Дата: 3 июня 1997

Меморандум КМД-2

Автор : Н.М.Рыскулов
Организация : Институт ядерной физики им. Будкера, лаб.2-0
Тема : Привязка к треку систем в КМД-2.

---

1 Введение.

Детектор КМД-2 состоит из пяти регистрирующих частицы систем - дрейфовой камеры (DC), Z-камеры (ZC), CsI-калориметра (CsI), мюонных камер (μC) и BGO-калориметра. Каждая из этих систем независимо друг от друга регистрирует пролетающие частицы и выдает информацию об этом, помещенную в соответствующие банки. Программа GLRECRUN (от GLobal REConstruction) увязывает эту информацию от разных систем с той или иной заряженной частицей. Изначально используются данные о заряженной частице, полученные с помощью DC. Далее, каждой заряженной частице сопоставляется банк GREC либо ATRK, куда заносится информация с различных систем детектора, если она имеет отношение именно к этой заряженной частице.

2 Как осуществлялась пришивка.

Базовые данные берутся из банка TCTK - R, X, Y окружности, угол Θ, координаты точки вылета и др. До обмотки магнита трек проводится по окружности, а далее - по касательной к этой окружности.

2.1 Пришивка Z-секторов по ϕ.

Находятся номера сработавших Z-секторов, через которые проходит трек. Этих Z-секторов в большинстве случаев два (поскольку Z-камера имеет два слоя). Однако, если трек проходит вблизи границы Z-секторов (ближе, чем 0.8 см), то соседний Z-сектор тоже считается пришитым и тогда пришитых Z-секторов будет три. Ширина Z-сектора около 3 см. Номер первого по ϕ пришитого Z-сектора и количество пришитых Z-секторов заносится в GREC или ATRK.

2.2 Пришивка катодных Z-кластеров в Z-плоскости.

Вычисляется продолжение трека из дрейфовой камеры (ДК) в Z-камеру (ZC) и его z-пересечение внутреннего слоя и внешнего слоя ZC. Если это z-пересечение состоялось и оно находится в рамках +-39.5 см (это размеры Z-камеры вдоль оси Z), то далее идет отбор Z-кластеров: 1) Z-кластеры должны быть не далее 3 см от z-пересечения трека с ZC. Такая граница (3 см) принята из следующих соображений: Разрешение по Z дрейфовой камеры в лучшем втором слое 4 мм, разрешение по Z на крайних проволочках в третьем слое всегда хуже - бывает 6 мм, а бывает в худшие времена около 1 см. Количество же точек на треке в Z-плоскости иногда бывает мало (3-4). Границы пришивки должны заведомо покрывать три сигмы. 2) Трек должен попадать в диапазон по углу ϕ Z-кластеров. Границы этого диапазона для каждого Z-кластера считываются из банков, созданных Эдуардом Витальевичем (ЭВ). Этот диапазон дополнительно расширяется с каждого конца на 1/30 радиана, что соответствует 1 см на радиусе ZC. В данное время диапазон по ϕ ЭВ вроде бы определяет по геометрическим размерам вырезанных на СТЭФе стрипов (половина, либо четверть окружности).

Уже три года, как настаивается просьба к ЭВ определять этот диапазон путем сопоставления амплитуд с катодных стрипов с амплитудами с анодных проволочек ZC, что приведет к сужению этого диапазона.

Далее, после этого предварительного отбора, Z-кластеры внутреннего и внешнего слоев ZC объединяются в Z-дублеты, если расстояние между ними меньше 4 мм или меньше трех сигм. Сигмы по Z для каждого Z-кластера берутся из банков, куда их помещает ЭВ. Иногда эти сигмы бывают порядка нескольких мкм, что достойно книги рекордов Гиннеса. Оставшиеся не спаренные Z-кластеры именуются далее Z-синглетами.

Центры Z-дублетов $(Z_1+Z_2)/2$ и Z-синглеты перебираются на предмет близости к Z-пересечению трека с ZC. Номера ближайших к треку Z-кластеров, а также номера вторых по степени близости Z-кластеров , как во внутреннем, так и во внешнем слоях ZC помещаются в банк ZTRK, пришитый к соответствующему банку TCTK - LQ(LTCTK-3). Далее эта информация используется владельцами DC для окончательного проведения трека в плоскости Z. Если Z-кластер, пришитый к данному треку, уже был пришит к другому треку, то берется второй по степени близости Z-кластер. Если и он уже был ближайшим для другого трека, то считалось, что пришивка не состоялась. Номера пришитых таким образом Z-кластеров во внешнем и во внутреннем слоях заносятся в банки GREC и ATRK.

