

Долговременный мониторинг подводных землетрясений и окружающей среды глубоководных районов

*Хироясу Момма, JAMSTEC,
Нориюки Фудживара, NEC Ocean Engineering Ltd.,
Шиниширо Сузуки, Furuno Electric Co. Ltd.*

Аннотация

Одной из основных целей японской науки в 21 веке является раскрытие механизма землетрясения, которое привело бы к предсказанию подобных событий и минимизации ущерба от них. Более 80% разрушительных землетрясений вокруг Японии происходят на морском дне в зонах субдукции. Несмотря на это, сеть для сейсмического мониторинга на морском дне достаточно редка и малоэффективна. Кроме того, постоянные долговременные наблюдения необходимы для изучения таких явлений на морском дне, как выходы гидротермальных вод, хемосинтетические животные, глубоководные течения и т.п.

Для расширения сети мониторинга на морском дне JAMSTEC разработал многопрофильную глубоководную обсерваторию (Comprehensive Deep Seafloor Observatory) для мониторинга подводных землетрясений и окружающей глубоководной среды. Система включает в себя кабельную донную обсерваторию реального времени (Realtime Seafloor Observatory) и автономную мобильную донную обсерваторию (Mobile Seafloor Observatory). Обе обсерватории оборудованы донными сейсмометрами, датчиками слежения за цунами по гидростатическому давлению, цифровыми видеокамерами, CTD датчиками, измерителями течений и т.д. Обсерватория реального времени в марте 1997 г. была установлена в желобе Нанкай в 100 километрах от мыса Мурото на глубине 3572 метра. Данные, получаемые станцией, в реальном времени передаются на береговую станцию в Мурото, и далее в центр JAMSTEC в Йокосуке и в Японское метеорологическое агентство. В 1998 году с помощью мобильной донной обсерватории были проведены предварительные четырехмесячные наблюдения на глубине приблизительно 1400 метров к востоку от мыса Мурото. Всего в морях, окружающих Японию, будет установлено 5 подобных систем.

Введение

Начиная с 1987 года JAMSTEC разработал несколько донных обсерваторий. В зависимости от метода сбора данных они могут быть разделены на три основные группы [Момма и др., 1992]. Первая - обсерватории закрытого типа, которые являются самыми дешевыми, но данные из которых невозможно извлечь вплоть до того момента, когда наблюдения будут завершены. Такие обсерватории были установлены в заливах Суруга и Сагами, в северном бассейне Фиджи и на восточно-тихоокеанском поднятии для того, чтобы изучать глубоководные течения, биологические сообщества и выходы гидротермальных вод [Mitsuzawa и др., 1989, 1999]. Во вторую группу входят кабельные обсерватории. Такие обсерватории могут передавать показания датчиков в реальном масштабе времени, но являются очень дорогостоящими установками. Первая в мире кабельная обсерватория, созданная JAMSTEC (Japan Marine Science & Technology Center), начала свою работу в 1993 году на глубине в 1174 метра в 6 км от острова Хатсушима в бухте Сагами [Момма и др., 1993, 1996, 1998]. Вторая кабельная система - многопрофильная донная обсерватория - была установлена неподалеку от мыса Мурото в 1997 году [Fujiwara и др., 1998, Момма и др., 1997, 1998]. Третий тип - это буйковые спутниковые обсерватории, данные от которых передаются на береговые станции через спутник связи с помощью передатчика, расположенного на всплывающем буйе. Этот тип обсерваторий был разработан как составная часть многопрофильной глубоководной донной обсерватории.

Японские острова окружены несколькими океаническими плитами, которые опускаются в трещины, пододвигаясь под континентальную кору, образующую сушу. Более 80% землетрясений вокруг Японии каждый год происходит на морском дне из-за процессов субдукции. Тем не менее, плотность подводной сети сейсмических датчиков невелика и ее явно недостаточно по сравнению с наземной сетью датчиков.

