

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-3-2016

## СТАНДАРТ АО "ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ"

### Защита от коррозии

### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

### Методика проведения работ по проверке эффективности и оптимизации параметров ЭХЗ сетей газораспределения. Выполнение работ с использованием комплекса АСУ ЭХЗ. Формы эксплуатационной документации

ОКС 75.200

Дата введения 2016-09-26

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "Научно-производственное предприятие "Дон" (ООО НПП "Дон") при участии специалистов Акционерного общества "Газпром газораспределение" (АО "Газпром газораспределение")

2 Акционерным обществом "Газпром газораспределение (АО "Газпром газораспределение")\*

\* Текст документа соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением ООО "Газпром межрегионгаз" от 13.09.2016 N 81-Р/35

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

## 1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает методику проведения работ по проверке эффективности и оптимизации параметров электрохимической защиты (далее - ЭХЗ) подземных металлических трубопроводов и резервуаров (емкостей) сетей газораспределения (далее - стальных сооружений) с использованием автоматизированной системы управления ЭХЗ (далее - АСУ ЭХЗ) при условии отсутствия блуждающих токов по ГОСТ 9.602.

1.2 Настоящий стандарт разработан в соответствии с требованиями нормативных документов [1]-[10] и предназначен для обязательного применения структурными подразделениями ООО "Газпром межрегионгаз", дочерними газораспределительными организациями АО "Газпром газораспределение" (далее - Общество), занимающимися проектированием, строительством (реконструкцией) и эксплуатацией средств ЭХЗ.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 53865-2010 Системы газораспределительные. Термины и определения

ГОСТ Р 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация

Внимание! Дополнительную информацию см. в ярлыке "Примечания"

ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

СТО Газпром 2-2.3-625-2011 Газораспределительные системы. Регламент проведения технического диагностирования систем газораспределения

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0-2013 Защита от коррозии. Защита сетей газораспределения от коррозии. Основные положения

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1-2014 Защита от коррозии. Электрохимическая защита. Основные технические требования к электрохимической защите сетей газораспределения от коррозии

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-2-2014 Защита от коррозии. Электрохимическая защита. Разработка проектной документации по электрохимической защите сетей газораспределения от коррозии

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменённым (изменённым) документом. Если ссылочный документ отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Федеральным законом [1], ГОСТ Р 53865, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **естественный потенциал:** Потенциал подземного газопровода при отсутствии катодной поляризации.

[Р Газпром 2-3.6-537-2011, п.3.3]

3.1.2 **зона высокой коррозионной опасности:** Участки сооружений между установками ЭХЗ, на которых произошли отказы по коррозионным причинам (разрывы, свищи) или обнаружены коррозионные язвы и трещины, скорость коррозии которых превышает 0,30 мм в год.

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.17]

3.1.3 **зона умеренной коррозионной опасности:** Участки газопровода, на которых скорость коррозии не превышает 0,10 мм в год.

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.16]

3.1.4 **зона повышенной коррозионной опасности:** Участки газопровода, на которых скорость коррозии более 0,10 мм в год и не превышает 0,30 мм в год.

**3.1.5 максимальный защитный потенциал:** Максимально допустимый по абсолютной величине потенциал, обеспечивающий защиту сооружения от коррозии, но не оказывающий отрицательного влияния на характеристики защитного покрытия и металл сооружения ( $U_{max}$ ).

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.29]

**3.1.6 минимальный защитный потенциал:** Минимально допустимый по абсолютной величине потенциал, при котором обеспечивается нормативный уровень защиты от коррозии ( $U_{min}$ ).

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.32]

**3.1.7 медно-сульфатный электрод сравнения:** Неполаризующийся электрод сравнения, в котором медный электрод помещен в насыщенный раствор сернокислой меди.

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.34]

**3.1.8 объект (сооружение):** Совокупность энергетических агрегатов, подземных металлических трубопроводов, запорно-регулирующей аппаратуры.

[СТО Газпром 2-2.3-310-2009, п.3.35]

**3.1.9 опорная точка:** Граница защитной зоны установки катодной защиты.

**3.1.10 суммарный потенциал;**  $U_{\Sigma}$ : Потенциал сооружения, при его катодной защите, включающий величины падения напряжения в грунте (электролите) и защитном изоляционном покрытии.

## 4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

|         |  |
|---------|--|
| АЗ      | - анодное заземление;  |
| АРМ ЭХЗ | - автоматизированное рабочее место специалиста электрохимической защиты; |
| АСУ ЭХЗ | - автоматизированная система управления электрохимической защиты;        |
| БД      | - база данных;   |
| ВКО     | - высокая коррозионная опасность;  |
| ГГС     | - сети газораспределения в городах и населенных пунктах;                 |
| ГИС     | - геоинформационная система;   |
| ГЛОНАСС | - глобальная навигационная спутниковая система;                          |
| ГРО     | - газораспределительная организация;                                     |
| ГРП     | - газорегуляторный пункт;  |
| ИП      | - изоляционное покрытие;   |
| ИФС     | - изолирующее фланцевое соединение;                                      |
| КИП     | - контрольно-измерительный пункт;  |
| ЛЭП     | - линия электропередачи;   |
| МГ      | - магистральный газопровод;  |
| МЭС     | - медно-сульфатный электрод сравнения;                                   |
| НТД     | - нормативно-технические документы;                                      |
| ПКО     | - повышенная коррозионная опасность;                                     |
| ПКЗ     | - противокоррозионная защита;  |
| ПО      | - программное обеспечение;   |

|        |  |
|--------|--|
| ПП     | - промышленная площадка;   |
| СВН    | - счетчик времени наработки;   |
| СКИП   | - специальный контрольно-измерительный пункт;  |
| СКЗ    | - станция катодной защиты;   |
| СУБД   | - система управления базами данных;  |
| ТО     | - техническое обслуживание;  |
| ТС-ЭХЗ | - технологическая система электрохимической защиты;  |
| УКЗ    | - установка катодной защиты;   |
| УКО    | - умеренная коррозионная опасность;  |
| ЭХЗ    | - электрохимическая защита;  |
| GPS    | - (Global Positioning System) система глобального позиционирования;  |
| ОРС    | - (OLE for Process Control) семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. |

## 5 Общие положения

### 5.1 Методика проведения работ по проверке эффективности и оптимизации параметров ЭХЗ сетей газораспределения (далее - Методика)

5.1.1 Методика базируется на требованиях [8], [9], ГОСТ Р 54983, ГОСТ Р 51164, ГОСТ 9.602 и позволяет рассчитать надежность ЭХЗ посредством защищенности по времени и эффективность ЭХЗ по длине ГГС с оптимизацией параметров УКЗ при минимизации энергетических затрат.

Типы, конструкция и материал защитного покрытия, способы и средства ЭХЗ, применяемые на сетях газораспределения, позволили адаптировать для ГГС методику оценки эффективности ЭХЗ ПП магистрального транспорта, указанную в [8]. Принимается, что к ПП на объектах Общества относят городские газораспределительные сети сложной конфигурации. При катодной защите подземных ГГС на всем их протяжении должен поддерживаться нормативный потенциал, регламентированный требованиями ГОСТ 9.602 и ГОСТ Р 51164. Оптимальной схемой ЭХЗ ГГС является схема защиты с применением одной или несколькими УКЗ с сосредоточенными глубинными АЗ. УКЗ включает в себя СКЗ, АЗ, соединительные линии и источник электроснабжения.

5.1.2 Методикой принимается, что ГГС (квартал, район) рассматриваются как система (набор) точек, в которых выполняются базовые измерения защитных (суммарных) потенциалов. Каждой контрольной точке на участке ГГС присваивается свой идентификационный номер. На весь период эксплуатации координаты и идентификационные номера точек не меняются. При фиксированной системе координат АЗ УКЗ и точек измерений (на КИП, СКИП) задача определения параметров ЭХЗ сводится к нахождению зависимости потенциалов в каждой точке измерений от величины токов, стекающих с АЗ.

5.1.3 Методика предполагает использование АРМ ЭХЗ с применением программных средств автоматизированного расчета ("АРМ ЭХЗ МГ и ПП - технология энергосбережения" (приложение А), или другое ПО, построенное на тех же принципах постановки задачи и алгоритмов решения) и АСУ ЭХЗ, позволяющие получать информацию о техническом состоянии объектов в режиме реального времени, телерегулирование параметров ЭХЗ для обеспечения нормативной величины потенциала в точках измерения. При этом формируются журналы контроля работы УКЗ за любой период времени (сутки, месяц, квартал, год) с расчетом времени работы по СВН, почасовые архивы режимов работы УКЗ, позволяющие формировать эксплуатационные документы.

5.1.4 Работы по проверке эффективности и оптимизации режимов работы УКЗ ГГС по данной Методике следует проводить не реже 1 раза в 3 года, а также после реконструкции схемы ЭХЗ или ГГС.

5.1.5 Под оптимизацией параметров ЭХЗ понимают определение режима работы УКЗ, при котором все участки ГГС будут защищены от почвенной коррозии, а суммарные энергетические затраты, затрачиваемые на катодную защиту, будут минимальными.

5.1.6 Методика, в сочетании с программными и аппаратными средствами АСУ ЭХЗ, позволяет определять:

- эффективность ТС-ЭХЗ по обеспечению катодной поляризации стального газопровода на всем его протяжении, величина которой соответствует нормативным требованиям при минимальных энергетических затратах, то есть ЭХЗ эффективна при выполнении следующего условия

$$|U_{\min} \leq U_3 \leq U_{\max}|, \quad (1)$$

где  $U_{\min}$  - минимальный защитный потенциал, В;

$U_3$  - суммарный потенциал, В;

$U_{\max}$  - максимальный защитный потенциал, В;

- защищенность по протяженности ( $K_L$ ) защищаемых участков ГГС от одновременно функционирующих УКЗ за контролируемый период времени;

- защищенность по времени ( $K_T$ ) участков трубопровода, рассчитанную по функции от числа суток простоев УКЗ, системно определяемых по показаниям СВН за контролируемый период времени (Т);

- комплексную защищенность трубопроводов по протяженности и по времени, выраженную через показатель надежности ЭХЗ ( $K_K$ ), который рассчитывается оперативно (за месяц) и накопительным итогом (с начала года) и равен произведению  $K_L$  на  $K_T$  взаимодействующих системно и календарно непрерывно;

- степень защиты от коррозии ( $Z_k$ ), определяющую степень торможения коррозии при функционировании ТС-ЭХЗ, выраженную как функцию от  $K_T$  и числа отключений УКЗ, при этом ЭХЗ будет эффективна при соблюдении суммарного времени простоя каждой УКЗ в системе - не более 14 сут/год (см. таблицу 1);

- переходное электрическое сопротивление защитных изоляционных покрытий (переходное сопротивление "труба-земля") на линейной части сетей газораспределения (межпоселковые газопроводы), оцениваемое отношением смещения суммарного потенциала к силе тока, вызывающей это смещение. Величина переходного электрического сопротивления рассчитывается с помощью ПО АРМ ЭХЗ и оформляется актом (см. приложение Б). Учитывая тот факт, что защита от почвенной коррозии осуществляется комплексно с помощью изоляционных защитных покрытий и средств ЭХЗ, надежность ТС-ЭХЗ определяется, в том числе, и величиной переходного электрического сопротивления ИП.

В соответствии с СТО Газпром 2-2.3-625, расчет технологических параметров ЭХЗ выполняется по суммарным потенциалам (с омической составляющей), измеряемым с поверхности земли.

