

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ,
ПОПАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ В
РАЙОНАХ НЕФТОГАЗОДОБЫЧИ
В КАСПИИ

Уравнения движения и переноса примеси в трехмерной постановке

$$u_t + uu_x + vv_y + ww_z = -\frac{\rho_s}{\rho_0} g \zeta_x - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\zeta} \rho_x dz - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} + fv + K(u_{xx} + u_{yy}) + (ku_z)_z \quad (1)$$

$$v_t + uv_x + vv_y + wv_z = -\frac{\rho_s}{\rho_0} g \zeta_y - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\zeta} \rho_y dz - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - fu + K(v_{xx} + v_{yy}) + (kv_z)_z \quad (2)$$

$$u_x + v_y + w_z = \omega_s \quad (3)$$

$$\zeta_t + U_x + V_y = \omega_s \quad (4)$$

$$c_t + (cu)_x + (cv)_y + [c(w-w_0)]_z = \omega_s c_s - \lambda c + K_c(c_{xx} + c_{yy}) + (k_c c_z)_z \quad (5)$$

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

Придонные скорости определяются с помощью квадратичного закона трения

$$\begin{aligned}\tau_{b(x)} &= \rho_0 k u_z \Big|_{z=-h} = -\rho_0 f_b u |\vec{v}| \Big|_{z=-h} \\ \tau_{b(y)} &= \rho_0 k v_z \Big|_{z=-h} = -\rho_0 f_b v |\vec{v}| \Big|_{z=-h}\end{aligned}\tag{6}$$

Для ветровых условий поверхностная скорость определяется из квадратичного закона трения

$$\begin{aligned}\tau_{s(x)} &= \rho_a k u_z \Big|_{z=\zeta} = \rho_a C_D w(x) |\vec{W}| \\ \tau_{s(y)} &= \rho_a k v_z \Big|_{z=\zeta} = \rho_a C_D w(y) |\vec{W}|\end{aligned}\tag{7}$$

Слайд 3

На открытых боковых границах:

$$1. u_\tau = 0 \quad 2. \text{ а) } u_n = f(t) \quad \text{б) } \zeta = \zeta(t) \quad \text{в) } u_n = \pm \sqrt{\frac{g}{h}} \zeta \quad (8)$$

На твердых боковых границах

$$u_n = 0, \quad (9)$$
$$K \frac{\partial u_\tau}{\partial n} = -f_b u_\tau |\vec{v}|$$

$$c = c(t) \quad (10)$$

Коэффициент вертикального турбулентного обмена

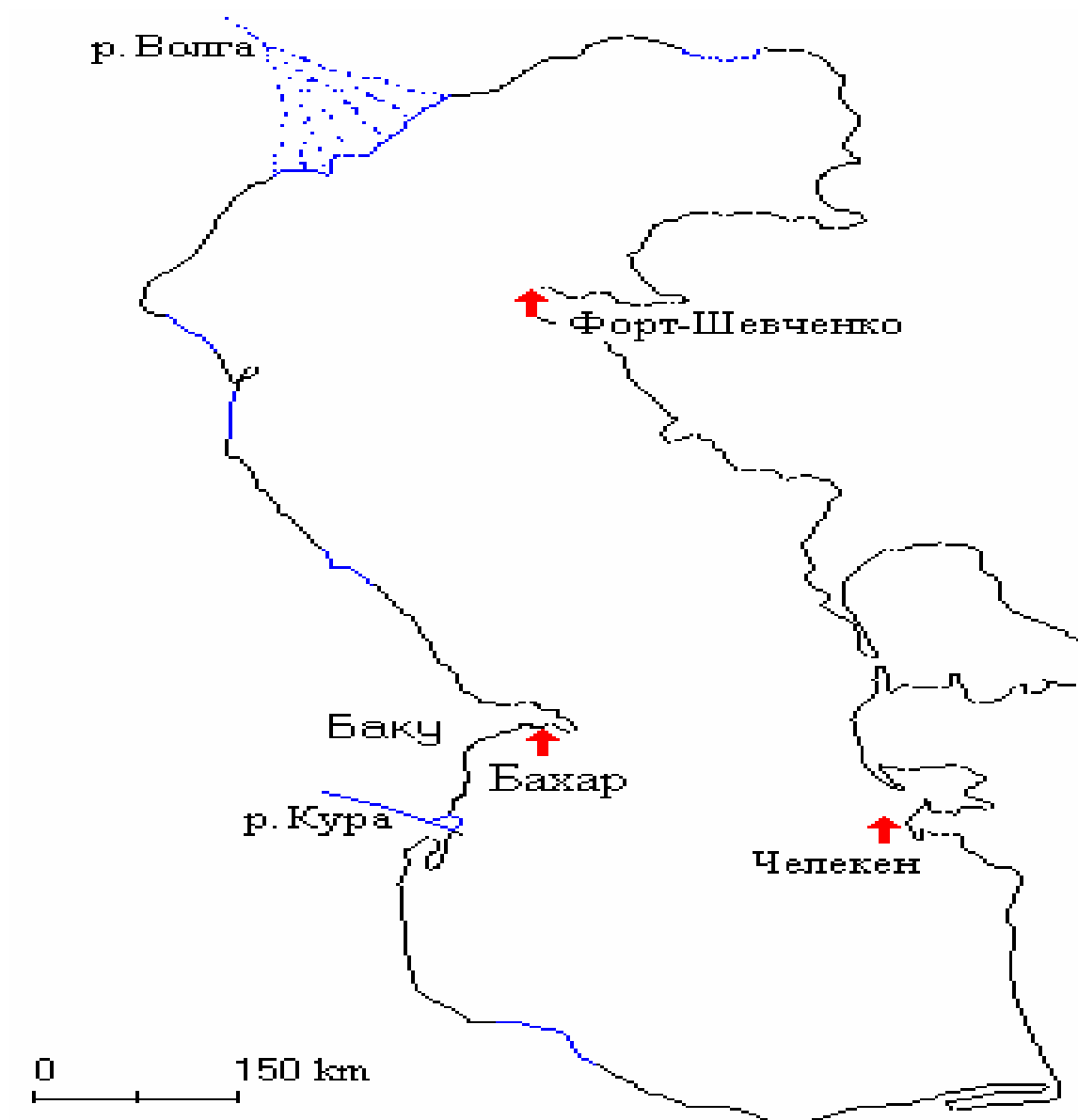
$$k = \mu_{mol} + l^2 \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2} \quad (11)$$