После землетрясения в Кобе в январе 1995 года был организован Штаб содействия исследованию землетрясений (Headquarters of Earthquake Research Promotion), который должен был реорганизовать изучение землетрясений и направить их по новому направлению - сосредоточиться на фундаментальных исследованиях землетрясений вместо того, чтобы просто пытаться предсказывать их. Гигантские подводные землетрясения силой в 8 баллов происходили последовательно в 1944 и 1946 годах в желобе Нанкай недалеко от мыса Мурото и полуострова Кий. По историческим сведениям, похожие гигантские землетрясения повторяются в этом районе с интервалом 100-150 лет. По этой причине Штаб содействия исследованию землетрясений поручил JAMSTEC разработать многопрофильную глубоководную донную обсерваторию для мониторинга сейсмической активности и окружающей среды в желобе Нанкай недалеко от мыса Мурото и усилить сеть сейсмических станций вокруг Японии. Как ожидается, сочетание подводной и наземной сетей сейсмических датчиков на порядок увеличит точность измерений морских землетрясений в этом районе. В марте 1997 года система начала работу в желобе Нанкай в 100 километрах от мыса Мурото. Это первая подводная сейсмическая сеть расположена недалеко от острова Шикоку и района Канзай на западе Японии. В настоящее время планируется создание пяти таких сетей.

Многопрофильная глубоководная донная обсерватория в районе мыса Мурото

Система является комбинацией кабельной и автономной обсерваторий, как показано на рис. 1. Кабельная обсерватория, называемая донной обсерваторией реального времени, состоит из океанских донных сейсмометров, датчиков слежения за цунами по изменению гидростатического давления, оконечной кабельной станции, 125-километров оптоволоконного подводного кабеля и береговой станции. Все данные передаются на береговую станцию Мурото в режиме реального времени. Автономная обсерватория, которая называется мобильной донной обсерваторией, состоит из базовой станции, оборудованной различными датчиками, и четырех вынесенных станций. Данные, которые накапливаются в течение месяца в базовой станции, передаются на береговую станцию с помощью буев однократного использования, которые раз в месяц всплывают на поверхность и передают данные через спутник ARGOS. Каждая вынесенная станция состоит из четырех донных океанских сейсмометров, которые могут записывать трехкомпонентные сейсмические данные в течение более одного месяца. Комбинация двух обсерваторий – кабельной и автономной - чрезвычайно улучшила точность измерений микросейсмичности в желобе Нанкай неподалеку от мыса Мурото.

Донная обсерватория реального времени

Конфигурация системы

Донная обсерватория реального времени состоит из двух сейсмометров на основе трехкомпонентных акселерометров, двух датчиков слежения за цунами по изменению гидростатического давления, оконечной кабельной станции, подводного оптоволоконного кабеля длиной 125 километров и береговой станции, как это показано на блок-диаграмме на рис. 2. Конструкция сейсмометров и датчиков гидростатического давления прошла проверку в море в течение более 20 лет. Приборы были недавно модернизированы Японским институтом сейсмологии. Герметичные корпуса сейсмометров и датчиков гидростатического давления

сделаны из бериллиево-медного сплава и соединены в линию с помощью кабеля. Оконечная кабельная станция оборудована поворотной цветной твердотельной видеокамерой, шестью подводными светильниками по 100 ватт каждый, CTD датчиком, электромагнитным измерителем течений, акустическим доплеровским измерителем профиля течений, двумя температурными датчиками теплового потока и гидрофоном, которые установлены на открытой титановой раме, как показано на рис. 1. Три из шести подводных светильника включены на полную мощность. В случае неисправности светильники могут быть заменены с помощью телеуправляемого подводного аппарата (ROV). Гидрофоны и датчики теплового потока соединены со станцией восьмиметровым кабелем и устанавливаются непосредственно на морском дне с помощью ROV.

