

А. И. Малахов

Участие ОИЯИ в проекте СВМ на FAIR

В 2010 г. в ОИЯИ был утвержден новый проект «Сжатая барионная материя» — СВМ (Compressed Baryonic Matter experiment) на создаваемом в Германии (Дармштадт) международном ускорительном комплексе FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research). Руководителями проекта со стороны ОИЯИ являются А. И. Малахов и В. В. Иванов.

В области наивысшей барионной плотности и умеренных температур фазовая диаграмма КХД изучена не достаточно хорошо. Самая высокая барионная плотность ожидается для ядерных столкновений в области энергий пучка между 10 и 40 А·ГэВ. В эксперименте СВМ планируется просканировать этот энергетический диапазон с целью получения информации по следующим проблемам: модификация адронов в плотной материи; указания на фазовый переход (деконфаймент) при высокой барионной плотности; поиск критической точки, являющейся прямым доказательством существования фазовой границы; экзотические состоя-

ния материи, как, например, конденсат странных частиц. В эксперименте СВМ должны измеряться одновременно наблюдаемые величины, которые чувствительны к эффектам высокой плотности и фазовым переходам.

В частности, экспериментальная программа сфокусирована на исследованиях короткоживущих векторных мезонов (например, ρ -мезон), которые распадаются на электрон-позитронные пары (эти пробники несут неискаженную информацию о плотных фаерболах); барионов (антибарионов), содержащих более чем один странный (антистранный) кварк и называемых мульти-странными гиперонами (Λ , Ξ , Ω); мезонов, содержащих чармованные или античармованные кварки (D , J/Ψ); коллективных потоков всех наблюдаемых частиц; флуктуаций от события к событию.

В эксперименте СВМ будут определяться пространственные распределения, центральность и плоскость реакции множественных частиц. Например, ис-

A. I. Malakhov

JINR Participation in the CBM Project at FAIR

In 2010, a new project was approved at JINR — the Compressed Baryonic Matter experiment (CBM) — at the international accelerator complex FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) developed in Darmstadt, Germany. The leaders of the project on the JINR side are A. Malakhov and V. Ivanov.

The QCD phase diagram is not studied well enough in the region of the highest baryon density and moderate temperature. The highest baryon density for nuclear collisions is expected in the beam energy range between 10 and 40 A·GeV. The CBM experiment intends to scan this energy range to obtain information on the following aspects: hadron modification in dense matter; indications of a phase transition (deconfinement) at high baryon density; search for the critical point that is a direct proof of existence of the phase border; exotic state of matter, such as the condensate of strange particles. The CBM experiment is to measure si-

multaneously the observed values that are sensitive to the high density effects and phase transitions.

In particular, the programme of the experiment is focused on the following studies: short-lived vector mesons (for example, ρ mesons) that decay into electron-positron pairs (these probes carry undistorted information on dense fireballs); baryons (antibaryons) that contain more than one strange (antistrange) quark and so-called multi-strange hyperons (Λ , Ξ , Ω); mesons that contain charm and anticharm quarks (D , J/Ψ); collective fluxes of all observed particles; fluctuations from event to event.

The CBM experiment will determine space distributions, the centrality and the reaction plane of multiple particles. For example, studies of collective fluxes of charmonium and multistrange hyperons will cast light on the production of these rare probes in the dense baryonic matter.

следование коллективных потоков чармония и мульти-странных гиперонов прольет свет на образование этих редких пробников в плотной барионной материи.

Одновременное измерение различных частиц позволяет выполнить исследования перекрестных корреляций. Этот эффект открывает новую перспективу для экспериментального исследования ядерной материи при экстремальных условиях.

В реализацию проекта включились 17 стран-участниц ОИЯИ. В новом проекте заняты около 60 сотрудников ОИЯИ из Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ), Лаборатории информационных технологий (ЛИТ) и Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП). В настоящее время ведутся работы по моделированию параметров установки, подготовке физической програм-

мы и разработке детекторов. Создание в ОИЯИ оборудования для эксперимента в основном планируется в рамках российского вноса в проект FAIR.

