

## РЕСПУБЛИКАНСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

### ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ. ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА.

РСН 64-87

ГОССТРОЙ РСФСР

РАЗРАБОТАНЫ производственным объединением по инженерно-строительным изысканиям ("Стройизыскания") Госстроя РСФСР (исполнитель - инж. В.В.Лисицын).

ВНЕСЕНЫ ПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением новой техники, технического нормирования и типового проектирования Госстроя РСФСР (исполнитель - инж. В.К.Смирнов).

Государственный комитет РСФСР	Республиканские строительные нормы	РСН 64-87 Госстрой РСФСР
по делам строительства (Госстрой РСФСР)	Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка.	Взамен РСН 43-74

Настоящие Нормы устанавливают требования к производству электроразведочных работ, выполняемых при инженерных изысканиях для жилищно-гражданского, промышленного, сельскохозяйственного и линейного строительства. Нормы являются обязательными для всех организаций, независимо от их ведомственной подчиненности, осуществляющих электроразведочные работы при проведении инженерных изысканий для указанных видов строительства на территории РСФСР.

Требования настоящих Норм не распространяются на производство электроразведочных работ при инженерных изысканиях для гидроэнергетического, транспортного, мелиоративного и других специальных видов строительства.

#### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Электроразведка предназначена для решения большого круга инженерно-геологических, гидрогеологических и специальных задач и объединяет группу методов разведочной геофизики, основанных на наблюдении и изучении особенностей распределения характеристик электромагнитных полей естественного или искусственного происхождения.

Внесены ПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР	Утверждены постановлением Государственного комитета РСФСР по делам строительства от 15 апреля 1987 г. № 42	Срок введения в действие с 1 января 1988 г.
--	--	---

Электроразведка является ведущим методом комплекса геофизических работ и в зависимости от решаемых задач и инженерно-геологических условий может применяться либо самостоятельно, либо

в сочетании с другими геофизическими и инженерно-геологическими методами.

**1.2.** Нормами регламентируются следующие электроразведочные методы, имеющие наибольшее применение в инженерных изысканиях:

- естественного электрического поля (ЕЭП);
- электрического зондирования (ЭЗ);
- электропрофилирования (ЭП);
- вызванной поляризации (ВП);
- заряда (МЗ).

При решении отдельных инженерно-геологических задач в опытном порядке применяются электромагнитные методы.

По характеру используемых полей выделяются следующие методы: индуктивные, магнитотеллурические, частотные, радиоволновые, радиолокационные и др. В случае их применения следует руководствоваться соответствующими инструкциями, рекомендациями и пособиями.

**1.3.** Электроразведку следует применять для решения следующих инженерно-геологических и гидрогеологических задач:

- расчленение разреза на литологические слои;
- определение глубины залегания кровли скальных грунтов;
- картирование погребенных речных долин;
- картирование вечномерзлых грунтов;
- выявление и оконтуривание закарстованных зон;
- установление и прослеживание тектонических нарушений и зон трещиноватости;
- определение положения уровня грунтовых вод;
- определение направления и скорости движения подземных вод;
- определение коррозионной активности грунтов и наличия блуждающих токов.

Все вышеперечисленные задачи решаются, как правило, при использовании нескольких электроразведочных методов или комплекса геофизических методов, включающих электроразведку.

При проведении работ по определению коррозионной активности грунтов и наличия блуждающих токов необходимо руководствоваться также требованиями ГОСТ 9.015-74\*.

**1.4.** При производстве работ масштабы и густота расположения сети наблюдений устанавливаются в зависимости от стадии изысканий, сложности геологического строения изучаемой территории, требуемой точности результатов и определяются целями и поставленными задачами.

При выборе рабочей сети съемки расстояние между точками наблюдений задаются такими, чтобы изучаемый объект (зона нарушения, карстовая зона и т.д.) четко выделялся не менее чем на двух профилях и 3-4 точками на профиле.

Работы по детализации выявленных аномалий проводятся в следующем по крупности масштабе.

**1.5.** Применение электроразведочных методов основано на различии грунтов по электрическим свойствам (удельное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость и др.)

Удельное электрическое сопротивление ( $УЭС$ ) грунтов меняется в широких пределах - от долей до сотен тысяч Омм и зависит от состава, состояния, влажности (льдистости), засоленности, пористости, трещиноватости, размеров и формы поровых каналов.

**1.6.** Для уверенной интерпретации результатов полевых электроразведочных работ следует в обязательном порядке проводить параметрические измерения вблизи скважин (дудок, шурфов), на обнажениях, а в ряде случаев дополнять полевые исследования лабораторными измерениями электрических параметров на образцах и моделях грунтов.

1.7. При инженерно-геологических изысканиях в основном изучается верхняя 15 - 30-метровая толща; при решении отдельных задач глубинность увеличивается до 150-200 м.

Глубина эффективного проникновения электрического тока в землю (Нэф) зависит от структуры геоэлектрического разреза и может изменяться от 0,5 до 0,1 расстояния между токовыми электродами АВ.

При составлении программ работ следует принимать максимальную величину разносов токовых электродов (АВ), равную 4 - 6 Нэф.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДЧНЫХ РАБОТ**

2.1. Электроразведочные работы должны вестись по программе, составленной, как правило, в виде отдельного раздела общей программы инженерно-геологических работ.

Программа должна содержать:

целевое назначение проектируемых работ, увязанное с решением инженерно-геологических и гидрогеологических задач;

методику работ, включая сведения о масштабе и густоте сети наблюдений, объемах параметрических и контрольных измерений, о необходимой точности полевых измерений, технике безопасности и охране окружающей среды;

ожидаемые объемы и результаты работ.

Для небольших по объему электроразведочных работ допускается составлять предписание.

2.2. Электроразведочные работы следует проводить полевыми отрядами (бригадами), являющимися первичными производственными подразделениями, организуемыми для выполнения работ одним из электроразведочных методов с помощью одного электроразведочного прибора, станции или комплекта аппаратуры.

2.3. Указанные отряды (бригады) входят в состав комплексной геофизической (инженерно-геологической) партии.

Укомплектование отряда (бригады) кадрами производится в соответствии с видами и объемами работ, предусмотренными программой и действующим ЕНВиР-И.

2.4. Инженерно-технический состав партии (отряда) комплектуется из следующих работников: начальник партии (отряда), старший геофизик, геофизик (инженер-интерпретатор), старший техник (оператор), техник (вычислитель).

2.5. Начальник партии (отряда) несет ответственность за работу партии (отряда), обеспечивает партию (отряд) необходимой аппаратурой и оборудованием, проводит контроль за производством и качеством работ, несет ответственность за правильное использование и сохранность аппаратуры и оборудования.

2.6. Старший геофизик следит за правильностью ведения работ, непосредственно обеспечивает контроль за качеством наблюдений, руководит обработкой, интерпретацией и оформлением материалов, непосредственно участвует в составлении отчета, обеспечивает партию (отряд) необходимыми нормативно-методическими документами и организует технику.

2.7. Инженер-интерпретатор (геофизик) непосредственно руководит камеральной обработкой полевых материалов. Совместно с начальником и старшим геофизиком партии (отряда) или по их поручению производит приемку полевой документации от полевых отрядов, руководит обработкой и осуществляет интерпретацию материалов, принимает участие в составлении отчета.

2.8. Старший техник (техник-оператор) организует работу на участке, производит наблюдения и ведет документацию полевых наблюдений, руководит первичной обработкой материалов, несет

ответственность за рабочее состояние аппаратуры и правильность производства наблюдений с ней; в отдельных случаях принимает участие в камеральной обработке материалов, составлении отчетов, а также в ремонте и наладке аппаратуры.

**2.9.** Техник (вычислитель) ведет полевую документацию, производит контрольные вычисления, построение кривых ВЭЗ и графиков ЭП, выполняет другие вспомогательные работы под руководством старшего техника.

**2.10.** Персонал электроразведочных отрядов (бригад) организует и выполняет работы в соответствии с действующими "Правилами безопасности при геологоразведочных работах" (М., Недра, 1976 г.).

**2.11.** После оформления сметно-договорной документации на место работ должен выехать представитель партии (либо нач. партии) для получения разрешения на производство работ, проведения рекогносцировки, организации базы партии (отряда) и найма временных рабочих.

**2.12.** Основными техническими средствами для производства электроразведочных работ являются переносные измерительные и генераторные устройства (АНЧ-3, АНЧ-5, АЭ-72 и др.) и самоходные электроразведочные станции ("Енисей", СГЭ-72, ВП-62 и др.), а также вспомогательное оборудование - электроды (токовые и измерительные), катушки (лебедки), комплекты проводов, батареи питания, контрольно-измерительная аппаратура и др.

**2.13.** Все виды работ с электроразведочной аппаратурой (эксплуатация, ремонт, наладка, транспортировка и т.д.) должны выполняться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации (ГОСТ 2.601-68).

**2.14.** При получении со склада аппаратуры, оборудования и материалов их техническое состояние должно быть проверено начальником партии или его доверенным лицом.

Аппаратура, полученная со склада, должна быть отрегулирована, испытана и иметь паспорт установленной формы.

