

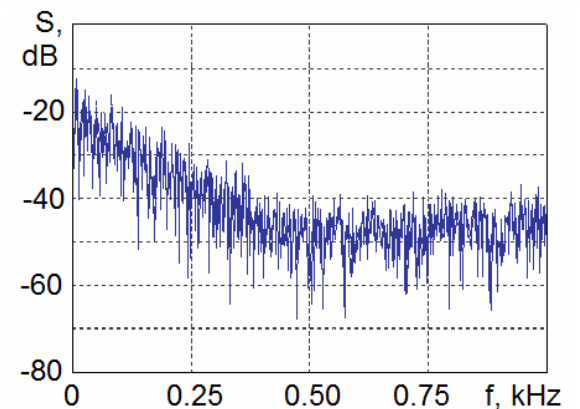
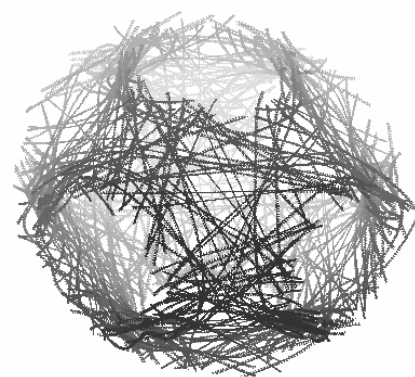
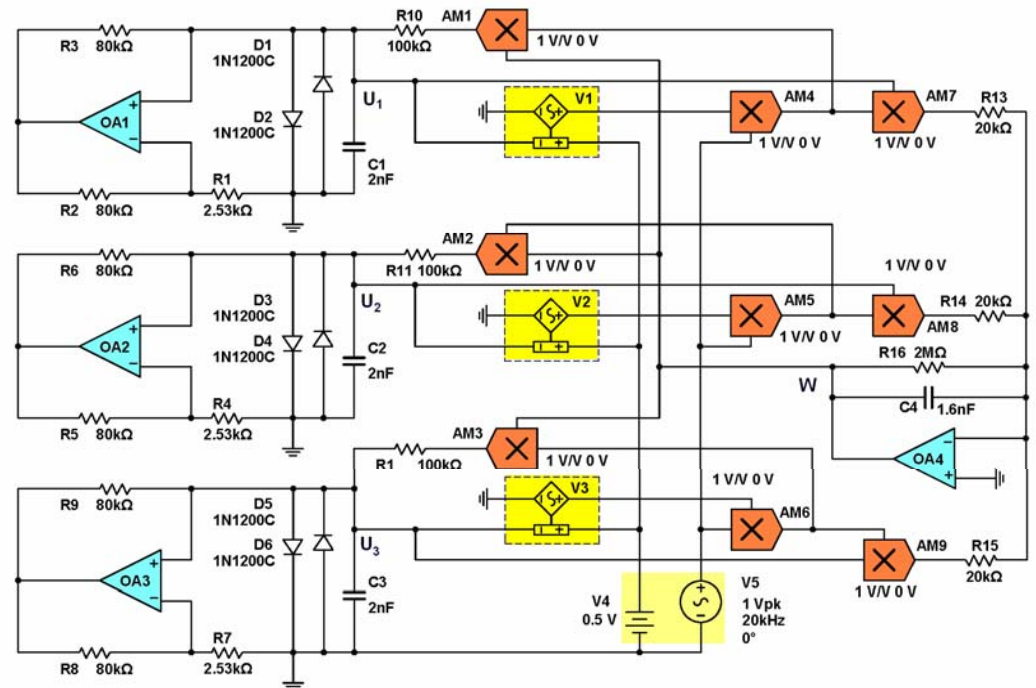
Отправляясь от хаотической динамики геодезического потока на поверхности отрицательной кривизны, предложена и в пакете схемотехнического моделирования реализована схема электронного генератора грубого хаоса. В рамках критерия, основанного на вычислении углов пересечения устойчивых и неустойчивых подпространств фазовых траекторий, показано, что аттрактор гиперболический, т.е. генерируемый хаос малочувствителен к вариации параметров и погрешностям изготовления устройства. В отличие от ранее предлагавшихся систем, гиперболичность характеризуется приблизительно равномерностью при растяжении и сжатии элементов фазового объема в непрерывном времени, что обеспечивает плавное распределение спектральной мощности по частоте без пиков и провалов.

