

**Р.В. РОМАНОВ,
Н.В. ДОРОФЕЕВ**

**Методы локации деструктивных
процессов с поддержкой
административно-хозяйственной
информационной системы**

УДК 551.25

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В статье рассмотрены методы локации деструктивных процессов основанные на геоэлектрическом контроле среды. Рассмотрена организация геодинамического контроля и принцип локации деструктивных процессов с использованием геофизических методов электрического зондирования. Также рассмотрена структура системы автоматизированного контроля геодинамических объектов на основе геоэлектрических методов для последующей выработки управленческих рекомендаций.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ МК-7406.2015.8.

В качестве деструктивных изменений в геологической среде могут выступать эндогенные и экзогенные процессы. Эндогенные процессы это сложные физико-механические и физико-химические процессы, в результате которых возникают мощные силы, воздействующие на земную кору. Экзогенными называют процессы, которые происходят на поверхности Земли или на небольшой глубине в земной коре и обусловлены энергией солнечного излучения, гравитационной силой[1]. Основу экзогенных воздействий составляет процесс механического разрушения и химического изменения горных пород и минералов в условиях земной поверхности и приповерхностных слоев литосферы, происходящий под влиянием различных факторов

(атмосферные осадки, сезонные и суточные колебания температуры воздуха, грунтовые и поверхностные воды, антропогенное воздействие и т.д.). Под геодинамическим объектом в данной работе понимаются локальные деструктивные процессы, которые состоят из движения и деформации горного массива под действием эндогенных и экзогенных факторов.

Локация и мониторинг деформационных процессов необходим для прогнозирования неблагоприятных условий возникновения катастроф и уменьшения наносимого ущерба биосфере[2,3]. Поэтому в работе рассмотрены вопросы локации деструктивных процессов с привязкой к административно-хозяйственной геоинформационной системе с последующей выработкой управленческих рекомендаций.

Организация геодинамического контроля для локации деструктивных процессов.

Основным подходом, применяемым для геодинамического контроля деструктивных процессов, являются методы электрического зондирования[2].

Электрическое поле на переменном токе обычно создают системой точечных источников, располагаемых на поверхности. Электрический потенциал или поле этих источников измеряют в одной или нескольких точках с помощью измерительных электродов. В простейшей схеме используются два питающих (А и В) и два измерительных (М и N) электрода. Измеряется сила этого тока и напряжение между приемными электродами, по значениям которых с учетом геометрического коэффициента установки рассчитывается кажущееся сопротивление (ρ_k), являющееся параметром электрического поля, косвенно характеризующим истинные электрические параметры геологической среды. Для методов сопротивлений кажущееся сопротивление определяется формулой:

$$\rho_k = k \frac{\Delta U_{MN}}{I_{AB}},$$

где k - коэффициент установки, ΔU_{MN} - разность потенциалов на приемной линии MN , I_{AB} - ток в линии AB .

Электрические зондирования выполняются как в отдельных точках, или по профилям, так и по площади на поверхности суши или на акваториях. Глубинность исследований и разрешающая способность метода зависят от соотношения сопротивлений пород на их границах и от размеров измерительной установки[4]. Интерпретация кривых в электрическом зондировании, выполняется различными способами (палеточным, методом подбора, с помощью различных компьютерных программ, методом особых точек), и позволяет определять электрические свойства пород и положение в пространстве границ пород. По полученным значениям, используя установленные связи и зависимости, возможна оценка параметров состава пород, их строения, состояния и свойств.

Принципы локальной регистрации геодинамики деструктивных процессов строятся на следующих предположениях:

- геодинамика объекта определяется с достаточной степенью точности по данным регистрации геоэлектрического поля на N точках с координатами x_i, y_i ;

- количество точек зондирования – M .

В соответствии с принципом суперпозиции в каждой i -ой точке из N точек регистрации геоэлектрического поля источником j из группы M зондирующих сигналов создается векторный сигнал следующего вида [3]:

$$\bar{e}_{Xij} = \dot{H}_{Xij}(j\omega)I_j \exp(j\varphi_j) = [\psi_{ij}^x + \dot{H}(j\omega)\sum_{l=1} \beta_{ijl}^x]I_j \exp(j\varphi_j), \quad (1)$$

$$\bar{e}_{Yij} = \dot{H}_{Yij}(j\omega)I_j \exp(j\varphi_j) = [\psi_{ij}^y + \dot{H}(j\omega)\sum_{l=1} \beta_{ijl}^y]I_j \exp(j\varphi_j)$$

где $\dot{H}_{Xij}(j\omega)$, $\dot{H}_{Yij}(j\omega)$ - передаточные функции геоэлектрического разреза;

ψ_{ij}^x , ψ_{ij}^y - пространственные функции взаимного расположения источника зондирующего сигнала и датчиков регистрации геоэлектрических сигналов;

$\beta_{ijl}^x, \beta_{ijl}^y$ - пространственные функции взаимного расположения l -ого мнимого источника, определяемого исследуемый геодинамический объект;

I_j, φ_j - амплитуда и фаза зондирующего сигнала.