**2.15.** При использовании в качестве источников питания сухих батарей необходимо проверить их внешнее состояние, напряжение под нагрузкой и внутреннее сопротивление. Проверку и приемку генераторных установок (АНЧ, СГЭ-72, ВПО-62 и др.) следует производить в соответствии с требованиями соответствующих инструкций по эксплуатации, прилагаемых к этим установкам.

**2.16.** Полевой электроразведочный отряд (бригада) должен быть обеспечен специальными проводами марок ГПСМПО, ГПСМП, ПСРП и др., соединительными проводами в гибком шланге, железными или стальными электродами для заземления токовых линий и медными (латунными) электродами для измерительных линий, кувалдами и молотками для забивки электродов, а также резиновыми ковриками, изоляционными материалами (изоляционной лентой, лентой "пара", резиновым клеем).

При работе по методам естественного поля и вызванной поляризации необходимо иметь неполяризующиеся электроды с набором химреактивов для их зарядки (медный купорос, азотную и серную кислоту).

**2.17.** Перед началом полевых работ начальник отряда совместно с ответственными за выпуск отчета (ст. геофизиком партии), а также топографом должны осмотреть участок работ и составить задание и график работы со схемой расположения магистралей и профилей.

**2.18.** Разбивка и привязка сети наблюдений должны производиться до начала проведения электроразведочных работ в соответствии с действующими нормативно-методическими документами по топографо-геодезическим работам (СН 212-73 и др.).

**2.19.** При проведении работ в городских условиях, а также в населенных пунктах со значительной плотностью населения следует иметь соответствующие предупредительные сигналы и простейшие устройства для перехода дорог питающими линиями.

**2.20.** При производстве работ необходимо выполнение требований "Правил безопасности при геологоразведочных работах", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", инструкций по технике безопасности для рабочих применительно к их профессии.

### **3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

#### **3.1. Метод естественного электрического поля (ЕЭП)**

**3.1.1.** Метод естественного электрического поля (ЕЭП) следует применять для поисков источников водоснабжения, выявления мест фильтрации вод из водохранилища и каналов, изучения динамики влагопереноса в зоне аэрации, изучения оползней, выявления зон тектонических нарушений, определения коррозионной активности грунтов и наличия блуждающих токов.

**3.1.2.** Необходимым условием для проведения работ методом ЕЭП является наличие благоприятной гидрогеологической, гидрохимической и геологической обстановки, способствующей созданию достаточно интенсивных естественных электрических полей. Препятствием для применения метода являются блуждающие токи.

**3.1.3.** Наблюдения в методе ЕЭП проводятся двумя способами - потенциала и градиента потенциала.

В способе потенциала измеряют потенциал точки М по отношению к какой-либо опорной точке профиля (точке N); в способе градиента потенциала - разность потенциалов между соседними точками.

Наблюдения в основном следует производить по способу потенциала. Способ градиента применяется в условиях наличия электрических помех (блуждающих токов).

**3.1.4.** Для работы по методу ЕЭП применяется аппаратура типа АЭ-72. При стационарных наблюдениях в случае непрерывной регистрации сигналов следует использовать записывающие приборы типа ПАСК-9, ФР-5, Н-361 и др.

**3.1.5.** В качестве измерительных электродов используются неполяризующиеся электроды, для соединения - легкие провода типа ГПСМПО, ПСРП. Измерения следует проводить с использованием тщательно выбранных неполяризующихся электродов, имеющих малую разность собственных потенциалов (не более 1-2 мВ) и устойчивых во времени.

В процессе работы электроды необходимо устанавливать в разрыхленную почву в лунки; во время перерывов в наблюдениях электроды содержатся в идентичных условиях; после работы электроды устанавливают во влажной почве, политой медным купоросом, и соединяют друг с другом медным проводом.

**3.1.6.** При разбивке системы профилей, особенно для способа градиента, следует избегать крутых склонов, мест скопления производственных отходов, мест интенсивных утечек электрического тока. Расстояние между профилями в зависимости от ожидаемых аномалий принимается от 5 до 50-100 м, шаг наблюдений по профилю от 2 до 20 м.

**3.1.7.** Наблюдения потенциала, как правило, ведут с магистральной точки профиля, вблизи которой располагается неподвижный электрод (N). Подвижный электрод (M) перемещается по профилю. По окончании измерений на последней точке профиля производится смотка

провода с остановками для повторных (контрольных) наблюдений в точках сомнительной (неуверенной) первичной записи.

При переходе с одного профиля на следующий производится увязка значений поля между профилями по магистральным точкам (точкам стояния неподвижного электрода N на профилях) и крайними пикетами. По окончании измерений на всех профилях планшета производится повторная увязка значений поля всех профилей по магистрали.

**3.1.8.** Наблюдения по способу градиента ведутся по замкнутым полигонам, каждый из которых представляет собой два профиля, увязанных по магистрали и крайним точкам.

Наблюдения производятся с перестановкой электродов через один пикет (при переходе передний электрод остается на месте, задний переносится через два интервала вперед). При переходе с точки на точку подключение проводов к прибору не меняется. Провод, подключенный к клемме М прибора, всегда направлен вперед по ходу профиля.

**3.1.9.** Оценка точности наблюдений по способу потенциала производится по средней величине расхождения значений между основными и повторными наблюдениями. В нормальных условиях средняя величина расхождения по планшету не должна превышать 5 мВ; на отдельных точках эти расхождения не должны превышать 15 мВ; в аномальных точках  $\pm 15\%$  от измеряемой величины. Оценка точности при наблюдениях по способу градиента потенциала производится по величине невязки, которая не должна превышать 5% суммы абсолютных значений измеренных градиентов по планшету.

Расхождение наблюдений на отдельных точках в спокойном поле не должно превышать 5 мВ, в аномальных полях - 15 мВ.

**3.1.10.** При детализации аномалий основные наблюдения повторяются полностью как на аномальном, так и соседних профилях.

Повторные наблюдения необходимо проводить на каждой 5-й или 10-й точке. Помимо последних необходимо проводить контрольные наблюдения, объем которых может составлять от 10 до 30% общего объема работ.

**3.1.11.** Запись результатов наблюдений по методу ЕЭП следует проводить в полевом журнале, форма которого приведена в приложении 1, ф.4 и ф.5.

## **3.2. Метод электрического зондирования (ЭЗ)**

**3.2.1.** Метод электрического зондирования (ЭЗ) следует применять для расчленения литологического разреза и определения глубины залегания коренных пород, выявления зон трещиноватости при поисках и прослеживании крупных карстовых нарушений, подземных горных выработок, выявления линз соленых и пресных вод, локальных переуглублений, изучения мерзлых пород (выявление таликов, жильных льдов и высокольдистых пород и т.д.).

**3.2.2.** Наиболее благоприятными для эффективного применения вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) являются следующие условия:

- углы наклона геоэлектрических границ не превышает  $20^\circ$ ;
- наличие небольшого количества геоэлектрических слоев в разрезе при их значительной дифференциации по удельному электрическому сопротивлению;
- отсутствие экранирующих (высокого и низкого сопротивления) горизонтов в разрезе;
- наличие опорного электрического горизонта.

**3.2.3.** Для выявления структур с углами падения до  $40^\circ$  следует использовать установку по способу "двух составляющих", в которых

измерения осуществляются двумя взаимно перпендикулярными приемными (измерительными) линиями с общим центром.

**3.2.4.** Сеть наблюдений выбирается в зависимости от поставленных задач, размеров и глубины залегания изучаемых объектов.

Критерием выбора оптимального расстояния между точками ВЭЗ является требование прослеживаемости выделяемых геоэлектрических границ не менее чем на двух-трех соседних ВЭЗ.

При рекогносцировочных работах расстояние между точками ВЭЗ принимается равным 100-200 м, а расстояние между профилями - 200-500 м.

При детальных исследованиях расстояния между точками ВЭЗ и разведочными профилями уменьшается до 25-50 м.

**3.2.5.** Для изучения возможных искажений, связанных с горизонтальной неоднородностью разреза, должны быть выполнены "крестовые" зондирования. "Крестовые" зондирования производятся также в тех точках, когда по характеру полученной кривой зондирования (кривой ВЭЗ) предполагается резкое проявление горизонтальной неоднородности.

Объем "крестовых" зондирований должен быть не менее 5% общего объема зондирований.

Для установления преимущественного направления зон трещиноватости (установления анизотропии разреза) выполняются круговые зондирования по четырем азимутам через 45°.

**3.2.6.** ВЭЗ выполняется симметричной установкой AMNB. Рекомендуемые разносы линий АВ и MN приведены в приложении 2.

Максимальная длина разносов АВ определяется необходимостью четкого выделения на кривой ВЭЗ опорного горизонта не менее чем тремя точками.

При переходе от одной измерительной линии к другой обязательно перекрытие кривой ВЭЗ в двух точках.

**3.2.7.** При выполнении ВЭЗ необходимо соблюдать следующие требования:

центр ВЭЗ следует располагать на ровном месте, поблизости от которого в радиусе 20-30 м нет ям, канав или естественных неровностей рельефа;

легкость подъезда (или подхода) к центру ВЭЗ;

при ориентировке разносов следует избегать пересечений линий с подземными коммуникациями, ЛЭП, железнодорожными путями, резко неоднородными толщами, залегающими вблизи поверхности, резкими формами рельефа, речками, застроенными территориями;

направление разносов токовых электродов (АВ) выбирается с учетом тектонических и геоморфологических особенностей района работ, условий проходимости и удобства работ вдоль профиля.

