

А. Н. Сисакян, О. Ю. Шевченко, О. Н. Иванов

Правила сумм как ключевые тесты для SIDIS-данных

Извлечение поляризованных кварковых и глюонных распределений является основной задачей экспериментов по полунклюзивному глубоконеупругому рассеянию (semi-inclusive deep inelastic scattering — SIDIS) с поляризованным пучком и мишенью. Особенно важны для SIDIS-экспериментов вопросы, касающиеся вкладов в спин нуклона странных кварков и глюонов, а также доля легких морских кварков и возможность реализации для них сценария несимметричного моря. Действительно, в настоящее время хорошо известно, что в неполяризованном случае море легких кварков существенно несимметрично, так что возникает вопрос: реализуется ли аналогичная ситуация в поляризованном случае, т. е. равна ли поляризованная плотность $\Delta\bar{u}$ плотности $\Delta\bar{d}$?

Для поляризованных кварковых распределений, извлеченных в SIDIS-экспериментах, важнейшими теста-

ми являются правила сумм, основанные на $SU_f(2)$ - и $SU_f(3)$ -симметриях. Если $SU_f(3)$ -симметрия является приближенной, то $SU_f(2)$ -симметрия может рассматриваться как почти точная, так же как и соответствующее ей правило сумм — правило сумм Бьёркена.

В работах [1] и [2] анализируется, до какой степени результаты современных SIDIS-экспериментов находятся в согласии с предсказаниями правил сумм. В то время как в работе [1] такой анализ проводился для правила сумм, основанного на $SU_f(3)$ -симметрии, в работе [2] мы сконцентрировались на правиле сумм Бьёркена.

В работе [2] были проанализированы кварковые распределения, полученные коллаборациями SMC и HERMES. Было показано, что если результаты SMC для первых моментов поляризованных кварковых распределений Δ_{1q} находятся в хорошем соответствии с прави-

A. N. Sissakian, O. Yu. Shevchenko, O. N. Ivanov

Sum Rules as the Key Tests for SIDIS Data

The extraction of the polarized quark and gluon densities is the main task of the SIDIS experiments with the polarized beam and target. Of special importance for modern SIDIS experiments are the questions of strange quark and gluon contributions to the nucleon spin, and also the sea quark share, as well as the possibility of broken sea scenario. Indeed, it is known that the unpolarized sea of light quarks is essentially asymmetric, and, thus, the question arises of whether an analogous situation occurs in the polarized case; i. e., whether the polarized density $\Delta\bar{u}$ is equal to $\Delta\bar{d}$.

The crucial tests for the polarized quark distributions extracted from the SIDIS data are the sum rules dictated by the $SU_f(2)$ and $SU_f(3)$ symmetries. While the $SU_f(3)$ symmetry (and, as a consequence, the respective sum rule) is

rather approximate, the $SU_f(2)$ symmetry may be regarded as almost exact, as well as the respective sum rule — the Bjorken sum rule.

In papers [1] and [2] it was analyzed to what extent the results of modern polarized SIDIS experiments are in agreement with the sum rule predictions. While in Ref. [1] such an analysis was performed with respect to the sum rule based on the $SU_f(3)$ symmetry, in paper [2] we concentrated on the Bjorken sum rule.

In [2] the polarized quark distributions obtained by the SMC and HERMES collaborations were analyzed. It was shown that, while the SMC results for the first moments Δ_{1q} are in good agreement with the Bjorken sum rule, the respective HERMES results are inconsistent with this important sum rule. The reasons for this contradiction and the way

лом сумм Бьёркена, то соответствующие результаты коллаборации HERMES сильно противоречат этому важнейшему правилу сумм. Были показаны причины этого противоречия и пути выхода из него. В работе [2] также подчеркивается, что ситуация, возникающая с некорректным анализом HERMES-данных, может служить наглядным примером для других SIDIS-экспериментов, в частности, для эксперимента COMPASS. С одной стороны, нижняя граница по бьёркеновскому x должна быть как можно меньше, чтобы достигнуть максимальной точности для первых моментов. С другой стороны, чрезвычайно важно максимально увеличить среднее значение Q^2 , чтобы был применим простой анализ в лидирующем порядке (leading order — LO) КХД. В противном случае до тех пор, пока SIDIS-асимметрии будут измеряться при среднем значении Q^2 порядка, достигнутого HERMES, 2,5 ГэВ², LO-анализ будет недостаточен и потребуются анализ в следующем за лидирующим порядке (next to leading order — NLO) КХД, чтобы получить корректные распределения, согласующиеся с фундаментальными ограничениями, диктуемыми правилами сумм.

to improve the situation were discussed. It was also stressed in [2] that the situation with incorrect analysis of the HERMES data might serve as a good lesson for other polarized SIDIS experiments, in particular, for the COMPASS experiment. On the one hand, the low x_B boundary should be as small as possible to achieve the maximum accuracy for the first moments. On the other hand, it is extremely desirable to maximize the average Q^2 value for the simple LO analysis to become applicable. Otherwise, while the SIDIS asymmetries are measured at average Q^2 , which is still about the HERMES value 2.5 GeV², the LO analysis is not sufficient and NLO analysis is necessary to get reliable polarized distributions consistent with the fundamental restrictions, such as the Bjorken sum rule.

In paper [2] the possibility of broken polarized sea scenario was also analyzed. It was shown that, if at least the published HERMES results for the valence quark distribu-

В работе [2] была также проанализирована возможность реализации несимметричного сценария для поляризованного моря легких кварков. Было показано, что если по крайней мере опубликованные результаты HERMES для валентных кварковых распределений близки к реальным (удовлетворяющим истинному эквиваленту правила сумм Бьёркена), то применение эквивалента правила сумм Бьёркена, записанного в терминах валентных и морских кварковых распределений, приводит к интересному результату

$$\Delta_1 \bar{u} - \Delta_1 \bar{d} = 0,235 \pm 0,097,$$

т. е. величина $\Delta_1 \bar{u} - \Delta_1 \bar{d}$ отличается от нуля (2,42 стандартных отклонения) и, таким образом, поляризованное море легких кварков является существенно несимметричным.

Список литературы

1. Leader E., Stamenov D. // Phys. Rev. D. 2003. V. 67. P. 037503.
2. Sissakian A., Shevchenko O., Ivanov O. // Phys. Rev. D. 2003. V. 68. P. 031502(R).

tions are close to the real ones (satisfying the real equivalent of the Bjorken sum rule), application of the equivalent of the Bjorken sum rule written in terms of the valence and sea quarks leads to a rather amazing result

$$\Delta_1 \bar{u} - \Delta_1 \bar{d} = 0.235 \pm 0.097;$$

i. e., the quantity $\Delta_1 \bar{u} - \Delta_1 \bar{d}$ we are interested in is not zero, as compared to the total error (2.42 standard deviations), and the polarized sea of light quarks is asymmetric, with respect to u and d quark polarized distributions.

References

1. Leader E., Stamenov D. // Phys. Rev. D. 2003. V. 67. P. 037503.
2. Sissakian A., Shevchenko O., Ivanov O. // Phys. Rev. D. 2003. V. 68. P. 031502(R).