

1

2

3

4

5

6

7

8 1 План

- 9 • Розраховано калібрувальну криву, для реконструкції позиції треків від-
10 носно центру дрейфової трубки для МІР(minimum ionising particles -
11 мінімум іонізуючих частнок) на прикладі мюонів з енергією 1 GeV
12 (знаходиться обернена залежність $r(t)$ від розподілу "час дрейфу t як
13 функція положення r треку відносно проводу").
- 14 • Провів симуляцію 50 тисяч треків через дрейфову трубку випадковим
15 чином з рівномірним розподілом. По аналізу сигналу кожного треку
16 було визначено час дрейфу електронів і реконструйовано розподіл по-
17 зиціонування кожного треку. По отриманим даним було побудовано ді-
18 аграми густини розподілу відхилення $r_{real} - r_{reconstructed}$ як функція
19 від r_{real} .
- 20 • Після врахування всіх ефектів, що можуть впливати на вхідний си-
21 гнал необхідно реєструвати час приходу сигналу подібно дискриміна-
22 тору імпульсів і використати даний алгоритм в для даних Garfield для
23 побудови калібрувальної кривої і решти розрахунків.

2 Теоретичний вступ

Рідкісні розпади $K \rightarrow \pi \nu \bar{\nu}$ є чудовим знаряддям вивчення фізики ароматів із-за своєї чистої природи. Дякуючи сильному GIM механізму, ці розпади є домінуючими в короткодистанційній динаміці. Окрім того, короткодистанційна амплітуда регулюється лише єдиним напівлептонним оператором, чий адронний матричний елемент вимірюється експериментально з аналізу даних від напівлептонних розпадів. Фактично це означає, що найбільші теоретичні невизначеності в цьому випадку можуть бути перевірені чисто експериментально.

Так як пара нейтрино-антинейтрино є частинками які фактично неможливо зареєструвати а тим більше визначити їх треки, то розпад K^+ визначається лише по треку дочірньої π^+ частинки. Тож для реконструкції вершини розпаду необхідно знати часові та просторові характеристики треків від K^+ , π^+ та всіх інших частинок, суміжних з даною реакцією та іншими фоновими процесами з точністю необхідною для виявлення причинно-наслідкового зв'язку.

Конкуруючими процесами до розпаду $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu} \in K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$, $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$ та $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ розпади.

3 Формулювання задачі

Для визначення треків заряджених π та μ частинок в експерименті SHiP пропонується використовувати детекторну систему на базі дрейфових трубок.

Для цієї трекової детекторної системи ствиться декілька вимог:

- забезпечити необхідну точність визначення треку на рівні $100 \mu m$
- ефективна товщина системи не повинна перевищувати 2% радіаційної довжини
- точність визначення імпульсу частинки має бути на рівні 0.5% або ж нижче.

Виконання всіх цих вимог дозволить отримати роздільну здатність по масі на рівні $10^{-3} GeV^2/c^4$, що має бути достатньо для поставленої задачі.

4 Трековий частина детектора

Трековий детектор має складатися з двох частин - каонного та піонного. По суті це тонкі детектори розташовані перпендикулярно до напрямку пучка, в області розташування яких діє сильне штучне магнітне поле. Каонний спектрометр являє собою три послідовно розташовані твердотільні піксельні детектори.

Піонний спектрометр в свою чергу складається з шарів дрейфових трубок розташованих в середині вакуумного танкеру. Вибір STRAW трекара у вакуумі був зроблений з міркувань зменшення інтенсивності багаторазового розсіювання частинок пучка на конструкційних матеріалах.

STRAW трекер є предметом дослідження дарої роботи. Визначення його роздільної спроможності та пошук кращих дизайнерських рішень з метою поліпшення його просторово роздільної спроможності в межах даного експерименту.

5 Параметри STRAW детектору

Параметри STRAW трекара подібні до експерименту NA62 з єдиною відмінністю – вони стали довгими (5m проти 2.1m у випадку NA62). В наступній таблиці описані параметри дрейфових трубок.

Величина	Значення
радіус дроту	$30\mu m$
матеріал дроту	gold-plated Thungsten
довжина дроту	5m
потенціал дроту	1750V
потенціал стінок трубки	0V
Внутрішній радіус трубки	9.8 mm
Густина дроту	$19.3 g/cm^3$
сила натягу дроту	$\sim 90 g$
склад газової суміші в трубці	Ar70% CO ₂ 30%

Табл. 1: STRAW tube parameters

Дріт всередині трубки має масу і під дією гравітаційного та електричного поля всередині трубки значно "провисає" (Рис. 1)

Це ускладнює роботу з дрейфовими трубками, так як в залежності від зміщення трубки від центрального положення змінюється і час дрейфу. Це ускладнює процес реконструкції треків, і вимагає додаткових кроків в процесі реконструкції треків. При чому потрібно зважати на той обсяг інформації який ми можемо витягти з дрейвової трубки в робочому стані. Адже не всі методи зостосовні до калібровки трубки в лабораторних умовах можуть бути виконані на практиці при в зібраному детекторі.

Під дією сильного електричного поля дріт (анод $V_{wire} \cong 1750V$) притягується до стінок трубки (катод $V_{tube} = 0V$) і так зване провисання досягає значних розмірів $\sim 1.5mm$ при радіусі трубки всього $4.9mm$.

