index, h^2-index, e-index, m-index, m-Quotient, r-index, ar-index, hw-index, hg-index, q^2-index [4, 5] основаны на прямой цитируемости и не включают в себя импакт-фактор журнала.

В отличие от индекса Хирша, АБ-индекс основан не на фактической цитируемости публикаций выделенного автора, которая может расти со временем, а на импакт-факторе журнала в год публикации. С одним из пониманий общей текущей ситуации наукометрии, ее применимости и использовании можно ознакомиться в Лейденском манифесте для наукометрии [6].

Автор благодарен проф. К.М. Арынгазину за обсуждения смысловой, ценностно- и профессионально ориентированной педагогики, которые привели к пониманию применения АВ-индекса.

Литература:

1. О.В. Москалева, М.К. Акоев. Наукометрия: немного истории и современные российские реалии // Управление наукой, теория и практика. 2019. No 1.

2. Игра в цыфирь, или как теперь оценивают труд ученого (сборник статей о библиометрике). — М.: МЦНМО, 2011 — 72 с.

3. К.М. Арынгазин, Введение в смысловую педагогику, - Караганда, Изд. КРУ, 2005. - 407 с.

4. И. Стерлигов, А. Аникеева, Наукометрический минимум для ученого // Академическая среда, 05, 06, 2015.

5. А.В. Цыганов, Краткое описание наукометрических показателей, основанных на цитируемости // Управление большими системами, 2013, Спец. вып. 44, с. 248-261.

6. Diana Hicks, Paul Wouters, Ludo Waltman, et al., Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics // Nature, 2015, 520, -429-431.

УДК 530.12

КВАДРАТИЧНЫЙ ЛАГРАНЖИАН ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ДИРАКА

Архипов В.В.[1], Кудусов А.С.[2]
[1]Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия,
arkhipov.vv@mipt.ru
[2]Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан, akudusov@mail.ru

Ниже мы предлагаем квадратичную по производным форму лагранжиана для дираковского уравнения свободной частицы. Эта задача возникла из проблемы описания спиноров в терминах расширенного внешнего исчисления [1], позволяющего формулировать теоретико-полевые модели на языке когомологических теорий поля. Надо отметить, что в последние десятилетия теория когомологий, в применении к теории поля, утвердилась как один из полезнейших инструментов, позволяющий выявлять скрытые симметрии, строить топологических инварианты и многое другое.

Суть упомянутого выше расширения аппарата внешнего исчисления заключается в его обобщении до действия на *(p,q)*-формах вида

$$\omega = \frac{1}{p!q!}\omega^{j_1 \dots j_q}_{i_1 \dots i_p} dx^1 \wedge \dots \wedge dx^p \ \partial_1 \wedge \dots \wedge \partial_p ,$$

определенных одновременно на касательном и кокасательном расслоениях многообразия [2]. Соответственно расширяется набор дифференциальных операторов, образующих не замкнутую алгебру над пространством *(p,q)*-форм.

Поля материи, в когомологическом подходе, рассматриваются как дифференциальные формы, из которых могут быть построены скаляры с помощью внутреннего произведения вида

$$\left(\varphi^*, \phi\right) = \int \varphi^+ \wedge \hat{*}\phi ,$$

где $\hat{*}$ - обозначение оператора Ходжа. Таким образом, например, действие «скалярное поле + электромагнитное поле», чей лагранжиан имеет вид

$$\mathcal{L} = g^{\mu\nu}(\partial_\mu \phi^* - ieA_\mu \phi^*)(\partial_\nu \phi + ieA_\nu \phi) - m^2 \phi^* \phi - \frac{1}{16\pi} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} , \qquad (1)$$

может быть представлено в виде суперпозиции внутренних квадратов самих полей, внешних дифференциалов полей и вторых дифференциалов базисных векторных полей:

$$S = \frac{1}{2}(d\phi^+, d\phi) - \frac{1}{2} m^2 (\phi^+, \phi) - \frac{1}{16\pi}(d^2 e^A, d^2 e_A) . \qquad (2)$$

Заметим, что при обобщении внешнего исчисления свойство нильпотентности внешнего дифференциала $d^2 = 0$ сохраняется только для подпространства *(p,0)*-форм. Аналогичным образом может быть представлено действие Эйнштейна-Гильберта [1].

Непосредственно применить тот же подход к лагранжианам спинорных полей оказывается невозможным. Очевидной причиной этого является то, что производные по координатам, которые в когомологическом подходе трансформируются во внешние дифференциалы, входят в лагранжиан в первой степени:

$$\mathcal{L} = \frac{i}{2}\left[\overline{\psi}\gamma^\mu (\partial_\mu \psi) - (\partial_\mu \overline{\psi})\gamma^\mu \psi\right] - m\overline{\psi}\psi . \qquad (3)$$