2.3 Пришивка CsI.

Берутся номера кристаллов из банков кластеров (CLUS) и банка одиночных кристаллов, не вошедших в кластеры, (FRCS). Каждый из этих кристаллов (в том числе и крайние в линейках) мысленно окружается еще восемью кристаллами по соседству. Другими словами, каждый из засвеченных кристаллов окружается областью так, что размеры этой области эквивалентны образованию 3x3 кристаллов. Если трек прошел через такое образование, то этот кластер или одиночный кристалл считаются пришитым к данному треку. Кроме того, исходя из углов Θ и параметров окружности трека, вычисляется длина траектории в CsI, суммируется энергия в кристаллах по следу трека, вычисляется вероятность ядерного неупругого взаимодействия в CsI. Зная импульс частицы, определяется по dE/dX застрянет или нет в CsI эта частица (предполагая это для мюона и для пиона). Данные по пробегам в зависимости от импульса аппроксимировались на основе зависимостей, приведенных в Particle Data Group. Если пробег из-за dE/dX получался меньше, чем расчетная длина траектории в CsI, то делался вывод о том, что частица застряла в CsI. То же самое делалось на предмет застревания в железе. Эта информация заносится в банки GREC и ATRK.

2.4 Пришивка μ-камер.

Поскольку μ-камеры на первом этапе работы выдавали разрешение по Z 30 см (т.е. длина μ-камеры/SQRT(12)), а на втором этапе надежности по Z не имели, то для привязки использовалась только ϕ-плоскость. Если μ-кластер, взятый из банка зарегистрированных сработавших групп трубок в μ-камере, был на расстоянии 10 см во внутреннем μ-слое или на расстоянии 20 см во внешнем μ-слое от трека, то он пришивался к треку. Такие условия пришивки были выбраны потому, что среднеквадратичное отклонение из-за многократного рассеяния в материале для частиц, долетающих до первого μ-слоя примерно равно 2 см, а для второго μ-слоя - 3 см.

μ-камеры имеют следующие размеры по Z:

Внутренний слой - верхний октант - -40.5 см$<$Z$<$39.1 см; остальные октанты - -47.5 см$<$Z$<$42.1 см.

Внешний слой - верхний октант - -29.9 см$<$Z$<$85.1 см ; нижний октант - -30.4 см$<$Z$<$20. см ; остальные октанты - -58.3 см$<$Z$<$56.7 см.

Если трек проводился по Z вне этих размеров μ-камер, то в GRECе и в ATRKе заносился бит, сигнализирующий, что трек геометрически не проходит через внутренний либо внешний слой μ-камер, и, стало быть, бесполезно определять мюон это или нет. Кроме того, проведя трек через все материалы до внешней μ-камеры, вычислялась вероятность достичь оной для пиона из-за ядерного взаимодействия. Соответствующие сечения в зависимости от энергии частиц были пересчитаны по закону

$$A^{3/2}$$

из данных программы NUCRIN для углерода (предоставленных А.Кузьминым).

2.5 Пришивка BGO.

Берутся номера кристаллов из банков кластеров (BGCL) и банка одиночных кристаллов, не вошедших в кластеры, (BGAL). Проводится трек через BGO по спирали без учета потерь dE/dX в BGO по пути. Определяются номера прошитых треком BGO-кристаллов. Кроме того, каждый из этих кристаллов мысленно окружается еще восемью кристаллами по соседству. Другими словами, каждый из засвеченных кристаллов окружается областью так, что размеры этой области эквивалентны образованию 3x3 кристаллов. Далее, номера этих кристаллов сравниваются с номерами кристаллов в банках BGCL и BGAL и делается вывод о пришивке BGO-кластера или одиночного кристалла к треку. Зная импульс частицы, определяется по dE/dX застрянет или нет в BGO эта частица (предполагая это для мюона и для пиона). Потери dE/dX считались равными 9.08 МэВ/см. Если пробег из-за dE/dX получался меньше, чем расчетная длина траектории в BGO, то делался вывод о том, что частица застряла в BGO. Кроме того, определялось проходит или нет трек через компенсирующий магнит (размером 15x15 $см^2$). Потери dE/dX в компенсирующем магните приравнивались к удельным потерям в BGO. Признаки застревания в BGO, прохождения через компенсирующий магнит, номера и энергии пришитых BGO-кластеров или кристаллов заносятся в банки GREC и ATRK.