$$l = \frac{\kappa}{H} Z_h Z_\zeta Z_o$$
$$Z_h = (z + h + z_0) \quad Z_\zeta = (-z + \zeta + z_\zeta) \quad (12)$$
$$Z_o = (1 - 1.2 H^{-2} Z_h Z_\zeta)$$

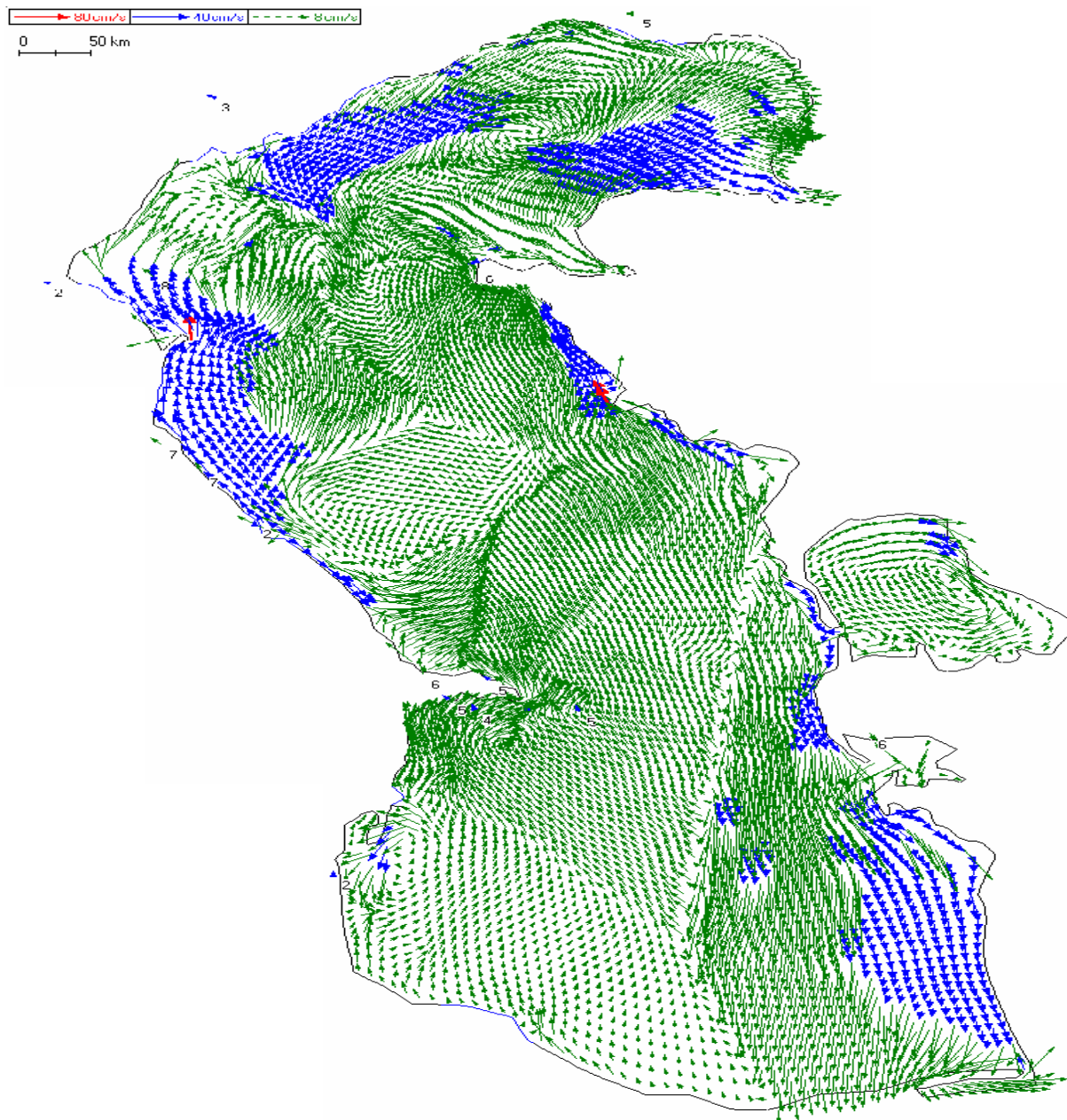
Расположение гидрометеорологических станций на Каспийском море, данные которых использованы в представленной работе



