ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ) КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБАЛАНСА МЕЖДУ ПОСТАВЩИКАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

МОСКВА
2002

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ОАО «Росгазификация»
_____С.В. Шилов
05.12.2002 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора
ФГУП «ВНИИМС»
_____ К.В. Кулик
09.12. 2002 г.

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ) КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБАЛАНСА МЕЖДУ ПОСТАВЩИКАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Зарегистрирована в Федеральном реестре методик
выполнения измерений под № ФР.1.29.2002.00690

МОСКВА
2002

РАЗРАБОТАНА ФГУП «ВНИИМС»

ИСПОЛНИТЕЛИ: Б.М. Беляев
А.И. Вересков (рук. темы)

УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИМС» 09.12.2002 г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП «ВНИИМС» 09.12. 2002 г.

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая методика не может быть воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП «ВНИИМС», ОАО «Росгазификация»

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ) КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБАЛАНСА МЕЖДУ ПОСТАВЩИКАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Методика разработана с учетом требований ГОСТ Р 8.563-96 ГСИ. Методики выполнения измерений, МИ 2525-99 «ГСИ. Рекомендации по метрологии, утверждаемые Государственными научными метрологическими центрами Госстандарта России», «Правил поставки газа в РФ», утвержденных Правительством РФ 5 февраля 1998 г. под № 162, «Правил учета газа», зарегистрированных в Минюсте России 15 ноября 1996 г. под № 1198.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая методика устанавливает порядок выполнения измерений (определения) количества природного газа для распределения небаланса между поставщиками и потребителями на территории РФ с помощью программы «Баланс природного газа».

2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Для выполнения измерений (определения) количества природного газа при распределении небаланса проводят статистическую обработку исходных данных:

2.1. Формируют исходные данные: структуру связей в системе «поставщики-потребители», результаты измерений участниками учетной операции количества природного газа, приведенного к стандартным условиям (далее - газа), значения пределов допускаемых погрешностей измерений.

2.1.1. Определяют структуру связей в системе «поставщики-потребители».

2.1.1.1. Определяют общее число n поставщиков и потребителей (далее - участников учетной операции или участников). Каждому участнику присваивают его индивидуальный номер, который может принимать значение от 1 до n.

2.1.1.2. Определяют общее число m пунктов передачи газа (далее - пунктов) и присваивают им номера от 1 до m.

2.1.1.3. Формируют таблицу А (m строк, n столбцов), по следующему правилу:

i-му пункту соответствует i-я строка, j-му участнику - j-й столбец;

на пересечении i-й строки и j-го столбца помещают:

1, если j-й участник является поставщиком в i-м пункте,

-1, если j-й участник является потребителем в i-м пункте,

0, если j-й участник не участвует в i-м пункте.

Пример формирования таблицы А содержится в приложении А.

2.1.2. Формируют таблицу (одна строка) результатов измерений участниками количества газа в соответствии с нумерацией, принятой в п. 2.1.1.1: $v_1,\ldots, v_n$, м^3 (далее - исходных результатов измерений).

2.1.3. Формируют таблицу (одна строка) значений пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений:$\Delta_1,\ldots,\Delta_n$, м^3 (см. пп. 4.2, 4.3).

2.2. Порядок измерений (определения) значений количества газа при учетных операциях (далее - учетных значений).

Определение учетных значений проводят в соответствии с методом статистического анализа данных, изложенном в приложении В. Решение задачи определения учетных значений носит алгоритмический характер и реализуется с помощью программы «Баланс природного газа», разработанной ФГУП «ВНИИМС». Алгоритм расчета учетных значений приведен в приложении В. Все расчеты по методике проводят с помощью программы в автоматическом режиме.

2.2.1. Данные, перечисленные в п. 2.1, обрабатывают с помощью программы «Баланс природного газа» по одному из вариантов п. 2.3. В результате получают:

2.2.1.1. Учетные значения $u_1,\ldots, u_n$.

