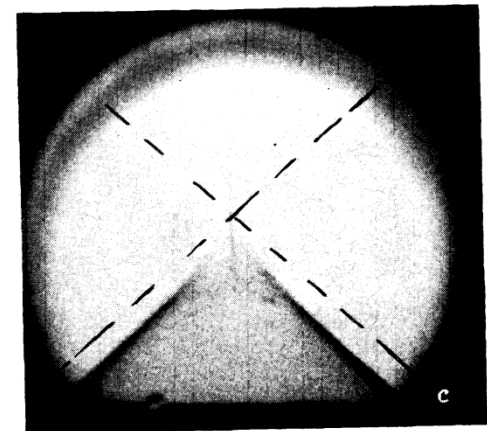
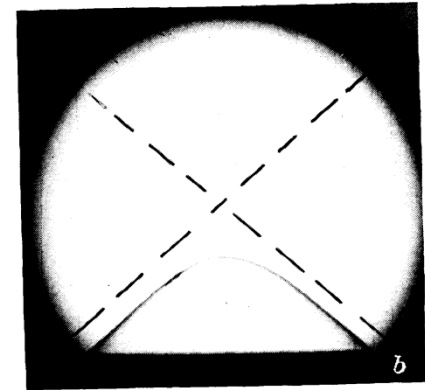
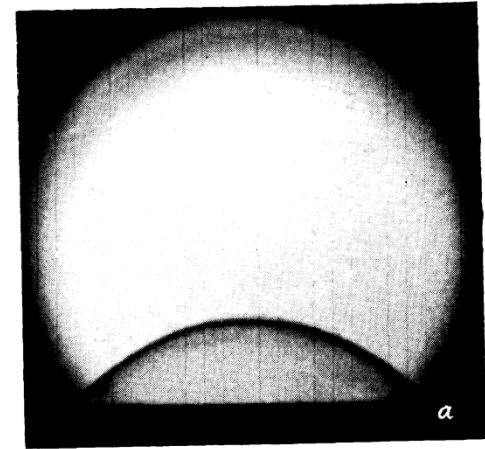


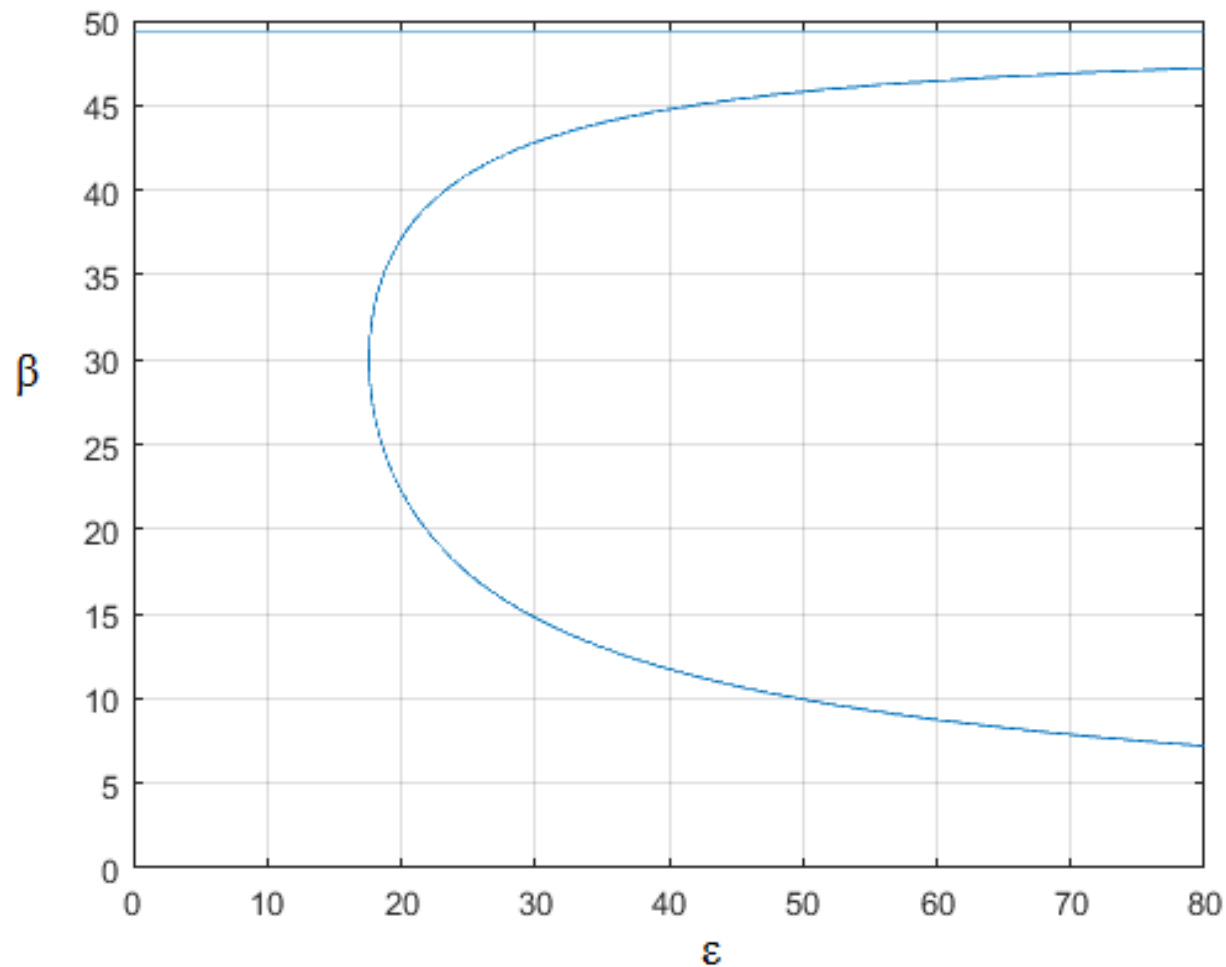
Формирование стационарных конических структур на поверхности жидкости с конечной проводимостью

