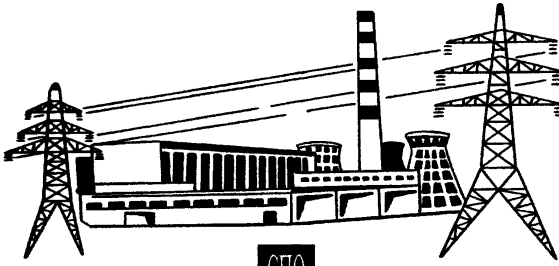
РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

# МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЭС

## РД 153-34.1-11.314-00



СПО
ОРГРЭС
Москва 2000

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

# МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЭС

## РД 153-34.1-11.314-00

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 2000

**Разработано** Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС"

**Исполнители** *Б.Г. ТИМИНСКИЙ, А.Г. АЖИКИН, В.И. ОСИПОВА, Л.В. СОЛОВЬЕВА*

**Аттестовано** Центром стандартизации, метрологии, сертификации и лицензирования Открытого акционерного общества "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС" (Свидетельство об аттестации МВИ от 21 июня 1999 г.)

**Утверждено** Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 26.01.2000

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 2000

УДК 681.2

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЭС

РД 153-34.1-11.314-00

*Вводится в действие с 20.04.2000*

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Методика разработана в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 [2], [14], [7], ГОСТ 8.563.1-97 [3], ГОСТ 8.563.2-97 [4].

1.2. Методика регламентирует порядок выполнения измерений расхода питательной воды за ПВД на ТЭС и устанавливает требования к методу и СИ, подготовке, проведению измерений и обработке результатов измерений.

1.3. Методика обеспечивает получение достоверных характеристик погрешности измерений расхода питательной воды за ПВД при принятой доверительной вероятности, равной 0,95.

1.4. Методика предназначена для персонала проектных, наладочных и эксплуатирующих оборудование предприятий электроэнергетической отрасли для использования при организации и выполнении измерений расхода питательной воды за ПВД на ТЭС с энергоблоками мощностью 300, 500, 800 и 1200 МВт.

1.5. С выходом настоящей Методики утрачивает силу "Методика выполнения измерений расхода питательной воды за подогревателями высокого давления на тепловых электростанциях: РД 34.11.314-92" (М.: СПО ОРГРЭС,1993).

1.6. В настоящей Методике приняты следующие сокращения:

АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом

БИК — блок извлечения корня

БЩУ — блочный щит управления

ИВК — информационно-вычислительный комплекс

ИИС — информационная измерительная система

ИК — измерительный комплекс

ИТ — измерительный трубопровод

НТД — научно-техническая документация

ПВД — подогреватель высокого давления

ПИП — первичный измерительный преобразователь

РСИ — регистрирующее средство измерений

СИ — средство измерений

СУ — сужающее устройство

ТП — технологический процесс

ТС — термопреобразователь сопротивления

ТЭП — технико-экономические показатели

ТЭС — тепловая электростанция

ЭЛИ — электронно-лучевой индикатор

## 2. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ

2.1. Информация о расходе питательной воды на котел используется при оперативном контроле и управлении ТП и при расчете ТЭП работы ТЭС.

2.2. Место и форма представления и использования информации определяются по [13], согласно которому требуются постоянные измерение и регистрация на приборах, установленных на БЩУ, общего расхода питательной воды на котел и по каждому потоку для парового прямоточного котла. Результаты измерений общего расхода используются для расчета ТЭП, а результаты измерений по потокам и на корпуса — для контроля работы технологического оборудования (оперативный контроль).

2.3. Номинальные значения измеряемого параметра для энергоблоков различной мощности приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

| Мощность энергоблоков, МВт | Номинальные значения | | |
|---|---|---|---|
| | расхода питательной воды, т/ч | давления питательной воды, МПа (кгс/см$^2$) | температуры питательной воды, К (°С) |
| 300 | 950–1000 | 29–31 (290+310) | 533–548 (260+275) |
| 500 | 1600–1800 | 29–31 (290+310) | 533–548 (260+275) |
| 800 | 2600–2800 | 29–31 (290+310) | 533–548 (260+275) |
| 1200 | 4000 | 29–31 (290+310) | 533–548 (260+275) |

## 3. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Условия измерений должны соответствовать основным положениям разд. 1 и 5–7 ГОСТ 8.563.1-97 [3].

