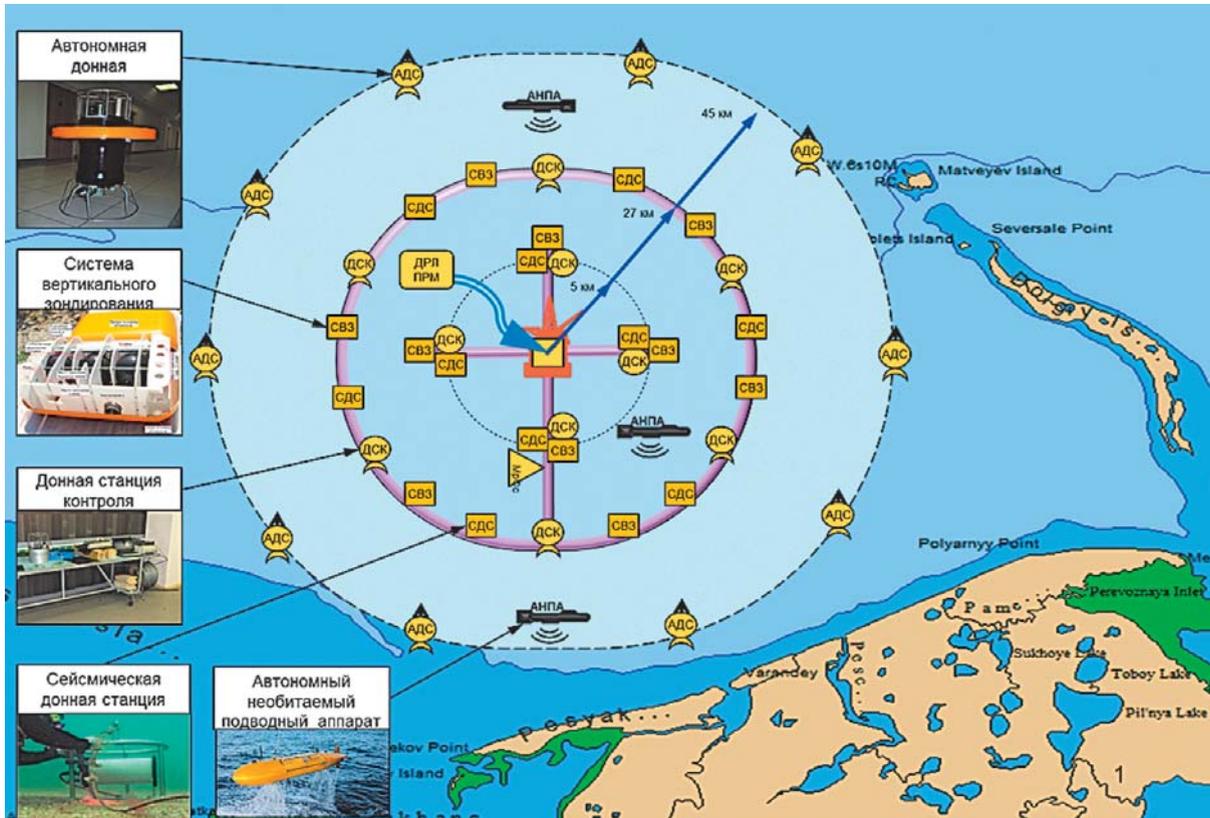


Рис. 4. Структура интегрированной системы контроля аварийных ситуаций

основных характеристик водных масс, подвергшихся техногенному загрязнению в ходе освоения месторождений углеводородов в акваториях арктического шельфа заданной площади и глубиной до 700 м.

Получаемые значения контролируемых параметров оперативно передаются в центр обработки и анализа данных для разработки управленческих решений по ликвидации последствий аварийных ситуаций. В условиях труднодоступных арктических акваторий, покрытых льдом, для оперативной передачи данных используются эффективные средства спутниковой связи и подводные высокоскоростные оптоволоконные линии.

Получаемые в мониторинговой сети стандартные метеорологические параметры (скорость, направление ветра и атмосферное давление) в районе контролируемой акватории поступают в информационно-аналитическую подсистему (ИАП) ИСКА от метеостанций, располагающихся штатно на гидротехническом объекте (нефтегазодобывающей платформе).