Данные от подводного оборудования передаются по оптоволоконному кабелю в реальном времени на береговую станцию Мурото. Используемый кабель имеет характеристики, аналогичные трансокеанским подводным телефонным кабелям. Для того, чтобы предотвратить сбой в работе всей системы из-за отказа одного датчика, к каждому из сейсмометров и датчиков гидростатического давления подключены четыре независимые оптические линии. Две оптические линии предназначены для оконечной кабельной станции и для передачи управляющих сигналов на подводное оборудование. Скорость передачи данных и управляющих сигналов составляет 1.544 Мб/с.

На различных глубинах используются различные типы кабелей. На глубинах меньше 20 м используется бронированный кабель с двойной стальной оболочкой, кабель с одинарной стальной оболочкой используется на глубинах до 500 м, одинарный армированный легкий кабель используется до глубин 1000 м и легкий кабель без покрытия используется для глубин более чем 1000 м. Электропитание подводного оборудования осуществляется по одиночному проводнику. В качестве второго проводника используется морская вода. Потребляемый ток 1,1 А при напряжении от –550 В до –850 В в зависимости от нагрузки.

В состав оборудования береговой станции в Мурото входят: блок передачи данных по оптоволоконному кабелю, блок питания постоянного тока, источник бесперебойного питания, средства мониторинга и управления системой, телеметрическое оборудование, мультиплексоры для работы в режиме разделения времени, системы отображения и хранения данных. Все данные, кроме данных гидрофона, немедленно передаются на станцию JAMSTEC в Йокосуке по цифровой линии связи 64 Кб/с. Данные о сейсмичности и цунами в реальном времени передаются в Бюро погоды японского метеорологического агентства города Осаки.

Изучение района

Для детального изучения геологических, батиметрических и биологических условий в районе установки обсерваторий в период с апреля 1996 по март 1997 года неподалеку от мыса Мурото было проведено четыре круиза с эхолотом, буксируемым подводным аппаратом и обитаемым подводным аппаратом Shinkai 6500. В результате была создана точная топографическая карта вдоль маршрута кабеля с интервалом между контурами в 10 метров. Оконечную кабельную станцию планировалось установить в районе расположения колонии двустворчатых моллюсков. Несколько колоний двустворчатых моллюсков *Calyptogena soyoae* было обнаружено во время исследований глубоководной камерой на восточном и юго-восточном склонах поднятия Даичи Минами Мурото на глубине примерно 3600 метров. Тем не менее, число моллюсков было не так велико, как неподалеку от острова Хатсушима [Hashimoto et al., 1995]. Двустворчатые моллюски *Calyptogena soyoae* обычно наблюдаются в зоне субдукции, где вдоль разлома на поверхность выходит вода низкой температуры. *Calyptogena soyoae* питается хемосинтетическими бактериями, а бактерии питаются метаном и сульфидом водорода, которые выделяются в выходах воды низкой температуры, преимущественно вдоль разломов. Таким образом, активность двустворчатых моллюсков является индикатором активности под поверхностью дна океана.