3.2. Климатические условия эксплуатации СИ должны соответствовать условиям их применения, указанным в НТД.

3.3. Диапазоны измерений применяемых СИ должны соответствовать диапазонам изменений контролируемых параметров.

3.4. Измерение расхода питательной воды осуществляется рассредоточенной измерительной системой, составные элементы которой находятся в разных внешних условиях.

На основании [15] и анализа состояния измерений расхода питательной воды можно сделать выводы, что для системы характерен диапазон изменения температуры окружающей среды, приведенный в табл. 2

*Таблица 2*

| Элементы измерительной системы | Диапазон изменения температуры окружающей среды, °С |
|---|---|
| Измерительный преобразователь расхода | 5–40 |
| Линия связи | 5–35 |
| Вторичный измерительный прибор | 15–30 |
| Агрегатные средства ИИС | 15–25 |
| Устройства представления информации ИВК | 15–30 |

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

Погрешность измерений расхода питательной воды за ПВД на ТЭС в соответствии с требованиями [10] должна составлять ±1,5% для расчета ТЭП и оперативного контроля.

## 5. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Расход питательной воды измеряется методом переменного перепада давления в соответствии с ГОСТ 8.563.1-97 [3], ГОСТ 8.563.2-97 [4] и ГОСТ 8.563.3-97 [5].

5.2. Уравнение массового расхода питательной воды приведено в разд. 5 ГОСТ 8.563.1-97 [3].

5.3. Порядок измерения массового расхода осуществляется в соответствии с п. 5.3 ГОСТ 8.563.1-97 [3].

5.4. Определение физических свойств контролируемой среды осуществляется в соответствии с п. 5.4 ГОСТ 8.563.1-97 [3].

5.5. Измерения расхода питательной воды выполняются на прямолинейном участке трубопровода после байпаса, до отборов на впрыски, перед регулирующим клапаном (общий расход воды на котел) и на каждом трубопроводе или на каждом корпусе двухкорпусных котлов.

5.6. При измерении расхода питательной воды необходимо проводить измерения параметров ее состояния (давления, температуры) в соответствии с пп. 6.2.11; 6.3 и 6.4 ГОСТ 8.563.2-97 [4].

5.7. В зависимости от типа СИ, используемых на ТЭС, применяются два основных варианта компоновки измерительных систем:

децентрализованная измерительная система с использованием локальных вторичных показывающих, регистрирующих приборов (рис. 1);

централизованная измерительная система с использованием средств вычислительной техники (рис. 2).

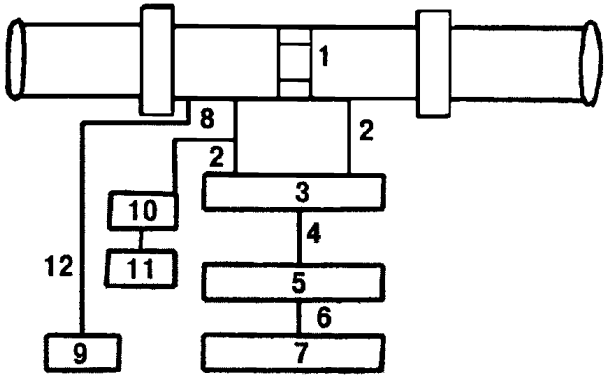



**Рис. 1. Структурная схема измерительной системы с использованием локального РСИ (децентрализованная система):**

1 – СУ в трубопроводе; 2 – соединительные линии от СУ к ПИП; 3 – ПИП перепада давления; 4 – линия связи от ПИП перепада давления до БИК; 5 – БИК; 6 – линия связи от БИК до РСИ; 7 – РСИ перепада давления; 8 – ТС; 9 – РСИ температуры питательной воды; 10 – измерительный преобразователь давления; 11 – РСИ давления; 12 – линия связи от ТС до РСИ