**3.2.8.** При устройстве заземлений должны быть приняты меры для уменьшения сопротивления заземления путем увеличения количества электродов в токовых линиях или подлива воды.

В случае неблагоприятных условий заземления положение электродов может быть смещено относительно заданной точки в месть, наиболее благоприятное для устройства заземления, при этом смещение заземлений до  $0,1\left(\frac{AB}{2}\right)$  практически не влияет на результаты измерений.

**3.2.9.** Для уменьшения возможного влияния утечек измерительную линию следует располагать в 1-5 м от токовой (при разносах АВ до 100 м); в сырую погоду - до 10 м.

Все возможные источники утечек (прибор, батареи, катушки токовых линий) следует располагать по возможности дальше от измерительных электродов.

При измерении утечки следует выполнять требование техники безопасности. При хорошей изоляции проводов и сухой почве контроль утечки в методе ВЭЗ следует производить на максимальных разностях АВ.

В сырую погоду, при влажной почве и плохом состоянии проводов контроль утечки производится на каждой измерительной линии при максимальных разностях АВ для данной линии MN.

Величина утечки считается допустимой, если разность потенциалов, обусловленная наличием утечки, не превышает 5% измеряемой разности потенциалов.

**3.2.10.** Работы по методу ВЭЗ проводятся с помощью переносной аппаратуры типа АЭ-72, или электроразведочными станциями типа "Енисей"; в случае наличия сильных электрических помех - на переменном токе низкой частоты типа АНЧ. В качестве источников питания используются батареи типа 29ГРМЦ-13 и 69ГРМЦ-6, а в благоприятных случаях (в случаях высокоомного разреза) - батареи серии ПМЦГ или АМЦГ. При применении разносов более 1 км следует использовать электроразведочные станции.

**3.2.11.** Запись результатов зондирования следует заносить в полевой журнал, форма которого приведена в приложении 1, ф.6. Параллельно с записью результатов вычерчивается кривая зондирования (кривая ВЭЗ) на логарифмическом бланке с модулем 6,25.

До нанесения на бланк результата измерений на данном разное переход на следующий разнос не разрешается.

Во всех точках, где нарушается закономерный ход кривых, следует проверять правильность размеров линий АВ, брать повторные замеры, проводить контроль утечки в линиях. Измерение расстояний между заземлениями должно проводиться с погрешностью не более 1%, при малых разностях АВ (менее 5 м) допускается погрешность измерения до 3%.

**3.2.12.** Отклонение значений  $\rho_k$  от их среднего арифметического при повторных измерениях не должно превышать  $\pm 5\%$ . Абсолютная разность средних арифметических значений  $\rho_k$  контрольного и основного зондирования не должна превышать  $\pm 5\%$ ; на больших разностях при трудных условиях - до  $\pm 7\%$ .

### **3.3. Метод электропрофилирования (ЭП)**

**3.3.1.** Метод электропрофилирования на постоянном токе следует использовать для выявления и оконтуривания положения неоднородностей геологического разреза в горизонтальном направлении с приближенной оценкой интервала глубин, на которых эта локальная неоднородность наблюдается.

Метод ЭП применяется в качестве основного метода при решении следующих задач:

оконтуривание и оценка элементов залегания границ локальных неоднородностей (зон трещиноватости, тектонических нарушений, карстовых зон и т.д.);

изучение распространения в плане вечномерзлых пород и выявление в пределах мерзлых массивов льда и сильнотлистых пород, оконтуривание зон таликов, жильных льдов, изучение динамики слоя протаивания и промерзания;

картирование кровли скальных и мерзлых пород;

определение коррозионной активности грунтов.

**3.3.2.** Благоприятными условиями для применения метода ЭП являются:

крутое падение контактов пород и зон нарушений;



резкое различие в удельном сопротивлении слагающих толщ и выдержанность удельного сопротивления в каждой из толщ;

относительная простота геоэлектрического разреза.

**3.3.3.** При электропрофилировании применяются как симметричные (одно- двух- и многоразносное СЭП), так и несимметричные схемы (дипольное электропрофилирование - ДЭП, комбинированное электропрофилирование - КЭП с установкой АМNB и электропрофилирование в модификации срединного градиента - СГ).

Симметричные схемы позволяют более четко определить положение и глубину залегания неоднородностей, особенно в случае применения многоразносных схем.

Несимметричные схемы (с одним электродом, удаленном в "бесконечность", находящимся на расстоянии, в 10 раз превышающем эффективную глубину разведки в пункте измерения) обладают значительно большей чувствительностью к вертикальным неоднородностям разреза, но не позволяют точно определять положение этой неоднородности.

**3.3.4.** В местностях с плотной застройкой рекомендуется использовать ЭП в модификации срединного градиента, при этом токовые электроды схемы СГ могут устанавливаться несимметрично относительно профилей измерительных электродов, что позволяет оптимально использовать незастроенные участки территории. Коэффициенты установки в этом случае рассчитываются для каждого расположения электродов.

**3.3.5.** При изучении территорий, характеризующихся значительной изменчивостью УЭС в плане, особенно в случаях необходимости выделения локальных неоднородностей разреза, рекомендуется использовать схему "вычитания полей".

Сущность ее заключается в установке вместо одной питающей линии двух параллельных питающих линий с отдельными источниками питания и противоположно направленными в них токами.

Длина линий должна отличаться друг от друга не более чем в 1,5 раза.

Сила тока в токовых линиях рассчитывается по специальным формулам таким образом, чтобы плотность тока в верхней части толщи разреза, соответствующей более короткой линии, полностью компенсировалась плотностью тока, создаваемой более длинной линией. Эффективная глубина разведки при использовании схемы "вычитания полей" принимается равной 0,9 АВ.

**3.3.6.** Измерения в методе ЭП выполняются с помощью переносных приборов на постоянном (АЭ-72) и переменном (АНЧ-3) токе.

КЭП и СЭП выполняются с аппаратурой постоянного тока.

ЭП в модификации СГ и ДЭП целесообразно выполнять с низкочастотной аппаратурой.

**3.3.7.** Работы методом ЭП следует вести по предварительно разбитой сети.

Разведочные профили следует ориентировать по возможности вкрест простирания изучаемых объектов с учетом рельефа местности.

**3.3.8.** При проведении работ методом ЭП в случаях обнаружения аномалий на концах профилей измерения должны быть продолжены до выхода в нормальное поле.

**3.3.9.** Размеры токовых и измерительных линий, а также разносы установок в методе ЭП выбираются такими, чтобы изучаемый объект фиксировался достаточно четко. При выборе разносов следует пользоваться данными рекогносцировочных ВЭЗ и результатами параметрических работ, выполненными над известными объектами.

**3.3.10.** При выборе разносов в схеме СЭП (установка АА'MNB'В) следует руководствоваться следующими рекомендациями;

длина питающих линий должна быть кратной длине измерительной линии ( $I_{MN}$ ) и шагу измерений;

разница между разносами должна быть более  $2 I_{MN}$ ;

отношение питающих линий друг к другу выбирается таким, чтобы наиболее полно характеризовать геоэлектрический разрез.

Работы с установкой AA'MNB'В могут вестись с одной питающей линией, имеющей разрыв у заземлений А' и В', или с двумя независимыми линиями.

**3.3.11.** Оптимальная длина разносов в схеме КЭП ( $I_{AO}$  и  $I_{BO}$ ) зависит от глубины расположения и размеров изучаемых объектов.

Для исключения влияния удаленного электрода на результаты измерений его следует относить на расстояние не менее  $10I_{AO}$  от планшета работ.

**3.3.12.** При проведении работ методом ЭП в модификации срединного градиента (СГ) при одном положении питающих электродов АВ обрабатывается участок, включающий от 3 до 7 и более соседних профилей.

Измерения ведутся в средней части АВ на профилях длиной до  $0,8I_{AO}$  в обе стороны от магистральной (осевой) линии, не доходя до питающих электродов на расстояние, обеспечивающее необходимую глубину исследования.

**3.3.13.** Погрешность измерений в методе ЭП определяется по относительной разности значений  $\rho_k$  основных и повторных наблюдений.

Средняя относительная разность значений  $\rho_k$  по участку работ не должна превышать 10% (в условиях помех).

**3.3.14.** Результаты измерений при ЭП записываются в журнал (приложение 1, ф.7) и оформляются обычным порядком. В графе "Примечание" указывается привязка наблюдений к скважинам и горным выработкам. При необходимости вычерчивается абрис местности, записываются сведения о погодных условиях и других факторах, влияющих на результаты наблюдений. Одновременно строятся графики  $\rho_k$  (или  $\Delta U/J$ ). Точки соответствуют центрам измерительных линий.

Рабочие графики ЭП должны быть оформлены в день выполнения наблюдений.

#### **3.4. Метод вызванной поляризации (ВП)**

**3.4.1.** Метод вызванной поляризации (ВП) рекомендуется применять для исследования строения разреза в вертикальном и горизонтальном направлениях. Метод основан на изучении вторичных электрических полей, возникающих в результате физико-химических процессов, протекающих в породах при наложении первичного электрического поля.