Измерения параметров течений и ветровых волн на морской поверхности выполняются по площади акватории с использованием доплеровских радиолокаторов. Они устанавливаются на нефтегазодобывающей платформе и позволяют определять характеристики течений и волн на дистанциях до 35—40 км от точки установки.

Параметры подводных течений и вертикальной структуры гидрологических характеристик (температуры, солёности, плотности воды), необходимые для выполнения анализа аварийной ситуации и разработки управленческих решений по ликвидации последствий аварий, поступают в ИАП от зондирующего устройства в составе профилографа и микроструктурного акустического доплеровского измерителя течений.

Количественное содержание химических примесей в воде определяется с использованием блоков ион-селективных электродов, а также подводных систем масс-спектрометрического и рентгенофлуорометрического анализа, устанавливаемых на автоматических стационарных донных станциях.

Вертикальные профили химических примесей в воде определяются с использованием блока ион-селективных электродов, устанавливаемых на устройстве вертикального зондирования.

С целью сейсмологического мониторинга в районах освоения нефтегазовых месторождений используются донные сейсмостанции. Такие сейсмостанции содержат три канала регистрации сейсмических сигналов и канал регистрации гидроакустического сигнала. Полученная информация оперативно передается в центр обработки по подводной оптоволоконной линии связи.

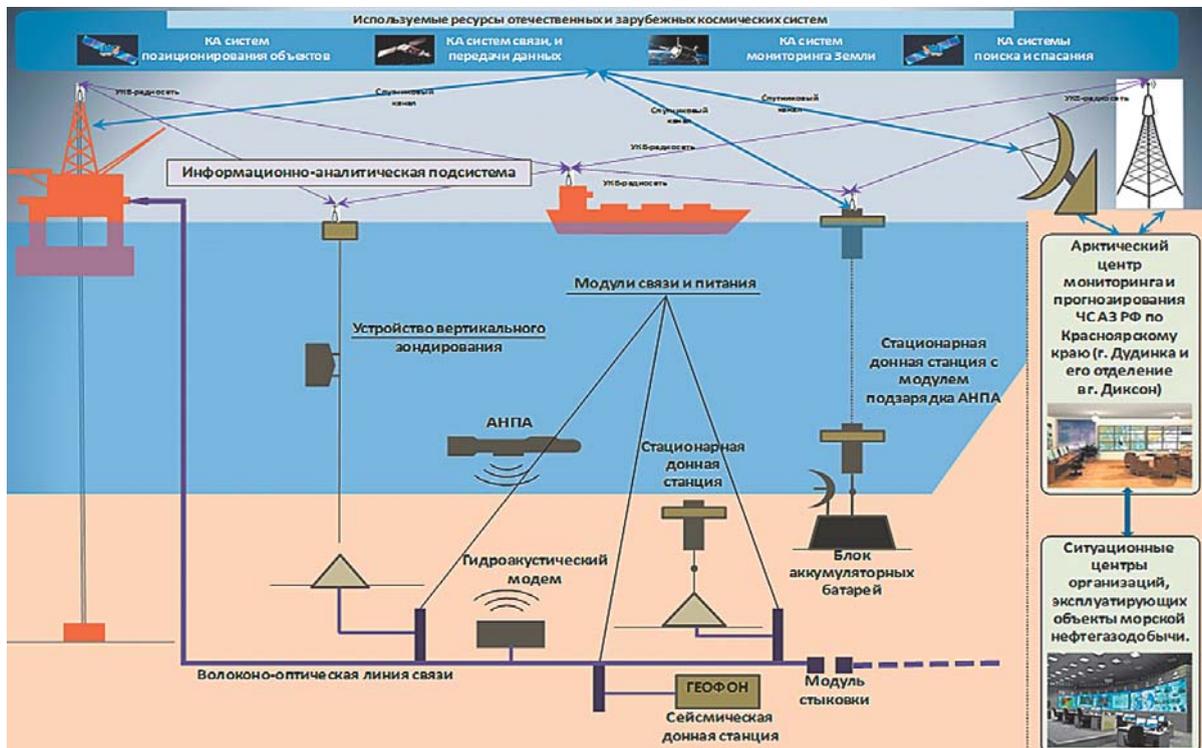


Рис. 5. Типовой элемент интегрированной системы контроля аварийных ситуаций



Рис. 6. Основные измерительные модули интегрированной системы контроля аварийных ситуаций

На АНПА проводится измерение вертикальных профилей течений, профилей физико-химических параметров путем маневрирования подводного аппарата по глубине. Измерения проводятся с использованием акустического доплеровского профилографа течений, STD-модуля, рамановского спектрометра.