2.2.1.2. Корректирующие значения к исходным результатам измерений, равные разности учетного и измеренного значений.

2.2.1.3. Значение небаланса исходных результатов измерений в каждом пункте, равное разности между суммой измерений поставщиков и суммой измерений потребителей в этом пункте (далее - исходный небаланс в пункте).

2.2.1.4. Совокупность значений исходного небаланса для всех пунктов: $d_1^и,\ldots, d_m^и$, м^3 (далее - исходный небаланс).

2.2.1.5. Значение небаланса учетных значений в каждом пункте, равное разности между суммой учетных значений поставщиков и суммой учетных значений потребителей в этом пункте (далее - остаточный небаланс в пункте).

2.2.1.6. Совокупность значений остаточного небаланса для всех пунктов: $d_1^о,\ldots, d_m^о$, м^3 (далее - остаточный небаланс).

2.2.1.7. Формулы для расчета величин, перечисленных в пп. 2.2.1.1-2.2.1.6, даны в приложении В.

2.3. Предусмотрены два варианта решения задачи определения учетных значений - с ограниченной коррекцией исходных результатов измерений или при полном распределении небаланса.

2.3.1. Учетные значения при ограниченной коррекции исходных результатов измерений определяют как решение оптимизационной задачи. В качестве решения берут значения $u_1,\ldots, u_n$, при которых как корректирующие значения, так и остаточный небаланс принимают наименьшие возможные значения при условии $|v_j-u_j| \le \Delta_j$, $j=1,\ldots, n$, то есть учетные значения отличаются от результатов измерений не более чем на величину предела допускаемой абсолютной погрешности.

2.3.2. Учетные значения при полном распределении небаланса определяют как решение оптимизационной задачи. В качестве решения принимают значения $u_1,\ldots, u_n$, при которых корректирующие значения минимальны при условии, что небаланс распределен полностью, то есть остаточный небаланс равен нулю во всех пунктах.

2.3.3. Математическая формулировка задач и формулы для расчетов по пп. 2.3.1, 2.3.2 даны в приложении В.

2.4. Рекомендации по выбору варианта решения задачи определения учетных значений.

2.4.1. Выбор одного из вариантов решения по п. 2.3 (оба варианта реализованы в программе) предоставлен пользователю методики. При этом руководствуются следующими соображениями.

Учетные значения u_j, определенные по п. 2.3.1, отличаются от исходных результатов измерений v_j не более чем на величину предела допускаемой абсолютной погрешности Δ_j. Такое условие введено потому, что его нарушение может вызвать несогласие участников учетной операции. В этом варианте распределение небаланса может оказаться либо полным, либо неполным - в зависимости от конкретных числовых значений исходных данных.

В связи с этим предусмотрен второй вариант решения задачи - по п. 2.3.2. Небаланс распределен полностью, при этом условие ограниченной коррекции может оказаться выполненным либо нарушенным.

2.4.2. Наилучшим вариантом решения задачи является равенство нулю остаточного небаланса при ограниченной коррекции исходных результатов измерений. Для исследования такой возможности программой проводится анализ исходных данных. Получают

2.4.2.1. Для каждого пункта сумму пределов абсолютных погрешностей измерений участников в этом пункте (далее - предел допускаемого исходного небаланса в пункте).

2.4.2.2. Совокупность пределов допустимого исходного небаланса для всех пунктов: $d_1^{\text{п}},\ldots, d_m^{\text{п}}$, м^3 (далее - предел допускаемого исходного небаланса).

2.4.2.3. Если для исходного небаланса и предела допускаемого исходного небаланса выполнены соотношения $|d_1^{\text{и}}| \le d_1^{\text{п}},\ldots, |d_m^{\text{и}}| \le d_m^{\text{п}}$, имеется возможность получить равенство нулю остаточного небаланса при ограниченной коррекции исходных результатов измерений.