Таблица 1 - Классификатор контролируемых параметров надежности ПКЗ на объектах ГГС (ГОСТ 9.602, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-2)

| Наименование  | Участки коррозионной опасности                   |  |  |
|---|--|--|--|
|   | Зона ВКО<br>скорость коррозии<br>св. 0,3, мм/год | Зона ПКО<br>скорость коррозии св.<br>0,1 до 0,3 вкл., мм/год | Зона УКО<br>скорость коррозии до<br>0,1 вкл., мм/год |
| Тип ИП  | По нормативной документации                      |  |  |
| Величина удельного электрического сопротивления грунта, $\rho_T$ , Ом·м | До 20 вкл.                                       | Св. 20 до 50 вкл.  | Св. 50   |
| ТС-ЭХЗ  | Катодная, протекторная                           |  |  |
| Схема исполнения ТС-ЭХЗ   | Временная, резервная, совместная, отдельная      |  |  |
| Конструкция ИП  | На основе  |  |  |
|   | полиэтилена                                      | битумно-полимерных   |  |
| Максимальный суммарный потенциал на ГГС, В (по МЭС)                     | 3,50   | 2,50   |  |
| Минимальный суммарный потенциал на ГГС, В (по МЭС)                      | 0,9  |  |  |
| Допустимое суммарное время простоя установки катодной защиты, сут/год   | 14   |  |  |
| Контроль параметров ЭХЗ   | Телерегулирование и телеконтроль                 |  |  |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Защищенность участка по времени, % | 96,2  |
| Опасность коррозии                 | Опасная при $\Delta_T > 30\%$ , где $\Delta_T$ - величина уменьшения толщины стенки трубы |

## 5.2 Состав и последовательность выполнения работ

Порядок выполнения работ по применению Методики с использованием АРМ ЭХЗ на участке ГГС указан в таблице 2.

Таблица 2

| Этап   | Состав работ   | Выход (результат)   |
|--|--|---|
| 1 Определение границ участка ГГС для производства работ            | Определение границ участка ГГС   | Список исходных данных, для формирования план-схемы и перечня точек измерений участка ГГС             |
| 2 Анализ проектной, исполнительной и эксплуатационной документации | Уточнение (составление) план-схемы (ситуационного плана) участка ГГС с указанием мест расположения средств ЭХЗ (АЗ и КИП)  | Определение дополнительных точек измерений  |
| 3 Предварительные (рекогносцировочные) измерения на участке ГГС    | Анализ режимов работы УКЗ по результатам предыдущих ТО.<br><br>Расчет числа точек, в которых выполняются измерения.<br><br>Проведение ТО действующих средств ЭХЗ и КИП.<br><br>Определение времени экспозиции (длительности поляризации и деполяризации при изменениях режимов УКЗ).<br><br>Определение УКЗ, влияющих на защищенность участка ГГС.<br><br>Определение максимальных токов УКЗ | Выбор точек измерений.<br><br>Составление плана измерений   |
| 4 Подготовка к измерениям  | Подготовка СКЗ и АЗ к измерениям.<br><br>Маркировка каждой точки измерения   | Координатная привязка СКЗ, АЗ и точек измерения   |
| 5 Основные измерения   | Установка необходимых режимов работы СКЗ.<br><br>Поляризация при установленных режимах работы СКЗ.<br><br>Проведение измерений потенциалов в каждой точке ГГС после экспозиции   | Результаты измерений суммарных потенциалов в каждой точке ГГС при всех комбинациях режимов работы СКЗ |

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
| 6 Обработка и анализ результатов | Расчет коэффициентов регрессии.<br><br>Проверка качества проведенных измерений и расчетов.<br><br>Определение участков ГГС имеющих минимальное значение суммарного потенциала при эксплуатационных режимах работы СКЗ  | Определение качества математической модели.<br><br>Определение участков ГГС подлежащих шурфованию |
| 7 Разработка рекомендаций        | Определение оптимальных режимов работы СКЗ ГГС.<br><br>Определение $\mu$ и $\phi$ коэффициентов.<br><br>Определение (при необходимости) количества и мест расположения дополнительных средств ЭХЗ.<br><br>Определение "аварийных режимов" СКЗ.<br><br>Определение срока следующего обследования участка ГГС. | Эксплуатационные рекомендации   |

### 5.3 Подготовка к выполнению измерений. Рекогносцировочные измерения

5.3.1 В целях обеспечения возможности выполнения работ по Методике, границы участка ГГС определяются по следующему критерию: количество точек измерения суммарного потенциала на участке ГГС должно быть таким, чтобы время, необходимое для их обхода и производства измерений, не превышало 8 ч.

5.3.2 Анализу подлежит проектная, исполнительная и эксплуатационная документация:

- проектная и рабочая документация ГГС и средств ЭХЗ;
- исполнительная документация ГГС и средств ЭХЗ;
- журналы контроля работы УКЗ;
- результаты сезонных измерений потенциалов;
- журнал учета времени простоев УКЗ;
- акты шурфового обследования подземного газопровода;
- план и выполнение капитального ремонта УКЗ за весь период эксплуатации ГГС.

5.3.3 По результатам анализа документации оценивается надежность работы средств ЭХЗ по показателям защищенности по времени и по протяженности на момент времени предшествующий началу проведения работ по Методике.

5.3.4 Работы по обследованию участка ГГС начинаются с уточнения (составления) план-схемы участка ГГС. Необходимо осуществить привязку АЗ УКЗ, точек измерений, план-схемы ГГС, в том числе и надземных участков, к ГЛОНАСС/GPS координатам. Пример приведен на рисунке В.1 (приложение В).

На основании план-схемы составляют перечень участков ГГС с указанием:

- протяженности каждого участка, подлежащего защите;
- всех точек измерения суммарного потенциала, предусмотренных проектом на стадии рабочей документации (ситуационный план).

5.3.5 На основании анализа план-схемы ЭХЗ участка ГГС определяются участки максимально приближенные, наиболее удаленные от АЗ и наиболее экранированные смежными подземными коммуникациями. Также определяются дополнительные точки измерения суммарного потенциала:

- точки с максимальным значением суммарного потенциала, расположенные по перпендикуляру к АЗ (точки дренажа);

- точки с минимальным значением суммарного потенциала, расположенные на максимальном удалении от АЗ и в местах экранирования смежными подземными коммуникациями.

Дополнительные точки должны быть указаны на план-схеме и внесены в перечень точек измерений. Пример приведен в таблице В.1 (приложение В).

5.3.6 Все средства ЭХЗ, входящие в границы участка ГГС, подлежат техническому осмотру, при котором определяются:

- техническое состояние СКЗ;
- правильность показаний измерительных приборов (амперметра и вольтметра);
- правильность подключений кабелей к АЗ и ГГС;
- проверка наличия знаков привязки на местности;
- техническое состояние контактных соединений КИП, АЗ.

Обнаруженные неисправности должны быть устранены до проведения основных измерений.

5.3.7 Катодная защита участка ГГС должна обеспечиваться СКЗ в режиме автоматической стабилизации защитного тока на весь период обследования, при этом определяются:

- стабильность поддержания токового режима (силы тока) УКЗ во времени;
- максимальные токи УКЗ с учетом их номинального значения (максимально достижимое значение выходного тока УКЗ при существующем сопротивлении цепи "анод-труба", не превышающее номинального значения).

5.3.8 Время экспозиции (длительность поляризации и деполяризации), которое необходимо выдерживать от включения УКЗ на заданных эксплуатационных режимах до начала проведения базовых измерений, должно составлять не менее 24 ч.

5.3.9 Координатная привязка СКЗ, АЗ и точек измерения потенциалов "сооружение-земля" участка ГГС осуществляется путем получения ГЛОНАСС/GPS координат (широта и долгота) мест установки СКЗ, АЗ и точек с использованием соответствующего оборудования (навигационных приборов). Полученные координаты посредством специального ПО ГИС или методом математического расчета конвертируются в метрические величины и фиксируются для СКЗ и АЗ в эксплуатационных паспортах соответствующих УКЗ, для точек измерения суммарных потенциалов в таблице (см. таблицу В.1 (приложение В)).

5.3.10 Сортировка и нумерация СКЗ, АЗ и точек измерения суммарных потенциалов производится по возрастанию метрической величины координат АЗ по оси X. При этом, создается прямоугольная система координат, на которой по оси X располагаются координаты долготы, а на оси Y - координаты широты. Масштаб этой системы координат (метры) рекомендуется принять соответствующим размерам участка ГГС. В процессе проведения всего комплекса измерений и в дальнейшем, на весь период до следующего обследования (на весь период эксплуатации), координаты и присвоенные номера точек не изменяются.

5.3.11 Маркировка пунктов измерений (точек измерений) суммарных потенциалов в каждой точке на план-схеме производится с указанием регистрационного номера точки и номера, присвоенного по результатам координатной сортировки.

5.3.12 План проведения измерений составляют для облегчения обработки результатов измерений. На основании результатов предварительных измерений задаются интервалы варьирования силы тока каждой УКЗ.



Количество комбинаций режимов  $k_n$ , при которых необходимо выполнить измерения, определяется по формуле

$$k_n = N + 2, \quad (2)$$

где  $N$  - число УКЗ, обеспечивающих защиту участка ГГС, шт.;

$n$  - порядковый номер комбинации режимов в диапазоне от 1 до  $(N + 2)$ .

При этом первой комбинации режимов  $k_1$  соответствует включение всех УКЗ в режиме автоматической стабилизации выходного тока с эксплуатационным значением защитного тока. Последующие комбинации соответствуют включению каждой отдельной УКЗ участка ГГС в режиме автоматической стабилизации выходного тока ( $k_2$  для УКЗ N 1,  $k_3$  для УКЗ N 2,  $k_4$  для УКЗ N 3 и т.д.). Комбинации режимов  $k_n$ , где  $n$  равно  $(N + 2)$  соответствует отключение всех УКЗ участка ГГС. Нумерация УКЗ производится в соответствии с координатной сортировкой АЗ соответствующей УКЗ.

## 5.4 Порядок выполнения измерений с использованием комплексов АСУ ЭХЗ. Выполнение измерений

5.4.1 Измерения на участке ГГС производятся в соответствии с составленным планом измерений.

5.4.2 Все УКЗ участка ГГС должны работать в режиме автоматической стабилизации выходного тока.

5.4.3 В целях экономии времени и материальных затрат, все изменения режимов УКЗ и их проверку, рекомендуется производить с использованием средств АСУ ЭХЗ, приведенных в приложении Г или аналогичных средств, позволяющих производить удаленный (посредством коммуникаций связи) контроль и управление режимами работы СКЗ.

При проведении измерений рекомендуется использовать мобильный персональный компьютер с установленным ПО АСУ ЭХЗ для оперативной проверки режимов СКЗ, и исключения вероятности получения некорректных данных результатов измерений по причине различных технологичных отказов (выключение СКЗ, неисправность и т.д.).