Установка системы

Примерно 7 км кабеля на суше и 118 км подводного кабеля вместе с оборудованием были уложены соответственно в ноябре 1996 и марте 1997 года. Укладка, засыпка и инспекция кабеля, расположенного под водой, были проведены с помощью водолазов и дистанционно управляемых аппаратов. Работы проводились в марте 1997 с помощью судна-кабелеукладчика Kuroshiomaru. Оконечная кабельная станция должна была быть расположена в колонии моллюсков. Так как корабль, который прокладывал кабель по морскому дну, не имел на борту акустической навигационной системы, задачи подводной навигации решало исследовательское судно Natsushima, принадлежащее JAMSTEC. Координаты оконечной кабельной станции определялись с помощью гидроакустической подводной навигационной системы на судне Natsushima и по радио передавались на борт судна кабелеукладчика, навигация которого, в свою очередь, осуществлялась с помощью дифференциальной спутниковой системы навигации DGPS. Станцию необходимо было расположить в радиусе 45 метров от намеченной точки, где существовала колония моллюсков. Окончательное расположение станции определялось путем наблюдения за дном с помощью видеокамеры оконечной кабельной станции. Как показано на рис. 3, станция расположена прямо перед колонией *Calyptogena soyoae* на склоне поднятия Даичи Минами Мурото, примерно в 110 километрах от мыса Мурото, на глубине в 3572 метра. К счастью, ось течения Курошио, скорость которого достигает 4 узлов, проходит севернее района работ и скорость течения в точке установки не превышала 1,5 узла. Сейсмометр и датчик гидростатического давления были расположены на вершине поднятия Даичи Минами Мурото, примерно в 100 км от мыса Мурото, на глубинах в 2116 и 2384 м, соответственно. Другая пара приборов, также состоящая из сейсмометра и датчика гидростатического давления, была расположена на поднятии Тенкай, примерно в 70 километрах от мыса Мурото, на глубинах 1286 и 1544 м соответственно. После установки два сейсмометра, датчики гидростатического давления и оконечная кабельная станция были визуально проинспектированы с использованием телеуправляемого подводного аппарата Kaiko [Takagawa, 1995, Mikagawa и др., 1999]. Температурный датчик теплового потока и гидрофон были расположены непосредственно на морском дне.

Мобильная донная обсерватория

Мобильная донная обсерватория [Motta и др., 1999] состоит из базовой станции, на которой находятся несколько датчиков, и четырех вынесенных станций, которые окружают базовую станцию. Мониторинг данных этих станций проводится раз в месяц, когда одноразовый всплывающий буй передает данные через спутник ARGOS или сам буй извлекается из воды судном обеспечения. Вообще говоря, такая обсерватория может быть расположена в любом месте, поскольку она не связана с берегом кабелем.

Базовая станция

Базовая станция состоит из открытой алюминиевой рамы с полиуретановым антикоррозионным покрытием, модулем датчиков, всплывающих буйев для передачи данных, сферами плавучести, дополнительным балластным весом для погружения, гидроакустическим размыкателем и коммуникационным акустическим ответчиком. Размеры станции - 4.1 м в длину, 3.2 м в ширину и 2.6 м в высоту (рис. 1). Общий вес с полным оборудованием примерно 5 т в воздухе и 0.9 т в воде, включая вес дополнительного балласта.

Когда балласт отсоединяется, станция получает положительную плавучесть примерно 0.35 т за счет 39-и 17-и дюймовых стеклянных сфер.

Блок датчиков включает в себя сейсмометр на основе трехкомпонентного измерителя скорости, датчик слежения за цунами по гидростатическому давлению, цифровую камеру с

двумя вспышками, два температурных датчика теплового потока, гидрофон, STD датчик, электромагнитный измеритель скорости течения. Для того, чтобы избежать эффекта турбулентности, вызванных рамой и другими приборами, электромагнитный измеритель скорости течения расположен выше рамы на 1 метр. Сейсмометр и гидрофон расположены на некотором расстоянии от рамы, что позволяет избежать влияния шумов, создаваемых течением, на показания датчиков.

Блок управления и памяти состоит из процессора и четырех жестких дисков емкостью 4 Гб каждый. Сейсмические данные сохраняются не непрерывно, а только если было зафиксировано сейсмическое происшествие. Средняя частота возникновения сейсмических событий оценивается примерно в 1000 раз в месяц. Параметры обнаружения события - такие, как порог чувствительности аппаратуры, оси обнаруживаемого события (X, Y или Z) и др. могут быть выбраны в ходе процедуры начальной инициализации. Данные гидрофонов сохраняются одновременно с данными сейсмометров. Полученные станцией данные архивируются и хранятся на жестких дисках.

