



## Замърсяване на подземните води с торове Радко Петков

Хидродинамичен модел на термодисперсия на неконсервативни примеси в порести среди

Изолинии на равните концентрации при замърсяване с амониев нитрат

Диференциално уравнение, описващо тримерен нестационарен конвективно-дисперсионен пренос в безразмерен вид

$$\frac{\partial}{\partial x} (D_{xx} \frac{\partial (C)}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_{yy} \frac{\partial (C)}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (D_{zz} \frac{\partial (C)}{\partial z}) - \frac{\partial}{\partial x} (u_x C) - \frac{\partial}{\partial y} (u_y C) - \frac{\partial}{\partial z} (u_z C) - \psi = \frac{\partial C}{\partial t}$$

Диференциално уравнение, описващо тримерна нестационарна филтрация в безразмерен вид

$$\frac{\partial}{\partial x} (M_x \frac{\rho}{v} \frac{\partial H}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (M_y \frac{\rho}{v} \frac{\partial H}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (M_z \frac{\rho}{v} \frac{\partial H}{\partial z}) = S \frac{\partial H}{\partial t}$$

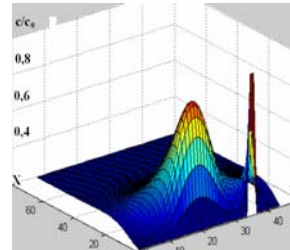
Уравнение на топлопроводността

$$\sigma \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (u_x T) + \frac{\partial}{\partial y} (u_y T) + \frac{\partial}{\partial z} (u_z T) = \alpha \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

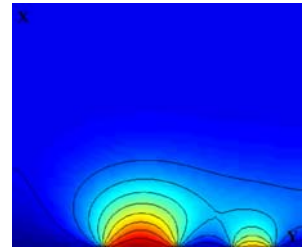
Уравнение на състоянието

$$\rho = \rho(c, T) \quad v = v(c, T)$$

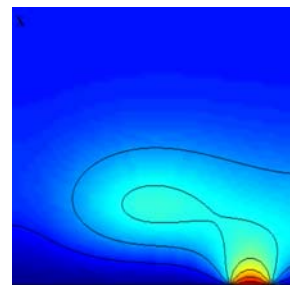
където  $C(x, y, z, t)$  е концентрацията на примесите;  $u_x, u_y, u_z$  - безразмерни компоненти на вектора на скоростта в съответните направления;  $T$  - температура на постъпващите примеси,  $D_{xx}, D_{yy}, D_{zz}$  са коефициенти на хидродинамичната дисперсия;  $H(x, y, z, t)$  е безразмерен напор на движението;  $\psi$  - източник на замърсяване;  $M_x, M_y, M_z$  - безразмерни параметри;  $x, y, z$  - безразмерни координати;  $v$  и  $\rho$  - кинематичен вискозитет и плътност на филтрационния поток;  $\alpha$  - коефициент на теплопроводност



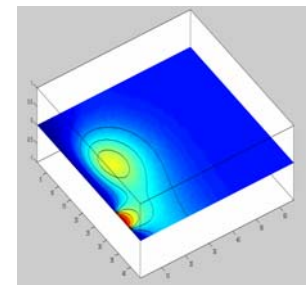
Замърсяване с амониев нитрат в пространството при  $t = 65\Delta t$



Изолинии на равните концентрации при замърсяване с амониев нитрат в план при  $t = 65\Delta t$



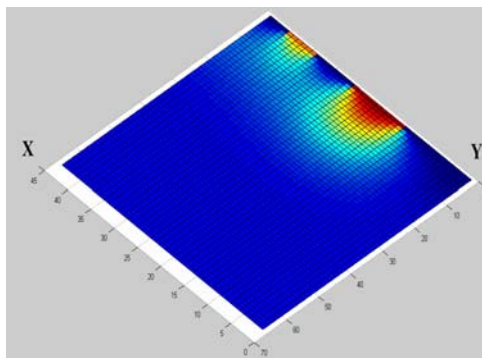
Изолинии на равните концентрации при замърсяване с амониев нитрат в план при  $t = 230\Delta t$



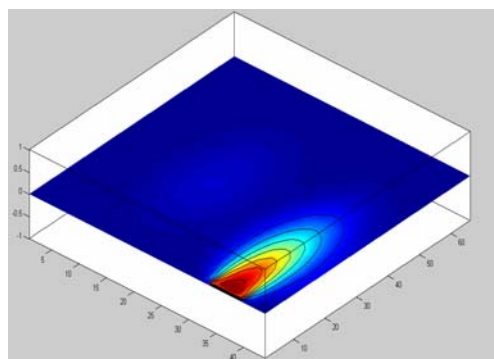
Изолинии на равните концентрации при замърсяване с амониев нитрат в план при  $t = 200\Delta t$

Изолинии на равните концентрации при замърсяване с пестициди

Научно-приложни приноси



Изолинии на равните концентрации с пестициди в план при  $t = 45\Delta t$



Изолинии на равните концентрации с пестициди в при  $t = 70\Delta t$

Създаден е оригинален метод за числено моделиране на задачите на напорна и безнапорна филтрационна термодисперсия в порести среди в тримерна постановка, базиращ се на метода на крайните елементи и метода на крайните разлики.

Модифицирани, усъвършенствани, решени съвместно и внедрени в практиката са диференциалните уравнения на филтрация, на конвективна дисперсия, заедно със закона на Darcy и уравненията на състоянието.

Разработен е алгоритъм за численото решаване на задачите, свързани със замърсяването на подземните води с торове.

Въз основа на получените числени резултати са формулирани методични предложения за определяне влиянието на плътността и вискозитета в зависимост от уравненията на състоянието при филтрационна дисперсия в подземните води.

Разработен е софтуер за решаване на задачи, свързани с миграцията на замърсители от торове в подземните води.

Получените резултати могат да бъдат използвани за класификация на замърсените почви у нас вследствие употребата на естествени и изкуствени торове, с оглед бонитацията на екологичните условия.

Числените резултати от софтуерния продукт са визуализирани в среда на Matlab.