5.4.4 Порядок проведения измерений:

а) для комбинации  $k_1$  установить на всех УКЗ участка ГГС режим стабилизации эксплуатационных значений выходного тока;

б) выдержать экспозицию;

в) произвести опрос УКЗ на предмет подтверждения установки эксплуатационных режимов и проверки стабильности работы УКЗ во время выдержки экспозиции. При обнаружении сбоя режимов или нестабильности работы УКЗ (по показаниям СВН), устранить причины сбоев, восстановить эксплуатационные режимы и повторно выполнить действия, указанные в перечислении б), в) 5.4.4;

г) произвести измерения суммарных потенциалов во всех точках измерения участка ГГС, зафиксировать полученные результаты в реестре базовых измерений, по аналогии с таблицей В.2 (приложение В), с указанием номера комбинации, при которой эти значения были получены;

д) для комбинации  $k_2$ , на УКЗ N 1 участка ГГС, установить режим стабилизации эксплуатационного значения выходного тока, остальные УКЗ отключить (установить значение выходного тока  $I_{\text{вхх}} = 0$  А);

е) выполнить действия, указанные в перечислении б)-г) 5.4.4;

ж) для всех комбинаций от  $k_3$  до  $k_{n-1}$  (если такие имеются), произвести действия, указанные в перечислении д), е) 5.4.4, изменяя соответствующим образом номер комбинации  $n$  и относящийся к нему номер УКЗ;

и) для комбинации  $k_n$ , где  $n$  равно  $(N + 2)$  отключить все УКЗ участка ГГС;

к) выполнить действия, указанные в перечислении б)-г) 5.4.4.

По окончании измерений установить на всех УКЗ эксплуатационные значения выходных токов. Последовательность действий представлена на блок-схеме порядка выполнения измерений (см. рисунок 1).

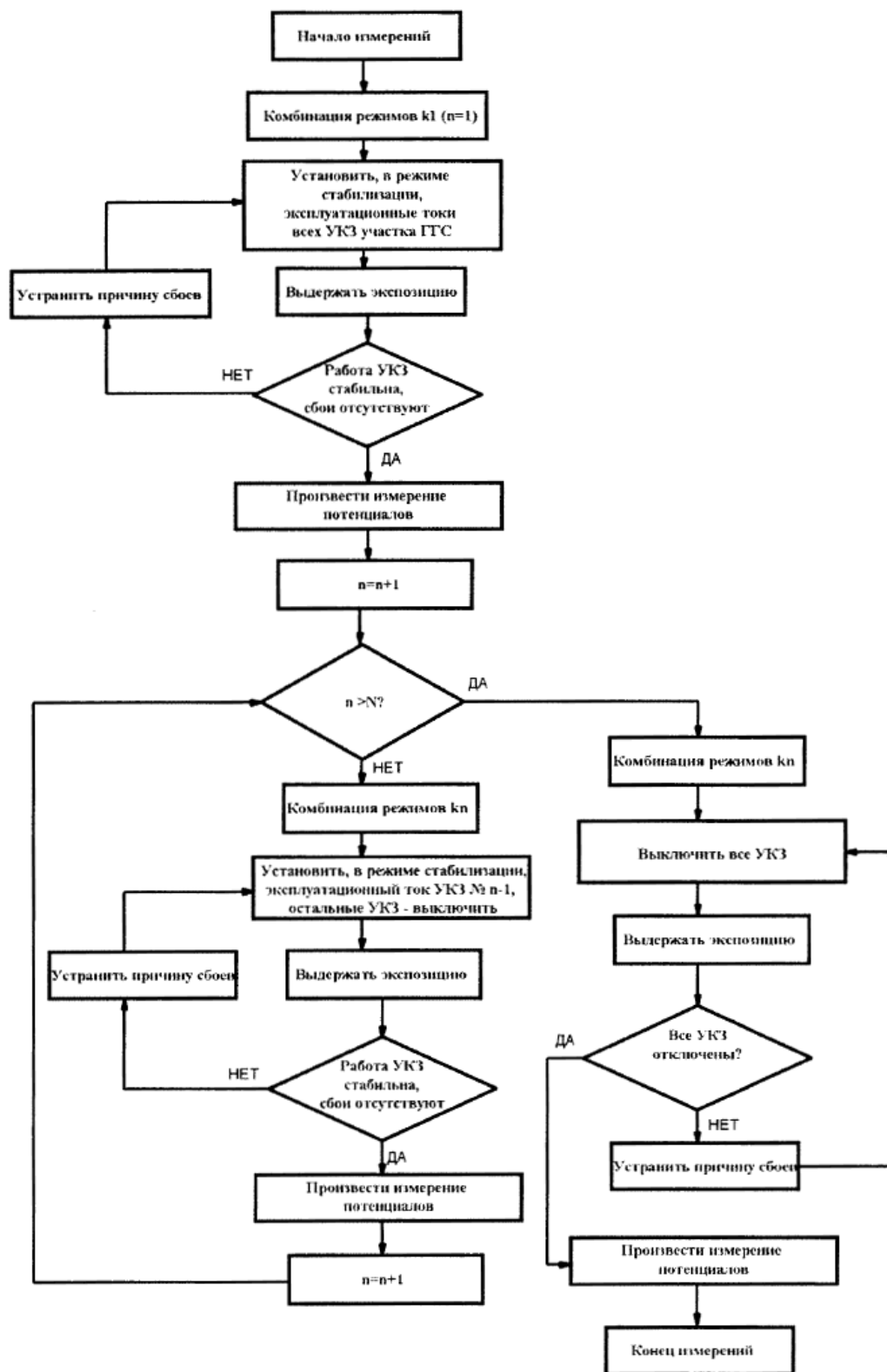


Рисунок 1 - Блок-схема порядка выполнения измерений

## 5.5 Порядок внесения результатов измерений в базу данных программного комплекса "АРМ ЭХЗ МГ и ПП - технология энергосбережения"

5.5.1 Результаты, полученные на этапах подготовки и выполнения измерений, должны быть внесены в базу данных программного комплекса "АРМ ЭХЗ МГ и ПП - технология энергосбережения" или аналогичного, построенного на тех же принципах постановки и алгоритмов решения задачи.

Порядок внесения результатов измерений приведен в приложении А.

5.5.2 В меню "База данных" АРМ ЭХЗ произвести заполнение:

а) "Справочник типов СКЗ". Должны быть указаны:

- 1) условный код СКЗ (порядковый номер);
- 2) наименование (тип) СКЗ;
- 3) величина номинальной мощности СКЗ;
- 4) величина номинального выходного напряжения СКЗ;
- 5) величина номинального выходного тока СКЗ.

б) "Справочник промплощадок". Создается новый участок ГГС:

- 1) присваивается условный код (порядковый номер) этого участка ГГС;
- 2) присваивается условное имя участку ГГС;

в) "Установки катодной защиты". Выбирается созданный участок ГГС и вносятся, в соответствии с полученными результатами, следующие исходные данные для созданного участка ГГС:

- 1) порядковый номер УКЗ, в соответствии с выполненной координатной сортировкой по координатам АЗ;
- 2) координаты УКЗ и АЗ по оси X и оси Y;
- 3) наименование (тип) СКЗ (выбирается из списка, введенного в "Справочнике типов СКЗ");
- 4) тип АЗ (глубинное, поверхностное);
- 5) источник энергоснабжения (РУ, ТП);
- 6) величина сопротивления защитного заземления (при наличии);
- 7) дата строительства (последнего капитального ремонта) УКЗ;

г) "Точки измерения ПП". Выбирается участок ГГС, где в соответствии с координатной сортировкой вводятся данные всех точек измерений:

- 1) порядковый номер точки измерения (по координатной сортировке);
- 2) привязка точки (идентификационный номер и адрес точки измерения);
- 3) координаты точки измерения по оси X и оси Y;
- 4) минимальное и максимальное допустимое значение суммарного потенциала для точек измерений.

5.5.3 После заполнения базы данных необходимо заполнить таблицу "Спец. режимы", в соответствии с составленным ранее и выполненным планом проведения измерений. Для этого необходимо:

- а) выбрать меню АРМ ЭХЗ "Спец. измерения";

б) в списке "Наименование промплощадки" выбрать требуемый участок ГГС, для которого будут вноситься данные плана измерений;

в) после выбора и подтверждения участка ГГС, в открывшемся окне регистрации, внести данные:

1) дату проведения измерения;

2) фамилию лица, проводившего измерения;

3) количество комбинаций режимов измерений ( $k_n$ );

г) в открывшемся меню "Спец. измерения" выбрать пункт "Спец. режимы" и указать значение рабочего тока каждой УКЗ, установленного при производстве измерений, для каждой комбинации режимов измерения ( $k_n$ );

д) выбрать пункт меню "Результаты спец. измерений" и указать полученные при измерениях значения суммарных потенциалов для каждой точки измерения в соответствии с порядком комбинаций режимов измерения ( $k_n$ );

е) произвести расчет регрессионных коэффициентов для участка ГГС, выбрав пункт "Регрессионные коэффициенты" меню (коэффициенты для каждой точки измерения будут рассчитаны автоматически и отображены в виде таблицы);

ж) произвести расчет  $\mu$  и  $\phi$  коэффициентов для участка ГГС, выбрав пункт "Параметры M и Fi ПП" меню "Спец. измерения". Коэффициенты  $\mu$  и  $\phi$  будут рассчитаны автоматически;

и) выйти из меню "Спец. измерения".

После выполнения ввода данных ПО АРМ ЭХЗ считается готовым к производству расчетов.

## 5.6 Интерпретация результатов обследования участка ГГС и порядок формирования рекомендаций по результатам базовых измерений

5.6.1 После расчета регрессионных коэффициентов на участке ГГС выполняются технологические определения параметров ЭХЗ, начиная с ввода режимов работы действующих УКЗ.

Для этого, в ПО АРМ ЭХЗ необходимо выбрать в меню "Режимы УКЗ" требуемый участок ГГС и ввести следующие данные в таблицу режимов работы для каждой УКЗ участка:

- дата снятия показаний - дата установки режимов работы УКЗ;

- рабочий режим УКЗ (значение U - выходное напряжение, В; значение I - выходной ток, А).

5.6.2 После ввода режимов работы УКЗ необходимо перейти в пункт меню "Анализ защищенности", выбрать участок ГГС для которого были введены рабочие режимы УКЗ. Расчет защищенности участка ГГС по протяженности, при рабочих режимах УКЗ, будет произведен автоматически.

5.6.3 Произвести расчет оптимальных режимов работы УКЗ при помощи соответствующей команды в ПО АРМ ЭХЗ. В графе "Реком." таблицы режимов УКЗ ПП будут отображены оптимизированные режимы для каждой УКЗ участка ГГС, при которых будет обеспечена 100% защищенность по протяженности участка ГГС при минимальных энергетических затратах.

5.6.4 После этого, при выборе команды "Просмотр", отображается сравнительная таблица с расчетными значениями потенциалов в каждой точке измерений для эксплуатационных и оптимизированных режимов работы УКЗ ГГС.

5.6.5 Для проверки качества произведенных расчетов необходимо, при помощи АСУ ЭХЗ выставить оптимальные режимы работы на всех УКЗ, выдержать экспозицию и провести измерения суммарных потенциалов во всех точках измерения участка ГГС.

5.6.6 Результаты выполненных измерений суммарных потенциалов сравнить с их расчетными значениями в ПО АРМ ЭХЗ. Совпадение значений, с допустимой погрешностью от 100 до 150 мВ расчетных и измеренных значений потенциалов, подтверждает корректность произведенных обследований и позволяет произвести анализ для определения эффективных и неэффективных УКЗ, опорных точек и аварийных режимов работы УКЗ при возможных отказах в работе УКЗ участка ГГС.

Дальнейшая эксплуатация УКЗ участка ГГС осуществляется с использованием оптимизированных режимов работы УКЗ, с автоматической стабилизацией выходного тока, при которых достигается 100% защищенность по протяженности участка ГГС с минимальными энергетическими затратами. Индикаторами защищенности участка ГГС являются опорные точки, в которых должны установить интегрируемые в АСУ ЭХЗ контроллеры измерения суммарного потенциала для оперативного мониторинга защищенности участка ГГС. В процессе эксплуатации контролируется величина суммарных потенциалов в опорных точках измерений, то есть на границе зоны защиты каждой УКЗ участка ГГС.