Одним із головних припущень в даній задачі є вибір конфігурації трубок. Припустимо, що трубка є відносно ідеальна: не прогинається під дією гравітації та без викривлень в результаті дефектів при виробництві чи процесі встановленні на робоче місце, або ж якихось інших факторів). Коли

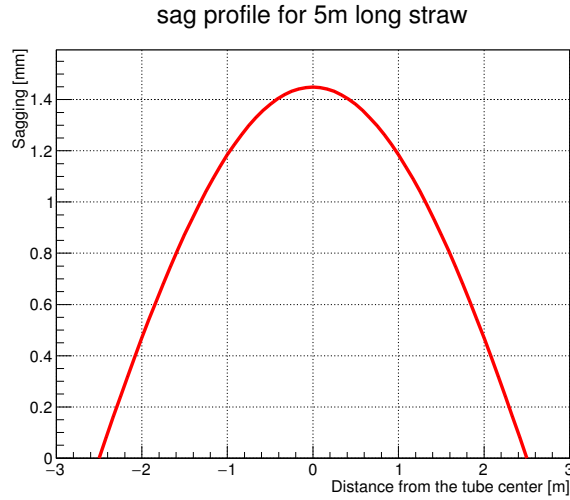


Рис. 1: Профіль провисання проводу в дрейфовій трубці довжиною 5 метрів під дією електричного та гравітаційного полів розрахований у програмному пакеті Garfield

трубка знаходиться у вертикальному положенні(тобо у стані, коли гравітаційне поле не впливає на початкове позиціонування дроту в трубці) напрям провисання дроту передбачити неможливо - він повністю залежить від дефектів трубки при збірці та позиціонуванні дроту при фіксації на торцях, якщо всі інші поля відсутні.

Проте в горизонтальному положенні трубок гравітаційного поля має бути достатньо, щоб задати напрям провисання трубок строго по напрямку гравітаційного поля \vec{g} . Таким чином неоднозначність конфігурації трубки зникає.

6 Сигнал

Програмний пакет Garfield [1] дає можливість просимулювати сигнал від проходження частинки чере drift tube. Figure 10 shows the schematic view of a particle passing the straw and producing ionization clusters along its path inside the straw. The number of produced ionization clusters directly affects the hit efficiency profile. [2] Smaller ionization length increase hit efficiency, as more ionization clusters are produced. After the ionization is produced the electrons drifts to the wire due to the electrical field between the wire and the straw. When the ionization cluster approaches the wire, the electrons ionize the gas due to the high electric field around the wire. Subsequently a signal is induced on the wire and propagates to the readout electronics. The signal is registered if it passes a threshold value (Fig. 3). A variation of the signal height introduces

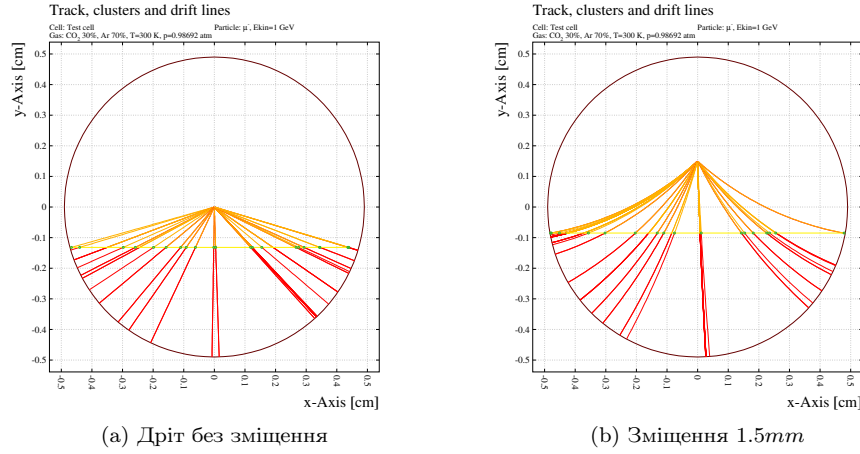


Рис. 2: Приклад траєкторії руху електронів та іонів в дрейфовій трубці в результаті проходження зарядженої частинки в горизонтальному напрямку (перпендикулярно до напрямку провисання трубки в площині поперечного перерізу дрейфової трубки)

a variation in the time when the signal passes the threshold and is considered to be the main contribution to the STRAW tracker resolution.

In the track reconstruction software (GARFIELD [1]) an effective TR-relation is used. It only describes the relation between the drift time and the distance from the track to the wire, which differs from the distance to the ionization cluster. The shape of the TR-relation is defined by the drift velocity of the ionization cluster inside the straw. The electric field increases towards the wire, leading to a non linear TR-relation. Currently almost parabolic dependence is used, and easily can be fitted by function (1).

The drift time versus the unbiased distance distribution and the result of the fit are shown in Fig. 11. The noise hits under the main distribution, i.e. at earlier times, are due to primary or secondary particles (δ -rays) passing the straw at a closer distance to the wire, consequently producing an earlier signal.

Робочою частинкою, що прошиває об'єм трубки в симуляціях взято мюон μ з енергією 1 GeV . Приклад треків від такої частинки видно на Рис. 2a, 2b. Зеленим кольором позначено точки локалізації кластерів іонізації викликані частинкою.

До сигналу від треку також необхідно додати шум. Шум вибирався таким, щоб наближено дорівнював типовому. Вважаючи, що шум розподілений за розподілом пуассона, RMS розподілу шуму вибирався на рівні максимального значення вихідної напруги від 2000 електронів. На практиці шум дуже залежить від реалізації детектора, тому передчасно судити дуже важко. З виходом перших екземплярів дрейфових трубок потрібної конфігурації та відповідного набору front-end електроніки можна буде виміряти шумові характеристики каналів. Однак наразі в нас не лишається нічого

