

dE/dx идентификация в GEM. Часть 2 (466 runs).

Руфанов И.А. 30 января 2022 г.

1 Предыстория.

В предшествующем отчете по 86 ранам dedxGem-08Sept.pdf представлены:
 метод оценки потерь трека по n минимальным амплитудам;
 каты на неэффективные зона GEM: HV разделители, мертвые стрипы, пучковое отверстие;
 поправка амплитуды на длину трека в GEM;
 зависимость амплитуд и HV из tango от номера рана.

Полный список ранов с изменениями HV docs/SpillsGem/SpillsGem.pdf.

Рисунки интенсивности в спилах по всем ранам в docs/Trigger.

Выступление Андрея Галаванова на VM@N митинге в Алуште: ~30% рост амплитуды GEM при увеличении температуры на 5°.

2 Увеличение количества ранов в анализе.

20-SEP-2021 Лалё выложил на /eos/nica/bmn/users/kovachev/efficiency/SIGEM/withcomp/ID 446 файлов. Я добавил к ним еще 20 пропущенных из старых 86:

3772 3786 3789 3807 3813 3816 3817 3829 3849 3863
 3884 3914 3993 3997 4020 4183 4209 4316 4320 4688.

Полный список 466 ранов:

3756,3759,3762,3763,3765,3766,3767,3768,3770,3772,3774,3775,3777,3778,3781,
 3782,3783,3784,3785,3786,3789,3790,3791,3792,3793,3796,3797,3799,3800,3805,
 3807,3808,3810,3811,3812,3813,3815,3816,3817,3819,3820,3821,3826,3828,3829,
 3833,3834,3843,3846,3849,3850,3851,3852,3853,3855,3859,3860,3861,3862,3863,
 3865,3866,3867,3868,3871,3872,3880,3881,3884,3885,3889,3891,3893,3894,3896,
 3898,3899,3902,3903,3905,3906,3907,3908,3911,3914,3915,3919,3920,3922,3926,
 3928,3931,3932,3939,3940,3942,3950,3951,3952,3954,3956,3958,3959,3961,3962,
 3963,3965,3967,3969,3971,3974,3976,3977,3978,3979,3980,3981,3983,3986,3988,
 3989,3990,3991,3993,3994,3997,3998,3999,4000,4001,4002,4004,4006,4008,4009,
 4014,4015,4017,4019,4020,4021,4022,4023,4024,4026,4037,4038,4039,4040,4041,
 4042,4043,4045,4046,4047,4048,4049,4050,4052,4053,4054,4055,4056,4057,4058,
 4061,4064,4066,4074,4076,4078,4081,4083,4086,4087,4088,4089,4090,4092,4096,
 4097,4098,4111,4113,4130,4131,4132,4134,4138,4139,4140,4141,4142,4143,4144,
 4145,4146,4147,4157,4159,4160,4161,4162,4164,4165,4168,4169,4170,4171,4173,
 4174,4179,4181,4182,4183,4188,4189,4192,4194,4195,4197,4198,4200,4201,4202,
 4203,4206,4207,4208,4209,4210,4211,4212,4213,4214,4216,4219,4220,4221,4222,
 4224,4225,4229,4230,4232,4233,4236,4239,4240,4241,4242, **4245,4246,4247**, 4251,
 4252,4255,4257, **4259,4260**,4261,4262,4265,4268,4270,4271,4272,4273,4274,4276,
 4278,4279,4287,4288,4290,4291,4292,4301,4302,4304,4305,4311,4312,4313,4314,

4315,4316,4317,4318,4319,4320,4321,4322,4323,4324,4325,4327,4329,4331,4334,
4335,4336,4340,4343,4345,4346,4347,4350,4351,4352,4354,4357,4365,4366,4367,
4369,4371,4372,4373,4377,4378,4384,4386,4387,4388,4389,4390,4392,4393,4395,
4396,4397,4398,4399,4400,4410,4412,4413,4420,**4421,4422,4424,4425,4426,4428,**
4429,4430,4431,4435,4436,4438,4442,4444,4445,4446,4448,4450,4453,4454,4456,
4457,4458,4459,4460,4461,4464,4469,4470,4471,4472,4473,4474,4477,4482,4485,
4486,4488,4489,4490,**4494,4495,4496,4497,4498,**4500,4502,4503,4504,4505,4508,
4512,4514,4519,4520,4521,4529,4534,4535,4537,4538,4539,4540,4541,4548,4551,
4552,4553,4554,4565,4568,4569,4601,4603,4611,4612,4615,4617,4619,4620,4622,
4624,4626,4627,4628,4630,4631,4632,4633,4634,4635,4637,4639,4642,4643,4644,
4647,4649,4652,4654,4655,4656,4658,4660,4661,4662,4663,4664,4665,4669,4670,
4672,4674,4677,4679,4681,4682,4683,4684,4688,4690,4691,4693,4695,4698,4700,
4704.

Жирным помечены раны с пониженным HV в последнем GEM, курсивом в 4251-4257 - увеличенное на 100 V HV последнего GEM.

