

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.Д.САХАРОВА
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ФАКУЛЬТЕТ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Кафедра общей и медицинской физики

МУРАШКО
Станислав Дмитриевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЧКА ЯДЕР $^{124}\text{Xe}^{54+}$ С ЭНЕРГИЕЙ 3,85 ГэВ/н
ТВЕРДОТЕЛЬНЫМ ТРЕКОВЫМ ДЕТЕКТОРОМ CR-39**

Дипломная работа

Научные руководители:
старший преподаватель,
М. Н. Петкевич.
к. ф.-м. н. доцент,
Н. А. Савастенко

Допущена к защите

«___» _____ 2023 г.

Зав. кафедрой общей и медицинской физики

к. ф.-м. н., доцент, Н. А. Савастенко

Минск, 2023

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 50 с., 27 рис., 4 табл., 30 источников, 1 прил.

Ключевые слова: ЯДЕРНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ТРЕКОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ, CR-39, ПРОФИЛОМЕТРИЯ ИОННОГО ПУЧКА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ, УСКОРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС NICA.

Объект исследования: определение характеристик ионных пучков, полученных на линейных и циклических ускорителях.

Цель исследования: Оценка пространственного распределения ионов $^{124}\text{Xe}^{54+}$ с энергией 3,85 ГэВ/н, сгенерированных на ускорительном комплексе NICA твердотельным трековым детектором CR-39.

Методы исследования: принцип детектирования CR-39 основан на различии скорости травления облученной и необлученной области детектора, в результате чего вдоль траектории частицы образуется углубление, называемое треком. Регистрация треков происходила с помощью комплекса автоматизированного оптического микроскопа Olympus BX63 и фирменного программного обеспечения cellSence. Для учета срастания треков в одно углубление был реализован алгоритм наложения треков, основанный на методе Монте-Карло.

Полученные результаты и их новизна: впервые с помощью ядерного твердотельного трекового детектора CR-39 был получен профиль 3,85 ГэВ/н пучка $^{124}\text{Xe}^{54+}$ на установке BM@N ОИЯИ. С помощью метода Монте-Карло была оценена зависимость вероятности наложения треков от флюенса и рассчитаны поправочные на наложение треков факторы.

Область возможного практического применения: развитие применения ядерных твердотельных трековых детекторов в диагностике ионных пучков научных и медицинских ускорителей способствует созданию методик перекрестной верификации для обеспечения контроля качества облучения в научных экспериментах и ионной терапии.

Автор работы подтверждает, что приведенный в ней расчетно-аналитический материал правильно и объективно отражает состояние исследуемого процесса, а все заимствованные из литературных и других источников теоретические, методологические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

(подпись студента)

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 50 с., 27 мал., 4 табл., 30 крыніц, 1 прыкл.

Аб'ект даследавання: вызначэнне характарыстык іонных пучкоў, атрыманых на лінейных і цыклічных паскаральніках.

Цэль даследавання: Ацэнка прасторавага размеркавання іонаў $^{124}\text{Xe}^{54+}$ з энергіяй 3,85 ГэВ/н, згенераваных на паскаральным комплексе NICA цвёрдацельным трэкавым дэтэктарам CR-39.

Метады даследавання: прынцып дэтэктавання CR-39 заснаваны на адрозненні хуткасці траўлення апрамененай і неапрамененай вобласці дэтэктара, у выніку чаго ўздоўж траекторыі часціцы ўтворацца паглыбленне, названае трэкам. Рэгістрацыя трэкаў адбывалася з дапамогай комплекса аўтаматызаванага аптычнага мікраскопа Olympus BX63 і фірмовага праграмага забеспячэння cellSence. Для ўліку зрастання трэкаў у адно паглыбленне быў рэалізаваны алгарытм накладання трэкаў, заснаваны на метадазе Монтэ-Карла.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню з дапамогай ядзернага цвёрдацельнага трэкавага дэтэктара CR-39 быў атрыманы профіль 3,85 ГэВ/н пучка $^{124}\text{Xe}^{54+}$ на устаноўцы BM@N АІЯД. З дапамогай метаду Монтэ-Карла была ацэнена залежнасць верагоднасці накладання трэкаў ад флюенса і разлічаны паправачныя на накладанне трэкаў фактары.

Вобласць магчымага практычнага прымянення: развіццё прымянення ядзерных цвёрдацельнай трэкавых дэтэктараў у дыягностыцы іённых пучкоў навуковых і медыцынскіх паскаральнікаў спрыяе стварэнню методык перакрываючай верыфікацыі для забеспячэння кантролю якасці апрамянення ў навуковых эксперыментах і іоннай тэрапіі.

Аўтар працы пацвярджае, што прыведзены ў ёй разлікова-аналітычны матэрыял аб'ектыўна адлюстроўвае стан доследнага працэсу, а ўсе запазычаныя з літаратурных і іншых крыніц тэарэтычныя, метадалагічныя і метадычныя становішча і канцэпцыі суправаджаюцца спасылкамі на іх аўтараў.

(подпіс студэнта)

ANNOTATION

Degree paper: 50 p., 27 ill., 4 tab., 30 sources, 1 app.

Key words: SOLID-STATE NUCLEAR TRACK DETECTORS, CR-39, ION BEAM PROFILOMETRY, AUTOMATIC OPTICAL MICROSCOPY, NICA ACCELERATOR COMPLEX.

Object of research: characterization of ion beams produced by linear and cyclic accelerators.

Purpose of research: estimation of the spatial distribution of $^{124}\text{Xe}^{54+}$ ions with an energy of 3.85 GeV/n generated at the NICA accelerator complex by the CR-39 solid-state nuclear track detector.

Research methods: the principle of CR-39 detection is based on the difference of etching rate of the irradiated and non-irradiated region of the detector, which results in formation of a dip called a track along the particle's trajectory. Registration of tracks was carried out using a combination of Olympus BX63 automated optical microscope and proprietary software cellSence. In order to take into account the overlapping of tracks into a single dip, an algorithm based on the Monte-Carlo method was implemented.

Obtained results and their novelty: Using a CR-39 solid-state nuclear track detector a 3.85 GeV/n $^{124}\text{Xe}^{54+}$ beam profile was obtained for the first time at the JINR BM@N facility. Using the Monte Carlo method the dependence of the track superposition probability on the fluence was evaluated and track superposition correction factors were calculated.

Area of possible practical application: development of application of solid-state nuclear track detectors in diagnostics of ion beams of scientific and medical accelerators contribute to creation of techniques of cross-verification to provide quality control of irradiation in scientific experiments and ion therapy.

The author of the work confirms that computational and analytical material presented in it objectively reproduces the picture of investigated process, and all the theoretical, methodological and methodical positions and concepts borrowed from literary and other sources are given references to their authors.

(student's signature)