

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА УЧАСТКА ЗЕМЛИ

Д.А. Гвоздѐв , В.П. Тарасюк

Введение

При строительстве дорог и различных сооружений, а также для наблюдения проблемных (сейсмоактивных) участков является необходимым исследование земной поверхности.

При строительстве необходима разведка поверхностных слоѐв земной коры для приблизительного определения структуры: какие материалы (речь идёт только о гипотетическом предположении на основании результатов рассчитанного удельного сопротивления) и в каком порядке залегают. На основании полученных результатов специалисты (георазведчики) делают выводы: есть ли подземные воды и глубоко ли они; не будет ли проседаний, разломов, оползней на данном участке; пригоден ли участок под строительство в виду структуры залегания материалов.

На проблемных участках необходимы постоянные наблюдения за геоэлектрическим разрезом (например, в зоне сейсмической активности). При этом важно не столько само определение материалов, сколько наблюдение за структурой разреза и своевременное выявление изменений в ней для своевременного предупреждения возможных аварий или извещение о них.

Постановка проблемы.

На рисунке 1 приведены диаграммы геоэлектрических разрезов дамбы.

На приведенных диаграммах участкам насыпных грунтов с низким электрическим сопротивлением соответствуют черные и синие тона, а участкам грунтов с высоким электрическим сопротивлением – от желто-зеленых до красно-коричневых и коричневых тонов.

