

Неустойчивость течения газа в плоском канале под действием поперечного силового поля: автоколебания потока

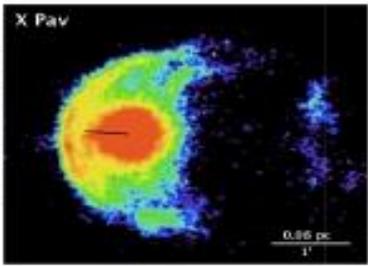
С.Д. Корольков, В.В. Измоденов



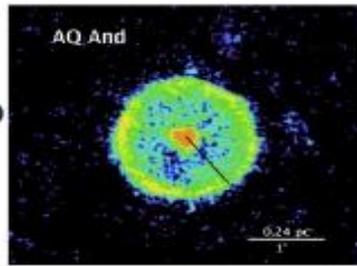
ИКИ РАН, ноябрь, 2024

Астросферы

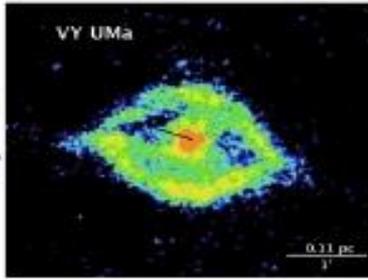
Fermata



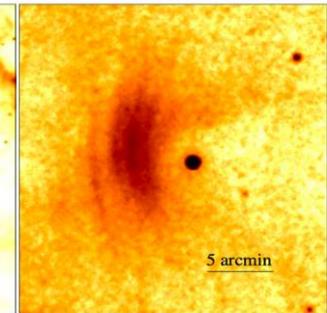
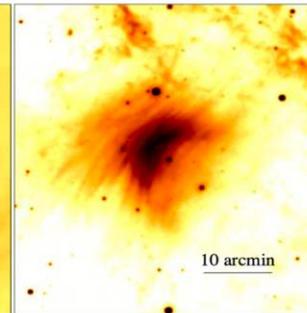
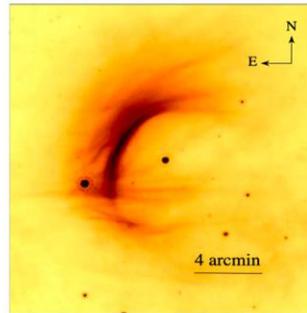
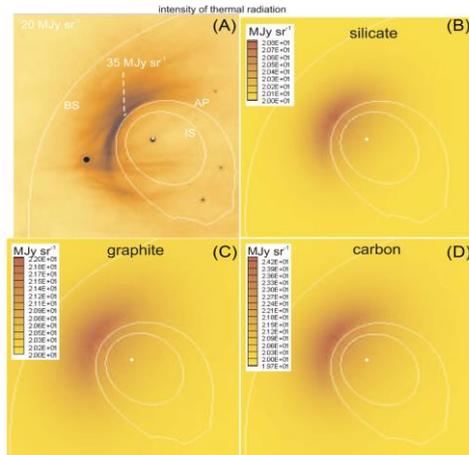
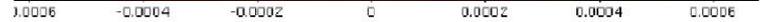
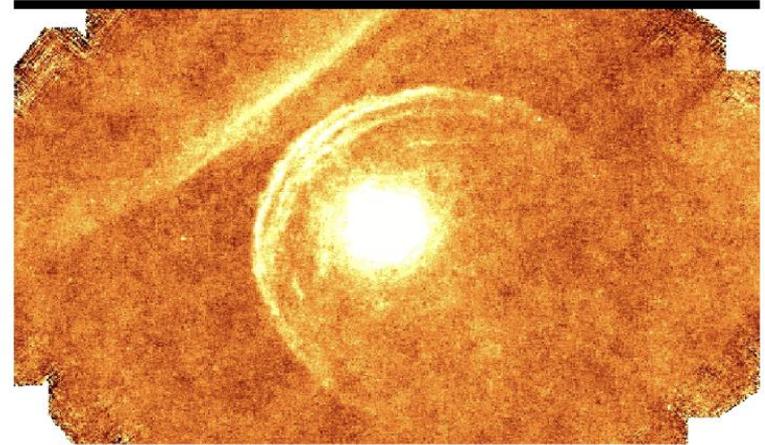
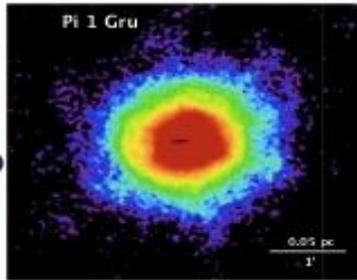
Rings



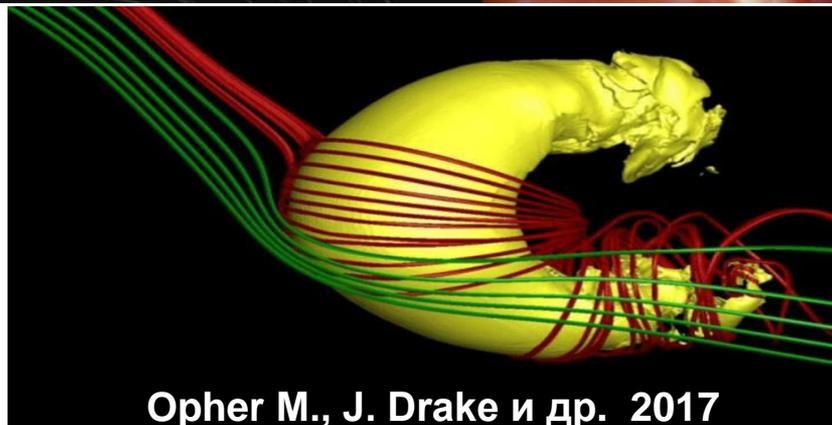
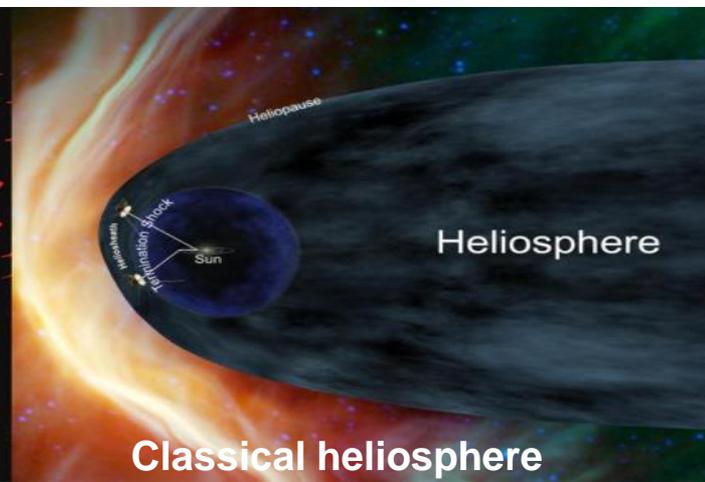
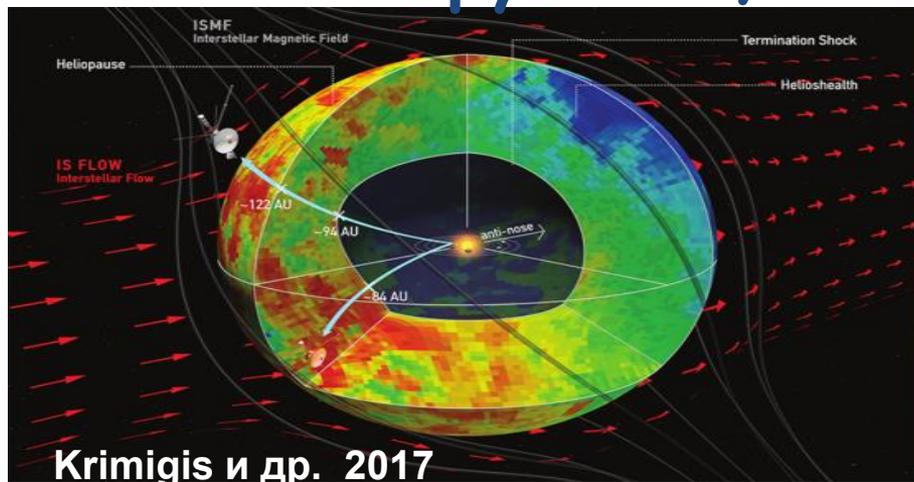
Eyes



