

Подбор параметров C_0 , k , ω с использованием `dde.Variable()`

Рассматривалась следующая задача:

$$\begin{aligned} iq_t + q_{xx} + |q|^2 q (1 - \alpha |q|^2 + \beta |q|^4) &= 0, \quad x \in [x_L, x_R], \quad t \in [0, t_{max}], \\ q(x, 0) &= q_0(x), \\ q(x_L, t) &= q(x_R, t), \\ q_x(x_L, t) &= q_x(x_R, t), \end{aligned} \tag{1}$$

имеющая решение в виде светлого солитона:

$$\begin{aligned} q(x, t) &= \sqrt{\frac{\mu e^{(x-2kt-x_0)\sqrt{\mu}}}{\left(\frac{1}{2}e^{(x-2kt-x_0)\sqrt{\mu}} + 1\right)^2 - \frac{\alpha_0\mu}{3}e^{2(x-2kt-x_0)\sqrt{\mu}}}} e^{i(kx - \omega t + \theta_0)}, \\ \mu &= 4(k^2 - \omega). \end{aligned} \tag{2}$$

Для (1) была исследована область определения: $x \in [-25, 25]$. В качестве параметров для отладки были взяты: $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $t_{max} = 1$, $\alpha_0 = 0$, $k_{true} = 1$, $\omega_{true} = 0.88$, $x_0 = 0$, $\theta_0 = 0$. C_0 , k , ω делались подбираемыми, их начальные значения принимались равными 1.9, 0.9, 0.8 соответственно.

Нейронная сеть включала в себя следующие слои: один входной слой с 2 нейронами, 2 скрытых слоя, каждый из которых содержал 32 нейрона, и один выходной слой с 2 нейронами. В качестве функции активации был выбран гиперболический тангенс.

Обучение проводилось на протяжении 10000 итераций с использованием оптимизатора Adam.

Рассматривался единственный метод обработки входных и выходных данных. Входные данные обрабатывались с использованием $z = x - C_0 t$. Этот вариант предобработки был выбран в силу схожести с аналитическим решением. Выходные данные обрабатывались с помощью $\cos(kx - \omega t)$ и $\sin(kx - \omega t)$.

Были получены следующие результаты.

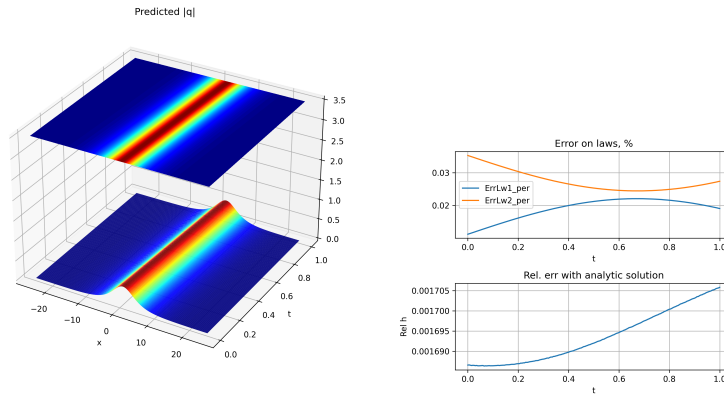


Рис. 1: Результаты обработки данных с использованием $x - C_0 t$ и $\cos(kx - \omega t)$, $\sin(kx - \omega t)$ для случая подбираемых параметров C_0 , k , ω

Обработка входа	Обработка выхода	Lw _{1_{max}}	Lw _{1_{mean}}	Lw _{2_{max}}	Lw _{2_{mean}}	Rel _h
$x - C_0t$	$\cos(kx - \omega t), \sin(kx - \omega t)$	0.0221	0.0191	0.0352	0.0274	0.0017

Таблица 1: Основные метрики