МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ПРОЕКТАХ MEGA SCIENCE*

Красильникова Ю.О., начальник отдела научно-технической информации и молодежных программ
Мелконян М.К., координатор НКТ «Инфраструктура» (fp7-infra@isis.ru)

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
(119049, Россия, Москва, Ленинский пр., 4)

Аннотация. Большие установки Mega Science относятся к области физики высоких энергий и астрофизики, но на этапах их проектирования и строительства возникает большое количество задач, в решение которых могут внести значительный вклад технические университеты в области материаловедения. На примере Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», являющегося участником двух проектов ЦЕРН – SHiP и LHCb, показано, что комплексный подход к участию университета в международных проектах Mega Science способствует его вовлечению в процесс поиска решений принципиально новых фундаментальных и прикладных научных задач, развития новых технологий, материалов и методик. Одновременно появляются возможности для разработки уникальных образовательных программ, создания передовых лабораторий, ориентированных на задачи, решаемые в рамках проектов Mega Science. Результатом успешного участия российского университета в таких проектах является повышение уровня его конкурентоспособности в глобальном научно-образовательном пространстве.

Ключевые слова: проекты Mega Science, Европейская организация по ядерным исследованиям ЦЕРН, Стандартная модель в физике элементарных частиц, Большой адронный коллайдер, проект SHiP, проект LHCb.

DOI: 10.17073/0368-0797-2017-11-932-934

В современной стратегии мирового научно-технологического развития уникальные технологически сложные большие установки (Mega Science) в области физических наук занимают особое место. Реализуемые на их основе проекты обладают не только непосредственной научной ценностью, но и значительной социально-экономической отдачей [1], так как проектирование больших установок предполагает создание принципиально новой физической аппаратуры, материалов, технологий и методов, которые находят дальнейшее применение во многих областях науки и техники, а также обеспечивают заказами высокотехнологические промышленные предприятия. Исследования на больших установках сопровождаются актуальными образовательными программами на всех уровнях для студентов, аспирантов, исследователей.

Одним из самых эффективных международных центров Mega Science является Европейский центр ядерных исследований ЦЕРН, гармонично сочетающий чисто фундаментальные исследования в области физики элементарных частиц, инновационные технологические разработки, подготовку будущих исследователей и инженеров.

Многие годы для анализа результатов исследований в области физики элементарных частиц успешно

использовалась Стандартная модель, объясняющая слабые и сильные электромагнитные взаимодействия всех известных элементарных частиц. В настоящее время для объяснения ряда новых явлений и частиц возникла настоятельная потребность в пересмотре Стандартной модели и разработке новой физической теории, которая лежит за ее пределами [2].

На ближайшее десятилетие в ЦЕРН одобрена программа изучения новой физики за пределами Стандартной модели, а в рамках двух проектов на Большом адронном коллайдере – «LHCb – Large Hadron Collider beauty experiment» [3] и «SHiP – Search for Hidden Particles» [4], ученые будут вести поиск явлений и частиц, подтверждающих необходимость новой физической теории.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») является участником обоих проектов.

Целью данной работы является анализ перспектив участия НИТУ «МИСиС» в международных проектах, реализуемых на больших установках Mega Science, и рассмотрение конкретного вклада университета в решение материаловедческих задач, сформулированных в проектах SHiP и LHCb.

Проект LHCb – это один из четырех крупных проектов ЦЕРН на Большом адронном коллайдере, в рамках которого в настоящее время идет процесс сбора экспериментальных данных, а установка готовится к полному обновлению, чтобы, работая при гораздо большей интенсивности, увеличить выборку данных в 50 раз.

* Статья подготовлена в рамках выполнения соглашения о предоставлении субсидии от 16 октября 2014 г. № 14.572.21.0004 между НИТУ «МИСиС» и Министерством образования и науки РФ в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», утвержденной постановлением Правительства РФ от 28 ноября 2013 г. № 1096.

Модернизация установки предполагает развитие новых технологий изготовления детекторов, способных проводить точные измерения высоких потоков частиц, электромагнитных калориметров, кремниевых датчиков для отслеживания заряженных частиц в вершинном детекторе установки.

В рамках проекта SHiP ученые будут искать обоснование для физической теории за пределами Стандартной модели через поиск новых, очень слабо взаимодействующих легких частиц. Проект SHiP находится на раннем подготовительном этапе, но он уже объединяет 52 института в 17 странах, в том числе 12 российских организаций.

В рамках обоих проектов НИТУ «МИСиС» будет работать над следующими задачами:

- разработка новых сплавов на основе вольфрама, радиационно-стойких сцинтилляторов и световодов, которые являются важнейшими компонентами калориметров. Разработанные сплавы найдут применение в калориметрах LHCb, детекторе и мишени установки SHiP;

- разработка нового поколения кремниевых датчиков в радиационной жесткой среде, которые могут быть использованы для обновления трекинговой системы LHCb;

- разработка эмульсионных пленок сверхвысокого разрешения для точной системы трекинга заряженных частиц, которые могут найти применение в эмульсионном нейтринном детекторе установки SHiP;

- разработка стали с максимальной магнитной проницаемостью для мюонного экрана, проектирование и создание прототипов сверхпроводящих элементов магнита для спектрометра в проекте SHiP.

Исследования по указанным выше задачам будут проводиться в тесном сотрудничестве с ЦЕРН, НИЦ «Курчатовский институт», Национальным институтом ядерной физики Италии, Физическим институтом им. Лебедева РАН, Нагойским и Неаполитанским университетами.

Наряду с научными исследованиями, в рамках обоих проектов будут рассмотрены возможности создания специализированных совместных программ с ЦЕРН для обучения студентов, аспирантов и молодых ученых.