2.4.2.4. При нарушении хотя бы одного из соотношений в п. 2.4.2.3 указанная возможность отсутствует.

2.4.2.5. Действия, перечисленные в пп. 2.4.2.1-2.4.2.4, производятся программой в автоматическом режиме. В зависимости от результата анализа данных выдается сообщение о целесообразности выбора того или иного варианта решения задачи.

Примечание. Нарушение соотношений 2.4.2.3 может произойти вследствие неучтенных потерь газа, отклонений от регламента МВИ и других причин (в том числе несоответствия истинного значения количества газа нормированному в сфере бытового потребления). В отсутствие подобных причин МВИ гарантирует, что (с вероятностью 0,95) измеренные значения v_j отличаются от истинных значений не более чем на величину предела допускаемой абсолютной погрешности Δ_j. В этом случае указанные соотношения, как правило, выполнены и небаланс может быть распределен полностью при ограниченной коррекции исходных результатов измерений.

3. АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1. Сформулированные задачи решены в алгоритме и реализующей их программе «Баланс природного газа» (см. приложения А, В).

3.2. Математическое обеспечение учитывает специальный вид и структуру данных конкретных задач. Структура связей в системе «поставщики-потребители» должна быть задана заказчиком программного обеспечения в виде схемы (рисунка) и таблицы и согласована с разработчиком. Пример задания структуры связей см. в приложениях А, Б.

3.3. Предусмотрена возможность выбора значения управляющего параметра p (см. приложение В, п. В.2), который влияет на решение задачи следующим образом: его значение определяет, будет ли небаланс распределен в большей степени между участниками учетной операции, на долю которых приходятся большие количества, либо его распределение будет более равномерным между всеми участниками. Исходя из этого, выбирают наиболее подходящее значение параметра в диапазоне, указанном в п. В.2. Возможны следующие варианты.

3.3.1. При разработке программы выбирают и фиксируют определенное значение параметра.

3.3.2. Используют результаты анализа данных и рекомендацию по выбору значения p, полученные программой. Проводят проверку статистической гипотезы о соответствии погрешностей результатов измерений нормальному распределению (проверка выполняется программой в автоматическом режиме). В случае принятия гипотезы рекомендовано значение p=2.

3.3.3. Значение параметра варьирует оператор. Можно рекомендовать следующую последовательность действий. Проводят расчет по программе при значении p=2. Если небаланс распределен полностью, решение получено. Если нет, постепенно изменяя значение параметра, добиваются по возможности полного распределения небаланса.

3.3.4. Последовательность действий, сформулированная в п. 3.3.3, реализуется программой в автоматическом режиме.

3.4. Предусмотрена возможность фиксирования исходных измеренных (или определенных по нормам потребления) значений количества газа для некоторых из участников. Эти значения включают в состав исходных данных, но не корректируют (это означает, что учетные значения равны значениям в исходных данных, которые используются для расчета величины небаланса и остаются неизменными в процессе решения задачи). При расчетах по программе указанная возможность может быть реализована по отношению к любому из участников, в частности, при отпуске газа бытовым потребителям.

3.5. В приложении А помещен пример определения учетных значений и распределения небаланса количества газа по результатам измерений за отчетный период в системе с заданной структурой связей.

4. СРЕДСТВА И МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

4.1. Измерения количества газа проводят средствами измерений, зарегистрированными в Государственном Реестре средств измерений РФ.

4.2. Измерения количества газа с помощью измерительных комплексов с сужающими устройствами регламентирует ГОСТ 8.563-97 «Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления». Расчет количества газа и значений пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений выполняют по МИ 2578-2000 «Методика выполнения измерений количества природного газа в Московской области измерительными комплексами на базе сужающих устройств с регистрацией результатов измерений на диаграммах самопишущих приборов и использования этих результатов при распределении небаланса между поставщиком и потребителями».