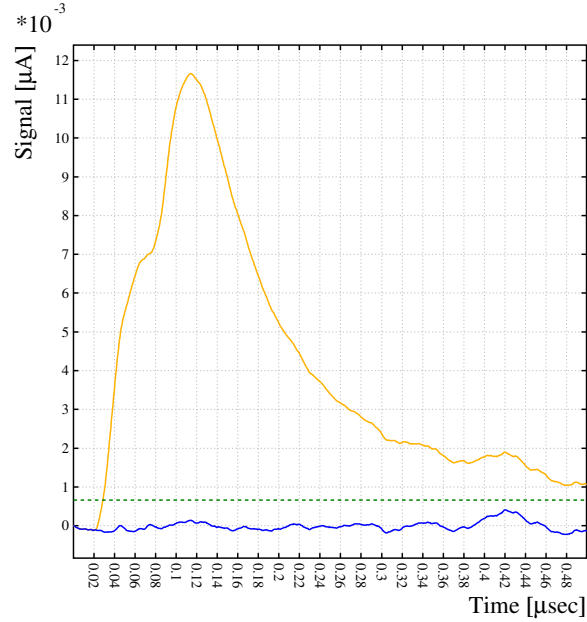


Рис. 3: Приблизний сигнал(напруга) на виході з формувача зчитувальної електроніки(жовта лінія). Складовка шуму позначена синьою лінією. Зелена лінія відповідає напрузі 4 середніх квадратичних відхилень розподілу шуму. (Зазнач, що по осі Y величина суть напруга, проте домножена на сталий коефіцієнт, далекий від правди $\sim \frac{1}{Gain}$)

134 шляху як задати шум у вигляді описаному вище.

135 На Рис. 3 моментом часу $Time = 0$ відповідає момент утворення первин-
 136 них електрон-іонних пар від акту взаємодії мюона з атомами газу. Такий
 137 акт з великою точністю можна вважати миттєвим. Проте на експерименті
 138 такого фіксатора часу не буде. Тож в даних симуляціях відсутність перед-
 139 історії сигналу погано вплине на точністю реконструкції, особливо якщо в
 140 схемі зчитування присутні інтегруючі ланки. В нашому випадку, це лише
 141 покращить кінцевий результат(точність реконструкції треків), так як все
 142 ще лишається імовірність того, що шум в колі все ще може перевищити
 143 порогове значення дискримінатора.

144 Передбачається, що часові характеристики сигналу будуть визначатися
 145 саме методом порогу – тригерування сигналу дискримінатором.

146 6.1 STRAW efficiency

147 Взаємодія зарядженої частинки з молекулами газової суміші всередині STRAW
 148 tube має імовірнісний характер. Тож можуть виникати ситуації коли частин-
 149 ка, що прошиває drift tube не утворить жодного іон-електронного кластеру

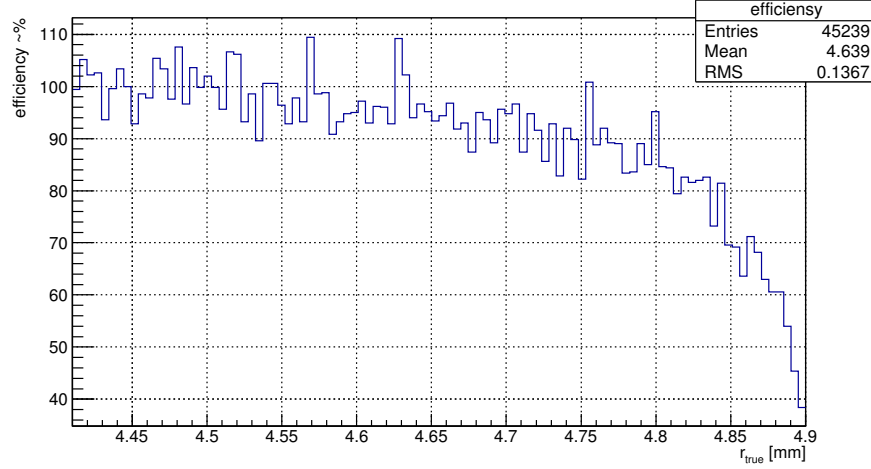


Рис. 4: Ефективність реєстрації треків в області периферії трубки від рівномірного опромінення 50 тис. треків($\frac{50k \text{ events}}{100bin} = 500 \frac{eventst}{bin}$)

150 в об'ємі трубки. Даний ефект особливо наглядно спостерігати в областях
151 трубки де довжина треку через об'єм трубки зовсім невеликий. Фактично
152 це треки, що проходять біля краю трубки.

153 Як видно з Рис. 4 ефективність реєстрації сягає майже 100% за виключе-
154 нням пристінкових областей, де ефективність падає за рахунок зменшення
155 області пробігу частинки.

156 Також наводимо розподіл кількості електрон-іонних пар для централь-
157 ного треку(тобто той що проходить через центр трубки) Рис. 5. Тож вра-
158 ховуючи що з частотою кластерів, порядку $\sim 3 \frac{cluster}{mm}$ можна стверджувати,
159 що ефективність реєстрації треків у STRAW tube буде високою і близькою
160 до 100%, що й наглядно показано на рис. 4.

161 На практиці, даний показник зазвичай гірший приблизно вдвічі(на при-
162 кладі експерименту NA62)

163 7 Gain

164 На базі оцінки форми сигналу та амплітуди вихідного струму каналу STRAW
165 трубки проектується відповідна front-end електроніка. Коефіцієнт газового
166 підсилення залежить від складових газової суміші, тиску, температури і
167 поля в якому рухаються електрони/іони і розвиваються електрон-іонні ла-
168 вини.

169 Власне імплементація скрипту для розрахунку коефіцієнта підсилення
170 у програмному пакеті Garfield вимагає від нас знання параметрів ефекту
171 пеннінга для [] для розглядуваної газової суміші.

