

Мониторинг окружающей среды и перспективы использования геомагнитных пульсаций Земли при его реализации

Введение

Все задачи мониторинга окружающей среды можно условно разбить по их практическому содержанию на следующие пять основных классов [1].

1. Экологический мониторинг - исследование динамики изменений экосистем различного масштаба и различных естественных и антропогенных факторов, влияющих на экосистемы. Сюда относятся выявление и классификация загрязнений поверхности моря и суши, обнаружение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, выявление мест нарушения и болезни растительности и др.

2. Мониторинг природных ресурсов - исследование закономерностей размещения полезных ископаемых, прогнозирование и поиск природных ресурсов, оценка режимов использования природных ресурсов, в том числе - получение характеристик земной поверхности для управления сельским и лесным хозяйством, водными и земельными ресурсами.

3. Прогнозирование и контроль природных катастроф и техногенных аварий, анализ факторов, предшествующих и сопровождающих катастрофы и аварии, с целью совершенствования методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций (наводнения, лесные пожары, засухи, промышленные аварии и др.).

4. Фундаментальные исследования Земли в интересах метеорологии, климатологии, океанографии и др.

5. Задачи, решаемые в интересах различных отраслей и предприятий (транспорт, строительство, добыча полезных ископаемых, навигация и т. п.), в том числе с целью оптимизации их взаимоотношений с природой.

Далее будут рассмотрены возможности геофизического мониторинга с использованием геомагнитных пульсаций применительно к вопросам исследования Земли.

Понятие эколого-геофизического мониторинга.

Эколого-геофизический мониторинг представляет собой многофакторную и многосвязную структуру геофизических наблюдений за изменениями окружающей среды, влияющими на здоровье человека и обусловленными действием внешних по отношению к Земле и внутренних природных сил, а также взаимодействием природных, природно-технических и технических систем.

При осуществлении эколого-геофизического мониторинга объектами изучения являются геофизические параметры среды, например, температура, барическое давление, сейсмичность и т.д., и широко используются геофизические методы в качестве инструмента наблюдения за изменениями, происходящими в природных и природно-технических системах (экосистемах).

Объектом исследования при проведении эколого-геофизического мониторинга является вся совокупность естественных и техногенных (антропогенных) геофизических полей, а также вызываемые ими изменения в биосфере.

Геомагнитные пульсации Земли

Одним из достижений космической эры явилось открытие у Земли четвертой, плазменной оболочки, получившей в настоящее время название магнитосферы. Это открытие наряду с экспериментальным обнаружением солнечного ветра коренным образом изменило представления о структуре и динамике космического пространства. Оказалось, что четвертая оболочка Земли является существенной частью планеты и активно участвует в жизненно важных процессах. Магнитосфера - первая и по существу единственная оболочка Земли, препятствующая проникновению солнечного ветра и активно с ним взаимодействующая. Усиление или ослабление солнечного ветра, изменение его структуры обязательно сказываются на перестройке магнитосферы.

Геомагнитные пульсации порождаются за счет взаимодействия плазмы гидромагнитных волн, идущих от Солнца, с магнитосферой Земли. Пульсации электромагнитного поля Земли относятся к классу геомагнитных сигналов и являются в настоящее время ценным инструментом, дающим большое количество информации, в частности, в исследованиях космического околоземного пространства и изучении земной коры и верхней мантии. Прикладное значение зарегистрированных на земной поверхности геомагнитных пульсаций для изучения структуры земной коры и верхней мантии велико и в настоящее время не вызывает сомнений [2]. Учитывая общепризнанный факт, что магнитосфера – неотъемлемая часть нашей планеты, ее окружающая среда, открываются перспективы использования геомагнитных пульсаций для исследования проблемы их влияния на биосферу, в том числе на человека, спектр основных биоритмов которого перекрывается со спектром геомагнитных пульсаций [3].

Перспективы использования геомагнитных пульсаций Земли при реализации мониторинга окружающей среды.

При решении задач прогнозирования угроз как возникающих на планете, так и привносимых из космоса, особую значимость имеет непрерывный мониторинг и комплексный анализ параметров разнообразных аномальных геофизических явлений, которые предшествуют возникновению стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций техногенного характера. На сегодняшний день достоверно установлено, что такие аномальные явления (предвестники) имеют место в магнитосфере, ионосфере, атмосфере и литосфере Земли, могут быть зафиксированы, измерены и использованы для прогноза места, времени и силы (масштаба) чрезвычайного события. Число таких предвестников насчитывает более 200. Однако статистика, подтверждающая надёжность прогноза по данным предвестникам – отсутствует, описываются лишь единичные события. Поэтому задача прогноза эффективно может быть решена лишь при регистрации совокупности предвестников во всех средах. Во многих странах, ведутся работы по созданию наземных и космических измерительных средств в интересах осуществления такого прогноза, а также технологий приёма, обработки и передачи необходимой информации, которые могут лечь в основу перспективных интегрированных систем предупреждения о стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях [4].