4.3. Пределы допустимых абсолютных погрешностей измерений при использовании показаний вычислителей или счетчиков определяют на основе их паспортных характеристик.

4.4. При измерениях счетчиками газа без температурной компенсации по ГОСТ Р 50818-95 «Счетчики газа объемные диафрагменные» применяют поправочные коэффициенты для приведения к стандартным условиям измеренного объема газа в соответствии с МИ 2721-2002 «Типовая методика выполнения измерений мембранными счетчиками газа без температурной компенсации».

4.5. Условия измерений. При выполнении измерений соблюдают следующие условия.

4.5.1. Рабочий газ - природный газ - по ГОСТ 5542-87 «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения».

4.5.2. Условия эксплуатации: паспортные данные средства измерений соответствуют реальным условиям эксплуатации для данного региона.

4.6. Обработка результатов измерений.

4.6.1. Для получения учетных значений, корректирующих значений (равных разности учетного и измеренного значений), коэффициентов коррекции к результатам измерений (равных отношению учетного значения к измеренному), данные, перечисленные в п. 2.1, обрабатывают по методу, описанному в разделе 2.

4.6.2. Расчет проводят по программе «Баланс природного газа».

4.6.3. Учетные значения количества газа, коэффициенты коррекции к результатам измерений рассчитывают и применяют эксплуатационные организации газораспределительной системы.

4.6.4. Пример расчета учетных значений, корректирующих значений, коэффициентов коррекции к результатам измерений показан в приложении А.

4.7. Оформление результатов измерений и расчета учетных значений.

4.7.1. Исходные результаты измерений количества газа, значения пределов погрешностей измерений, результаты расчета учетных значений по методу раздела 2, коэффициентов коррекции к результатам измерений оформляют по форме, приведенной в приложении А.

4.7.2. Информацию, перечисленную в п. 4.7.1, хранят в компьютерной базе данных эксплуатационных организаций газораспределительной системы.

ПРИМЕР РАСЧЕТА УЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ И РАПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБАЛАНСА КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Пример расчета основан на программе «Баланс природного газа», разработанной ФГУП «ВНИИМС».

Требуется определить учетные значения и распределить небаланс количества газа по результатам измерений за отчетный период в системе «поставщики-потребители» со структурой связей, показанной на рисунке Б.1 в приложении Б. На схеме изображены 10 участников учетной операции и 3 пункта передачи газа. В распределении небаланса задействованы все участники. В примере принята нумерация участников, показанная на рисунке Б.1.

Исходные числовые данные измерений v_j ($м^3$) и пределов погрешностей Δ_j следующие:

N	Измеренное значение	Предел погрешности отн.,%	абс.
1	68500	1.50	1027
2	33600	1.80	604
3	51000	2.00	1020
4	29900	2.50	747
5	20100	2.50	502
6	22400	2.50	560
7	13900	2.90	403
8	13500	2.90	391
9	21000	2.50	525
10	8400	2.90	243

В соответствии с данной схемой и правилом п. 2.1.1.3 формируют таблицу А. Первая строка соответствует первому пункту. В первую и вторую позиции первой строки помещают 1, т.к. этим позициям соответствуют поставщики, в третью, четвертую и пятую помещают -1, т.к. этим позициям соответствуют потребители, в остальные позиции первой строки помещают 0, поскольку участники с номерами 6-10 не имеют отношения к первому пункту. Строки, соответствующие второму и третьему пунктам, заполняют аналогично. Получают таблицу А.:

i /j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	-1	-1	-1	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	-1

По п. 2.2.1.4 (см. также формулу В.7 приложения В) вектор исходного небаланса d^u равен

68500+33600-51000-29900-20100 = 1100
51000 -22400-13900-13500 = 1200
29900 -21000 - 8400 = 500

Предел допускаемого исходного небаланса по п. 2.4.2.2 (формула В.9), вектор d^n равен

1027+604+1020+747+502 = 3900
1020+560 +403 +391 = 2374
747 +525 +243 = 1515

Сопоставляя соответствующие компоненты векторов d^u и d^n, убеждаются, что сформулированное в п. 2.4.2.3 условие выполнено. В результате проверки статистической гипотезы убеждаются, что нет оснований сомневаться в соответствии погрешностей результатов измерений нормальному распределению. (Эта проверка, как и все приводимые здесь вычисления, выполняются программой в автоматическом режиме.)