*Кузнецов С.П.* От динамики Аносова на поверхности отрицательной кривизны к электронному генератору грубого хаоса. Известия Сарат. ун-та. Новая серия. Сер. Физика. 2016. Т. 16, вып. 3. С. 131–144.

$$\dot{\theta}_i = u_i,$$

$$\dot{u}_i = \mu u_i - \nu u_i^3 + 2w \sin(\Omega\tau + \theta_i) \cos \Omega\tau, \quad i = 1, 2, 3,$$

$$\dot{w} = -\gamma w - 2 \sum_{i=1}^3 u_i \sin(\Omega\tau + \theta_i) \cos \Omega\tau,$$

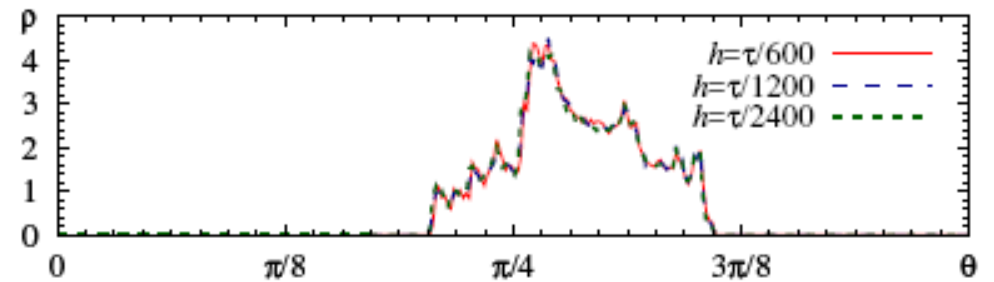


Развит метод численного тестирования гиперболической природы хаотической динамики **в системах с запаздыванием**, что позволяет заключить о наличии у системы свойства грубости (структурной устойчивости). Тест основан на вычислении для траекторий на аттракторе распределений углов между расширяющими, сжимающими и нейтральными подпространствами векторов возмущений. Работоспособность методики подтверждена анализом конкретных примеров модельных систем с запаздыванием, для двух из которых подтверждена гиперболичность, а для третьего установлена негиперболическая природа хаоса.

*Kuptsov P.V., Kuznetsov S.P.* Numerical test for hyperbolicity of chaotic dynamics in time-delay systems. Phys. Rev. E, 94, 2016, No 1, 010201.

$$\ddot{X} - [A \cos(2\pi/T) - X^2] \dot{X} + \omega_0^2 X = \varepsilon X_\tau \dot{X}_\tau \cos \omega_0 t$$

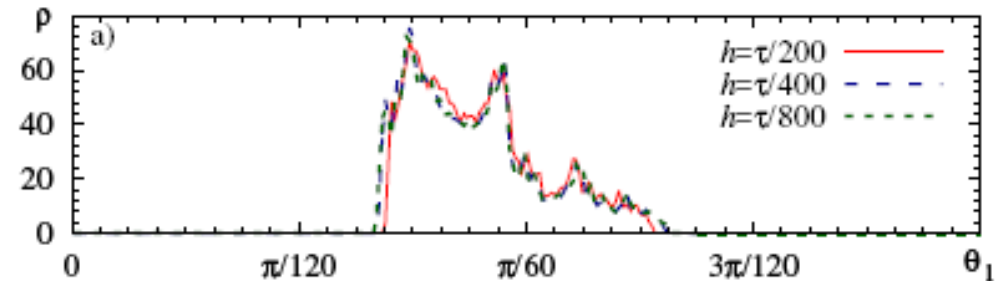
$$A = 4.7, \varepsilon = 0.3, \omega_0 = 2\pi, T = 6, \tau = 4.5$$