5.6.7 Наиболее эффективная УКЗ участка ГГС определяется следующим образом:

- по эксплуатационным характеристикам - чем ниже значение сопротивления цепи "анод-труба", тем эффективнее считаются УКЗ, при этом номинальное выходное напряжение СКЗ позволяет получить в данной цепи значение тока защиты, наиболее приближенное к номинальному;

- по расположению АЗ - определяется исключительно средствами АРМ ЭХЗ по отношению величины наложенного потенциала к величине тока АЗ в каждой точке измерения ГГС.

5.6.8 Опорные точки ГГС определяются по наименьшему значению наложенного потенциала, получаемого при работе УКЗ ГГС, по отношению к значению естественного потенциала защищаемой ГГС.

5.6.9 Аварийные режимы работы УКЗ ГГС определяются следующим образом:

- моделируются последовательные отключения УКЗ на участке ГГС;

- для каждой комбинации отключений производится расчет рекомендуемых\* режимов работы УКЗ, оставшихся в работе;

\* Текст документа соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

- расчетные режимы для комбинаций отключения при которых достигается 100% защищенность по протяженности участка ГГС, принимаются за аварийные режимы работы УКЗ. Эти режимы и комбинации отключений оформить в виде таблицы и хранить на рабочем месте АСУ ЭХЗ для обеспечения оперативного использования аварийных режимов в случае отказов УКЗ участка ГГС.

5.6.10 По результатам технической эксплуатации ТС-ЭХЗ определяются параметры надежности подземных сооружений ( $K_{\text{н}}$ ) - защищенности по протяженности ( $K_{\text{л}}$ ) и по времени ( $K_{\text{т}}$ ) в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602 и ГОСТ Р 51164. Формы отчетной документации, приведенные в приложении Д, заполняются или формируются при помощи программных средств АСУ ЭХЗ.

Примечание - Анализ, интерпретация и выработанные рекомендации приведены в приложении В на примере работ, выполненных в ОАО "Азовмежрайгаз".

Приложение А  
(справочное)

## Описание программного комплекса "АРМ ЭХЗ МГ и ПП - технология энергосбережения"

А.1 Пакет АРМ ЭХЗ ПП разработан в среде дисковой операционной системы MS-DOS. Запуск программы осуществляется с помощью файла "ENH\_PP.EXE", переходы на необходимые пункты меню осуществляются клавишами управления курсором. Все окна в меню и ячейки для ввода данных активизируются нажатием клавиши "Enter". В нижней части экрана приводятся основные указания по работе в соответствующем пункте меню.

А.2 Режимы работ пакета представлены в виде горизонтального главного меню, включающего следующие пункты: "База данных", "Спец. измерения", "Обработка режимов", "Выход".

А.3 Режим "База данных" предназначен для формирования (внесения изменений) в БД. Услуги, предоставляемые данным режимом: "Справочник промплощадок", "Установки катодной защиты", "Точки измерения", "Справочник станций катодной защиты".

А.3.1 Услуга "Справочник промплощадок". Нажатием клавиши "+" создается новый участок ГГС и с помощью клавиши "Enter" вводятся условные код и название участка ГГС. Код может быть любым двузначным числом.

А.3.2 Услуга "Установки катодной защиты". С ее помощью в БД вводятся характеристики УКЗ (номер, тип преобразователя, координаты анодного заземления). Ввод характеристик новых УКЗ осуществляется нажатием клавиши "+".

А.3.3 Услуга "Точки измерений". С ее помощью вводится информация о точках, в которых были выполнены измерения: номер точки, ее название и координаты, минимально и максимально допустимые значения суммарных потенциалов. Допустимые минимальные и максимальные значения суммарных потенциалов определяются согласно требованиям действующих НТД.

А.3.4 Услуга "Справочник станций катодной защиты". В справочник заведены основные характеристики выпускаемых преобразователей. В случае необходимости с помощью клавиш "+" и "Enter" вводятся технические характеристики преобразователей катодной защиты, которые не введены в справочник.

А.4 Режим "Спец. измерения" предназначен для ввода, обработки и анализа результатов измерений. После выбора участка ГГС откроется окно для ввода (в том числе редактирования) даты проведения специзмерений, числа комбинаций режимов и фамилии лица, проводившего измерения.

А.5 После закрытия текущего окна (нажатием "ESC") программа осуществляет чтение необходимых данных из информационной базы ГГС и открывает меню, предоставляющее услуги режима "Спец. измерения", "Спец. режимы", "Результаты спец. измерений", "Регрессионные коэффициенты", "Параметры М и Fi ПП" ГГС.

А.5.1 Услуга "Спец. режимы" дает возможность осуществлять ввод (корректировку) комбинаций режимов УКЗ, при которых были выполнены измерения ("План спец. измерений"). С помощью данной услуги в компьютер вводятся значения токов УКЗ (А), при которых были выполнены измерения.

А.5.2 Услуга "Результаты спец. измерений" дает возможность ввода и редактирования результатов специзмерений (мВ), проведенных на участках ГГС при различных комбинациях режимов УКЗ.

А.5.3 При выборе услуги "Регрессионные коэффициенты" показываются рассчитанные значения регрессионных коэффициентов точек измерений ГГС. Пользователь должен оценить качество проведенных измерений, внести (в случае необходимости, корректировки) и сохранить эти значения в БД. Рассчитанные коэффициенты должны быть в основном положительными. Небольшое количество отрицательных коэффициентов означает, что увеличение тока соответствующей УКЗ вызывает смещение в положительную сторону потенциала соответствующей точки (вредное анодное влияние).

А.5.4 Качество проведенных измерений и расчетов для соответствующей точки измерения оценивается одновременным нажатием комбинации клавиши "Ctrl" и "Enter", при этом высвечивается окно для выбранной точки, в котором приводятся номер комбинации режимов, измеренная и рассчитанная по коэффициентам величина потенциала ГГС в данной точке при соответствующей комбинации режимов и разность измеренной и расчётной величины потенциала. Пользователь, по величине разности, оценивает качество проведенных измерений и пригодность рассчитанных коэффициентов для дальнейшего использования. При качественно проведенных измерениях величина разности должна быть от 100 до 150 мВ. Превышение указанных значений требует анализа возможных ошибок.

А.6 "Оптимизация" осуществляется одновременным нажатием клавиш "Ctrl" и "Enter", после чего будет выполнен расчет оптимальных рабочих режимов УКЗ. Результаты расчета (напряжение и ток) показываются в столбцах "Рекомендуемые режимы". Следует иметь в виду, что расчет оптимальных рабочих режимов может быть выполнен только в том случае, когда защищенность по протяженности при максимальных режимах работы УКЗ составляет 100%. Распределение потенциалов при оптимальных эксплуатационных режимах просматривается путем нажатия клавиши "Enter".

А.6.1 Если защищенность, при максимальных режимах работы существующих УКЗ, составляет менее 100%, то

пользователь имеет возможность путем выбора различных вариантов действий (замена СКЗ на имеющую большую выходную мощность, капитальный ремонт АЗ, строительство новых УКЗ и АЗ) выработать рекомендации по доведению защищенности по протяженности до 100%. При этом выход на режим "Выработка рекомендаций" обеспечивается нажатием клавиши "Ins". Пользователь после нажатия клавиши "Ins" может выбрать одну или несколько услуг: "Замена СКЗ", "Капитальный ремонт АЗ", "Максимальный эксплуатационный ток УКЗ", "Строительство новой УКЗ".

А.6.2 Услуга "Замена СКЗ" дает возможность определить защищенность, распределение потенциалов и оптимальные режимы УКЗ при замене существующих (не обеспечивающих 100% защищенность по протяженности) на имеющие большую выходную мощность.

А.6.3 Услуга "Капитальный ремонт АЗ" активизирует окно "Сопrotивление цепи УКЗ", в которое пользователь вводит значение сопротивления нового АЗ, определяемого по опыту строительства аналогичных АЗ в регионе обследуемой ГГС.

А.6.4 Услуга "Максимальный эксплуатационный ток УКЗ" активизирует окно " $I_{\max}$ ", пользователь имеет возможность искусственно ограничить максимальный ток (например, из технологических соображений) данной УКЗ или увеличить его до 100 А, для того чтобы далее, пользуясь услугой "Просмотр", просмотреть (в столбце "dU при  $I_{\text{реком}}$ ") и проанализировать распределение потенциалов ГГС при этих токах.

Эта же услуга используется при ретроспективном анализе защищенности ГГС. В активизированные окна " $I_{\max}$ " необходимо завести величины токов за анализируемый период для каждой УКЗ ГГС; распределение потенциалов при этих токах просматривается с помощью услуги "Просмотр" (в столбце "dU при  $I_{\text{реком}}$ ").

А.6.5 Услуга "Строительство новой УКЗ". При ее вызове открывается диалоговое окно с запросом "Добавить опытное заземление?". При положительном ответе высвечивается запрос о координатах нового АЗ. Пользователь по план-схеме ГГС должен ввести координаты выбранной точки. По умолчанию параметры нового АЗ составляют  $R = 1$  Ом,  $I_{\max} = 50$  А, при необходимости их можно изменить с использованием услуг, описанных в А.6.3 и А.6.4. После ввода параметров нового АЗ с помощью услуг "Оптимизация" и "Просмотр" рассчитываются оптимальные режимы работы всех УКЗ и просматриваются распределение потенциалов ГГС при предполагаемой работе дополнительной УКЗ с введенными координатами ее расположения. Пользователь имеет возможность ввести еще нескольких виртуальных УКЗ и просмотреть распределение потенциалов ГГС при их работе. Если результаты не удовлетворяют требованиям, пользователь может повторить процедуру ввода новых параметров АЗ до получения требуемых результатов.

А.7 Определение наиболее эффективных УКЗ. Для этого определяют эффективность УКЗ по эксплуатации и эффективность УКЗ по расположению.

А.8 Для определения эффективности УКЗ по эксплуатации пользователь должен в режиме "Анализ режимов" с помощью услуги "Максимальный эксплуатационный ток" ввести для всех УКЗ значения 50 А и рассчитать оптимальные режимы их работы. УКЗ с наибольшими значениями рассчитанных токов являются наиболее эффективными. Отказы в их работе приводят к максимальным снижениям защищенности ГГС, поэтому по результатам обследования, для этих УКЗ должен быть рекомендован усиленный контроль за их работой и техническим состоянием.

А.9 Эффективность УКЗ по расположению определяется в режиме "Анализ режимов" с помощью услуги "Капитальный ремонт АЗ". Вводятся одинаковые значения сопротивлений АЗ для всех УКЗ (например, 1 Ом) и рассчитываются оптимальные режимы работы установок защиты. УКЗ с наибольшими значениями рассчитанных токов являются наиболее эффективными по расположению на ГГС. По результатам технического обследования, в случае необходимости, для этих УКЗ должен быть рекомендован капитальный ремонт АЗ.

А.10 Определение мест расположения шурфов на участках ГГС производится с помощью пакета АРМ ЭХЗ ПП.

А.10.1 Необходимо проанализировать распределение потенциалов во всех точках ГГС при работе УКЗ за последние 3-5 лет и определить от 5 до 8 точек ГГС, на которых отмечены минимальные (по абсолютной величине) значения потенциалов. Выбранные точки, а также места на границе перехода газопровода "грунт-воздух" подлежат шурфованию на глубину от 30 до 40 см.