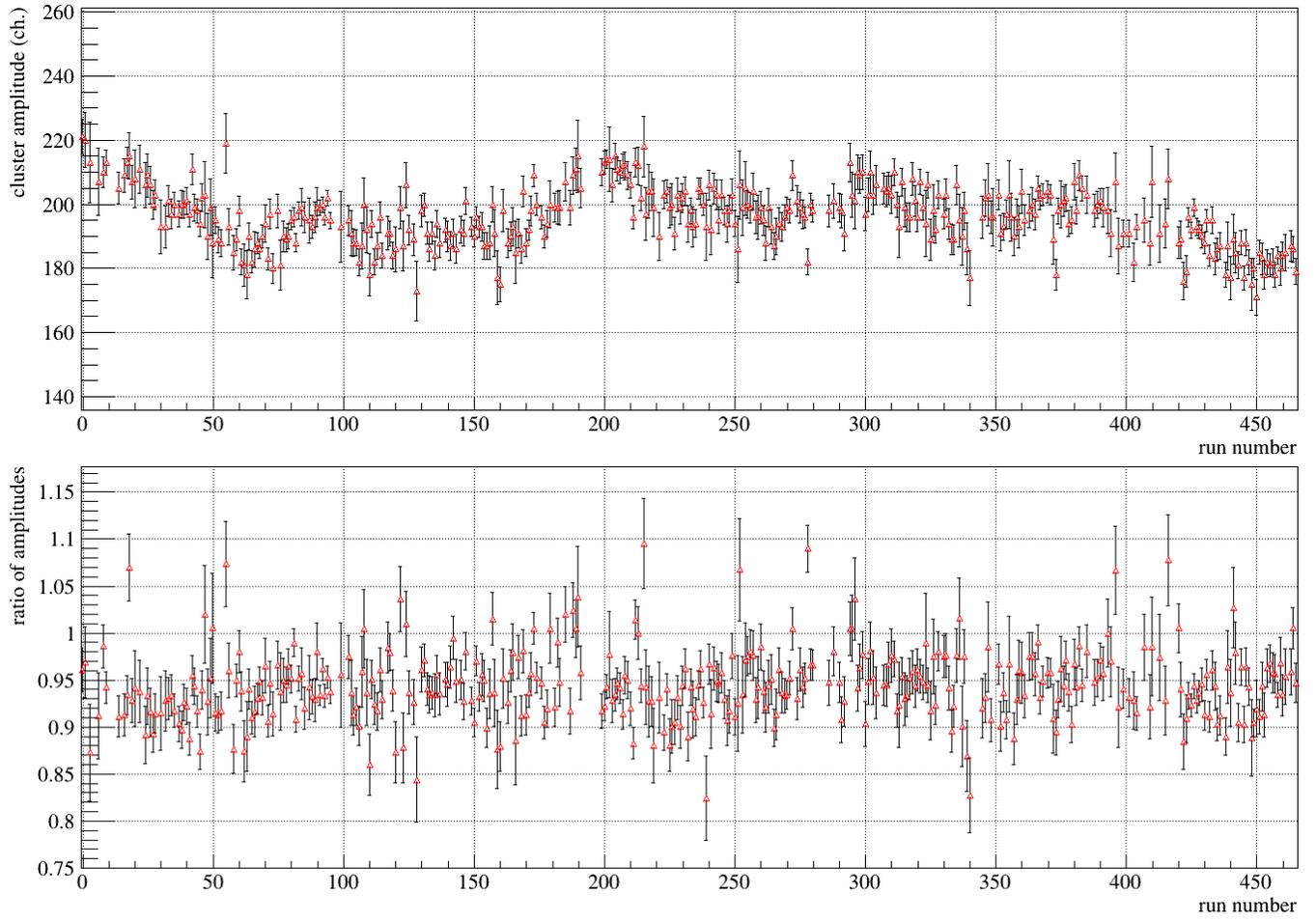


Рис. 1: Амплитуда и отношение амплитуды треков⁺ сектора 3 к базовой (сектор 1) в GEM-1.

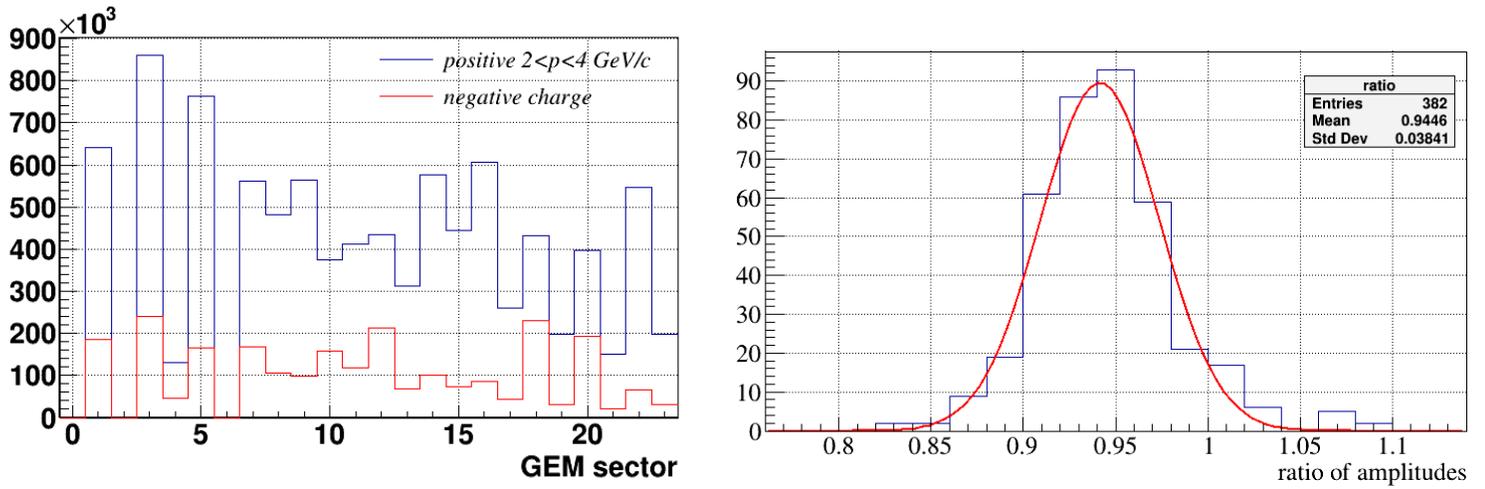


Рис. 2: Слева - Полная статистика по секторам в успешно профитированных ранах. Справа - отношение амплитуда сектора 3 к базовой, измеренное в разных ранах.

	positive tracks				negative tracks			
	0	1	2	3	0	1	2	3
0	-	1.063	-	1	-	1.063	-	1.052
1	1.031	1	-	0.940	-	1.032	-	0.969
2	1.293	1	1.369	0.945	1.337	1.040	1.418	1.010
3	1.448	1.082	1.431	1	1.456	-	1.422	0.963
4	1	0.971	1.036	0.873	1.042	-	1.095	-
5	1.114	0.996	1	0.928	1.179	-	1.039	-

Таблица 1: Отношение амплитуды сектора к амплитуде базового в плоскости.



Рис. 3: Время облучения по uni_db/examples/Trigger/run_beam_info.C. Зеленые линии - часы, сиреневые - конец суток (24:00).