2.6 Пришивка BGO и CsI.

Информация о непришитых к трекам CsI-кластерах и BGO-кластерах заносится в банки PHOT и PHOB, соответственно. Далее, если банки PHOT содержат крайние в линейке кристаллы (хотя бы один из 4 с краю), то такие PHOTы анализируются на предмет пришивки с PHOBами и с одиночными BGO-кристаллами, которые оказались не пришитыми к трекам. Путем перебора кристаллов в каждом из кластеров, определяется минимальное по Φ расстояние между кристаллами BGO- и CsI-кластеров. Если оно меньше $\pi/2$, то, соответствующая информация заносится в банки PHOT и PHOB (смотри ниже описание этих банков). Всего в эти банки заносится две таких связи с минимальными по Φ расстояниями.

3 Краткие сведения о некоторых банках.

В дальнейшем, при упоминании банков, в скобках будет (L...) - адрес первого банка в цепочке. Каждому TCTK-банку соответствует банк GREC (LHEVT-7), если на трек навесился один CsI-кластер или кристалл, и если этот трек не имеет общего с другим треком образования в CsI-калориметре, Z-камере, или μ-камере. Если эти условия не соблюдены, то возникает некая двусмысленность - что же навесилось на этот трек - и создается некий общий банк AMBG (LHEVT-9), от которого отпочковываются цепочки банков:

1. ATRK (LAMBG-1) - соответствует треку с банком TCTK.
2. AZCA (LAMBG-2) - соответствует кластеру в Z-камере.
3. ACLS (LAMBG-3) - соответствует CzI-кластеру или кристаллу.
4. AMUS (LAMBG-4) - соответствует кластеру в μ-камере.

Непришитые к трекам CsI-кластеры и кристаллы заносятся банки PHOT.

3.1 GREC.

Самая простая ситуация - наличие GRECа. В этом случае у этого трека пришился лишь один CsI-кластер или кристалл и нет общих с другими треками образований в CsI-камере, Z-камере или μ-камере. В позиции IQ1(4*LGREC+3) занесен номер соответствующего этому GRECу банка TCTK. В свою очередь, этот банк TCTK содержит в позиции IQ(LTCTK-5) этот самый свой номер TCTK-банка, а в позиции LQ(LTCTK-IQ(LTCTK-2)-1) адрес соответствующего ему GRECа.

3.2 AMBG

Банк AMBG может создаваться ориентировочно в 10% случаев. Это часто зависит от качества перекачки. Так, если при перекачке из одного трека создается два близко расположенных трека, то они входят в один и тот же кластер и, тогда, порождается AMBG. Чаще всего в AMBG содержится один трек (банк ATRK), к которому пришито несколько CsI-кластеров или кристаллов. В редких случаях в AMBG бывает несколько треков (банков ATRK) -например, два трека проходят через один и тот же CsI-кластер. В зависимости от задачи, каждому пользователю предлагается расхлебывать кашу с AMBG самому. В случае с одним треком (ATRK), например, возможно надо просто суммировать энергии пришитых CsI-кластеров и кристаллов. В случае, если есть два трека, например, и к ним пришит один и тот же μ-кластер, то сказать кто из них мюон, а кто нет - вопрос.

3.3 ATRK

.

В позиции IQ1(4*LATRK+2) занесен номер соответствующего этому ATRKу банка TCTK. В свою очередь, этот банк TCTK содержит в позиции IQ(LTCTK-5) этот самый свой номер TCTK-банка, а в позиции LQ(LTCTK-IQ(LTCTK-2)-2) адрес соответствующего ему ATRKа.

Подробная информация о содержимом банков была разослана заинтересованным лицам ранее.

4 Банки.