Беляев М. А., аспирант I года обучения,
лаборатория нелинейной динамики

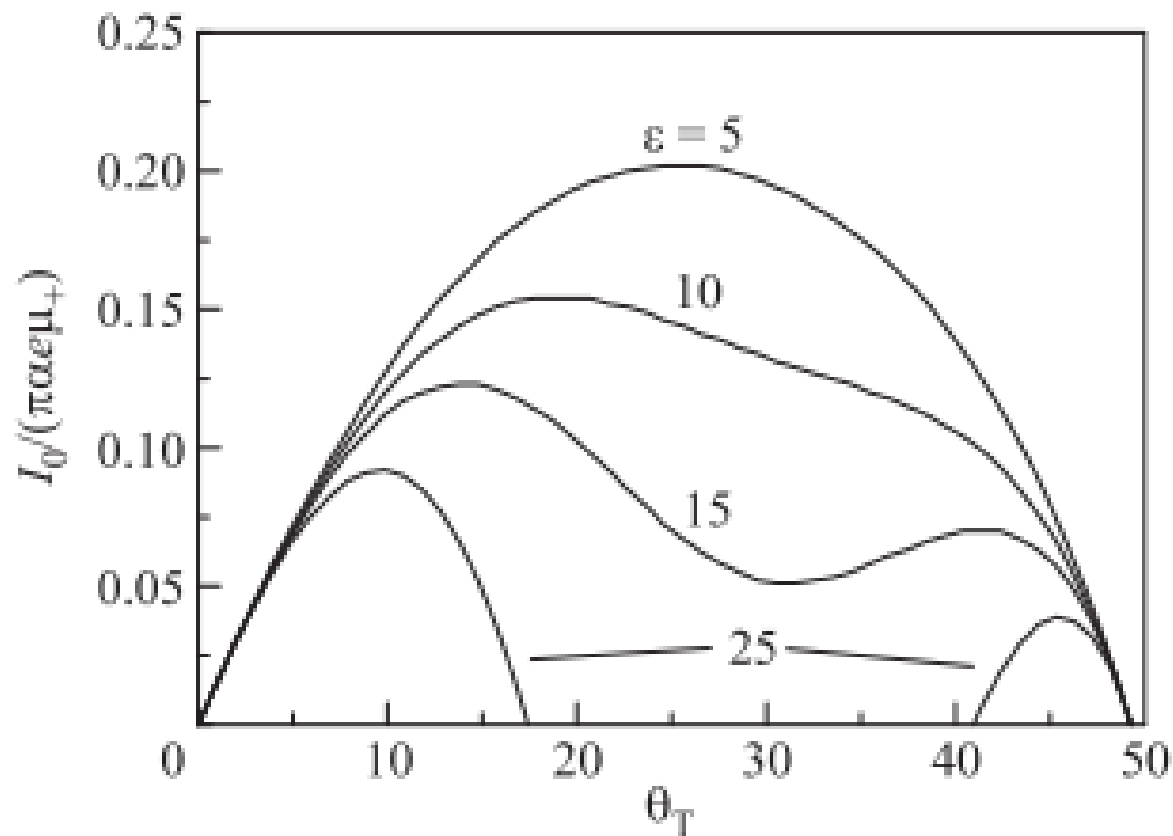
- Конические структуры на поверхности жидкости возникают в результате развития ЭГД неустойчивости.
- Впервые такой конус на поверхности проводящей жидкости был теоретически рассмотрен Тейлором (1964), который установил, что угол полураствора конуса равен 49.3° .