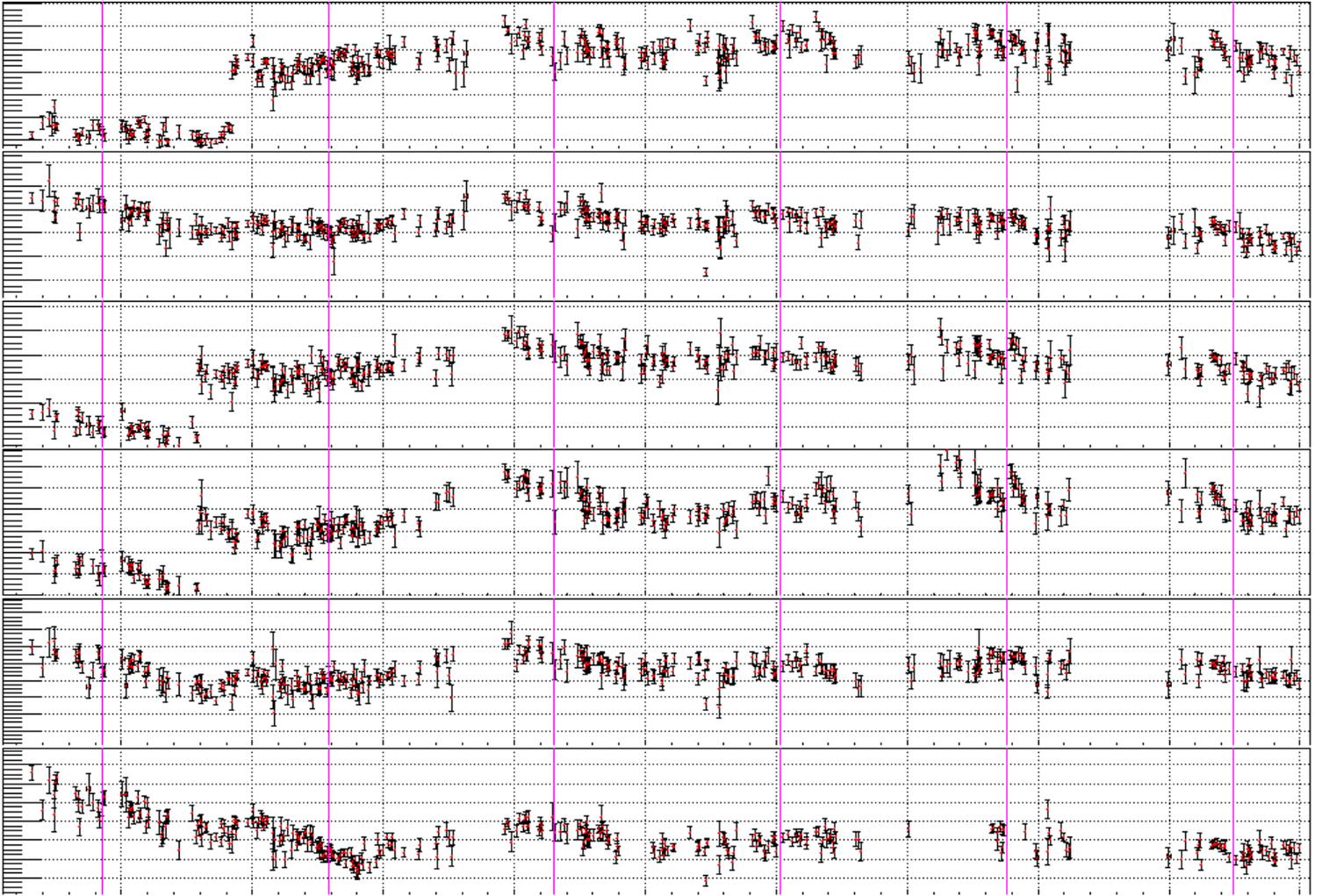


Рис. 4: Амплитудные калибровки базовых секторов всех шести GEM-ов в зависимости от времени облучения. Шкала по y - $\pm 30\%$ от среднего. Используются классы `GemGoodHvRun7.h` (проверка GEM на трип HV в выбранном ране) и `ExposeTimeRun7.h` (время начала и конца ране).

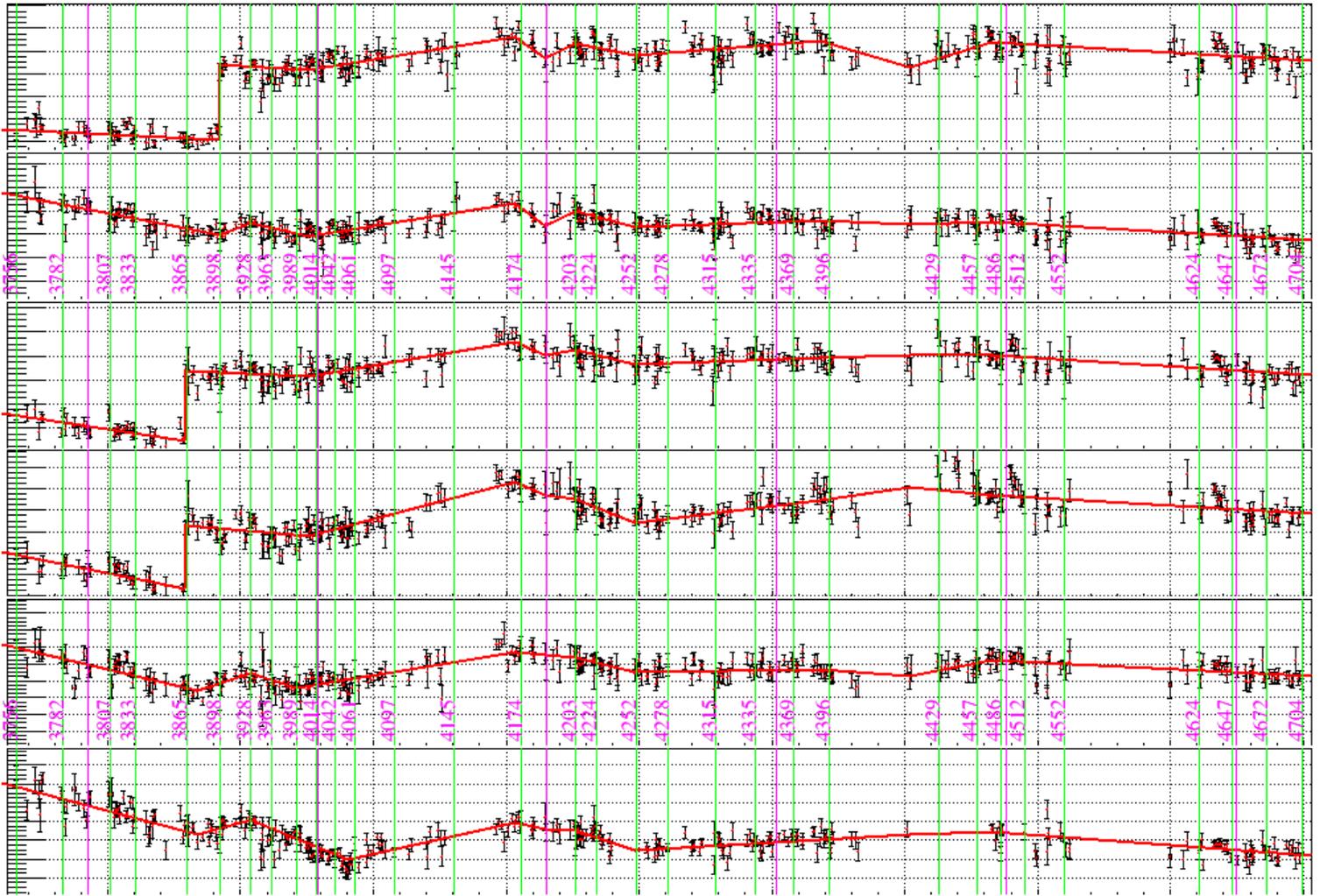


Рис. 5: Сглаженная (polyline) ран-зависимость амплитуд базовых секторов GEM. Использован класс GemLandauFitRun7.h чтения результатов Ландау фита.