Блок питания состоит из трех групп литиевых батарей. Первая группа, с параметрами 24 В - 48 кВт/ч, обеспечивает электропитание процессора, жестких дисков, сейсмометра и гидрофона. Вторая группа, с параметрами 6 В - 12 кВт/ч, используется для питания датчика гидростатического давления, STD датчика, температурного датчика теплового потока и измерителя скорости течения. Третья группа с параметрами 28 В - 1.7 кВт/ч используется для цифровой камеры и вспышек. Всего емкость батарей составляет 61 кВт/ч, что достаточно для работы станции в течении полутора лет.

Всплывающий буй состоит из 17 дюймовой стеклянной сферы, управляющего блока, батарей, передатчика ARGOS, приемника GPS и проблескового маячка. Вес буя составляет 36 кг на воздухе и 14.4 кг в воде. Ежемесячные данные занимают объем около 300 Мб и сжимаются в объем около 1 Мб, включая одно цифровое изображение. Потом они передаются в буй, всплытие которого запланировано следующим. Скорость всплытия буя составляет около 1 м/с. Так как передача данных через спутник ARGOS осуществляется достаточно медленно, то передается только список данных, находящихся в бую. Всплывший буй подбирается судном обеспечения, после чего оттуда извлекаются данные объемом 1 Мб.

Часы базовой станции калибруются каждый месяц по данным приемника GPS.

Станция устанавливается путем свободного погружения в воду со скоростью примерно 1 м/с. Если необходимо, она может быть снова поднята и расположена в другом месте. Сейсмометры и датчики теплового потока автоматически устанавливаются на дне в тот момент, когда станция достигает дна. Датчики связаны с базовой станцией кабелями и могут быть с помощью ROV расположены в нужных местах на морском дне. После года наблюдений станция извлекается из воды, с ней проводятся ремонтные и профилактические работы и она опять устанавливается для работы.

Вынесенные станции

Каждая вынесенная станция содержит четыре цифровых сейсмометра на основе измерителей скорости. Для того, чтобы покрыть максимально возможную площадь, станции располагаются на расстояниях в 20 и 50 км от базовой станции. Каждая станция состоит из трехкомпонентного измерителя скорости, гидрофона, процессора, батарей, устройства регистрации данных типа DAT, гидроакустического размыкателя, гидроакустического ответчика, проблескового маяка и радиомаяка. Аналоговые входные данные оцифровываются в 16-битовые слова с частотой дискретизации 100 или 200 Гц. Частота дискретизации задается при инициализации системы. Данные сжимаются в три раза и хранятся на магнитной ленте EXABYTE объемом 2 Гб, которой достаточно для записи трехкомпонентных сейсмических данных с частотой опроса 200 Гц в течение 50 дней.

Мелководные и глубоководные испытания

Морские испытания были проведены на мелководных и глубоководных участках в период между апрелем 1997 года и июлем 1998. Первое и второе морские испытания были проведены на глубине 30 м в течение 11 и 36 дней соответственно. В этих испытаниях были обнаружены некоторые проблемы с всплывающими буями, передачей данных между станцией и буями и проблемы с программным обеспечением. После решения вышеуказанных проблем, в период с марта по июля 1998 года на восток от обсерватории реального времени неподалеку от мыса Мурото были проведены экспериментальные исследования. Базовая станция была установлена на глубине 1377 м, а четыре спутниковые станции были расположены на глубинах между 849 и 1475 м. Четыре буя появились на поверхности точно вовремя и были подняты на борт судна обеспечения без всяких проблем. В случае, когда буй не был в зоне прямой видимости, он мог быть обнаружен с помощью системы определения координат спутника ARGOS или по координатам GPS, которые передаются через ARGOS. После 119 суток глубоководного эксперимента все данные со станции были успешно извлечены. Пример полученных данных приведен на рис. 4. Полное количество сейсмических событий составило 3689 за 119 дней, или 920 событий в месяц, что вполне согласуется с рассчитанной частотой 1000 событий в месяц.