Коэффициент передачи по мнимым источникам $\dot{H}(j\omega)$ характеризуется коэффициентом контрастности в электрических параметрах контролируемой неоднородности и среды, в которой она находится.

Передаточные функции геоэлектрического разреза можно представить в виде: $\dot{H}_{Xij}(j\omega) = a_{ij}^x + jb_{ij}^x, \dot{H}_{Yij}(j\omega) = a_{ij}^y + jb_{ij}^y,$

$$\begin{aligned} a_{ij}^x &= \psi_{ij}^x + \operatorname{Re} \dot{H}(j\omega) \sum_{l=1} \beta_{ijl}^x, & b_{ij}^x &= \psi_{ij}^x + \operatorname{Im} \dot{H}(j\omega) \sum_{l=1} \beta_{ijl}^x, \\ a_{ij}^y &= \psi_{ij}^y + \operatorname{Re} \dot{H}(j\omega) \sum_{l=1} \beta_{ijl}^y, & b_{ij}^y &= \psi_{ij}^y + \operatorname{Im} \dot{H}(j\omega) \sum_{l=1} \beta_{ijl}^y. \end{aligned} \quad (2)$$

Коэффициенты уравнений (2) a_{ij}^x, b_{ij}^x и a_{ij}^y, b_{ij}^y определяются при начальной настройке измерительной системы за счет поочередного включения полюсов источников зондирующего сигнала. Пространственные функции взаимного расположения источника зондирующего сигнала и датчиков регистрации геоэлектрических сигналов задаются на основе расчетных моделей[5].

Структура системы автоматизированного контроля геодинамических объектов на основе геоэлектрических методов.

Как уже было сказано выше, под геодинамическим объектом в данной работе понимаются локальные деструктивные процессы, которые состоят из движения и деформации горного массива под действием эндогенных и экзогенных факторов. Поэтому назначением системы автоматизированного контроля геодинамических объектов является постоянный мониторинг геологических процессов происходящих в земле, а также разработка мероприятий для ликвидации причин возникновения опасных ситуаций. Основой ее построения является геоэлектрические методы экспресс анализа геологической среды. Использование этих

методов дает возможность использования распределенных геоэлектрических измерений для оценки развития деструктивных геологических процессов на территории[7].

Принцип построения системы контроля геодинамических объектов на основе геоэлектрических методов с привязкой к административно-хозяйственной системе представлен на рисунке 1.