В представленном фрагменте выдачи программы корректирующее значение равно разности между учетным и измеренным значениями, коэффициент коррекции - отношению этих величин. Решение получено при значении параметра p=2, что соответствует нормальному закону распределения погрешностей результатов измерений. Можно убедиться, что для полученных учетных значений выполнены соотношения (В.5), то есть небаланс распределен полностью.

Данные (справочные) о взаимном влиянии факторов характеризуют степень статистической связи между участниками учетной операции в соответствии с принятой нумерацией.

Программа «Баланс природного газа»

Число участников операции 10
Число пунктов передачи газа 3
Единица измерения количества $м^3$

Пункт передачи газа 1 (* поставщики отмечены звездочкой)

N	Измеренное значение	Предел отн.,%	погр. абс.	Учетное значение	Корректир. значение	Коэффициент коррекции
1*	68500	1.50	1027	67497	-1002	0.9854
2*	33600	1.80	604	33252	-347	0.9897
3	51000	2.00	1020	50624	-375	0.9926
4	29900	2.50	747	29786	-113	0.9962
5	20100	2.50	502	20339	239	1.0119

Измерено: поставщики 102100, получатели 101000,
исходный небаланс 1100
Учтено: поставщики 100750, получатели 100750,
остаточный небаланс 0

Пункт передачи газа 2

N	Измеренное значение	Предел погр. отн.,%	абс.	Учетное значение	Корректир. значение	Коэффициент коррекции
3*	51000	2.00	1020	50624	-375	0.9926
6	22400	2.50	560	22810	410	1.0183
7	13900	2.90	403	14112	212	1.0153
8	13500	2.90	391	13700	200	1.0149

Измерено: поставщики 51000, получатели 49800,
исходный небаланс 1200
Учтено: поставщики 50624, получатели 50624,
остаточный небаланс 0

Пункт передачи газа 3

N	Измеренное значение	Предел погр. отн.,%	абс.	Учетное значение	Корректир. значение	Коэффициент коррекции
4*	29900	2.50	747	29786	-113	0.9962
9	21000	2.50	525	21317	317	1.0151
10	8400	2.90	243	8468	68	1.0081

Измерено: поставщики 29900, получатели 29400,
исходный небаланс 500
Учтено: поставщики 29786, получатели 29786,
остаточный небаланс 0

Сводная информация

Число участников операции	10
Число поставщиков, не являющихся получателями	2
Число получателей, не являющихся поставщиками	6
Число поставщиков, являющихся получателями	2

N	Измеренное значение	Предел отн.,%	погр. абс.	Учетное значение	Корректир. значение	Коэффициент коррекции
1	68500	1.50	1027	67497	-1002	0.9854
2	33600	1.80	604	33252	-347	0.9897
3	51000	2.00	1020	50624	-375	0.9926
4	29900	2.50	747	29786	-113	0.9962
5	20100	2.50	502	20339	239	1.0119
6	22400	2.50	560	22810	410	1.0183
7	13900	2.90	403	14112	212	1.0153
8	13500	2.90	391	13700	200	1.0149
9	21000	2.50	525	21317	317	1.0151
10	8400	2.90	243	8468	68	1.0081

Данные (справочные) взаимного влияния факторов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00									
2	-0.41	1.00								
3	0.42	0.20	1.0							
4	0.30	0.14	-0.15	1.00						
5	0.33	0.15	-0.16	-0.11	1.0					
6	0.25	0.12	0.58	-0.08	-0.09	1.00				
7	0.17	0.08	0.39	-0.06	-0.06	-0.21	1.00			
8	0.16	0.08	0.38	-0.05	-0.06	-0.21	-0.14	1.0		
9	0.25	0.12	-0.12	0.85	-0.1	-0.07	-0.05	-0.05	1.0	
10	0.1	0.05	-0.05	0.33	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.21	1.00

СХЕМА СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ «ПОСТАВЩИКИ-ПОТРЕБИТЕЛИ» ДЛЯ ПРИМЕРА В ПРИЛОЖЕНИИ А.