Заключение

После того, как в 1993 году начала работу первая донная система наблюдения, созданная JAMSTEC, в 1997 неподалеку от мыса Мурото была запущена вторая система, а в июле 1999 года на восток от Хоккайдо была установлена третья система. Три сейсмометра, два датчика гидростатического давления и оконечная кабельная станция были соединены с помощью 200 километрового оптоволоконного кабеля. В октябре 1999 года на острове Окинава начала работу многопрофильная донная обсерватория. Эта программа, названная VENUS [Kasahara и др., 1998a, 1998b], является попыткой повторного использования трансокеанского подводного телефонного кабеля от Окинавы к островам Гуам. В этом проекте участвуют несколько университетов, национальных и частных организаций. Датчики, такие как узкополосные и широкополосные сейсмометры, гидрофоны, датчики гидростатического давления, цифровые камеры, присоединены к узловой станции с помощью телеуправляемого подводного аппарата на судне Kaiko. Данные пересылаются в режиме реального времени в центр данных VENUS в JAMSTEC. До конца марта 2000 донная обсерватория неподалеку от острова Хатсushima будет установлена заново после модернизации.

Детальная съемка маршрута укладки кабеля, суда с динамическим позиционированием, подводная навигация, установка датчиков с помощью ROV и обитаемых подводных аппаратов являются основными технологиями для высокоточной установки датчиков донных станций. Такие кабельные станции весьма дороги. Однако сейчас можно предложить широкий набор датчиков, данные которых могут быть полезны в сейсмологии, геодезии, геофизике, биологии, микробиологии, геохимии и инжиниринге. Многоцелевое применение сократит затраты на такие наблюдения по сравнению с решением каждой из задач в отдельности.

Благодарности

Мы хотели бы поблагодарить господина Т. Такахаши и его коллег из NEC Co., господина К. Соходу и его коллег из Furuno Electric Co. Также спасибо К. Кавагучи, Р. Ивасё, Ю. Кайхо и Х. Киношита из отдела глубоководных исследований JAMSTEC.

Литература

1. Beranzoli, L., A. De Santis, G. Etiope, P. Favali, F. Frugoni, G. Smriglio, F. Gasparoni and A. Marigo, 1998, GEOSTAR: a Geophysical and Oceanographic Station for Abyssal Research, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 108, No. 2, 175-183
2. Hashimoto, J., Ohta, S., Fujikura, K., Fujiwara, Y., Sukizaki, S., 1995, Life Habit of Vesicomid Clam, *Calypptogena soyoeae*, and Hydrogen Sulfide Concentration in Interstitial Waters in Sagami Bay, Japan, *Journal of Oceanography*, Vol. 51, 341-350
3. Kasahara, J., H. Momma and Y. Shirasaki, 1998a, VENUS Project Overview: Multi-Disciplinary Geophysical Measurements at Ocean Bottom Using Dismission Submarine Cables, *Proc. International Symposium on Underwater Technology*, 389-394
4. Kasahara, J., T. Sato, H. Momma, Y. Shirasaki., 1998b, A new approach to geophysical real-time measurements on a deep-sea floor using decomissioned submarine cables, *Earth, Planets and Space*, 50, 913-925
5. Mikagawa, T., T. Fukui and *Kaiko* Operation Team, 1999, 10000-Meter Class Deep Sea ROV *Kaiko* and Underwater Operation, *Proc. 9th (1999) ISOPE Conference*, Vol. II, 388-394
6. Mitsuzawa, K., K. Ohtsuka, H. Momma and H. Hotta, 1989 Deployment of Long-Term Observation System by Means of JAMSTEC/Deep Tow, *Proc. IEEE/OCEANS 89*, Vol. 3, 820-826
7. Mitsuzawa, K., K. Fujioka, T. Urabe, 1999, A year-long observation period on hydrothermal fields at the Southern East Pacific Rise, *AGU 1999 Fall Meeting*
8. Momma, H., K. Mitsuzawa, T. Matsumoto and H. Hotta, 1992, Long-Term Sea Floor Observation in JAMSTEC, *Proc. OCEANS92*, Vol. 2, 697-700
9. Momma, H., K. Mitsuzawa, Y. Kaiho and H. Hotta, 1993, "Hatsushima" – Real Time Long-Term Deep Sea Floor Observatory, *Proc. IEEE/OCEANS '93*, Vol. III, 473-477
10. Momma, H., H. Kinoshita, N. Fujiwara, Y. Kaiho and R. Iwase, 1996, Recent and Future Developments of Deep Sea Research in JAMSTEC, *International Journal of Offshore and Polar Engineering*, Vol. 6, No. 4, 262-267
11. Momma, H., N. Fujiwara, K. Kawaguchi, R. Iwase, S. Suzuki and H. Kinoshita, 1997, Monitoring System for Submarine Earthquakes and Deep Sea Environment, *Proc. MTS/IEEE OCEANS '97*, Vol. 2, 1453-1459
12. Momma, H., R. Iwase, K. Mitsuzawa, Y. Kaiho and Y. Fujiwara, 1998a, Preliminary Results of a Three-Year Continuous Observation by a Deep Seafloor Observatory in Sagami Bay, Central Japan, *Special Issue: Seafloor Observatories and Geophysical Networks, Physics of Earth and Planetary Interiors*, Vol. 108, 263-274
13. Momma, H., N. Fujiwara and S. Suzuki, 1998b, Deep-Sea Monitoring System for Submarine Earthquakes, *Environment, Sea Technology*, Vol. 39, No. 6, 72-76
14. Momma, H., K. Kawaguchi, R. Iwase, 1999, A New Approach for Long-Term Seafloor Monitoring and Data Recovery, *Proc. 9th ISOPE Conference*, Vol. 4, 603-610
15. Takagawa, S., 1995, Advanced Technology Used in Shinkai 6500 and Full Ocean Depth ROV *Kaiko*, *MTSJ*, Vol. 29, No. 3

