ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по решению на мини-ЭВМ задач стационарной геофильтрации с целью обоснования гидролого-гидрогеологических параметров

Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

Производственный и научно-исследовательский институт
по инженерным изысканиям в строительстве
(ПНИИИС) Госстроя СССР

Рекомендации

по решению на мини-ЭВМ задач стационарной геофильтрации с целью обоснования гидролого-гидрогеологических параметров

Москва 1986

УКД 556.3.001.57

Рекомендованы к изданию решением секции инженерной защиты территорий и вычислительных методов в инженерных изысканиях Научно-технического совета ПНИИИС Госстроя СССР.

Рекомендации по решению на мини-ЭВМ задач стационарной геофильтрации с целью обоснования гидролого-гидрогеологических параметров / ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1986. – 24 с.

Содержат алгоритмы, вычислительные схемы и описание программы численной реализации на ЭВМ СМ-1 стационарного режима фильтрации грунтовых вод в условиях однослойного и двухслойного водоносного горизонта, гидравлически связанного с поверхностными водотоками.

Для инженерно-технических работников проектных, изыскательских и научно-исследовательских организаций.

Разработаны ПНИИИС Госстроя СССР (канд. геол.-мин. наук В.С. Зильберг, инж. А.А. Колесов).

3202000000 – 495
047(01) – 86 Инструкт.-нормат., I вып. – 29 – 85

©Стройиздат, 1986

1. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

1.1. Решение большинства геофильтрационных задач должно базироваться на функционально надежной расчетной схеме, адекватной реальному объекту. Адекватность требует получения соответствующих гидролого-гидрогеологических параметров, основные из которых представляются в виде гарантированно обоснованных полей распределения величин фильтрационных сопротивлений подрусловых отложений поверхностных водотоков и коэффициентов фильтрации, водопроводимости и водоотдачи. Обоснование параметров осуществляется в результате их идентификационных исследований.

1.2. Идентификационные исследования включают в себя построение имитационных моделей идентифицируемых параметров и их корректировку. Имитационные модели содержат для всей исследуемой территории или ее отдельных фрагментов карты функций влияния от заданных изменений гидролого-гидрогеологических параметров. Функциями влияния являются отклонения величин природных потерь и пополнений речного стока, а также абсолютных отметок уровней подземных вод от вычисленных при соответствующих величинах идентифицируемых параметров, которые должны изменяться в пределах их экстремальных значений.

Приведенные в моделях данные используются для выбора в пределах отдельных зон исследуемой территории корректировочных изменений идентифицируемых параметров.

1.3. Построение имитационных моделей идентификации гидролого-гидрогеологических параметров и их корректировка осуществляется путем многовариантного воспроизведения стационарных гидролого-геофильтрационных процессов при раздельном и совместном задании (в различном сочетании) фильтрационных сопротивлений подрусловых отложений поверхностных водотоков, коэффициентов фильтрации и водопроводимости и нестационарных при заданных изменениях коэффициента водоотдачи и идентифицированных величинах вышеназванных параметров.

1.4. Многовариантное воспроизведение стационарного гидролого-геофильтрационного процесса с целью обоснования соответствующих параметров сводится к необходимости решения стационарных задач геофильтрации в режиме диалога с машиной. Для этого наиболее перспективным является использование мини-ЭВМ СМ-1, которая обладает возможностью быстрой и нетрудоемкой корректировки уточняемых параметров путем их подбора на отдельных фрагментах в режиме "человек–ЭВМ".

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

2.1. Математическая постановка решаемых задач представляет собой систему, состоящую из дифференциального уравнения эллиптического типа и граничных условий, описывающих стационарный режим фильтрации подземных вод, гидравлически связанных с поверхностными водотоками.

2.2. Стационарная фильтрация подземных вод в области D (рис. 1) с двухслойным строением водовмещающих отложений в вертикальном разрезе (верхний слой – хорошо проницаемый, нижний – менее проницаемый) описывается уравнением вида:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[T_{общ}(x,y)\ \frac{\partial h(x,y)}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[T_{общ}(x,y)\ \frac{\partial h(x,y)}{\partial y}\right]=0, \qquad (1)$$

где

h – абсолютная отметка уровня подземных вод (УПВ), м;

x, y – плановые координаты исследуемой области фильтрации подземных вод;

$T_{общ}$ – суммарная водопроводимость верхнего (T_1) и нижнего (T_2) слоев водовмещающих отложений, м^2/сут.

Коэффициент водопроводимости верхнего слоя T_1 может задаваться зависимостью:

$$T_1(x, y) = k_1(x, y)[h(x, y) - H_1(x, y)], \qquad (2)$$

где k_1 – коэффициент фильтрации верхнего слоя водовмещающих отложений м/сут;

H_1 – абсолютная отметка подошвы верхнего слоя водовмещающих отложений, м.

2.3. Граничные условия приняты трех родов и задаются на контурах: внешнем Γ, ограничивающем область D, и внутренних, к которым относятся, например, водозаборные скважины и поверхностные водотоки.

Граничные условия первого рода (ГУ-I), описываемые зависимостью:

$$h(x, y)\Big|_{\Gamma_1 + \gamma_1} = f(r), \quad r \in \Gamma_1 + \gamma_1 \qquad (3)$$

представляют УПВ, задаваемый на части внешних (Γ_1) и некоторых внутренних (γ_1) контурах (см. рис. 1).

Граничные условия второго рода (ГУ-II), описываемые зависимостью:

$$Q(x, y)\Big|_{\Gamma_2 + \gamma_2} = \pm F(p), \quad p \in \Gamma_2 + \gamma_2 \qquad (4)$$

представляют приток или отток подземных вод через внешние границы (Γ_2) (в случае непроницаемого контура расход равен нулю), а также расходы водозаборных скважин на некоторых внутренних (γ_2) контурах (рис. 1).

Граничные условия третьего рода (ГУ-III), описываемые зависимостью:

$$W_p(s)\Big|_{\Gamma_3 + \gamma_3} = \begin{cases} \dfrac{H_B(s) - h}{A_0(s)}, & h \geq H_{пр}(s); \\ \dfrac{H_B(s) - H_{пр}(s)}{A_0(s)}, & h < H_{пр}(s); \\ 0, & H_B(s) = H_{пр}(s) \end{cases} \qquad (5)$$

определяют характер взаимосвязи поверхностных и подземных вод. В зависимости (5):

$W_p(s)$ – интенсивность потерь при пополнении речного стока, м/сут;

$H_B(s)$ – абсолютная отметка уровня воды в поверхностном водотоке, м;

$H_{пр}(s)$ – абсолютная отметка подошвы подрусловых отложений, м;

$A_0(s)$ – фильтрационное сопротивление подрусловых отложений, равное $m_{пл}/k_{пл}$, сут ($m_{пл}$, м и $k_{пл}$, м/сут – мощность и коэффициент фильтрации пленки подрусловых отложений);

s – точка, принадлежащая части внешнего (Γ_3) и некоторым внутренним (γ_3) контурам (см. рис. 1).