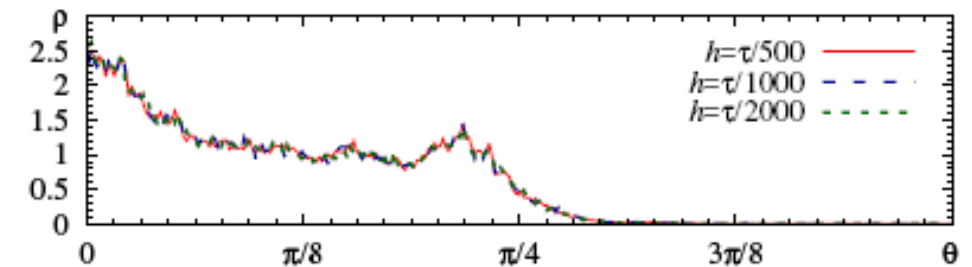
$$\dot{X} = -\omega_0 Y + \mu(1 - X_\tau^2 - Y_\tau^2)X + \varepsilon X_\tau Y_\tau,$$

$$\dot{Y} = \omega_0 X + \mu(1 - X_\tau^2 - Y_\tau^2)Y,$$

$$\mu = 0.8, \omega_0 = 2\pi, \varepsilon = 0.05, \tau = 2$$



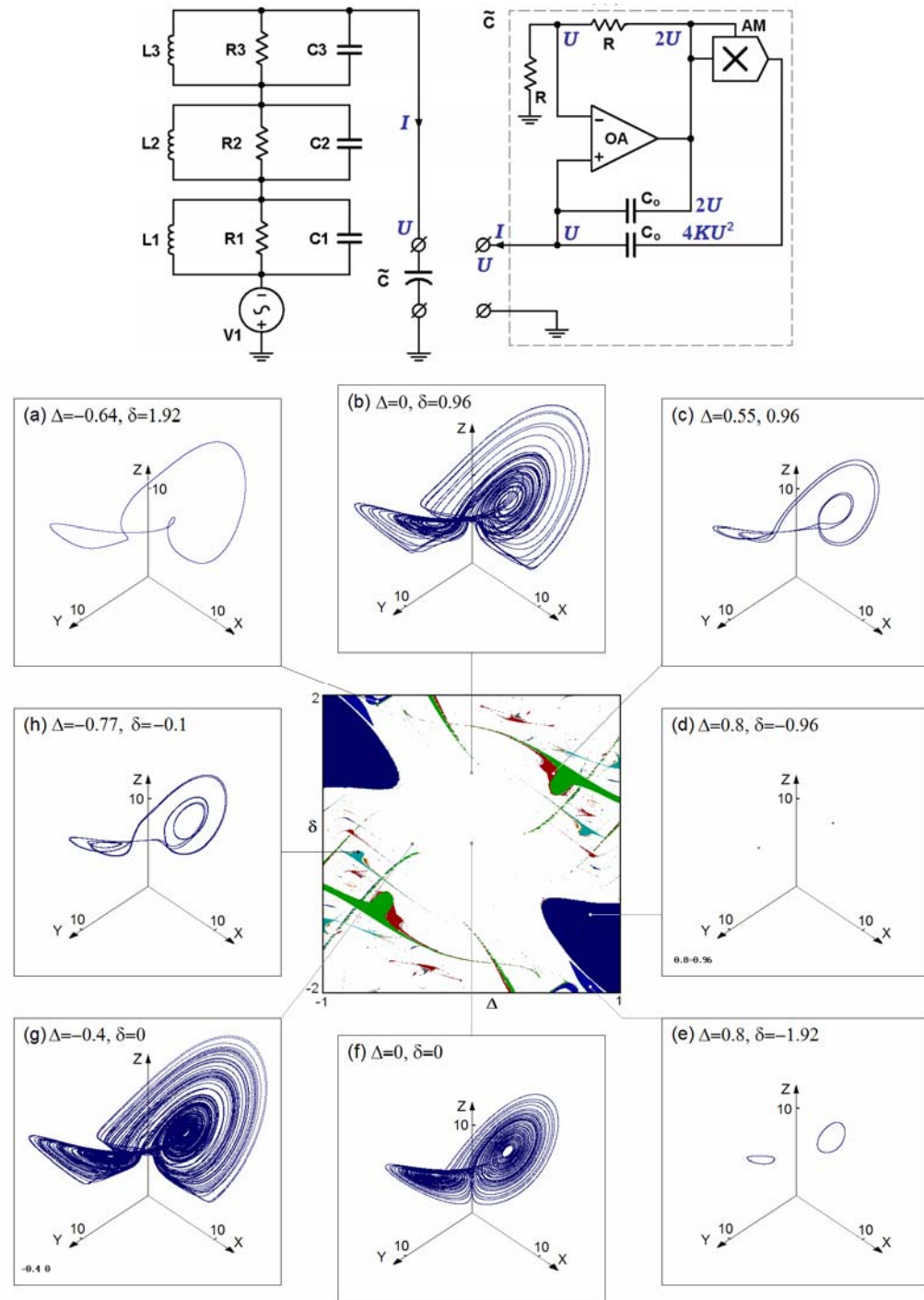
$$\dot{X} = aX_\tau / (1 + X_\tau^{10}) - bX, \quad a = 0.2, b = 0.1, \tau = 23$$