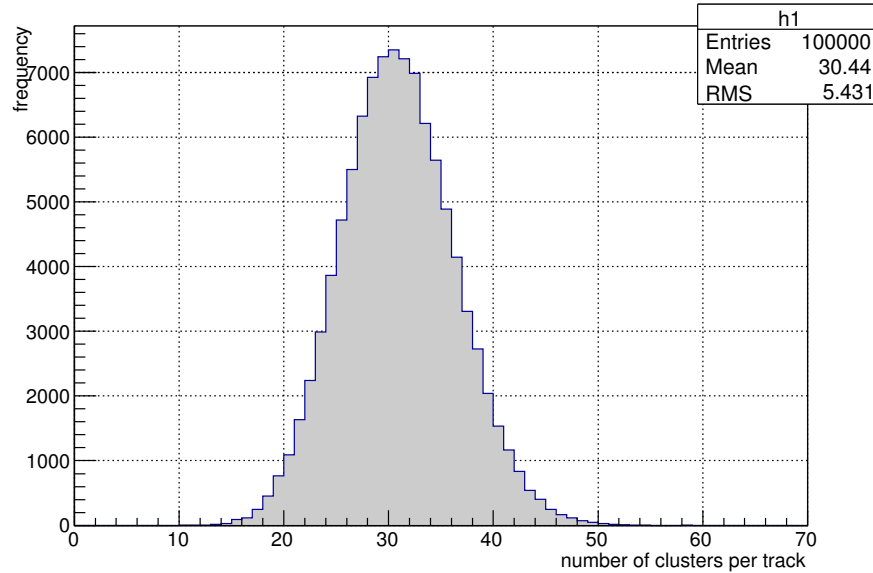


Рис. 5: Розподіл кількості кластерів на діагональний трек через дрейфову трубку.

Приведемо графік залежності коефіцієнту підсилення сигналу для суміші газу зазначеної в таблиці 1 від напруги на дроті STRAW трубки. Як видно, з Рис. ?? він носить точно експоненціальний характер, що, чесно кажучи не викликає особливої довіри, хоча напевне є з певною точністю справедливим.

Попри це механізм розрахунку коефіцієнту підсилення в програмному пакеті Garfield реалізований недостатньо якісно, в тому сенсі, що на момент написання пакету Garfield (fortran версії) процес газового підсилення був вивчений не достатньо добре. Використання програмного пакету Garfield++ може вирішити цю проблему, так як написаний пізніше і дозволяє отримати значно точніші і достовірніші дані. Зі слів Rob Veenhof точність може різнитися в РАЗИ.

Дана перспектива може бути виконана в майбутньому як частина даної дипломної роботи.

Наразі маємо можливість побудувати залежність коефіцієнту газового підсилення електромагнітної лавини в газі (gas gain). Для оцінки коефіцієнту підсилення

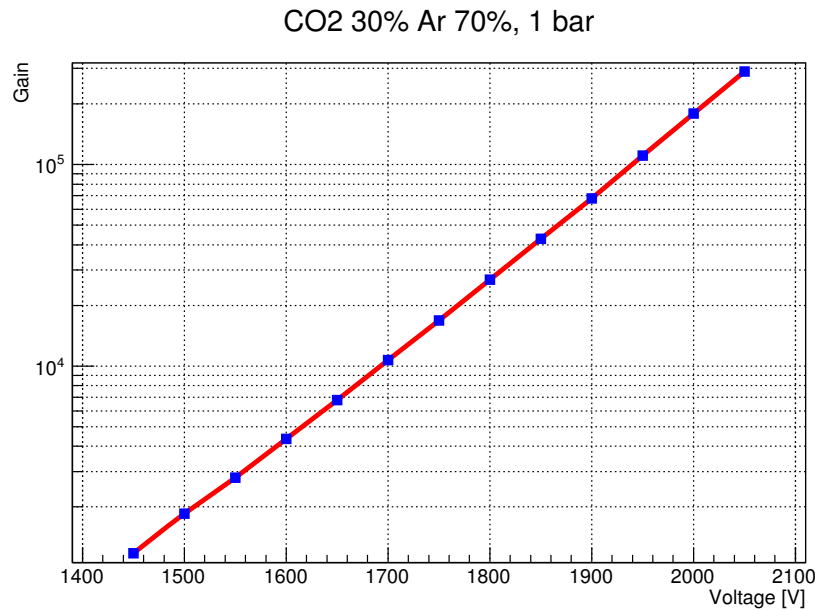


Рис. 6: Графік залежності коефіцієнту підсилення сигналу в трубці(gain) в залежності від прикладеної до дроту напруги. Параметри системи описані в таблиці №1

189 8 Sag estimation

190 Очікується, що для кожному окремому положенню дроту в трубці (змі-
 191 щення від центрального положення) буде відповідати своя TR-залежність.
 192 Тож першочерговим завданням є визначити зміщення дроту в трубці від
 193 центрального положення.

194 Як логічно припустити з Рис. 11 та 14 розподіл часу дрейфу для ви-
 195 падків з різним значенням зміщення дроту буде також різнитися Рис. ??.
 196 Отже з цих розподілів легко можна отримати значення відхилення дроту в
 197 даному місці трубки.

198 Описані вище розподіли часу дрейфу вказані на рис. ?? виконані в се-
 199 редовищі Garfield для константного положення дроту. Нажаль Garfield не
 200 дозволяє робити робити симуляції для профілю дроту.

201 Першим кроком для знаходження положення дроту з діаграм знайдемо
 202 вигляд розподілів для кожного можливого значення положення дроту в
 203 трубці. В нашому випадку було виконано симуляції для отримання діаграм
 204 в різних положеннях в діапазоні від 0 до 1.5mm.

205 Наступним кроком ми маємо привести у відповідність конкретний роз-
 206 поділ з координатою дроту для калібровки. На практиці це пропонується
 207 здійснити за допомогою оптичного просвічування трубки.