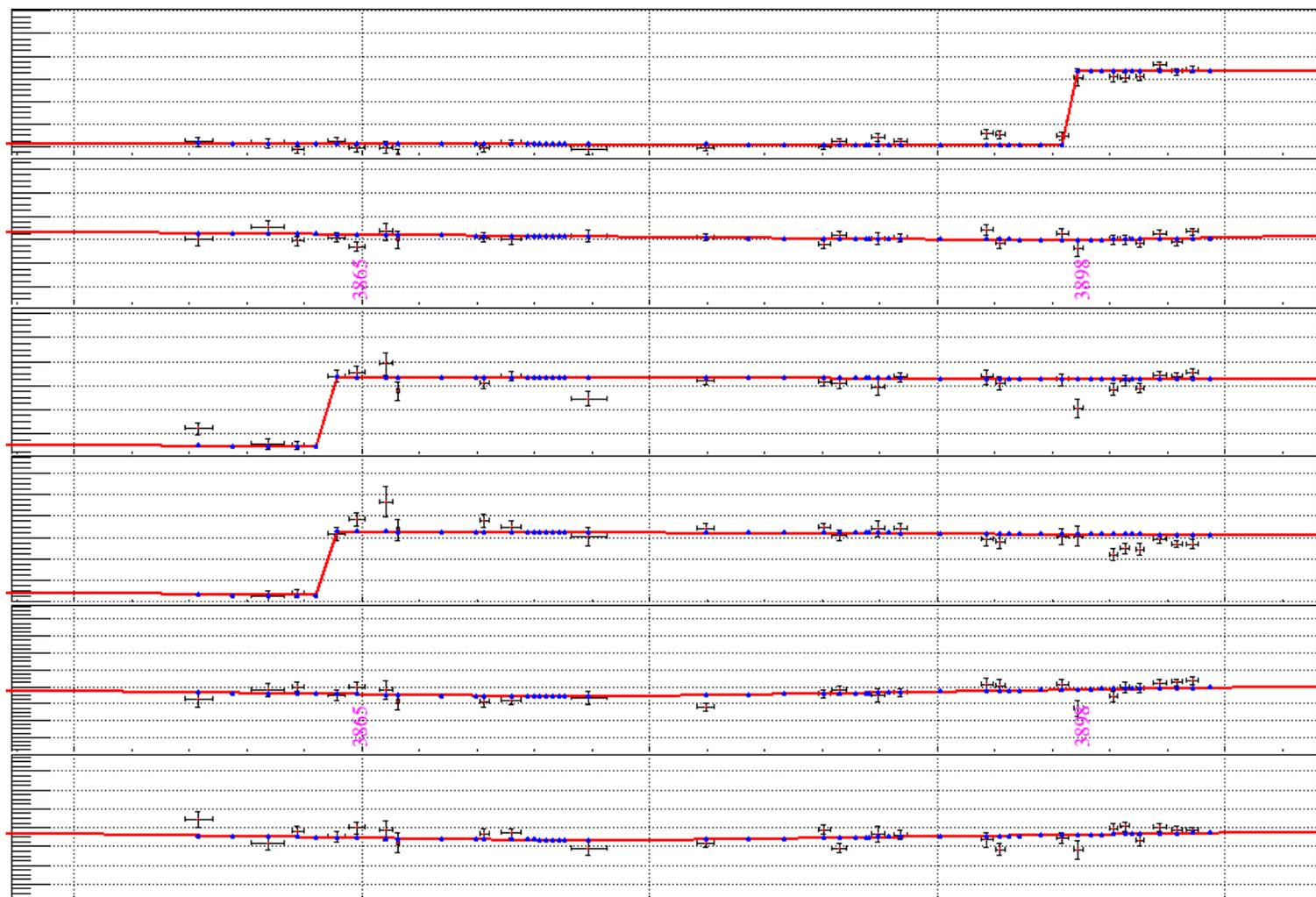


Рис. 6: Синие точки - полученные с помощью класса *GemMPAmplRun7* амплитуды для **всех** номеров рангов, включая несуществующие.