**3.4.2.** Методом ВП решаются задачи расчленения разреза по литологическому составу, влажности, льдистости, выделения водоносных пород, определения уровня грунтовых вод, количественной оценки засоленности пород зоны аэрации, изучения оползневых массивов, картирования сильнольдистых мерзлых грунтов.

Метод в основном применяется для уточнения и более надежной и достоверной интерпретации результатов зондирования и профилирования.

**3.4.3.** В инженерных изысканиях метод ВП преимущественно применяется с использованием импульсов постоянного тока. Основные измеряемые величины - это кажущаяся поляризуемость  $\eta_k$  и кажущееся удельное электрическое сопротивление  $\rho_k$ .

Кажущаяся поляризуемость  $\eta_k$  характеризует отношение величины, измеренной через определенное время после выключения тока разности потенциалов,  $\Delta U_{ВП}$ , к величине разности потенциалов, измеренной во время пропускания тока,  $\Delta U_{ПП}$ , выраженное в процентах:

$$\eta_k = \frac{\Delta U_{ВП}}{\Delta U_{ПП}} \cdot 100\% .$$

**3.4.4.** Работы методом ВП проводятся в двух модификациях - зондирования (ВЭЗ ВП) и профилирования (ЭП ВП).

Применение зондирования ВЭЗ ВП наиболее эффективно для изучения массивов с горизонтальными или близко к горизонтальным (не более 20°) границами раздела отложений с различными УЭС и поляризационными свойствами.

Профилирование ЭП ВП целесообразно применять для выявления крутопадающих границ в массиве, разделяющих отложения с различными электрическими свойствами.

**3.4.5.** Измерения в методе ВЭЗ ВП рекомендуется выполнять симметричной установкой Веннера (AM=MN=AB); критерии выбора разносов установки те же, что и при обычном ВЭЗ, при этом разносы токовой и измерительной линий увеличиваются одновременно. Измерения в методе ЭП ВП выполняются также с помощью симметричных установок.

**3.4.6.** При проведении работ методом ВП используется аппаратура типа ВП-62, СВП-74, ИНФАЗ-ВП и др. Допускается применение самодельных установок к приборам АЭ-72 при условии соответствия их техническим параметрам измерений.

В качестве измерительных электродов следует использовать неполяризующиеся электроды с собственной поляризацией не более 2 мВ, в качестве токовых - металлические штыри.

**3.4.7.** Система наблюдений методом ЭП ВП устанавливается исходя из задач, решаемых этим методом.

В случае использования его в качестве основного наблюдения выполняются по системе профилей, при этом критерии выбора расстояния между профилями и шага наблюдений остаются аналогичными обычному ЭП.

При использовании метода в качестве вспомогательного измерения производятся только на аномальных участках профилей.

**3.4.8.** Результаты измерений на точке фиксируются в журнале установленной формы (приложение 1, ф.8). По данным измерений вычерчиваются графики значений  $\eta_k$  и  $\rho_k$ .

**3.4.9.** Точность измерений устанавливается путем повторных (через 10 точек) и контрольных наблюдений; общий объем последних должен составлять не менее 5%, в условиях сильных помех - 10-20%.

Точность измерений на отдельной точке оценивается по средней относительной погрешности, которая не должна превышать 5% для измерений  $\eta_k$ , 2,5% -  $\rho_k$ . В условиях насыщенных помех допускается проведение работ с удвоенной погрешностью измерений.

### 3.5. Метод заряда (МЗ)

**3.5.1.** Метод заряда (МЗ) применяется для выявления и оконтуривания заполненных карстовых полостей в околоскважинном пространстве, выделения разрывных нарушений, а также для определения направления и скорости движения подземного потока (гидрогеологический вариант МЗ).

**3.5.2.** Для решения инженерно-геологических и гидрогеологических задач в настоящее время используется метод заряда с измерением характеристик электрического поля (МЗЭП).

Эффективность метода заряда зависит от соотношения электрических параметров, проводящей среды и вмещающих пород, условий залегания проводящей среды и т.д.

Наиболее благоприятными условиями для работы МЗ являются участки с резкой контрастностью УЭС изучаемого объекта и вмещающих пород.

**3.5.3.** Работы по МЗ проводятся путем измерения градиента потенциала (основной способ регистрации). В отдельных случаях эти измерения дополняются измерением потенциала в каждой 5-10 точках для расчета поля потенциала по всему участку.

В условиях отсутствия помех измерения проводятся прибором АЭ-72, станцией типа "Енисей", при наличии помех - помехозащищенной аппаратурой типа АНЧ-3.

**3.5.4.** Измерение градиента потенциала осуществляется по профилям, ориентированным вкрест преобладающего простирания объектов - длину измерительной линии MN и шаг наблюдений обычно берут равными 5 м.

**3.5.5.** Измерение потенциала следует проводить по системе параллельных или радиальных профилей в зависимости от имеющейся ситуации. Наиболее удобной является радиальная схема наблюдений по восьми профилям (16 лучей), отходящим от устья скважины через 45°. При параллельной сетке наблюдений расстояние между профилями принимают равным 20-25 м с ориентировкой профилей вкрест предполагаемого простирания изучаемого объекта. Расстояние между точками наблюдений рекомендуется не более 10 м. При изучении тел небольших размеров сетку профилей и шаг наблюдений выбирают исходя из расчета фиксаций аномалии не менее чем по двум профилям и трем точкам на профиле.

**3.5.6.** Зарядный электрод А устанавливается в проводящей зоне изучаемого объекта (например, в карстовой полости) в скважине при помощи щеточного зонда; второй токовый электрод В ("бесконечность") заземляется на поверхности земли на расстоянии, превышающем в 10 раз глубину заземления электрода А с тем, чтобы его полем можно было пренебречь в пределах исследуемой площади.

**3.5.7.** Для учета влияния локальных поверхностных неоднородностей (техногенных образований) следует проводить измерения потенциала (градиента потенциала) при расположении зарядного электрода А на устье скважины.

**3.5.8.** Оценка точности наблюдений проводится по средней относительной разности значений рабочего (первичного) и контрольного измерений (с новой установкой электродов); при этом допустимая величина расхождения не должна превышать 10%, в условиях помех - 15%. Объем контрольных наблюдений составляет не менее 10% объема всех рабочих наблюдений.

**3.5.9.** Гидрогеологический вариант МЗ применяется в модификации изолиний потенциала.

Съемку изолиний потенциала производят по системе радиальных профилей. Зарядный электрод погружают в скважину до середины водоносного горизонта, второе заземление относят на расстояние, в 10 раз превышающее глубину погружения зарядного электрода; в скважину до уровня водоносного горизонта вводится электролит, обычно концентрированный раствор поваренной соли.

**3.5.10.** После погружения электролита снимается первая серия изолиний потенциала, называемая базисными изолиниями. Расстояние между устьем скважины и базисными изолиниями должно в 1,5-2,5 раза превышать глубину погружения зарядного электрода.

**3.5.11.** Последующая съемка изолиний производится через определенные интервалы времени, величина которых устанавливается эмпирически в соответствии со скоростью движения подземных вод в

конкретном пункте наблюдений. По направлению и величинам смещения изолиний относительно базисных судят о направлении и величине действительной скорости движения подземных вод. МЗ применяется для изучения движения относительно пресных вод с общей минерализацией до 1 г/л.

**3.5.12.** Для корреляции и определения размеров объекта, вскрытых двумя (и более) скважинами, применяют МЗ в варианте электрической корреляции (МЭК).

При проведении работ МЭК в скважине, называемой зарядной, помещают токовый электрод А, а по соседней, измерительной скважине снимают кривые потенциала или градиента потенциала (корреляционные кривые). Кривые градиента потенциала регистрируются в тех случаях, когда запись кривых потенциала затруднена из-за помех. Второй токовый электрод В относят от измерительной скважины на расстояние, в 10 раз превышающее расстояние между изучаемыми скважинами.

Измерения производятся при подъеме электрода М от забоя скважины, либо непрерывно с помощью каротажных станций, либо поточечно через 0,5-1 м с аппаратурой типа АЭ-72, АНЧ-3 или аналогичной.

**3.5.13.** При проведении работ МЭК следует особо обращать внимание на утечки в токовой линии, особенно на утечки из токовой в измерительную линию. Оценка точности проводится по обычной схеме сопоставления рабочих и контрольных измерений; эти расхождения не должны превышать 5%.

### **3.6. Электроразведка на акваториях**

**3.6.1.** При проведении электроразведки на акваториях рекомендуется применять методы ВЭЗ и ЭП. Работы могут проводиться как с поверхности воды (на речных водоемах), так и по дну водоема (озера, морской шельф и т.д.).

**3.6.2.** При проведении работ с поверхности воды необходимо иметь плавсредства (лодки, плоты), на которых устанавливаются токовая линия (две концевые лодки) и измерительная линия (центральная лодка, заякоренная).

К линиям на расстоянии 1-2 м друг от друга прикрепляются деревянные или пенопластовые бобы размерами 3-5 см для поддержания линий на плаву. Особое внимание следует уделять предотвращению сноса линий течением. Измерения проводятся по обычной схеме, только не при размотке, а при смотке токовой линии. В качестве электродов используются медные или угольные пластины размером около 10 см.

**3.6.3.** Донные зондирования рекомендуется выполнять двусторонними трехэлектродными или дипольными осевыми установками. Измерительная установка (по А.Н.Боголюбову) монтируется в виде косы с выводом концов от токовых и измерительных электродов в центре. Коса изготавливается из серийного геофизического провода (ГПСМО или ПСМО) и прикрепляется к буксирному тросу, предварительно размеченному.