С целью координации международного сотрудничества университета в проектах на больших установках, в НИТУ «МИСиС» функционирует Центр инфраструктурного взаимодействия и партнерства Mega Science, который возглавил профессор кафедры физики

высоких энергий Имперского колледжа Лондона Андрей Голутвин.

В НИТУ «МИСиС» планируется открытие новой лаборатории, ориентированной на задачи, поставленные в рамках проектов LHCb и SHiP.

В рамках программы сотрудничества с ЦЕРН, НИТУ «МИСиС» и Неаполитанский университет имени Фридриха II откроют совместную аспирантуру по подготовке специалистов для ЦЕРН. К аспирантской программе могут присоединиться также Цюрихский университет и Имперский колледж Лондона.

Участие НИТУ МИСИС в проектах SHiP и LHCb на этапах проектирования установок, их строительства и дальнейшей эксплуатации, отражает актуальность инженерных инструментов и решений для научных открытий.

Важным стимулом для участия в этих проектах является возможность обмена идеями, знаниями, опытом в процессе подготовки и проведения уникальных экспериментов, обучения молодых исследователей, аспирантов и студентов в рамках международных исследовательских программ. Приобретенные знания и опыт работы в международном научном коллективе на базе передовой инфраструктуры могут быть применены для развития российской науки и построения инновационной экономики.

Такие инициативы способствуют укреплению международной репутации университета и повышению уровня его конкурентоспособности в глобальном научно-образовательном пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Florio M., Forte S., Sirtori E. Cost-benefit analysis of the large hadron collider to 2025 and beyond // *Physics and Society*. Report number: TIF-UNIMI-2015-9. July 2015. P. 17. Available at URL: <https://arxiv.org/abs/1507.05638> (Accessed 16.08.2017).
2. Rosenfeld R. Physics beyond the Standard Model // *Proceedings of the 2015 CERN–Latin-American School of High-Energy Physics on March 4-17 2015, Ibarra, Ecuador*. P. 159 – 162. Available at URL: <https://e-publishing.cern.ch/index.php/CYR/article/view/436/294> (Accessed 16.08.2017).
3. Riegler W. LHC Experiments Upgrade and Maintenance // *Proceedings of Chamonix 2014 Workshop on LHC Performance on September 22-25 2014, Chamonix, France*. P. 288 – 289. Available at URL: <https://e-publishing.cern.ch/index.php/CYR/article/view/158/102> (Accessed 16.08.2017).
4. SHiP Collaboration: Anelli M., Aoki S. etc. // *A facility to Search for Hidden Particles (SHiP) at the CERN SPS. Technical proposal. CERN-SPSC-2015-016 SPSC-P-350, 8 April 2015*. P. 234. Available at URL: <https://arxiv.org/pdf/1504.04956.pdf>.

Поступила 18 августа 2017 г.

MATERIALS SCIENCE PROBLEMS IN THE FRAMEWORK OF THE MEGA SCIENCE PROJECTS

Yu.O. Krasil'nikova, M.K. Melkonyan

National University of Science and Technology "MISIS" (MISIS),
Moscow, Russia

Abstract. The large facilities (Mega Science) belong to the field of high-energy physics and astrophysics, but at the stages of their design and construction a number of problems arise that can be explored by technical universities in the field of materials science. The National University of Science and Technology MISIS has been involved in the SHiP and LHCb CERN projects, which is extremely beneficial to the university, as it has received an opportunity to carry out studies at the cutting edge of particle physics at CERN. Both projects open prospects in developing new materials, technologies and methodology; unique educational programs for young scientists and PhD students; establishing the advanced laboratories focused on key issues of Mega Science projects. The main result of successful participation of the Russian University in Mega Science projects can be improvement of its competitiveness in the global scientific and educational space.

Keywords: Mega Science projects, the European Organization for Nuclear Research CERN, Standard Model of particle physics, the Large Hadron Collider, SHiP project, LHCb project.

DOI: 10.17073/0368-0797-2017-11-932-934

REFERENCES

1. Florio M., Forte S., Sirtori E. Cost-benefit analysis of the large hadron collider to 2025 and beyond. *Physics and Society*. Report

number: TIF-UNIMI-2015-9. July 2015, pp. 17. Available at URL: <https://arxiv.org/abs/1507.05638> (Accessed 16.08.2017)

2. Rosenfeld R. Physics beyond the Standard Model. *Proceedings of the 2015 CERN–Latin-American School of High-Energy Physics on March 4–17 2015, Ibarra, Ecuador*, pp. 159–162. Available at URL: <https://e-publishing.cern.ch/index.php/CYR/article/view/436/294> (Accessed 16.08.2017)
3. Riegler W. LHC Experiments Upgrade and Maintenance. *Proceedings of Chamonix 2014 Workshop on LHC Performance on September 22–25 2014, Chamonix, France*, pp. 288–289. Available at URL: <https://e-publishing.cern.ch/index.php/CYR/article/view/158/102> (Accessed 16.08.2017)
4. SHiP Collaboration: Anelli M., Aoki S., etc. *A facility to Search for Hidden Particles (SHiP) at the CERN SPS*. Technical proposal. CERN-SPSC-2015-016 SPSC-P-350, 8 April 2015, pp. 234. Available at URL: <https://arxiv.org/pdf/1504.04956.pdf> (Accessed 16.08.2017)

Acknowledgements. The work was supported by the grant no. 14.572.21.0004 of the Federal Targeted Program for Research and Development in Priority Areas of Development of the Russian Scientific and Technological Complex for 2014–2020.

Information about the authors:

Yu.O. Krasil'nikova, Head of the Department of Scientific and Technical Information and Youth Programs

M.K. Melkonyan, Coordinator of NCP "Infrastructure"
(fp7-infra@isis.ru)

Received August 18, 2017