Irregular



Горячая дискуссия о форме астросферы: шар, круассан, классическая



Астрофизический джет

$R < R_{TS}$: Модель Паркера «вмороженного» магнитного поля

$$B_R \sim 1/R^2, \quad B_\phi \sim (1/R) \sin \theta,$$

$$B_\theta = 0.$$

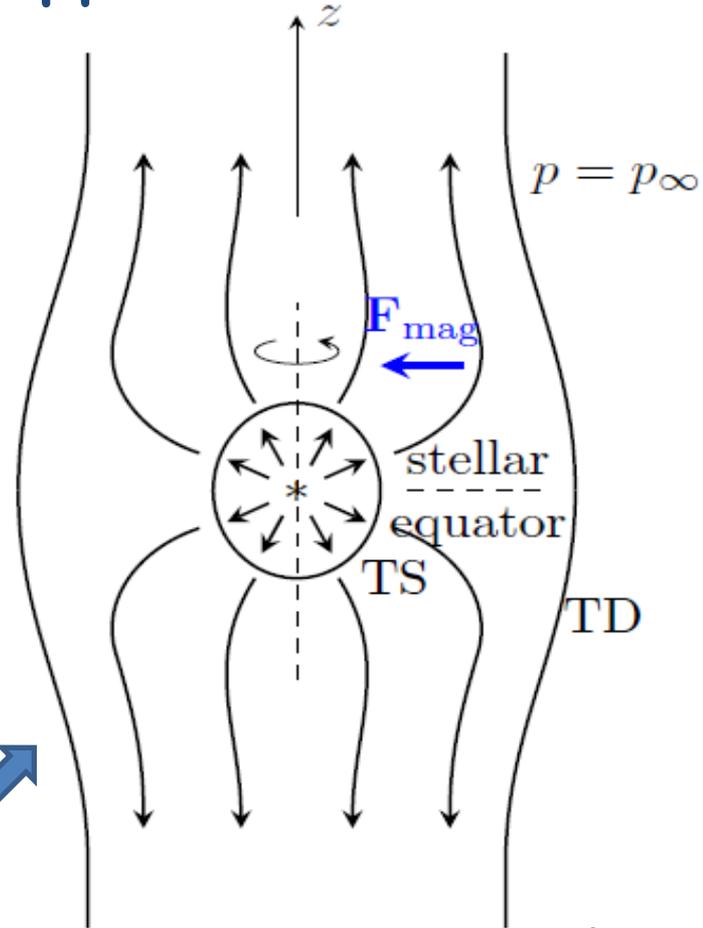


$R > R_{TS}$:

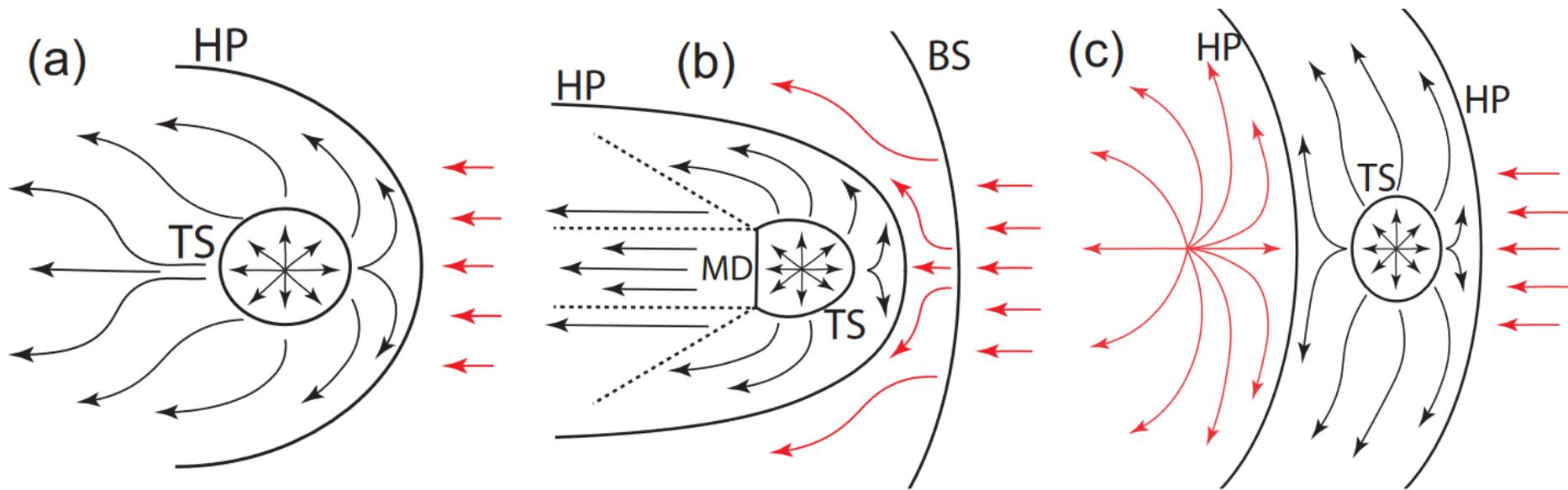
$$B_R \sim 1/R^2, \quad B_\phi \sim R \sin \theta,$$

$$B_\theta = 0.$$

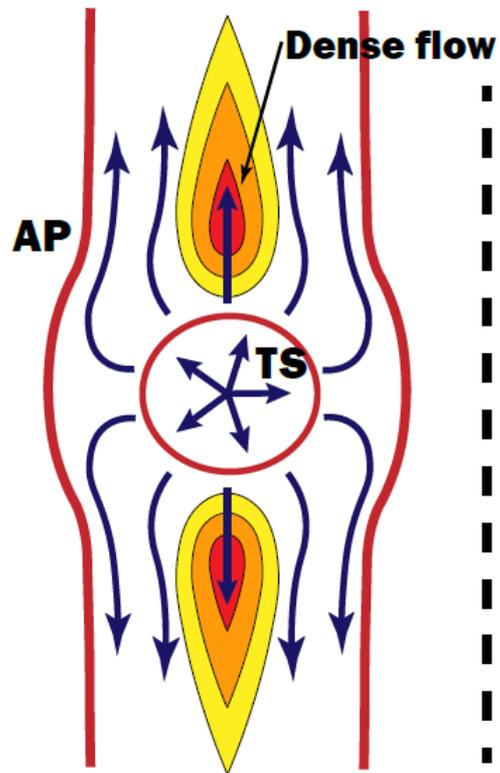
$$\mathbf{F} = \text{rot} \mathbf{B} \times \mathbf{B}$$
$$F_{mag,r} \sim -r$$



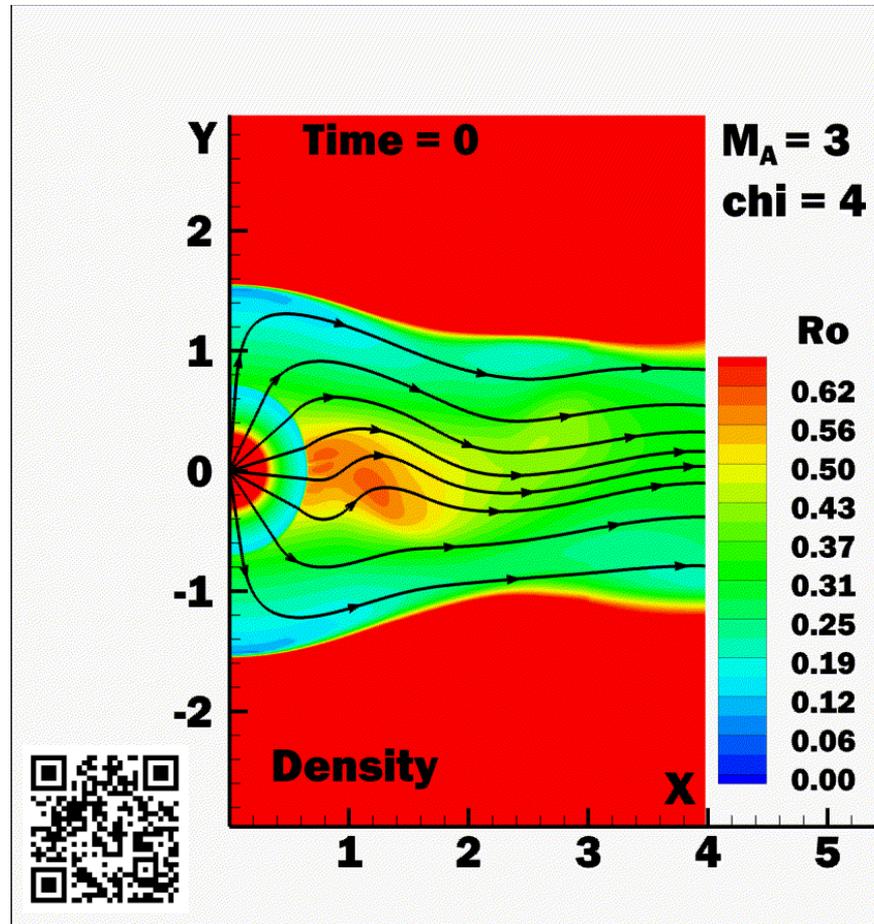
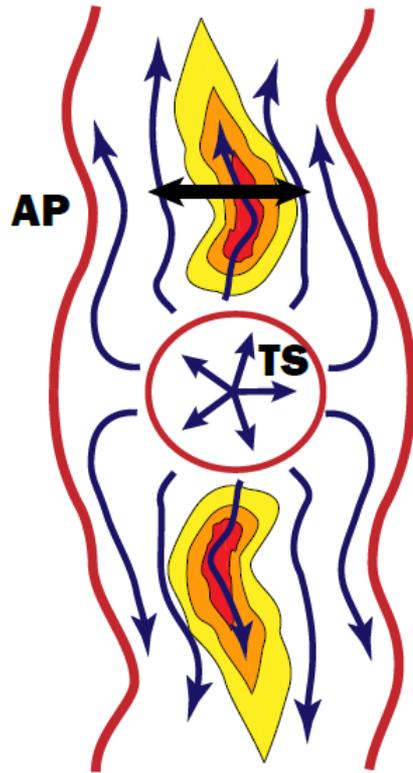
Переход астросферы к классической форме