**3.6.4.** При проведении донных зондирований в центре каждого ВЭЗ рекомендуется измерять глубину водоема и определять с помощью резистивиметра УЭС воды на разных уровнях.

**3.6.5.** Привязка пунктов наблюдений осуществляется с помощью двух теодолитов, устанавливаемых на берегу методом прямых засечек на пункты наблюдений. Точность привязки - не менее 5 м.

**3.6.6.** Детальность и точность расчленения разреза по данным донных ВЭЗ определяется теми же параметрами, что и в случае

обычных ВЭЗ. Регистрация наблюдений проводится в журналах обычной формы (приложение 1, ф.6).

**3.6.7.** Электроразведочные работы на акваториях целесообразно проводить зимой со льда. Для устройства заземлений ручным ледобуром или механической установкой бурят лунки. Применяется обычная донная установка. Токовые и измерительные электроды конусообразной формы изготавливают из свинца. Масса электродов подбирается в зависимости от скорости течения.

### **3.7. Документация полевых наблюдений**

**3.7.1.** Документация результатов полевых наблюдений должна вестись по установленной форме для каждого электроразведочного метода с выполнением соответствующих требований.

Основными первичными документами работы партии (отряда, бригады) являются полевые журналы, осциллограммы, диаграммные ленты наряду с журналами регистрации и обработки первичных материалов.

**3.7.2.** Полевые журналы должны быть пронумерованы до заполнения журнала. На обложке и титульном листе должны быть указаны все необходимые данные: организация, район работ, метод наблюдений, номер журнала, фамилия начальника партии (отряда), оператора, вычислителя, тип и номер прибора (станции), дата начала и окончания записей в журнале. Кроме того, необходимо написать обращение к нашедшему журнал (в случае его потери) с просьбой возвратить его по соответствующему адресу. Форма записи на титульном листе приведена в приложении 1, ф.2.

**3.7.3.** На каждом листе должен быть заголовок (не более 4-6 см) с записью необходимых сведений об участке работ, номер профиля (точки наблюдения), схеме установки, типе прибора, дате производства работ, погодных условиях.

В полевом журнале при необходимости следует сделать абрис (зарисовку) участка работ, точки зондирования или профиля наблюдения.

**3.7.4.** Записи в журнале ежедневно подписывают оператор и вычислитель. Проверка вычислений удостоверяется подписью проверявшего журнал должностного лица (начальника партии, старшего геофизика).

Приемка журнала начальником партии скрепляется его подписью в конце журнала с указанием числа страниц и выполненных точек наблюдений, а также принятых объемов работ.

**3.7.5.** Записи в журнале ведут простым карандашом средней твердости. Не допускается запись химическим карандашом и чернилами. Категорически запрещается стирание и подчистка записей.

Ошибочно записанные данные вычеркиваются тонкой линией. Не допускается ведение записей на отдельных листах с последующим переписыванием их в полевой журнал.

**3.7.6.** Параллельно с рабочими записями в журнале для всех видов ЭП, методов ВЭП, ВП и заряда вычерчивают полевые графики в определенном масштабе. Кривые зондирования (ВЭЗ) вычерчивают в поле на стандартном логарифмическом бланке модуля 6,25 см.

На графиках и бланках зондирования указываются участок работ, местоположение профиля (точки), горизонтальный и вертикальный масштабы, дата работ (на бланках ВЭЗ значение  $\rho_k$  в начале и конце кривой). Крестовые и повторные кривые зондирования вычерчиваются рядом с основной кривой штриховой линией. Полевые графики являются элементом полевой документации.

**3.7.7.** На всех осциллограммах и диаграммных лентах должен быть заполнен паспорт, в котором указываются схема установки, номер

осциллограммы и точки наблюдения, условия измерений, дата измерения и последней эталонировки (градуировки) и подпись оператора.

**3.7.8.** Учет работы партии (отряда) следует вести в дневнике по форме приложения 1, ф.1. В дневнике дополнительно записывают изменения в составе партии (отряда), даты начала и окончания работ на участках, даты сдачи полевых материалов начальнику партии (отряда) и т.д.

**3.7.9.** Первичную полевую обработку материалов следует производить ежедневно по мере выполнения работ с достаточной полнотой и тщательностью, чтобы обеспечить правильную ориентировку работ в процессе их выполнения и полноту решения поставленных задач.

### **3.8. Контроль, оценка качества и приемка полевых работ**

**3.8.1.** Контроль и оценка качества работ должны производиться на всех этапах их выполнения в соответствии с СТП 00-3.4.7.

Первичный (внутренний) контроль за качеством полевых работ должен осуществлять начальник партии (отряда) в процессе работ.

Начальник отряда, если он не является оператором, должен контролировать работу операторов не реже двух раз в неделю.

В ходе контроля проверяются:

- состояние аппаратуры и оборудования;
- правильность выполнения полевых наблюдений;
- правильность ведения полевой документации;
- повторные и контрольные наблюдения;
- состояние техники безопасности.

**3.8.2.** Приемка материалов должна осуществляться сразу же после окончания полевых работ комиссией в составе главного (старшего) геофизика отдела, начальника партии (старшего геофизика партии) и оператора-производителя работ, которые оценивают качество работ по следующим показателям:

объем выполненных работ и их соответствие программе и заактивированному объему;

правильность ведения работ в методическом и техническом отношениях;

наличие и достаточность повторных и контрольных наблюдений;

правильность оценки точности наблюдений;

объем выявленного брака и его причина;

полнота используемых геологических и геофизических данных, включая опорное и контрольное бурение;

достаточность материала, пригодного для дальнейшей обработки и интерпретации.

**3.8.3.** При приемке материалов следует браковать наблюдения, которые являются заведомо неверными или ненадежными и не могут быть использованы для решения поставленной задачи вследствие нарушений требований нормативно-методических документов. Объем забракованного материала должен указываться в акте комиссии. В случае, если объем забракованного материала превышает 30% всего объема материала, работы бракуются полностью.

**3.8.4.** Акт комиссии по приемке материалов полевых работ утверждается руководством отдела и прилагается к отчету.

## **4. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И ОТЧЕТНОСТЬ**

### **4.1. Камеральная обработка материалов**

**4.1.1.** Задачей камеральных работ является полная обработка и интерпретация материалов и составление отчета по работам партии (отряда).

Камеральная обработка должна производиться камеральной группой, выделяемой из работников партии (отряда).

Камеральной группе сдаются полевые журналы, осциллограммы, диаграммы, полевые графические материалы, топографо-геодезические и другие материалы.

**4.1.2.** В камеральной группе проверяют на выборку вычисления (5-10%), уточняют или вычерчивают заново карты графиков ЭП, кривые зондирования и составляют сводные карты графиков, изолиний и т.д., осуществляют их анализ, качественную и количественную интерпретацию.

**4.1.3.** Качественная интерпретация должна предшествовать количественной.

На этапе качественной обработки материалов необходимо по возможности составить:

- карту типов кривых ВЭЗ (кривых ВЭЗ ВП);
- сводную карту графиков ЭП для различных разносов линий АВ;
- разрезы  $\rho_k$  по профилям ВЭЗ;
- карты и графики потенциалов ЕЭП;
- полярные диаграммы круговых вертикальных зондирований (КВЗ);
- диаграммы изолиний МЗ.

Методика построения указанных качественных материалов изложена в соответствующих документах.

**4.1.4.** Количественная интерпретация проводится с помощью теоретических и экспериментальных палеток с использованием данных электрокаротажа, лабораторных определений электрических свойств грунтов и геологических данных.

Наиболее распространенными являются альбомы палеток К.Шлюмберже, А.М.Пылаева, В.Н.Дахнова, Б.К.Матвеева, А.А.Огильви и В.К.Хмелевского.

Кривые ВЭЗ ВП интерпретируются с помощью палеток В.А.Комарова.

**4.1.5.** Карты графиков ЭП и ЕЭП сопоставляют с геологическими картами и разрезами и данными других геофизических методов (параметрическими наблюдениями, каротажем, материалами изучения физических свойств грунтов и т.д.).

**4.1.6.** Для обработки и интерпретации электроразведки следует использовать разработанные программы автоматизированной обработки данных на ЭВМ, на основе алгоритмов способа подбора или прямого численного анализа (приложение 3).

**4.1.7.** Результаты камеральной обработки представляются в виде соответствующих карт, геоэлектрических разрезов, карт фактических результатов работ и т.д. На основе камеральной обработки выделяются участки для детализации работ и проверки их другими геофизическими методами, а также намечаются места заложения скважин.

**4.1.8.** По каждому объекту в результате камеральной обработки представляются следующие материалы:

план (карта) фактического материала с нанесением всех профилей и точек электроразведочных наблюдений и горных выработок (скважин, дудок, шурфов и т.д.);

геоэлектрические разрезы;

карты графиков ЭП по всему участку с картами графиков детализационных работ в более крупном масштабе;

карты изолиний МЗ;

при работе по методу зондирования альбом кривых ВЭЗ (ВЭЗ ВП), карты типов кривых ВЭЗ, карты УЭС по различным срезам, характеризующие рыхлую толщу пород и скальное основание;



карта результатов работ с нанесенными аномальными зонами, структурными линиями и осями, выделенными по геофизическим данным, с указанием местоположения точек для проведения проверочных скважин.

