

разработки (например, Visual Studio Code), обеспечение кросс-платформенности, упрощенные процедуры внесения изменений и добавления компонентов в веб-сайт. В отличие от традиционных веб-сайтов, технология SPA добавляет такие интерактивные возможности, как реагирование на перемещение курсора мыши по странице, нажатие клавиш на клавиатуре, предоставление пользователю погодных и игровых web-сервисов [1].

В настоящее время для создания SPA web-сайтов широко применяют фреймворки Angular, React, Ember, Vue. Они существенно упрощают разработку, имеют подробную документацию и большое сообщество пользователей. В качестве примера SPA web-ресурсов можно привести Gmail, Facebook Netflix, AirBnB.

Характерными чертами SPA веб-сайтов является наличие «всплывающей» боковой панели, открытие вспомогательных диалоговых окон, анимационные действия, отображение состояния загрузки информации в реальном времени, push-up уведомления и т. д. Для реализации этих возможностей при создании SPA web-сайтов необходимо применение JavaScript. В основном это осуществляется за счет манипулирования HTML-элементами сайта и их стилями, благодаря чему web-сайт становится «живым» [2].

SPA является оптимальным решением с точки зрения производительности сайтов, которые имеют серверную составляющую. В традиционных web-сайтах сервер частично осуществлял работу по отображению контента на сайте для клиента. В web-сайтах типа SPA эта работа выполняется скриптами JavaScript на устройстве пользователя, а сервер выполняет только обработку запросов и манипулированием данными в базе данных [1], что существенно снижает нагрузку на него.

Таким образом, можно сказать, что веб-сайты типа Single Page Application являются более привлекательными для клиентов в виду наличия возможности внедрения широкого спектра функционала и реализации большого числа дизайнерских решений. При этом SPA не является единственной концепцией создания веб-сайта, она скорее подходит для реализации оригинальных и креативных идей. К основному недостатку SPA web-сайта следует отнести необходимость больших временных затрат при их создании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fink, G. Pro Single Page Application Development Using Backbone.js and ASP.NET / G. Fink, I. Flatow. – Apress, 2014. – 289 p.
2. Введение в JavaScript [Электронный ресурс] // Современный учебник JavaScript. – 2012. – Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/intro>. – Дата доступа: 01.12.2022.

М.А. КНЯЗЕВ, Т.А. КЛИМОВИЧ, Н.Г. БЛИНКОВА
БНТУ (г. Минск, Беларусь)

РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ ФИШЕРА–КОЛМОГорова–ПЕТРОВСКОГО–ПИСКУНОВА

Уравнение Фишера-Колмогорова-Петровского-Пискунова (ФКПП) широко применяется для моделирования процессов самоорганизации и построения структурных формирований в неравновесных открытых системах различной природы в зависимости от механизмов диффузии, скорости роста исследуемой функции (это, например, может быть плотность распределения популяции) и квадратичных конкурентных потерь [1]. В (1+1)-мерном случае уравнение ФКПП имеет вид:

$$u_t = Du_{xx} + au - bu^2, \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии;

a – параметр, определяющий скорость роста функции $u(x,t)$;

b – параметр, характеризующий квадратичные по плотности конкурентные потери; все эти коэффициенты являются константами. Здесь использованы обозначения вида $u_t = \partial u / \partial t$ и т. п. В дальнейшем для простоты вычислений будем считать коэффициенты уравнения ФКПП равными единице.

Такого рода задачи возникают в биофизике, химии, также при изучении проблем экологии. Необходимость повышения точности моделей, в которых используется уравнение ФКПП, обуславливает изучение различных его модификаций. Так, в работе [2] учтены конкурентные потери не только во втором порядке, но также и в третьем, причем их вклад считается существенно нелинейным, а, следовательно, не может быть рассмотрен в рамках теории возмущений. В работе [3] рассмотрено уравнение ФКПП с учетом влияния пространственной неоднородности в системе на скорость роста функции.