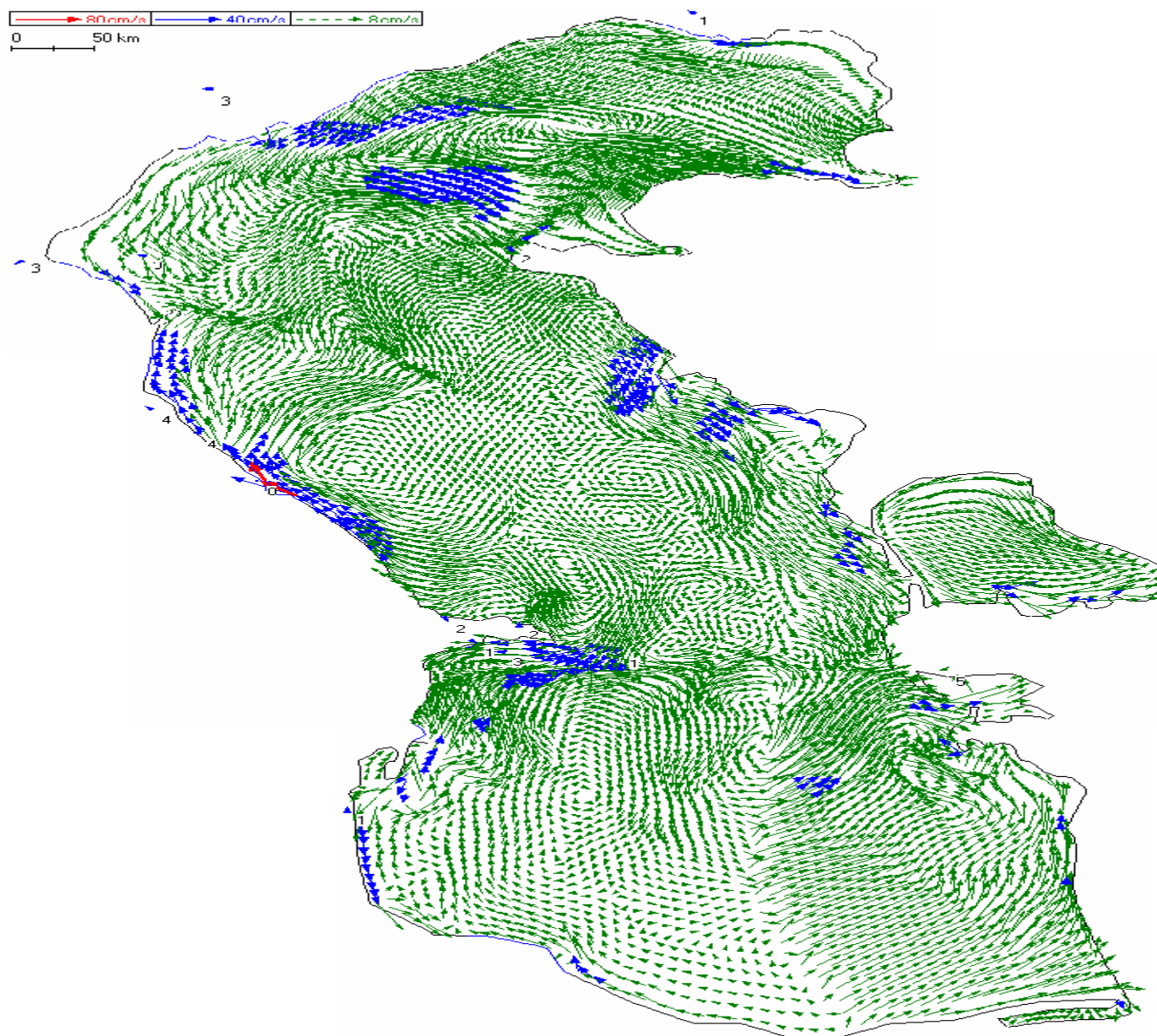
Расположение выбранных нефтяных источников в Каспийском море