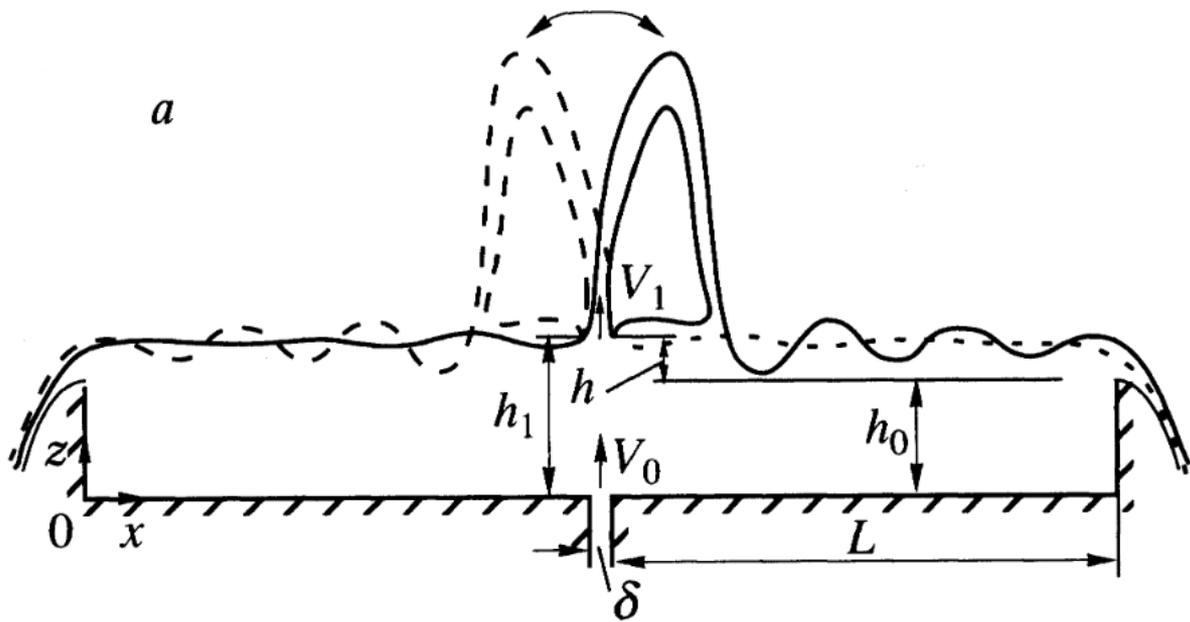
(A) Steady flow

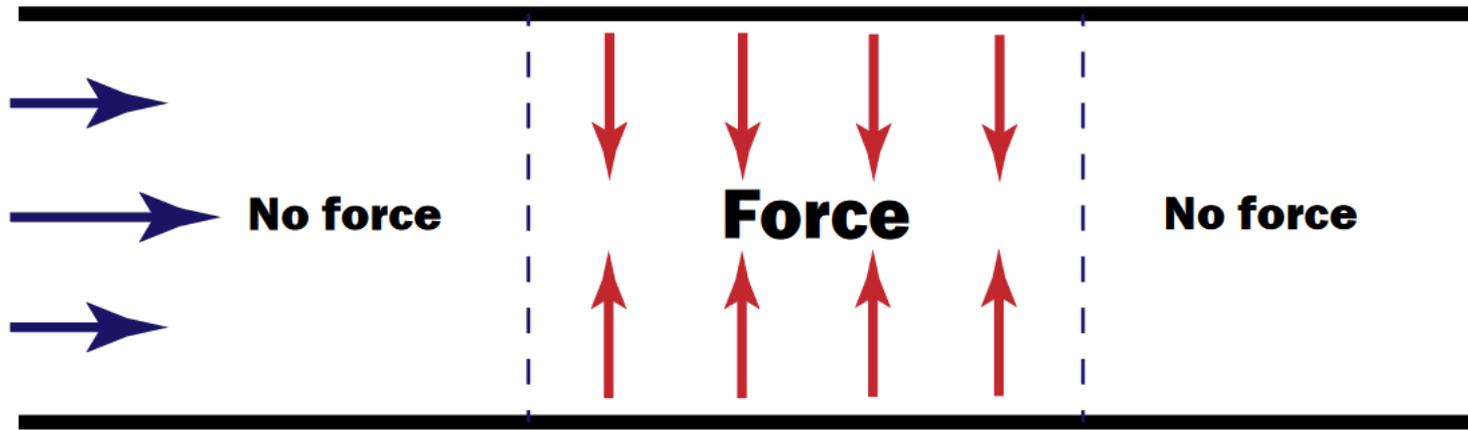


(B) Self-oscillations



Автоколебания затопленной струи фонтана. В.П. Карликов, О.В. Трушина.





Плоский канал

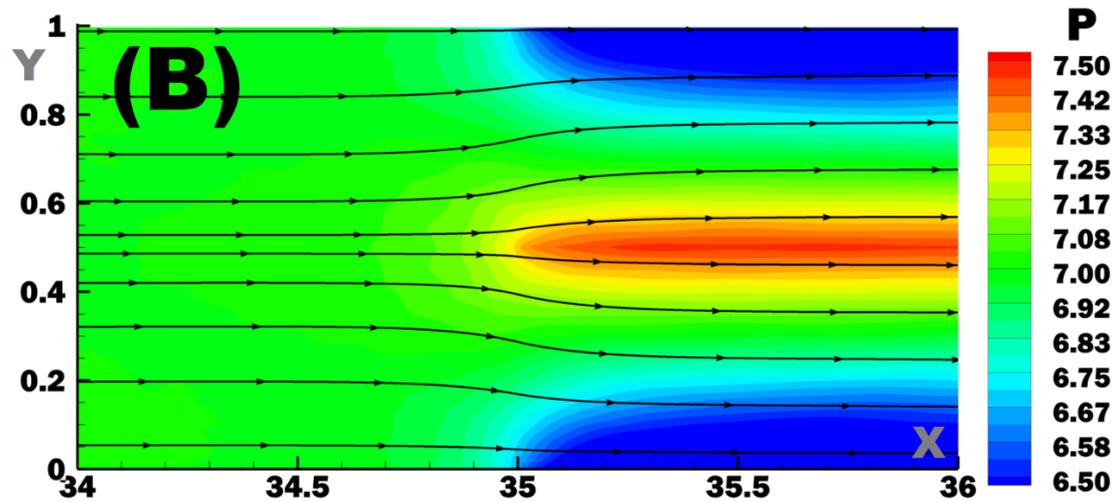
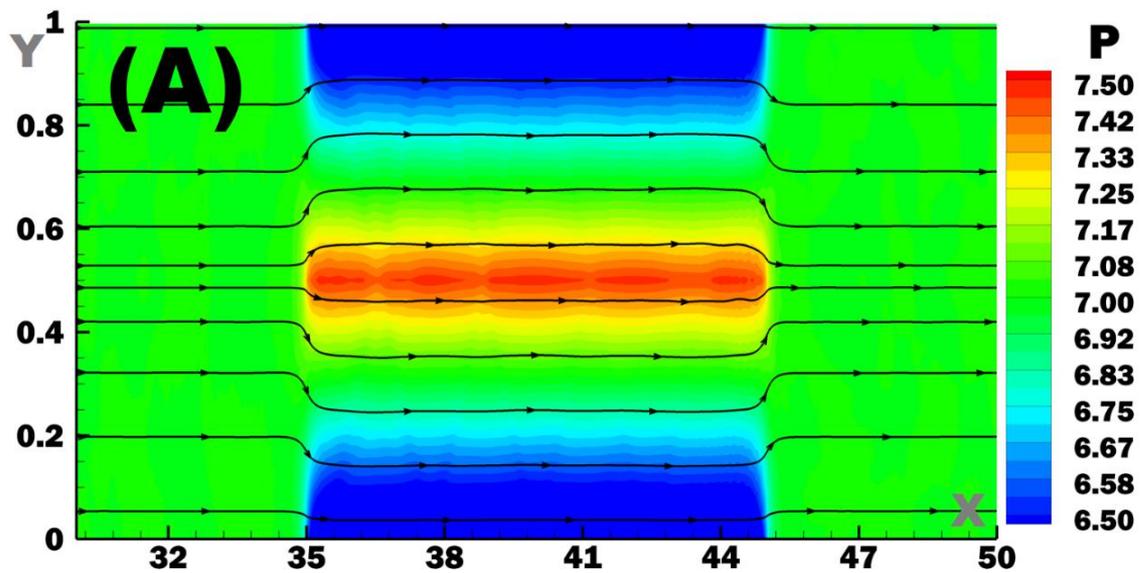
Модель: идеальный совершенный газ с постоянными теплоёмкостями ($\gamma = 5/3$) - уравнения Эйлера