А.11 Определение "Оптимальных режимов" и "Аварийных режимов" УКЗ.

А.11.1 Для определения "Оптимальных режимов" УКЗ необходимо выполнить действия, указанные в А.6.

А.11.2 "Аварийные режимы" УКЗ - это временные (на период ремонта) режимы устанавливаемые на исправно функционирующих УКЗ, при возникновении неисправностей на УКЗ ГГС, которые определяются в меню ПО "Анализ режимов" с помощью услуги "Максимальный эксплуатационный ток". Пользователь должен ввести нулевое значение максимального тока для неисправной УКЗ и рассчитать оптимальные режимы ее работы. При невозможности достижения 100% защищенности ГГС при отказе одной или нескольких УКЗ другие оставшиеся в работе УКЗ должны переводиться в максимальный режим работы. "Аварийные режимы" рассчитываются для каждой УКЗ. Результат расчета оформляется в табличной форме.

А.12 Рекомендации по эксплуатации (реконструкции) системы ЭХЗ формируются с помощью услуги "Анализ режимов".

Реализация основных функций программных продуктов АРМ ЭХЗ и АСУ ЭХЗ позволяет обеспечить надежную эксплуатацию ГГС.

Приложение Б  
(рекомендуемое)

**Форма акта оценки состояния покрытия законченного строительством (эксплуатируемого) участка трубопровода**

АКТ

оценки состояния изоляционного защитного покрытия законченного строительством (эксплуатируемого) участка трубопровода

наименование организации

Наименование трубопровода \_\_\_\_\_

Участок трубопровода (начало, км \_\_\_\_\_, конец, км) \_\_\_\_\_,

протяженность, м \_\_\_\_\_)

Диаметр трубы, м \_\_\_\_\_, толщина стенки, мм \_\_\_\_\_

Марка трубной стали \_\_\_\_\_

Конструкция защитного покрытия \_\_\_\_\_

Среднее удельное электрическое сопротивление грунта ( $\rho$ ), Ом \_\_\_\_\_

Требуемое сопротивление изоляции  $R_{из}$ , Ом·м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Дата начала \_\_\_\_\_ и окончания \_\_\_\_\_ засыпки трубопровода

Сопротивление растеканию трубопровода  $R_p$ , Ом·м<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Продольное сопротивление трубопровода  $R_T$ , Ом/м \_\_\_\_\_

Место подключения источника постоянного тока, км \_\_\_\_\_

Напряжение на выходе источника  $U$ , В \_\_\_\_\_



| Время измерения | Сила тока, А | Потенциал трубопровода, В, по медно-сульфатному электроду сравнения |   |                     | Сопротивление изоляции, Ом·м <sup>2</sup> |
|-----------------|--------------|---|---|---------------------|---|
|                 |              | Естественная разность потенциалов                                   | При включенном источнике катодной поляризации | Смещение потенциала |   |
|                 |              |   |   |                     |   |

Состояние изоляционного покрытия участка трубопровода \_\_\_\_\_

(соответствует, не соответствует требуемому значению)

Заполнил (должность, инициалы, фамилия) \_\_\_\_\_

дата \_\_\_\_\_

личная подпись \_\_\_\_\_

Приложение В  
(справочное)

### Анализ, интерпретация и выработанные рекомендации на примере работ, выполненных в ОАО "Азовмежрайгаз"

В качестве исходных данных использованы материалы рабочего проекта шифр N 56-35-08-ЭХЗ за 2008 год, разработанного филиалом "Подземметаллзащита" ОАО "Ростовоблгаз".

Общая протяженность подземных газопроводов - 8600 м, из них:

- газопроводов среднего давления - 1950 м;
- газопроводов низкого давления - 6650 м.

На семи УКЗ работает оборудование УКЗТ-А ОПЕ TM-GSM:

- N 1-79 (6-79-88), ул.Кандаурова, д.13;
- N 2-78 (6-78-09), Школа N 11;
- N 3-100 (6-100-90), ул.Измайлова - ул.Ленинградская;
- N 4-117 (6-117-92), ул.Ленина, д.26;
- N 5-50 (6-50-85), ул.Толстого, д.56;
- N 6-82 (6-82-88), ул.Пушкина, д.6;
- N 7-116 (6-116-92), ул.Толстого, д.28.

Базовые измерения и оптимизация параметров указанных УКЗ выполнены в 2009 году. Работы проведены с использованием координатных привязок к обследуемым газопроводам, полученных по навигационному GPS-устройству и конвертированных в метрические величины с формированием условной прямоугольной системы координат, АЗ УКЗ и точек измерений по маршруту обхода трасс газопроводов. Перечень АЗ УКЗ и точек измерения на сооружениях ГГС с их GPS координатами представлены в таблице В.1. Реестр базовых измерений - перечень точек измерения ГГС с указанием полученных в соответствии с планом измерений значений потенциалов для каждой комбинации токов АЗ УКЗ представлены в таблице В.2.

По результатам обследования газопроводов ГРО сформированы рекомендации по значениям оптимальных токов АЗ УКЗ, обеспечивающих 100% защищенность газопроводов с минимальными энергетическими затратами. Рекомендации по эксплуатации (реконструкции) существующей системы ЭХЗ сформированы с помощью услуги "Анализ режимов" АРМ ЭХЗ. Были выявлены три опорные точки N 1, N 8 и N 23 (см. таблицу В.2, рисунок В.2) на указанной ГГС, выданы рекомендации по ремонту ряда ИФС.

Внимание! Дополнительную информацию см. в ярлыке "Примечания"

В качестве примера реализации Методики приведены результаты исследования эффективности ЭХЗ на реальных объектах газоснабжения Ростовской области в таблице Е.1 (приложение Е).

Пример план-схемы ГГС в г.Азов с уточнением конфигурации газовых сетей приведен на рисунке В.1.

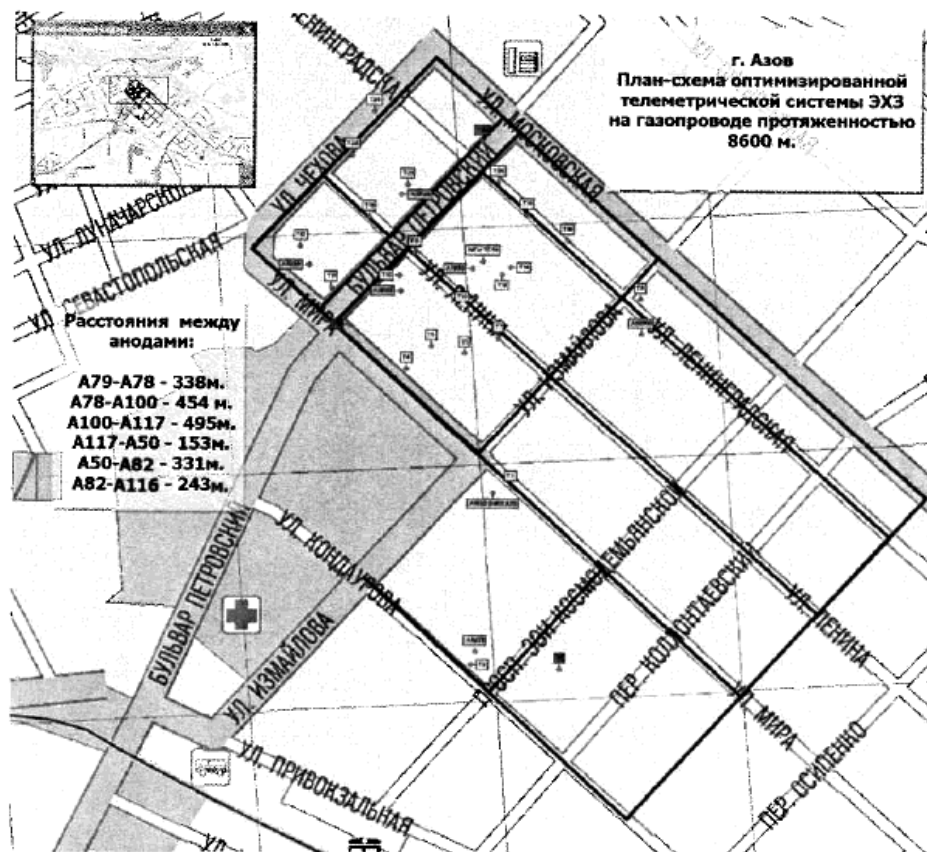


Рисунок В.1 - План-схема с привязкой АЗ УКЗ и точек измерений в единой системе координат на 40-летних газопроводах ГГС в г.Азов

Таблица В.1 - Перечень АЗ УКЗ и точек измерения на сооружениях ГГС, с их координатами

| N на план-схеме    | N после сортировки | Привязка точек измерений |          |          |          |          | Расстояние между точками, м |      |      | Адрес точки                     |
|--------------------|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------|------|------|---------------------------------|
|                    |                    | Имя точки                | X (абс.) | Y (абс.) | X (усл.) | Y (усл.) | нач.                        | кон. | сум. |                                 |
| Анодное заземление |                    |                          |          |          |          |          |                             |      |      |                                 |
| 1                  |                    | Анод N 79-88             | 531962   | 5216608  | 1962     | 6608     |                             |      |      | ул.Кандаурова, д.13             |
|                    |                    |                          |          |          |          |          |                             | 338  | 338  |                                 |
| 2                  |                    | Анод N 78-09             | 532023   | 5216940  | 2023     | 6940     | 338                         |      |      | Школа 11                        |
|                    |                    |                          |          |          |          |          |                             | 453  | 791  |                                 |
| 3                  |                    | Анод N 100-90            | 532346   | 5217258  | 2346     | 7258     | 791                         |      |      | ул.Измайлова - ул.Ленинградская |
|                    |                    |                          |          |          |          |          |                             | 495  | 1286 |                                 |
| 4                  |                    | Анод N 117-92            | 531865   | 5217376  | 1865     | 7376     | 1286                        |      |      | ул.Ленина, д.26                 |