## 4.2. Отчетность

**4.2.1.** Отчет должен содержать исчерпывающие сведения о выполненных электроразведочных работах на объекте.

Формулировки в тексте отчета должны быть краткими и точными, а выводы - обоснованными.

**4.2.2.** При выполнении электроразведочных работ в комплексе инженерно-геологических изысканий составляется отдельная глава в комплексном отчете по изысканиям на объекте.

При выполнении самостоятельных электроразведочных работ составляется отчет по проведенным работам, состоящий из разделов, определяемых требованиями СТП 00-3.3.6-79.

**4.2.3.** Отчет должен включать следующие разделы:

введение, в котором кратко описывается цель и задачи работы, условия их проведения, сроки, объемы и перечисляется состав исполнителей;

общие сведения о районе работ, в котором приводятся краткие сведения о географическом положении района работ, дается краткий геологический очерк района с необходимыми сведениями о стратиграфии, тектонике, гидрогеологии;

методика и техника полевых работ, в котором содержатся сведения о применявшихся методах и схемах измерения, освещаются условия производства работ и принятые, при необходимости, меры для исключения влияния помех на результаты измерений; дается описание расположения профилей, точек наблюдений; кратко излагаются способы разбивки, привязки и закрепления геодезических профилей и точек наблюдения; оценивается точность наблюдений; дается характеристика качества полевых материалов на основе акта технической приемки;

методика обработки и интерпретации результатов, в котором дается описание принятой методики интерпретации с описанием приемов и способов исключения или учета погрешностей, вносимых местными условиями;

результаты работ, в котором дается анализ и геологическая трактовка полученных результатов, сравнение и увязка полученных результатов с результатами буровых, опытных, лабораторных работ;

выводы и заключение, в котором в краткой форме изложены результаты работы и даны необходимые рекомендации.

При представлении результатов электроразведочных работ в составе отчета об инженерно-геологических изысканиях исключаются сведения об условиях работ и о геологии участка, а также выводы и заключения, а основные сведения разделов методика и техника полевых работ, методика обработки и интерпретации и результаты работ приводятся в подразделе "Геофизические работы" общего отчета.

**4.2.4.** К отчету должны быть приложены следующие материалы:

обзорная карта (план), в которой указывается положение исследуемого участка;

карта фактического материала с нанесением всех профилей, точек наблюдений;

линии геоэлектрических разрезов и т.д.;

карты значений  $\rho_k$  в изолиниях для выбранных глубин среза;

карта графиков ЭП;

альбом кривых ВЭЗ (прилагается только к архивному экземпляру отчета);

геолого-геофизические и геоэлектрические разрезы;  
карты результатов работ.

4.2.5. Графические материалы электроразведочных работ должны представляться в том же масштабе, что и инженерно-геологические.

Вертикальный масштаб графиков  $\rho_k$ ,  $\rho_t$ , ЕЭП и т.п. определяется требованием, чтобы максимальная ожидаемая погрешность не превышала 2 мм на графике.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

### ФОРМЫ ПОЛЕВЫХ ЖУРНАЛОВ

#### Форма 1

#### ДНЕВНИК ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНОЙ ПАРТИИ (ОТРЯДА)

\_\_\_\_\_ отряд \_\_\_\_\_ партии  
\_\_\_\_\_ 19 \_\_ г.  
(месяц) Нач. отряда \_\_\_\_\_

Дата	Бригада Ф.И.О. опера- тора	Вид транс- порта	Кате- гория мест- ности, усло- вия пере- движе- ния	По- года	Сеть на- блю- де- ний	Дне- вная нор- ма в физи- чес- ких точ- ках	Выполнение физических точек			Выпол- нение дневно- го зада- ния, %
							все- го	при- нято	брак	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

МЕТОД \_\_\_\_\_

#### Форма 2

#### ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ЖУРНАЛА

\_\_\_\_\_

наименование министерства, ведомства

\_\_\_\_\_

организация

\_\_\_\_\_

(отдел, экспедиция, партия, отряд)

Журнал по методу \_\_\_\_\_

Объект \_\_\_\_\_

Договор

Участок (створ) \_\_\_\_\_

Наименование и № прибора \_\_\_\_\_

Начат \_\_\_\_\_

Окончен \_\_\_\_\_

Начальник партии (отряда) \_\_\_\_\_

Оператор \_\_\_\_\_

Вычислитель \_\_\_\_\_

В случае утери нашедшего журнал просим вернуть за вознаграждение  
по адресу: \_\_\_\_\_

#### Форма 3

Форма записи последней страницы журнала



--	--	--	--	--	--	--	--

Оператор \_\_\_\_\_  
 Вычислитель \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

**Форма 6**

ЖУРНАЛ  
 наблюдений по методу ВЭЗ

ВЭЗ \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_  
 Участок \_\_\_\_\_ Начало наблюдений \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Конец наблюдений \_\_\_\_\_  
 Профиль \_\_\_\_\_ Погода \_\_\_\_\_  
 Местоположение центра ВЭЗ \_\_\_\_\_  
 Азимут разносов \_\_\_\_\_  
 Проверка \_\_\_\_\_ линии на утечку: АМ

\_\_\_\_\_ ВН \_\_\_\_\_

Номер измерения	AB/2	MN/2	K	$\Delta U$ , мВ	J, сА (мА)	$\rho_k$ , Ом·м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Оператор \_\_\_\_\_  
 Вычислитель \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

**Форма 7**

ЖУРНАЛ  
 наблюдений по методу ЭП

Участок \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_  
 Профиль \_\_\_\_\_ Начало наблюдений \_\_\_\_\_  
 Установка \_\_\_\_\_ Конец наблюдений \_\_\_\_\_  
 Шаг наблюдений, м \_\_\_\_\_ Прибор № \_\_\_\_\_  
 Модификация \_\_\_\_\_

№ п/п	Номер точки пикета	$\Delta U$ , мВ	J, сА (мА)	K*	$\rho_k$ , Ом·м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Оператор \_\_\_\_\_  
 Вычислитель \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

\* В случае применения установки с постоянным коэффициентом K последний записывается в заглавии формы.

**Форма 8**

ЖУРНАЛ





№ п/п	Точки стояния электродов		$\Delta U,$	$J,$	$\Delta U/J,$	Приведенное значение	Примечание
	М	Н	мВ	А	мВ/А		
1	2	3	4	5	6	7	8

Оператор \_\_\_\_\_  
 Вычислитель \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

## Форма 12

### ЖУРНАЛ

полевых наблюдений МЗ для решения гидрогеологических задач

Участок \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_  
 Скважина \_\_\_\_\_ Глубина скважины \_\_\_\_\_  
 Глубина погружения  
 электрода, А, м \_\_\_\_\_ Расстояние электрода  
 В до скважины, м \_\_\_\_\_  
 Длина колонны \_\_\_\_\_ Интервал исследования  
 обсадных труб, м \_\_\_\_\_  
 Уровень воды в скважине \_\_\_\_\_ Прибор № \_\_\_\_\_  
 Погода \_\_\_\_\_  
 Количество введенного электролита \_\_\_\_\_ кг  
 Электролит введен \_\_\_\_\_ 19  
 Сила тока \_\_\_\_\_

Номер серий	Номер и азимут лучей	I цикл изм.			II цикл изм.			III цикл изм.			При- меча- ние
		$t,$ ч, мин	$r,$ м	$\Delta r,$ м	$t,$ ч, мин	$r,$ м	$\Delta r,$ м	$t,$ ч, мин	$r,$ м	$\Delta r,$ м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Оператор \_\_\_\_\_  
 Вычислитель \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

**Разносы питающих (токовых) и приемных (измерительных) линий для симметричных четырехэлектродных установок ВЭЗ**

Номер измере- ний	АВ/2	MN/2	$K_{ВЭЗ}$	Номер измере- ний	АВ/2	MN/2	$K_{ВЭЗ}$
1	(0,4)	0,125	0,181	19	(50)	5,0	77,8
2	(0,75)	0,125	0,687	20	60	5,0	112,2
3	(1,5)	0,125	2,81	21	60	20,0	25,13
4	1,5	0,5	0,628	22	75	5,0	115,8
5	(2,0)	0,125	5,00	23	75	20,0	41,2
6	2,0	0,5	1,18	24	90	20,0	60,9
7	(3,0)	0,5	2,75	25	110	20,0	91,9
8	(4,0)	0,5	4,95	26	(130)	20,0	129,6
9	6,0	0,5	11,22	27	150	20,0	173,6
10	9,0	0,5	25,4	28	150	50,0	62,8

11	(11,0)	0,5	37,9	29	250	20,0	488
12	15,0	0,5	70,6	30	250	50,0	188,5
13	15,0	5,0	6,28	31	350	50,0	377
14	20,0	0,5	125,6	32	500	50,0	777,2
15	20,0	5,0	11,8	33	750	50,0	1760
16	25	5,0	18,9	34	900	50,0	2537
17	(30)	5,0	27,5	35	1100	50,0	3790
18	40	5,0	49,5	36	1500	50,0	7060

Примечания: 1. Коэффициенты рассчитаны для случая измерения разности потенциалов в мВ, силы тока в сА.