208 На експерименті будемо визначати профіль трубки з порівняння про-

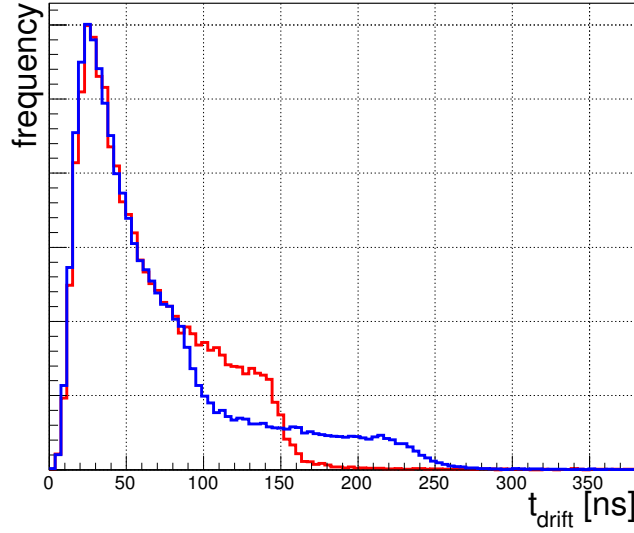


Рис. 7: Drift time distribution for a homogeneous irradiation with a centered wire (red) and for a wire offset of 0.9 mm (blue).

209 філю даного вимірювання з виміряними раніше "калібровочними" серіями
210 вимірів.

211 Робиться це наступним чином:

- 212 1. кожна діаграма нормується і рахується χ^2 попарно з кожною з core
213 діаграм.
- 214 2. для отриманих значень χ^2 будуємо графік, де по осі X відкладається
215 положення дроту.
- 216 3. Мінімум даної залежності допоможе знайти core діаграму найближчу
217 до вимірюваної. Адже такі діаграми будуть найбільш схожими (Рис. 8)

218 Точність даного методу може бути достатньо великою. Для діаграм ста-
219 тистикою 5 тисяч подій розподіл визначення визначення положення дроту
220 зображено на Рис. 9

221 На експерименті вказані вище розподіли отримати не важко. Єдине що
222 потрібно набирати статистику лише для фіксованого положення дроту, а
223 значить необхідно проводити експозицію секційно – не по всій довжині тру-
224 бки а лише на відповідних ділянках, таких щоб значення відхилення дроту
225 на них не відрізнялося більше необхідної точності.

226 Нехай бажана точністю визначення положення дроту 50μ . Розділивши
227 весь дріт на ділянки маємо, що центральний сектор буде найбільшим і має
228 довжину $0.8m$. Це при значенні максимального просідання дроту $1.5mm$.

chi2 comparison for 0.7 Sag histogram

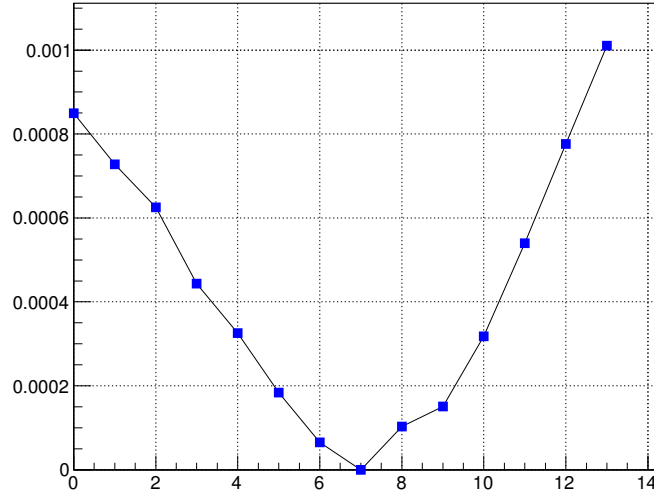


Рис. 8: Порівняння χ^2 для core діаграми $0.7mm$ з усіма іншими core діаграмами в діапазоні $0 \dots 1.5mm$

229 9 Калібровочна крива

230 9.1 Знаходження часу дрейфу

231 Після проходження зарядженої частинки через об'єм дрейфової трубки вздовж
 232 треку виникають електрон іонні кластери, які під дією сильного електри-
 233 чного поля починають дрейфувати до відповідних електродів викликаючи
 234 струм у електричному колі дрейфової трубки. Слідом, ненульовий струм
 235 кола дрейфової трубки відповідає руху зарядів в о'бемі трубки. Час дрей-
 236 фу найближчих до аноду електронів містить інформацію про положення
 237 треку в трубці, тож по моменту часу переднього фронту сигналу можна
 238 відновити положення треку, а точніше радіус кола дотичного до треку і
 239 паралельного трубці. Надалі будемо позначати *часом дрейфу* проміжок ча-
 240 су від моменту появи треку до перевищення вихідним сигналом певного
 241 порогового значення(зелена штрихована лінія на Рис. 3).

242 9.2 Джерела похибок

- 243 • Природна складова похибки визвана розподілом кластерів іонізованих
 244 атомів вздовж треку МІР-частинки.
- 245 • Похибка пов'язана безпосередньо з дрейфом електронів та йонів в труб-
 246 ці. Залежить від параметрів електричного поля та складової газу в
 247 трубці.

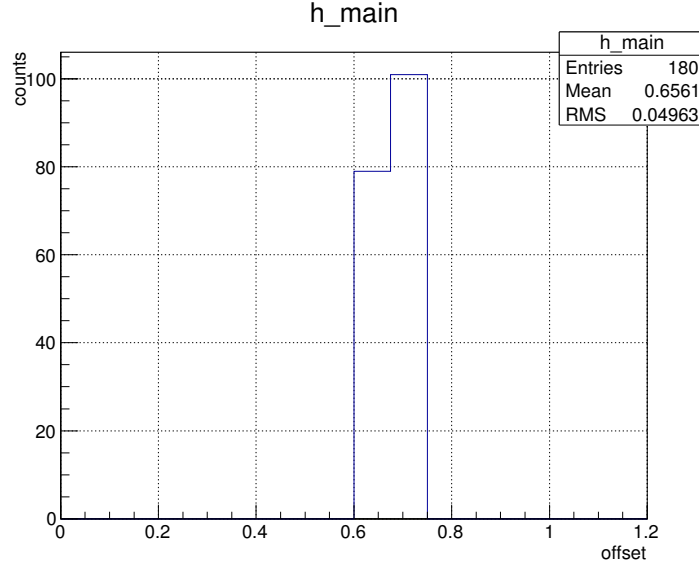


Рис. 9: Bias estimation distribution for 5k data. 50k events for core template histograms. True bias is 0.063 mm. 1 bin = 0.1 mm.