ОБОЗРЕНИЕ

ГИС



ГИС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В номере: ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК»
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ

стр. 6
стр. 36
стр. 42

Настоящий выпуск журнала посвящен вопросам применения геоинформационных систем в строительстве и эксплуатации наземных и подводных трубопроводов.

Представленные статьи рассматривают различные аспекты применения ГИС для управления такими сложными пространственно-распределенными объектами, каковыми являются магистральные трансконтинентальные трубопроводы. На протяжении всего жизненного цикла этих объектов – от изысканий до консервации – ГИС используются для решения трех основных задач: сбора, хранения и интерпретации технологической и природоресурсной информации, анализа и прогнозирования состояния трубопровода, поддержки принятия управляющих решений. Находящийся в единой ГИС-среде полный, достоверный, легко управляемый набор сведений о трубопроводе является ключевым элементом управления качеством проекта, контроля материальных ресурсов и достижения, как конечной цели, его высокой экономической эффективности.

Вопросам сбора оперативной природоресурсной информации о состоянии морского дна посвящена статья «Долговременный мониторинг подводных землетрясений и окружающей среды глубоководных районов» японских специалистов. Формально она не имеет прямого отношения к геоинформатике, однако она очень показательна в контексте задач получения ГИС-информации реального времени в высокосейсмичных зонах, подобных по своим геолого-тектоническим условиям морскому участку трассы трубопровода «Голубой поток».

Статьи «Проект «Голубой поток»: единая геоинформационная база данных как основа технологического проектирования и эксплуатации морских газопроводов» и «Применение интегрированных геоинформационных технологий для мониторинга состояния глубоководного участка газопровода «Голубой поток» представляют концепцию применения ГИС-технологий в строительстве и эксплуатации газопровода «Голубой поток», который является крупнейшим реализуемым в настоящее время проектом ОАО «Газпром» и предназначен для транспортировки природного газа в Турцию по дну Черного моря. Эти статьи представляют особый интерес прежде всего широтой и комплексным характером постановки задач геоинформационного обеспечения крупных проектов, что может стимулировать разработку и предложение новых наиболее адекватных подходов для их решения. Пример разработки специализированной геоинформационной системы для управления данными изысканий по проекту газопровода «Голубой поток» приведен в работе «Геоинформационная система Marine Pipeline Studio».