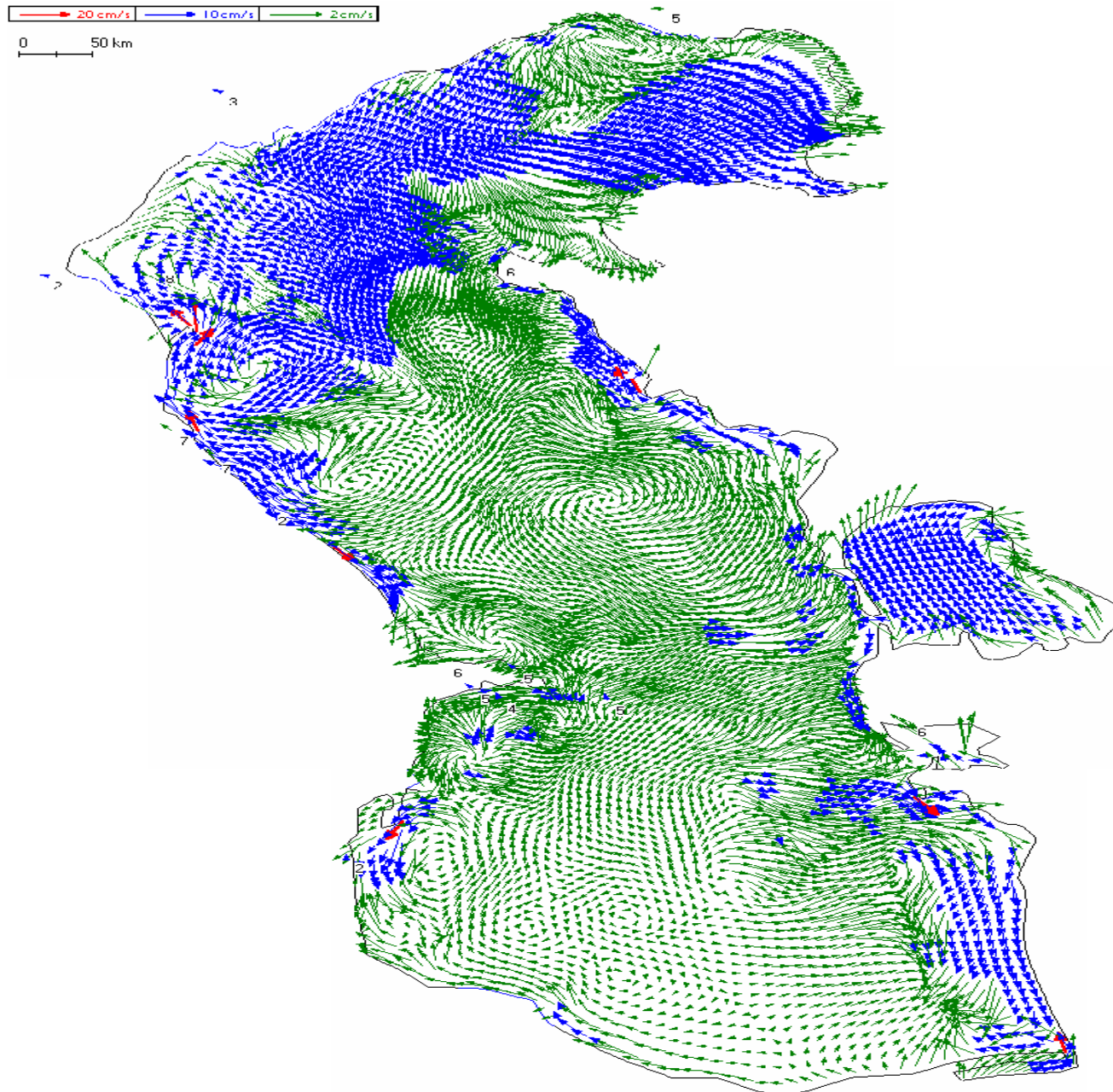
Осредненные поле течений на поверхности за первую половину марта 1997 г



