**Проект ПИТРАП-1. Система мультиотражателя**

**на пучке продуктов деления на реакторе ПИК**

***Ю. И. Гусев, С. А. Елисеев, Т. В. Конева,***

***Д. А. Нестеренко, Ю. В. Нечипоренко, Ю. Н. Новиков,***

***А. В. Попов, Д. Симоновски, С. В. Ченмарев***

**Аннотация**

Для исследования свойств ландшафта масс экзотических нуклидов, интересных для ряда принципиальных задач ядерной физики и астрофизики, не требуются ультрапрецизионные точности, которые декларируются в полной версии проекта ПИТРАП, ориентирующегося на использование ионной ловушки. Как показано в настоящей работе, достаточно применять усеченный вариант проекта, ограничившись его предпоследней стадией, связанной с разделением ионного пучка по массам, – мультирефлектором. Используя множественное отражение пучка ионов в системе двух электростатических зеркал, можно на большой пролетной базе добиться разрешающей способности по массе, достигающей 105, эквивалентной абсолютной энергетической величине, соответствующей значению < 100 кэВ. Такая точность в измерении масс позволит вынести суждение о положении границы нейтронной устойчивости нуклидов и пути астрофизического *r*-процесса, особенно в его начальной стадии.

Работа выполнена в Отделении физики высоких энергий (ЛФЭЯ).

**Project PITRAP-1. Multi-Reflector System on the Fission Product Beam**

**at the Reactor PIK**

***Yu.L Gusev, S.A. Eliseev, T.V. Koneva, D.A. Nesterenko,***

***Yu.V. Nechiporenko, Yu.N. Novikov, A.V. Popov, D. Simonovski,***

***S.V. Chenmarev***

**Abstract**

To study the properties of the mass landscape of exotic nuclides, which are interesting for a number of fundamental problems in nuclear physics and astrophysics, ultra-precision accuracy is not required, which are declared in the full version of the PITRAP project, focused on the use of an ion trap. As shown in this work, it is sufficient to use a truncated version of the PITRAP project, limiting ourselves to its penultimate stage associated with the mass separation of the ion beam by a multi-reflection
time-of-flight system. Using multiple reflections of an ion beam in a system of two electrostatic mirrors, it is possible to achieve on a large span a mass resolution of up to 105, which is equivalent to the absolute energy value of < 100 keV. Such accuracy in the masses measuring will give a possibility to make estimations about the position of the neutron drip line of nuclides and about the path of the astrophysical *r*-process, especially in its initial stage.

The work has been performed at the High Energy Physics Division (LPEN).

Препринт № 3055, 18.06.2021 г.

Email: gusev\_yi@pnpi.nrcki.ru

**Считывание информации с оптического диска**

***Б. Г. Турухано, В. В. Коротаев, А. С. Васильев,
Н. Турухано, Ю. М. Лавров, С. В. Гордеев, С. Н. Ханов,***

***И. В. Ладатко, О. Г. Ермоленко, Д. Л. Константинов***

**Аннотация**

При изучении элементов топологии углоизмерительной структуры оптического диска необходимо использовать оптико-электронную систему считывания информации с использованием высокоточных угловых оптико-электронных преобразователей и считывающей головки высокого разрешения. Для высокоточного определения угловых параметров и других характеристик оптических дисков необходимо дать численную оценку главным составляющим погрешности считывающей головки и определить основные параметры ее узлов.

Погрешности определяются с использованием методов цифровой обработки изображения.
В связи с тем что требуемые погрешности имеют субмикронную величину, необходимо учитывать, что оптическая система обладает своим пределом разрешающей способности, которая позволит различать отдельные дефекты заданного размера. При достижении последнего захваченного изображения на основе расчетных значений формируется файл отчета для контролируемой топологии оптического диска, в котором указываются координаты положения штрихов на каждой из дорожек и величина необходимой поправки.

Работа выполнена в Отделении перспективных разработок (ЛГИИС)

совместно с Национальным исследовательским университетом ИТМО.