- Также возможно существование конусов на поверхности диэлектрических жидкостей с $\epsilon > 17.6$ (Ramos, Castellanos, 1994)



- Существование конуса возможно и при меньших значениях диэлектрической проницаемости, в случае, когда по его поверхности течет ионный ток (Субботин, 2014)

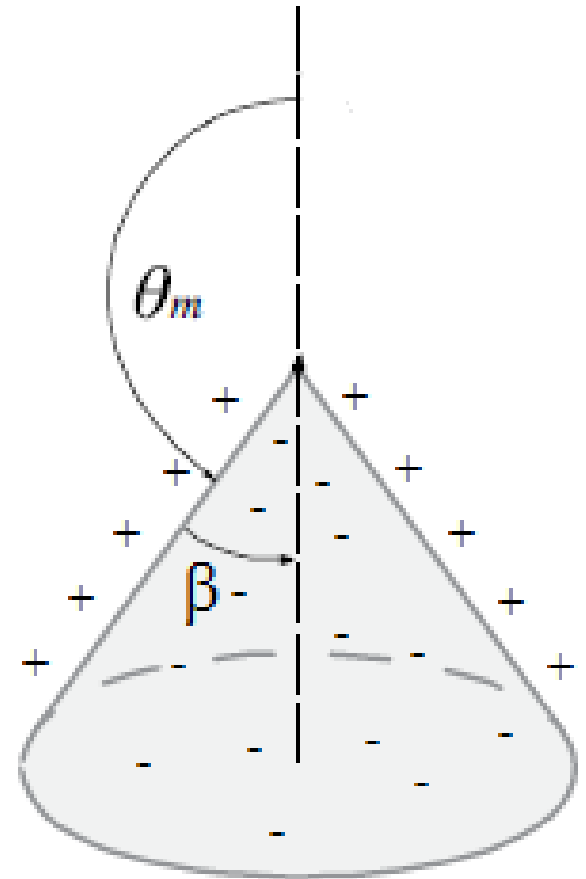


- В настоящей работе рассматривается конус, на поверхности которого протекает ток положительных ионов, а в объеме конуса – отрицательных (на вершине конуса происходит диссоциация).
- Распределение электрического поля и движение ионов описываются уравнениями

$$\Delta\Phi = -\frac{q}{\varepsilon_0} N$$

$$\operatorname{div}(N\mathbf{v}) = 0$$

$$\mathbf{v} = \mu_v \mathbf{E} = -\mu_v \nabla\Phi$$



- Основной особенностью подобных задач является то, что они являются симметричными. Это позволяет получить автомодельные решения

$$\Phi = R^\eta A(\theta)$$

$$N = \frac{\varepsilon_0}{q} R^{\eta-2} B(\theta)$$

- Также должно выполняться условие баланса сил $p_e = p_l$

$$\varepsilon_0 \left(E_{1n}^2 - \varepsilon E_{2n}^2 \right) - \frac{\varepsilon_0}{2} \left(E_1^2 - \varepsilon E_2^2 \right) = \frac{\alpha}{R} \operatorname{ctg} \beta$$

- При подстановке решений оно дает $R^{-\frac{1}{2}} \approx R^{\eta-1}$ и позволяет найти, что $\eta = \frac{1}{2}$.

- 1) Точное решение для потенциала вне конуса

$$\Phi_1 = CP_{1/2}(\cos \theta) R^{\frac{1}{2}}$$

$P_{1/2}(\cos \theta)$ – функция Лежандра порядка $1/2$.