- Похибка пов'язана з ефектами поширення заряду від електромагнітної лавини в дроті.
- Фактори електроніки – функція відгуку електроніки.

9.3 Генерация шума

Шум – штука непередбачувана, і дуже залежить від технологічного процесу виготовлення складових елементів детекторної системи. Шум в кінцевому результаті дуже впливає на якість вихідних даних детектора: його ефективність реєстрації, роздільну здатність.

Шум зараз особливо важко оцінити, так як робочих екземплярів дрейфових трубок ще нема, і front-end електроніки в тому ж числі нема.

Тож задамо шум з огляду детекторних установок подібного типу.

Програмний пакет Garfield дозволяє задати значення струму шуму через імовірнісну функцію розподілу. Підберемо такий розподіл струму, щоб вихідна напруга перед дискримінатором (умовно кінцева напруга) була розподілена за гаусом $P_{\mu,\sigma}(x) = Ae^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ з середнім розподілу $\mu = 0$ та з середнім квадратичним розподілом рівним сигналу від дрейфу 2000 електронів $\sigma = 2000e$ – так званий electric noise charge (ENC). Приклад сигналу шуму зображено на Рис. 3

Дане питання одне із слабких місць даної симуляції і в майбутньому будуть проводитися зміни. Тож дана частина є нічим іншим як костиль.

268 10 Знаходження параметрів калібровочної кри- 269 вої

270 Калібровочною кривою в даному випадку будемо називати функцію, яка є
271 оптимально відповідність між часом дрейфу та нійблільш імовірним поло-
272 женням треку(наприклад радіус кола, дотичного до лінії треку частинки
273 концентричного до поперечного профілю трубки).

274

275 10.1 Випадок центрованого дроту

276 До початку розглянемо випадок, коли дріт трубки розташований строго
277 по центру і можна застосувати спрощену процедуру для побудови RT -
278 залежності. Частинки, що проходять крізь дрейфову трубку на однаковій
279 відстані мають викликати сигнал з однаковими часовими характеристиками
280 зростаючого фронту.

281 Знаючи час дрейфу можемо відновити дотичне до треку коло. Якщо ж
282 напрямок поширення частинки відомий то кількість можливих положень
283 частинки зводиться до двох. На експерименті очікується, що дрейфові труб-
284 ки будуть розташовані в площині перпендикулярній до напрямку пучка.
285 Тож залишається серед двох дзеркальних до дроту треків вибрати один. Ця
286 задача легко вирішується вже в процесі комбінаторики відновлення треку
287 по хітах.

288 Калібровочну криву будемо знаходити з апроксимації розподілу $t_{drift}(r)$
289 Рис.11.

290 Instead of using the average value of the drift time residuals, a fit to the
291 distribution of unbiased drift time residuals is performed in a narrow range
292 around the peak. This allows to reduce the contribution of incorrectly assigned
293 hits

294 Для ясності опишемо дану процедуру поетапно

- 295 1. Оскільки TR розподіл симетричний Рис 11, то для підвищення статисти-
296 ки будемо аналізувати їх "суму".
- 297 2. з TR розподілу рис.11 будуємо структурну діаграму шляхом розбиття
298 даних на секції вздовж r_{track} (ось X) і знаходимо середнє для таких
299 вибірок.
- 300 3. як видно з рис.11 в симуляціях є досить багато шуму - точки поза
301 головним "стержнем"розподілу. Тому для більш точних результатів
302 в побудові RT залежності цього шуму слід позбавитися. Як варіант
303 пропоную наступний критерій: вважати шумами всі точки, які зна-
304 ходяться на відстані більше 2σ від середнього вибірки для кожної із
305 секцій від першої ітерації.
- 306 4. для "відфільтрованих"даних повторюємо пункт №2;

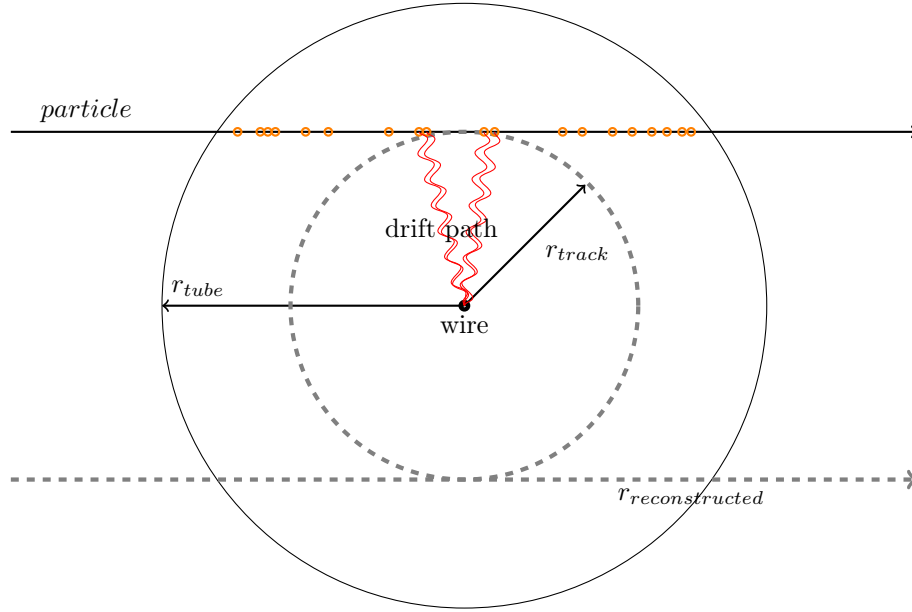


Рис. 10: Schematic view of a particle passing the straw and producing ionization clusters. The ionization cluster electrons drift to the wire and induce the signal. Only the earliest signal is detected. The closest distance from the track to the wire, r_{track} , and radius of the straw, $r_{tube} = 2.45mm$, are also indicated.