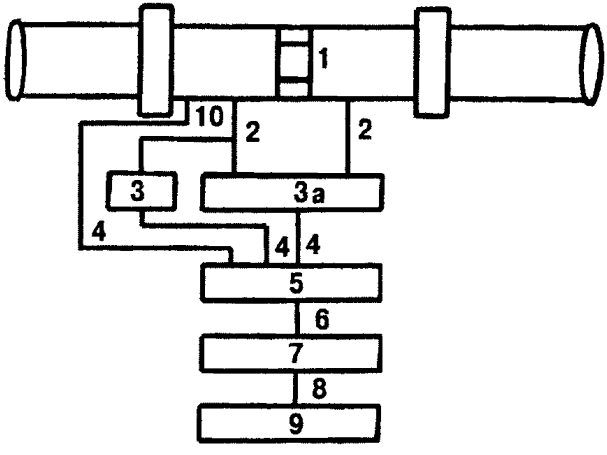



**Рис. 2. Структурная схема измерительной системы с использованием ИИС и ИВК АСУ ТП (централизованная система):**

1 – СУ в трубопроводе; 2 – соединительные линии от СУ к ПИП; 3 – ПИП давления; 3а – ПИП перепада давления; 4 – линия связи от ПИП к измерительной подсистеме; 5 – измерительная подсистема (ИИС,ИВК АСУ ТП); 6 – линия связи передачи кодового сигнала к вычислительной подсистеме; 7 – вычислительная подсистема (ИВК АСУ ТП); 8 – линия передачи обработанной информации от вычислительной подсистемы к средствам представления информации; 9 – средства представления информации АСУ ТП; 10 – ТС

5.8. При измерениях расхода питательной воды с помощью децентрализованной измерительной системы (см. рис.1) сигнал по перепаду давления, создаваемый СУ, поступает на ПИП, где преобразуется в унифицированный выходной электрический сигнал. Электрический сигнал передается на БИК и далее РСИ (вторичному прибору), который отградуирован в единицах измерения расхода.

Для обеспечения линейной зависимости показаний вторичного прибора от перепада давления используется БИК. По действительным параметрам питательной воды перед котлом (температуре и давлению), которые определяются по [12] и [11], вносятся поправки к показаниям РСИ.

5.9. При централизованной измерительной системе с использованием ИИС (см. рис. 2) выходная информация от ПИП перепада давления на СУ, температуры и давления среды перед СУ поступает в вычислительный комплекс для автоматической обработки результатов измерений (извлечение корня из численного значения перепада давления, внесение поправки на действительную плотность среды в отличие от расчетной по действительным температуре и давлению), расчета ТЭП и управления ТП. Обработка и расчет производятся с использованием табличной аппроксимации или уравнений состояния.

5.10. Средства измерений, используемые в системах измерений расхода, питательной воды за ПВД приведены в приложении.

## 6. ОПЕРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Подготовка к измерениям проводится в соответствии с п. 7.1 ГОСТ 8.563.2-97 [4].

Перед измерениями проверяется соответствие:

прямых участков ИТ требованиям разд. 7 ГОСТ 8.563.1-97 [3] (эта проверка проводится один раз перед пуском в эксплуатацию ИК);

монтажа соединительных и заборных трубок требованиям разд. 6 ГОСТ 8.563.2-97 [4] (эта проверка проводится один

раз перед пуском в эксплуатацию ИК);

конструкции СУ одному из разд. 8, 9 и 10 ГОСТ 8.563.1-97 [3] (эта проверка проводится периодически через установленные межповерочные интервалы времени);

монтажа СИ параметров потока требованиям разд. 6 ГОСТ 8.563.2-97 [4] и монтажно-эксплуатационной документации (эта проверка проводится один раз перед пуском в эксплуатацию);

условий проведения измерений требованиям разд. 4 ГОСТ 8.563.2-97 [4] (эта проверка выполняется не реже одного раза в год);

применения СУ граничным условиям, приведенным в ГОСТ 8.563.1-97 [3] (эта проверка осуществляется не реже одного раза в год).

6.2. По результатам проверки и в соответствии с требованиями к обеспечению необходимой точности измерений (пп. 5.2.3 и 9.5 ГОСТ 8.563.2-97 [4]) определяются условно-постоянные параметры, а по ним и различные постоянные коэффициенты (приложение А.1 ГОСТ 8.563.2-97 [4]).