Проведено численное исследование и схемотехническое моделирование трехконтурных параметрических генераторов хаоса, где реализуются странные аттракторы типа Лоренца, с нелинейным элементом на варакторном диоде и со специально сконструированным нелинейным емкостным элементом с квадратичной характеристикой. Показано, что при отклонении формы характеристики от квадратичного закона, а также при частотной отстройке от параметрического резонанса, вместо квазигиперболического аттрактора Лоренца реализуются аттракторы, характеризующиеся отсутствием робастности, так что при вариации параметров возможно разрушение хаоса с возникновением регулярных режимов.

*Кузнецов С.П.* Параметрический генератор хаоса на варакторном диоде с распадным механизмом ограничения неустойчивости. *ЖТФ*, **86**, №3, 2016, 118-127.

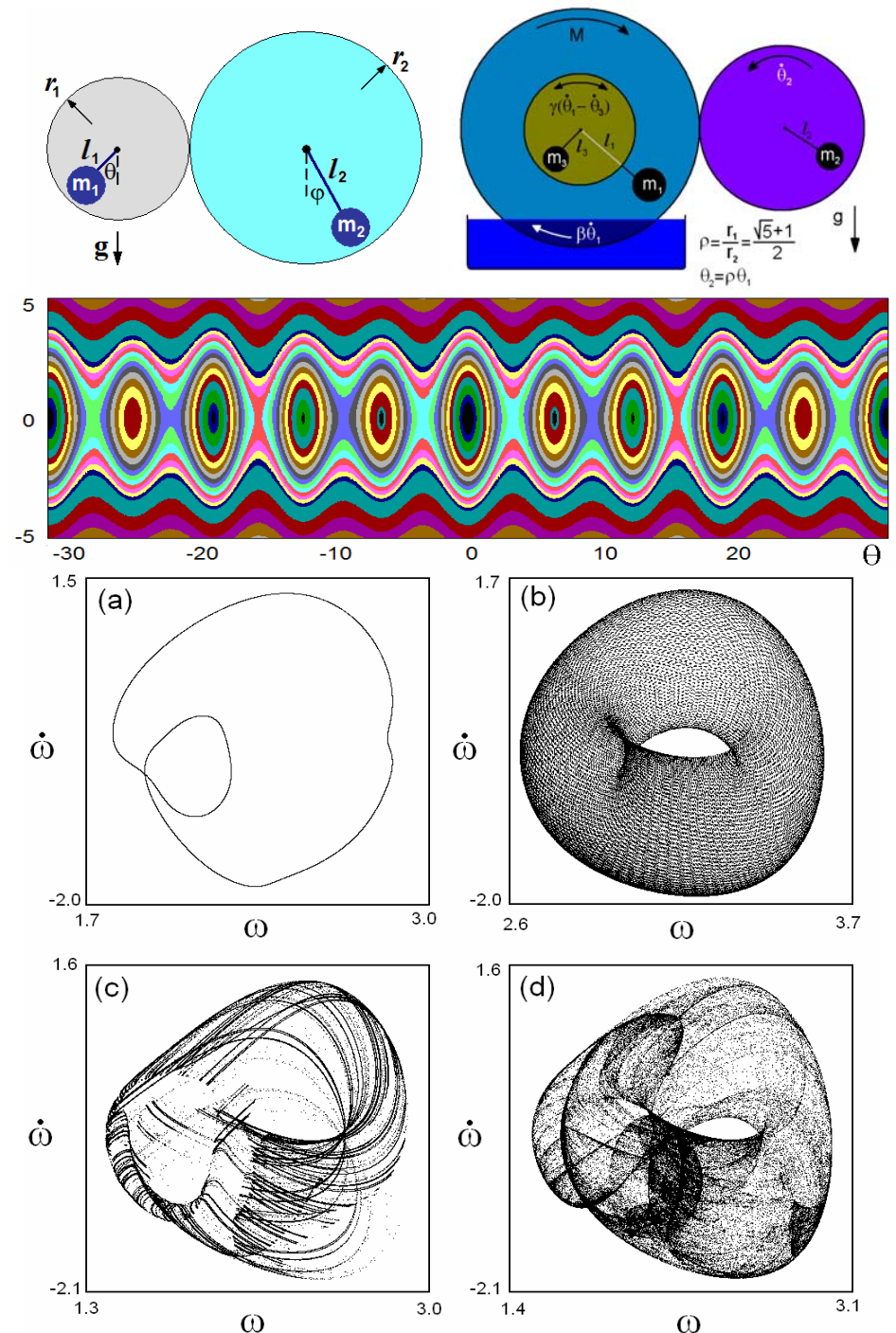
