



Рис. 6. Нічні метеори Похвали. Радіус – 30 мікрон, швидкість 28 км/с, маса  $5,7e-7$  г, бовтанка 2,0 Гц, коливання яскравості 6,0 Гц

Техніка «тюнінга» дозволяє оцінити хаарктеристики висотних метеорів. Точні знання висоти і швидкості дозволяють визначати всі характеристики метеора по частотам коливань.

#### TROPOSPHERIC METEORS

**Alexandr Mozghovyi** – PhD, Associate Professor

**Rostyslav Kondratiuk** – Deputy Director of GAO NAS of Ukraine

**Boris Zhilyaev** – PhD, Associate Professor

**Anatolii Vidmachenko** – D.Sc. prof.

**Hryhorii Dashkiiev** – PhD, Senior Research Fellow

**Oleksii Stieklov** – PhD, Senior Research Fellow

*The work of the theory of Physics of space invasions on the example of determining the characteristics of tropospheric meteors is considered.*

**Key words:** meteors, space invasions, meteor brightness, troposphere.

#### МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ КОСМІЧНИХ ПРОМЕНІВ

**Ірина Мірошник** – студентка 2 курсу магістратури НПУ ім. М. П. Драгоманова

*Наведено загальні відомості про космічні промені, обговорено методи реєстрації КП в атмосфері.*

**Ключові слова:** Космічні промені, PAMELA, AMS-02.

Термін «космічні промені» був введений на початку 20 ст. Мілікеном. Так було названо потік високоенергетичних частинок, відкритий Гессом. Умовно, космічне випромінювання можна поділити на:

- первинні космічні промені (КП), частинки якого надходять в атмосферу Землі з інших галактик. Мають енергію  $E < PeB$ ;
- сонячні КП. Джерелом таких частинок є сонячний вітер. Вони не досягають атмосфери Землі і мають енергію в межах  $keB < E < GeB$ ;
- вторинні КП. Такі частинки виникають, після зіткнення первинних частинок з атомами в атмосфері Землі;
- земні КП. Частинки які ми можемо зафіксувати на Землі і які складають менше 1% від первинного космічного випромінювання [Помилка! Джерело посилання не знайдено., С. 86].

Велика кількість частинок космічних променів (КП) має енергію до 1020 еВ. Основна проблема полягає в тому, що такі частинки дуже рідко потрапляють на землю. Звісно, фізики навчились з цих одиниць та десятків частинок добувати потрібну інформацію. Але зовсім нові можливості відкриває нам вивчення взаємодії цих частинок з атмосферою землі. Адже на даний момент фізика елементарних частинок не далеко просунулась у вивченні взаємодії частинок з надвисокими енергіями [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**, С. 471].

Класичні методи ґрунтуються на реєстрації частинок на землі або на непрямих вимірюваннях енергії каскаду частинок, які утворюються після взаємодії КП з атмосферою. Реєстрація вторинних частинок у флуоресцентному світлі є успішним методом для вимірювання ультрависоких енергій частинок [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**, С. 86].

Метод реєстрації КП в атмосфері:

Реєстраці КП проводиться за допомогою різних приладів: іонізаційних камер, мезонних телескопів та нейтронних моніторів на Землі. Ідея моніторингу КП в атмосфері за допомогою радіозондів належить професору Вернову, яка була реалізована в 1957 році. На даний момент такий спосіб охоплює широкий діапазон спектру енергій частинок КП.

Довгострокові вимірювання енергії КП в атмосфері проводяться на різних широтах з середини минулого століття і дотепер. До цього часу було здійснено понад 70 000 польотів на повітряній кулі, також було організовано кілька морських експедицій, в яких вимірювали енергію КП в широкому діапазоні [2, С. 471].

Класичні методи ґрунтуються на реєстрації частинок на землі або на непрямих вимірюваннях енергії каскаду частинок, які утворюються після взаємодії КП з атмосферою. Реєстрація вторинних частинок у флуоресцентному світлі є успішним методом для вимірювання ультрависоких енергій частинок.

Реєстрація радіовипромінювання електронів та позитронів у зливі є альтернативною та порівняно новою методикою реєстрації космічних променів. Останнім часом інтерес до цього методу зростає, за рахунок наступних переваг:

- напрямом надходження зливи можна визначити відносно простим шляхом вимірювання часу надходження імпульсу;
- робочий цикл радіоантен не має принципових обмежень, на відміну від флуоресцентних телескопів.