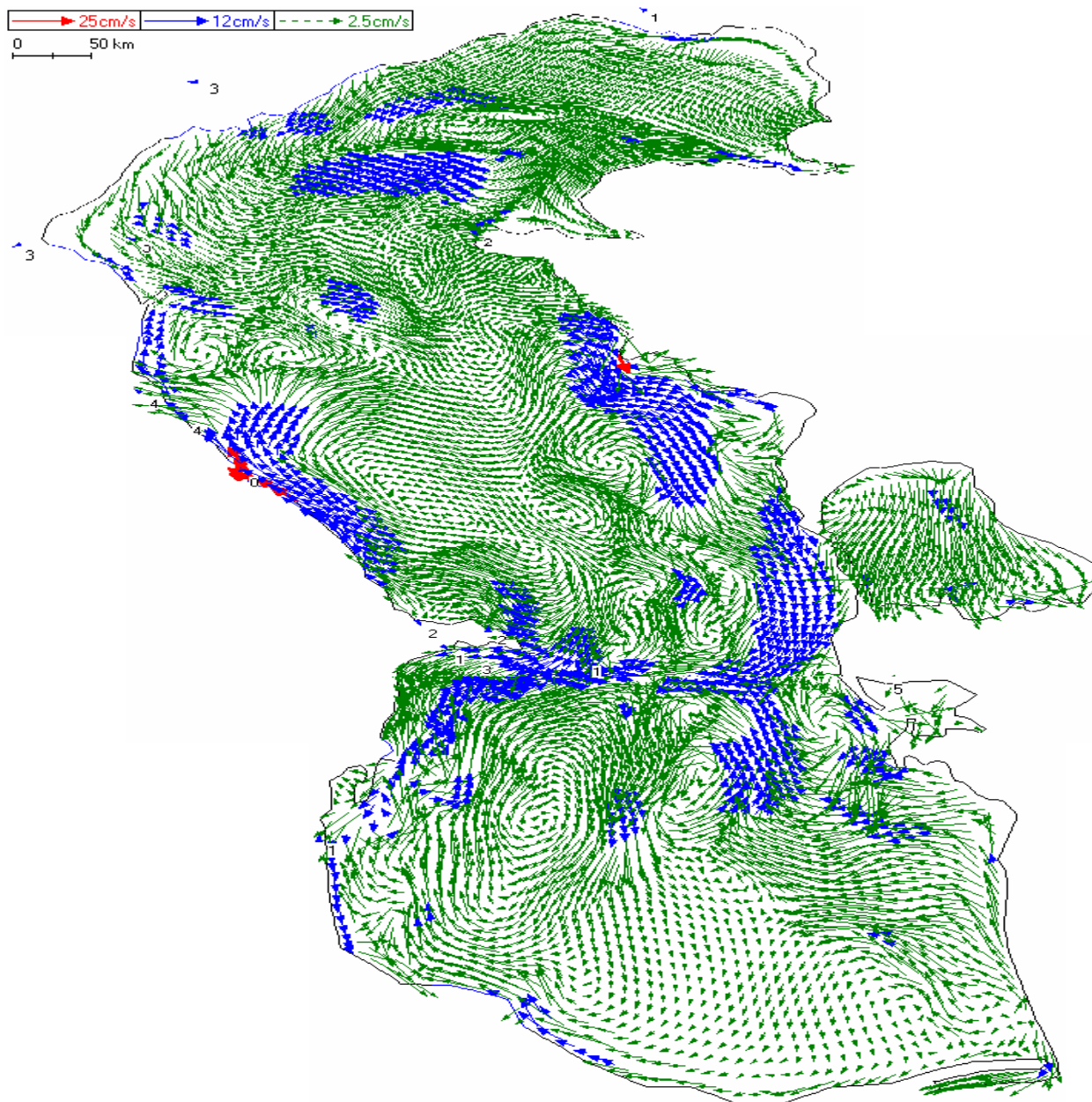
Осредненные поле течений на поверхности за вторую половину марта 1997 г