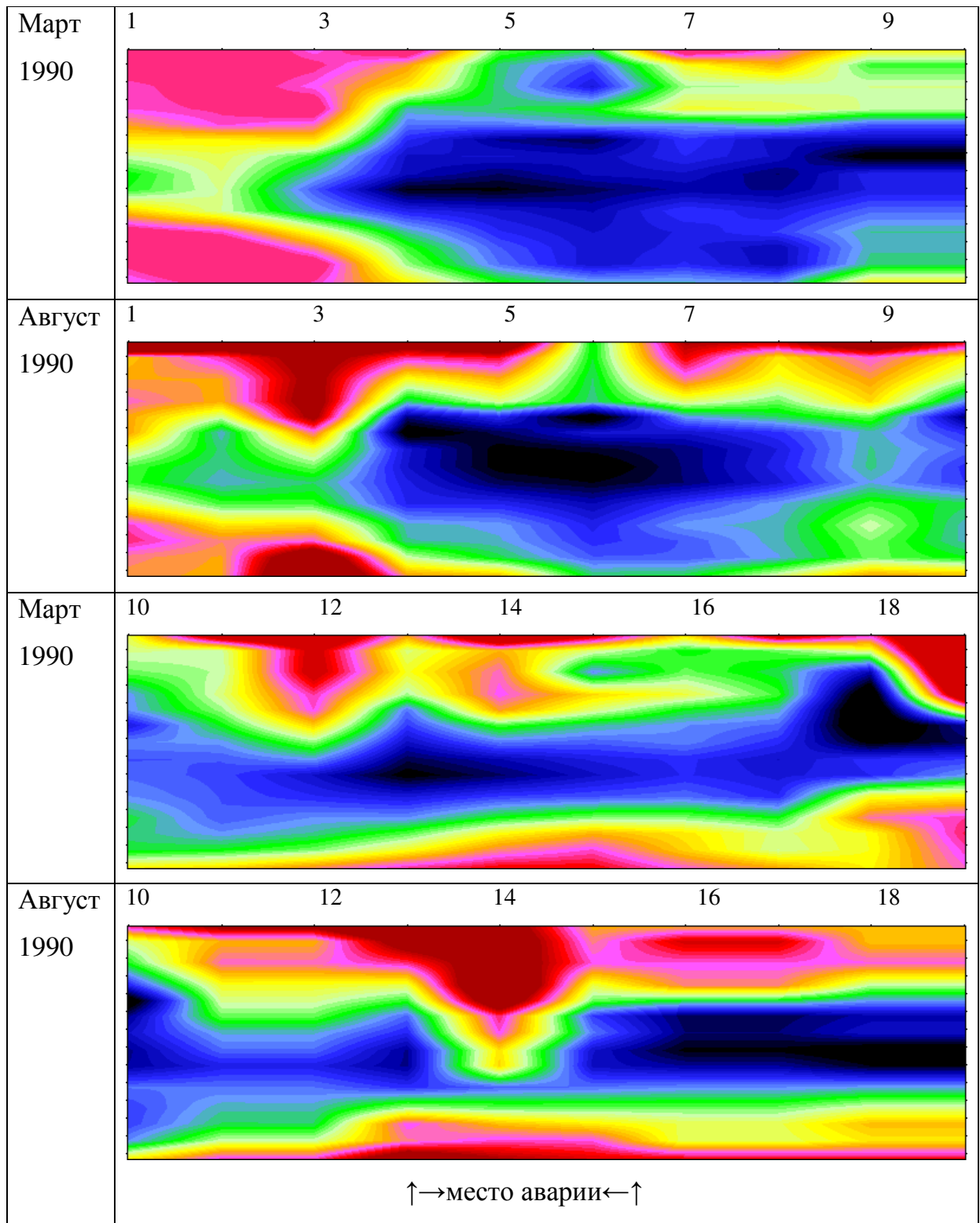


Рисунок 1 – Диаграммы геоэлектрического разреза дамбы

Уменьшение мощности низкоомных грунтов в районе ПК 14 свидетельствует о высыхивании вышележащей части массива и увеличении скорости

фильтрационного потока. В результате этого скорость фильтрационного потока превысила критическую для процесса механической суффозии, начался вымыв мелких песчано-глинистых частиц и, как следствие, образование полостей в теле дамбы, на основании чего сделано предположение о возможности обрушения вышележащих грунтов и размыв тела дамбы технологическими водами.

Эти диаграммы построены путём обработки на компьютере с помощью программного обеспечения IPI2 Win полевых результатов наблюдений, полученных методом сопротивлений (одним из методов электроразведки).

Поэтому возникла необходимость в разработке и проектировании автоматизированной электронной системы контроля параметров геоэлектрического разреза участка земной поверхности для стационарных (многократных и долгосрочных) наблюдений.

Анализ известных решений.

Потенциальные возможности геофизических методов разведки определяются набором решенных на данный момент прямых задач вычисленного аналитическим путем распределения физических полей при известных либо заданных параметрах геологической среды, мощности пластов, их удельного электрического сопротивления, плотности, влажности, магнитной восприимчивости, пористости, естественной радиоактивности и т.д.

Для решения прямых задач по указанным выше направлениям создана программа IPI2 Win Московским государственным университетом для ПЭВМ Pentium-IV, в программе используется восьми точечный фильтр Абрамовой, трансформанта рассчитывается по формуле Ваньяна. Параметры геологического разреза и физико-механические свойства горных пород вводятся в ПЭВМ в диалоговом режиме, результаты вычислений выдаются на печать в виде соответствующих таблиц и графиков [4-5].

Примером геолого-геофизических изысканий с целью определения физического состояния и картирования путей фильтрации шламовых вод на подрабатываемых территориях могут служить исследования, выполненные на шламонакопителе ЦОФ "Красная Звезда" в Шахтерском районе Донецкой области,

хвостохранилище Новокриворожского ГОК в Днепропетровской области и шламонакопителе Макеевского коксохимического завода [6].

В данных случаях комплексными геофизическими исследованиями подтверждено наличие активных геодинамических зон в районе тальвега балок, именно в этих местах установлены места сосредоточенной фильтрации шламовых вод и максимального загрязнения подземных вод и грунтов промышленными стоками.

Фотогеологическая документация и визуальный осмотр мест аварий показывают отсутствие материала оползневых тел, отмечены лишь незначительные по размерам конусы выноса мелкообломочного материала, слагающего тело дамбы. Крупнообломочный материал скальной пригрузки поверхности дамбы смещается по вертикали, практически не подвергаясь горизонтальным смещениям.

В проанализированных случаях, имеют дело не с оползновыми явлениями, а с провальными, вызванными активными суффозионными процессами, протекающими в насыпных грунтах дамбы и естественных грунтах ее основания. Существующая методика расчета коэффициента запаса устойчивости сооружения не совсем корректна, так как учитывает только оползневые явления и практически не учитывает процессы механической суффозии грунтов. Более того, по существующим представлениям понижение уровня депрессионной кривой по отношению к проектному рассматривается как благоприятный фактор. Но по наблюдениям локальное понижение депрессионной кривой является одним из диагностических признаков протекающих в массиве дамбы и ее основания процессов механической суффозии и предвестником проседания участков поверхности дамбы.