Саме тому проводяться численні дослідження з метою вивчення перспектив застосування радіотехніки у фізиці КП [4, С. 611].

Вимірювання спектру первинного космічного випромінювання протягом багатьох років проводилося різними методами: магнітні спектрометри та детектори RICH використовувались для енергій до 1 ТеВ. Результати, які стосуються високоенергетичної частини спектру були отримані завдяки експериментам на повітряних кулях. Однак пізніше було представлено два нових космічних проекти: PAMELA та AMS-02.

PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics) – супутник, призначений для вивчення частинок, які входять до складу КП. Його основою є магнітний спектрометр, що складається з постійного магніту і кремнієвого трекара. Нижче магнітного спектрометра встановлений електромагнітний калориметр, який є ідентифікатором частинок. ( Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics ) – запуск відбувся в червні 2006 року.

AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer) – модуль, встановлений на МКС, який дуже схожий на PAMELA, але має надлишкові детектори для ідентифікації частинок. У ньому детектор, який встановлений над постійним магнітом, дозволяє ідентифікувати електрони та позитрони. Метою цього проекту є пошук доказів існування темної матерії. Результати, отримані цим проектом є кроком вперед у порівнянні з результатами попередніх поколінь:

- було розширено енергетичний спектр від сотень MeV до TeV;
- архів отриманих експериментальних даних значно збільшився;
- отримана статистика дозволяє співставити отримані неві невизначеності з невизначеностями у експериментах минулого покоління. ( Alpha Magnetic Spectrometer ) – травень 2011 року.

CALET ( CALorimetric Electron Telescope ) – серпень 2015 року.

Основною перевагою останнього проекту є те, що роздільна здатність при дослідженні складає кілька відсотків.

Основною перевагою цих проектів є висока точність вимірювань в інтервалі від GeV до TeV [2, С. 471].

Існує ще багато відомих проектів, таких як: VERITAS, CODALEMA, Tunka, Yakutsk, TREND та ANITA, які досліджують перспективи застосування цифрових радіомасивів для виявлення надвисоких енергетичних частинок, таких як космічні промені та нейтрино [4, С. 675].

Останні покоління детекторів частинок космічних променів принесли і приносять багато захоплюючих результатів. Нові результати сучасних та майбутніх експериментів, ймовірно, допоможуть більш точно пояснити джерело, прискорення та поширення космічних променів.

“Висотне” або “ультра-гамма-випромінювання” вже увійшло у фізику під назвою, яке підкреслює його походження - “космічне випромінювання”. А його відкриття та подальше дослідження зіграло важливу роль для фізики високих енергій та елементарних частинок.

Космічні промені після їх повного вивчення стануть найпотужнішим інструментом атомної та ядерної фізики. Цим і обумовлене неперервне зростання інтересу до даної теми.

#### **Список використаних джерел:**

1. Гальпер А.М. Космические лучи. – 2-е изд., исп. и доп. М: МИФИ,2002. – 86 с.
2. T.J. Dunai, Cosmogenic Nuclides: Principles, Concepts and Applications in the Earth Surface Sciences (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2010. С. 472).
3. THE EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C. Particles and Fields. Zeitschrift fur Physik C. V.15, – No.1-4, 2000. – С.496.
4. Physics of Particles and Nuclei. – V.34. – No. 3, 2003. – P. 285-347 (ЭЧАЯ. – Т.34, №3, 2003. – С.565-678).

#### **METHODS OF REGISTRATION OF COSMIC RAYS**

**Miroshnyk Iryna** – 2nd year student of master's program NPDU

*Provides general information about cosmic rays, discusses methods of recording cosmic rays in the atmosphere.*

**Key words** : Space Rays, PAMELA, AMS-02.

#### **ВІДКРИТТЯ ПЛАНЕТ, НА ЯКИХ МОЖЛИВЕ ЖИТТЯ**

**Наталя Дерманська** – студентка 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

*У роботі зроблено огляд найвідоміших минулих, теперішніх і майбутніх місії з пошуку та вивчення екзопланет. Також зроблено огляд, якими мають бути планети придатні для життя.*

**Ключові слова:** екзопланети, зона, придатна для життя, життєпридатність планети, космічна обсерваторія.