

Решение задачи: «Моделирование дренирования коллектора скважиной» в GNU Octave (Matlab)

Цель работы: С использованием своего варианта выполнить моделирование порового течения флюида в слое и его скважинную добычу.

Задача:

1) На основе примеров (закомментированный исходный код) и теоретических сведений построить модель ситуации своего варианта (учесть положение скважины, ее дебит, расход и направление базового потока флюида в слое);

2) Визуализировать модель потенциального течения и поле потенциала потока (φ) в виде линий равного потенциала и поверхности (образцы графики см. Приложение). Какова размерность потенциала течения жидкости?;

3) Рассчитать составляющие потока флюида q_y , q_x и $q(x, y)$. Визуализировать распределение скорости жидкости, определить среднюю скорость течения флюида на участке исследований.

4) Выяснить, однородно ли распределяется скорость течения флюида в пласте? Где располагаются участки увеличения скорости? Есть ли участки, где флюид стагнирует? Обосновать численно.

Условия задачи:

Варианты (1-30), содержащие сведения о базовом потоке (составляющие по x и y), размеры участка, положение добывающей скважины, дебит скважины.

Программное обеспечение. Для выполнения настоящей работы используется бесплатная программа GNU Octave (<http://www.octave.org>), имеющая существенную совместимость с Matlab или оригинальный пакет Matlab.

Теоретические сведения

Потенциальное течение (potential flow) – безвихревое перемещение жидкости или газа. При этом поток жидкости в 2D пространстве [m^2/c] может быть представлена следующим образом (1):

$$q = -\nabla\varphi = \begin{pmatrix} -\frac{\partial\varphi}{\partial x} \\ -\frac{\partial\varphi}{\partial y} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где q - поток жидкости, φ - потенциал скорости.

Для скважинной эксплуатации потенциал может быть выражен (2):

$$\varphi(x, y) = -Qx_0 \cdot x - Qy_0 \cdot y + \frac{Q}{2\pi} \log(|r|), \quad (2)$$

где $|r|$ – расстояние до скважины от любой точки слоя, Q – дебит скважины; Qx_0 , Qy_0 – базовый поток через единицу площади слоя [m^2/c], x – поле значений x -координаты, y – поле значений y -координаты (матрицы значений).

Построить линии тока флюида в пласте, сложить q_y , q_x векторно, определить среднее значение потока жидкости в пласте $q(x, y)$.

Методика выполнения

Внимательно изучить пример, разобрать значение команд, назначение переменных и функций, прочитать комментарии в коде. Выполнить задачи работы, с учетом прилагаемых рекомендаций.

Генерация матриц значений x и y от максимума x_{\max} до минимума x_{\min} с учетом требуемого количества элементов:

```
% mesh generation
xvec = linspace(xmin,xmax,40); %vector of x, 40 - число элементов вектора x
yvec = linspace(ymin,ymax,20); %vector of y
[x,y] = meshgrid (xvec,yvec); % create mesh
```

Расчет евклидовых расстояний до скважины от каждой точки. Используются отношения в прямоугольном треугольнике:

```
% model processing
r = sqrt((x-x0).^2+(y-y0).^2); % distances to well
```

Составляющие скорости потока v_y , v_x рассчитываются как частные производные потенциальной поверхности (см. уравнение 1).

Определение частных производных по x и по y в Matlab:

```
[dx dy]=gradient(phi);
```

Интегральная скорость $v(x, y)$ рассчитывается сложением векторов dx и dy .

Некоторые графики Matlab имеют начало координат (0, 0) в нижнем левом, некоторые левом верхнем. Кроме того, оси графиков могут выходить за пределы чертежа. Пример указания лимитов для координатных осей после построения и смена направления оси y на обратное:

```
quiver(-dx,-dy);
set(gca,'xlim',[0 40]); %set limits for axis
set(gca,'ylim',[0 20]);
set(gca,'ydir','reverse'); %set y direction
title('arrows of gradient flow');
```

Вывод контуров изолиний, подписывание их функцией $clabel(C,h)$, где C – матрица контуров, h - объект контура.

```
[C,h]=contourf(phi); colorbar;
clabel(C,h);
set(gca,'ydir','reverse'); %set y axis direction
title('Potential contour plot');
```

Вызов нового графического окна и передача ему фокуса ввода осуществляется командой `figure`. Для фиксации фокуса ввода без перерисовки в последнем созданном окне необходимо использовать команду `hold on`. Для снятия фиксации надо применить команду `hold off`.