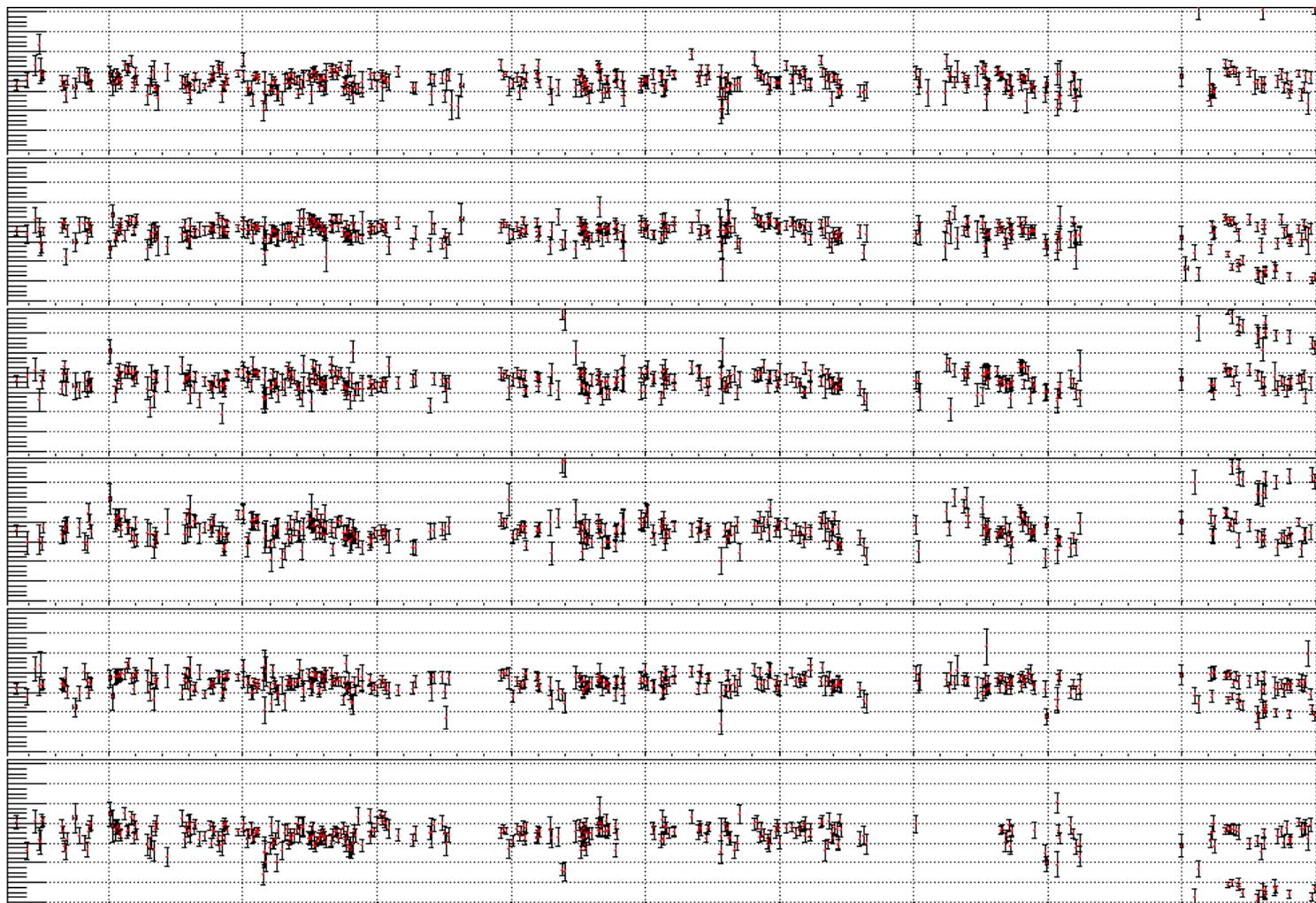


Рис. 7: Результаты фита выровненных по усилению базовых секторов при определении номера рана из `BmnEventHeader::GetRunId()`. Шкала по y - $\pm 30\%$ от среднего (250 ch).

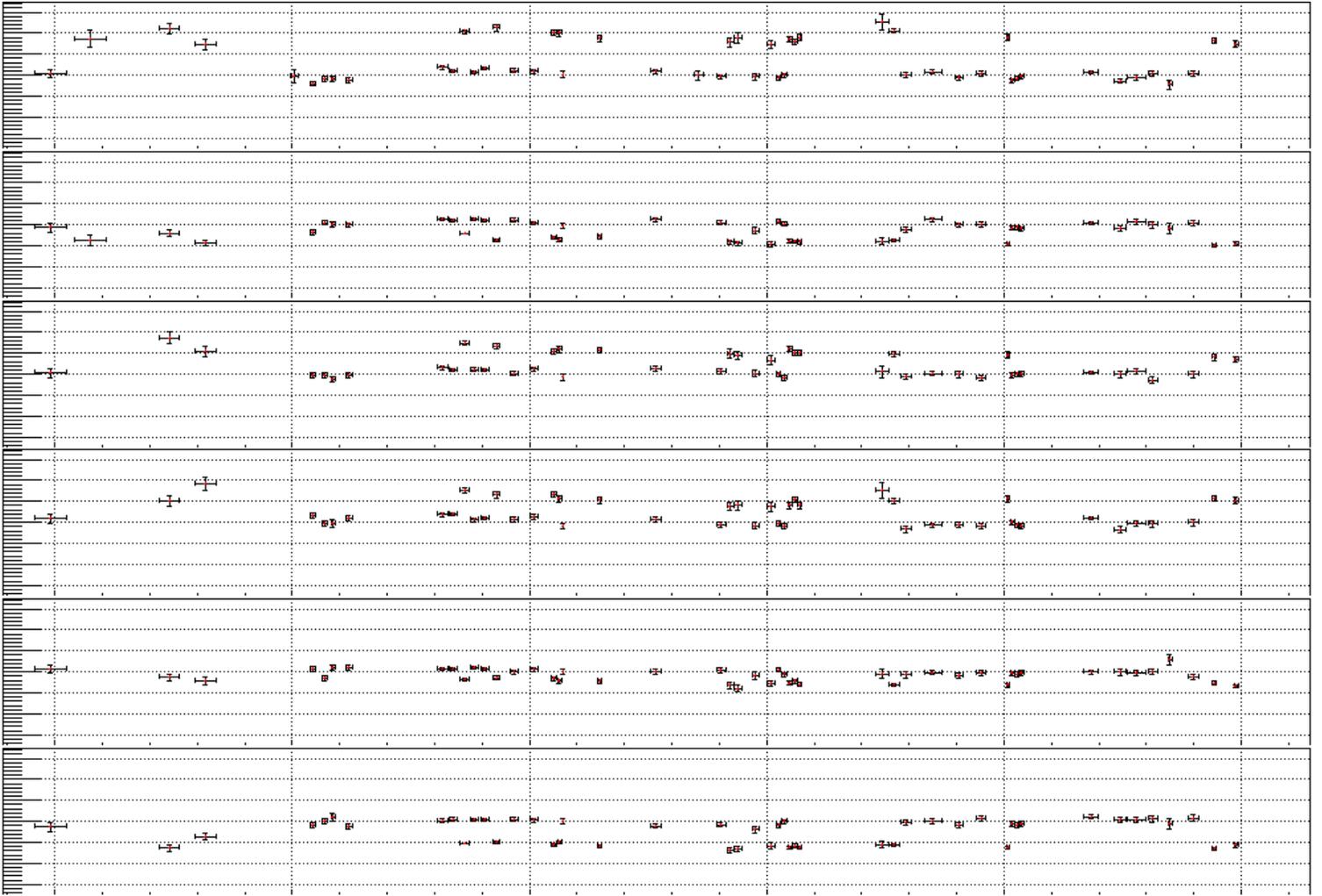


Рис. 8: Результаты фита выровненных по усилению базовых секторов для $R_{\text{in}} > 4612$. Шкала по y - $\pm 70\%$ от среднего (250 ch). 29-ОCT-2021