Данные, собранные АНПА, передаются на донную станцию, связанную оптоволоконным кабелем с информационно-аналитической подсистемой ИСКА с использованием акустического модема при подходе к станции на необходимое для связи расстояние.

Одним из ключевых элементов системы контроля аварийных ситуаций в акваториях является информационно-аналитическая подсистема поддержки принятия управленческих решений на основе данных измерений, прогноза развития ситуации и оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при проведении морских операций и эксплуатации объектов нефтедобычи. Информационно-аналитическая подсистема основывается на программно-аппаратных средствах многопараметрических оценок и прогнозирования аварийной ситуации.

Информационно-аналитическая подсистема обеспечивает контроль информационного взаимодействия и совместное функционирование технических и программно-технических средств непрерывного сбора, обработки, архивирования и анализа получаемой от подсистем ИСКА информации, а также взаимодействия с внешними информационными системами (центрами) для получения дополнительных данных и выдачи согласованной информации.

В информационно-аналитической подсистеме при достижении заданных пороговых значений вырабатывается информационный сигнал, поступающий на устройство визуального отображения информации, находящееся у оператора объекта нефтегазодобычи. При достижении определенных значений сигнала информация также поступает к оперативной дежурной смене близлежащего комплексного аварийно-спасательного центра.

Используя пороговые значения контролируемых параметров, информацию представляют в виде трехуровневой системы реагирования:

- первый уровень соответствует нормальной экологической обстановке и не требует вмешательства;
- второй уровень соответствует нарушениям нормального экологического состояния среды и требует повышенного внимания;
- третий уровень соответствует возможной или возникшей чрезвычайной ситуации и требует оперативного вмешательства.

Совокупность отображаемых сигналов позволяет оператору контролировать создающуюся ситуацию и принимать соответствующие решения.

Для эффективного функционирования ИАП ИСКА обеспечивается ее совместимость с существующими и разрабатываемыми природоохранными системами федеральных органов исполнительной власти, в том числе функциональными подсистемами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Информационно-аналитическая подсистема соответствует организационной структуре программно-технического модуля, входящего в состав Арктического центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Дудинке Красноярского края.

Разрабатываемая система непрерывного мониторинга акваторий, позволяющая осуществлять предупреждение чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов, а также способствующая ликвидации чрезвычайной ситуации на ранних стадиях ее возникновения, является одной из важнейших составляющих системы комплексной безопасности.

### Литература

1. <http://www.finanal.ru>.
2. Юшкин Н. П. Арктика в стратегии реализации топливно-энергетических перспектив / Под ред. В. Е. Фортова, Ю. Г. Леонова. — М.: Наука, 2006. — С. 254.
3. Потепление проявляется в Арктике в 10 раз сильнее, чем во всем мире // <http://oko-planet.su>.
4. Шерстюков А. Б. Современные изменения термического состояния многолетней мерзлоты России и их возможные последствия для фундаментов зданий и технических сооружений: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Ин-т глоб. климата и экологии. — М., 2008.
5. Вялышев А. И., Добров В. М., Долгов А. А. и др. Система контроля аварийных ситуаций на объектах нефтегазодобычи в акваториях арктических морей // Технологии гражданской безопасности. — В печати.
6. Вялышев А. И., Добров В. М., Долгов А. А. и др. Система комплексного экологического мониторинга при эксплуатации объектов морской нефтегазодобычи // Материалы Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в инновационном развитии АПК». — Ч. 3: Экология окружающей среды. — М.: ФГБУ ВПО МГУП, 2012. — С. 16—26.