307 5. Апроксимуємо точки середнього з вибірок функцією (1)

$$y = e^{a_0 + a_1 x} \quad (1)$$

308 6. Знаходимо RT відношення як оберенену до (1) функцію. Результат
309 зображено червоною лінією на рис. 12

310 В даному випадку калібровочною кривою буде однозначна відповідність
311 між часом дрейфу і радіусом дотичного кола.

312 Для знаходження кривої $r(t)$ складемо дві гілки розподілу Рис. 11 (пра-
313 воруч і ліворуч нуля), інвертуємо розподіл $t_{drift}(r_{track}) \rightarrow r_{track}(t_{drift})$ і
314 виконаємо підгонку розподілу функцією виду (2).

$$r(t) = a_1 \log(t) + a_2 \quad (2)$$

315 Далі наводимо параметри калібровочної кривої як результат фітування
316 розподілу $t_{drift}(r)$ Рис. 12

317 • $a_1 = 2.231 \pm 0.008$

318 • $a_2 = 0.448 \pm 0.002$

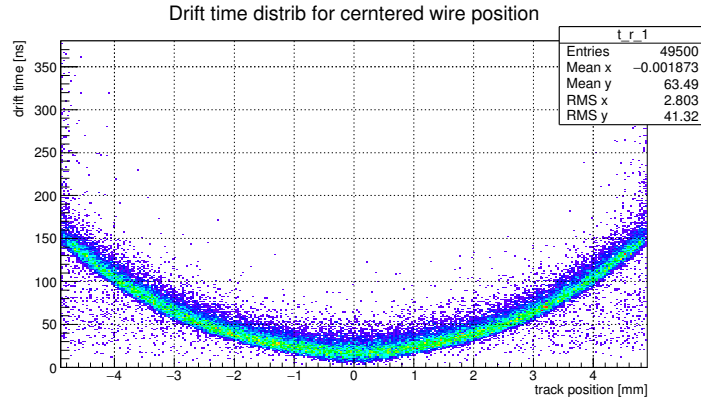


Рис. 11: Distribution of drift time t_{drift} as function of track position r_{track} relatively to the tube center

10.1.1 Precision of track reconstruction

Похибкою вимірювання положення треку будемо називати різницю між дійсним положенням треку r_{track} and reconstructed r_{rec} . Дану точку відобразим на графіку з відхиленням по осі Y та дійсним положенням треку по осі X. Для більшої наглядності ситуації з розподілом точок на графіку зобразимо цю ж інформацію у вигляді діаграми густини точок а також у вигляді труктурної діаграми для оцінки абсолютної похибки.

Варто зазначити, калібровочна крива не проходить через точку $(0; 0)$, то значення часу дрейфу ліворуч від кривої будемо співставляти центральному треку (такий, що проходить через центр дрейфової трубки $r = 0$). Схоже правило застосовується для сигналів з часом дрейфу більшим за діапазон охоплений калібровочною кривою - таким сигналам $r_{reconstructed}$ присвоюється значення $r_{tube} = 4.9mm$.

Як видно з простого аналізу діаграми Рис. 13a 13b точність реконструкції позиції треків лежить в діапазоні $(0.1 \dots 0.2)mm$.

10.2 Випадок зміщеного дроту

Знаходження калібровочної кривої, якщо її так можна назвати, для випадку зміщеного дроту дещо відрізняється від описаного вище центрального випадку. Це пов'язано з несиметричністю розподілу "час дрейфу - положення треку" Рис. 14. Тож необхідно знайти не одну, а дві калібровочні криві, причому необхідно розділення даних (на гілки більшу-меншу) що неможливо без попередньої оціки величини зміщення дроту від центрального положення.

Як видно з Рис 14 фігура розподілу змінилася не значно, а лише зсунулася на сталі значення, рівне зміщенню дроту.

Використаємо цю хитрість для розбиття даних на дві частини - дві гілки

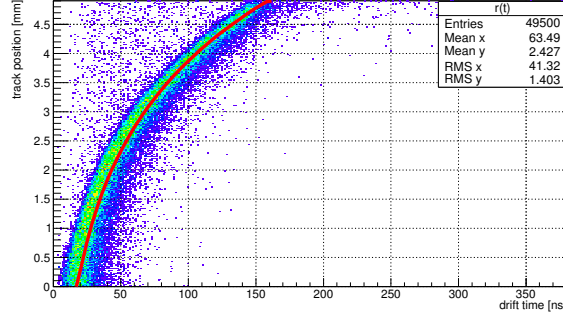


Рис. 12: RT-ralation(calibration line, figured in red color) between drift time t_{drift} and distance from the track r_{track} . The fit is performed in the range of $0 < t_{drift} < 150ns$ and $|r| < 4.9mm$

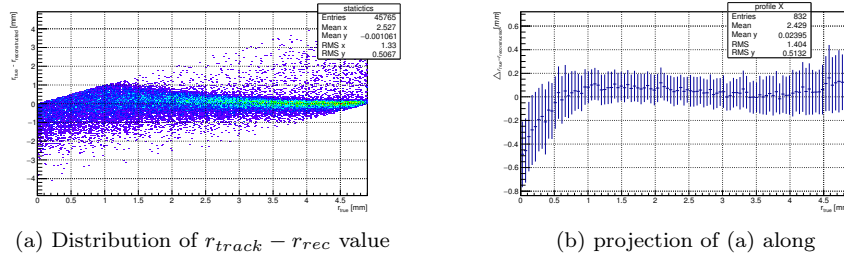


Рис. 13: Distribution of Розподіл різниці між дійсним і реконструйованим положенням треку в трубці $\Delta_{r_{track}-r_{rec}}$ від 49500 подій. Структурна діаграма розподілу точок у випадку строго центрального положення дроту дрейфової трубки

345 в RT розподілі. Від так ми можемо для кожної гілки знайти свою власну
346 калібровочну криву.