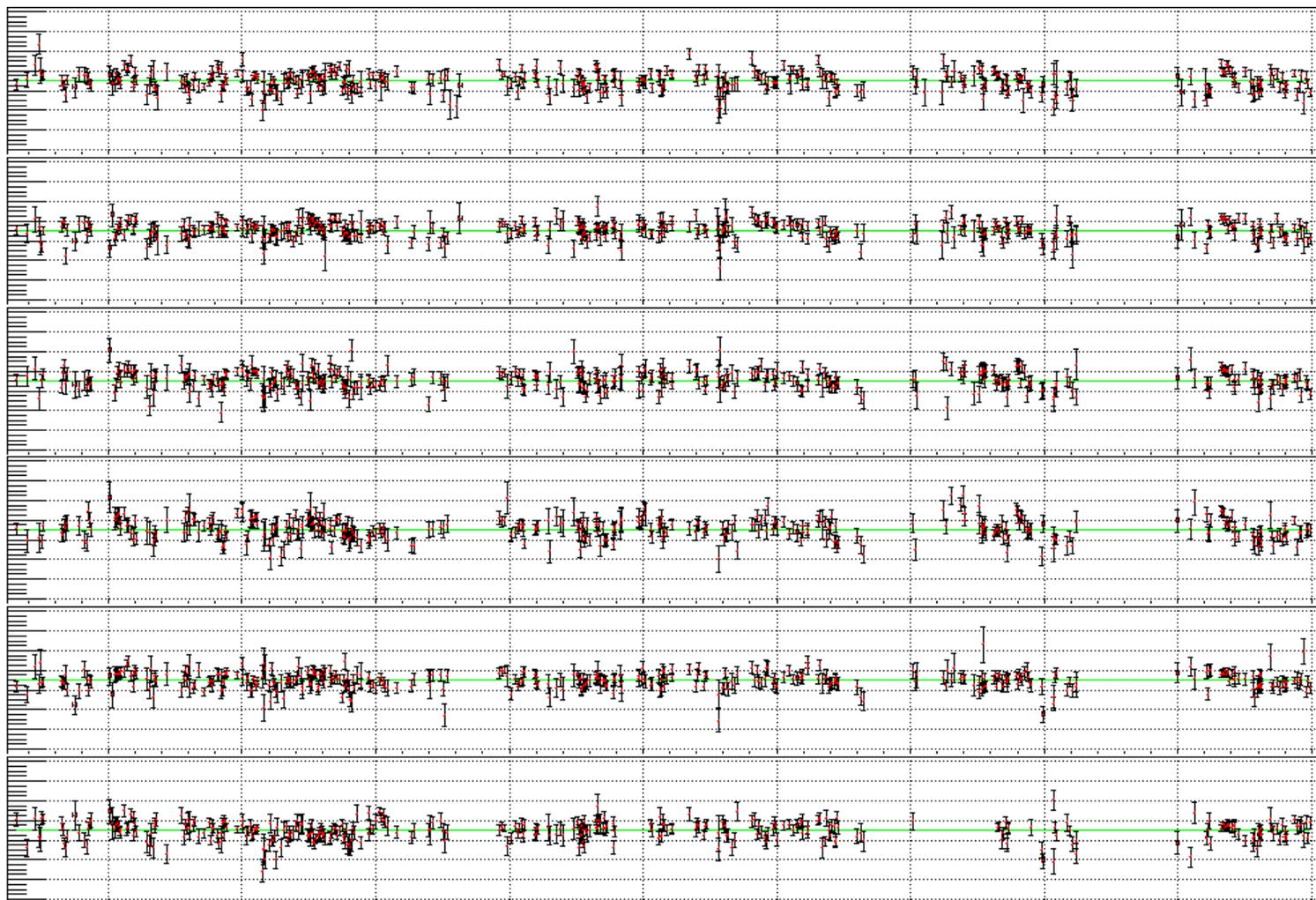


Рис. 9: Результаты фита выровненных по усилению базовых секторов при определении номера рана из названия файла (Скачки усиления были из-за ошибок `BmnEventHandler::GetRunId()`). Шкала по y - $\pm 30\%$ от среднего (250 ch). 31-ОCT-2021

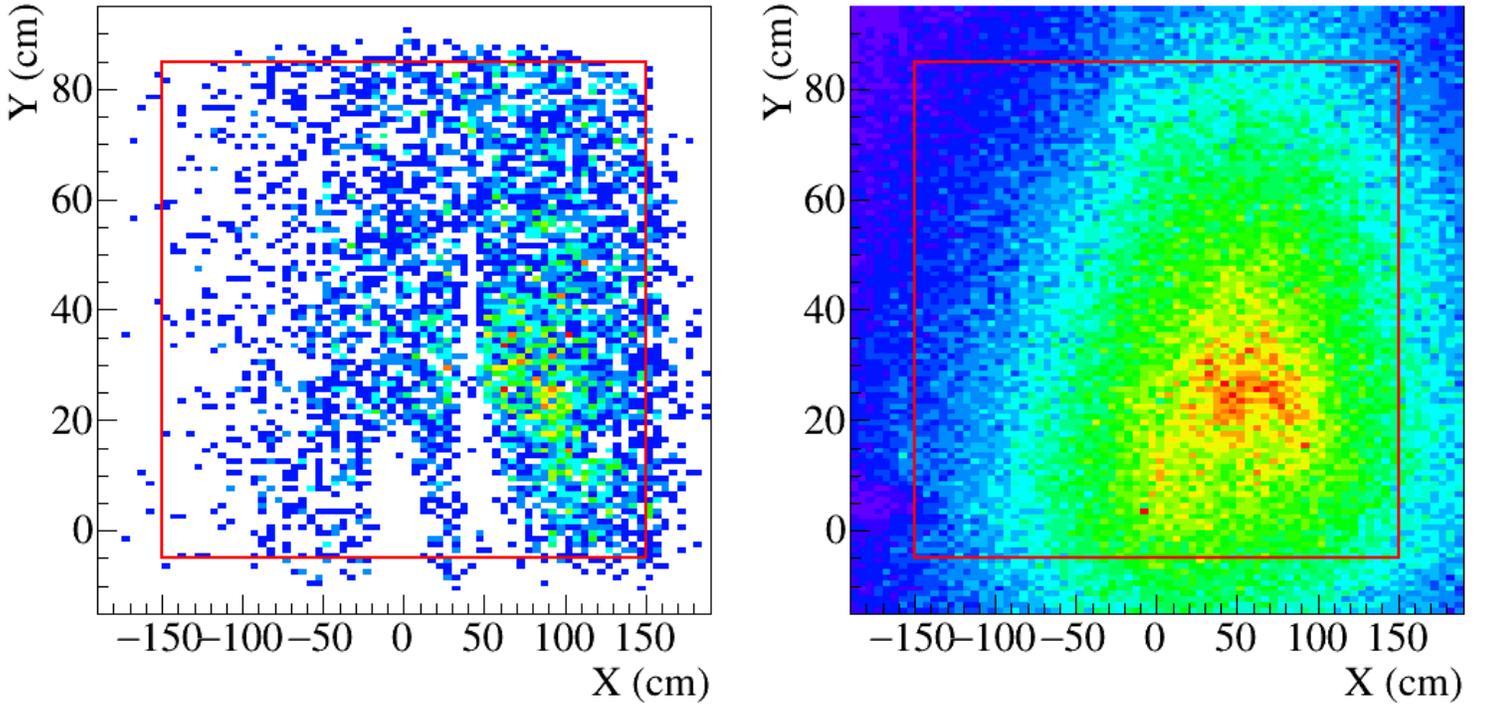


Рис. 10: Попадание в TOF700 $z \approx 700$, $|x| < 150$, $-5 < y < 85$.