4.1 GREC.

Offset	Type	Contents
+1	Int *1	bits: 1 - the track presence
		2 - the ZC-anode presence
		3 - the ZC-cathode presence
		4 - the CsI-cluster presence
		5 - the CsI-crystal presence
		6 - the internal μ-layer presence
		7 - the external μ-layer presence
		8 - pion-stop in BGO
	Int *1	the track flag
	Int *1	number of track (i.e. TCTK-bank)
	Int *1	charge
+2	Int *1	number of points at XY-plane
	Int *1	number of points at Z-plane
	Int *1	number of the inner ZC-cluster
	Int *1	number of sewed ZC-sectors
+3	Int *1	number of first at ϕ ZC-sector
	Int *1	number of the outer ZC-cluster
	Int *2	number of CLUS-bank (if<0 - FRCS-crystal number)
+4	Int *1	number of vertex
	Int *1	number of MUO2-particle at internal μ-layer
	Int *1	number of MUO2-particle at external μ-layer
	Int *1	bits: 1 - the muon-stop in CsI indication
		2 - the muon-stop in Fe indication
		3 - the pion-stop in CsI indication
		4 - the pion-stop in Fe indication
		5 - the absent enter in internal μ-layer
		6 - the absent enter in external μ-layer
		7 - compensating solenoid penetration
		8 - muon-stop in BGO
+5	Int *4	the cluster flag
+6	Real*4	average dE/dX
+7	Real*4	sigma dE/dX
+8	Real*4	deposited energy at calculated track in cluster
+9	Real*4	momentum
+10	Real*4	ϕ
+11	Real*4	X for center of circle
+12	Real*4	Y for center of circle
+13	Real*4	R
+14	Real*4	sigma R
+15	Real*4	distance between beam axis and circle
+16	Real*4	Z at departure point
+17	Real*4	sigma Z
+18	Real*4	Θ
+19	Real*4	sigma Θ
+20	Real*4	average time of sewed Z-sectors
+21	Real*4	Z at ZC
+22	Real*4	sigma Z at ZC
+23	Real*4	energy in cluster or crystal
+24	Real*4	sigma of energy in cluster or crystal
+25	Real*4	Θ of cluster
+26	Real*4	sigma of cluster Θ
+27	Real*4	ϕ of cluster
+28	Real*4	sigma of cluster ϕ
+29	Real*4	square mean cluster size in Θ
+30	Real*4	square mean cluster size in ϕ
+31	Real*4	the cluster time
+32	Real*4	R at internal μ-layer

GREC (продолжение).

Offset	Type	Contents
+33	Real*4	ϕ at internal μ-layer
+34	Real*4	Z at internal μ-layer
+35	Real*4	R at external μ-layer
+36	Real*4	ϕ at external μ-layer
+37	Real*4	Z at external μ-layer
+38	Real*4	the supposed track length of muon in CsI
+39	Real*4	the supposed track length of muon in Fe
+40	Real*4	inelast. int. pion probability at CsI during flight
+41	Real*4	probability to reach external μ-layer for pion
+42	Int *4	number of sewed BGO-clusters or alone crystals
+43	Int *4	number of BGCL-bank (if<0 - BGAL-crystal number)
+44	Real*4	energy of BGO-cluster or BGO-crystal

4.2 ATRK.

Offset	Type	Contents
+1	Int *1	the track flag
	Int *1	number of track (i.e. TCTK-bank)
	Int *1	charge
	Int *1	number of points at XY-plane
+2	Int *1	number of points at Z-plane
	Int *1	number of AMUS-particle at internal μ-layer
	Int *1	number of AMUS-particle at external μ-layer
	Int *1	the ZC flag
+3	Int *1	number of sewed ZC-sectors
	Int *1	number of first at ϕ ZC-sector
	Int *1	bits: 1 - the muon-stop in CsI indication
		2 - the muon-stop in Fe indication
		3 - the pion-stop in CsI indication
		4 - the pion-stop in Fe indication
		5 - the absent enter in internal μ-layer
		6 - the absent enter in external μ-layer
		7 - compensating solenoid penetration
		8 - muon-stop in BGO
	Int *1	number of vertex
+4	Int *1	number of first sewed ACLS-bank
	Int *1	number of second sewed ACLS-bank
	Int *1	number of third sewed ACLS-bank
	Int *1	number of fourth sewed ACLS-bank
+5	Int *1	number of first sewed AZCA-bank
	Int *1	
	Int *1	number of inner ZC-cluster in ZCLI-bank
	Int *1	number of outer ZC-cluster in ZCLO-bank
+7	Real*4	average dE/dX
+8	Real*4	sigma dE/dX
+9	Real*4	deposited energy at calculated track in cluster
+10	Real*4	momentum
+11	Real*4	ϕ
+12	Real*4	X for center of circle
+13	Real*4	Y for center of circle
+14	Real*4	R
+15	Real*4	sigma R
+16	Real*4	distance between beam axis and circle
+17	Real*4	Z at departure point
+18	Real*4	sigma Z
+19	Real*4	Θ
+20	Real*4	sigma Θ
+21	Real*4	average time of sewed Z-sectors
+22	Real*4	the supposed track length of muon in CsI
+23	Real*4	the supposed track length of muon in Fe
+24	Real*4	inelast. int. pion probability at CsI during flight
+25	Real*4	probability to reach external μ-layer for pion
+26	Int *4	number of sewed BGO-clusters or alone crystals
+27	Int *4	number of BGCL-bank (if<0 - BGAL-crystal number)
+28	Real*4	energy of BGO-cluster or BGO-crystal