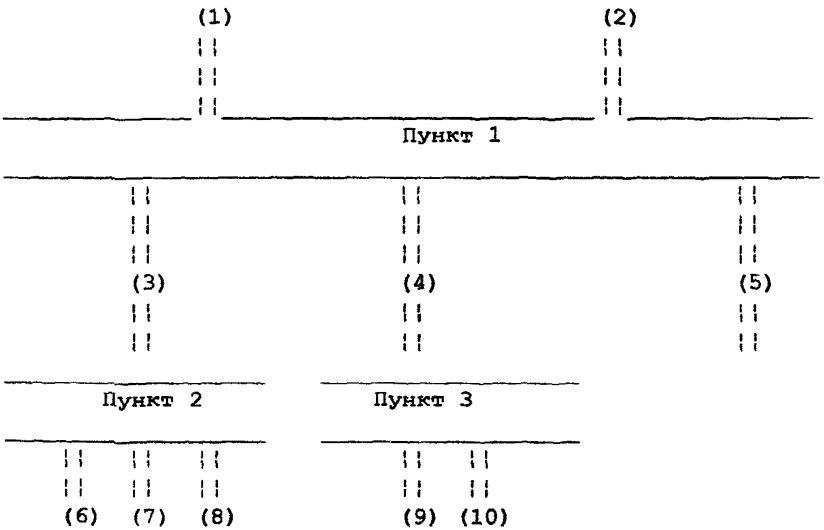

Рис. Б.1. Обозначения: (1), (2) - поставщики; (3), (4) - промежуточные участники учетной операции, являющиеся одновременно поставщиками и потребителями; (5)-(10) - потребители; две горизонтальные черты - пункты передачи газа.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА УЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

В.1. Алгоритм основан на методе статистического анализа данных при наличии ограничений на переменные. Определенные по данному методу учетные значения, полученные в результате коррекции исходных измеренных значений, являются оценками истинных значений количества газа. Метод решения задачи соответствует статистическому методу оценки параметров, который позволяет получать как традиционные, так и робастные оценки (т.е. устойчивые по отношению к грубым промахам в данных и отклонениям от нормального закона). Целесообразность использования робастных методов анализа данных для определения учетных значений обусловлена нередко встречающимися на практике грубыми промахами в данных, вследствие которых возникают большие значения небаланса. Возможные причины этого явления перечислены в примечании к п. 2.4.2.5.

В.2. Формулировка задачи определения учетных значений при ограниченной коррекции результатов исходных измерений (см. обозначения в разделе 2). Учетные значения $u = (u_1,\ldots,u_n)$ определяют в результате решения оптимизационной задачи

$$\|v-u\| + \|Au\| \rightarrow \min \qquad \text{(В.1)}$$

при ограничениях в виде неравенств (условие ограниченной коррекции результатов измерений)

$$|v_j-u_j| \le \Delta_j,\ j = 1,\ldots, n, \qquad \text{(В.2)}$$

где двойные вертикальные черты обозначают норму вектора, определенную для любого вектора w равенством

$$\|w\| = (\Sigma|w_j|^p)^{1/p}, \qquad \text{(В.3)}$$

$p \ge 1$,

$v = (v_1,\ldots,v_n)$ - вектор исходных результатов измерений,

$\Delta = (\Delta_1,\ldots,\Delta_n)$ - вектор значений пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений,

A - матрица (таблица, m строк, n столбцов), задающая структуру связей в системе, сформированная по правилу п. 2.1.1.3,

Au - вектор (размерности m) остаточного небаланса учетных значений, рассчитанный как произведение матрицы A на вектор u (i-я компонента вектора Au равна разности между суммой учетных значений поставщиков и суммой учетных значений потребителей в i-м пункте).