*Кузнецов С.П.* Аттрактор типа Лоренца в электронном параметрическом генераторе и его трансформация при нарушении точных условий параметрического резонанса. *Известия вузов. ПНД*, **24**, 2016, №3, 68-87.



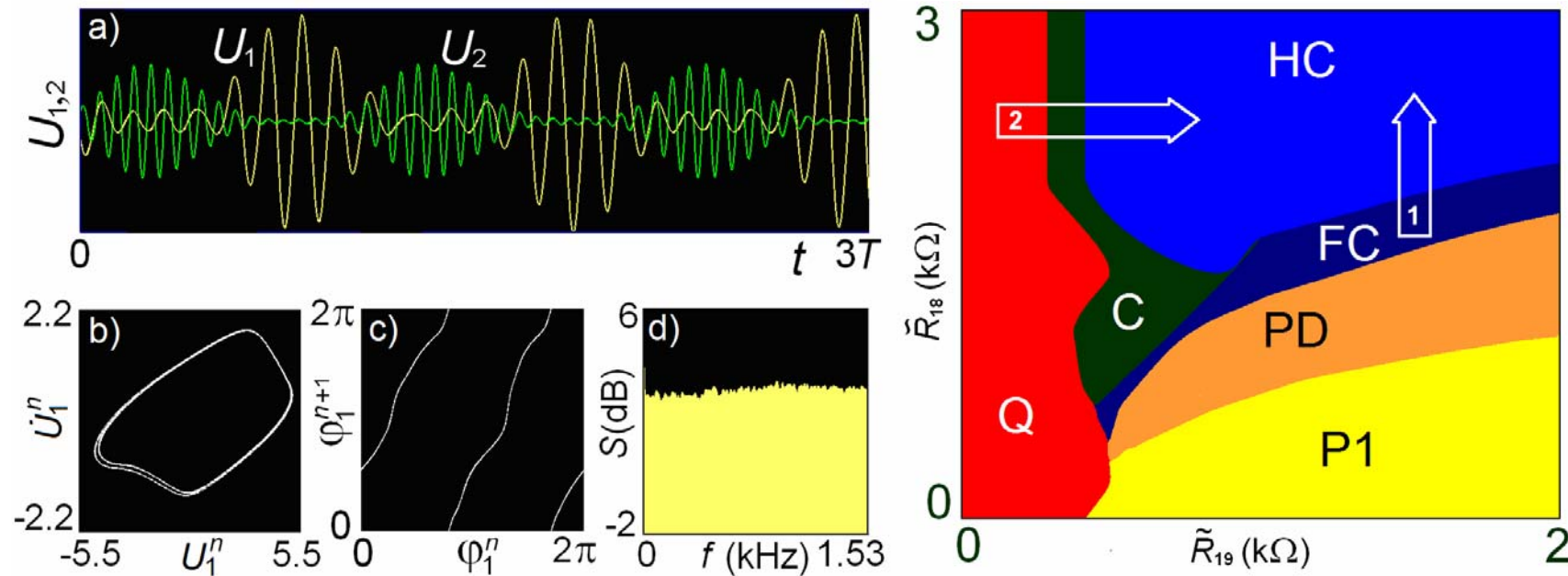
Впервые представлены примеры автономных диссипативных систем, где может реализоваться странный нехаотический аттрактор, грубые квазипериодические колебания и хаос. В системе, составленной из дисков, охваченных фрикционной механической передачей, появление компонент движения с несоизмеримыми частотами обусловлено иррациональным соотношением размеров дисков. Странные нехаотические автоколебания, реализующиеся благодаря приложенному к одному из элементов системы постоянному во времени моменту сил, представляют собой фундаментальный новый динамический феномен.