Требования к отчету

Файл программы Octave/Matlab, содержащий все необходимые комментарии и выполняющий автоматизированные расчеты по заданию.

Графическое изображение потенциального течения, поле потенциала потока (φ) в виде линий равного потенциала и поверхности, поле векторов тока жидкости (dx, dy), поле значений скорости $v(x, y)$.

Вставка греческих букв в подписи к графикам Matlab

Буква	Символы для вставки
ν	<code>\nu</code>
φ	<code>\phi</code>
Δ	<code>\Delta</code>

Литература

1. Holzbecher E. Environmental Modeling Using MATLAB / Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 431 p.
2. Поршнева С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB / М.:, 2003. 593 с.
3. Алексеев Е.Р. , Чеснокова О.В. Введение в Octave для инженеров и математиков: / Е.Р. Алексеев, О.В.Чеснокова М.: ALT Linux, 2012. 368 с.
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes // [Электронный ресурс]: Математический сайт Exponenta.ru. Веб-сайт. URL: <http://matlab.exponenta.ru/index.php> (Дата обращения: 05.11.2015)

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Номер варианта	размеры участка [m]		Координаты [m]		базовый поток [m ² /s]		Добыча [m ³ /s] Q
	х-длина	у-длина	х	у	Q _{x0}	Q _{y0}	
1	80	20	40	10	0	0,0001	0,0015
2	80	10	40	5	0,0003	0	0,0011
3	70	20	35	10	0,0003	0,0001	0,0016
4	40	10	20	5	0	0	0,0016
5	70	30	35	15	0,0002	0,0003	0,001
6	70	20	35	10	0,0003	0,0001	0,0013
7	70	30	35	15	0,0002	0,0002	0,001
8	40	30	20	15	0,0003	0	0,0014
9	40	20	20	10	0,0003	0,0003	0,0013
10	70	30	35	15	0,0001	0,0002	0,0013
11	70	10	35	5	0,0003	0,0003	0,0018
12	50	30	25	15	0,0001	0	0,001
13	80	10	40	5	0,0003	0,0003	0,0016
14	80	30	40	15	0,0001	0,0002	0,0016
15	40	30	20	15	0	0,0003	0,0016
16	50	20	25	10	0	0,0002	0,0012
17	50	20	25	10	0,0001	0,0002	0,0014
18	70	30	35	15	0,0003	0	0,0015
19	70	10	35	5	0,0002	0	0,0018
20	40	10	20	5	0	0,0003	0,0011
21	70	20	35	10	0,0003	0,0001	0,0015
22	60	30	30	15	0	0	0,0011
23	70	10	35	5	0,0001	0	0,0015
24	40	20	20	10	0,0002	0,0001	0,0017
25	60	30	30	15	0,0003	0,0002	0,0014
26	40	30	20	15	0,0001	0,0002	0,0017
27	80	20	40	10	0,0001	0	0,002
28	70	10	35	5	0	0,0002	0,0017
29	60	10	30	5	0,0001	0,0001	0,002
30	80	20	40	10	0,0003	0,0002	0,0013
31	80	20	40	10	0,0003	0	0,0018
32	60	20	30	10	0,0003	0,0001	0,0014