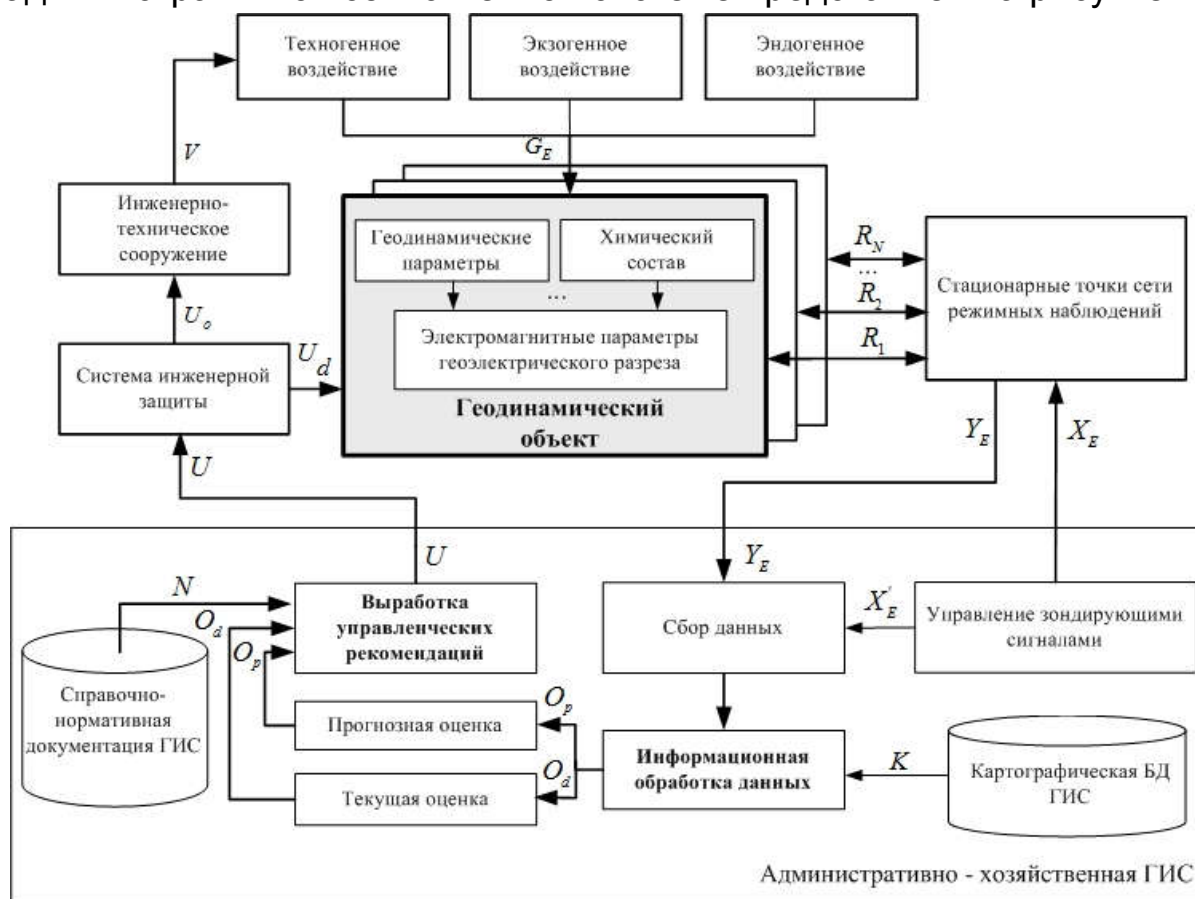


Рис.1 Структура системы контроля геодинамических объектов

В приведенной структуре показано, что на геодинамический объект оказывают влияние внешние и внутренние факторы G_E . Внешние и внутренние воздействия по отношению к геодинамическому объекту геологической среды можно разделить на техногенные, экзогенные и эндогенные.

При исследовании геологической среды и контроле геодинамического объекта можно выделить его геодинамические параметры, электромагнитные параметры геоэлектрического разреза, а также химический состав определяющий состав геологической среды.

В системе автоматизированного контроля деструктивных процессов, используются геоэлектрические методы зондирования, посредством управления зондирующими сигналами оказывается воздействие X_E на электромагнитные параметры геологической среды [6].

Данные о формируемых зондирующих сигналах X'_E и полученные отклики сигналов Y_E электромагнитных параметров геологического разреза получает блок сбора данных со стационарных точек наблюдений R и передаёт на обработку $D = \{Y_E \rightarrow X'_E\}$, где $f_Y: X_E \times E \rightarrow Y_E$. Данные о сигналах D и картографические данные исследуемой прилегающей местности K , систематизируются и передаются для формирования текущей оценки геодинамики контролируемого объекта O_d и для прогнозной оценки состояния геологической среды O_p . Т.е., $f_O: D \times K \rightarrow O$, где $O = \{O_d, O_p\}$. На основе оценки O и справочно-нормативных документации ГИС N , производится выработка управленческих рекомендаций U для сотрудников структуры инженерной защиты для принятия своевременных решений, препятствующих возникновению аварийной либо катастрофической ситуации [8]. Управляющие воздействия оказываются как на геодинамический объект U_d , (например, укрепление грунта), так и на инженерно-техническое сооружение U_o , (вплоть до эвакуации людей и приостановке деятельности предприятия). Т.е., $f_U: O \times N \rightarrow U$, где $U = \{U_d, U_o\}$.

Вследствие этого, определяющей особенностью геодинамического контроля является контроль как периодических изменений в среде, вызванных циклическими факторами.

Заключение

В статье рассмотрены методы локации деструктивных процессов основанные на геоэлектрическом контроле среды. Геофизические исследования с применением геоэлектрических методов позволяют более качественно проводить оценку геодинамики территорий, организовать долговременные электромагнитные наблюдения, включающие проведение измерений и регистрацию геодинамических данных. В работе также рассмотрена схема взаимодействия административно –

хозяйственной системы с природно-технической средой и воздействующими негативными факторами, что позволит формировать краткосрочные и долгосрочные прогнозные оценки катастрофической геодинамики объекта исследования.

Литература

1. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология 9 –е издание: Изд-во "Academia" - 2014. 448с.;
2. Романов Р.В., Дорофеев Н.В. Использование геофизических методов локализации карстового процесса // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №1(19), 2014.;
3. Романов Р.В., Дорофеев Н.В. Разработка методики построения специализированных географических информационно – аналитических систем реального времени. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Электронный научный журнал / под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова. Вып. 3 (32). – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2015.;
4. Кузичкин О.Р. Алгоритмы обработки данных в многополюсных электролокационных системах. // Радиотехника. 2007, №6, с. 34-37.
5. Кузичкин О.Р., Кулигин М.Н., Калинкина Н.Е. Регистрация геодинамики поверхностных неоднородностей при электроразведке эквипотенциальным методом. //Методы и устройства передачи и обработки информации. 2001, №1, с. 107-109;
6. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Структура обработки информации в системах электромагнитного геоэкологического мониторинга геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Электронный научный журнал / под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова. Вып. 2 (20). – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012 – С. 69-76.
7. Романов Р.В., Кузичкин О.Р., Греченева А.В. Геоэкологический контроль водоносного горизонта в нецентрализованной системе водоснабжения на локальном уровне. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс" (Орел) ISSN: 2073-7408 №3(311) 2015. - с.137-142;
8. Романов Р.В. Применение сервис – ориентированной архитектуры в географической информационно-аналитической системе для магнитотеллурического геодинамического мониторинга. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Электронный научный журнал / под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова. Вып. 1 (23). – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2013;