*Jalnine A.Yu., Kuznetsov S.P.*. Strange nonchaotic self-oscillator. *Europhysics Letters*, **115**, 2016, No 3, 30004.

*Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Седова Ю.В.*. Маятниковая система с бесконечным числом состояний равновесия и квазипериодической динамикой. *Нелинейная динамика*, **12**, 2016, №2, 223–234.



Для экспериментального лабораторного макета неавтономной системы двух попеременно возбуждающихся автогенераторов получены и интерпретированы карты пространства параметров в областях, прилегающих к зоне гиперболического хаоса, сплошной в силу свойства грубости. Один сценарий перехода к грубому хаосу аналогичен бифуркации седлоузла, но вовлекает объекты сложной природы: аттрактор в виде соленоида Смейла – Вильямса и не притягивающее седловое множество сходной структуры. Второй сценарий отвечает переходу от квазипериодической динамики, ассоциирующейся с отображением окружности для угловой переменной, к ситуации наличия двух ветвей – отображению Бернулли. Третий сценарий ассоциируется с ситуацией, когда уход от гиперболического хаоса сопровождается появлением локальных максимумов и минимумов отображения для угловой переменной, тогда как обратный переход осуществляется через бифуркации удвоения периода и гиперболическому хаосу предшествует негрубый хаос типа Фейгенбаума.



Предложена и апробирована методика, позволяющая на основе обработки временных рядов, полученных при численном решении плоской задачи о движении тела эллиптического сечения под действием силы тяжести в несжимаемой вязкой жидкости реконструировать систему обыкновенных дифференциальных уравнений для приближенного описания динамики. Для этого по методу наименьших квадратов подбираются коэффициенты, учитывающие присоединенные массы, силу, обусловленную циркуляцией поля скорости, и силы сопротивления движению. Соответствие конечномерного описания и моделирования на базе уравнений Навье – Стокса проиллюстрировано портретами аттракторов и графиками траекторий в регулярных и хаотических режимах. Найденные коэффициенты позволяют судить о реальном вкладе тех или иных эффектов в динамику тела.

*Борисов А.В., Кузнецов С.П., Мамаев И.С., Тененев В.А.*  
 Описание движения тела эллиптического сечения в вязкой несжимаемой жидкости с помощью модельных уравнений, реконструированных на основе обработки данных. Письма в ЖТФ, 42, 2016, вып. 17, 9-19.

