

Г.Н.Крылов

НИИ физики Санкт-Петербургского университета

УДК 523.7: 551.510.535

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЛАБОВЫРАЖЕННЫХ ОБЛАЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Рассматривается вопрос о дистанционном мониторинге крупномасштабных слабовыраженных облачных образований в атмосфере, ионосфере и космическом пространстве (космическая пыль). Это могут быть радиоактивные предвестники землетрясений и аварийных выбросов атомных электростанций, аварийные выбросы крупных нефтехимических комплексов и природные явления чрезвычайного типа. Предлагается использовать современные импульсно-фазовые радионавигационные системы, которые обладают высокой точностью за счет наличия у них атомного стандарта частоты и времени. Возможна синхронизация сигналов времени при помощи космических средств. Целью работы является создание системы проблемно-ориентированного компьютерного обеспечения для системы мониторинга с учетом моделей облачных образований рассматриваемого типа.

The question on remote monitoring of the large-scale poorly expressed cloudy formations in an atmosphere is considered. It can be the radioactive harbingers of earthquakes and emergency emissions of atomic power stations; emergency emissions of large petrochemical complexes; and the natural phenomena of an extreme type, are strong cloud of formation etc. It is offered to use modern radio navigating systems, which have high accuracy at the expense of presence at them of the nuclear standard of frequency and time. The synchronization of signals of time is possible through GPS. The purpose of work is the creation of system of monitoring in view of models of cloudy formations.

В земной атмосфере могут существовать крупномасштабные слабовыраженные облачные образования различной природы. Отметим некоторые из них: радиоактивные предвестники землетрясений и радиоактивные аварийные выбросы атомных электростанций; аварийные выбросы крупных нефтехимических комплексов; природные явления чрезвычайного типа (сильные грозовые

образования, торнадо и т.д.). При наличии таких образований свойства атмосферы (в основном ее комплексная диэлектрическая проницаемость) отличаются от стандартного состояния на несколько порядков, но не могут быть зафиксированы наземными или аэрометодами. В то же время образования могут быть достаточно протяженными и предлагаемые в работе средства экологиче-

ского мониторинга основаны на измерении интегрального эффекта: скорости распространения радиоволн длинноволнового и сверхдлинноволнового диапазона с учетом наличия облачного образования. Для этого предлагается использовать современные импульсно-фазовые радионавигационные системы, которые обладают высокой точностью за счет наличия у них атомного стандарта частоты и времени. Возможна синхронизация сигналов времени при помощи космических средств.

Определение масштабов слабовыраженных облачных образований техногенного характера при аварийных ситуациях является мерой вынужденной. Проявление самих явлений часто фиксируется и иными методами, в чем реализуется комплексный подход к мониторингу. Наличие радиоактивных предвестников землетрясений вовсе не означает, что землетрясение состоится. Это только предупреждение о возможности его осуществления. Характерный пример связан с аварией на Чернобыльской АЭС. За несколько секунд до остановки реактора произошло локальное землетрясение, возможность которого следовала из геологического строения подстилающей поверхности. За несколько дней до аварии в окрестном селе проходила свадьба, и существует любительская киноплёнка, на которой зафиксированы светящиеся облачные образования. Учет наличия предвестника землетрясения в виде слабовыраженного радиоактивного облачного образования мог бы сыграть решающую роль в процессе принятия правильного решения.

Использование радиофизических методов для анализа облачных образований имеет широкое применение. В основном это радиолокационные методы: радиоволны отражаются от облачного образования, которое должно быть достаточно плотным. Однако радиоволны этого диапазона отражаются только от поверхности образования. Радиоволны длинноволнового и сверхдлинноволнового диапазонов (длина волны 3 или 30 км) проходят через образование. Это приводит к ошибкам в местопределении, если радионавигационные системы исполь-

зуются по прямому назначению. В то же время при известном положении источника и наблюдателя ошибка местопределения может стать источником информации.

Выбор диапазона электромагнитных волн связан с особенностью их распространения в околоземном пространстве. При работе по земной волне (без учета волны, отраженной от ионосферы) возможно функционирование предлагаемой системы в районе радиусом до 500 км (длина волны около 3 км). Существует мнение, что для тех же целей могут быть использованы радиоволны длиной 30 км, которые распространяются в волноводном канале Земля-ионосфера. Проведенный анализ показал, что облачные образования такого типа почти не влияют на характеристики состояния ионосферы, т.е. соответствующие электромагнитные поля не несут необходимой информации. Правда, на спутниках Земли зафиксированы изменения в напряженности электромагнитного поля над сейсмоопасными районами, но (как показал анализ) такие изменения связаны с геологическими особенностями соответствующих районов и они стабильны во времени.

Для проведения анализа избран метод электромагнитной дифракционной томографии. Результаты исследований следующие:

- разработаны методы описания (модели) нескольких типов облачных образований, которые допускают их использование в системе проблемно-ориентированного программирования;

- в качестве регулярной задачи (в принятую модель регулярной задачи будут вложены модели облачных образований) приняты классические задачи Зоммерфельда и Фока о распространении радиоволн над земной поверхностью. Необходимые дополнения касались реализации не только тензора Грина регулярной задачи, но и его векторных производных;

- построены интегральные уравнения, где в область определения регулярной задачи вложены параметры облачного образования. Проведена регуляризация уравнений по А.Н.Тихонову и М.А.Лаврентьеву. При решении используется преобразование Гильберта и вводится анзац искомого вир-

туального тока, который возникает в облачном образовании. При реализации используется метод Галеркина;

- проведены оценки порядков наблюдаемого эффекта без использования компьютерной техники в приближении Борна. Оценки показали, что для случая, когда длина волны сравнима с размером образования и комплексная диэлектрическая проницаемость отличается от стандартного значения в единицах третьего знака, такое образование может быть уверенно зафиксировано.

При продолжении работы предполагается создание на основе полученных результатов системы проблемно-ориентированного программирования. Система будет иметь меню и развитый интерфейс. Для проведения мониторинга будут построены компьютерные модели крупномасштабных

слабовыраженных облачных образований. Экспериментальная проверка полученных результатов будет проведена на тех средствах, которые существуют и доступны в Северо-Западном регионе России. Одновременно будет проведено компьютерное моделирование.

К настоящему времени результаты работ докладывались на семинаре, симпозиуме и двух международных конференциях. Подготовлена монография, которая содержит обоснования по предлагаемой системе дистанционного мониторинга (объем 18 печатных листов). Предполагается издание монографии, возможно, за счет средств настоящего гранта.

Работа выполняется по гранту Министерства образования № 06.01.034 в НИИ физики Санкт-Петербургского университета.