Установка СВМ представляет собой магнитный спектрометр, оборудованный самыми современными детекторами. Причем предполагается две моды работы установки: «электронная + адронная» (рис. 1) и «мюонная» (рис. 2).

Специалисты из ОИЯИ участвуют в разработке и создании сверхпроводящего дипольного магнита (группа Е. А. Матюшевского, ЛФВЭ), кремниевой трековой станции на основе стриповых кремниевых детекторов (группа Ю. А. Мурина, ЛФВЭ), детекторов переходного излучения (группа Ю. В. Заневского, ЛФВЭ), мюонных камер (группа В. Д. Пешехонова, ЛФВЭ).

Рис. 1. Общий вид установки СВМ («электронная + адронная» мода). STS — кремниевая трековая станция; RICH — черенковский счетчик; TRD — детекторы переходного излучения; TOF — времяпролетные детекторы; ECAL — электромагнитный калориметр; Dipole magnet — сверхпроводящий дипольный магнит; Target — мишень

Fig. 1. The general layout of the CBM facility (electron-hadron mode). STS — a silicon track station; RICH — a Cherenkov counter; TRD — transition radiation detectors; TOF — time-of-flight detectors; ECAL — an electromagnetic calorimeter; Dipole magnet — a superconducting dipole magnet

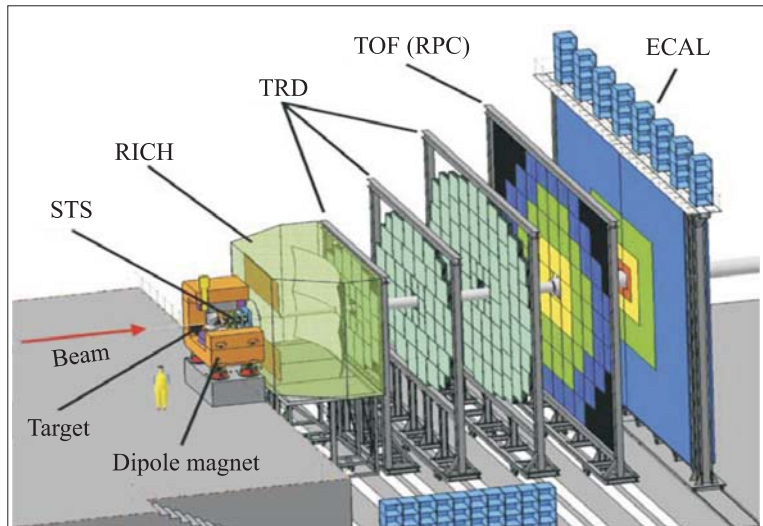
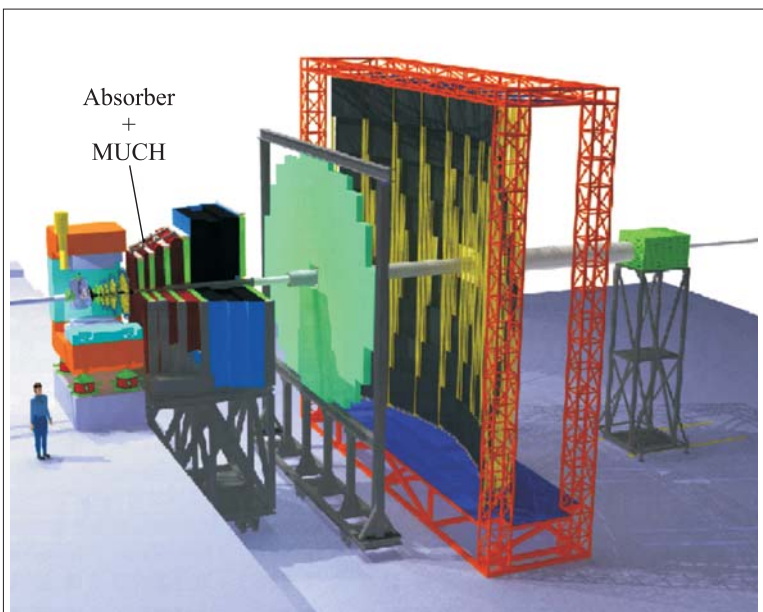


