



МІЖНАРОДНІ МАЙСТЕР-КЛАСИ Експериментальна діяльність в обсерваторії П'єра Оже

// Походження космічних променів надвисокої енергії

Посібник Особа/Група _____

Мета:

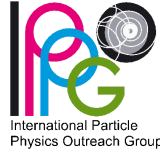
- Реконструкція 50 подій з обсерваторії П'єра Оже
- Вибрати ті, які містять інформацію про напрямок їхнього походження
- Обговорити, де у Всесвіті народжуються космічні промені надвисоких енергій

Before starting:

- Перейдіть за посиланням <https://augermasterclasses.lip.pt/downloads> і знайдіть "NEXT ACTIVITIES DATASETS".
- Знайдіть ваш заклад і завантажте набір даних "AugerMasterClasse_X.augermc" у папку "Завантаження", де X — це номер групи, вказаний вище. Кожна особа/група має власний унікальний набір даних для використання.
- В інтерактивному переглядачі подій Auger натисніть на "Read Events File" у верхньому лівому кутку та виберіть файл даних у папці "Завантаження" з розширенням ".augermc".

- Тепер ви готові розпочати аналіз подій. Почніть процес, вибравши першу подію з лівої бічної панелі.





Крок 1: Вибір станцій

Визначте станції детекторів на поверхні, які є частиною події, вибравши станції з сигналом і вилучивши станції з фоновим шумом.

- Натисніть на "*Start Reconstruction*" і натисніть на станцію, яка має найбільший сигнал. Розмір і колір станції відображають її сигнал; точне значення можна знайти на правій бічній панелі. Потім натисніть на "*Next Step*".

- Виберіть решту станцій події за такими критеріями:
 - **відстань до станції з найбільшим сигналом:** переміщення повзунка "*Distance*" дозволяє вибрати станції, які знаходяться на все більшій відстані від станції з найбільшим сигналом;
 - **час приходу частинок зливи:** переміщення повзунка "*Time*" дозволяє вибрати станції, де був зафіксований сигнал з підвищеним часом відносно станції з
 - також можна додати або видалити окремі станції зі вибірки, натискаючи на стовпець "*Sel*" на правій бічній панелі.

- Після вилучення станцій, віддалених від події, а також станцій, які зафіксували час прибуття частинок, несумісний зі зливою, завершіть вибір, натиснувши "*Next Step*".



Крок 2: Реконструкція напрямку падіння променя

Реконструйте напрямок падіння космічного променя, визначивши азимутальний кут " Φ " між напрямком космічного променя, спроектованого на поверхню, та віссю Схід-Захід, а також зенітний кут " θ " між напрямком космічного променя і вертикаллю.

- Реконструйте азимутальний кут відповідно до таких критеріїв:
 - **Частинки зливи першими досягають станцій на стороні падіння космічного променя:** зорієнтуйте стрілку на поверхні відповідно до зміни часу прибуття частинок зливи на станції, який позначено кольором (зелений — раніше, червоний/помаранчевий — пізніше); потім натисніть на "*Next Step*".

- Реконструйте зенітний кут відповідно до таких критеріїв:
 - **Частинки зливи рухаються (приблизно) зі швидкістю світла;** виберіть дві станції, які розташовані на лінії азимуту та максимально віддалені одна від одної;
 - Напрямок космічного променя розраховується автоматично програмою на основі часу реєстрації обраними станціями. Відповідне значення, а також напрямок прибуття, представлені на карті неба, з'являється на бічній панелі одразу після натискання "*Next Step*".



Крок 3: Реконструкція енергії

Реконструйте енергію космічного променя, визначивши профіль (форму бічного розподілу) і розмір зливи на поверхні.

- Графік ілюструє бічний розподіл частинок зливи, де точки представляють кількість сигналу від обраних станцій як функцію відстані від станцій до відновленої траєкторії космічного променя. **Сигнал на відстані 1000 метрів пропорційний (після врахування усіх поправок) енергії космічного променя.**

- Визначте функцію, яка найкраще відповідає бічному розподілу зливи:
 - Відрегулюйте параметри "*S1000*" та "*Beta*", натискаючи кнопки "+" або "-" на кінцях повзунків, щоб отримати найкращу відповідність функції експериментальним точкам.
 - Якість фітування залежить від відстані між функцією та точками і кількісно **вимірюється показником "*Chi2 /NDF*".** Чим менший цей показник, тим краще ваша крива описує експериментальні дані.
 - Після отримання найменшого значення натисніть на "*End*".

- Реконструкція події завершена! Властивості, які були відновлені, вказані на правій бічній панелі. Анімація приходу космічного променя в обсерваторію, побудована на основі цих властивостей, відображається на екрані. **Наступний крок описує критерії, які визначають, чи буде ця подія обрана чи ні.**



Крок 4: Критерії відбору

Виберіть лише ті події, які містять інформацію про напрямок походження космічних променів надвисоких енергій.

- Перевірте, чи відповідає подія одночасно наступним критеріям:
 - 1) Реконструйована енергія **більша або дорівнює 8 EeV**;
 - 2) Кількість станцій, які мають сигнал і належать до шестикутника безпосередньо навколо станції з найбільшим сигналом, **більша або дорівнює 5**.
 - 3) Значення "*Chi2 /NDF*" (Якість фітування бічного розподілу частинок) **менше або дорівнює 2**.
- Якщо критерії збігаються, прийміть подію, натиснувши на «*Add Event to Analysis*», і напрямок прибуття події буде додано на карту неба на бічній панелі зліва. Якщо ні, то не враховується події, натиснувши "*Uninteresting*".
- Почніть аналіз наступної події, вибравши її на бічній панелі. Так потрібно проаналізувати кожну подію.

Після перегляду подій:

- У нижньому лівому кутку з'являється карта неба з напрямками прибуття вибраних подій. Які висновки можна зробити?
- Експортуйте результати, натиснувши "*Export File*" у правому нижньому кутку екрана та зберігши файл з розширенням "*.augermsexport*".
- Перейдіть за посиланням: <https://augermasterclasses.lip.pt/activities> і завантажте файл, збережений на попередньому кроці, натиснувши "*Upload File*".