Таким образом, мы имеем дело с комбинацией четырехкомпонентного скалярного (относительно преобразований пространства-времени) поля и четырехкомпонентной дифференциальной 1-формы. Построить из них 4-форму, которой является по своей сути действие любого поля, оказывается невозможным [3]. В принципе, можно попробовать «изобрести» новый оператор, меняющий ранг дифференциальных форм, взяв за основу матрицы Дирака γ^μ. Собственно, они связаны с оператором спина (момента импульса) и в этом смысле имеют «равные права» с импульсом и, как следствие, с частными производными ∂_μ. Однако γ^μ действуют только во внутреннем пространстве, «вращая» спинор. То есть, по своей геометрической принадлежности, γ^μ ближе к калибровочному полю A_μ в (1), чем к производной ∂_μ. Руководствуясь этими соображениями, нам удалось представить дираковский лагранжиан (3) свободного фермиона в следующем эквивалентном виде

$$\mathcal{L} = \frac{g^{\mu\nu}}{2}\left[\left(\overline{D}_\mu \overline{\psi}\right)\left(D_\nu \psi\right) - \left(\partial_\mu \overline{\psi}\right)\left(\partial_\nu \psi\right)\right] - m^2 \overline{\psi}\psi , \qquad (4)$$

имеющим структуру сходную со структурой квадратичных лагранжианов бозонов [4]. Здесь введены обобщенные производные,

$$D_\nu \psi^a = \partial_\nu \psi^a + img_{\beta\nu}\gamma_b^{\beta a}\psi^b , \qquad \overline{D}_\mu \overline{\psi}_a = \partial_\mu \overline{\psi}_a - img_{\alpha\mu}\overline{\psi}_c \gamma_a^{\alpha c} ,$$

действующие совершенно аналогично ковариантным производным, возникающим при включении взаимодействия с электромагнитным полем $D_\nu = \partial_\nu + ieA_\nu$. Было бы очень интересно выяснить, насколько далеко можно провести эти параллели, но такой анализ, конечно, вышел бы далеко за рамки краткого сообщения.

В принципе, сравнение (4) с (1) обещает возможность переписать (4) в виде (2), что полностью решает сформулированную в начале проблему.

Список литературы:

1. Arkhipov V.V. Aringazin A.K. and Kudussov A.S. On the Structure of Cohomological Models of Electrodynamics and General Relativity // Eurasian Physical Technical Journal. 2021, Vol. 17, No 2. – P.146-152.
2. Hehl F.W. and Obukhov Y.N. Foundations of classical electrodynamics : charge, flux, and metric. - Springer Science+Business Media New York, 2003. - 410p.
3. Arkhipov V.V. Minimal Cohomological Model of a Scalar Field on a Riemannian Manifold // *Russ. Phys. J.*, 2018., Vol. 60, No 12. - P.2051-2063.
4. Шварц А.С. Квантовая теория поля и топология. М: ЛЕНАНД, 2017. – 400с.

УДК 523.2

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА И ДАЛЕКИЙ КОСМОС» С ТОЧКИ СОВРЕМЕННОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

Кадырова А.А.
(научный руководитель к.ф.-м.н. Кудусов А. С.)
Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан
aisha_kadyrova@mail.ru

В данной статье изложен материал по теме «Солнечная система и далекий космос» с точки современной космологической картины мира. Предоставлена более обновленная информация по Солнечной системе и далекому космосу. Данный материал поможет подготовиться учителям к сдаче квалификационного экзамена, а также разработан факультативный курс по астрономии в средней школе.

О происхождении и эволюции Вселенной люди начали задумываться ещё в глубокой древности. Первоначально люди объясняли процесс сотворения наблюдаемого мира действием сверхъестественных сил - богов. Эпоха Возрождения и буржуазные революции привели к значительному уменьшению влияния религии на мировоззренческие взгляды людей. Последние пять веков ученые стараются объяснить процесс эволюции Вселенной с помощью естественных законов физики, химии [1].

Изначально в древние времена люди знали очень ограниченный список астрономических объектов: Земля, Луна, 5 планет Солнечной Системы и “неподвижные” звезды. Наблюдаемое движение Солнца, Луны и планет по земному небу привело к ошибочному мнению, что Земля является центром Солнечной Системы и всей Вселенной. Подобная мировоззренческая система получила название геоцентрическая система мира. Лишь более тщательные наблюдения за движением небесных тел в дальнейшем позволили выяснить, что центром Солнечной Системы является Солнце, а вокруг Земли вращается только Луна. Подобная система называется гелиоцентрической.

В настоящее время астрономия развивается необычными темпами. С появлением новых методов и средств исследования поток информации из космоса резко вырос, и открытия в изучении мира открываются одно за другим. Этому открытию уделяется особое внимание, так как фундаментальные знания о природе дают нам астрономию, то есть раскрывают самые глубокие обобщенные законы движения и строения материи[2]. Таким образом, астрономия занимает особое место в формировании у учащихся правильных взглядов на научное творение. Поэтому большое значение имеет качественное преподавание астрономии в школах. В последнее время в стране увеличилось количество областей знаний, не имеющих научной основы. Например, астрология, парапсихология, магия и т.д. И чтобы эти направления не имеющие как таковой научной основы, не исказили понимании нашей молодежи, необходимо преподавание предметов естественных наук, в том числе и астрономии.

В помощь учителя разработан факультативный курс «Солнечная система и далекий космос» и имеется тематический план[3,4]: