

ВЕРОЯТНОСТНО-АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

*Е. Д. Филипчик (УО «ГТУ им. Ф. Скорины»)
Научн. рук. Е. И. Сукач,
канд. физ.-мат. наук, доцент*

Свойство 1. Если функция F коммутативна, то алгебра A^* является коммутативной, то есть для любых двух ее элементов P^1 и P^2 выполняется $P^1 * P^2 = P^2 * P^1$.

Свойство 2. Если функция F ассоциативна, то алгебра A^* является ассоциативной, то есть для любых трех ее элементов P^1 , P^2 и P^3 выполняется $P^1 * (P^2 * P^3) = (P^1 * P^2) * P^3$.

Свойство 3. Если компоненты векторов P^1 и P^2 являются положительными и нормированными, то и вектор $P^3 = P^1 * P^2$ также обладает этими свойствами, то есть:

$$\forall k = \overline{1, n} \quad p_k^3 \geq 0 \quad \text{и} \quad \sum_{k=1}^n p_k^3 = 1.$$

Свойство 4. Если состояния исходных устройств являются детерминированными, то и состояние результирующего устройства является детерминированным.

Для недетерминированной операции $*$ структурные коэффициенты алгебры являются произвольными положительными величинами, сумма которых равна 1 и умножению базисных векторов будет соответствовать некоторый вектор $P^k \in R^n$, то есть: $\sigma^i * \sigma^j = P^k$.

Таким образом, при вероятностно-алгебраическом моделировании исследуемая функционально-сложная система представляется композицией Z устройств Y_i , то есть $Z = Y_1 * Y_2 * \dots * Y_m$, ее состояние однозначно определяется состоянием устройств, участвующих в композиции и вероятность нахождения системы в каждом из состояний может быть вычислена с учетом введенных операций.

Пусть SZ_t – состояние исследуемой системы в момент времени t , а $SZ_1, SZ_2, \dots, SZ_{t-1}$ – состояния моделируемой системы в моменты времени $1, \dots, t-1$. Тогда $SZ_t = R(SZ_1, SZ_2, \dots, SZ_{t-1})$, где R – совокупность управляющих правил описывающих динамику модели системы.

Литература

1 Сукач, Е. И. Вероятностно-алгебраический метод моделирования сложных систем / Е. И. Сукач, Д. В. Ратобылская, В. Н. Кулага // Материалы научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2009», Санкт-Петербург, 21–23 октября 2009 г. – СПб., – 2009. – Т.1. – С.187–191.

ВКЛАД ВЫСШИХ ТВИСТОВ В ПРАВИЛЕ СУММ БЪЕРКЕНА

*В. Л. Хандрамай (УО «ГТУ им. Ф. Скорины»)
Научн. рук. О. П. Соловцова,
доктор физ.-мат. наук, доцент*

Изучение высших твистов, играющих ключевую роль в низкоэнергетической области квантовой хромодинамики (КХД), $Q^2 \leq 1+2 \text{ ГэВ}^2$, исключительно важно для понимания мира кварков и глюонов. В настоящее время высокоточные экспериментальные

данные, полученные в лаборатории им. Т. Джефферсона (JLab), по первым моментам структурных функций нуклона Γ_1^p и Γ_1^n [1] дают возможность изучения высших твистов вплоть до $Q^2 \sim 0,05 \text{ ГэВ}^2$. При таких низких энергиях теоретический анализ не может базироваться на теории возмущений (ТВ), поскольку пертурбативный инвариантный заряд α_s обладает нефизическими особенностями, которые и затрудняют применение ТВ. Разработанная Д. В. Ширковым и И. Л. Соловцовым «Аналитическая теория возмущений (АТВ)» [2] (см. последний обзор [3]) устранила трудности применения ТВ в низкоэнергетической области и, как показано в работах [4, 5], открыла новые возможности для изучения вкладов высших твистов и извлечения их значений из экспериментальных данных по первым моментам $\Gamma_1^{p,n}$ структурных функций нуклона. Настоящая работа продолжает исследования, начатые в [5], и посвящена изучению вкладов высших твистов основываясь на экспериментальных JLab данных [1] для правила сумм Бьеркена (ПСБ) [6].

При $Q^2 \gg \Lambda_{\text{КХД}}^2$ ПСБ может быть представлено в виде ряда операторного разложения [7]

$$\Gamma_1^{p,n}(Q^2) = \int_0^1 [g_1^p(x, Q^2) - g_1^n(x, Q^2)] dx = \frac{g_A}{6} [1 - \Delta_{\text{КХД}}(Q^2)] + \frac{\mu_4}{Q^2} + \frac{\mu_6}{Q^4} + \frac{\mu_8}{Q^6} + \dots \quad (1)$$

Лидирующий твист в (1) содержит КХД-поправку $\Delta_{\text{КХД}}(Q^2)$, которая в рамках ТВ выражается в виде ряда по степеням константы связи α_s и на трехпетлевом уровне:

$$\Delta_{\text{КХД}}^{\text{ТВ}}(Q^2) = \frac{\alpha_s}{\pi} + d_1 \left(\frac{\alpha_s}{\pi} \right)^2 + d_2 \left(\frac{\alpha_s}{\pi} \right)^3, \quad (2)$$

где коэффициенты d_1 и d_2 в \overline{MS} -схеме перенормировок для трех активных кварков равны: $d_1 = 3,5833$ и $d_2 = 20,2153$. Очевидно, что из-за нефизических сингулярностей α_s выражение (2) не может быть применено для описания JLab данных в области $0,054 < Q^2 < 2,92 \text{ ГэВ}^2$. В АТВ выражение (2) может быть записано в виде (см. [8])

$$\Delta_{\text{КХД}}^{\text{АТВ}}(Q^2) = \delta_{\text{АТВ}}^{(1)}(Q^2) + d_1 \delta_{\text{АТВ}}^{(2)}(Q^2) + d_2 \delta_{\text{АТВ}}^{(3)}(Q^2). \quad (3)$$

Важно отметить, что $\Delta_{\text{КХД}}$ представляет собой нестепенной ряд по функциям $\delta_{\text{АТВ}}^{(k)}(Q^2)$, которые обладают требуемыми аналитическими свойствами.

Выполненное фитирование вкладов высших твистов из экспериментальных JLab данных [1] показало, что

- применение АТВ-подхода позволяет хорошо описать эти данные вплоть до значений передач импульса $Q \sim 350 \text{ МэВ}$, что, как было проверено, недостижимо в рамках ТВ;

- в АТВ твист μ_4 сохраняет свое значение стабильным в независимости от числа следующих включенных вкладов μ_6, μ_8, \dots , а также числа петель в разложении (3);

- коэффициенты высших твистов μ_6, μ_8, \dots в АТВ существенно меньше соответствующих коэффициентов в ТВ и убывают значительно быстрее, чем в ТВ.

Таким образом, установлено, что использование АТВ для правила сумм Бьеркена позволяет получать из экспериментальных данных надежную информацию о вкладе высших твистов в той области, где стандартные методы ТВ уже неприменимы.

Литература

1 Deur, A. Experimental study of isovector spin sum rules / A. Deur et al, // Phys. Rev. D. – 2008. – Vol. 78. – P. 032001.

2 Shirkov, D. V. Analytic model for the QCD running coupling with universal alpha-s (0) value / D. V. Shirkov, I. L. Solovtsov // Phys. Rev. Lett. – 1997. – Vol. 79. – P. 1209–1212.

3 Shirkov, D. V. Ten years of the Analytic Perturbation Theory in QCD / D. V. Shirkov, I. L. Solovtsov // *Theor. Math. Phys.* – 2007. – Vol. 150. – P. 152–176.

4 Nucleon spin structure and pQCD frontier on the move / R. S. Pasechnik, D. V. Shirkov, O. V. Teryaev, O. P. Solovtsova, V. L. Khandramai // *Phys. Rev. D.* – 2008. – Vol. 81. – P. 016010.

5 Pasechnik, R. S. Bjorken Sum Rule and pQCD frontier on the move / R. S. Pasechnik, D. V. Shirkov, O. V. Teryaev // *Phys. Rev. D.* – 2008. – Vol. 78. – P. 071902.

6 Bjorken, J. D. Applications of the Chiral $U(6) \times (6)$ Algebra of Current Densities / J. D. Bjorken // *Phys. Rev.* – 1966. – Vol. 148. – P. 1467–1478.

7 Kuhn, S. E. Spin Structure of the Nucleon - Status and Recent Results / S. E. Kuhn, J. P. Chen, E. Leader // *Prog. Part. Nucl. Phys.* – 2009. – Vol. 63. – P. 1–50.

8 Milton, K. A. The Bjorken sum rule in the analytic approach to perturbative QCD / K. A. Milton, I. L. Solovtsov, O. P. Solovtsova // *Phys. Lett. B.* – 1998. – Vol. 439. – P. 421–427.

ВОЗМОЖНОСТИ WEB-САЙТА КАФЕДРЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА» В ОБЛАСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А. И. Харитоненко (УО «ГГУ им. Ф. Скорины»)

Научн. рук. А. А. Ючко,

ассистент

Рассмотрим некоторые особенности дистанционной системы обучения: а) технологичность – обучение с использованием современных программных и технических средств делает электронное образование более эффективным; б) доступность и открытость обучения – возможность учиться удалена от места обучения, не покидая свой дом или офис; в) индивидуальность систем дистанционного обучения.

Возможности, реализованные в дистанционной системе обучения:

– регистрация: реализована система регистрации с разделением на классы пользователей с определенными наборами прав доступа. Есть возможность регистрировать пользователей по приглашениям;

– разграничение прав доступа: весь учебный материал разделен по учебным курсам, доступ к которым будут иметь определенные группы пользователей. Благодаря групповой политике, разграничивающей права доступа, удастся обеспечить сохранность информации;

– управление курсами: для пользователей, имеющих соответствующие права, есть возможность создавать новые курсы и редактировать уже имеющиеся;

– автоматизированный контроль знаний предусматривает тестирование слушателей курса в режиме «онлайн», что намного упрощает проверку текущей успеваемости и дает возможность преподавателю более рационально использовать свое время, вопросы;

– контроль успеваемости: средства контроля знаний в наглядной форме демонстрируют текущую успеваемость, что дает возможность корректировать программу под конкретного пользователя;

– возможность выполнения лабораторных работ с последующей их оценкой: пользователю предоставляются задания, отчеты о выполнении которых он сможет отсылать в электронном виде на сайт.

Литература

1 Eckel, B. *Thinking in Java*, 2nd edition / B. Eckel, – Mn. : Elecer, 2001. – 134–302 с.