Разработанный на основе длительных исследований дамб гидротехнических сооружений комплексный параметр учитывает результаты электроразведочных работ по методу сопротивлений с помощью специально разработанных для этой цели модификаций, амплитудно-фазовых измерений, ЕИЭМПЗ, ра-

диометрических и некоторых других методов и позволяет уверенно выделять в массиве именно такие участки.

Изложение основного материала.

Используемый электроразведочный метод – метод сопротивлений (рис.2). В основу методов сопротивлений положена зависимость удельного электрического сопротивления горных пород от строения геоэлектрического разреза.

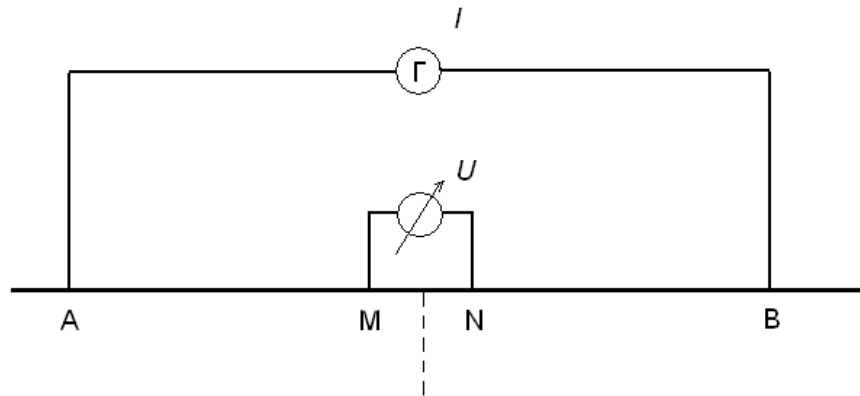


Рисунок 2 - Схема электроразведочного метода сопротивлений

При работе этими методами электрическое поле создают искусственным путем при помощи двух питающих заземлений *A* и *B*, через которые в земле пропускают электрический ток I_{AB} . При помощи измерительных заземлений *M* и *N* (часто называемые электродами в электроразведке), подключенных к измерительному прибору, получают разность потенциалов ΔU_{MN} между точками, в которых установлены эти электроды.

Затем вычисляют удельное электрическое сопротивление среды ρ_k (в Ом · м) по формулам:

$$\rho_k = K \cdot \frac{\Delta U_{MN}}{I_{AB}} \text{ - удельное сопротивление;}$$

$$K = \frac{2 \cdot \pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)} \text{ - коэффициент установки;}$$

$$h = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{10}\right) AB - \text{глубина исследования};$$

$$AB_{\max} \approx 1000 \text{ м.}$$

Наблюдая на поверхности земли распределение ρ_k , можно решать различные геологические задачи. При применении метода сопротивлений можно использовать как постоянный ток, так и переменный низкочастотный.

Постоянный ток применяется на больших (протяжённых) линиях для исключения индуктивной составляющей и для выполнения измерений методом вынужденных поляризации.

Переменный ток используется чётко определённой частоты - 4,88 Гц. Это необходимо для подавления основной промышленной наводки (частота не должна быть кратной 50 Гц), для исключения сетевой помехи. По форме - меандр со скважностью 2.

Благодаря тому что в измерительных установках питающие и измерительные электроды могут располагаться по-разному, метод сопротивлений имеет много модификаций, которые составляют две большие группы — электропрофилирование и вертикальное электрическое зондирование, различающиеся принципом изучения электрического поля. В электропрофилировании (ЭП) исследуется характер изменения кажущегося сопротивления пород вдоль линии наблюдения (профиля) при неизменных размерах установки, а при вертикальном электрическом зондировании (ВЭЗ) измеряется кажущееся сопротивление пород в какой-то точке земли; при этом изменяются размеры установки, а следовательно, и глубина прохождения тока, а неизменным остается положение центра установки.

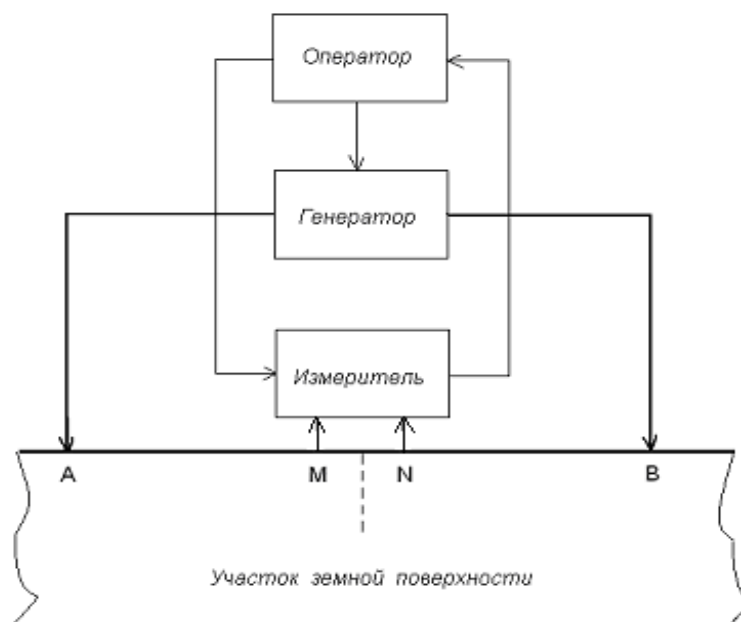


Рисунок 3 - Структурная схема электроразведочного метода сопротивлений

Каждая из этих групп в зависимости от типа измерительной установки подразделяется на следующие модификации: симметричное зондирование (или профилирование), дипольное, трехэлектродное, круговое зондирование (или профилирование) и т. д.

Но установка и проводимые исследования, описанные в *методе сопротивлений*, далеко не совершенны: процесс исследования, а также первичная обработка результатов (полевой журнал) производится вручную. Есть необходимость разработки одновременно регистрирующей и обрабатывающей электронной системы, которая бы контролировала несколько различных параметров (температура, влажность) и сама управляла бы процессом исследования, а также обрабатывала бы результаты до удобной, для восприятия, формы.