	0	1	2	3	4
measured TOF		+			
$n_{\text{Gem}} \geq 4 \&\& n_{\text{Si}} \geq 2$			+		+
$z \approx 700$, $ x < 150$, $-5 < y < 85$				+	+
N	2464k	5413	83k	407k	42.9k
%	100	0.22	3.4	16.5	1.74

Таблица 2: Статистика треков при использовании катов. Run 4649. Полное количество треков - 2464k; треков с измеренным временем 5413 (0.22%). Статус экстраполяции треков в вершину и tof700 убивает 109k треков с $|pq| \sim 6$, в основном с $n_{\text{hits}}=3$ и немного с $n_{\text{hits}}=4$.

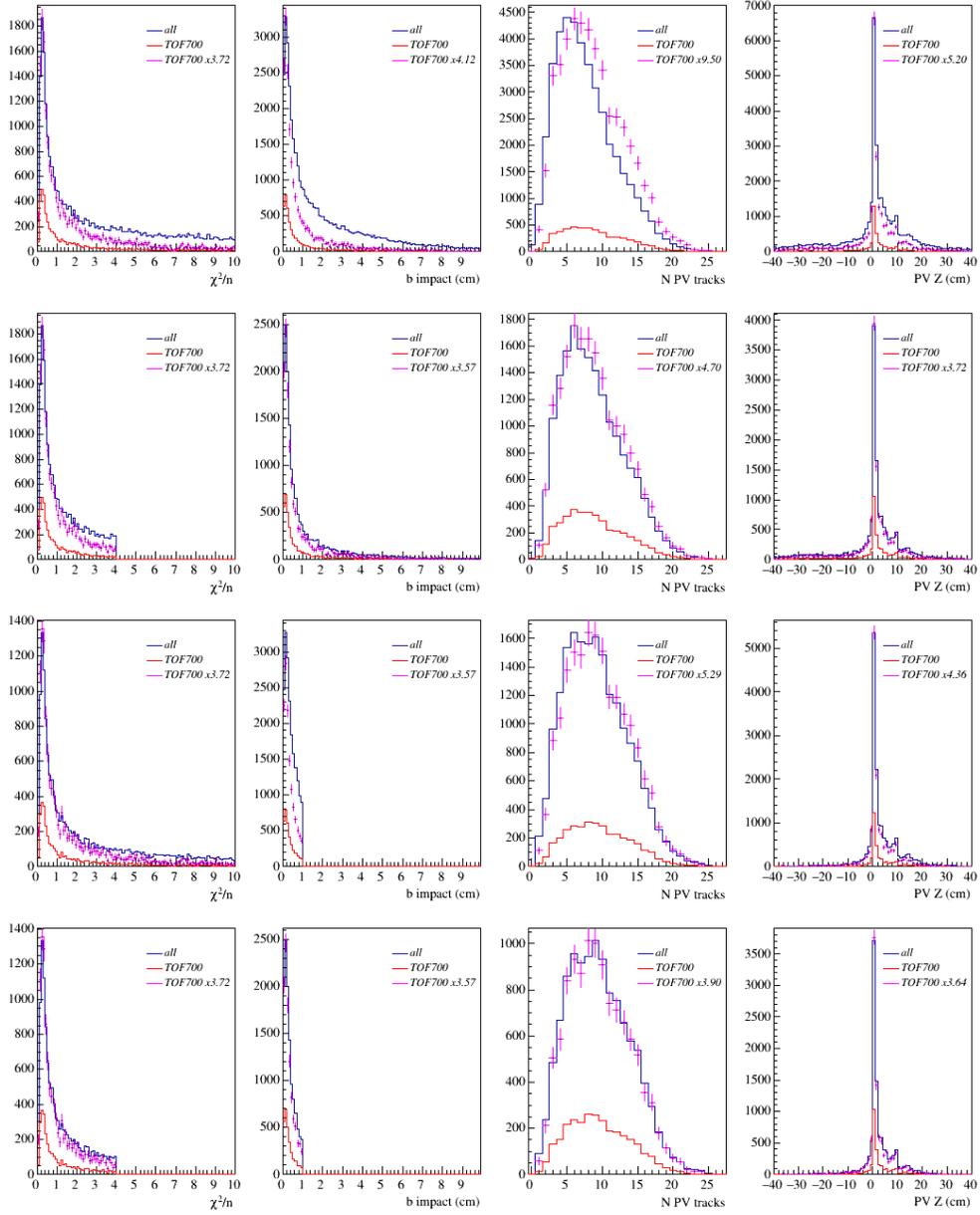


Рис. 11: **Верх:** Сравнение распределений для треков после наложения катов на количество хитов ($n_{\text{Gem}} \geq 4$ и $n_{\text{Si}} \geq 2$) и попадание в TOF700 ($z \equiv 700$, $|x| < 150$, $-5 < y < 85$). **Ниже:** Накладываются дополнительные каты на χ^2/n и прицельный параметр.