Осредненные поле течений в придонном слое за первую половину марта 1997 г

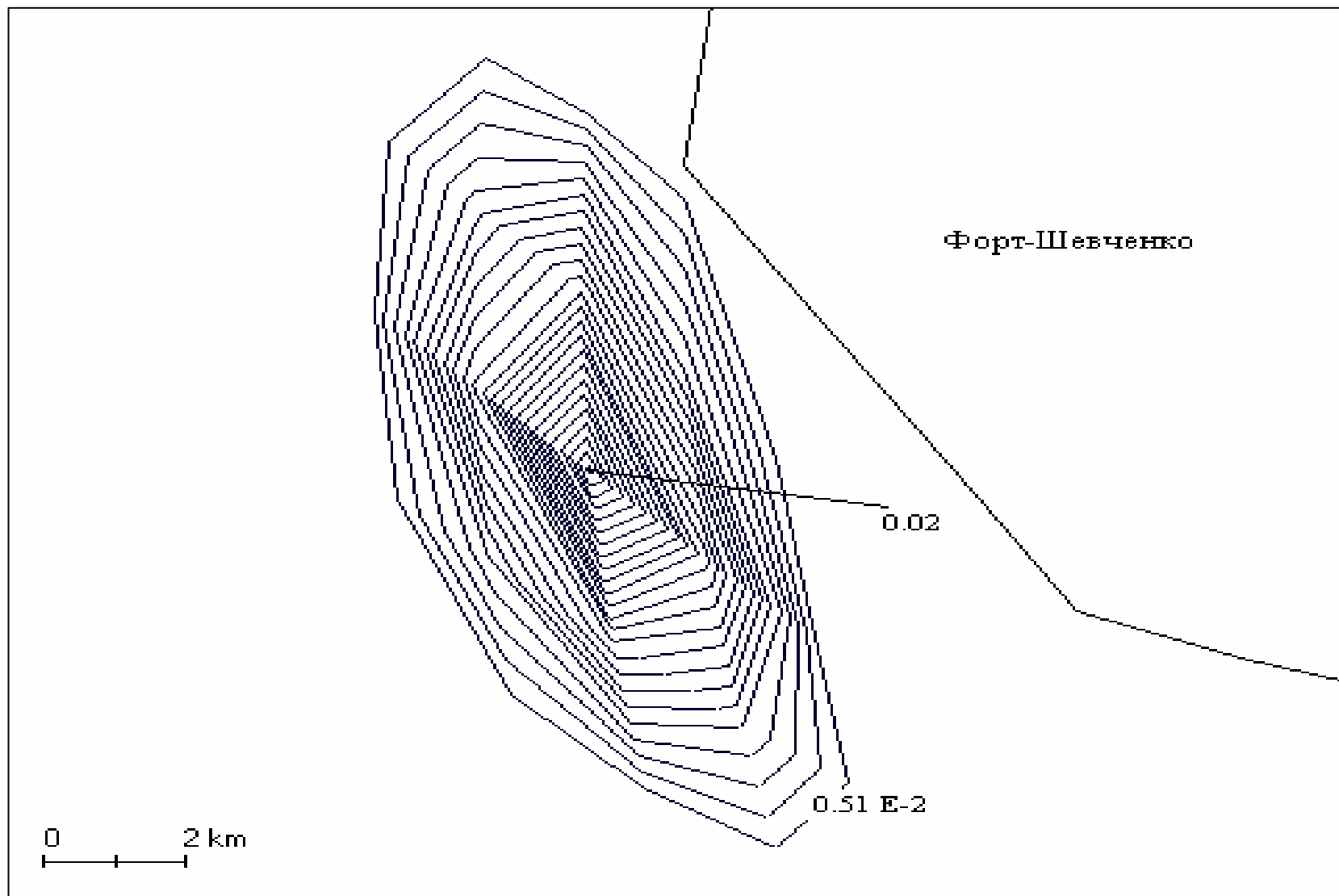


Осредненные поле течений в придонном слое за вторую половину марта 1997 г



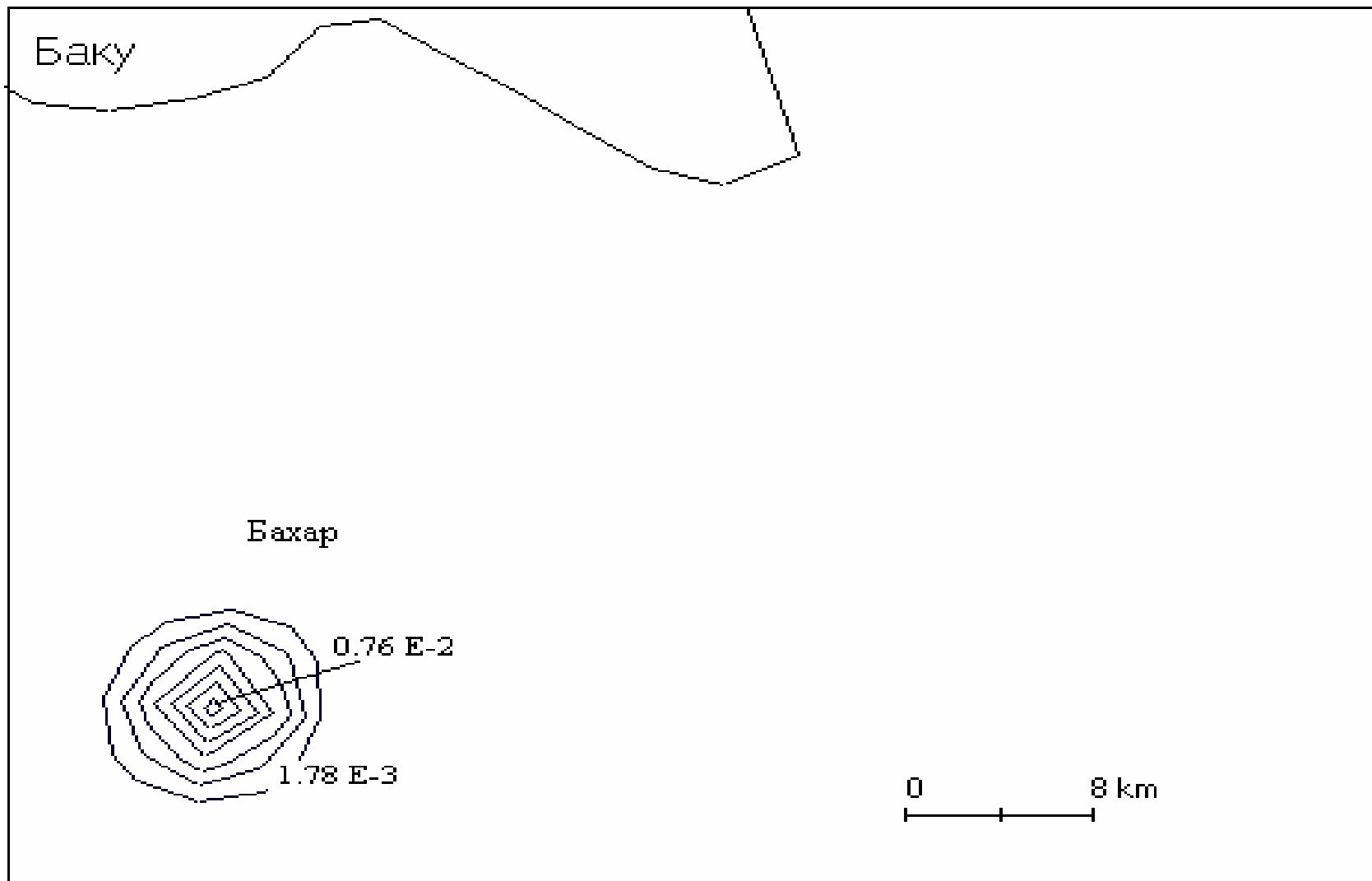
Слайд 10