Внимание! Дополнительную информацию см. в ярлыке "Примечания"

|                     |   |                  |        |         |      |      |      |     |      |  |
|---------------------|---|------------------|--------|---------|------|------|------|-----|------|--|
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 153 | 1439 |  |
| 5                   |   | Анод N<br>50-85  | 532013 | 5217413 | 2013 | 7413 | 1439 |     |      | ул.Толстого, д.56                        |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 331 | 1770 |  |
| 6                   |   | Анод N<br>82-88  | 531683 | 5217436 | 1683 | 7436 | 1770 |     |      | ул.Пушкина, д.6                          |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 243 | 2013 |  |
| 7                   |   | Анод N<br>116-92 | 531882 | 5217576 | 1882 | 7576 |      |     |      | ул.Толстого, д.28                        |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      |     |      |  |
| Опорные точки и СКЗ |   |                  |        |         |      |      |      |     |      |  |
| 1                   | 1 | Опорная          | 532132 | 5216562 | 2132 | 6562 |      |     |      | ул.Крымская ВОС                          |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 181 | 181  |  |
| 2                   | 2 | ТД СКЗ<br>79-88  | 531952 | 5216583 | 1952 | 6583 | 181  |     |      | ул.Кандаурова, д.13                      |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 370 | 551  |  |
| 3                   |   |                  | 532315 | 5216654 | 2315 | 6654 | 551  |     |      | ул.Мира, д.29                            |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 444 | 995  |  |
| 4                   |   |                  | 531871 | 5216658 | 1871 | 6658 | 995  |     |      | ул.Кондаурова, д.7                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 451 | 1446 |  |
| 5                   |   |                  | 532322 | 5216669 | 2322 | 6669 | 1446 |     |      | ул.Мира, д.26 (котельная)                |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 580 | 2026 |  |
| 6                   |   |                  | 531745 | 5216726 | 1745 | 6726 | 2026 |     |      | ул.Кондаурова, д.8                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 375 | 2401 |  |
| 7                   |   |                  | 532120 | 5216737 | 2120 | 6737 | 2401 |     |      | ул.Космодемьянской, д.70                 |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 317 | 2718 |  |
| 8                   |   |                  | 531804 | 5216765 | 1804 | 6765 | 2718 |     |      | ул.Кондаурова, д.3                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 102 | 2820 |  |
| 9                   |   |                  | 531905 | 5216768 | 1905 | 6768 | 2820 |     |      | ул.Красноармейская, д.98                 |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 116 | 2936 |  |
| 10                  |   |                  | 531792 | 5216794 | 1792 | 6794 | 2936 |     |      | ул.Измайлова, д.63                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 11  | 2947 |  |
| 11                  |   |                  | 531803 | 5216797 | 1803 | 6797 | 2947 |     |      | ул.Измайлова, д.61                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 239 | 3186 |  |
| 12                  |   |                  | 532040 | 5216827 | 2040 | 6827 | 3186 |     |      | ул.Комсомольская -<br>ул.Красноармейская |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 137 | 3323 |  |
| 13                  |   |                  | 531908 | 5216862 | 1908 | 6862 | 3323 |     |      | ул.Комсомольская, д.4                    |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 36  | 3359 |  |
| 14                  |   |                  | 531875 | 5216876 | 1875 | 6876 | 3359 |     |      | ул.Измайлова, д.57                       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 257 | 3616 |  |
| 15                  |   |                  | 532130 | 5216906 | 2130 | 6906 | 3616 |     |      | ул.Красноармейская, д.63                 |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 313 | 3929 |  |
| 16                  |   |                  | 531818 | 5216913 | 1818 | 6913 | 3929 |     |      | Зал игровых автоматов                    |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 721 | 4650 |  |
| 17                  |   |                  | 532539 | 5216928 | 2539 | 6928 | 4650 |     |      | ул.Толстого -<br>ул.Коллонтаевская       |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 152 | 4802 |  |
| 18                  |   |                  | 532691 | 5216939 | 2691 | 6939 | 4802 |     |      | ул.Ленинградская -<br>ул.Коллонтаевская  |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 321 | 5123 |  |
| 19                  |   |                  | 532370 | 5216942 | 2370 | 6942 | 5123 |     |      | ул.Космодемьянской, д.62                 |
|                     |   |                  |        |         |      |      |      | 214 | 5337 |  |

|    |    |                  |        |         |      |      |       |     |       |  |
|----|----|------------------|--------|---------|------|------|-------|-----|-------|--|
| 20 |    |                  | 532156 | 5216945 | 2156 | 6945 | 5337  |     |       | ул.Красноармейская, д.61<br>(б.Мира, 31) |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 98  | 5435  |  |
| 21 | 3  | ТД СКЗ<br>78-09  | 532058 | 5216949 | 2058 | 6949 | 5435  |     |       | Школа 11                                 |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 132 | 5567  |  |
| 22 |    |                  | 532181 | 5216996 | 2181 | 6996 | 5567  |     |       | ул.Красноармейская, д.79                 |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 255 | 5822  |  |
| 23 |    |                  | 531928 | 5217022 | 1928 | 7022 | 5822  |     |       | ул.Измайлова<br>(спорткомплекс)          |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 146 | 5968  |  |
| 24 |    |                  | 532068 | 5217059 | 2068 | 7059 | 5968  |     |       | ул.Измайлова - ул.Мира                   |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 176 | 6144  |  |
| 25 |    |                  | 532237 | 5217107 | 2237 | 7107 | 6144  |     |       | ул.Ленина, д.71                          |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 308 | 6452  |  |
| 26 |    |                  | 532546 | 5217109 | 2546 | 7109 | 6452  |     |       | ул.Ленинградская -<br>ул.Космодемьянской |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 204 | 6656  |  |
| 27 |    |                  | 532342 | 5217128 | 2342 | 7128 | 6656  |     |       | ул.Красноармейская -<br>ул.Толстого      |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 173 | 6829  |  |
| 28 |    |                  | 532175 | 5217172 | 2175 | 7172 | 6829  |     |       | ул.Измайлова, д.37/52                    |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 163 | 6992  |  |
| 29 |    |                  | 532012 | 5217189 | 2012 | 7189 | 6992  |     |       | Котельная                                |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 142 | 7134  |  |
| 30 |    |                  | 531871 | 5217193 | 1871 | 7193 | 7134  |     |       | ул.Мира, д.33                            |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 599 | 7733  |  |
| 31 |    |                  | 532469 | 5217199 | 2469 | 7199 | 7733  |     |       | ул.Ленинградская, д.87-а                 |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 606 | 8339  |  |
| 32 | 4  |                  | 531864 | 5217210 | 1864 | 7210 | 8339  |     |       | ул.Мира, д.19/31                         |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 241 | 8580  |  |
| 33 |    |                  | 532104 | 5217218 | 2104 | 7218 | 8580  |     |       | ул.Ленина, д.50                          |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 119 | 8699  |  |
| 34 | 5  |                  | 531987 | 5217238 | 1987 | 7238 | 8699  |     |       | ул.Социалистический,<br>д.61             |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 72  | 8771  |  |
| 35 | 6  |                  | 531917 | 5217256 | 1917 | 7256 | 8771  |     |       | ул.Пушкина, д.24/40                      |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 139 | 8910  |  |
| 36 | 7  |                  | 532055 | 5217267 | 2055 | 7267 | 8910  |     |       | ул.Ленина, д.42                          |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 301 | 9211  |  |
| 37 |    |                  | 532268 | 5217286 | 2268 | 7286 | 9211  |     |       | ул.Измайлова, д.33                       |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 658 | 9869  |  |
| 38 |    |                  | 531610 | 5217297 | 1610 | 7297 | 9869  |     |       | ул.Школа N 1                             |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 512 | 10381 |  |
| 39 | 8  | Опорная          | 531757 | 5217309 | 1757 | 7309 | 10381 |     |       | бул.Петровский, д.35                     |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 593 | 10974 |  |
| 40 | 9  | ТД СКЗ<br>100-90 | 532349 | 5217333 | 2349 | 7333 | 10974 |     |       | ул.Ленинградская, д.73                   |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 331 | 11305 |  |
| 41 |    |                  | 532316 | 5217337 | 2316 | 7337 | 11305 |     |       | ул.Измайлова, д.31                       |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 290 | 11595 |  |
| 42 |    |                  | 532027 | 5217340 | 2027 | 7340 | 11595 |     |       | ул.Ленина, д.47                          |
|    |    |                  |        |         |      |      |       | 19  | 11614 |  |
| 43 | 10 |                  | 532014 | 5217353 | 2014 | 7353 | 11614 |     |       | ул.Ленина, д.33/43                       |

|    |    |                 |        |         |      |      |       |     |       |   |
|----|----|-----------------|--------|---------|------|------|-------|-----|-------|---|
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 117 | 11731 |   |
| 44 |    |                 | 532131 | 5217362 | 2131 | 7362 | 11731 |     |       | ул.Толстого, д.70                           |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 351 | 12082 |   |
| 45 |    |                 | 531780 | 5217363 | 1780 | 7363 | 12082 |     |       | бул.Петровский, 33                          |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 49  | 12131 |   |
| 46 |    |                 | 531732 | 5217368 | 1732 | 7368 | 12131 |     |       | бул.Петровский, д.40                        |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 23  | 12154 |   |
| 47 | 11 |                 | 531723 | 5217389 | 1723 | 7389 | 12154 |     |       | бул.Петровский -<br>ул.Пушкина              |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 538 | 12692 |   |
| 48 |    |                 | 532261 | 5217398 | 2261 | 7398 | 12692 |     |       | ул.Ленинградская, д.76                      |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 190 | 12882 |   |
| 49 | 12 | ТД СК3<br>117-2 | 532071 | 5217398 | 2071 | 7398 | 12882 |     |       | ул.Толстого, д.58                           |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 205 | 13087 |   |
| 50 | 13 | ТД СК3<br>50-85 | 531866 | 5217408 | 1866 | 7408 | 13087 |     |       | ул.Ленина, д.26                             |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 223 | 13310 |   |
| 51 | 14 |                 | 532089 | 5217413 | 2089 | 7413 | 13310 |     |       | ул.Социалистический,<br>д.54/56             |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 156 | 13466 |   |
| 52 |    |                 | 532243 | 5217441 | 2243 | 7441 | 13466 |     |       | ул.Ленинградская, д.63                      |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 211 | 13677 |   |
| 53 |    |                 | 532032 | 5217441 | 2032 | 7441 | 13677 |     |       | ул.Толстого, д.56                           |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 136 | 13813 |   |
| 54 | 15 |                 | 531897 | 5217454 | 1897 | 7454 | 13813 |     |       | бул.Петровский, д.19                        |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 314 | 14127 |   |
| 55 | 16 |                 | 532211 | 5217462 | 2211 | 7462 | 14127 |     |       | ул.Ленинградская, д.61                      |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 543 | 14670 |   |
| 56 | 17 | ТД СК3<br>82-88 | 531669 | 5217477 | 1669 | 7477 | 14670 |     |       | ул.Пушкина, д.6                             |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 512 | 15182 |   |
| 57 |    |                 | 532181 | 5217489 | 2181 | 7489 | 15182 |     |       | ул.Ленинградская -<br>ул.Социалистическая   |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 639 | 15821 |   |
| 58 |    |                 | 531543 | 5217508 | 1543 | 7508 | 15821 |     |       | ул.Севастопольская, д.2                     |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 589 | 16410 |   |
| 59 | 18 |                 | 532131 | 5217522 | 2131 | 7522 | 16410 |     |       | ул.Ленинградская, д.64                      |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 318 | 16728 |   |
| 60 | 19 |                 | 531813 | 5217532 | 1813 | 7532 | 16728 |     |       | ул.Ленина, д.27                             |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 283 | 17011 |   |
| 61 |    |                 | 531533 | 5217570 | 1533 | 7570 | 17011 |     |       | ул.Калинина, д.76                           |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 112 | 17123 |   |
| 62 |    |                 | 531644 | 5217579 | 1644 | 7579 | 17123 |     |       | ул.Чехова, д.20                             |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 417 | 17540 |   |
| 63 |    |                 | 532061 | 5217582 | 2061 | 7582 | 17540 |     |       | бул.Петровский -<br>ул.Ленинградская (кафе) |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 21  | 17561 |   |
| 64 | 20 |                 | 532078 | 5217594 | 2078 | 7594 | 17561 |     |       | бул.Петровский -<br>ул.Ленинградская        |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 184 | 17745 |   |
| 65 | 21 | ТД СК3<br>116-2 | 531894 | 5217597 | 1894 | 7597 | 17745 |     |       | ул.Толстого (котельная)                     |
|    |    |                 |        |         |      |      |       | 13  | 17758 |   |
| 66 |    |                 | 531883 | 5217604 | 1883 | 7604 | 17758 |     |       | ул.Толстого, д.28                           |

|    |    |         |        |         |      |      |       |     |       |                                 |
|----|----|---------|--------|---------|------|------|-------|-----|-------|---------------------------------|
|    |    |         |        |         |      |      |       | 87  | 17845 |                                 |
| 67 |    |         | 531970 | 5217606 | 1970 | 7606 | 17845 |     |       | бул.Петровский, д.10            |
|    |    |         |        |         |      |      |       | 248 | 18093 |                                 |
| 68 |    |         | 532211 | 5217662 | 2211 | 7662 | 18093 |     |       | ул.Московская, д.23             |
|    |    |         |        |         |      |      |       | 424 | 18517 |                                 |
| 69 | 22 |         | 531788 | 5217663 | 1788 | 7663 | 18517 |     |       | ул.Чехова, д.19                 |
|    |    |         |        |         |      |      |       | 259 | 18776 |                                 |
| 70 | 23 | Опорная | 532045 | 5217688 | 2052 | 7680 | 18776 |     |       | бул.Петровский д.4              |
|    |    |         |        |         |      |      |       | 175 | 18951 |                                 |
| 71 |    |         | 531877 | 5217736 | 1877 | 7736 | 18951 |     |       | ул.Чехова -<br>ул.Ленинградская |
|    |    |         |        |         |      |      |       | 43  | 18994 |                                 |
| 72 | 24 |         | 531838 | 5217755 | 1838 | 7755 | 18994 |     |       | ул.Чехова, д.6                  |