3. АЛГОРИТМЫ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГИДРОЛОГО-ГЕОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

3.1. Воспроизведение стационарных гидролого-геофильтрационных процессов заключается в численном решении уравнения (1), конечно-разностная аппроксимация которого осуществляется интегробалансовым методом.

3.2. *Для составления конечно-разностного* пространственного уравнения (1) на область D накладывают сетку Δ и непрерывной в области D

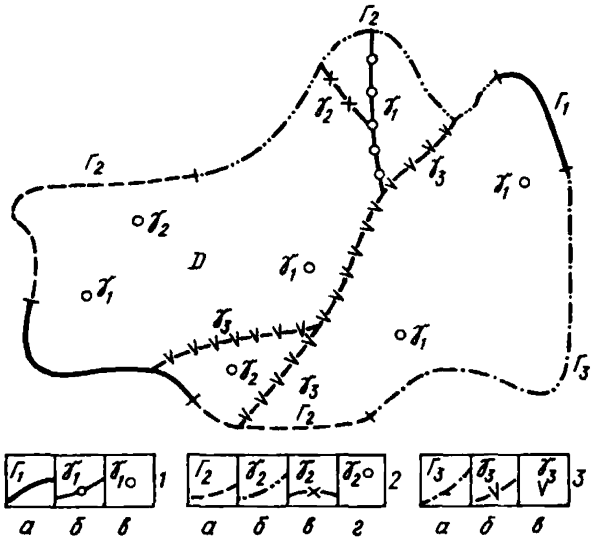

Рис. 1. Фильтрационная схема
1 – граничные условия первого рода на контурах: *а* – внешних линейных; *б* – внутренних линейных; *в* – внутренних точечных; *2* – граничные условия второго рода на контурах: *а* – внешних линейных; *б* – внешних линейных непроницаемых; *в* – внутренних линейных; *г* – внутренних точечных; *3* – граничные условия третьего рода на контурах: *а* – внешних линейных; *б* – внутренних линейных; *в* – внутренних точечных

функции h ставят в соответствие сеточную функцию h_{ij}, такую, чтобы выполнялось равенство:

$$h_{ij} = h(x_j, y_i). \tag{6}$$

Сетка принята неравномерная прямоугольная. Элемент ее приведен на рис. 2.

При дискретизации области фильтрации вблизи внешнего контура прямоугольники следует строить таким образом, чтобы криволинейный контур прошел через центры блоков.

3.3. Для блока с координатами i, j при осредненном в нем коэффициенте водопроводимости разностный аналог второй производной по оси x имеет вид:

$$\left.\frac{\partial}{\partial x}\left(T_{общ}\frac{\partial h}{\partial x}\right)\right|_{(i,j)} \sim \frac{h_{i,j-1}-h_{ij}}{\frac{\Delta x_j}{2}\left(\frac{\Delta x_{j-1}}{T_{общ,i,j-1}}+\frac{\Delta x_j}{T_{общ,ij}}\right)}+ \tag{7}$$

$$+\frac{h_{i,j+1}-h_{ij}}{\frac{\Delta x_j}{2}\left(\frac{\Delta x_{j+1}}{T_{общ,i,j+1}}+\frac{\Delta x_j}{T_{общ,ij}}\right)}$$

и по оси y:

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(T_{общ}\ \frac{\partial h}{\partial x}\right)\Big|_{(i,j)} \sim \frac{h_{i-1,j}-h_{ij}}{\frac{\Delta y_i}{2}\left(\frac{\Delta y_{i-1}}{T_{общ,i-1,j}}+\frac{\Delta y_i}{T_{общ,ij}}\right)}+ \tag{8}$$

$$+\frac{h_{i+1,j}-h_{ij}}{\frac{\Delta y_i}{2}\left(\frac{\Delta y_{i+1}}{T_{общ,i+1,j}}+\frac{\Delta y_i}{T_{общ,ij}}\right)},$$

где $\Delta x_j, \Delta y_i$ – размеры блоков прямоугольной сетки по вертикальной и горизонтальной осям; $T_{общ,ij}$ – коэффициент проводимости, осредненный в каждом блоке.

3.4. Система разностных уравнений, аппроксимирующая на внутренних узлах сеточной области Д дифференциальное уравнение стационарной фильтрации подземных вод (1), после умножения на площадь блока $\Delta x_j \Delta y_i$ примет вид:

$$TL_{ij}(h_{i,j-1}-h_{ij})+TP_{ij}(h_{i,j+1}-h_{ij})+ \tag{9}$$

$$+TV_{ij}(h_{i-1,j}-h_{ij})+TN_{ij}(h_{i+1,j}-h_{ij})=0,$$

$$i=2,3,\ldots,M-1;\ j=2,3,\ldots,N-1;$$

где

$$TL_{ij}=\frac{2\Delta y_i T_{общ,ij}\ T_{общ,i,j-1}}{T_{общ,ij}\Delta x_{j-1}+T_{общ,i,j-1}\Delta x_j};$$

$$TP_{ij}=\frac{2\Delta y_i T_{общ,ij}\ T_{общ,i,j+1}}{T_{общ,ij}\Delta x_{j+1}+T_{общ,i,j+1}\Delta x_j};$$

$$TV_{ij}=\frac{2\Delta x_j T_{общ,ij}\ T_{общ,i-1,j}}{T_{общ,ij}\Delta y_{i-1}+T_{общ,i-1,j}\Delta y_i}; \tag{10}$$

$$TN_{ij}=\frac{2\Delta x_j T_{общ,ij}\ T_{общ,i+1,j}}{T_{общ,ij}\Delta y_{i+1}+T_{общ,i+1,j}\Delta y_i}.$$

3.5. При построении разностных аналогов граничных условий к разностной системе (9) необходимо добавить уравнения для узлов сеточной границы $\Gamma^* + \gamma^*$, которая пройдет в общем случае только вблизи границы $\Gamma + \gamma$ области фильтрации Д, совпадая с ней лишь в отдельных точках. На сетке граничные условия задаются путем отнесения их к центрам блоков.

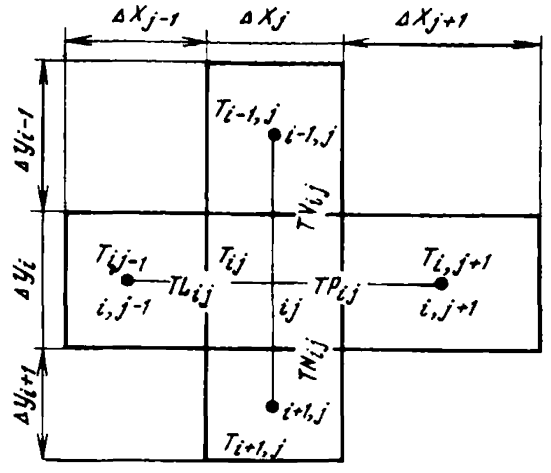

Рис. 2. Элемент неравномерной сетки

Питание или разгрузка (ГУ-II) на внешнем контуре области фильтрации задаются в виде соответствующего расхода со своим знаком в граничный узел сетки.