**Reading Information from the Optical Disc**

***B.G. Turukhano, V.V. Korotaev, A.S. Vasilyev, N. Turukhano, Yu.M. Lavrov, S.V. Gordeev,***

***S.N. Khanov, I.V. Ladatko, O.G. Ermolenko, D.L. Konstantinov***

**Abstract**

When studying the elements of the topology of the angle-measuring structure of an optical disc, it is necessary to use an optoelectronic system for reading information using high-precision angular optoelectronic converters and a high-resolution readout head. For highly accurate determination of the angular parameters and other characteristics of optical disks, it is necessary to give a numerical estimate of the main components of the read head error and to determine the main parameters of its nodes.

Errors are determined using digital image processing techniques. Due to the fact that the required errors are of a submicron value, it should be taken into account that the optical system has its own resolution limit, which will make it possible to distinguish between individual defects of a given size. When the last captured image is reached, based on the calculated values, a report file is generated for the controlled topology of the optical disk, which indicates the coordinates of the position of the strokes on each of the tracks and the amount of the required correction.

The work has been performed at the Knowledge Transfer Division (HIMSLab) together with the ITMO National Research University.

Препринт № 3057, 16.11.2021 г.

Email: turukhano\_bg@pnpi.nrcki.ru

**Создание отечественной индустрии**

**наноизмерительных систем классов точности 2-1-0**

***Б. Г. Турухано***

**Аннотация**

Лаборатория голографических информационных и измерительных систем (ЛГИИС) НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ разрабатывает ультрапрецизионные наноизмерительные линейные и угловые системы на базе высокопрецизионных линейных и радиальных голографических дифракционных решеток. С 1965 года ЛГИИС проводит фундаментальные научные исследования линейных и радиальных интерференционных оптических полей с целью их использования для синтеза нового поколения прецизионных метрологических линейных и радиальных голографических дифракционных решеток.

Именно эти решетки позволяют сегодня создавать отечественные линейные и угловые наноизмерительные системы нового поколения. Устройства и системы ЛГИИС защищены российскими и иностранными патентами. Значительное количество разработанных know-how позволяет лаборатории сохранять мировое лидерство по точности и разрешающей способности голографических решеток (вплоть до 1 нм и 0,01 угл. с). Аттестация, проведенная во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева, показала, что точность линейных и радиальных решеток рекордная по равномерности, что позволило им войти в класс точности 0. На базе таких решеток удалось разработать и создать линейные и радиальные высокопрецизионные голографические датчики, а также уникальные по точности и функциональным возможностям измерительные системы, среди которых: длиномеры, плоскомеры, радиусомеры, нутромеры, 2D-, 3D-, 4D-КИМ, разнообразные поворотные столы и т. д. ЛГИИС внедрила 50 наноизмерительных систем в науку, промышленность и авиакосмический комплекс РФ, а также за рубежом (Беларусь и Япония). Фундаментальные исследования лаборатории (в настоящее время ЛГИИС владеет
67 патентами РФ и др. стран), как и сопровождающие их нанотехнологии, непрерывно совершенствуются, что обеспечивает дальнейший прогресс разработок ЛГИИС.

Работа выполнена в Отделении перспективных разработок (ЛГИИС).

**Creation of the Russian Industry of Nanomeasuring Systems**

**of Accuracy Classes 2-1-0**

***B.G. Turukhano***

**Abstract**

Holographic Information and Measuring Systems Laboratory (HIMSLab) of NRC “Kurchatov Institute” – PNPI is developing ultra-precision nanomeasuring linear and angular systems based on linear and radial holographic diffraction gratings. Since 1965, HIMSLab conducts fundamental research on linear and radial optical interference fields with the aim to use them for the synthesis of a new generation of metrological linear and radial holographic diffraction gratings. These are the gratings that allow one to create linear and angular ultra-precision nanomeasuring systems of а new generation today. The laboratory has a complete intelligent protection of devices and systems in form of Russian and foreign patents (more than 65), and a significant amount of know-how, allowing HIMSLab to keep the leadership in accuracy and resolution of the grating up to 1 nm and 0.01 angl. s. Certification of the gratings by. D.I. Mendeleyev All-Russian Institute of Metrology showed that the accuracy of linear and radial gratings achieved a world record on the uniformity, which allowed them to be included in the “0” class accuracy. Such gratings became a basis for development and creation of high-precision linear and radial holographic encoders and devices including: lengthmeters, planemeters, radiusometers, insidmeters, 2D-, 3D- 4D-CMM, a variety of rotary tables, *etc*. HIMSLab have been implemented 50 nanomeasuring systems in science, industry and in the aerospace complex of the Russian Federation, as well as abroad: in Belarus and Japan. The fundamental research of the laboratory (currently HIMSLab holds 67 patents of the Russian Federation and other countries), as well as the accompanying nanotechnologies, are continuously being improved, which ensures further progress of HIMSLab.

The work has been performed at the Knowledge Transfer Division (HIMSLab).

Сообщение № 3058, 09.12.2021 г.

Email: turukhano\_bg@pnpi.nrcki.ru

**Вакуумная проверка дрейфовых трубок с ультратонкими стенками
перед их сборкой в координатные плоскости Х2, Y2
спектрометра протонов PAS для проекта FAIR (Германия)**

***В. А. Андреев, В. Ю. Иванов, М. М. Иванова, К. А. Ившин, Л. М. Коченда,***

***П. А. Кравцов, A. Г. Крившич, Д. А. Майсузенко, И. Н. Парченко,***

***B. А. Трофимов, Н. Н. Филимонова, Г. Д. Шабанов***

**Аннотация**

В настоящей работе описана вакуумная проверка герметичности тонкостенных алюминиевых дрейфовых трубок перед их установкой в координатные плоскости Х2 и Y2 спектрометра протонов PAS. Изучение скорости утечки газа из дрейфовых трубок осуществлялось в вакууме на испытательной станции SLTS с помощью гелиевого течеискателя. Чувствительность метода измерения составила не менее 1·10-8 мбар · л/с. Локализация точек утечки газа проводилась на пневматическом стенде в водной среде. После исправления выявленных дефектов дрейфовые трубки повторно тестировались в вакууме.

Работа выполнена в Oтделении физики высоких энергий (ОТД, ЛКСТ).

**Vacuum Testing of the Ultra Thin-Walled Drift Tubes before Assembling
Them in the X2, Y2 Coordinate Planes
for PAS Proton Spectrometer for Project FAIR**

***V.A. Andreev, V.Yu. Ivanov, M.M. Ivanova, K.A. Ivshin, L.M, Kotchenda,***

***P.A. Kravtsov, A.G. Krivshich, D.A. Maisuzenko, I.N. Parchenko,***

***V.A. Trofimov, N.N. Filimonova, G.D. Shabanov***

**Abstract**

At this paper describes a vacuum test of the tightness of thin-walled aluminum drift tubes before their installation in the X2 and Y2 coordinate planes of the PAS proton spectrometer. The study of the gas leakage rate from the drift tubes was carried out in a vacuum at a test station SLTS using a helium leak detector. The sensitivity of the this method was at least 1 · 10-8 mbar · 1/s. Localization of a gas leakage points was carried out on a pneumatic station in an aqueous medium. After correcting the identified defects, the drift tubes were re-tested in a vacuum.

The work has been performed at the High Energy Physics Division (TDD, CSTL).

Препринт № 3059, 15.10.2021 г.