Изолинии концентрации нефти, распространённый от
мгновенного источника в районе Форт-Шевченко
за март 1997 г.



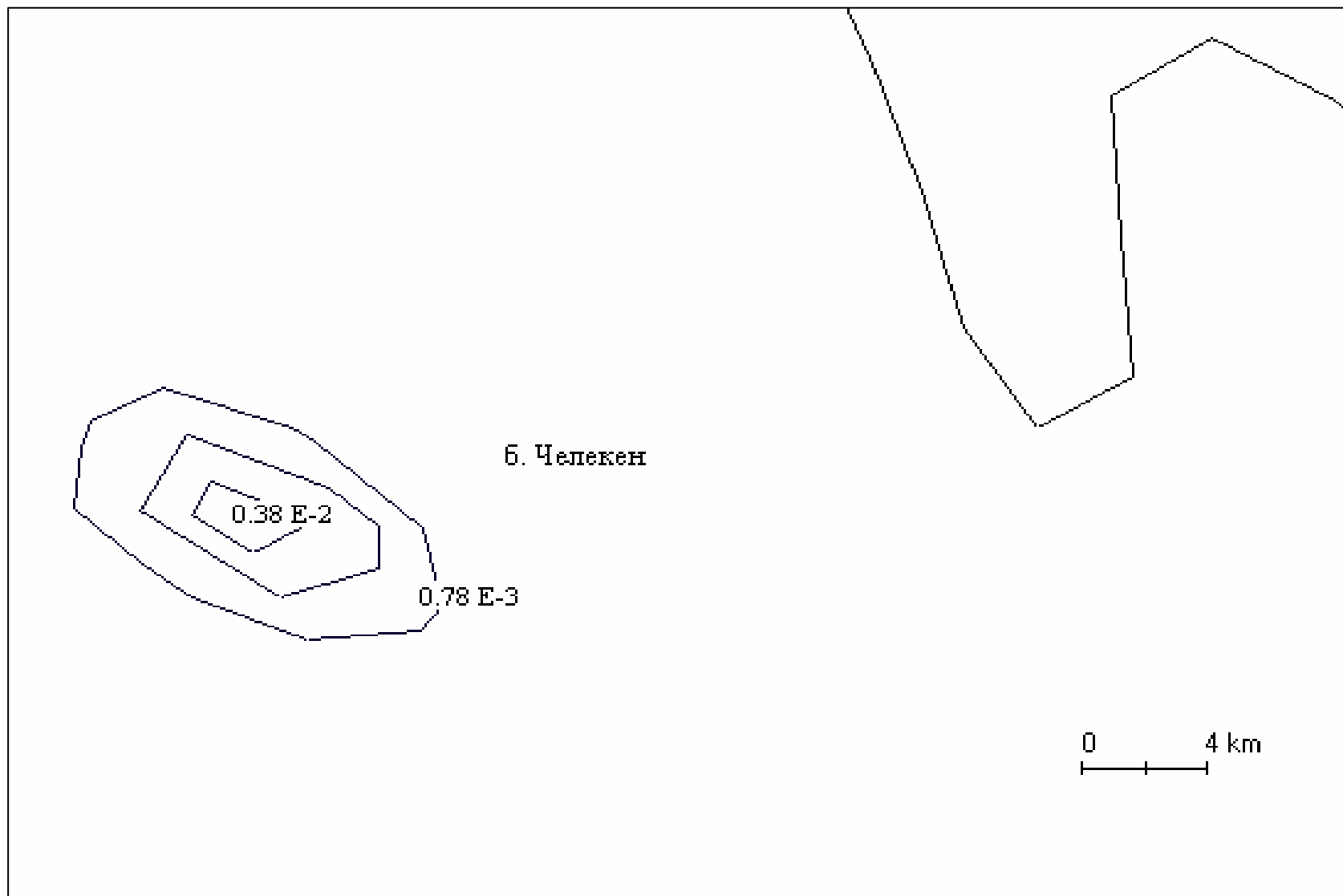
Слайд 11

Изолинии концентрации нефти, распространённый от
мгновенного источника в районе Бахар
за март 1997 г.