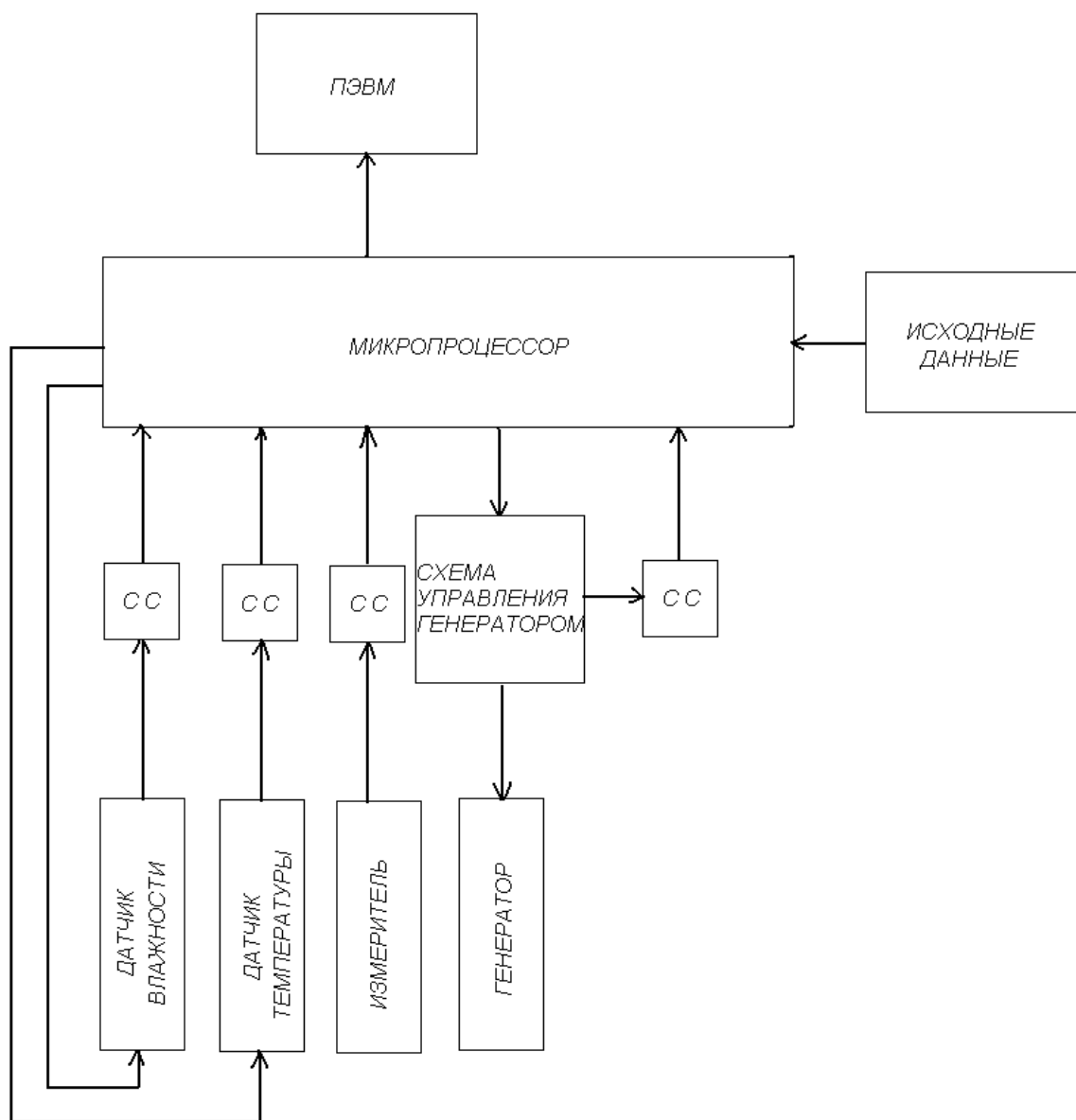


Рисунок 4 - Структурная схема функциональных блоков электронной системы

Стационарность установки будет реализована путём проектирования и применения многоканального «Генератора», что создаст возможность для организации сразу нескольких питающих линий.

Выводы.

Рассмотрение методологических и физических основ свидетельствует о том, что в комплексе с разумным объемом бурения разведочных скважин геофизические методы разведки можно успешно применять для изучения неблаго-

приятных физико-геологических процессов и явлений, протекающих в массиве горных пород:

- сдвигание горных пород и образование уступов земной поверхности при проведении в недрах горных работ,
- нарушение гидрогеологического режима в результате подработки, оползни на естественных и искусственных склонах,
- загрязнение подземных вод и грунтов промышленными стоками из гидротехнических сооружений,
- провальные явления над пустотами естественного и искусственного происхождения и т. д.

Специфические особенности геофизических методов исследований в варианте мониторинга позволяют однозначно зафиксировать любые изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород непосредственно после проведения тех или иных горных работ в недрах территории.

С высокой точностью определяются плановое положение мест образования уступов дневной поверхности, границ мульды сдвижения. Успешно изучается динамика развития провальных явлений поверхности над полостями искусственного и естественного происхождения.

Кроме этого, предложенным комплексом методов успешно изучается режим подземных вод и предвестники активизации оползневых явлений на оползне опасных склонах.

В настоящее время ведутся работы по разработке «Генератора» с теми же функциональными возможностями, но с меньшими габаритами и большей удельной мощностью (выходной ток до 1 А). Устройство разрабатывается на новейшей элементной базе. Вся схмотехническая часть будет выполнена на импульсной схмотехнике с применением высокочастотных преобразований.

В рассмотренной электронной системе в результате автоматизации и стационарности проведения исследований вмешательство человека-оператора в процесс исследования сведено к минимуму, а, следовательно, сведён к мини-

муму и риск для жизни, т.к. при использовании значения выходного тока «Генератора» близкого к 1 А на поверхности земли вблизи питающих электродов создаётся значение напряжения около 300 В.

Литература.

1. Рац М.В. Структурные модели в инженерной геологии. - М.: Недра, 1983.-216 с.
2. Ляховицкий В.И., Хмелевской В.К., Яценко З.Г. Инженерная геофизика. - М.: Недра, 1989.- 262 с.
3. Матвеев В.С., Чубаров В.Н., Черняк Г.Я. и др. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. -М.: Недра, 1985.- 184 с.
4. Электрическое зондирование геологической среды. Ч.1. Под ред. Шевнина В.А., Хмелевского В.К. -М.; изд. МГУ, 1988.- 177 с.
5. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. - М.: Недра, 1990.-501 с.
6. Шолпо Л. Е, Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. -Л.: Недра, 1977.- 182 с.
7. Закревский Б.А. К вопросу о взаимосвязи деформаций земной поверхности с аномалиями геофизических полей. - В сб. Научные труды ВАГО. Геодезические работы на подрабатываемых территориях. - М.; изд. ВАГО, 1987.- с.53-57.