Граничное условие на скважине обладает особенностью. Поток вблизи скважины имеет радиальный характер и для его непосредственного моделирования требуется очень подробная дискретизация пространства. Деформацию потока обычно учитывают введением в блок со скважиной дополнительной фильтрационной проводимости $\Delta R_{скв}$, которая вычисляется по формуле:

$$\Delta R_{скв,ij} = \ln \frac{0{,}47 \sqrt{\frac{\Delta x_j \Delta y_i}{\pi}}}{r_c}, \qquad (11)$$

r_c – радиус скважины, м.

Моделирование скважин, работающих с заданным дебитом, не требует обязательного введения в сетку дополнительной проводимости. Дебит скважины обычно задается на модели аналогично инфильтрации, но с обратным знаком. Затем по величине УПВ в блоке сетки, полученного в результате решения задачи, определяется УПВ на скважине по формуле

$$h_{c,ij} = h_{ij} - \Delta S_{скв,ij}; \qquad (12)$$

$$\Delta S_{скв,ij} = m_{ij} - \sqrt{m_{ij}^2 - \frac{Q_{c,ij}}{\pi k_{ij}} \Delta R_{скв,ij}}, \qquad (13)$$

$\Delta S_{скв,ij}$ – дополнительное понижение УПВ в скважине, м;
m_{ij} – мощность водовмещающих отложений, м;
$Q_{c,ij}$ – дебит скважины, м^3/сут; k_{ij} – коэффициент фильтрации водовмещающих отложений, м/сут.

Разностный аналог граничного условия III рода, соответствующий выражению (5) имеет вид:

$$Q_{p,ij} = \begin{cases} \dfrac{H_{в,ij} - h_{ij}}{A_{0,ij}} F_{ij}, & h_{ij} \geqslant H_{пр,ij}; \\ \dfrac{H_{в,ij} - H_{пр,ij}}{A_{0,ij}} F_{ij}, & h_{ij} < H_{пр,ij}; \\ 0, & H_{в,ij} = H_{пр,ij}; \end{cases} \qquad (14)$$

$$F_{ij} = B_{ij} L_{ij}, \tag{15}$$

где B_{ij} – ширина реки в блоке, м; L_{ij} – длина реки в блоке, м.
В блоках модели с граничными условиями I рода задается

$$h_{ij} = f_{ij}. \tag{16}$$

3.6. Составленная с учетом соотношений (9), (11) – (16) полная система конечно-разностных уравнений, являющихся основой для построения алгоритма численного решения стационарных задач геофильтрации, имеет вид:

$$\begin{aligned} &TV_{i-j}\, h_{i-1,j} + TN_{ij}\, h_{i+1,j} + TP_{ij}\, h_{i,j+1} + \\ &+ TL_{ij}\, h_{i,j-1} - d_{ij}\, h_{ij} = -R_{ij}, \end{aligned} \tag{17}$$

где

$$\begin{cases} d_{ij} = TL_{ij} + TP_{ij} + TV_{ij} + TN_{ij} + \dfrac{F_{ij}}{A_{0,ij}}; \\ R_{ij} = Q_{c,ij} + H_{B,ij} \dfrac{F_{ij}}{A_{0,ij}} \end{cases} \tag{18}$$

при условии $h_{ij} \geqslant H_{пр,ij}$;

$$\begin{cases} d_{ij} = TL_{ij} + TP_{ij} + TV_{ij} + TN_{ij}; \\ R_{ij} = Q_{c,ij} + (H_{B,ij} - H_{пр,ij}) \dfrac{F_{ij}}{A_{0,ij}}; \end{cases} \tag{19}$$

при условии $h_{ij} < H_{пр,ij}$;

$$\begin{cases} d_{ij} = TL_{i,j-1} + TP_{ij} + TV_{i-1,j} + TN_{ij}; \\ R_{ij} = Q_{c,ij}; \end{cases} \tag{20}$$

при условии $H_{B,ij} = H_{пр,ij}$.

3.7. Решение алгебраических уравнений (17) осуществляется по схеме:

$$\begin{aligned} h_{ij}^{(k+1/2)} &= (R_{ij} + TV_{ij}\, h_{i-1,j}^{(k+1)} + TL_{ij}\, h_{i,j-1}^{(k+1)} + \\ &+ TP_{ij}\, h_{i,j+1}^{(k)} + TN_{ij}\, h_{i+1,j}^{(k)})/d_{ij}; \\ h_{ij}^{(k+1)} &= h_{ij}^{(k)} + \tau_{опт}(h_{ij}^{(k+1/2)} - h_{ij}^{(k)}), \end{aligned} \tag{21}$$

где $h_{ij}^{(k+1/2)}$ – промежуточное приближение.
Релаксационный множитель $\tau_{опт}$ может принимать значения $1 < \tau_{опт} < 2$.

3.8. Алгоритм построения имитационных моделей идентификации расчетных параметров должен обеспечить получение атласа карт машинных выдач, содержащих в каждом блоке сеточной модели исследуемой территории:

абсолютные отметки природных и модельных уровней подземных вод;
величины их несовпадения;
абсолютные отметки подошв верхнего и нижнего водоносных слоев;
коэффициенты фильтрации верхнего водоносного слоя и водопроводимости нижнего;
фильтрационные проводимости подрусловых отложений поверхностных водотоков;
абсолютные отметки уровня воды и дна в поверхностных водотоках;
величины потерь и пополнения речного стока.

Число карт определяется количеством варьируемых значений идентифицируемых параметров и фрагментов, в которых они задаются.

3.9. Алгоритм численного решения дифференциального уравнения эллиптического типа, позволяющий воспроизводить на ЭВМ стационарные режимы фильтрации подземных вод в одно- и двуслойном плоскоплановом потоках, гидравлически связанных с поверхностными водотоками, в постановке построения имитационных моделей идентификации расчетных гидрологогидрогеологических параметров реализован в виде программы СТАЦ.

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ СТАЦ

4.1. СТАЦ реализована в операционной системе ДОС АСПО на мини-ЭВМ СМ-1 с объемом оперативной памяти 16 К слов.

4.2. Решение системы линейных алгебраических уравнений (17), обеспечивающее воспроизведение стационарных гидролого-геофильтрационных процессов, осуществляется итерационным методом покомпонентной верхней релаксации.

4.3. Программа работает в интерактивном режиме диалога, который обеспечивает эффективный анализ имитационных моделей при проведении идентификации гидролого-гидрогеологических параметров в прямоугольной сеточной области с общим количеством блоков не более 1024.