Приложение. Примеры графических построений

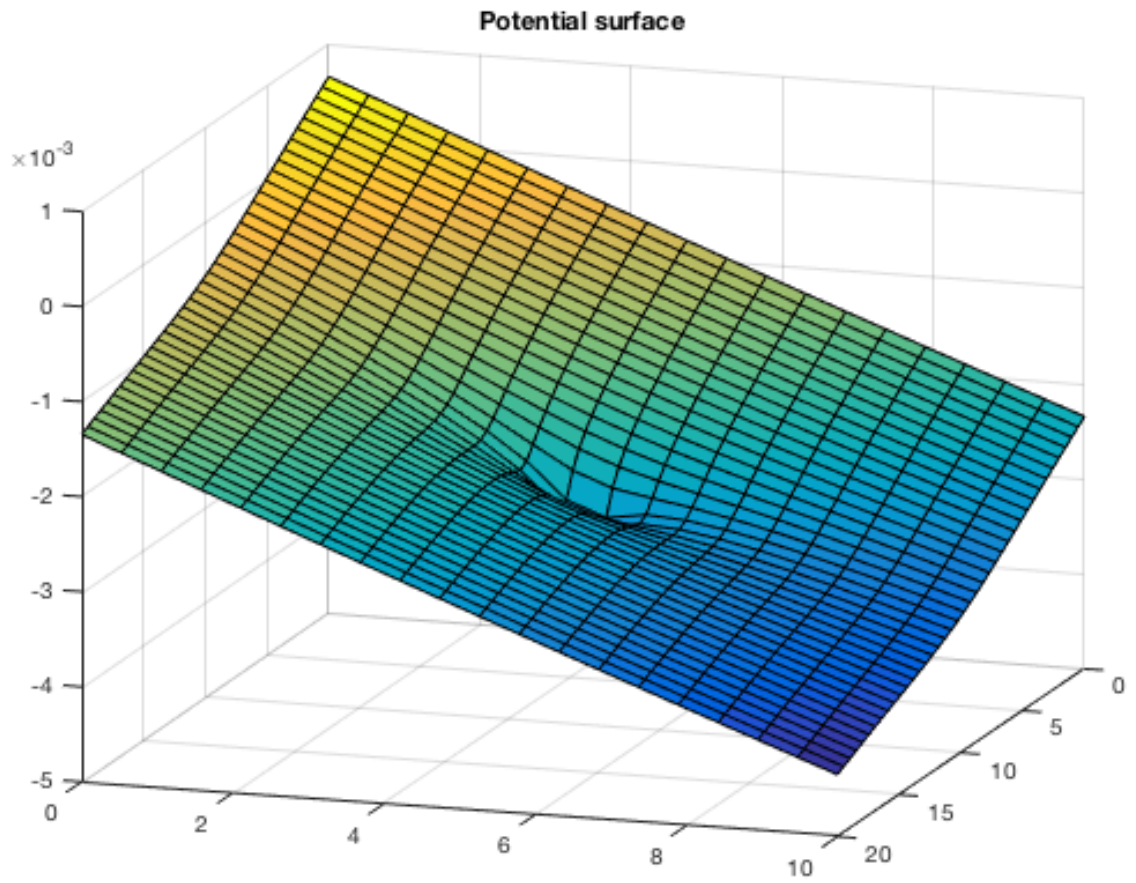


Рис. 1 Поверхность потенциала потока φ , функция $surf(phi)$

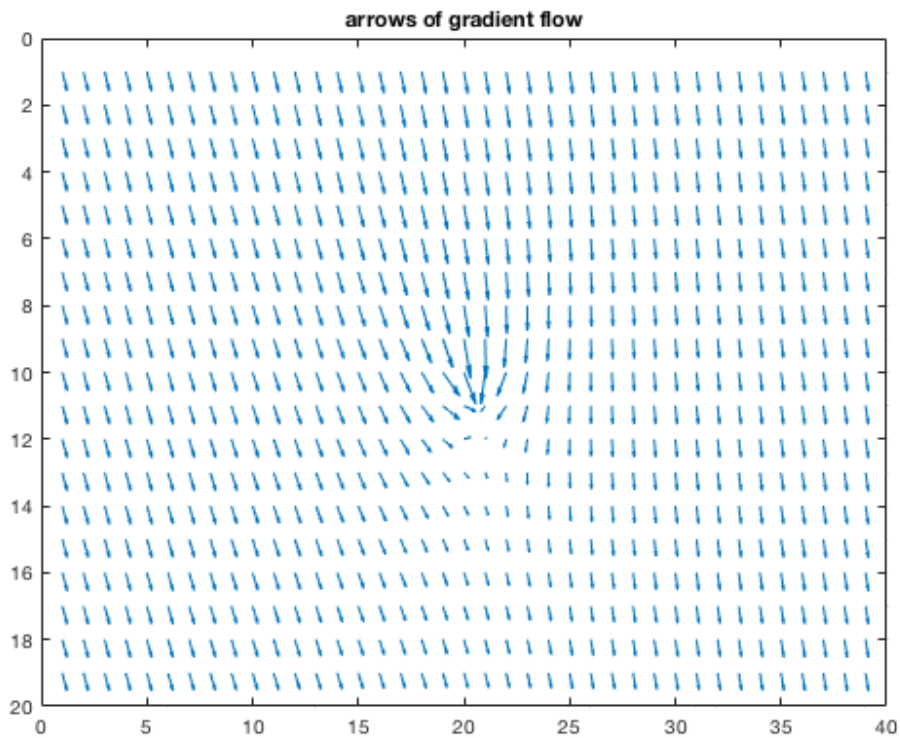


Рис. 2. Стрелки, указывающие направление потока, результат применения функции $quiver(-dx,-dy)$