4.3 AZCA.

Offset	Type	Contents
+1	Int *1	the ZC flag
	Int *1	number of ZC-cathode hit
	Int *1	
	Int *1	
+2	Int *1	number of first sewed ATRK-bank
	Int *1	number of second sewed ATRK-bank
	Int *1	number of third sewed ATRK-bank
	Int *1	number of fourth sewed ATRK-bank
+3	Real*4	Z-coordinate at ZC
+4	Real*4	sigma of Z-coordinate at ZC

4.4 ACLS.

Offset	Type	Contents
+1	Int *4	the cluster flag
+2	Int *1	number of first sewed ATRK-bank
	Int *1	number of second sewed ATRK-bank
	Int *2	number of CLUS-bank (if < 0 - FRCS-crystal number)
+3	Real*4	energy in cluster or crystal
+4	Real*4	sigma of energy in cluster or crystal
+5	Real*4	Θ of cluster
+6	Real*4	sigma of cluster Θ
+7	Real*4	ϕ of cluster
+8	Real*4	sigma of cluster ϕ
+9	Real*4	square mean cluster size in Θ
+10	Real*4	square mean cluster size in ϕ
+11	Real*4	the cluster time
+12	Real*4	depozited energy at calculated track in cluster

4.5 AMUS.

Offset	Type	Contents
+1	Int *1	the μ-system flag
	Int *1	number of layer
	Int *1	number of MUO2-particle
	Int *1	
+2	Int *1	number of first sewed ATRK-bank
	Int *1	number of second sewed ATRK-bank
	Int *1	number of third sewed ATRK-bank
	Int *1	number of fourth sewed ATRK-bank
+3	Real*4	R-coordinate of μ-particle
+4	Real*4	ϕ-coordinate of μ-particle
+5	Real*4	Z-coordinate of μ-particle

4.6 PHOT.

Offset	Type	Contents
+1	Int *4	the cluster flag
+2	Int *2	number of CLUS-bank (if<0 - FRCS-crystal number)
	Int *2	length of cluster (the crystal amount)
+3	Real*4	energy in cluster or crystal
+4	Real*4	sigma of energy in cluster or crystal
+5	Real*4	Θ of cluster
+6	Real*4	sigma of cluster Θ
+7	Real*4	ϕ of cluster
+8	Real*4	sigma of cluster ϕ
+9	Real*4	square mean cluster size in Θ
+10	Real*4	square mean cluster size in ϕ
+11	Real*4	the cluster time
+12	Int *4	number of first sewed PHOB (if<0 - crystal number)
+13	Real*4	delta ϕ between PHOT and first sewed PHOB
+14	Int *4	number of second sewed PHOB (if<0 - crystal number)
+15	Real*4	delta ϕ between PHOT and second sewed PHOB
+16	Real*4	energy of first sewed PHOB
+17	Real*4	energy of second sewed PHOB
+18	Real*4	Θ of first sewed PHOB
+19	Real*4	ϕ of first sewed PHOB
+20	Real*4	Θ of second sewed PHOB
+21	Real*4	ϕ of second sewed PHOB

4.7 PHOB.

Offset	Type	Contents
+1	Int *4	the cluster flag
+2	Int *2	number of BGCL-bank
	Int *2	length of cluster (the crystal amount)
+3	Real*4	energy in cluster or crystal
+4	Real*4	reserve
+5	Real*4	Θ of cluster
+6	Real*4	reserve
+7	Real*4	ϕ of cluster
+8	Real*4	reserve
+9	Real*4	big main moment
+10	Real*4	small main moment
+11	Real*4	the cluster time
+12	Int *4	number of first sewed PHOT
+13	Real*4	delta ϕ between PHOB and first sewed PHOT
+14	Int *4	number of second sewed PHOT
+15	Real*4	delta ϕ between PHOB and second sewed PHOT
+16	Real*4	energy of first sewed PHOT
+17	Real*4	energy of second sewed PHOT
+18	Real*4	reserve
+19	Real*4	reserve
+20	Real*4	reserve
+21	Real*4	reserve