УДК 502.65:622.276

М.А.ПАШКЕВИЧ, И.Б.МОВЧАН, Т.А.ПЕТРОВА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»

Предложена система производственного экологического мониторинга (ПЭМ) для объектов ОАО «Газпром». В качестве программного обеспечения системы ПЭМ предлагается использовать информационно-измерительную систему ARCGis, позволяющую осуществлять оперативный сбор измерительных данных о состоянии наблюдаемых природных объектов, их обработку и анализ, а также распространение результатов мониторинга между различными производственными подразделениями предприятия. Выявлено, что одним из наиболее рациональных подходов к формированию системы ПЭМ является ввод блока интерпретации космических снимков, выполняющихся в нескольких спектральных диапазонах и обладающих большой пространственной разрешающей способностью.

A system of industrial environmental monitoring (IEM) for the «Gazprom Company» is offered. The ARCGis information and measuring system is offered to be used as the IEM programming support which helps to carry out real time acquisition of data on the condition of the bodies monitored, data processing and analysis as well as distribution of monitoring result among various subdivisions of the enterprise. It was established that one of the most rational approaches to create the IEM system is introduction of the interpretation module of satellite images, taken in various spectral ranges and characterized with high spatial resolution characteristics.

Интенсивное воздействие производственных объектов ОАО «Газпром» на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия предприятия и окружающей среды. Такой анализ осуществляется в рамках природопользования. Главная задача природопользования как научного направления – поиск и разработка путей оптимизации взаимодействия промышленных предприятий с окружающей природной средой.

Для эффективного управления природопользованием при эксплуатации экологически опасных объектов ОАО «Газпром» необходимо иметь данные о динамических свойствах компонентов природной среды, их изменении в результате антропогенного воздействия, предвидеть возможные последствия этого воздействия [1]. Для этого необходимо иметь надежную и достоверную информацию о прошлых, настоящих и будущих состояниях природных и природно-антропогенных систем в зоне воздействия указанных производственных объектов.

За время эксплуатации производственных объектов ОАО «Газпром» была накоплена большая база данных о состоянии компонентов природной среды. Однако она не содержит данных о динамике развития процессов, происходящих в различных компонентах природной среды. В связи с этим встал вопрос о систематизации наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее антропогенными изменениями с

целью их оценки, прогнозирования и своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях, т.е. о введении постоянной действующей системы ПЭМ [2, 3].

Для формирования системы ПЭМ предлагается использовать программное обеспечение ARCGis (геоинформационная система). Такая система будет информационно-измерительной, предназначенной для контроля природной среды в зоне взаимодействия экологически опасных объектов ОАО «Газпром» с компонентами природной среды, осуществляющей оперативный сбор измерительных данных о состоянии наблюдаемых природных объектов, их обработку и анализ, а также распространение результатов мониторинга между различными производственными подразделениями предприятия.

Система ПЭМ строится на базе технических, программных, информационных и организационных средств, основывается на следующих принципах:

- комплексный контроль всей совокупности наблюдаемых компонентов природной среды, подверженных негативному воздействию со стороны экологически опасных объектов ОАО «Газпром» или способных негативно воздействовать на эти объекты;
- контроль природной среды в системе на базе сочетаний точечных и линейных наземных наблюдений и дистанционной информации, дающей возможность площадного охвата и экстраполяции наблюдений;
- процесс обработки данных мониторинга на всех его этапах от первичных измерений, сбора и накопления данных до поддержки принятия решений по управлению экологической безопасностью и безопасностью объектов ОАО «Газпром» с помощью единой информационной технологии;
- контроль текущего состояния компонентов природной среды, оценка динамики ее развития и принятие экологически целесообразных и экономически обоснованных управленческих решений.

Предлагаемая система ПЭМ позволит не только оперативно оценить, но и осуществить прогноз возможных сценариев развития экологически опасной ситуации на основе интерпретации данных мониторинга, с помощью ГИС и таким образом снизить величину экологического риска.

Одним из основных компонентов системы ПЭМ является блок интерпретации космических снимков.

В отличие от большинства практикуемых методов геофизического мониторинга космическая съемка, во-первых, обладает большей пространственной разрешающей способностью, во-вторых, выполняется в нескольких спектральных диапазонах и обеспечивает тем самым несколько квазинезависимых признаков по одному и тому же исследуемому объекту, в-третьих, способна единовременно захватывать значительные территории. К существенным недостаткам космомониторинга можно отнести невозможность пересчета регистрируемого им поля яркости в глубинные характеристики источников ландшафтных аномалий, тогда как интерпретация потенциальных геофизических полей опирается на полный спектр методов решения обратной задачи.

Кроме элементарного применения космоснимков как детальной географической основы, разработанная ГИС-система включает унифицированный интерпретационный метод, ключевым элементом в котором служит параметризация пространственной стационарности сигнала. Под стационарностью понимаем постоянство его амплитудно-частотного состава или, иными словами, применимость для описания статистических свойств выборки одной функции вероятностного распределения. Если выборка составлена значениями характеристического параметра экосистемы, то нарушение стационарности выборки определяет неравновесное состояние экосистемы. Выбор параметра стационарности и, как следствие, отмеченного неравновесия, зависит от специфики выделяемого объекта.