- 2) Точные решения для потенциала поля и концентрации ионов внутри конуса

$$\Phi_2 = A_0 R^{\frac{1}{2}}$$

$$N = -A_0 \frac{3}{4} \frac{\varepsilon_0}{q} R^{-\frac{3}{2}}$$

где $A_0 = \text{const}$, $B = -\frac{3}{4} A_0$

- Граничные условия

$$E_{1\tau} |_{\theta=\theta_m} = E_{2\tau} |_{\theta=\theta_m}$$

$$E_{1n} |_{\theta=\theta_m} - \varepsilon E_{2n} |_{\theta=\theta_m} = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_0}$$

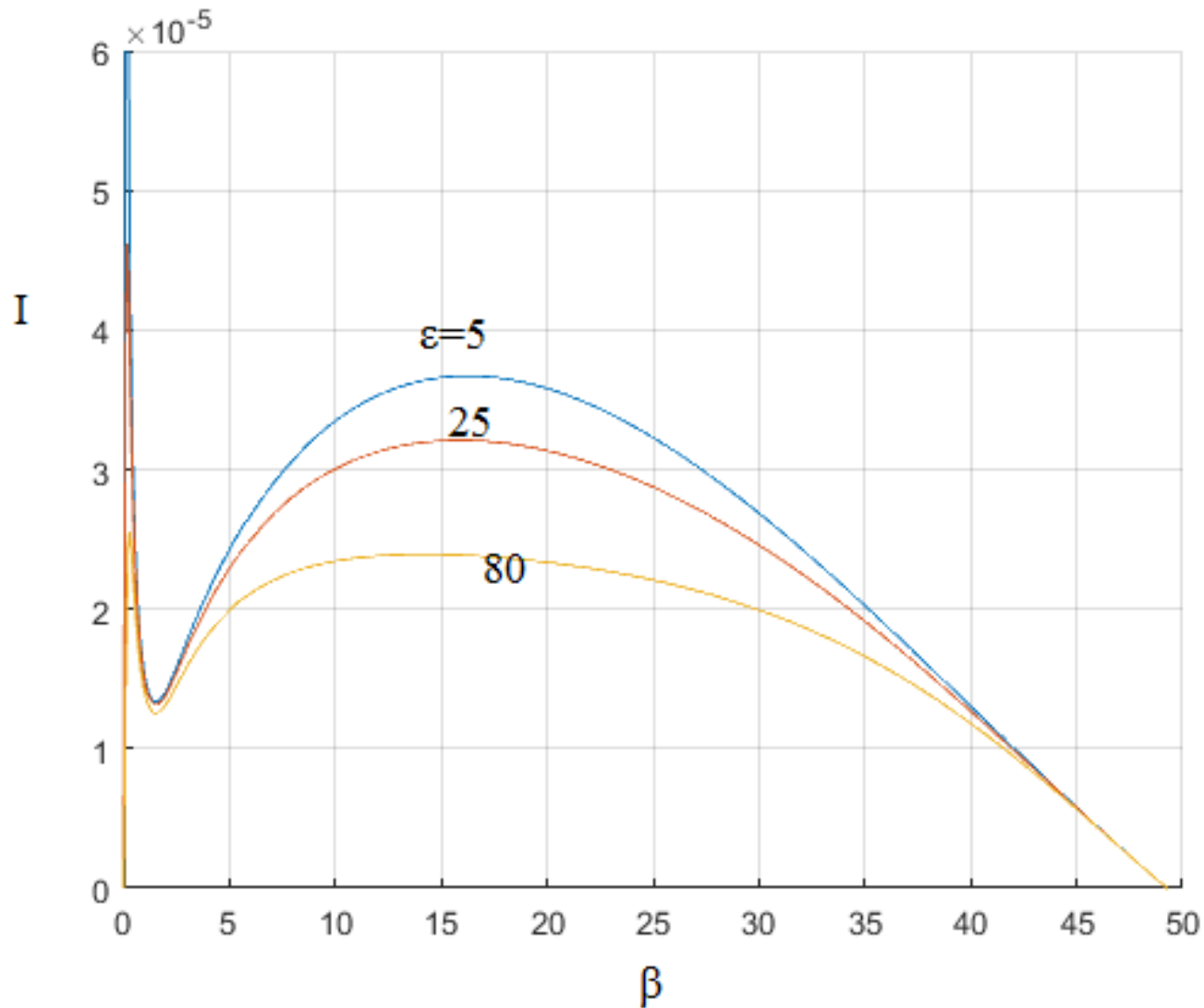
$$E_{2n} |_{\theta=\theta_m} = 0$$

- Ионный ток на поверхности конуса I_c и в его объеме I_v

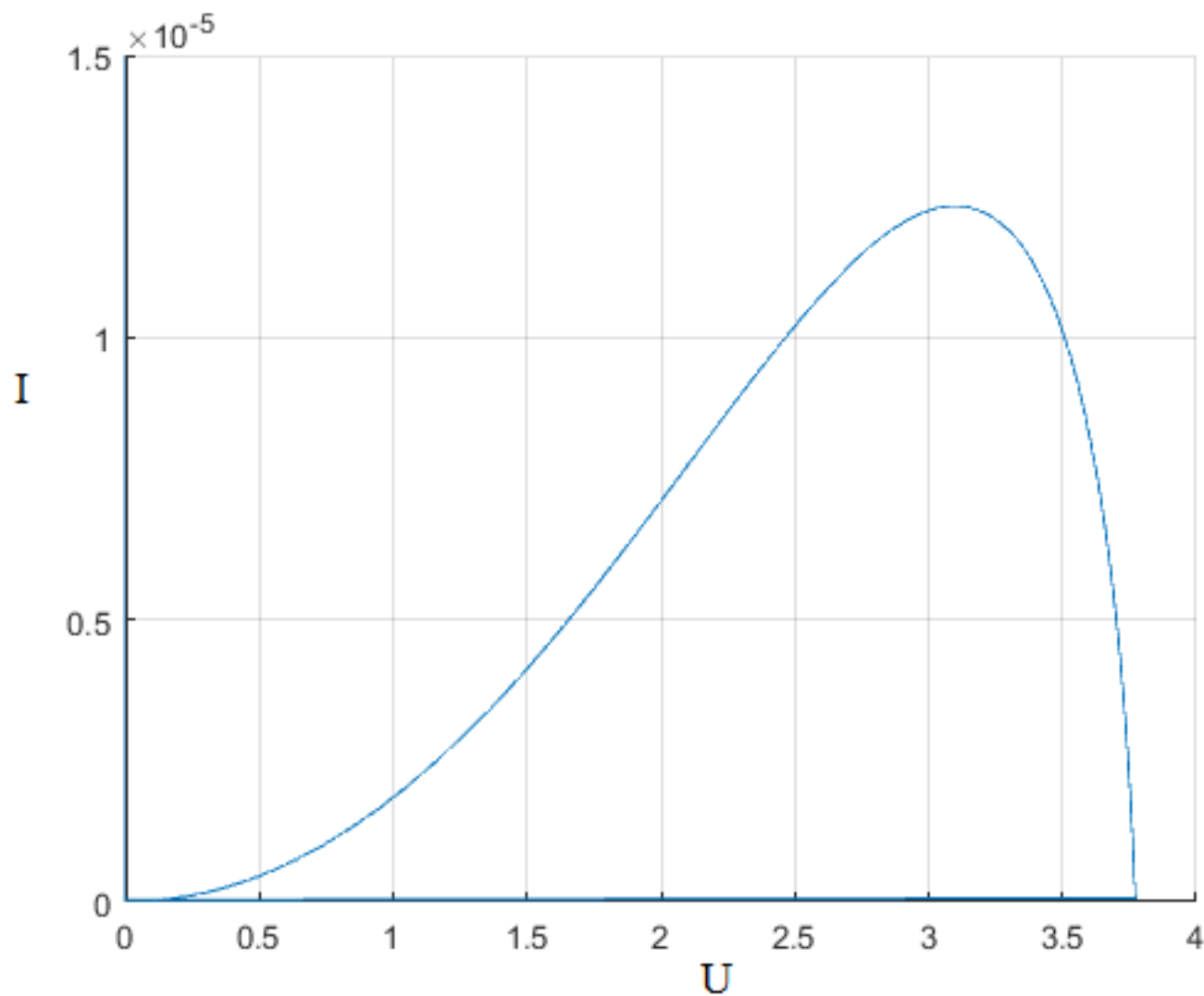
$$I_c = 2\pi R \sin \beta \sigma_c \mu_\sigma E_{2\tau}$$

$$I_v = 2\pi R^2 (1 - \cos \beta) q_- N \mu_v E_2$$

- Используя граничные условия и уравнение баланса можно найти зависимость полного тока $I = I_c + I_v$ от угла конуса.



- Можно построить также вольтамперную характеристику системы



Выводы

- Присутствие объемного заряда внутри конуса влияет на характер протекания тока на его поверхности.
- Электрический ток немонотонно зависит от угла раствора конуса. Ток значительно возрастает при малых углах конуса.
- Диэлектрическая проницаемость влияет только на величину тока, но не на характер его протекания.
- ВАХ имеет две ветви, одна из которых возможно является неустойчивой.