Рис. 2. Вид «мюонной» моды установки СВМ. В «мюонной» моде установки на место черенковского счетчика устанавливаются мюонные камеры (MUCH), прослоенные металлическими пластинами (Absorber)

Fig. 2. The muon mode of the CBM facility. Instead of the Cherenkov counter muon chambers (MUCH) are installed sandwiched with metal plates (Absorber)





Дрезден, 8 апреля. Участники 17-го рабочего совещания коллаборации CBM

Dresden, 8 April. Participants of the 17th Workshop of the CBM collaboration meeting

Simultaneous measurement of various particles makes it possible to study cross-correlations. This effect opens a new prospect for experimental research of nuclear matter at extreme conditions.

Seventeen Member States of JINR are involved in the project implementation. About 60 JINR staff members from the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics (VBLHEP), the Laboratory of Information Technologies (LIT) and the Dzhelpev Laboratory of Nuclear Problems (DLNP) take part in the new project. At present, the facility parameters are being profiled, the physics programme is being prepared and detectors are being developed. The production of the equipment for the experiment at JINR is planned in the framework of the Russian fee in the FAIR project.

The CBM facility is a magnetic spectrometer equipped with most modern detectors. Two modes of the facility's operation are planned: electron + hadron (Fig. 1) and muon (Fig. 2).

JINR specialists take part in the work-out and development of the superconducting dipole magnet (the group of E. Matyushevsky, VBLHEP), the silicon track station on

the basis of strip silicon detectors (the group of Yu. Murin, VBLHEP), transition radiation detectors (the group of Yu. Zanevsky, VBLHEP), muon chambers (the group of V. Peshekhonov, VBLHEP). LIT staff members headed by V. Ivanov profile the facility parameters. The group from VBLHEP, headed by V. Ladygin, and the group from DLNP, headed by V. Karnaukhov, work out the physics programme.

On 4–8 April in the Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden, the 17th CBM Workshop was held. JINR was represented by a big delegation of scientists (16 persons). Practically all of them made reports on the work they had done. Reports by young scientists were noted with a special mentioning.

RAS Corresponding Member B. Sharkov, FAIR research director, opened the meeting. In his report «FAIR and Physics on FAIR» he demonstrated a diagram that shows the year 2017 as the starting point to launch the accelerators and detectors.

CMB collaboration leader P. Senger made a report «CBM Status on FAIR». He informed the participants that «The CBM Physics Book» had been issued that contained a

Моделированием параметров установки занимаются сотрудники ЛИТ под руководством В. В. Иванова, а проработкой физической программы — группа из ЛФВЭ под руководством В. П. Ладыгина и группа из ЛЯП под руководством В. А. Карнаухова.

С 4 по 8 апреля в Дрездене в центре Гельмгольца прошло 17-е рабочее совещание коллаборации CBM. На совещании ОИЯИ представляла большая делегация ученых в количестве 16 человек. Практически все они сделали доклады по проделанной работе. Особенно были отмечены хорошие доклады молодых сотрудников.

Открыл совещание член-корреспондент РАН, научный директор FAIR Б. Ю. Шарков. В докладе под названием «FAIR и физика на FAIR» он привел график, согласно которому 2017 г. определен как год введения в строй ускорителей и детекторов.

Лидер коллаборации CBM П. Зенгер выступил с докладом «Статус CBM на FAIR». Он проинформировал о том, что вышла из печати «Физическая книга CBM», содержащая большой объем материалов по физике сжатой барионной материи. Существенная часть доклада была посвящена физическим исследованиям на первой очереди FAIR на

ускорителе SIS100. Последний вступит в строй раньше, чем SIS300, на который в основном нацелен эксперимент CBM. П. Зенгер также проинформировал о статусе основных узлов будущей установки.