4.4. Программа выполняет следующие основные функции:

создает, хранит во внешней памяти и корректирует информационную базу исследуемой модели, в состав которой входят все описывающие ее параметры и результаты решения;
воспроизводит процесс стационарной геофильтрации;
обеспечивает возможность хранения и сравнения различных вариантов решения;
выводит на печать или дисплей необходимые для анализа параметры по всей области или отдельным фрагментам в удобном для пользователя виде;
выводит исходную информацию и результаты решения на перфоленту с целью использования ее при исследовании модели на ЕС ЭВМ с помощью пакета программ *GEOFILTR*;
автоматически учитывает количество решаемых вариантов;
выполняет ряд вспомогательных операций при исследовании модели.

5. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТАЦИОНАРНОЙ ГЕОФИЛЬТРАЦИИ

5.1. Для решения задач стационарной геофильтрации необходима информация, описывающая геометрию сеточной модели исследуемой области фильтрации подземных вод, характеристические особенности каждого блока,

задаваемые в блоки параметры (абсолютные отметки природного УПВ и водопроводимость) и граничные условия.

5.2. Геометрия сеточной модели исследуемой области фильтрации определяется параметрами:

M – количество строк сеточной модели (по оси $У$);

N – количество столбцов сеточной модели (по оси X);

$DM(M)$ – размеры блоков сеточной модели по оси $У$;

$DN(N)$ – размеры блоков сеточной модели по оси X.

Сеточная модель должна удовлетворять следующим условиям:

$$M \times N \leq 1024;\ M \leq 60;\ N \leq 60.$$

Блоки сеточной модели, не входящие в область фильтрации, считаются фиктивными. Непроницаемая граница области фильтрации реализуется фиктивными блоками или контуром сетки.

Нумерация блоков начинается с левого верхнего угла и производится с помощью двух индексов:

I – номер строки (увеличивается сверху вниз);

J – номер столбца (увеличивается слева направо).

При описании координат блока первым идет индекс строки (I).

5.3. Каждый блок сеточной модели характеризуется кодом, определяющим его тип – $KR(I,J)$:

– 1	– фиктивный блок;
0	– рабочий блок (отсутствуют граничные условия);
1	– заданы ГУ-I;
2	– заданы ГУ-II;
3	– заданы ГУ-III;
4	– заданы ГУ-II и ГУ-III.

5.4. Абсолютные отметки природного уровня подземных вод в метрах задаются во всех блоках сеточной модели в виде массива $HG(I,J)$.

Массив HG используется:

в качестве нулевого приближения при решении задач стационарной геофильтрации;

для определения УПВ в блоках с ГУ-I;

при определении водопроводимости по коэффициенту фильтрации;

для сравнения природного и модельного уровней подземных вод.

5.5. Водопроводимость задается во все блоки сеточной модели либо в виде непосредственно массива TS, $м^2$/сут, либо набором массивов HG, HP (абсолютная отметка подошвы верхнего слоя водоносного горизонта, м), HN (абсолютная отметка подошвы нижнего слоя водоносного горизонта, м), FK (коэффициент фильтрации верхнего слоя, м/сут), $F2$ или $T2$ (коэффициент фильтрации и водопроводимость нижнего слоя), с помощью которых, используя параметр $ISLOY$, вычисляются исходные и идентифицируемые значения водопроводимости.

При $ISLOY = 0$ вводится непосредственно массив TS.

При $ISLOY = 1$ (фильтрация в однослойном потоке) вводятся массивы HG, HP и FK; TS вычисляется по зависимости $FK(HG-HP)$.

При $ISLOY = 2$ (фильтрация в двухслойном потоке) вводятся массивы $HG, HP, FK, HN, F2$, а TS вычисляется по зависимости $FK(HG-HP)+F2(HP-HN)$.

Вместо $F2(HP-HN)$ может использоваться массив $T2$.

В фиктивных блоках задается водопроводимость, равная нулю.

5.6. ГУ-I могут быть заданы в любые (во все) блоки сеточной модели. Для этого необходимо определить тип блока $KR(I,J) = 1$, в качестве УПВ используется соответствующее значение $HG(I,J)$.

5.7. ГУ-II могут быть заданы в любые (во все) блоки сеточной модели, кроме блоков с ГУ-I, с помощью расходов (со знаком минус), инфильтрационного питания (со знаком плюс) или их алгебраической суммы. ГУ-II задаются в тыс. $м^3$/сут.

5.8. ГУ-III могут быть заданы в любые блоки сеточной модели, кроме блоков с ГУ-I. Их количество не должно быть больше 256. Для этого необходимо задать следующие параметры:

AD – фильтрационное сопротивление подрусловых отложений поверхностных водотоков, сут;

FF – площадь водотока в блоке, $м^2$ (может определяться с помощью параметров: *BB* – ширина, *LL* – длина, м; *FF = BB*LL);*

HR – абсолютная отметка уровня воды в поверхностном водотоке, м;

HD – абсолютная отметка дна водотока, м;

GL – глубина водотока, м.

Последние три параметра связаны соотношением *'HG=HD+GL*, поэтому должна быть задана любая комбинация из двух параметров.

6. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

6.1. Программа СТАЦ работает в режиме диалога "человек – ЭВМ" и реализует набор различных заданий, вызываемых на выполнение директивами, вводимыми оператором с дисплея.

С помощью директив осуществляется:

создание информационной базы (ИБ) модели;

начальное формирование и коррекция исходных данных для решения задач стационарной геофильтрации;

расчет вспомогательных параметров и воспроизведение стационарной геофильтрации на основе данных, хранимых в ИБ, запись результатов расчетов в ИБ;

вывод информации, хранимой в ИБ, на печать, дисплей или перфоленту.

6.2. Информационная база модели реализована в виде дискового файла прямого доступа, логические записи которого соотвутствуют отдельному массиву. Каждый массив описывается двухсимвольным именем. Структура ИБ определяется при ее создании с помощью описателя ИБ, в каждой строке которого записаны имя массива и его длина в словах. Размеры прямоугольной сеточной области *M* и *N* вводятся при создании ИБ с дисплея и хранятся в метке файла в качестве 1-го и 2 го дополнительных параметров.

В табл. 1 приведено назначение хранимых в ИБ массивов и операции, при которых они формируются.

6.3. Входная информация, вводимая оператором в процессе работы с программой СТАЦ, следующая:

директивы, запускающие выполнение определенных заданий;

параметры, уточняющие режим выполнения директив (имена массивов, номера вариантов и т.д.);

исходные данные об исследуемой области фильтрации.

Первые два типа информации вводятся только с дисплея, третий – вводится, в зависимости от используемой директивы, либо с дисплея, либо с устройства ввода с перфоленты – УВвПЛ. В последнем случае информация должна быть подготовлена на перфоленте.

Перед вводом информации с перфоленты программа переходит в состояние ПАУЗА для того, чтобы оператор мог вставить ленту в УВвПЛ и включить его. Для продолжения работы (выполнения ввода) необходимо нажать кнопку "ПУСК" на инженерном пульте процессора (в варианте программы с системными командами надо ввести команду: ПУ,СТАЦ).

Программа постоянно "подсказывает"оператору какую информацию. в каком виде и с какого устройства она ожидает от него.