6.3. После проверки приводятся в рабочее состояние все СИ и измеряются действительные значения параметров, по которым определяется расход питательной воды (см. приложение А ГОСТ 8.563.2-97 [4]):

значение абсолютного давления в соответствии с п. 6.2.11 ГОСТ 8.563.2-97 [4];

значение температуры питательной воды в соответствии с п. 6.3 ГОСТ 8.563.2-97 [4].

6.4. При обнаружении несоответствия ИК требованиям, указанным в п. 6.1 настоящей Методики, принимаются меры, направленные на его устранение.

## 7. ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ И ВЫЧИСЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Расчет расхода питательной воды в общем случае производится в соответствии с п. 8.1 ГОСТ 8.563.2-97 [4].

7.2. Расчет расхода питательной воды по результатам планиметрирования диаграмм или при использовании показаний регистрирующих приборов выполняется в соответствии с п. 8.3 ГОСТ 8.563.2-97 [4] в такой последовательности

7.2.1. Текущее значение расхода питательной воды определяется по показаниям измерительного прибора.

7.2.2. Среднесуточные значения массового расхода питательной воды ($q_m$ т/ч) определяются при обработке суточных диаграмм регистрирующих приборов планиметрами в соответствии с приложением Г ГОСТ 8.563.2-97 [4] по формуле

$$q_m = \frac{q_в}{l_q \cdot l_ш} N_п, \qquad (1)$$

где $q_в$ — верхнее значение расхода, т/ ч;

$N_п$ — показание полярного планиметра, см$^2$;

$l_q$ — длина ленты с записью значения расхода, см;

$l_ш$ — длина шкалы регистрирующего прибора, см.

7.3. Расчет расхода питательной воды при использовании агрегатных СИ ИВК выполняется в соответствии с п. 8.2 ГОСТ 8.563.2-97 [4] в такой последовательности:

7.3.1. Текущее значение расхода питательной воды определяется путем опроса измерительной системы с интервалом не более 15 с.

7.3.2. Среднесуточное значение массового расхода питательной воды $q_m$ (т/ч) определяется по формуле

$$q_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} q_{mi}, \qquad (2)$$

где $n$ — число циклов опроса датчика расхода за интервал усреднения;

$q_{mi}$ — текущее значение расхода в $i$-м цикле опроса, т/ч.

7.3.3. Среднесуточные значения температуры и давления определяются в соответствии с [12] и [11].

7.4. Обработка результатов измерений, представление измерительной информации по расходу, температуре и давле-

нию питательной воды и внесение поправок производятся агрегатными СИ ИИС автоматически.

## 8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты измерения расхода питательной воды должны быть оформлены следующим образом.

8.1. При использовании РСИ:

носитель измерительной информации по расходу, температуре и давлению питательной воды — лента (диаграмма) регистрирующих приборов;

результаты измерений расхода питательной воды представляются в виде выходных форм на бумажном носителе.

8.2. При использовании ИИС:

носителем измерительной информации по значениям расхода питательной воды и результатам обработки данных является электронная память агрегатных СИ ИИС;

результаты обработки измерительной информации и расчеты индицируются на средствах представления информации (ЭЛИ, индикаторах) и представляются в виде выходных форм на бумажном носителе.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов могут быть допущены лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию:

при выполнении измерений — электрослесарь не ниже 3-го разряда;

при обработке результатов измерений — техник или инженер, занимающийся расчетом ТЭП.

## 10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации системы измерения расхода питательной воды необходимо соблюдать требования [8] и [9].

## Приложение

*Рекомендуемое*

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА, ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

| Наименование | Тип | Предел основной допустимой погрешности, % | Завод–изготовитель | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| 1. Для децентрализованной измерительной системы | | | | |
| Преобразователи разности давления с блоком питания БП36 | Сапфир-22М-ДД модель<br>2410<br>2420 | <br>±0,25;<br>±0,5 | ЗАО "Манометр" г. Москва | Измерение расхода |
| Блок извлечения корня | БИК-1 | ±0,5 | | |
| Миллиамперметры и вольтметры автоматические показывающие и регистрирующие | КСУ-2 | ±0,5 (по показаниям)<br>±1,0 (по регистрации) | Завод "Электроавтоматика" г. Йошкар-Ола | |
| | КСУ-4 | ±0,25 (по показаниям)<br>±0,5 (по регистрации) | | |
| Термопреобразователь сопротивления платиновый | ТСП | для класса допуска B, °C<br>$\pm[0,3 + 0,005 \lvert t \rvert]$ | Фирма "Навигатор", г. Москва<br>Завод "Электротермометрия", г. Луцк | Контроль температуры измеряемой среды |
| Мосты автоматические показывающие и самопишущие | КСМ-4 | ±0,25 (по показаниям)<br>±0,5 (по регистрации) | ПО "Львовприбор", г. Львов | |
| Преобразователи избыточного давления с блоком питания БП36 | САПФИР-22М-ДИ | ±0,25; ±0,5 | ЗАО "Манометр", г. Москва | Контроль давления измеряемой среды |