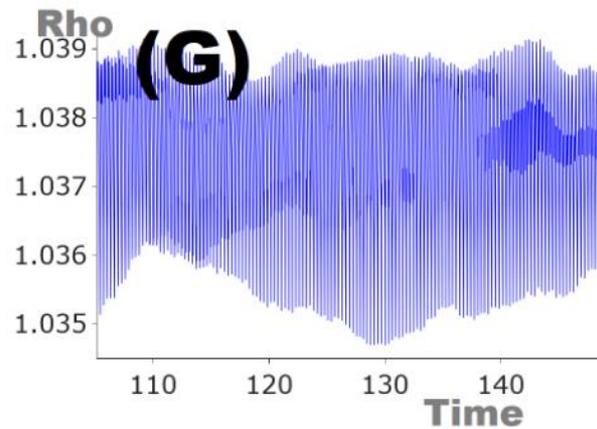
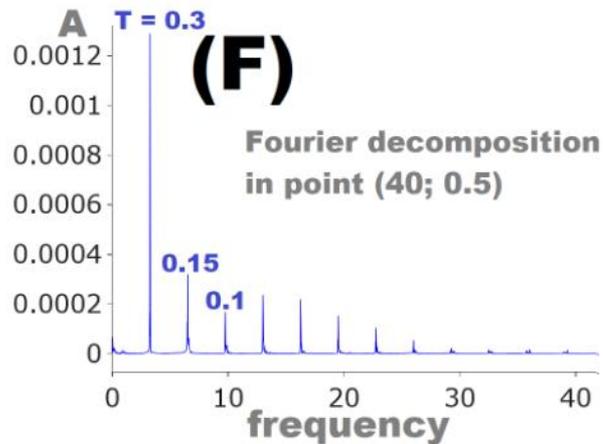
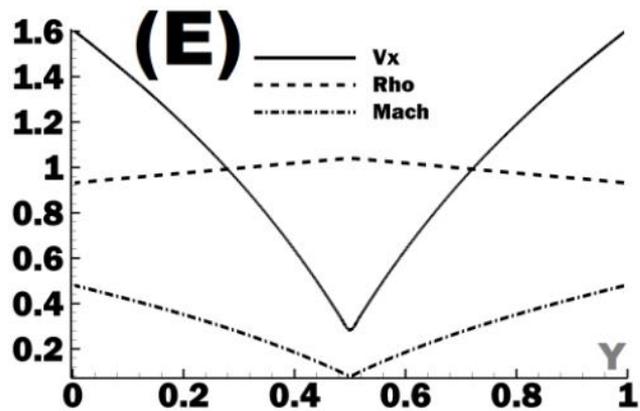
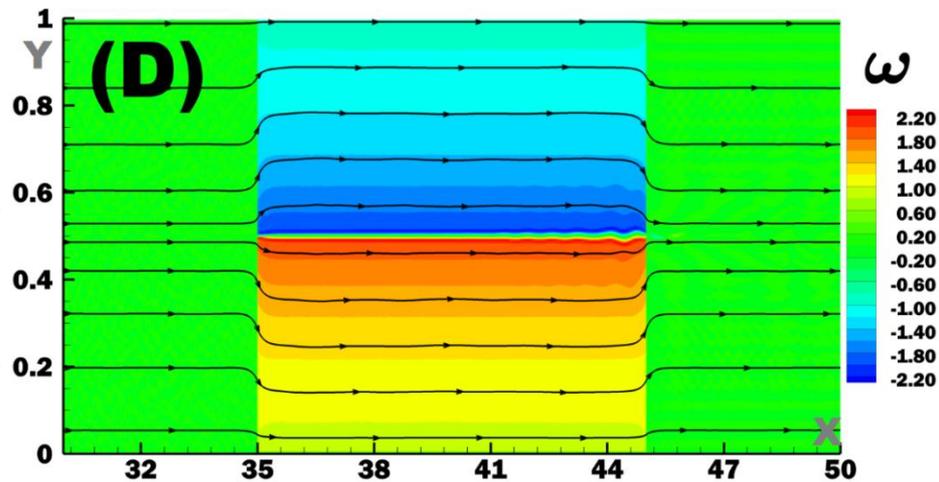
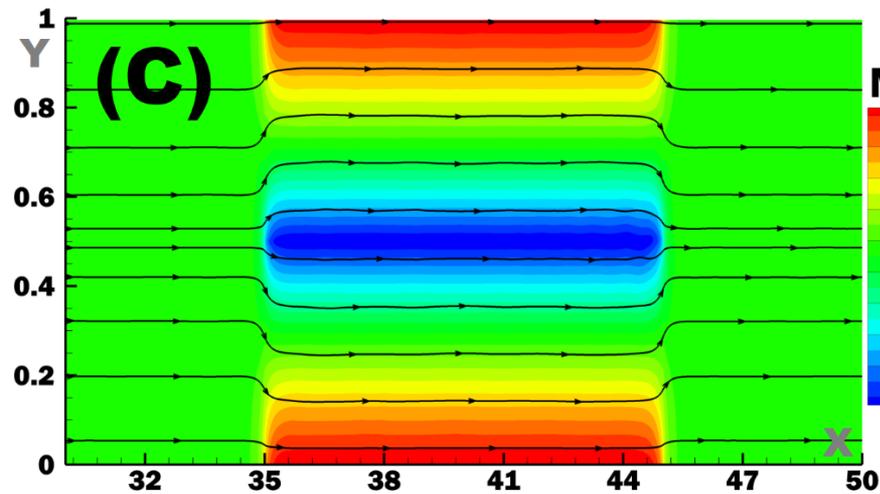
Сила: задана только в отмеченной области, кусочно-постоянная

Граничные условия: слева - дозвуковой входящий поток, справа - мягкие (равенству нулю производных),

Стенки канала - условия не протекания.

