

**УДК 621.762**

*Суярова М.Х., старший преподаватель*

*Джизакский политехнический институт*

*Игамкулов З.А., доктор физико-математических наук*

*НЕОФТИ ЛФВЭ ОИЯИ (Дубна, РФ)*

**ДЕТЕКТОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ  
СВЕТИМОСТИ НА NICA**

*Аннотация: В работе предложен детектор для измерения светимости в точках сведения пучков на коллайдере NICA. Предложен детектор, основанный на сцинтилляционных счётчиках, который является компактным и может использоваться как автономно, так и в составе базовых детекторов NICA.*

*Ключевые слова: NICA, Абсолютная светимость, Детектор, Измерение, Физика высоких энергий, Ядерная физика, Ускоритель частиц.*

*Suyarova M.H., senior Lecturer*

*Jizzak Polytechnic Institute*

*Igamkulov Z.A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences*

*NEOFTI LSPE JINR (Dubna, RF)*

**DETECTOR FOR MEASUREMENT OF ABSOLUTE  
LUMINOSITY AT NICA**

*Annotation: The work proposed a detector to measure the luminosity at the points of convergence of beams at the collider NICA. The proposed detector, based on scintillation counters is compact and can be used both independently and as part of the base detectors NICA.*

*Keywords: NICA, Absolute luminosity, Detector, Measurement, High energy physics, Nuclear physics, Particle gas pedal.*

**Введение**

Светимость ( $L$ ) определяет среднее число взаимодействий в единицу времени ( $dR/dt$ ) для реакции с известным сечением  $\sigma$  [1]:

$$dR/dt = L \cdot \sigma \quad (1)$$

Для измерения светимости используются сантиметры и секунды

$$[L] = \text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$$

В некоторых случаях, например, для фиксированной мишени, светимость можно вычислить, исходя из параметров ускорителя и условий измерения. По измеренной скорости счёта для реакции с известным сечением абсолютная светимость вычисляется из уравнения (1).

В работе обсуждаются возможности определения абсолютной светимости для коллайдера НИКА. Без знания абсолютных сечений невозможно проведение «разностных» измерений. Например, изучение анализирующих способностей для рассеяния нейтронов из измерений на пучках поляризованных дейтронов и протонов [2].

Из определения (1) следует, что абсолютную светимость можно вычислить, измеряя с известной эффективностью скорость счёта для реакции с известным сечением. Для коллайдера НИКА планируется программа исследований в широком диапазоне энергий (для тяжёлых

ионов  $4 \text{ ГэВ} \leq \sqrt{S_{NN}} \leq 11 \text{ ГэВ}$ ) и большим набором сталкивающихся ядер

(от протонов до золота).

В этом случае скорость счёта записывается в виде:

$$d\tilde{R}/dt = \varepsilon_D L \cdot \tilde{\sigma} = k \cdot L; \quad k = \varepsilon_D \cdot \tilde{\sigma}, \quad (2)$$

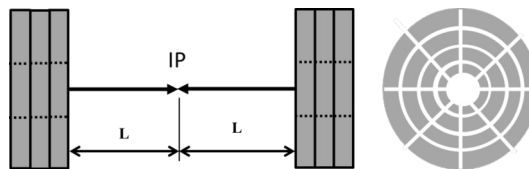
где  $\varepsilon_D$  – эффективность регистрации соответствующим детектором.

Нормировочный коэффициент  $k$ , зависит от эффективности регистрации  $\varepsilon_D$  и сечения реакции, события от которой регистрирует выбранный детектор. Измерения скорости счёта  $d\tilde{R}/dt$  при известном нормировочном коэффициенте  $k$  позволяют определить абсолютную светимость:

$$L = \frac{1}{k} d\tilde{R}/dt \quad (3)$$

### Детектор для измерения и контроля светимости.

Реализацию процедуры контроля и измерения абсолютной светимости обсудим для детектирующей системы, показанной на Рис.1. Система будет состоять из двух сцинтилляционных детекторов (условно левого и правого), расположенных на одинаковом расстоянии  $L$  по разные стороны от точки взаимодействия вдоль оси столкновения. Предварительные параметры детекторной системы приведены в Таблице 1.



**Рис.1.** Схема сцинтилляционного детектора для измерения светимости.

Центральное отверстие сделано для ионопровода.