В настоящей работе рассмотрено обобщенное уравнение ФКПП, в котором одновременно осуществляется как учет конкурентных членов третьего порядка, так и влияние пространственной неоднородности в системе. Уравнение можно записать в виде

$$u_t - u_{xx} - u + u^2 + u^3 - u_x u = 0. \quad (2)$$

Для решения уравнения (2) использовался прямой метод Хироты решения нелинейных уравнений в частных производных [4]. Однако при построении решения была проведена его некоторая модификация. В частности, для того, чтобы после введения новой зависимой переменной $F(x, t)$ по методу Коула-Хопфа

$$F(x, t) = \sigma (\ln F(x, t))_x, \quad (3)$$

где σ – некоторый параметр, уравнение (2) приняло билинейный (квадратичный) вид, потребовалось использовать дополнительное условие $\sigma^2 + \sigma - 2 = 0$. Данное условие получается, если подставить соотношение (3) в уравнение (2) и потребовать, чтобы кубические (трилинейные) слагаемые в сумме обращались в нуль [5]. Из указанного условия следуют два возможных значения параметра σ : $\sigma = 1$ и $\sigma = -2$. Это, в свою очередь, указывает на то, что уравнение (2) допускает топологически нетривиальные кинкоподобные решения двух видов (если использовать аналогию с солитонами, то это так называемые bright and dark solitons).

Для случая $\sigma = 1$ решение уравнения (2), описывающее одиночный кинк, принимает вид

$$u(x, t) = \frac{k}{2} \left[1 + \tanh \left(\frac{kx - \omega t + \eta^0}{2} \right) \right], \quad (4)$$

где параметры решения k и ω определяются из соотношений: $\omega^2 = -k^2 - 1$ (дисперсионное соотношение) и $k^2 + k - 1 = 0$. Для последующего анализа представляет интерес явно выписать значения параметра k :

$$k_{1,2} = (-1 \pm \sqrt{5}) / 2. \quad (5)$$

Параметр η^0 характеризует начальное положение состояния и без потери общности может быть принят равным нулю. Решение с положительным значением k соответствует bright кинк, а с отрицательным – dark антикинк.

Для случая $\sigma = -2$ решение уравнения (2), описывающее одиночный кинк, принимает вид

$$u(x, t) = -k \left[1 + \tanh \left(\frac{kx - \omega t + \eta^0}{2} \right) \right], \quad (6)$$

где параметры решения k и ω определяются из соотношений: $\omega^2 = -k^2 - 1$ (дисперсионное соотношение) и $4k^2 - 2k - 1 = 0$. Выпишем явно значения параметра k :

$$k_{1,2} = (-1 \pm \sqrt{5})/4. \quad (7)$$

Замечание относительно параметра η^0 остается в силе. Теперь уже отрицательному значению k соответствует bright антикинк, а положительному – dark кинк.

Непосредственной подстановкой можно убедиться, что соотношения (4) и (6) являются решениями уравнения (2).

Сравнение соотношений (5) и (7) показывает, что амплитудные значения топологически нетривиальных решений (4) и (6) одинаковы. Однако фаза меняется более быстро для случая $\sigma = 1$ и эти решения раньше выходят на режим насыщения.

Полученные решения содержат только вклады от составляющей в виде кинка. Присутствующая в решении уравнения (1) солитонная составляющая теперь отсутствует. Таким образом, обобщенное уравнение ФКПП (2) позволяет описывать в среде формирование доменной структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пухов, А.А. Уравнение «реакция-диффузия»: учеб. пособие / А.А. Пухов. – М.: МФТИ, 2014. – 74 с.
2. Блинкова, Н.Г. Решение типа кинка модифицированного уравнения Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова / Н.Г. Блинкова, М.А. Князев // Приборостроение–2020: материалы 13 Междунар. науч.-техн. Конф., 18–20 нояб. 2020 г. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 235–236.
3. Князев, М.А. Топологически нетривиальное решение одной модификации уравнения Фишера–Колмогорова–Петровского–Пискунова / М.А. Князев // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: материалы XIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., 25–26 марта 2021 г. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2021. – С. 218–219
4. Абловиц, М. Солитоны и метод обратной задачи рассеяния / М. Абловиц, Х. Сегур. – М.: Мир, 1987. – 479 с.
5. Князев, М.А. Кинки в скалярной модели с затуханием / М.А. Князев. – Минск: Тэхналогія, 2003. – 115 с.

А.А. КОЗИНСКИЙ

УО БрГТУ, (г. Брест, Беларусь)

МЕТОДЫ ПАКЕТА LIBROSA ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ ЗВУКА

Речевой интерфейс получил широкое распространение в системах, использующих голосовые помощники, синтезаторы речи, анализ и распознавание голоса, клонирование дикции, понимание и интерпретацию речи, голосовые переводчики, речевые экспертные системы на основе акустических характеристик, получивших название «форманта».