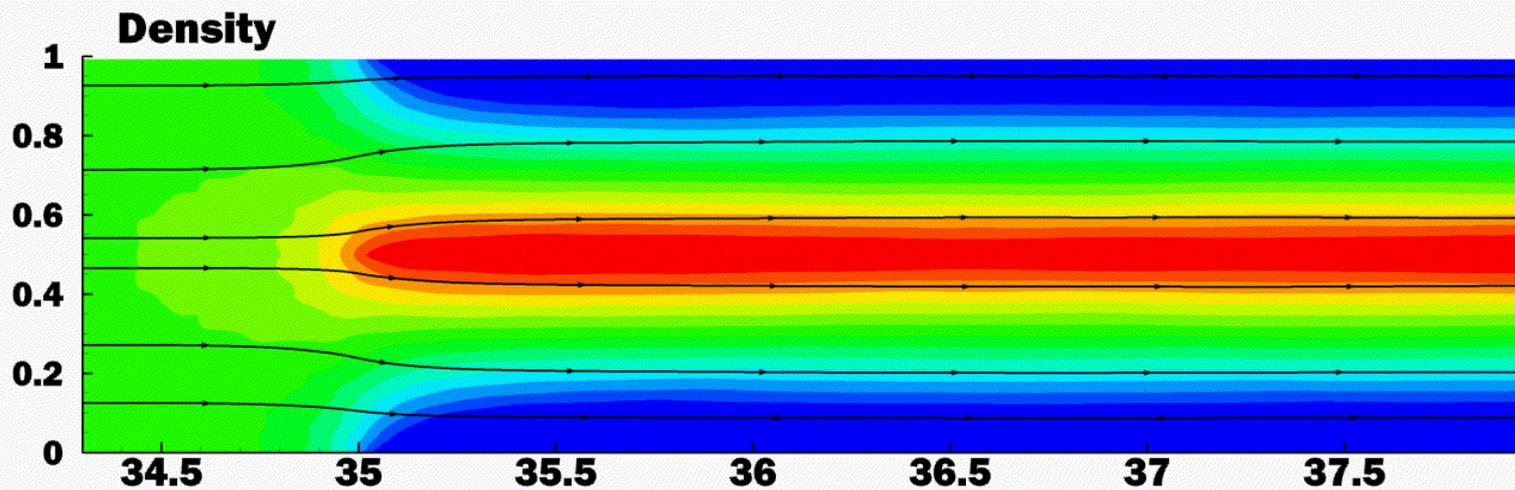
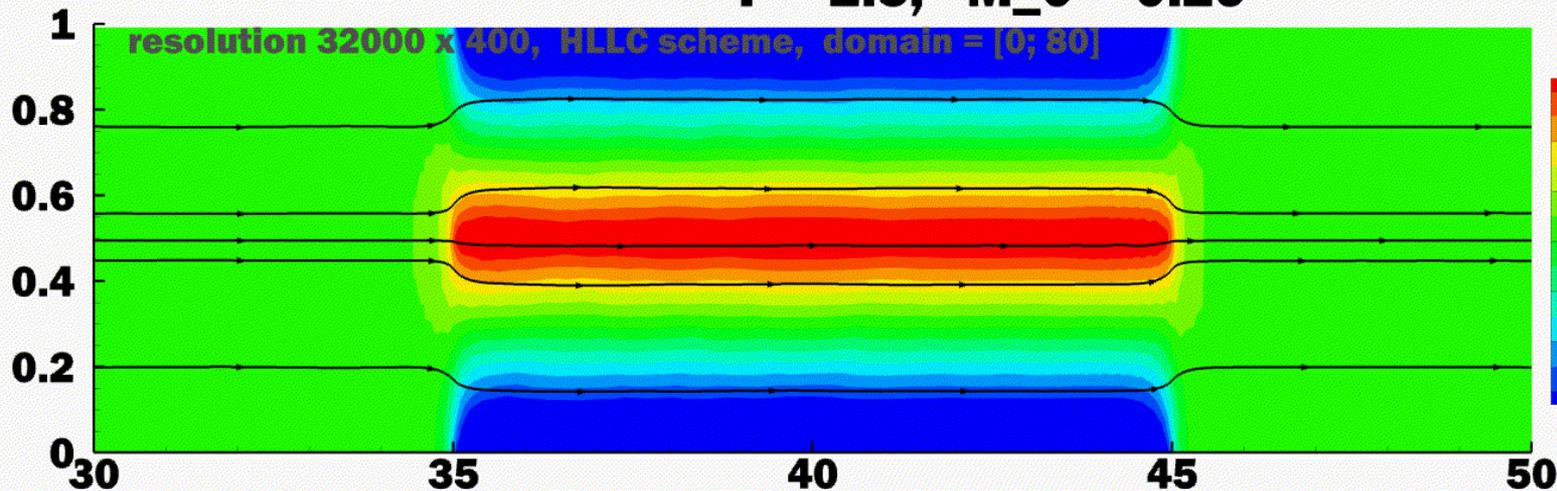




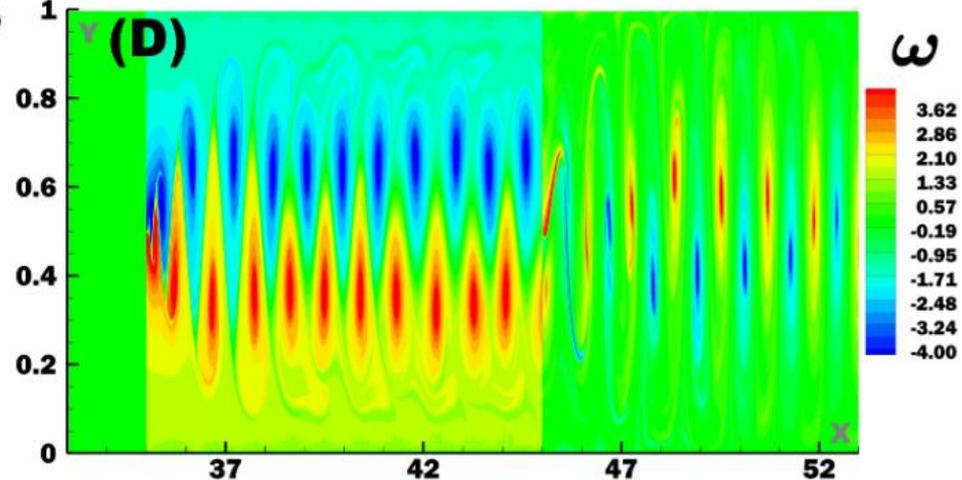
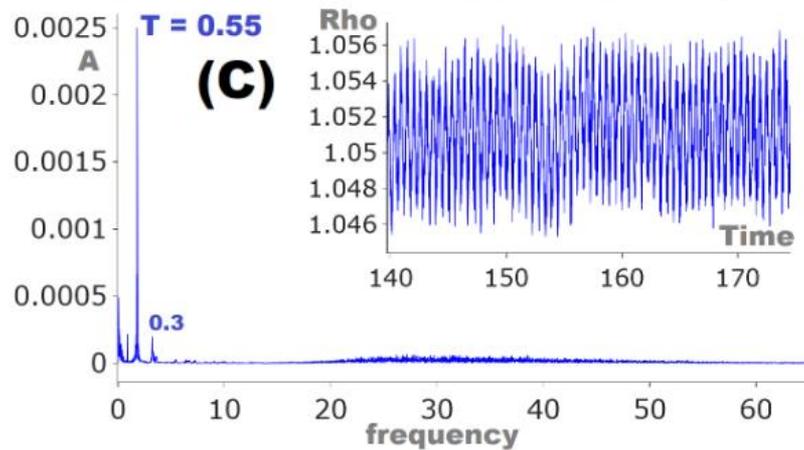
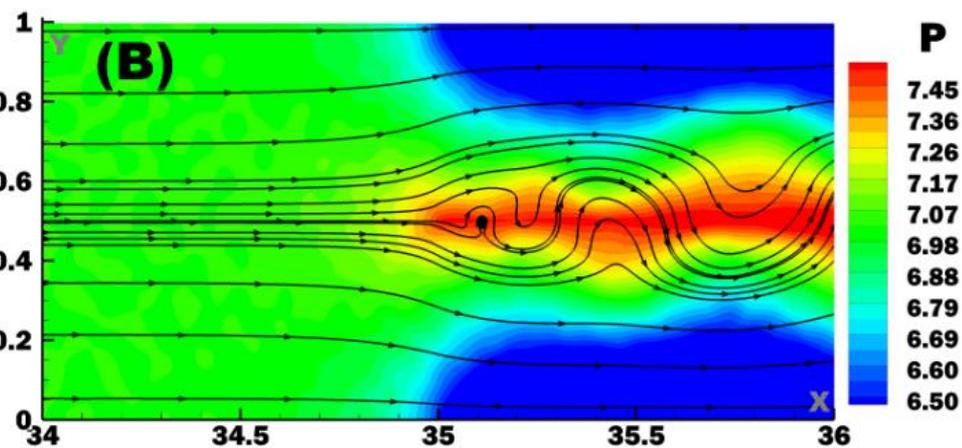
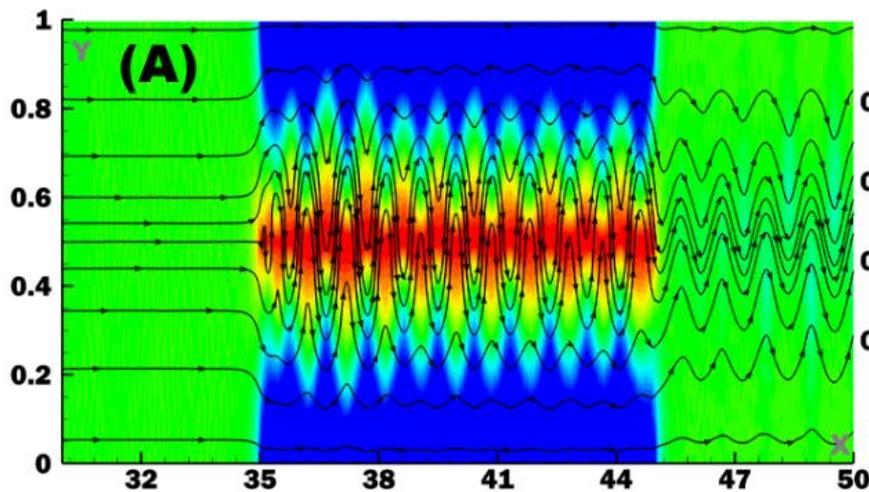