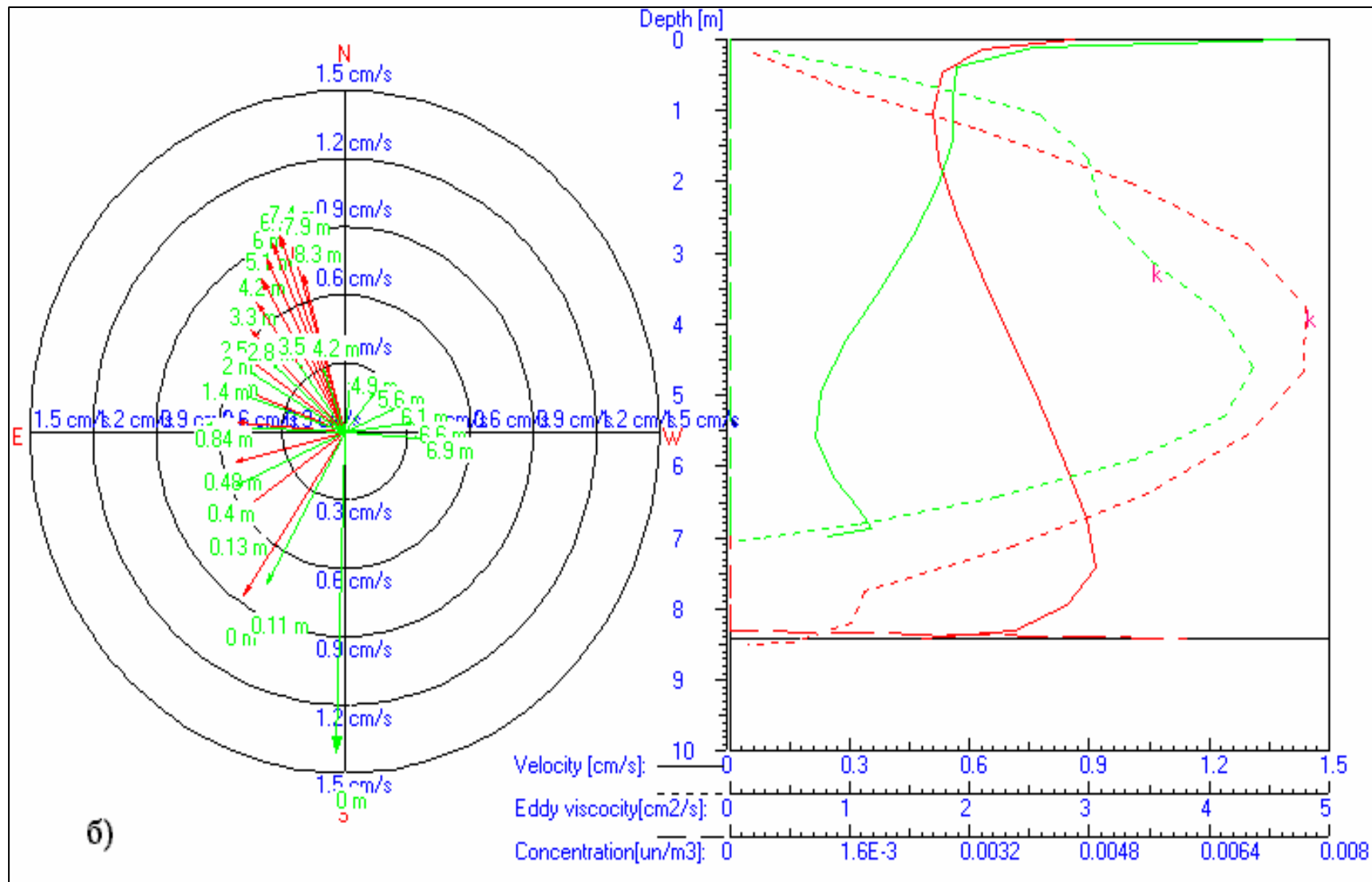


Слайд 12

Изолинии концентрации нефти, распространённый от
мгновенного источника в районе п-ва.Челекен
за март 1997 г.



Вертикальные профили скоростей, коэффициенты вязкости и изменения концентрации в отобранных источниках. Форт-Шевченко - зеленый цвет



Слайд 14 Вертикальные профили скоростей, коэффициенты вязкости и изменения концентрации в источниках
 а) Челекен-красный цвет, Бахар-зеленый цвет