347 10.3 Порівняння розподілів для центрального та змі- 348 щеного позицій дроту в трубці

349 Наведемо порівняння гістограм для центрального та зміщеного позицій
350 дроту для вибірки треків в околі дроту та на відстані 2 мм від нього.

351 Цілком логічно припускати, що електроніка реєструватиме час дрейфу
352 відмінний від триманого нами від симуляцій описаних вище. Тож необхі-
353 дним буде врахувати внесок від електроніки. Ситуація ускладнюється тим
354 що окрім форми вхідного сигналу потрібно знати ще й амплітуду сигнала
355 лу(сумарний заряд зібраний з треку з урахуванням підсилення).

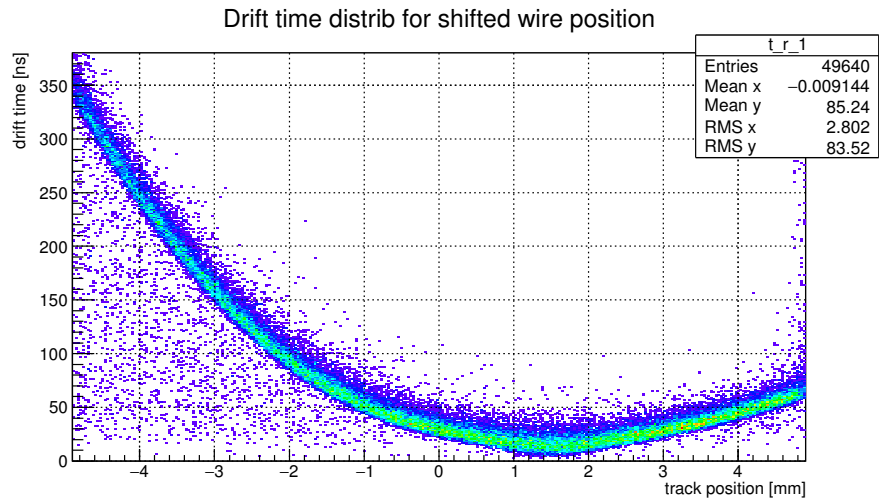


Рис. 14: TR-distribution for 1.5 mm shifted wire

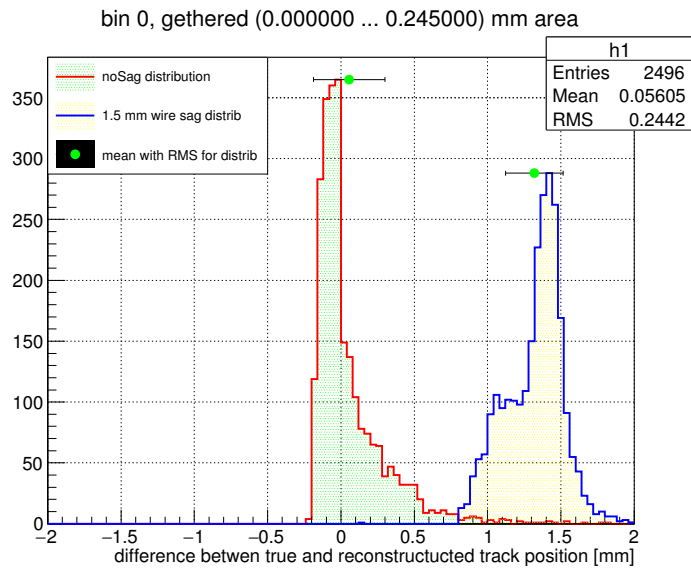


Рис. 15: Порівняння розподілу реконструкції позицій треків для центрального положення дроту та випадку зміщення дроту дрейфової трубки на 1.5mm від центрального положення для треків які проходять близько до центру трубки

356 Література

357 [1] <http://garfield.web.cern.ch/garfield>

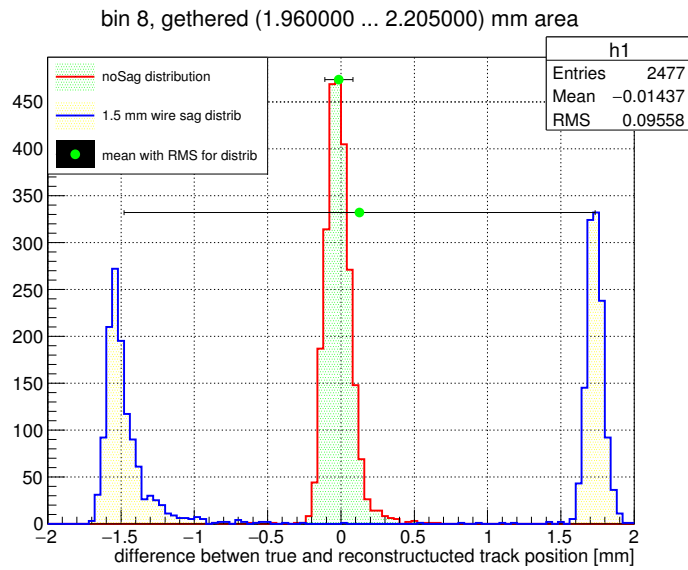


Рис. 16: Порівняння розподілу реконструкції позицій треків для центрального положення дроту та випадку зміщення дроту дрейфової трубки на 1.5mm від центрального положення для треків які проходять дотично до кола радіусом 2mm коцентричного з трубкою