Ввод с дисплея и набивка на перфоленте исходной входной цифровой информации осуществляется в свободном формате. Разделителем между

Таблица 1

Имя массива	Длина в машинных словах массива, его тип	Назначение	Операции формирования и коррекции
		Служебная информация	
ТУ	3, вещественный	ТУ(1)=EPS – точность решения стационарной задачи, м	При выполнении директивы СОЗД записывается EPS = 0,01. Корректируется директивой EPS
		ТУ (2) =ТАУ – релаксационный множитель $\tau_{опт}$	При выполнении директивы СОЗД записывается ТАУ=1,5. Корректируется директивой ТАУ
		ТУ (3) = ISLOY – определяет режим формирования водопроводимости	Формируется директивой СОЗД Корректируется директивой ТИПТS
СС	4, целый	Содержит имя служебного файла – 8 символов	Формируется директивой СОЗД
		Параметры области фильтрации	
DM	M, вещественный	Размеры блоков сеточной модели по вертикали, м	То же
DN	N, вещественный	Размеры блоков сеточной модели по горизонтали, м	Формируются директивой СОЗД
KR	M×N, целый	Типы блоков сеточной модели	Обнуляется (KR = – 1) директивами СОЗД и ОБКR, формируется и корректируется директивами ТИПФ, ТИПР, ТИП1, ОПW2, ОПW3
HG	M×N, вещественный	Абсолютные отметки природного УПВ, м	Формируется директивами ВВОД, ВВПС, корректируется директивой КОРМ
HP	То же	Абсолютные отметки подошвы однослойного водоносного горизонта или подошвы верхнего слоя двуслойного водоносного горизонта, м	То же
HN	"	Абсолютные отметки подошвы нижнего слоя двуслойного водоносного горизонта, м	"
TS	M×N, вещественный	Общие водопроводимости водоносного горизонта, $м^2$/сут	1) ISLOY ≤ 0 Формируется директивами ВВОД, ВВПС, СЧТS, корректируется директивой КОРМ 2) ISLOY > 0 Формируется директивами СТАЦ, СТЦН, СТЦВ
T2	то же	Водопроводимости нижнего слоя двуслойного водоносного горизонта, $м^2$/сут	Формируется директивами ВВОД, ВВПС, СЧТS, СЧF К. Корректируется директивой КОРМ
FK	"	Коэффициенты фильтрации однослойного водоносного горизонта или верхнего слоя двуслойного водоносного горизонта, м/сут	Формируется директивами ВВОД, ВВПС, СЧF К Корректируется директивой КОРМ
F2	"	Коэффициенты фильтрации нижнего слоя двуслойного водоносного горизонта, м/сут	То же
TP	"	Горизонтальные (правые) фильтрационные проводимости, $м^2$/сут	Вычисляются при выполнении директив СТАЦ, СТЦН, СТЦВ
TN	"	Вертикальные (нижние) фильтрационные проводимости, $м^2$/сут	То же
W2	1024, вещественный	Значения ГУ-II в блоках сеточной модели, тыс. $м^3$/сут	Обнуляется директивами СОЗД и ОБКR; формируется и корректируется директивой ОПW2
W 3	4 x 256, вещественный	Значения ГУ-III в блоках сеточной модели: W3(1,k)=A0, W3(2,k)=FF, W3(3,k)=HR, W3(4,k)=GL	Обнуляется директивами СОЗД и ОБКR формируется и корректируется директивой ОПW3

Продолжение табл. 1

Имя массива	Длина в машинных словах массива, его тип	Назначение	Операции формирования и коррекции
Результаты решения стационарной задачи			
*HK**	*M×N* вещественный	Абсолютные отметки модельного (вычисленного) УПВ, м	Формируется директивами СТАЦ, СТЦН, СТЦВ
*DK**	То же	Отклонения абсолютных отметок вычисленного УПВ от природного, м	То же
*QK**	"	Невязка баланса подземных вод в каждом блоке сеточной модели, тыс. м^3/сут	"
Параметры решения одного варианта стационарной задачи			
*BK**	9, вещественный	*BK* (1) = ТАУ, *BK* (2) = *EPS*, *BK* (3) = *IT* – количество итераций, *BK* (4) = *HH* – код нулевого приближения УПВ (см. описание директив СТЦН, СТЦВ) *BK* (5) = *QO* – сумма расходной части невязки баланса, тыс.м^3/сут *BK* (6) – *QP* – сумма приходной части невязки баланса, тыс.м^3/сут	Формируется директивами СТАЦ, СТЦН, СТАЦ СТЦВ
		BK (7) – *DO* – максимальное отрицательное отклонение абсолютной отметки модельного УПВ от природного, м	
		BK (8) – *DP* – максимальное положительное отклонение абсолютной отметки модельного УПВ от природного, м *BK* (9) – *DATA*, *NOM* – дата решения и порядковый номер варианта на эту дату	
Вспомогательные массивы			
M1–M5	*M×N*, вещественный	Используются для хранения вспомогательной информации об области фильтрации	Формируются директивами ВВОД, ПЕРМ, ВЫЧ
Промежуточные массивы			
H0	*M×N* (веществ.)	Нулевое приближение абсолютных отметок УПВ при решении задач стационарной геофильтрации	Формируется директивами СТАЦ, СТЦН, СТЦВ
S1–S4	1024 (веществ.)	Фрагменты массивов *TP* и *TN*	То же
V1–V8	128 (веществ.)	Фрагменты массива *W2*	"
R1–R4	4 x 64 (веществ.)	Фрагменты массива *W3*	"

* В идентификаторах *HK*, *DK*, *QK* и *BK* второй символ обозначает номер решаемого варианта: $K = 1, 2, 3, 4, 5$.

числами служит один или несколько пробелов (до пяти). В случае, если данные не помещаются в одну строку (72 позиции), они набиваются в несколько строк, при этом в конце строки, кроме последней, ставится символ/(косая черта).

С целью контроля и анализа хода идентификационного исследования программа ведет служебный журнал, в котором автоматически фиксируются даты работы с изучаемым объектом и количество решенных вариантов. Содержимое журнала выдается на печать по запросу оператора. Журнал реализован в виде дискового файла.

6.4. Запуск программы на выполнение осуществляется с помощью команды

:СТ, СТАЦ, L,

где L – параметр, определяющий вид запуска;
$L = 0$ (или опущен) – работа с существующей (ранее созданной) ИБ;
$L = 1$ – создание новой информационной базы.

Поскольку дисковой файл, в котором хранится ИБ исследуемой модели, описан в программе как устройство с логическим номером 7, перед запуском необходимо произвести назначение логического номера с помощью команды оператора:

:ЛН, 7, ИМЯ,

где ИМЯ – символьное обозначение файла с ИБ.

6.5. Запуск программы обеспечивает автоматический переход к выполнению директив открытия ИБ, после чего программа готова к выполнению вводимых оператором директив формирования исходных данных, коррекции параметров решения, запуска решения задач стационарной геофильтрации, печати, вывода информации на перфоленту, вспомогательных операций и завершения работы программы.