К этому совещанию группой сотрудников ЛФВЭ и ЛИТ под руководством Е. А. Матюшевского был подготовлен технический проект дипольного сверхпроводящего магнита. Об этом проекте сделал сообщение А. И. Малахов. Выполнена проработка конструкции магнита, рассчитаны магнитные поля, экранировка магнитного поля в районе черенковских детекторов установки. Эта работа получила высокую оценку коллаборации. Общий вид магнита представлен на рис. 3.

Весьма содержательными были доклады других сотрудников Института. Ю. А. Мурин выступил с сообщением «Деятельность консорциума CBM–MPD STS». Он рассказал о разработке кремниевых стриповых детекторов для CBM и установки MPD для коллайдера NICA. В консорциум входят 9 организаций, вклю-

large amount of data on condensed baryonic matter physics. A considerable part of his report was devoted to physics research on the first part of FAIR at the SIS100 accelerator. SIS100 will be launched earlier than SIS300. It is the main aim of the CBM experiment. P. Senger also spoke about the status of the main parts of the future facility.

A group of VBLHEP and LIT staff members headed by E. Matyushevsky prepared a specification project of the dipole superconducting magnet to be reported at the meeting. A. Malakhov made a report on this project.

The construction of the magnet had been profiled, magnetic fields had been calculated, the magnetic field in the region of the Cherenkov detectors of the facility had been screened. This work was highly evaluated by the collaboration. The general layout of the magnet is given in Fig. 3.

Other JINR staff members also made interesting reports. Yu. Murin reported on «Activities of the CBM–MPD STS Consortium». He spoke about the development of sili-

Рис. 3. Общий вид сверхпроводящего дипольного магнита установки CBM

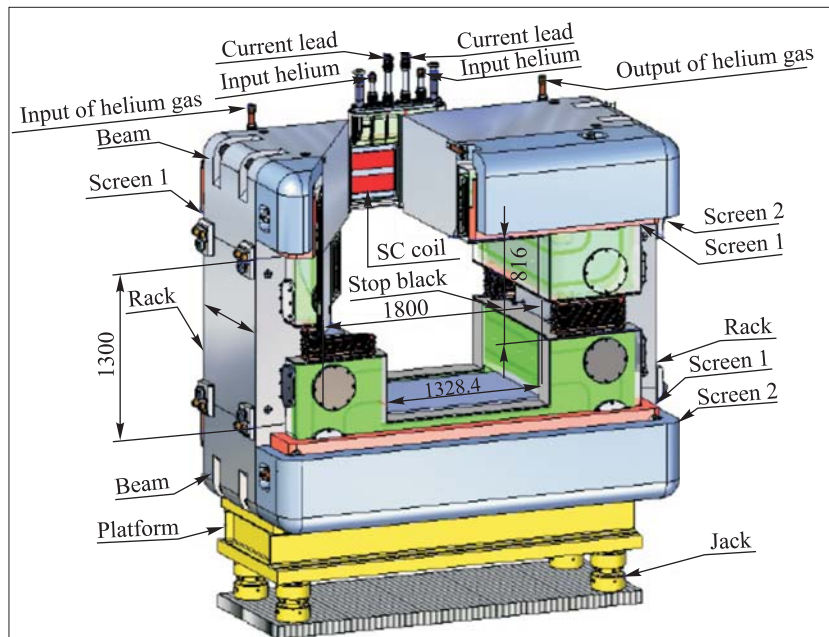


Fig. 3. The general layout of the superconducting dipole magnet of the CBM facility

con strip detectors for CBM and MPD set-up of the NICA collider. The Consortium includes 9 organizations: JINR, SMS, IHEP, MSU SRINP, St. Petersburg Radium Institute and University, and a number of centres from Belarus and Ukraine. The report by V. Ladygin discussed opportunities to register pions with high transverse momentum and research of azimuth correlations of two pions. V. Zryuev spoke about the results of the first test for multiwire detectors of the CBM transition radiation chambers at the beam at CERN. The experimental run showed that the detectors