E-mail: andreev\_va@pnpi.nrcki.ru

**Мониторинг космических осадков антарктической станции «Восток»**

**на примере сбора микрочастиц магнетита с мая по сентябрь 2017 года**

***Ю. О. Четвериков, М. С. Глухов1,***

***В. Ф. Ежов, Е. М. Иванькова2, В. Д. Калганов3,***

***Л. С. Лошаченко3, О. В. Якубович4***

**Аннотация**

Па электронном сканирующем микроскопе исследованы частицы пыли, полученные в результате фильтрования свежевыпавшего снега, собранного с мая посентябрь 2017 г. вблизи антарктической станции «Восток». В коллекции пыли найдено 186 магнетитовых сферул диаметром от 2 до 70 мкм. Гистограмма распределения частиц по размерам демонстрирует плавный рост их числа по мере уменьшения размера и резкий провал числа частиц с размерами меньше 3 мкм. Собранные частицы имеют неравномерное распределение по времени с кратковременным и интенсивным пиком сбора в период 27–28 июля. Анализ собранного материала, метеорологических данных, антропогенных и естественных источников позволяет сделать вывод о вероятном метеорном происхождении магнетитовых частиц и их принадлежности к метеорному потоку Южные дельта-Аквариды. Разброс одновременно выпавших частиц по размерам позволяет высказать предположение об ускорении выпадения частиц в результате того, что они являются эффективными центрами конденсации ледяных кристаллов в стратосферных облаках.

Работа выполнена в Отделении нейтронных исследований (ЛАМП).

1 *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

2 *Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург, Россия*

3 *ЦКП «Междисциплинарный ресурсный центр по направлению «Нанотехнологии» Научного
 парка Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия* 4 *Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия*

**Monitoring of Space Fallouts at the “Vostok” Antarctic Station on the Example
of Collecting Magnetite Microparticles from May to September 2017**

***Yu.O. Chetverikov, M.S. Glukhov, V.F. Ezhov, E.M. Ivankova,***

***V.D. Кalganov, A.S. Loshachenko, O.V. Yakubovich***

**Abstract**

Dust particles obtained as a result of filtering freshly fallen snow collected from May to September
2017 near the “Vostok” Antarctic station were examined using a scanning electron microscope. The dust collection contains 186 magnetite spheres with a diameter of 2 to 70 mm. The histogram of the particle size distribution demonstrates a smooth increase in their number with decreasing size and asharp drop in the number of particles with sizes less than 3 mm. The collected particles have an uneven distribution over time with a short-term and intense collection peak in the period from 27 to 28 July. Analysis of the collected material, meteorological data, anthropogenic and natural sources allows us to make a conclusion about the probable meteoric origin of magnetite panicles and their belonging to the Southern Delta Aquarids meteor shower. The scatter of the simultaneously precipitated panicles in size makes it possible to make an assumption about the acceleration of the precipitation of panicles as a result of the fact that they are effective centers of condensation of ice crystals in stratospheric clouds.

The work has been performed at the Neutron Research Department (AMBL).

Препринт № 3060, 20.12.2021 г.

E-mail: chetverikov\_yo@pnpi.nrcki.ru

**Систематические эффекты при измерении времени жизни нейтрона
в магнитных ловушках ультрахолодных нейтронов**

***В. Ф. Ежов, П. Гельтенборт, В. Л. Рябов***

**Аннотация**

Обсуждаются возможные систематические эффекты в экспериментах по измерению времени жизни нейтрона с использованием хранения ультрахолодных нейтронов в магнитогравитационных ловушках. Предлагаются методы регистрации возможных потерь, включая потери на деполяризацию и малый нагрев, нейтронов в процессе их хранения в ловушке в режиме онлайн.

Работа выполнена в Отделении нейтронных исследований (ЛАМП).

**Systematic Effects Measuring the Neutron Lifetime
in Ultracold Neutron Magnetic Traps**

***V.F. Ezhov, P. Geltenbort, V.L. Ryabov***

**Abstract**

Possible systematic effects in experiments on measuring the neutron lifetime using the storage of ultracold neutrons in magneto-gravity traps have been discussed. Methods for recording possible losses have been proposed, including losses for depolarization and low heating of neutrons during their storage in a trap in on-line mode.

The work has been performed at the Neutron Research Division (AMBL).

Препринт № 3061, 10.12.2021 г.

E-mail: ezhov\_vf@pnpi.nrcki.ru