TIME = 5.05994E-005

F = 2.5, M_0 = 0.29

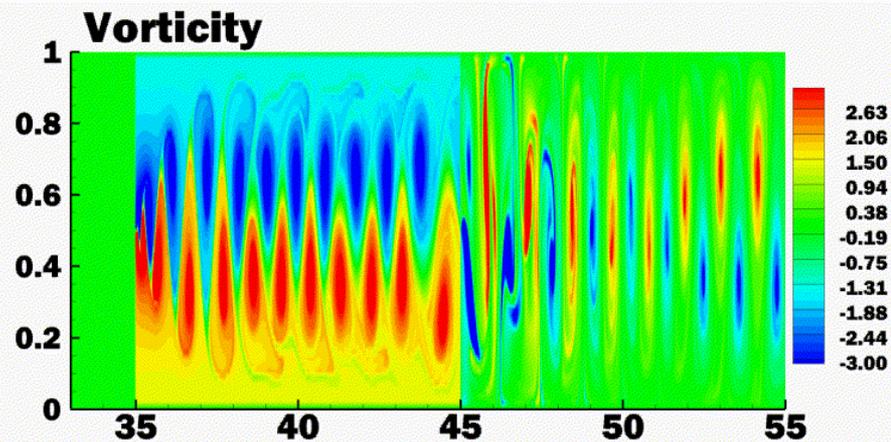
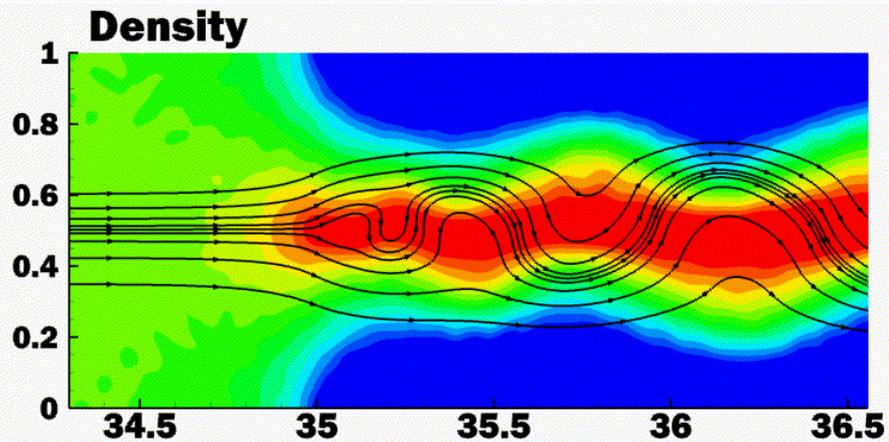
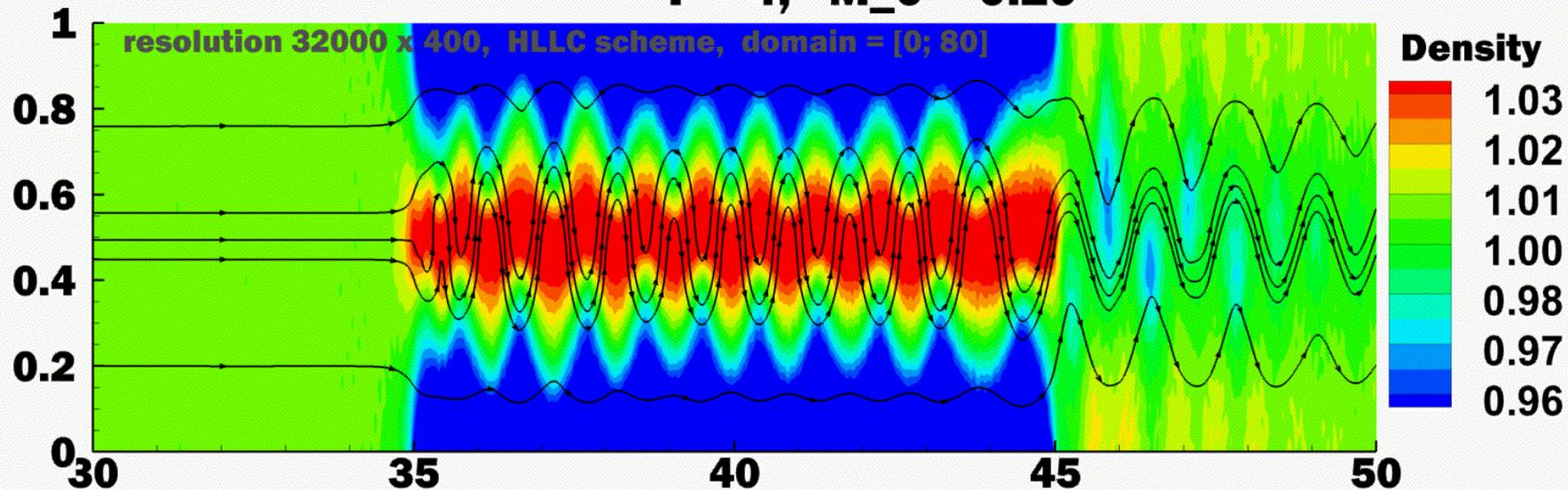


$$F = 4$$

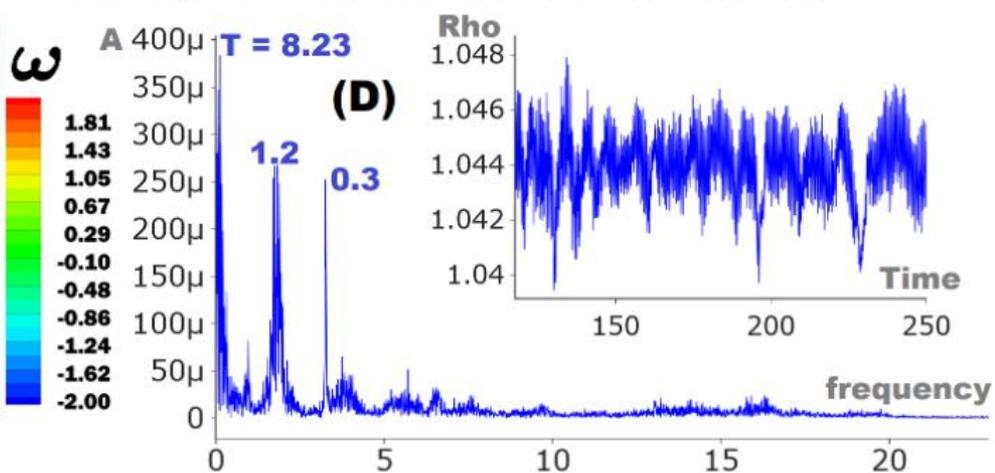
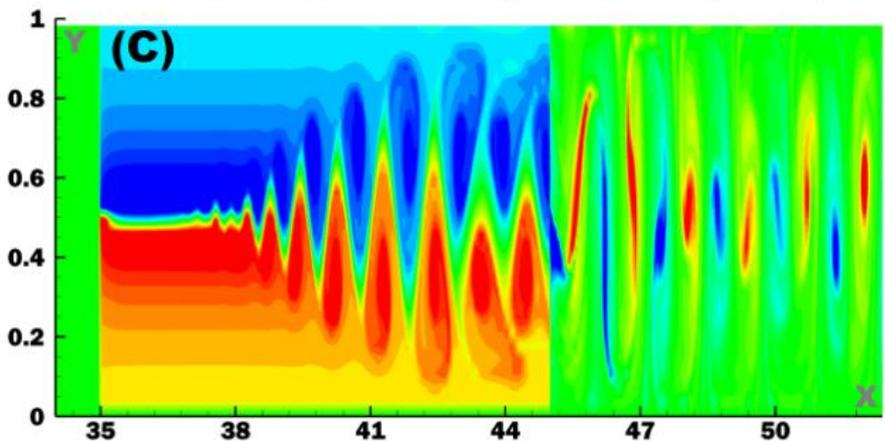
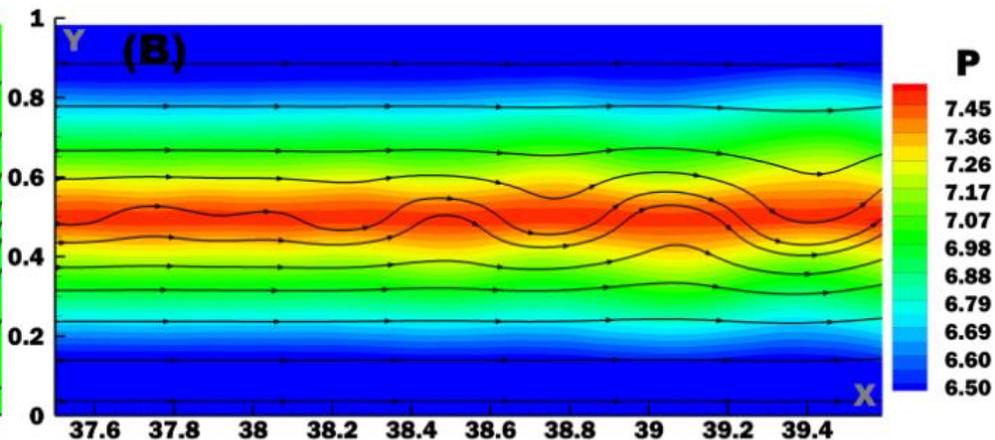
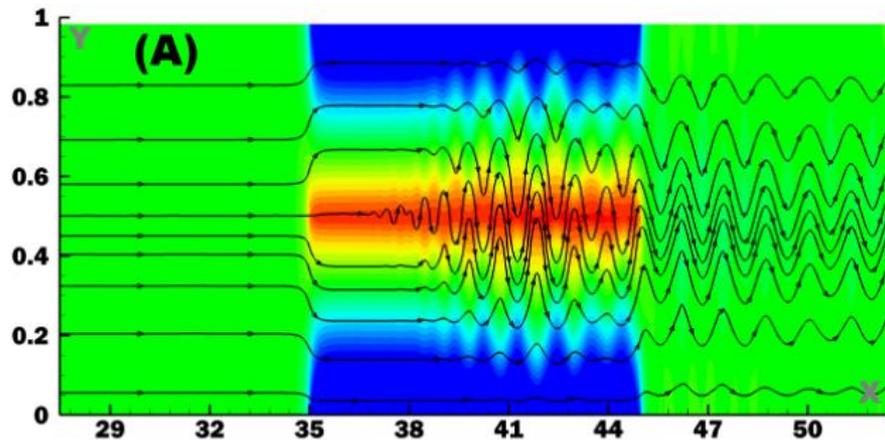