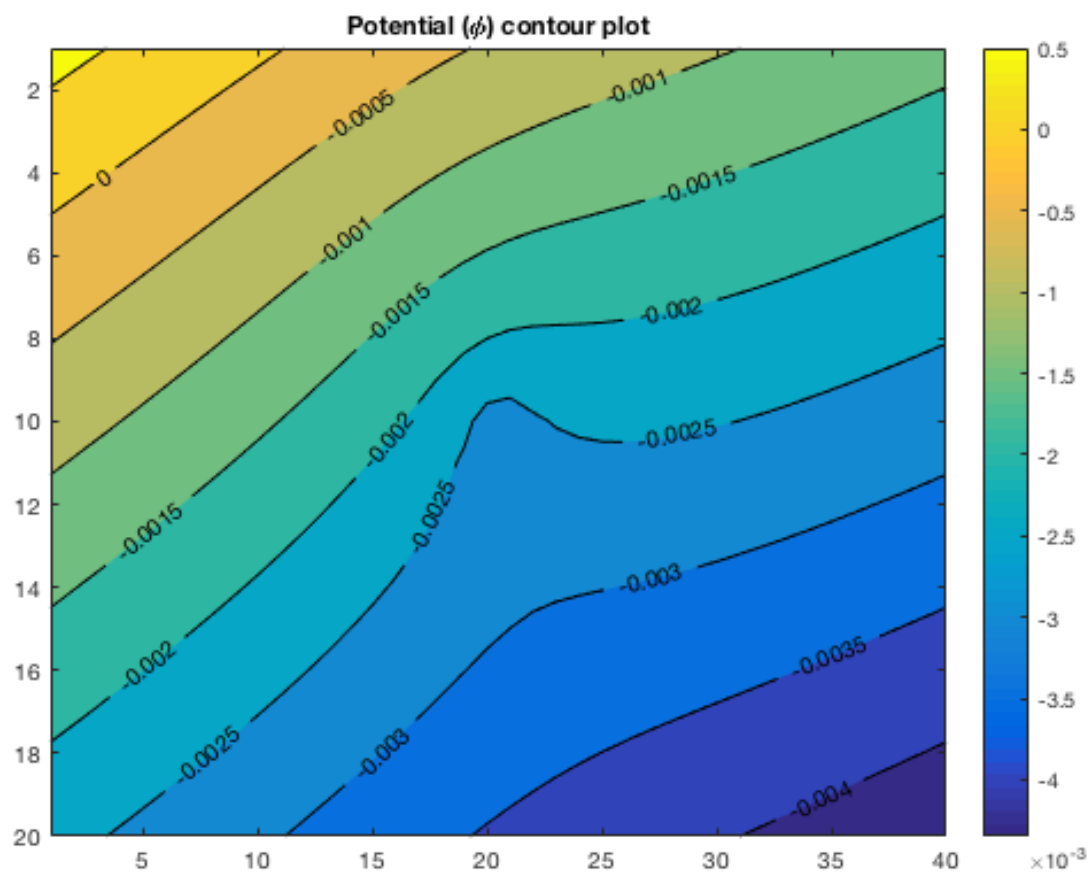


Рис. 3. Эквипотенциальные линии, функция $contourf(phi)$