2. Величины разносов, указанных в скобках, используются при детальном и параметрических исследованиях.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

*Рекомендуемое*

#### Машинная обработка электроразведочных данных

Интерпретация материалов электроразведки на ЭВМ проводится на основе алгоритмов либо способа подбора (итерации), либо прямого численного анализа.

В настоящее время имеется большое количество алгоритмов и программ качественной и количественной обработки ВЭЗ.

Ниже приводится описание трех наиболее распространенных автоматизированных программ обработки и интерпретации ВЭЗ, принятых в объединении "Стройизыскания".

#### Программа "Геофизика"

Программа разработана в Верхнекамском тресте инженерно-строительных изысканий при участии сотрудников Пермского государственного университета.

Программа "Геофизика" предназначена для качественной интерпретации результатов ВЭЗ на ЭВМ "Наири-К". Исходными материалами для программы служат материалы полевых наблюдений по одному или нескольким профилям.

Алгоритм качественной интерпретации включает следующие операции:

- ввод исходных данных;
- редакция исходных данных;
- анализ и устранение перекрытий отрезков кривой ВЭЗ;
- интерполяция кажущихся сопротивлений;
- регуляризация значений  $\rho_k$  (г);
- построение разрезов и карт качественных параметров;
- вычисление интерпретационных параметров:
  - 1) кажущихся сопротивлений;
  - 2) кажущихся проводимостей;
  - 3) продольных дифференциальных кажущихся сопротивлений;
  - 4) поперечных дифференциальных кажущихся сопротивлений;
  - 5) средних кажущихся сопротивлений по опорным горизонтам;
  - 6) коэффициентов анизотропии по  $\rho_k$ ;
  - 7) нормированных производных кажущихся сопротивлений;
  - 8) суммарной продольной проводимости  $S$  и среднего удельного сопротивления опорного горизонта  $\rho_n$ .



В результате качественной обработки и интерпретации на изучаемой площади выделяются:

участки однотипных разрезов с залеганием слоев, близких к горизонтальному;

участки со значительными отклонениями от горизонтально-слоистой среды;

участки смены типов кривых ВЭЗ;

участки, имеющие локальные неоднородности (тектонические нарушения, линзы грунтов иного литологического состава, карстовые зоны и т.д.).

#### Программа DGN I

Программа DGN I разработана УралГИСИЗОм для ЭВМ типа ЕС на языке фортран IV и функционирует под управлением ОСЕС (версия 6.1) или ДОС ЕС (версия 2.0 и 2.1).

Программа выполняет расчеты теоретических кривых ВЭЗ для горизонтально-слоистых сред с фиксированными для каждого слоя электросопротивлениями.

Максимальное число слоев 10. Количество расчетных точек на кривой ВЭЗ не более 50. Точность вычисления значений кажущихся сопротивлений не хуже 0,01%.

Программа DGN I предназначена для решений прямой задачи ВЭЗ. Она может быть также использована и в случае, когда имеется необходимость в проектировании работ методом ВЭЗ, построении и расчете альбомов теоретических кривых ВЭЗ и т.д.

Входными данными к программе DGN I являются:

номер ВЭЗ, массив значений полуразноса линии АВ (не более 50), массив значений Н (мощности слоев в разрезе) не более 9, массив значений удельного электрического сопротивления (не более 10 значений УЭС).

Массив значений полуразноса линий АВ задается один раз на сеанс расчетов, причем количество рассчитываемых кривых не ограничивается.

На входные данные накладываются следующие ограничения:

минимально допустимое значение  $\rho = 0,001$  Омм;

символ "бесконечность" должен быть заменен действительным числом.

Выходные данные выводятся на АЦПУ в следующей последовательности:

значения АВ/2, номер рассчитанного ВЭЗ, значения мощностей и электросопротивлений.

#### Программа VEZ I

Программа VEZ I разработана в Уральском тресте инженерно-строительных изысканий для ЭВМ типа ЕС на языке фортран IV и функционирует под управлением ОС ЕС (версия 6.1).

После незначительных изменений в операторе READ программа может функционировать под управлением ДОС ЕС (версия 2.0 и 2.1)

Программа VEZ I реализует алгоритм, изложенный в работе Зохди А.Р. (США, 1979).

При решении задачи используются свойства кривых Дар-Зарроука (DZ), которые отличаются от кривых ВЭЗ тем, что координаты любой точки DZ зависят лишь от параметров вышележащих слоев.

Программа основывается на инвертировании кривой ВЭЗ в мощности и сопротивлении слоев. В первом приближении точки на кривой ВЭЗ принимаются за точки модифицированной кривой (MDZ), которая разрешается относительно мощностей и удельных

сопротивлений. Для полученного набора мощностей и сопротивлений вычисляется кривая ВЭЗ.

Вычисленная кривая и исходная кривая ВЭЗ сравниваются и, если точность совпадения недостаточная, по итеративной процедуре вычисления новая MDZ - кривая.

Итеративная процедура продолжается до совпадения с предварительно заданной точностью.

В ходе работы программы выполняются процедуры:

- нормализация исходных кривых ВЭЗ;
- построение и инвертирование кривых DZ;
- инвертирование кривых ВЭЗ;
- сравнение вычисленных и исходной ВЭЗ;
- сглаживание кривых DZ;
- печать исходных данных и результатов.

Максимальное количество разрешенных итераций не более 50.

За один расчет программа выдает на печать до четырех решений исходной кривой ВЭЗ. Все решения являются эквивалентными. В задачу интерпретации входит набор наиболее подходящего эквивалентного решения, основываясь на привлечении дополнительных сведений о геологическом строении разреза и собственной интуиции.

Входными данными к программе VEZ I являются:

- номер ВЭЗ, профиль, пикет;
- начальный полуразнос АВ min;
- конечный полуразнос АВ max;
- минимальное ожидаемое сопротивление;
- количество слоев;
- наличие (отсутствие) искажений кривой ВЭЗ;
- количество отрезков на кривой ВЭЗ;
- значения измеренных кажущихся сопротивлений по каждому отрезку в последовательности их следования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

*Справочное*

### Основные технические характеристики электроразведочной аппаратуры и приборов

Наименование прибора, оборудования; тип марки	Технические характеристики	Масса, кг	Завод-изготовитель (страна)	Назначение прибора, решаемые задачи
1	2	3	4	5
Электроразведочная станция "Енисей" (ВПП-70)	Режим работы - однополярные импульсы поляризирующего тока прямоугольной формы частотой 11,5 Гц. Пределы измерения разности потенциалов от 0,5-0-0,5 до 15-0-15В. Относительная погрешность измерительного блока не более 4%	1680 (на автомашине УАЗ-469Б) 1780 (на автомашине УАЗ-452)	Мытищинский приборостроительный завод	Для работ методом ВП, ВЭЗ, ЭП, МЗ
Электроразведочная станция ВП-Ф	Рабочие частоты 0,30; 0,61; 1,22; 2,44; 4,88 Гц. Диапазоны выходных токов - 0,1-4 А. Диапазоны выходных напряжений: 70-400 В	12,5 (генератора без источника питания), 5,8 (измерителя с источником питания)	НПО "Рудгеофизика"	Для работ методом ВП на переменном токе инфранизкой частоты. Применяется для поисков и картирования хорошо проводящих тел в труднодоступных районах

Станция электро-разведочная ВП-62	Длительность разнополярных импульсов тока 2,5; 5,0; 10,0 с. Диапазон постоянного напряжения в питающей цепи: 50-460 В. Максимальная сила тока в питающей линии: 31,5 А. Входное сопротивление измерительной установки 1 Мом. Пределы измерения разности потенциалов: $10^{-3}$ ; $3 \times 10^{-3}$ ; $10^{-2}$ ; $3 \times 10^{-2}$ ; $10^{-1}$ ; $3 \times 10^{-1}$ ; 1; 3; 10; 30В	-	Мытищинский приборостроительный завод	Предназначен для поисков и разведки электронно-проводящих тел методом ВП
Электроразведочная аппаратура АНЧ-3	Рабочая частота 4,88 Гц; максимальное выходное напряжение генераторов: стационарного - 350 В; переносного - 200 В; Погрешность измерений - 4%. Входное сопротивление - 1,5Мом, погрешность установки тока-1%	Генератор стационарный 10 кг, выпрямитель - 3,5 кг, измеритель - 5,5 кг	Кишиневский завод "Вибратор"	Для работ методом сопротивлений на низкочастотном токе с целью изучения геоэлектрических характеристик к разреза, а так-же решения гидрогеологических и инженерно-геологических задач
Электроразведочный автокомпенсатор АЭ-72	Пределы измерения по току - 3-3000 МА, пределы измерения по напряжению - 0,3-1000 мВ. Пределы компенсации ЭДС поляризации - 0,01-500 мВ. Входное сопротивление - 1,5Мом, потребляемый ток - 35 мА. Напряжение питания от внутренних и внешних источников постоянного тока 14-22 В.	3,6 кг	Мытищинский приборостроительный завод	Для решения задач инженерной геологии НЕЭП, ВЭЗ, ЭП, МЗ
Электроразведочная универсальная станция ЭРСУ-71 (ЭУЛ-71)	Максимальная мощность генератора - 29 кВт. Максимальная сила тока в нагрузке - 63 А. Диапазон напряжений на нагрузке 100-460В. Число измерительных каналов 2. Чувствительность каналов регистрации - 0,01-1,28 мкВ/мм. Входное сопротивление усилителя - 0,02 Мом. Диапазон частоты питающего тока нагрузки $2,78 \times 10 - 2,4 \times 10$ Гц	-	Мытищинский приборостроительный завод	Для исследования методами СЗ, ИНФАЗ, ЗСБ и ЗСД, ВП, ВЭЗ и т.д.
Электроразведочная аппаратура GGT-6 (GGT-20, GGT-25)	Зарубежные электроразведочные приборы Частотный диапазон 0-10 Гц. Время измерения при работе методом ВП - 125 мкс, методом сопротивления - 10 мкс. Выходная мощность: 6,35Вт (20Вт, 25Вт). Выходное напряжение: 600-1000В (1000В, 50-1000В). Сила тока на выходе генератора 0,2-27А (0,4-43А, 0,4-43А)	-	Long (США)	Для поисков и разведки полезных ископаемых методами ВП и КС (цифра означает выходную мощность генератора)
Электромагнитная система модели ЕМ37-3	Рабочие чертежи: 0,3; 3; 7,5; 30Гц.	-	Geonics (Канада)	
Портативная		4,8 кг		