*Окончание приложения*

| Наименование | Тип | Предел основной допустимой погрешности, % | Завод–изготовитель | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| Миллиамперметры и вольтметры автоматические показывающие и регистрирующие | КСУ-2 | ±0,5 (по показаниям)<br>±1,0 (по регистрации) | Завод "Электро-автоматика", г. Йошкар-Ола | |
| Сужающее устройство | Вварная диафрагма с угловым способом отбора | – | – | – |
| 2. Для централизованной измерительной системы | | | | |
| Преобразователи разности давления с блоком питания БП36 | Сапфир-22М-ДД, модель<br>2410<br>2420 | <br>±0,25;<br>±0,5 | Завод "Манометр", г. Москва | Измерение расхода |
| Термопреобразователь сопротивления платиновый | ТСП | Для класса допуска В, °С<br>±[0,3 + 0,005 \| t \|] | Фирма "Навигатор", г. Москва<br>Завод "Электротермометрия", г. Луцк | Контроль температуры измеряемой среды |
| Преобразователи избыточного давления с блоком питания БП36 | САПФИР-22М-ДИ | ±0,25;<br>±0,5 | ЗАО "Манометр", г. Москва | Контроль давления измеряемой среды |
| Агрегатные средства измерений ИИС (УСО, ЦП, ЭЛИУР) | – | ±0,3<br>(канал) | – | – |
| Сужающее устройство | Вварная диафрагма с угловым способом отбора | – | – | – |

## Список использованной литературы


1. ГОСТ 8.207-76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
2. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.
3. ГОСТ 8.563.1-97. ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия.
4. ГОСТ 8.563.2-97. ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.
5. ГОСТ 8.563.3-97. ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Процедура и модуль расчетов. Программное обеспечение.
6. МИ 1317-86. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
7. МИ 2377-96. ГСИ. Рекомендация. Разработка и аттестация методик выполнения измерений.
8. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования элект-

ростанций и тепловых сетей: РД 34.03.201-97.— М.: НЦ ЭНАС, 1997.
9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1991.
10. Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций: РД 34.11.321-96.— М.: Ротапринт ВТИ, 1997.
11. Методика выполнения измерений давления отработавшего пара в конденсаторах паровых турбин: РД 34.11.304-90.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.
12. Методика выполнения измерений температуры питательной воды на тепловых электростанциях: МТ 34-70-040-87.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.
13. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях: РД 34.35.101-88.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.
14. Методические указания. Разработка и аттестация методик выполнения измерений параметров технологического процесса: РД 34.11.303-97.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1999.
15. Анализ значений параметров окружающей среды в местах расположения приборов, необходимых для измерения основных технологических параметров ТЭС: Технический отчет.— Екатеринбург: Уралтехэнерго, 1995.

00-62

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Назначение и область применения ..... 3
2. Сведения об измеряемом параметре ..... 4
3. Условия измерений ..... 5
4. Требования к погрешности измерения ..... 6
5. Метод измерений и структура измерительной системы ..... 6
6. Операции при подготовке и выполнении измерений ..... 8
7. Операции обработки и вычисления результата измерений ..... 9
8. Оформление результатов измерений ..... 11
9. Требования к квалификации операторов ..... 11
10. Требования безопасности ..... 11
Приложение. Средства измерений, применяемые для измерения расхода, давления и температуры питательной воды ..... 12
Список использованной литературы ..... 14

Подписано к печати 03.07.2000 Формат 60 × 84 1/16
Печать ризография Усл.печ.л. 1,0 Уч.-изд. л. 1,1 Тираж 250 экз.
Заказ № Издат № 00-82

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

gost.e-ecolog.ru