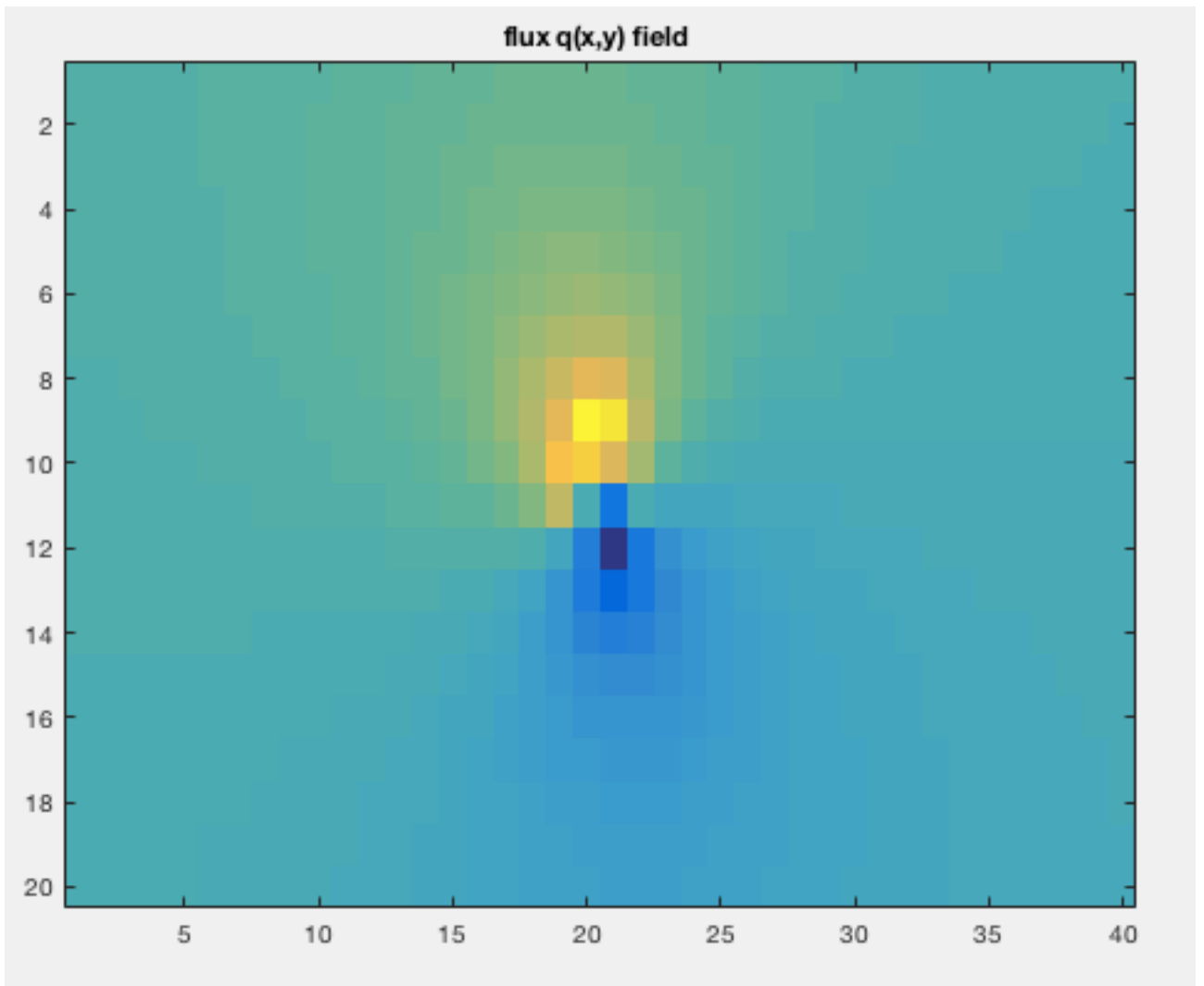


Рис. 4. Вывод матрицы потока [$\text{м}^2/\text{с}$] с помощью функции *imagesc(v)*