В соответствии с теорией математической статистики значение p в (В.3) следует выбирать в зависимости от вида распределения погрешностей измерений. В частности, при нормальном законе распределения, оценки с оптимальными статистическими свойствами получают при p=2 по методу наименьших квадратов. При отклонениях от нормального закона рекомендованы значения $1 \le p < 2$.

В.3. Алгоритм расчета учетных значений по методу п. В.2 основан на итерационной процедуре, на каждом шаге которой определяют вектор приближенных значений $\hat{u}_q$, где q - номер итерации.

В.3.1. Проверяют выполнение неравенств (В.2), подставляя в них $u=\hat{u}_q$, и при необходимости корректируют значения .

В.3.2. Рассчитывают вектор разности между измеренными и приближенными значениями, $v-\hat{u}_q$.

В.3.3. Рассчитывают вектор небаланса приближенных значений, равный $A\hat{u}$ (вектор размерности m).

В.3.4. Полученные значения векторов $v-\hat{u}_q$ и $A\hat{u}$ подставляют в (В.1). Вектор приближенных значений $\hat{u}_q$ определяют так, чтобы значение левой части (В.1) на текущей итерации было меньше соответствующего значения на предыдущей итерации.

В.4. Формулировка задачи определения учетных значений при полном распределении небаланса. Учетные значения $u = (u_1,\ldots,u_n)$ определяют в результате решения оптимизационной задачи

$$\|v-u\| \rightarrow \min \qquad (В.4)$$

при ограничениях в виде равенств (условие равенства нулю остаточного небаланса)

$$Au = 0. \qquad (В.5)$$

В.5. Алгоритм расчета учетных значений по методу п. В.4 основан на итерационной процедуре, на каждом шаге которой определяют вектор приближенных значений $\hat{u}_q$, где q - номер итерации.

В.5.1. Проверяют выполнение равенств (В.5), подставляя в них $u=\hat{u}_q$, и при необходимости корректируют значения $\hat{u}_q$.

В.5.2. Рассчитывают вектор разности между измеренными и приближенными значениями, $v-\hat{u}_q$.

В.5.3. Полученные значения вектора $v-\hat{u}_q$ подставляют в (В.4). Вектор приближенных значений $\hat{u}_q$ определяют так, чтобы значение левой части (В.4) на текущей итерации было меньше соответствующего значения на предыдущей итерации.

В.6. Корректирующие значения к исходным результатам измерений рассчитывают по формуле

$$u_j - v_j, j = 1,\ldots, n. \quad (В.6)$$

В.7. Вектор (размерности m) исходного небаланса (небаланса исходных результатов измерений) рассчитывают по формуле

$$d^и = Av \quad (В.7)$$

(i-я компонента вектора равна разности между суммой измерений поставщиков и суммой измерений потребителей в i-м пункте).

В.8. Вектор (размерности m) остаточного небаланса (небаланса учетных значений) рассчитывают по формуле

$$d^о = Au \quad (В.8)$$

(i-я компонента вектора равна разности между суммой учетных значений поставщиков и суммой учетных значений потребителей в i-м пункте). Условие полного распределения небаланса: $Au = 0$.

В.9. Вектор (размерности m) - предел допускаемого исходного небаланса рассчитывают по формуле

$$d^п = |A|\Delta, \quad (В.9)$$

где $|A|$ - матрица, элементы которой равны абсолютным значениям соответствующих элементов матрицы A (i-я компонента вектора $d^п$ равна сумме пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений участников в i-м пункте).

gost.e-ecolog.ru