Возможности геофизического мониторинга определяются универсальностью и многофакторностью геофизической информации. Непосредственное измерение пространственной структуры и временных вариаций электромагнитных, радиоактивных, тепловых полей, полей упругих колебаний даёт количественную информацию о напряжённом состоянии и физико-механических свойствах массивов горных пород; позволяет изучать их анизотропию; фиксировать колебания минерализации и уровня подземных вод; определять главные направления воздействия антропогенных нагрузок. Геофизический мониторинг является, по существу, специфическим видом мониторинга окружающей среды, осуществляемого в целях оценки и прогнозирования экологически опасных природных, природно-техногенных и техногенных геологических процессов.

С 22 по 26 мая 2012 года в ИЗМИРАН проводилась научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований» (<http://www.izmiran.rssi.ru/POLAR2012/abslist.html>).

Многие доклады на этой конференции посвящены вопросам развития систем геофизического мониторинга. В частности, в одном из них сообщается о космическом проекте, направленном на разработку методов мониторинга и раннего обнаружения природных катастроф (извержения вулканов, тайфуны, землетрясения и т.д.) путем наблюдения их откликов и предвестников в ионосфере и магнитосфере Земли. Доклад называется: «ТвинСат – обнаружение предвестников природных катастроф путем наблюдения их эффектов в ионосфере и магнитосфере Земли» (Сергеев И.Ю., Чмырев В.М., Нестеров Б.Ф.).

В июне-июле 1998 г на территории Европы проводился международный эксперимент BEAR (Baltic Electromagnetic Array Research). В ходе эксперимента производилась регистрация (запись) пульсаций геомагнитного поля Земли в диапазоне частот 0.001–5 Гц одновременно на более чем 50 магнитных станциях. В этом эксперименте принимал участие и СПбФ ИЗМИРАН, совместно с Геологическим институтом КНЦ РАН поддерживая работу станций, расположенных на Российской территории.

В диссертационной работе [5] исследуется аномальное поведение векторов градиентов и фазовых скоростей геомагнитных возмущений сверхнизкого диапазона частот в сейсмоактивных зонах Японии перед началом, во время и после сейсмоактивного периода. Оригинальным методом магнитной локации определяется местоположение эпицентра будущего сильного землетрясения, используя направления векторов градиентов и фазовых скоростей

В работе [6] автор обосновывает принципиальную возможность использования регистрируемых на земной поверхности геомагнитных пульсаций для гидромагнитной диагностики – определения свойств магнитосферной и ионосферной плазмы. Физической основой гидромагнитной диагностики является эффект резонансной трансформации МГД волн в магнитосфере.

Заключение

Электромагнитные поля сверхнизкого диапазона частот являются эффективным средством для слежения за процессами в различных геофизических средах: магнитосфере, ионосфере, атмосфере и литосфере. Излучения СНЧ диапазона сопровождают все энергетически мощные геофизические процессы и служат одним из методов их диагностики и мониторинга.

СНЧ излучения могут эффективно возбуждаться и при искусственном воздействии на геофизические среды (при взрывах, запусках ракет и т.п.). Многолетний опыт изучения естественных сигналов и излучений позволил приступить к решению проблемы обнаружения аномальных электромагнитных возмущений, связанных с сейсмической активностью, генерируемых в процессе разрушения горной породы за недели–часы до землетрясения.

Однако потенциальные возможности СНЧ для мониторинга процессов в околоземном пространстве далеко не исчерпаны и, по существу, “гидромагнитная сейсмология” только зарождается. Качественно новый уровень в геофизических исследованиях произойдет при переходе от использования узкоспециализированных станций (магнитных, сейсмических, ионосферных, метеорологических) к развертыванию единой сети комплексных геофизических станций. Все более дешевыми и доступными становятся устройства хранения данных большой емкости и спутниковые системы передачи информации. Это позволит в ближайшее время создать глобальные системы мониторинга в реальном времени за “электромагнитным дыханием” Земли и перейти от изучения околоземного космического “климата” к слежению за “космической погодой”.

Литература

1. Копылов В.Н. Космический мониторинг окружающей среды: монография. - Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. – 216 с.
2. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М., Анисимова Е.Б., Бокастов С.С. Информационно-измерительный комплекс Геофизической обсерватории "Борок", Электронный научно-информационный журнал "Вестник ОГГГН РАН", М.: ОИФЗ РАН URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/4-2000/anisimov.htm.
3. Пудовкин М. П., Распопов О. М., Клейменова Н. Г. Возмущения электромагнитного поля Земли. Часть II. Короткопериодические колебания геомагнитного поля. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 271 с.
4. А.И. Жодзишский, А.С. Сигов, Е.И. Цадиковский, Т.Е. Тарасенко Концепция формирования «Единого информационного пространства глобальной безопасности» - Традиционные решения и новые подходы. Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, МИРЭА, INTERMATIC – 2012, часть 7, 36-46 с.
5. Исмагилов В.С. Исследование ультранизкочастотных геомагнитных возмущений фазово-градиентным методом: Автореферат дис...канд. физ.-мат. наук. – СПб.: СПбФ ИЗМИРАН, 2004.
6. Пилипенко В.А. Резонансные эффекты ультранизкочастотных волновых полей в околоземном пространстве: Автореферат дис...док. физ.-мат. наук. – М.: ИФЗ РАН, 2007.
7. Кузичкин О. Р., Дорофеев Н. К., Цаплёв А. В., Кулигин М. Н., Холкина Н. Е. Методы и средства автоматизированного геодинамического контроля и геоэкологического мониторинга // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014, №1, С. 63-72