

## Report on the project

"Probing the Deuteron short-range Spin Structure in the (d,p) reactions using polarized deuteron beam at Nuclotron-M (DSS)"

The study of the spin effects in hadronic reactions at intermediate and high energies with participation of the deuteron has great interest. The spin observables are critically sensitive to the manifestation of the relativistic effects in the composite systems, for which it is necessary to build the realistic theory of nucleon-nucleon interaction. It is very important also the study of the such phenomena at intermediate energies where three-nucleon forces or reaction mechanisms involving more than two nucleons into the interaction are playing a role. At high energies such studies can be sensitive to the transition from the ordinary nuclear matter consisting of the nucleons and mesons to the state where the QCD fundamental degrees of freedom (quarks and gluons) play a dominant role. The goal of the DSS project is the study of the spin effects in the deuteron induced reactions at intermediate and high energies at Nuclotron. These data will allow to obtain new information important for the mentioned above problems.

The experimental program of the DSS project includes the measurements of the deuteron analyzing powers in deuteron-proton elastic scattering and deuteron-proton exclusive breakup at the internal beam. In 2016-2017 the collaboration performed the unique measurements of the energy dependence of the analyzing powers  $A_y$ ,  $A_{yy}$  and  $A_{xx}$  in dp-elastic scattering at the angular range  $60^\circ$ - $140^\circ$  in cms. New data are sensitive to the short-range spin structure of the deuteron where the manifestation of the strong relativistic effects and non-nucleonic degrees of freedom are expected. At the same time new relativistic approach taking into account the  $\Delta$ -isobar excitation in the intermediate state has been developed to describe the obtained experimental data. In parallel the collaboration developed efficient deuteron beam polarimeter and performed first measurement of the proton beam polarization at Nuclotron.

In the next period collaboration plans to perform the measurements of the deuteron and proton analyzing powers in dp- and pd- elastic scattering at the intermediate energies where the polarization observables are sensitive to the spin structure of the three-nucleon forces. The additional advantage of the experimental program is the possibility to study the dp- non-mesonic breakup in different kinematical configurations sensitive to the relativistic effects.

The collaboration has very good experience in the performing of the polarization experiments at intermediate and high energies. The significant part of necessary for the experiment equipment already exists (setup at internal target). The required resources for the setup upgrade are adequate to the planned results and allow to create the base for the further investigations in spin physics at NICA. The participation of the physicists from countries-participant and Japan is very important.

I propose to approve the project for 2019-2021 years with the first priority.

Prof. V.V.Burov

E-mail: [burov@theor.jinr.ru](mailto:burov@theor.jinr.ru)

## Отзыв на проект

"Изучение спиновой структуры дейтрона на малых расстояниях ( $d,p$ ) реакциях с использованием пучка поляризованных дейтронов на Нуклотрон-М (DSS)"

Исследование спиновых эффектов в адронных реакциях при промежуточных и высоких энергии с участием дейтрона представляет большой интерес. Спиновые наблюдаемые критически чувствительны к проявлению релятивистских эффектов в составных системах, для которых необходимо построить реалистическую теорию нуклон-нуклонного взаимодействия. Очень важно также изучение этих явлений в области промежуточных энергий, где играют роль трехнуклонные силы или механизмы реакций с участием более двух нуклонов во взаимодействии. При высоких энергиях такие исследования могут быть чувствительны к переходу от обычного ядерного вещества, состоящего из нуклонов и мезонов, в состояние, где фундаментальные степени свободы QCD (кварки и глюоны) играют доминирующую роль. Целью проекта DSS является изучение спиновых эффектов в реакциях, индуцированных дейтроном при промежуточных и высоких энергиях в Нуклотроне. Эти данные позволят получить новую важную информацию для упомянутых выше проблем.

Экспериментальная программа проекта DSS включает измерения дейтронных анализирующих способностей дейтрон-протонного упругого рассеяния и дейтрон-протон эксклюзивного развала на внутреннем пучке. В 2016-2017 гг. сотрудничество выполнило уникальные измерения энергетической зависимости анализирующих мощностей  $A_y$ ,  $A_{yy}$  и  $A_{xx}$  в  $dp$ -упругом рассеянии в угловом диапазоне  $60^\circ$ - $140^\circ$  в с.ц.м. Новые данные чувствительны к короткодействующей спиновой структуре дейтрона, где ожидаются проявления сильных релятивистских эффектов и неядерных степеней свободы. В то же время для описания полученных экспериментальных данных разработан новый релятивистский подход, учитывающий возбуждение  $\Delta$ -изобары в промежуточном состоянии. Параллельно был разработан эффективный поляриметр пучка дейтронов и проведено первое измерение поляризации пучка протонов на Нуклотроне.

На следующий период запланировано проведение измерений дейтронных и протонных анализирующих мощностей в  $dp$  - и  $pd$ - упругом рассеянии при промежуточных энергиях, где поляризационные наблюдаемые чувствительны к спиновой структуре трехнуклонных сил. Дополнительным преимуществом экспериментальной программы является возможность изучения  $dp$ - безмезонного развала в различных кинематических конфигурациях, чувствительных к релятивистским эффектам.

Сотрудничество имеет очень хороший опыт в проведении поляризационных экспериментов при промежуточных и высоких энергиях. Значительная часть необходимого для эксперимента оборудования уже существует (установка на внутренней мишени). Необходимые ресурсы для модернизации установки соответствуют запланированным результатам и позволяют создать базу для дальнейших исследований по спиновой физике на NICA. Участие физиков из стран-участниц и Японии очень важно.

Предлагаю принять проект на 2019-2021 гг. с первым приоритетом.

Проф. В.В. Буров

Е-майл: [burov@theor.jinr.ru](mailto:burov@theor.jinr.ru)