Директива открытия представляет собой набор не более четырех символов, вводимых после сообщения "ВВОД ДИРЕКТИВЫ". Оно означает, что предыдущая директива выполнена и программа ожидает ввод новой.

6.6. Директивы открытия информационной базы включают в себя СОЗД и ПОИС.

СОЗД – создание информационной базы, осуществляет ввод описателя ИБ с перфоленты, значений M и N с дисплея, массивов DM и DN с УВвПЛ. Кроме этого, по этой директиве в ИБ записываются значения параметров ТАУ = 1,5 и EPS =0,01, в массив KR – (–1), массивы W2 и W3 обнуляются. По запросу программы с дисплея вводится параметр ISLOY и имя файла служебного журнала.

После выполнения директивы на пульт выдается сообщение "ФАЙЛ СОЗДАН".

ПОИС – открытие файла с ИБ в режиме поиска. Кроме того, с диска в ОЗУ читаются: массив KR и значения M и N, осуществляется поиск служебного файла. После выполнения директивы на пульт выдаются сообщения "СЛУЖЕБНЫЙ ФАЙЛ НАЙДЕН", "ФАЙЛ НАЙДЕН $M = \ldots$ $N = \ldots$".

6.7. Директивы формирования исходных данных об исследуемой области фильтрации включают в себя ВВОД, КОРМ, ТИПФ, ТИПР, ТИП1, ОПW2 и ОПW3, ВВПС, ОБКR .

ВВОД – ввод двумерных ($M \times N$) вещественных массивов с УВвПЛ. Массивы готовятся на перфоленте по строкам, в первой записи набивается двухсимвольное имя массива.

КОРМ – корректировка значений двумерных вещественных массивов с дисплея. После запуска директивы в ответ на запрос программы

"ИМЯ МАССИВА?"

вводится имя корректируемого массива и значения корректируемой информации в виде:

$$I\ J\ A,$$

где A – корректируемое значение параметра в блоке с координатами I и J (каждый элемент информации вводится в отдельной строке). В конце массива вводится 0. Окончание ввода каждого массива сопровождается сообщением на дисплее: "КОНЕЦ КОРРЕКЦИИ" "ИМЯ МАССИВА?", после чего корректируется следующий массив или завершается выполнение директивы командой КН.

ТИПФ, ТИПР, ТИП1 – определение соответственно блоков фиктивных, рабочих и ГУ-I.

Координаты блоков вводятся отдельной строкой соответствующих значений:

$$I\ JH\ JK,$$

где I – номер строки; JH и JK – номера от и до блоков в строке определяемого типа. В конце информации вводится 0.

Тип определяемых блоков перед выполнением директивы должен быть равен −1,0 или 1. В противном случае выдается сообщение:

"ОШИБКА ТИПА БЛОКА $IJ = T_c$ ",

где I и J – координаты блока, T_c – старое значение типа блока. После этого сообщения ввод информации может быть продолжен.

ОП W 2 – определение граничных условий II рода. Информация о ГУ-II вводится для каждого блока отдельной строкой значений:

$$I\ J\ W2,$$

где I и J – координаты блока, $W2$ – алгебраическая сумма расхода и инфильтрации, тыс.м^3/сут. В конце информации вводится 0. При вводе информации о ГУ-II тип блока изменяется, как показано в табл. 2.

В случае ввода строки со значением $I < 0$ выполняется:

а) обнуление всего массива $W2$ и соответствующее изменение типов блоков ($W2 = 0$);

б) запись нового значения $W2$ ($W2 \neq 0$) во все определенные ранее блоки с ГУ-II.

ОП W3 – определение граничных условий III рода.

В директиве реализованы три операции: формирование новых блоков ГУ-III и коррекция старых при отсутствии или наличии постоянных параметров, а также отмена ГУ-III. После запуска директивы или завершения предыдущей операции оператор может выполнить очередную операцию или закончить директиву, введя команду КН.

При выполнении директивы информация вводится следующим образом:

формирование новых блоков ГУ-III и коррекция старых при отсутствии постоянных параметров;

а) ПП – указатель отсутствия постоянных параметров:
$И_1 ... И_K$ – набор идентификаторов вводимых параметров ($AD, FF, HR, GL, MD, BB, LL$) $1 \le k \le 7$;

Таблица 2

Старое значение типа блока T_c	Значение $W2$	Новое значение типа блока $T_н$	Примечание
0	$W2 \neq 0$	2	Ранее ГУ-II в блоке не было
3	$W2 \neq 0$	4	
2	$W2 \neq 0$	2	Коррекция значения
4	$W2 \neq 0$	4	$W2$
2	$W2 \neq 0$	0	Отмена ГУ-II в блоке
4	$W2 \neq 0$	3	
0	$W2 \neq 0$	0	Некорректная ситуация, выдается сообщение "ОШИБКА: ТИП БЛОКА $IJ=T_c$"
3	$W2 = 0$	3	
1	Любое	1	
-1	Любое	-1	

$I_1\ J_1\ ЗН_{11} \dots ЗН_{1k}$
$\dots\dots\dots\dots\dots\dots$
$I_n\ J_n\ ЗН_{n1} \dots ЗН_{nk}$
0

– координаты блоков и значения соответствующих переменных параметров;
– конец команды коррекции;

б) ПП
$И_1 \dots И_k$
$-1-1\ ЗН_1 \dots ЗН_k$
0

– команда удаления;
– координаты блоков, в которых производится отмена ГУ-III;
– конец команды удаления.

Формирование новых блоков ГУ-III и коррекция старых при наличии постоянных параметров для всех блоков:

$И'_1 \dots И'_l$
$ЗН'_1 \dots ЗН'_l$

– набор идентификаторов и значения параметров постоянных для всех блоков;

$И_1 \dots И_k$

– набор идентификаторов переменных параметров;

$I_1\ J_1\ ЗН_{11} \dots ЗН_{1k}$
$\dots\dots\dots\dots\dots\dots$
$I_n\ J_n\ ЗН_{n1} \dots ЗН_{nk}$
0

– координаты блоков и значения соответствующих переменных параметров;
– конец команды коррекции;

Отмена ГУ-III во всех блоках:

а) УД
$I_1\ J_1$
$\dots\dots$
$I_n\ J_n$
0

– команда удаления;
– координаты блоков, в которых производится отмена ГУ-III;
– конец команды удаления;

б) УД $\left.\begin{matrix}\\ -i\\ 0\end{matrix}\right\}$ отмена ГУ-III во всех блоках.

Формирование новых блоков ГУ-III может выполняться для блоков типов 0 или 2, которые переходят в типы 3 или 4. При этом для каждого блока должен быть определен полный набор параметров:

з) A0;
б) *FF* или BB и *LL* ;
в) любые два параметра из *HR*, *HD* , *GL*.