В простейшем случае речь идет об оценке площади техногенно измененных земель, взятой в отношении к общей площади полигона, как правило, административного района. Согласно И.И.Мазуру, показательным здесь является космообраз, полу-

ченный комбинацией нескольких спектральных каналов, среди которых наиболее показательный результат обеспечивает инфракрасный канал. В платформенных условиях площадные тепловые аномалии возникают в области интенсивного землепользования: деградации почвенного и растительного покрова, поверхностных и подземных выработок, интенсивной застройки, уменьшения площади поверхностных водотоков. Наиболее контрастная картина получается при комбинации 2-го, 4-го и 7-го каналов, когда зоны действия перечисленных факторов маркируются теплыми тонами. Значимая пространственная корреляция последних с антропогенными объектами допускает создание балльной шкалы степени антропогенной нагрузки на ландшафт. В складчатых областях и в пределах щита в силу минимизации факторов, маскирующих тепловое излучение, а также малой мощности осадочного чехла, цветовое деление космообраза служит основой для первичных геологических оценок.

При наличии разновременных дистанционных снимков дневной поверхности по одним и тем же объектам возможна качественная оценка наличия или отсутствия динамики ландшафта. В тектонически спокойных регионах она связывается с катастрофическими погодными явлениями либо с антропогенным воздействием. В качестве интегрального критерия используются роз-диаграммы доминирующих простираний форм дневного рельефа, гидросети и растительных сообществ, реконструируемые по Фурье-спектрам разновременных космообразов. Физически Фурье-спектр представляет собой дифракционный спектр, сформированный квазипериодической дифракционной решеткой, в качестве которой может выступать любое изображение.

Упомянутая выше реконструкция роз-диаграмм становится возможной в силу детерминированного соотношения между азимутами простирания щелей дифракционной решетки и гармоник дифракционного спектра – они перпендикулярны. Если при сопоставлении разновременных роз-диаграмм доминирующие направления в них не меняются или поворачиваются в одну сторону и приблизительно на один и тот же угол, то значимая динамика ландшафта отсутствует; в противном случае, когда эти направления поворачиваются на разный угол и, вдобавок, в разные стороны, динамика ландшафта значимая. Даже при такой упрощенной оценке оказалось возможным выполнять районирование территории с целью уточнения площадей техногенно измененных земель.

Не последнюю роль в составлении прогноза распространения загрязнений, устойчивости инженерных сооружений играет выделение участков разуплотнения земной коры. Основу данного подхода составляет методика автоматизированного линеаментного картирования. Под линеаментом понимаем линеаризованный элемент ландшафта, проводимый через его гетерогенные формы и маркирующий дизъюнктивные структуры, как правило, подвергшиеся новейшей активизации. Выделение линеамента формально опирается на процедуру поворота, на расчет оптимальной орентации линеаризованного элемента ландшафта по дисперсионному критерию, на генерализацию семейства разрозненных линеаментов в протяженную линейную структуру или дуговой элемент циркоидного образования. Итоговые материалы отражают разрывную тектонику разного порядка и, следовательно, разной глубинности. Анализ плотности дизъюнктивов в скользящем окне (его размеры определяются средними размерами областей пространственной стационарности космообраза) отражает распределение разноглубинных зон разуплотнения, определяемых повышением этой плотности. Соответственно, в пределах этих зон возможна инфильтрация загрязненных вод в грунтовые воды без самоочистки первых, и необходима детальная оценка напряженного состояния массива и степени его устойчивости.

Дополнительным интегральным критерием пространственной стационарности космообраза дневной поверхности может служить радиус автокорреляции. Его расчет опирается на функцию автокорреляции (АКФ) пространственного сигнала и предполагает следующие алгоритмические шаги:

• вычисление АКФ по всему космообразу с расчетом радиуса автокорреляции для условий знакопостоянной или знакопеременной автокорреляционной функции;

• организация свертки, где линейный размер палетки определяется половиной радиуса автокорреляции;

• расчет АКФ в пределах палетки по локальным участкам космообраза с последующим пересчетом спектральной функции в радиус автокорреляции – его значение присваивается центру палетки;

• построение пространственного распределения значений радиуса автокорреляции, дающего районирование территории по степени стационарности ландшафта; переход от одной стационарной области к другой маркируется резким градиентом радиуса автокорреляции.

Экологические задачи можно распространить на геологические неконтактные реконструкции, связанные с рационализацией недропользования. В рамках данного направления разрабатывается аппарат совместной интерпретации данных космического зондирования с потенциальными геофизическими полями, опирающийся на коррелирующиеся спектральные характеристики. Имеем в виду кросс-спектральный анализ, в котором сопоставление спектров разнородных сигналов реализуется посредством функции когерентности (аналог коэффициента корреляции в спектральной плоскости), рассчитываемой как отношение кросс-спектра (аналог ковариации) к произведению энергетических спектров этих сигналов. Участки спектра, где модуль функции когерентности превышает 0,5, определяют высоко коррелирующиеся гармоники и образуют области пропускания (апертуры), симметричные относительно нулевой пространственной частоты. Выделяемые компоненты потенциальных полей подлежат количественным пересчетам в геологическое полупространство и определяют глубинную привязку космообраза. Данная разработка рассматривается нами как перспективная.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абросимов А.А.* Исследование, разработка и внедрение методов повышения уровня экологической безопасности нефтеперерабатывающего производства: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / ГАНГ им. И.М.Губкина. М., 1998.

2. *Абросимов А.А.* Экологический мониторинг окружающей среды НПЗ / А.А.Абросимов, Ю.Ю.Ерохин // Нефтепереработка и нефтехимия / ЦНИИТЭнефтехим. М., 1997. С.44-45.

3. *Пашкевич М.А.* Оценка экологической опасности линейных объектов ТЭК / М.А.Пашкевич, Т.А.Петрова // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 11 / МГГУ. М., 2005. с.158-165.