TIME = 4.61876E-005

F = 4, M_0 = 0.29

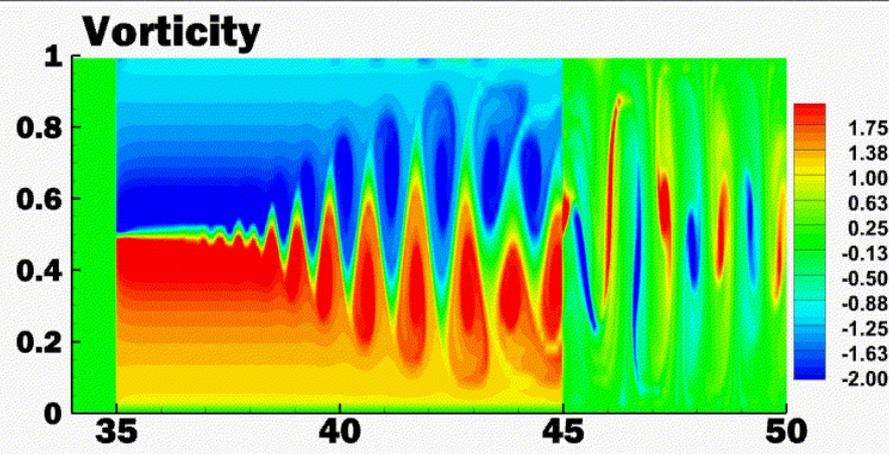
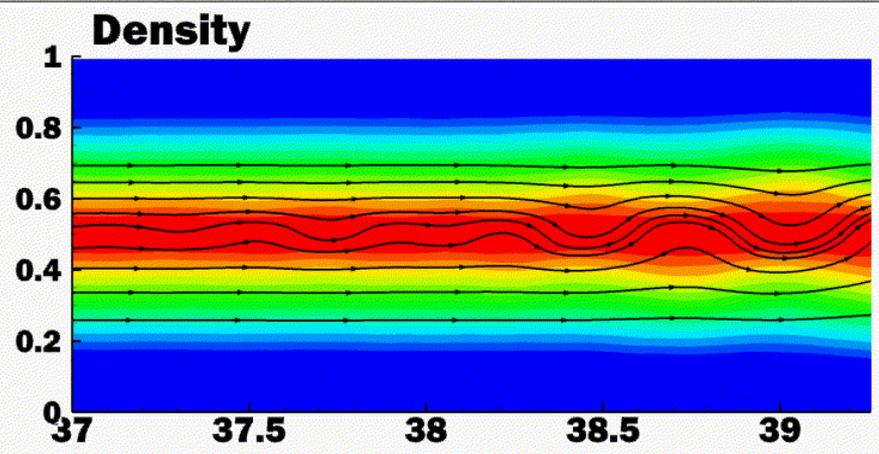
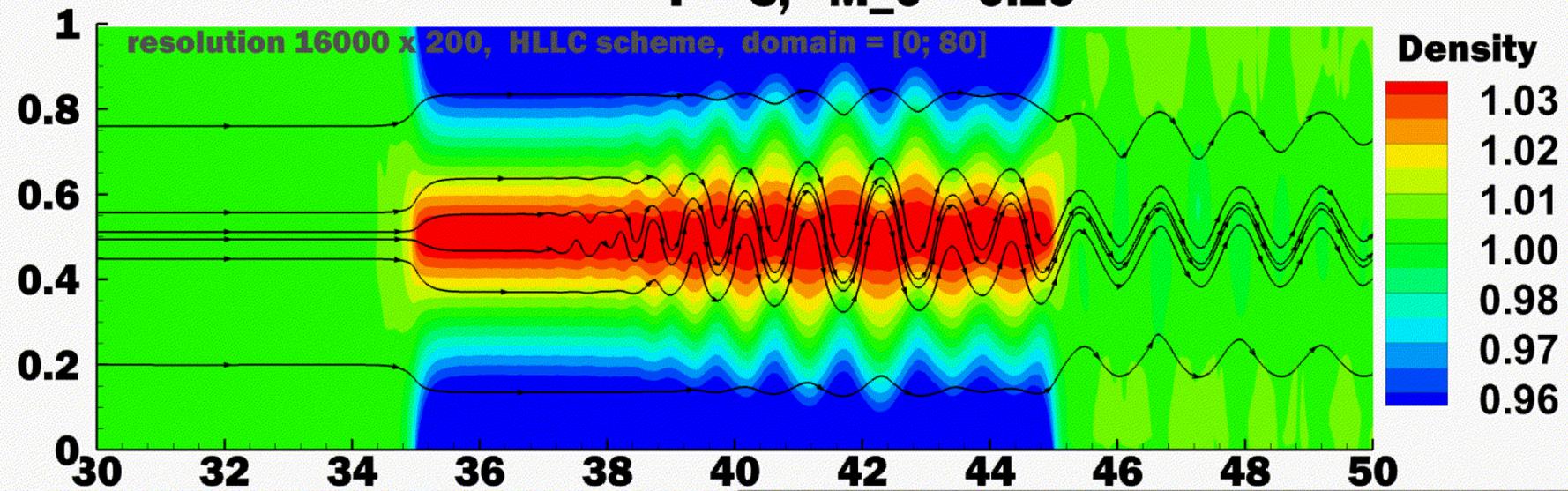