Коррекция параметров (задания ГУ-III) выполняется по следующему правилу:

Введенное значение	Старое значение	Новое значение
$A_в > 0$	$A_с$;	$A_н = A_в$;
$A_в < 0$	$A_с$;	$A_н = A_с * (-A_в)$;
$A_в = 0$;	$A_с$;	$A_н = A_с$.

Корректируя ГУ-III, необходимо помнить, что при изменении только параметра:

HR значение *GL* остается старым;
GL значение *HR* остается старым;
HD значение *HR* остается старым и *GL = HR − HD*.

Отмена ГУ-III возможна только для блоков типов 3 или 4, которые переходят в типы 0 или 2.

При выполнении директив ТИПФ, ТИПР, ТИП1, ОПW 2, ОПW3 ввод информации может осуществляться с дисплея или с УВвПЛ в зависимости от состояния нулевой клавиши клавишного регистра (КР) на инженерном пульте процессора: нажата – ввод с дисплея, отжата – ввод с УВвПЛ. Перед вводом директивы нулевую клавишу переводят в нужное положение.

В случае возникновения некорректных ситуаций при вводе исходной информации с перфоленты выполнение директивы аварийно завершается, значения блоков и ГУ-II, ГУ-III остаются старыми. При вводе информации с дисплея выполнение директивы продолжается.

ВВПС – заполнение двумерного вещественного массива константой. По запросу программы с дисплея вводится имя массива и значение параметра, которое записывается во все действительные блоки модели, в фиктивные записывается 0.

ОБ *KR* – приведение массива *KR* в исходное состояние; во все блоки записывается (– 1) (как после создания информационной базы). Введенная ранее информация о граничных условиях теряется, ее надо вводить снова. После окончания директивы на пульте выдается:

"МАССИВ *KR* ОБНУЛЕН"

6.8. Директивы коррекции параметров решения включают в себя *TAY*, *EPS* и ТП *TS*, которые после их ввода осуществляют задание новых значений *TAY*, *EPS* и *ISLOY*, хранимых в ИБ модели.

6.9. Директивы запуска решения задач стационарной геофильтрации включают в себя СТАЦ, СТЦН и СТЦВ

СТАЦ — запуск решения, когда в качестве нулевого приближения УПВ ($H0$) используются абсолютные отметки природного УПВ (HG). Результаты записываются в массивы варианта 1, т.е. $H1$, $D1$, $Q1$ и $B1$.

СТЦН – запуск решения, когда в качестве нулевого приближения УПВ ($H0$) используются либо абсолютные отметки природного УПВ (HG), либо абсолютные отметки модельного УПВ одного из ранее посчитанных вариантов.

В программе предусмотрено хранение до пяти вариантов решения, которые могут использоваться для сравнения результатов с различными исходными данными, в частности, с различными значениями EPS.

СТЦВ – запуск решения, аналогичный директиве СТЦН, но при расчете водопроводимости (в случае $ISLOY > 0$) используется нулевое приближение УПВ ($H0$).

В процессе решения после каждой итерации на дисплей выдается сообщение

$$IT\ I\ J\ \Delta H,$$

где IT – номер итераций; I и J – координаты блока; в котором на данной итерации получено наибольшее по абсолютной величине изменение вычисляемого УПВ $\Delta H = H_{IT} - H_{IT-1}$ (значение ΔH выдается в мм).

Аварийное завершение процесса решения осуществляется нажатием 15-й клавиши клавишного регистра на инженерном пульте процессора (перед вводом директивы запуска решения эта клавиша отжата), при этом в ИБ записываются результаты решения задачи, полученные на последней итерации (IT). Признаком аварийного завершения является значение $EPS = 10^{10}$ для данного варианта.

6.10. Директивы печати включают в себя ПЕЧ, ПЧФР, ПЧW2, ПЧW3, ПЧWQ, ПЕЧВ, ПЧТУ, ПЧСЛ, выполняющих вывод исходной информации и результатов решения задач стационарной геофильтрации на устройство печати $DZM = 180$ или на дисплейный модуль ДМ-2000. Устройство вывода определяется положением 1-й клавиши клавишного регистра на инженерном пульте процессора: клавиша нажата – вывод на ДМ-2000, отжата – вывод на $DZM = 180$. Перед вводом директивы 1-я клавиша переводится в нужное положение.

ПЕЧ – печать информации по всем блокам сеточной модели. После запуска директивы в ответ на запрос программы

"ИМЕНА МАССИВОВ?"

вводятся имена массивов, которые надо выдать на печать. Это могут быть любые двумерные ($M \times N$) вещественные массивы, хранимые в ИБ, а также информация о ГУ-II (идентификатор $W2$) и ГУ-III (набор идентификаторов $A0$, FF, HR, GL, H и AA). Значение параметра FF выдается в тыс.м^2, параметр $AA = \frac{FF}{AQ}$ в тыс.м^2/сут. Идентификаторы вводятся одной строкой через один пробел. После выполнения директивы на пульт выдается:

"КОНЕЦ ПЕЧАТИ".

ПЧФР – печать информации о фрагменте области. Выполняется аналогично директиве ПЕЧ, но дополнительно, в ответ на запрос программы, необходимо ввести с дисплея координаты фрагмента области

$$IH\ IK\ JH,$$

где IH и IK – номера строк, JH – номер левого столбца, ограничивающие фрагмент области, для которой выводится информация (на дисплей выдается 9 столбцов, на DZM -180 – 12).

ПЧW2 – печать информации о блоках с ГУ-II.

ПЧW3 – печать информации о блоках с ГУ-III.

ПЧWQ – печать информации о балансе в блоках с ГУ-I, II и III родов, полученном в результате воспроизведения стационарной геофильтрации.

После запуска директивы необходимо ввести номер воспроизводимого варианта.

ПЕЧВ – печать параметров воспроизводимого варианта.

После подачи директивы необходимо ввести номер варианта.

ПЧТУ – печать имен массивов, определенных в ИБ (используется при отладке программы).

ПЧСЛ – печать служебного журнала.

6.11. Директивы вывода информации на перфоленту включают в себя ВЫW 2, ВЫW 3, ВЫВО, обеспечивающие передачу исходной информации и результатов решения задач стационарной геофильтрации с ЭВМ СМ-1 на ЭВМ ЕС-1022 в соответствии с форматами, принятыми в пакете программ *GEOFILTR*. Перед выводом информации на перфоленту с дисплея вводятся размеры сеточной модели, используемой в пакете *GEOFILTR*, и координаты соответствия сеточных моделей, используемых в программах СТАЦ и *GEOFILTR*.

ВЫW2 – вывод информации о ГУ-II в формате команды *KR*.

ВЫW3 – вывод информации о ГУ-III в формате команды *KR*.

ВЫВО – вывод вещественных двумерных массивов в соответствии с форматом команды *IF*. Имена выдаваемых массивов вводятся с дисплея по запросу программы

6.12. Вспомогательные директивы включают в себя ПЕРМ, ВЫЧ, КОПФ, КОПИ, СЧТS, СЧF К.

ПЕРМ – пересылка двумерных ($M \times N$) вещественных массивов из одной записи ИБ в другую. Имена массивов вводятся с дисплея.

ВЫЧ – определение разности двух двумерных вещественных ($M \times N$) массивов и запись ее в ИБ. Имена массивов вводятся с дисплея.

КОПФ – создание точной копии дискового файла с ИБ. Имя нового файла и номер диска вводятся с дисплея.

КОПИ – пересылка массивов из ранее созданной ИБ в ИБ, с которой ведется работа. Размер массивов должен быть одинаковый. Имя старого файла и номер диска, а также имена массивов вводятся с дисплея.

СЧТS – расчет водопроводимости TS в соответствии с параметром *ISLOY*. Все используемые при расчете параметры должны быть записаны в ИБ.

СЧF К – расчет коэффициента фильтрации для однослойного водоносного горизонта или коэффициентов фильтрации верхнего и нижнего слоев и водопроводимости нижнего слоя для двуслойного водоносного горизонта в соответствии с параметром *ISLOY*:

а) $ISLOY=1,\ FK=\frac{TS}{HG-HP}$;

б) $ISLOY=2,\ FK=\frac{TS}{(HG-HP)+K(HP-HN)},\ F2=FK\times K,$

$T2=F2(HP-HN)$ (коэффициент K вводится с дисплея).

6.13. Директивы завершения работы программ включают в себя АЗАВ и КОН.

АЗАВ – аварийное завершение программы СТАЦ. После запуска директивы файл с ИБ не закрывается, выдается сообщение:

"КОНЕЦ РАБОТЫ".

КОН – конец работы программы. После запуска директивы файл с ИБ закрывается и выдается сообщение: "ФАЙЛ ЗАКРЫТ", "КОНЕЦ РАБОТЫ"

6.14. В случае возникновения ошибок при выполнении различных директив на пульт оператора выдается сообщение:

"ОШИБКА ГБЗ-КОД",

где КОД – восьмиричное число, идентифицирующее тип ошибки. Типы ошибок и их коды приведены в табл. 3. При появлении такого типа ошибки выполнение директивы аварийно завершается.

Таблица 3

КОД	Смысл ошибки	Действия оператора
51	Неверно набрано имя директивы	Ввести правильную директиву
71	Неверно набрано имя массива (в ИБ нет массива с таким именем)	Ввести правильное имя
70	Массив с введенным с пульта именем не был записан с ИБ	Записать на массив в ИБ, ввести правильное имя
50	Файла с именем, назначенным 7-му логическому номеру, на диске нет	Закончить работу директивой АЗАВ, ввести команду: ЛН,7,ИМЯ, запустить программу :СТ, СТАЦ
10	Забыли назначить ЛН-7 файлу с ИБ	То же

7. СХЕМА ОСНОВНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ СТАЦ

7.1. Подготовка на перфоленте:
описателя информационной базы;
размеров блоков сеточной модели по вертикали и горизонтали (массивы *DM* и *DN*);
координаты области фильтрации (директива ТИПР);
координат блоков с ГУ-I (директива ТИП1);
информация о ГУ-II (директива ОП*W*2);
информация о ГУ-III (директива ОП*W*3);

двумерных вещественных массивов ($M \times N$) с исходными параметрами о моделируемой области фильтрации *HG*, *HP*, *FK* и т.д. (директива ВВОД), набор которых обусловлен характером определения водопроводимости и параметром *ISLOY*.

7.2. Создание ИБ, которое выполняется один раз в начале работы запуском программы СТАЦ, командой

:СТ, СТАЦ, 1,

после чего вводятся с перфоленты описатель ИБ и массивы *DM* и *DN*, с дисплея – размеры области *M* и *N*, а также параметр *ISLOY*.
Последующие запуски программ выполняются только командой:

:СТ, СТАЦ.

7.3. Запись исходной информации, заключающейся в вводе перфоленты координат области фильтрации с блоков с ГУ-I (директивы ТИПР, ТИП1), информации о ГУ-II И ГУ-III (директивы ОП*W*2 и ОП*W*3), двумерных вещественных массивов (директива ВВОД), с использованием ВВПС для пара-

метров, постоянных в каждом блоке, и СЧТS – для определения водопроводимости.

7.4. Подбор параметров EPS и TAY. Первый подбирается путем сопоставления решений для значений ε_1 и ε_2 (причем $\varepsilon_1 = (2{\div}3)\ \varepsilon_2$), чтобы расхождения между H_1 и H_2 в каждом блоке модели не превышали величины большей, чем ε, где ε – необходимая точность решения (например, $\varepsilon = 0{,}01$ м). В этом случае $EPS = \varepsilon_1$.

Второй определяется сравнением времени решения для различных ТАУ. Параметры EPS и ТАУ корректируются соответствующими директивами.

7.5. Решение задач стационарной геофильтрации, выполнение одной из директив: СТАЦ, СТЦН, СТЦВ.

7.6. Выдача на печать или дисплей исходных данных и результатов решения задач стационарной геофильтрации во всех блоках сеточной модели или в ее фрагментах, а также в виде отдельных таблиц.

7.7. Анализ результатов решения и соответствующая коррекция с дисплея:

ГУ-II и ГУ-III (директивы ОПW2 и ОПW3);

двумерных вещественных массивов (директива КОРМ).

По окончании коррекции решение задачи повторяется до завершения идентификационных исследований.

7.8. Решение задачи стационарной геофильтрации с идентифицированными параметрами. Исходные данные и полученные при этом результаты выдаются на печать, а информация о ГУ-II и ГУ-III и двумерные массивы исходных данных могут быть выведены на перфоленту для использования пакетом программ GEOFILTR на ЕС ЭВМ.

7.9. В целях обеспечения сохранности информации рекомендуется регулярно копировать файл с ИБ на другой дисковый носитель директивой КОПФ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Гидрогеологическая постановка решаемых задач 3
2. Математическая постановка решаемых задач. 3
3. Алгоритмы воспроизведения стационарных гидролого-геофильтрационных процессов и построения имитационных моделей 4
4. Общая характеристика программы СТАЦ 9
5. Исходная информация для решения задач стационарной геофильтрации 9
6. Описание работы 11
7. Схема основных действий при проведении идентификационных исследований с помощью программы СТАЦ. 22

Нормативно-производственное издание

ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по решению на мини-ЭВМ задач стационарной геофильтрации с целью обоснования гидролого-гидрогеологических параметров

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л.Г. Бальян
Редактор Л.Н. Козлова
Технический редактор М.Д. Левина
Корректор М.П. Кудрявцева

Н/К

Подписано в печать 14.11.86 Т – 18486 Формат 84x108 1/32 д.л.
Набор машинописный Печать офсетная Бумага кн.журн.
Усл.печ.л. 1 26 Усл.кр.-отт. 1,47 Уч.-изд.л. 1,57 Тираж 3500 экз.
Изд. №XII–1298 Заказ 2226 Цена 10 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23 а

Московская типография № 4
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129041, Москва, Б. Переяславская ул., 46

gost.e-ecolog.ru