чая ОИЯИ, GSI, ИФВЭ, НИИЯФ МГУ, Санкт-Петербургские Радиевый институт и университет, а также ряд организаций из Белоруссии и Украины. Доклад В. П. Ладыгина был посвящен возможности регистрации пионов с большими поперечными импульсами и изучению азимутальных корреляций двух пионов. В. Н. Зрюев сообщил о результатах первого теста на пучке в ЦЕРН многопроволочных детекторов для камер переходного излучения CBM. Сеанс показал, что разработанные в секторе профессора Ю. В. Заневского детекторы обладают достаточно хорошими характеристиками.

Весомый вклад в работу совещания внесли сотрудники ЛИТ. П. Г. Акишин представил новые данные по моделированию магнитного поля в районе фотодетекторов черенковского счетчика, показав, что поле можно существенно уменьшить, используя специальные экраны в районе фотодетекторов. О. Ю. Дереновская представила доклад «Быстрая реконструкция J/Ψ при энергиях SIS300». В. П. Акишина рассказала о возможности изучения Ξ -мезонов на нуклотроне с использованием опыта моделирования событий для установки CBM. А. А. Лебедев сообщил о статусе реконструкций треков в детекторах переходного излучения и мюонных камерах установки CBM. С. А. Лебедев

рассказал о реконструкции событий в черенковском счетчике. Было показано, что скорость обработки событий может быть увеличена на 20%. Г. А. Ососков сделал сообщение о применении вейвлет-анализа для выделения узких резонансных пиков и адронных струй. С. П. Авдеев (ЛЯП) проинформировал об изменении корреляций частиц как средства для временных измерений на примере установки «Фаза».

В целом итоги совещания показали, что вклад наших ученых и инженеров в работу по проектированию и созданию установки CBM является весьма весомым.

Результаты работ, проводимых ОИЯИ по проекту CBM, планируется использовать при создании установки MPD для коллайдера NICA и установки на выведенных пучках нуклотрона. Так, например, дипольный магнит совместно с кремниевой трековой станцией планируется включить в состав установки на выведенных пучках нуклотрона до момента запуска SIS100. Инновационные технические решения, использованные при разработке координатных газовых детекторов и ряда других элементов для CBM, будут также реализованы при создании установки MPD на комплексе NICA.

developed by the group of Professor Yu. Zanevsky have good characteristics.

LIT staff members contributed much to the work of the Workshop. P. Akishin presented new data on magnetic field simulation in the region of photo detectors of the Cherenkov counter and showed that the field can be considerably decreased using special screens in the vicinity of the photo detectors. O. Derenovskaya made a report «Fast Reconstruction of J/Ψ at SIS300 Energies». V. Akishina spoke about opportunities to study Ξ mesons at the Nuclotron using the experience of event simulation for the CBM facility. A. Lebedev informed the participants about the status of track reconstruction in transition radiation detectors and CBM muon chambers. S. Lebedev spoke on the event reconstruction in the Cherenkov counter. It was shown that the data processing rate can be increased by 20%. G. Ososkov made a report on the application of the wavelet analysis to mark narrow resonance peaks and

hadron jets. S. Avdeev (DLNP) informed the participants about the measurement of particle correlations as a means for time measurement using the FAZA set-up as an example.

On the whole, the results of the Workshop showed that the contribution made by our scientists and engineers to the designing and development of the CBM facility is quite considerable.

It is planned to use the results obtained at JINR on CBM in the development of the MPD facility for the NICA collider and a set-up on beams extracted from the Nuclotron. For example, the dipole magnet together with the silicon track station is planned to be included into the set-up on beams extracted from the Nuclotron before the start-up of SIS100. Innovative technical decisions used in the work-out of coordinate gas detectors and a number of other elements for CBM will also be implemented during the MPD development in the NICA complex.