Таблица В.2 - Реестр базовых измерений с координатной привязкой точек измерения по GPS навигатору на газопроводах низкого и среднего давления

| N точки | N точки (сортiroвка по GPS координатам) | Адрес                                       | Координаты (точек, АЗ) |      | N 1-7 выкл | N 1  | N 2  | N 3  | N 4  | N 5  | N 6  | N 7  | по 10 А (N 1-7) | Оптимальные режимы 7 А, 9 А, 3 А, 2 А, 3 А, 4 А, 2 А (N 1-7) |           |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
|---------|---|---|------------------------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|----------------|----------------|
|         |   |   | X                      | Y    |            |      |      |      |      |      |      |      |                 | 12.05  | 22.04     | 29.04 | 23.04 | 27.04 | 21.04 | 18.05 | 15.04 | 19.05 | 20.05.2009 |                |                |
|         |   |   | м                      | м    |            |      |      |      |      |      |      |      |                 | Факт потенциалы (мВ) при токах на УКЗ (А)                    |           |       |       |       |       |       |       |       |            | 70А            | 30А            |
|         |   |   |                        |      |            |      |      |      |      |      |      |      |                 | U <sub>e</sub>   | 10 А      | 10 А  | 10 А  | 10 А  | 10 А  | 10 А  | 10 А  | 10 А  | 10 А       | U <sub>с</sub> | U <sub>н</sub> |
| 1       | 1                                       | ул.Крымская "ВОС"                           | 2132                   | 6562 | 837        | 817  | 868  | 800  | 846  | 846  | 850  | 840  | 995             | 910  | <b>73</b> |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 2       | 2                                       | ул.Кандоурова, д.13 ТД-79-88                | 1952                   | 6583 | 968        | 1760 | 1011 | 968  | 995  | 995  | 986  | 1000 | 1912            | 1510   | 542       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 21      | 3                                       | Школа N 11 ТД-78-09                         | 2058                   | 6949 | 776        | 965  | 1527 | 968  | 785  | 785  | 786  | 1144 | 1539            | 1350   | 574       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 32      | 4                                       | ул.Мира, д.19/33                            | 1864                   | 7210 | 924        | 982  | 995  | 992  | 1055 | 1055 | 985  | 1014 | 1315            | 1070   | 146       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 34      | 5                                       | ул.Социалистическая, д.61                   | 1987                   | 7238 | 920        | 963  | 988  | 991  | 1022 | 1022 | 957  | 1005 | 1337            | 1070   | 150       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 35      | 6                                       | ул.Пушкина, д.24/40                         | 1917                   | 7256 | 911        | 950  | 979  | 964  | 1065 | 106  | 943  | 1002 | 1354            | 1060   | 149       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 36      | 7                                       | ул.Ленина, д.42                             | 2055                   | 7267 | 915        | 959  | 1000 | 1000 | 1020 | 1020 | 963  | 985  | 1340            | 1070   | 155       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 39      | 8                                       | бул.Петровский, д.35 б N 38                 | 1757                   | 7309 | 841        | 887  | 720  | 880  | 947  | 947  | 934  | 800  | 1211            | 920  | <b>79</b> |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 40      | 9                                       | ул.Измайлова - ул.Ленинградская ТД-3-100-90 | 2349                   | 7333 | 980        | 1014 | 1067 | 1330 | 1060 | 1016 | 1006 | 1086 | 1535            | 1120   | 140       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 43      | 10                                      | ул.Ленина, д.33/43                          | 2014                   | 7353 | 886        | 957  | 980  | 970  | 1055 | 1055 | 938  | 957  | 1600            | 1140   | 254       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |
| 47      | 11                                      | бул.Петровский - ул.Пушкина                 | 1723                   | 7389 | 923        | 991  | 994  | 1008 | 1070 | 1070 | 1335 | 1039 | 1650            | 1230   | 307       |       |       |       |       |       |       |       |            |                |                |

|    |           |                                   |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |
|----|-----------|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 49 | 12        | ул.Ленина, д.26<br>ТД 4-50-85     | 2071 | 7398 | 906 | 951  | 986  | 991  | 1664 | 1664 | 933  | 1017 | 2610 | 1430 | 524        |
| 50 | 13        | ул.Толстого, д.56<br>ТД 5-117-92  | 1866 | 7408 | 890 | 971  | 988  | 986  | 1006 | 1006 | 1011 | 1025 | 1507 | 1070 | 180        |
| 51 | 14        | ул.Социалистическая, д.54/56      | 2089 | 7413 | 925 | 969  | 978  | 1010 | 1020 | 1020 | 973  | 1032 | 1999 | 1260 | 335        |
| 54 | 15        | бул.Петровский, д.19              | 1897 | 7454 | 815 | 872  | 879  | 872  | 1042 | 1042 | 884  | 903  | 1368 | 1000 | 185        |
| 55 | 16        | ул.Ленинградская, д.61            | 2211 | 7462 | 937 | 964  | 990  | 964  | 998  | 998  | 963  | 987  | 1313 | 1070 | <b>133</b> |
| 56 | 17        | ул.Пушкина, д.6 ТД-6-82-88        | 1669 | 7477 | 978 | 1028 | 1050 | 1028 | 1048 | 1048 | 1832 | 1053 | 2060 | 1500 | 522        |
| 59 | 18        | ул.Ленинградская, д.64            | 2131 | 7522 | 855 | 905  | 936  | 905  | 937  | 937  | 894  | 965  | 1262 | 1010 | 155        |
| 60 | 19        | ул.Ленина, д.27                   | 1813 | 7532 | 868 | 955  | 965  | 955  | 1000 | 1000 | 1010 | 1231 | 1507 | 1090 | 222        |
| 64 | 20        | бул.Петровский - ул.Ленинградская | 2078 | 7594 | 810 | 777  | 906  | 777  | 947  | 947  | 905  | 1045 | 1249 | 970  | 160        |
| 65 | 21        | ул.Толстого, д.28 ТД-7-116-92     | 1894 | 7597 | 858 | 973  | 948  | 973  | 1023 | 1059 | 940  | 2170 | 2350 | 1240 | 382        |
| 69 | 22        | ул.Чехова, д.19                   | 1788 | 7663 | 915 | 1018 | 1028 | 1018 | 996  | 996  | 1001 | 1175 | 1355 | 1090 | 175        |
| 70 | <b>23</b> | бул.Петровский, д.4               | 2052 | 7680 | 814 | 901  | 901  | 901  | 890  | 890  | 865  | 976  | 1110 | 940  | <b>126</b> |

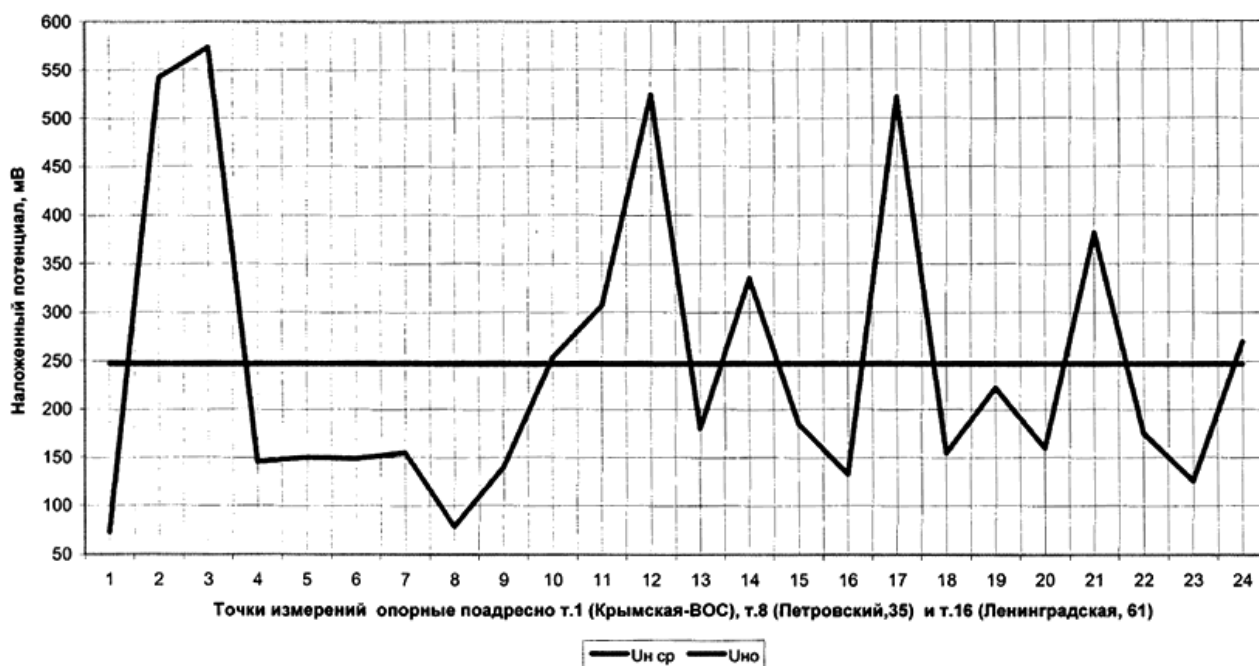


Рисунок В.2 - Профиль наложенных потенциалов (при суммарном токе  $I = 30$  А)

Приложение Г  
(справочное)

## Информация о программных комплексах АСУ ЭХЗ АПК "СТЕЛ-К" и ПАКТМ "ТВЕРЦА - МОНИТОР"

### Г.1 Автоматизированная система управления ЭХЗ АПК "СТЕЛ-К"

Программное обеспечение "СТЕЛ-К" предназначено для удаленного контроля, сбора архивной информации и управления станциями катодной защиты, оборудованными контроллерами управления СКЗ "КАТРОН-СКЗ", автономными контроллерами измерения защитного (суммарного) потенциала "КАТРОН-ПИКЕТ" или другими контроллерами, поддерживающими стандартный протокол передачи данных Modbus RTU.