одноканальная электроразведочная аппаратура ДИАPIR - 18	Время измерения: 50 мкс-80 мс Диапазоны измерения кажущегося сопротивления: 1-10000 Ом, поляризуемости: 0,1-100%. Компенсация поляризации электродов - автоматическая. Индексация - цифровая	(генератора) 2,8 кг (измерителя)	Geonics (Канада)	Для измерения методами ВП и ВЭЗ, ЭП, МЗ
Цифровой измеритель JPOR - 11	Компенсация естественного электрического поля - автоматическая. Погрешность $\pm 2,5\%$	3,3 кг	Geofysika Объединение (ЧССР)	Для работы методами ВП, ВЭЗ, ЭП, МЗ и т.д.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

*Рекомендуемое*

### Установка "МикроВЭЗ"

Для детального изучения самой верхней части разреза до глубины (2-5м) рекомендуется применять установку "МикроВЭЗ", предложенную В.К.Хмелевским (МГУ). Она представляет собой пластмассовую трубку длиной 10 м, диаметром 18-25 мм, внутри которой располагаются провода (ГПСМПО, ПВР и т.д.) линий АВ и MN, подключаемые одним концом к гнездам, жестко закрепленным в стенке трубки, а другим концом к разъему типа ШР, установленному в центре в стенке трубки. В гнезде снаружи ввинчиваются заостренные медные (латунные) электроды длиной 5-8 см из прутка диаметром 3-5 мм. От разъема идет изолированный и экранированный кабель к источнику питания и аппаратуре; токовая линия АВ подключается к ней через переключатель, а линия MN дополнительно экранируется. Трубка должна быть надежно изолирована на концах.

При проведении работ установку раскладывают в заданной точке на ровном месте (желательно без растительности) и вдавливают электроды в грунт, подключая линии к источнику питания и измерительному прибору.

После этого приступают к измерениям как при выполнении обычного ВЭЗ.

Микровэзовская установка применяется при коррозионных исследованиях по трассам и площадкам, при этом точки "МикроВЭЗ" рекомендуется размещать через 5-10 точек измерений УЭС методом ЭП.

Кроме того, установку можно использовать при стационарных наблюдениях за динамикой влажности в зоне аэрации, при параметрических измерениях на обнажениях, в карьерах, котлованах, вблизи шурфов (дудок), точек полевых испытаний грунтов и т.д.

При наличии большого сопоставительного материала с полевыми и лабораторными испытаниями данные, полученные с установкой "МикроВЭЗ", допускается использовать для приблизительной оценки физико-механических свойств грунтов.

### Рекомендуемые разносы токовых и измерительных линий установки "МикроВЭЗ"

Номер измерений	АВ/2, м	MN/2, м	$K_{\text{МикроВЭЗ}}$
1	0,30	0,1	1,256
2	0,40	0,1	2,28
3	0,50	0,1	3,77
4	0,60	0,1	5,49
5	0,75	0,1	8,63

6	1,00	0,1	15,56
7	1,10	0,1	18,85
8	1,50	0,1	35,2
9	2,00	0,1	62,7
10	2,50	0,1	98,0
11	3,00	0,1	141,0
12	4,00	0,1	254,0
13	5,00	0,1	392,0

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Обязательное

Штамп организации

### АКТ приемочного контроля результатов полевых электроразведочных работ

\_\_\_\_\_ (наименование партии и структурного подразделения)

составлен комиссией в составе:

председатель: \_\_\_\_\_

(должность, ф.и.о.)

члены комиссии: 1. \_\_\_\_\_

(должность, ф.и.о.)

2. \_\_\_\_\_

(должность, ф.и.о.)

1. Объект \_\_\_\_\_

(наименование объекта, стадия проектирования,

номер договора)

2. Исполнители работ: \_\_\_\_\_

(должность, ф.и.о.)

3. Электроразведочные работы выполнены по программе (заданию) на производство работ, утвержденной (ому) \_\_\_\_\_

(ф.и.о. лица, утвердившего программу или задание)

4. Сроки выполнения работ:

Начало		Окончание		Значение коэффициента снижения качества (при соблюдении сроков)
по графику фактич.		По графику фактич.		
1	2	3	4	5

5. Состав и объем выполненных полевых работ и полевой документации

5.1. Полевые работы:

Виды работ, единицы измерения	Объемы работ в натуральном выражении		Причины отклонения
	по программе (заданию)	фактически выполненные	
1	2	3	4

5.2. Полевая документация

Требовалось представить по программе (заданию)	Фактически представлено	Причина отклонения
1	2	3

Состав и объемы работ и полевой документации

\_\_\_\_\_ (соответствие критериям графы 2 табл.3 СТП 00-3.4.7-79)

6. Методика выполнения работ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (соответствие критериям графы 3 табл.3 СТП 00-3.4.7-79)

что \_\_\_\_\_

(обеспечивает, не обеспечивает достоверность информации об инженерно-геологических условиях)

Выявленные нарушения: \_\_\_\_\_ (перечень нарушений, если они есть)

\_\_\_\_\_ (допускают, исключают) возможность использования полученных результатов работ для составления отчетной документации

7. Состояние полевой документации.

Простота и выразительность \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (соответствие критериям графы 4 табл.3

СТП 00-3.4.7-79, использование типовых форм документации

и условных обозначений, четкость записей и др.)

Внешний вид документации \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (соответствие критериям графы 5 табл.3

СТП 00-3.4.7-79, загрязненность, количество и правильность внесенных исправлений и др.)

8. Оценка качества

Показатели, учитываемые при оценке качества результатов полевых работ				Оценка качества результатов полевых работ (балл)
состав и объем работ	методика работ	простота и выразительность	внешний вид	
1	2	3	4	5

Полевая документация принята с \_\_\_\_\_ предъявления.

9. Стоимость полевых работ \_\_\_\_\_ тыс. руб.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

### **3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

- 3.1. Метод естественного электрического поля (ЕЭП)**
- 3.2. Метод электрического зондирования (ЭЗ)**
- 3.3. Метод электропрофилирования (ЭП)**
- 3.4. Метод вызванной поляризации (ВП)**
- 3.5. Метод заряда (МЗ)**
- 3.6. Электроразведка на акваториях**
- 3.7. Документация полевых наблюдений**
- 3.8. Контроль, оценка качества и приемка полевых работ**

### **4. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И ОТЧЕТНОСТЬ**

- 4.1. Камеральная обработка материалов**
- 4.2. Отчетность**

## **П Р И Л О Ж Е Н И Я**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМЫ ПОЛЕВЫХ ЖУРНАЛОВ**

- Форма 1. ДНЕВНИК ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНОЙ ПАРТИИ (ОТРЯДА)**
- Форма 2. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ЖУРНАЛА**
- Форма 3. Форма записи последней страницы журнала**
- Форма 4. ЖУРНАЛ полевых наблюдений методом ЕЭП при работе в модификации потенциала**
- Форма 5. ЖУРНАЛ полевых наблюдений методом ЕЭП при работе в модификации градиента потенциала**
- Форма 6. ЖУРНАЛ наблюдений по методу ВЭЗ**
- Форма 7. ЖУРНАЛ наблюдений по методу ЭП**
- Форма 8. ЖУРНАЛ наблюдений методом ВП при работе стрелочным прибором (установка градиента)**
- Форма 9. ЖУРНАЛ наблюдений методом ВП при работе с осциллографом**
- Форма 10. ЖУРНАЛ полевых наблюдений МЗ при работе в модификации потенциала**
- Форма 11. ЖУРНАЛ полевых наблюдений МЗ при работе в модификации градиента потенциала**
- Форма 12. ЖУРНАЛ полевых наблюдений МЗ для решения гидрогеологических задач**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Разносы питающих (токовых) и приемных (измерительных) линий для симметричных четырехэлектродных установок ВЭЗ**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Машинная обработка электроразведочных данных**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Основные технические характеристики электроразведочной аппаратуры и приборов**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Установка "МикроВЭЗ"**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 6. АКТ приемочного контроля результатов полевых электроразведочных работ**