

$$\lambda_1 \lambda_1^* D_\beta \Phi + \mu^{-1} 2\lambda_3 \lambda_3^* \hbar^2 \left(i \frac{e}{\hbar c} F_{\alpha\beta} + R_{\alpha\beta} \right) \lambda_1 \Phi^\alpha - \\ - \frac{3}{2} \lambda_3 \lambda_3^* D_\beta \Phi - \mu \lambda_1 \Phi_\beta = 0. \quad (8)$$

Используя второе условие в (2), уравнение (8) упрощаем

$$D_\beta \Phi + \mu^{-1} 2\lambda_3 \lambda_3^* \hbar^2 \left(i \frac{e}{\hbar c} F_{\alpha\beta} + R_{\alpha\beta} \right) \lambda_1 \Phi^\alpha - \mu \lambda_1 \Phi_\beta = 0. \quad (9)$$

Вспоминаем об уравнении (3)

$$\lambda_1 D^\beta \Phi_\beta - \mu \Phi = 0. \quad (10)$$

Параметр λ_1 можно внести в обозначение векторной компоненты $\lambda_1 \Phi_1 \rightarrow \Phi_1$. В результате приходим к уравнениям

$$D^\beta \Phi_\beta - \mu \Phi = 0, \\ D_\beta \Phi - i \frac{\hbar^2}{Mc} (2\lambda_3 \lambda_3^*) \left(\frac{e}{\hbar c} F_{\beta\alpha} + i R_{\beta\alpha} \right) \Phi^\alpha - \mu \Phi_\beta = 0. \quad (11)$$

Уравнения (11) можно переписать так

$$D^\beta \Phi_\beta - \mu \Phi = 0, \\ D_\beta \Phi - \lambda \left(F_{\beta\alpha} + i \frac{\hbar c}{e} R_{\beta\alpha} \right) \Phi^\alpha - \mu \Phi_\beta = 0. \quad (12)$$

Очевидно, что система (12) является более общей, чем системы уравнений для обычной скалярной частицы [2].

В отсутствие электромагнитного поля уравнения (12) упрощаются (напоминаем, что $i\lambda$ – вещественный параметр)

$$D^\beta \Phi_\beta = \mu \Phi, \\ D_\beta \Phi = \left(i\lambda \frac{\hbar c}{e} R_{\beta\alpha}(x) + \mu g_{\beta\alpha}(x) \right) \Phi^\alpha. \quad (13)$$

Это чисто геометрическая модификация теории скалярной частицы в подходе Кокса.

1. Cox, W. Higher-rank representations for zero-spin field theories / W. Cox // J. Phys. A: Math. Gen. – 1982. – Vol. 15, № 2. – P. 627–635.

2. Редьков, В.М. Поля частиц в римановом пространстве и группа Лоренца / В.М. Редьков. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 486 с.

А.А. КРОЩЕНКО

МЕТОДЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Последнее десятилетие в практике использования нейросетевых алгоритмов все большее внимание обращают на себя методы так называемо-

го «глубокого» обучения. При обучении нейронной сети на объемной тренировочной выборке проявляется два существенных недостатка «поверхностных» методов [1]:

1. *Затрудненное обучение нейронной сети с большим количеством слоев.* Для «поверхностных» методов обучения (в частности, метода обратного распространения ошибки) при использовании большого количества слоев весовые параметры первых слоев подвергаются незначительным корректировкам в процессе обучения.

2. *Проблема выбора разумного количества нейронов на каждом слое.* В попытке исправить первый недостаток уменьшают количество слоев, что, учитывая стремление получить сеть, обеспечивающую приемлемый уровень обобщения, приводит к экспоненциальному росту числа нейронов на оставшихся слоях нейронной сети (явление, получившее название «проклятие размерности»).

Методы «глубокого» обучения позволяют решить данные проблемы, изменяя специфику обучения.

Одним из наиболее перспективных подходов «глубокого» обучения является Deep Belief. Сеть, рассматриваемая в рамках данного подхода, называется Deep Belief Network (DBN), и состоит из стека ограниченных машин Больцмана (Restricted Boltzmann Machine).

Сам метод обучения состоит из двух этапов:

1. *Послойная предварительная тренировка DBN без учителя.* Обучение производится с использованием «жадного» алгоритма: следующий слой тренируется на входных данных, преобразованных предыдущими слоями. В качестве методов обучения на данном этапе может использоваться, например, метод Contrastive Divergence [2].

2. *Этап «тонкой» настройки нейронной сети методом обратного распространения ошибки.*

1. Arnold, L. An Introduction to Deep Learning / L. Arnold, S. Rebecchi, S. Chevallier, H. Paugam-Moisy // European Symposium on Artificial Neural Networks. – 2011.

2. Bengio, Y. Learning Deep Architectures for AI / Y. Bengio // Foundations and Trends in Machine Learning 2(1). – 2009. – P. 1-127.

М.Д. БРУЦКИЙ, О.В. МАТЫСИК

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ WEB-САЙТА НА ПРИМЕРЕ УПК «ДЕТСКИЙ САД – НАЧАЛЬНАЯ ШКОЛА № 5 Г. БРЕСТА»

Информационные технологии достигли такого развития, что, пожалуй, не осталось сфер человеческой жизни, не затронутых глобальной сетью Интернет. Гораздо быстрее и удобнее найти нужную информацию в