В статье «3С алгоритм геоморфологического анализа морского дна» описан опыт применения численных методов для оценки зон повышенного геориска на трассах подводных трубопроводов и кабелей. Эти алгоритмы могут использоваться для выявления экологически уязвимых зон при строительстве и эксплуатации трубопровода.

Статья белорусских специалистов «Геодезическое обеспечение сети магистральных трубопроводов республики Беларусь» посвящена топографо-маркшейдерским изысканиям коридоров трубопроводов России. В работе «Применение геоинформационных технологий для проектирования объектов добычи и транспорта ямальского газа» описывается опыт разработки специализированной информационной системы по объектам добычи и транспорта ямальского газа «СИС-Ямал».

О том, как начать разработку ГИС для строительства и эксплуатации трубопроводов опираясь на уже существующие в компании информационные технологии – такие, как системы управления электронным документооборотом, САПР или организационно – экономическая система SAP R/3 – рассказывается в статье «Как начать разработку ГИС для трубопровода». Концептуальным вопросам применения геоинформационных технологий в нефтегазовой промышленности посвящена статья ведущего специалиста компании Chevron «Использование ГИС в нефтяной индустрии».

Применению ГИС в системах управления надежностью трубопроводного транспорта посвящены статьи «Использование геоинформационных технологий при риск-анализе трубопроводов» и работа «Опыт создания системы оценки рисков на основе информационной модели трубопровода».

В заключение необходимо отметить, что журнал не охватывает, и не может охватить все элементы сложной мозаики, которая составляет картину применения ГИС в управлении сложными трубопроводными системами, но, как мы надеемся, дает основные контуры решаемых в этой области задач и проблем. Редакция планирует продолжить эту тему и сконцентрировать свои усилия на освещении целостной картины использования ГИС в данной области.

Ольга Блинкова

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА НОМЕРА: ГИС В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ТРУБОПРОВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ

Ю.А. Горяинов, В.И. Резуненко, В.Е. Брянских, И.В. Мешерин, А.С. Федоров, Б.А. Фейгин, А.Н. Блинков
ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК»: ЕДИНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ КАК ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ ГАЗОПРОВОДОВ 6

В.С. Вовк, М.Е. Рыков, А.Н. Блинков
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГЛУБОКОВОДНОГО УЧАСТКА ГАЗОПРОВОДА «ГОЛУБОЙ ПОТОК» 11

Дэвид М. Фрай
КАК НАЧАТЬ РАЗРАБОТКУ ГИС ДЛЯ ТРУБОПРОВОДА 14

Вильям Н. Уоли
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В НЕФТЯНОЙ ИНДУСТРИИ 17

А.С. Цвешинский, В.С. Тужижкин, Б.В. Архипов, В.В. Солбаков, Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов, Л.В. Шершнева, Г.И. Дубиков
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА ЯМАЛЬСКОГО ГАЗА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ 22

Х. Момма, Н. Фудживара, Ш. Сузуки
ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОДВОДНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЙОНОВ 26

Соломонов А.А., Мкртычян В.В., Бонадарук Н.Ф., Пигин А.П.
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 30

Т. Бакирова
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ INTERGRAPH ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ 33

Б.М. Малибашев
ПРИМЕНЕНИЕ DGPS RTCM ДЛЯ ВЫНОСА В НАТУРУ БУРОВЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПРИ НАЗЕМНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ 34

И.Р. Межуев
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO 36

О.А. Блинкова
«3С» АЛГОРИТМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКОГО ДНА 38

Дэвид Олом
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ 42

И.Р. Махкин, В.А. Нашубский
ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТРУБОПРОВОДА 46

Intergraph и Bentley объединяют усилия для расширения рынков и увеличения экономического потенциала 50
Национальная картографическая корпорация в новое тысячелетие с новыми планами 52