$$F = 3$$

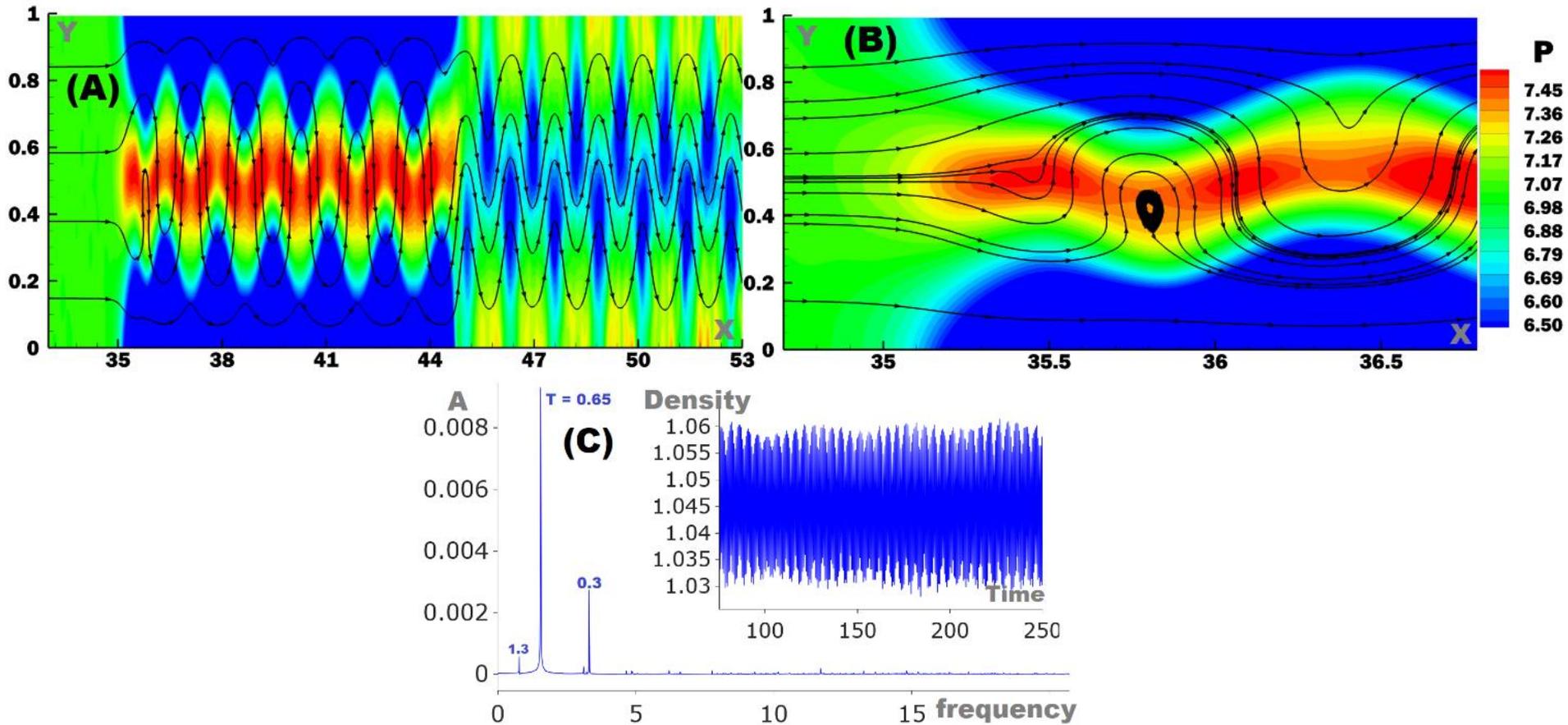


TIME = 9.71971E-005

F = 3, M_0 = 0.29

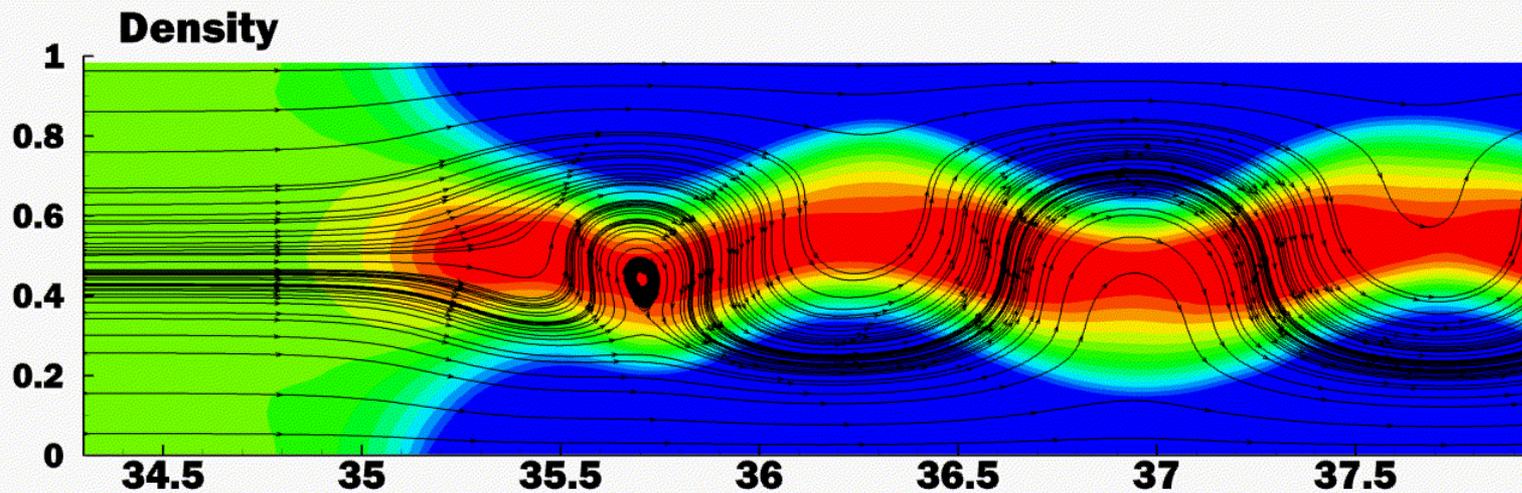
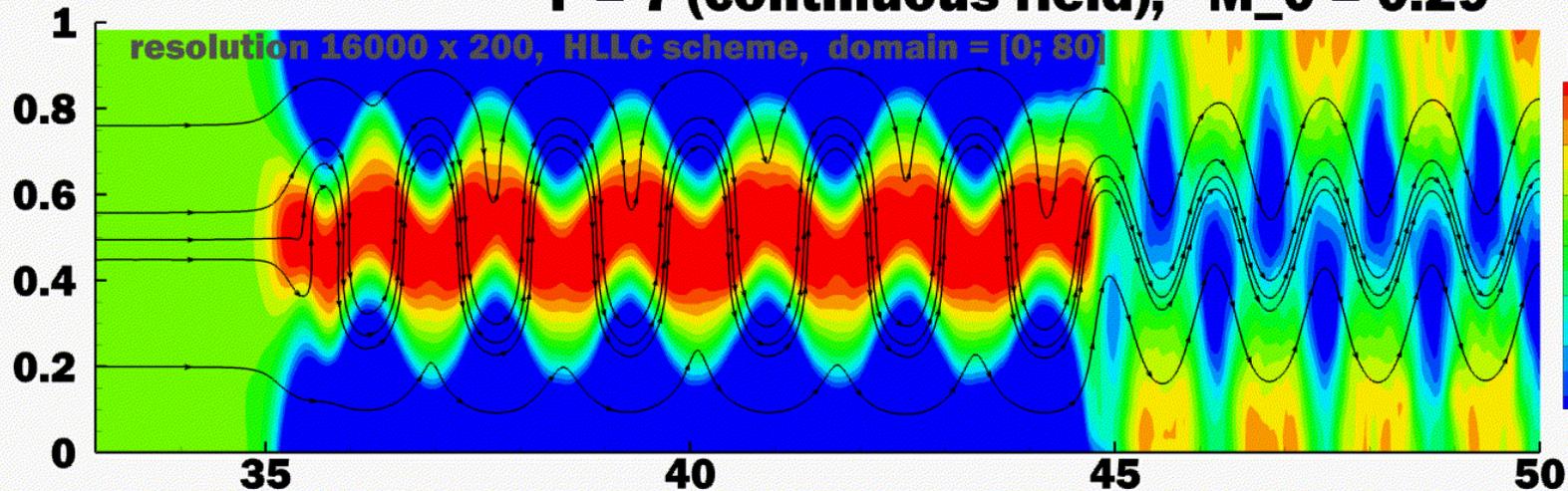


$F = 7$, непрерывная сила



TIME = 8.45713E-005

F = 7 (continuous field), M_0 = 0.29



Выводы

- Поперечное силовое поле приводит к формированию области повышенного давления на оси симметрии канала. Вследствие чего образуется продольный градиент давления, тормозящий поток. Далее поток начинает обтекать данную зону, в результате чего образуется неустойчивое течение, напоминающее обтекания тела или вихря.
- Для слабых сил, неустойчивость симметричная, для сильных - асимметричная.
- Наличие разрыва в силе не является обязательным условием возникновения неустойчивости.
- Механизм обратной связи в виде отражения волн от стенок канала приводит к автоколебаниям струи течения.