Базовые функциональные возможности ПО:

- дистанционный контроль и управление режимами работы СКЗ в управляемом оператором и автоматизированном режимах;
- тревожная сигнализация о выходе параметров СКЗ за допустимые пределы, а также о несанкционированном доступе к оборудованию и прочих нештатных ситуациях;
- архивирование основных параметров СКЗ (преобразователей) с неограниченной глубиной ведения архива, с использованием данных, хранимых в энергонезависимой памяти контроллера управления (для контроллера управления "КАТРОН-СКЗ" глубина архива, сохраняемая аппаратно, составляет 2 мес с дискретизацией 1 ч);
- протоколирование всех событий системы и запросов пользователей;
- формирование базы данных с автоматическим восстановлением информации, в случаях перерывов в работе комплекса;
- предоставление данных в стандартном формате, для возможности дальнейшей обработки и анализа в среде СУБД и формирования отображения информации в графическом, текстовом и табличном форматах.

Файл хранения данных СУБД содержит модуль пользовательской надстройки, позволяющий в автоматизированном режиме получать формы отчетных документов, таких как: журнал СКЗ, отчет о режимах работы СКЗ за заданный период времени и т.д. Структура хранения данных в СУБД является открытой, что предоставляет пользователям возможность создания и автоматизированного формирования отчетных документов любой формы.

Руководство пользователя АСУ ЭХЗ АПК "СТЕЛ-К" и сервисной надстройки СУБД находится на сайте компании разработчика.

### Г.2 Автоматизированная система управления ЭХЗ ПАКТМ "ТВЕРЦА - МОНИТОР"

Программно-аппаратный комплекс "Тверца - монитор" (ПАКТМ) предназначен для удаленного управления и получения данных от всего ряда изделий производства ООО "ЭЛТЕХ", оснащенных телеметрией.

Аппаратная часть ПАКТМ включает в себя:

- персональный компьютер;
- модем производства ООО "ЭЛТЕХ" любой модификации;
- станции катодной защиты серии "ТВЕРЦА";
- модули телеметрии "ТВЕРЦА-ТМ";
- модули телеметрии газораспределительных пунктов;
- контроллеры измерения технологических параметров "КИТП-01";
- блоки измерения потенциалов "БИП-01".



Программная часть ПАКТМ включает в себя:

- модуль "Администратор пакета";
- сервисный модуль "Драйвер модема";
- пакет модулей для работы с телеметрией ЭХЗ;
- пакет модулей для работы с телеметрией ГРП;
- пакет модулей для работы с БИП-01;
- модуль работы с картой;
- модуль сервера с поддержкой OPC (OLE Process Control) протокола.

Документация доступна на сайте компании разработчика.

Приложение Д  
(рекомендуемое)

**Формы эксплуатационной документации**

Таблица Д.1 - Технический отчет о результатах проверки режимов работы УКЗ ГГС в ГРО

| N записи | Дата снятия показаний дд.мм.гг. | N Инв. | Адрес УКЗ | Тип СКЗ, номинальная мощность | Режим, уставка | Напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ , В | Ток $I_{\text{ВЫХ}}$ , А | Сопротивление цепи, Ом | Разность потенциалов "труба-земля", В | Показания электросчетчика, кВт·ч | Показания СВН, ч | Примечания |
|----------|---------------------------------|--------|-----------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|------------|
|          |                                 |        |           |                               |                |                                 |                          |                        |                                       |                                  |                  |            |

Таблица Д.2 - Технический отчет о результатах проверки режимов работы УКЗ ГГС в ГРО за период

с \_\_\_\_\_ г. по \_\_\_\_\_ г.

| N Инв. | Последняя дата снятия показаний | Адрес УКЗ | Номинальная мощность УКЗ, $P_{\text{НОМ}}$ , Вт | Режим/уставка | Напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ , В | Ток $I_{\text{ВЫХ}}$ , А | Разность потенциалов труба-земля, В | Сопротивление цепи, Ом | Показания электросчетчика, кВт·ч | Показания СВН, ч (на начало периода) | Показания СВН, ч (на конец периода) | Время работы в режиме, сут | Суммарный расход электрической энергии за период, кВт·ч | Примечания |
|--------|---------------------------------|-----------|---|---------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|------------|
|        |                                 |           |   |               |                                 |                          |                                     |                        |                                  |                                      |                                     |                            |   |            |

Таблица Д.3 - Сведения о режимах работы УКЗ

| N записи  | Привязка, адрес | Дата снятия показаний (последних) | Межремонтное время, сут | Характеристика УКЗ |                                    | Рабочие параметры УКЗ |     |                    |  |    | Показания                           |     | Простой        |                       | Причина отказа |               |
|---|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|--|----|-------------------------------------|-----|----------------|-----------------------|----------------|---------------|
|   |                 |                                   |                         | Тип                | Сопротивление защитного заземления | Напряжение            | Ток | Сопротивление цепи | Разность потенциалов "труба-земля" в ТД, В |    | Зона защиты газопровода (расчетная) | СВН | Электросчетчик | За межремонтное время |                | С начала года |
|   |                 |                                   |                         |                    |                                    |                       |     |                    | СКЗ  | АЗ |                                     |     |                |                       |                |               |
| По структурному перечню (газопроводы, объекты ГГС, прочие сооружения) |                 |                                   |                         |                    |                                    |                       |     |                    |  |    |                                     |     |                |                       |                |               |

Таблица Д.4 - Состояние ЭХЗ подземных трубопроводов и сооружений за январь-декабрь (накопительно)

| N записи | Протяженность     |                  |   |            | Количество      |            |          |              | Параметры ЭХЗ |            |         |             | Показатели надежности ЭХЗ с начала года |                                     |                               |                   |  |                                       |  |
|----------|-------------------|------------------|---|------------|-----------------|------------|----------|--------------|---------------|------------|---------|-------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|--|
|          | Защищено за месяц |                  |   |            | ЛЭП-0,4-6/10 кВ | ТП-6/10 кВ | УКЗ, шт. |              |               | Ток УКЗ, А |         | Зона защиты | Плотность тока                          | Защищенность по протяженности $K_L$ | Защищенность по времени $K_T$ | Системный простой | Коэффициент надежности $K_N = K_L \cdot K_T$ | Степень защиты от коррозии, $Z_k$ , % | Скорость коррозии при защите, $K_3$ , мм/год |
|          | Всего             | По протяженности |   | По времени |                 |            | Всего    | Неработающих | %             | Суммарный  | Средний |             |   |                                     |                               |                   |  |                                       |  |
|          | км (шт.)          | км               | % | %          | км              | шт.        |          |              |               |            |         | А           | А                                       | км                                  | мА/м                          |                   |  |                                       |  |

Приложение Е  
(справочное)

**Результаты исследования эффективности ЭХЗ на действующих объектах газоснабжения**

Таблица Е.1 - Результаты исследования эффективности ЭХЗ на действующих объектах газоснабжения Ростовской области

| N  | Режим работы УКЗ | Протяженность | Количество УКЗ | Расстояние между УКЗ |       |             | Защищено по протяженности |     |     | Количество точек |     |     |     | Длина | Расстояние между точками | Ток УКЗ |      | Плотность защитного тока | Мощность |     | Коэффициент использования оборудования |     |     |     |     |     |
|--|------------------|---------------|----------------|----------------------|-------|-------------|---------------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-------|--------------------------|---------|------|--------------------------|----------|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|  |                  |               |                | м                    | м     | %           | шт.                       | шт. | шт. | шт.              | шт. | шт. | шт. |       |                          | шт.     | шт.  |                          | шт.      | шт. |  | шт. | шт. | шт. | шт. | шт. |
|  |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
| г.Азов Ростовской обл. (2005-2007)                         |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Штатный          | 8600          | 8              | 1075                 | 1075  | 100         | 71                        | 71  | 0   | 0                | 121 | 81  | 9,1 | 9,42  | 24,9                     | 0,8     | 3,1  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Оптимальный      | 8600          | 6              | 1433                 | 1433  | 100         | 71                        | 71  | 0   | 0                | 121 | 40  | 5,0 | 4,65  | 3,6                      | 0,4     | 10,4 |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
| Ленинский район г.Ростова-на-Дону (2005)                   |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Штатный          | 6146          | 5              | 1229                 | 5820  | <b>94,7</b> | 38                        | 36  | 2   | <b>324</b>       | 162 | 25  | 5,0 | 4,30  | 12,8                     | 0,5     | 4,1  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Оптимальный      | 6146          | 5              | 1229                 | 6146  | 100         | 38                        | 38  | 0   | 0                | 162 | 34  | 6,8 | 5,53  | 3,6                      | 0,8     | 23,4 |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
| Компрессорная станция "Октябрьская" Ростовского УМГ (2005) |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Штатный          | 4981          | 6              | 833                  | 4906  | <b>98,5</b> | 68                        | 67  | 1   | <b>74</b>        | 74  | 40  | 6,7 | 8,48  | 21,0                     | 1,2     | 5,6  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Оптимальный      | 4981          | 6              | 833                  | 4981  | 100         | 68                        | 68  | 0   | 0                | 74  | 28  | 4,7 | 5,62  | 2,7                      | 0,9     | 32,8 |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
| Ворошиловский район г.Ростова-на-Дону (2003)               |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Штатный          | 18366         | 6              | 3061                 | 18196 | <b>99,1</b> | 106                       | 105 | 1   | <b>173</b>       | 173 | 43  | 7,2 | 2,36  | 25,0                     | 0,7     | 2,7  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Оптимальный      | 18366         | 5              | 3673                 | 18366 | 100         | 106                       | 106 | 0   | 0                | 173 | 39  | 7,8 | 2,12  | 3,0                      | 0,5     | 18,3 |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
| Пролетарский район г.Ростова-на-Дону (2002)                |                  |               |                |                      |       |             |                           |     |     |                  |     |     |     |       |                          |         |      |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Штатный          | 24954         | 14             | 1782                 | 21854 | <b>90,2</b> | 122                       | 110 | 12  | <b>2350</b>      | 205 | 99  | 7,1 | 4,53  | 41,0                     | 1,3     | 3,2  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |
|  | Оптимальный      | 24954         | 14             | 1782                 | 24954 | 100         | 122                       | 122 | 0   | 0                | 205 | 92  | 6,6 | 3,92  | 6,3                      | 2,5     | 6,1  |                          |          |     |  |     |     |     |     |     |

**БИБЛИОГРАФИЯ**

- [1] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
- [2] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании"
- [3] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"
- [4] Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления (утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2010 г. N 870)
- [5] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления", (утверждены Приказом Ростехнадзора N 542 от 15 ноября 2013 г.)
- [6] Унифицированные проектные решения по ЭХЗ подземных коммуникаций УПР ЭХЗ-01-2013 Узлы и детали (альбом 1) (утверждены ОАО "Газпром" 13 января 2014 г.)
- [7] Унифицированные проектные решения по ЭХЗ подземных коммуникаций УПР ЭХЗ-02-2013 Типовые схемы (альбом 2) (утверждены ОАО "Газпром" 13 января 2014 г.)

- [8] Руководство по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов. М., ВНИИГАЗ (утверждено ОАО "Газпром" 23 февраля 2004 г.)
- [9] Методическое руководство по оптимизации параметров и оценке эффективности ЭХЗ объектов магистрального транспорта газа. М., Мингазпром СССР (утверждено 09 декабря 1988 г.)
- [10] Методика проведения электрометрического обследования подземных коммуникаций промплощадок. М., ВНИИГАЗ - ВНИИСТ (утверждена ОАО "Газпром" 17 марта 2000 г.)

---

ОКС 75.200

Ключевые слова: сети газораспределения, подземные стальные сооружения, электрохимическая защита от коррозии, автоматизированная система управления, стандарты АО "Газпром газораспределение"

---

Электронный текст документа  
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:  
рассылка