Таблица 1

Кольцо №	Расстояние до IP	Перекрываемая область	Площадь	Толщина
1.	300 см	$R_1 = 7 \text{ см} \leq r \leq R_2 = 11 \text{ см}$	$S_1 = 226.2 \text{ см}^2$	0.5 см
2.	300 см	$R_3 = 11.3 \text{ см} \leq r \leq R_4 = 15.3 \text{ см}$	$S_2 = 343.3 \text{ см}^2$	0.5 см
3.	300 см	$R_5 = 15.6 \text{ см} \leq r \leq R_6 = 19.6 \text{ см}$	$S_3 = 442.3 \text{ см}^2$	0.5 см
4.	300 см	$R_7 = 19.9 \text{ см} \leq r \leq R_8 = 24 \text{ см}$	$S_4 = 565.4 \text{ см}^2$	0.5 см

Остановимся подробнее на параметрах этой системы:

1. Система является мобильной и компактной:

a. толщина сборки из трёх плоскостей не превышает 2.5 см (с учётом поддерживающих конструкций);

поперечный размер  $\varnothing \leq 25 \text{ см}$  (с учётом поддерживающих конструкций);

b. масса трёх собранных плоскостей  $m \leq 3 \text{ кг}$  (с учётом поддерживающих конструкций); с.из-за малых габаритов и веса система может располагаться автономно, что позволяет вести наладку пучков без смонтированных детекторов;

2. Сцинтилляционные детекторы имеют высокую эффективность при регистрации заряженных частиц в области энергий NICA.

3. Сцинтилляционные счётчики имеют высокое быстродействие (длительность сигнала по основанию 10-15 нс, и время нарастания фронта 1-2 нс [3]).

Приведём оценки скорости счёта для p-pи AuAu столкновениях в граничных энергиях NICA

Начнём с p-p столкновений. Предложенная схема детектора подходит для регистрации упругих p-p столкновений в области углов рассеяния

$$0.023 \text{ рад} \leq \theta \leq 0.08 \text{ рад}$$

. При этом, конструкция детекторной системы

такова, что «левый» и «правый» сцинтилляционные детекторы могут быть

включены на совпадение. Это заметно уменьшит величину фона от рассеяния на остаточном газе, практически не уменьшая скорость счёта упругих столкновений.

При оценке скорости счёта исходим из аппроксимации сечения упругого рассеяния зависимостью от квадрата переданного

четырёхимпульса[4-7]:

$$\frac{d\sigma}{dT} = A \cdot \exp(B \cdot T) \quad (4)$$

где  $T$  – квадрат переданного четырёхимпульса. В кинематике NISF

он равен:

$$T = (P_b - P')^2 = -2p_b^2(1 - \cos(\theta)) \cong -p_b^2\theta^2 \quad (5)$$

Здесь  $p_b$  обозначает импульс пучка и для предложенной схемы регистрации угол рассеяния мал (см. таблицу 1). Для энергий НИКА

$B \cong 10 \text{ ГэВ}^{-2}$  [4-6]. Значения квадрата переданного четырёхимпульса лежат

интервале

$$-4 \cdot p_b^2 \leq T \leq 0 \quad (6)$$

Из-за резкого падения сечения как функции переданного импульса можно принять следующее условие нормировки:

$$\int_{-\infty}^0 \frac{d\sigma}{dT} dT = \sigma_{el} \quad (7)$$

что даёт:

$$\frac{d\sigma}{dT} = \sigma_{el} \cdot B \cdot \exp(B \cdot T) \quad (8)$$

В области энергий НИКА упругое протон-протонное сечение равно [4-6]:

$$\sigma_{el} \cong 10 \text{ мбн} \quad (9)$$

### Литература.

1. Suyarova M. X. (2019). Teaching physics in a technical university. Экономика и социум, (12), 123-125.
2. Suyarova, M. (2022). BASIC PRINCIPLES OF INTEGRATING LEARNING. Scientific Collection «InterConf», (110), 104-110.
3. Suyarova, M., & Aliyev, S. (2024). DATA TRANSFER USING ALGORITHMSENCRYPTION IN A MULTI-PLATFORM BUILDING CLIMATE CONTROL INFORMATION SYSTEM. Interpretation and researches.
4. Suyarova, M. (2024). ELEKTR KABELLARGA NISBATAN OPTIK TOLALI ALOQA LINIYALARINING ASOSIY AFZALLIKLARI. Ilm-fan va ta'lim, 2(1 (16)).
5. Suyarova, M. (2023). DISKRET KOMPONENTLAR ASOSIDA AUDIO SIGNALLAR UCHUN FILTRLAR XARAKTERISTIKASINI OLISH.
6. Suyarova, M. (2020). TEACHING ENGLISH TO YOUNG LEARNERS. Студенческий вестник, (27-3), 38-39.