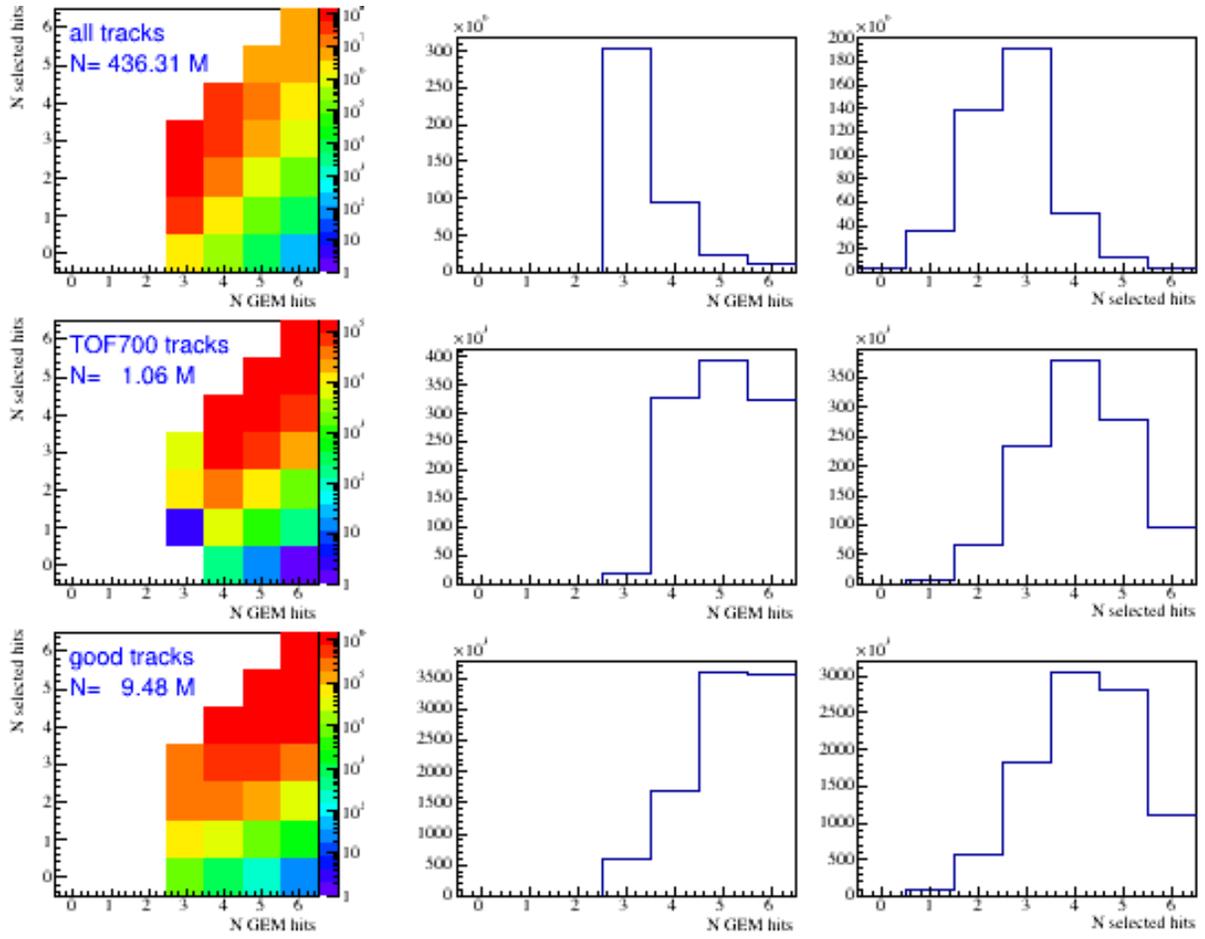


Рис. 12: Количество GEM и отобранных для dE/dx анализа хитов на треках. 466 рангов. У TOF700 треков около 6% треков с $N_{SEL} < 3$, т.е. выпадают из анализа.

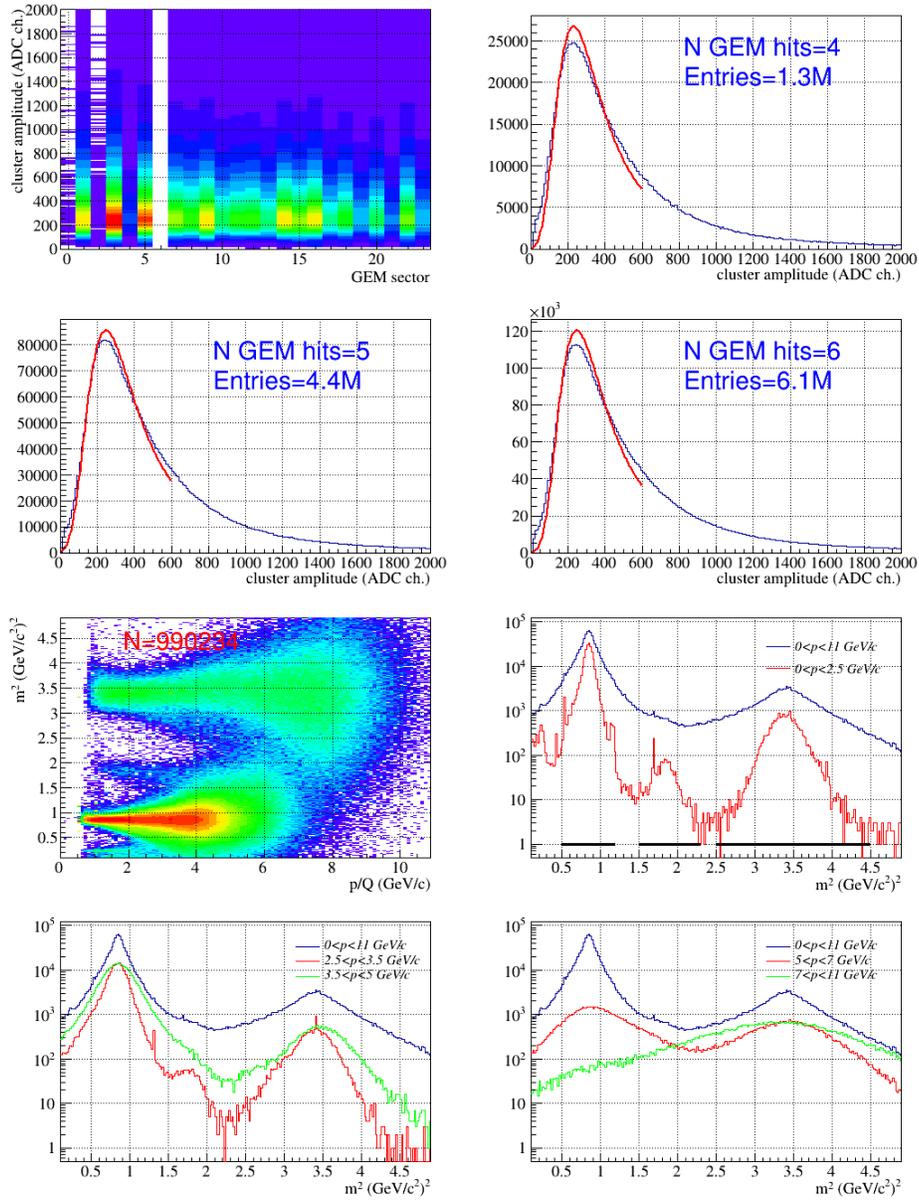


Рис. 13: **Верх:** Амплитуды GEM после коррекций ($N_{PVT_r} \leq 2$, $|Z_{PV}| < 5$ см, $b_{imp} < 0.3$ см, goodGemArea). **Ниже:** m^2 vs p . m^2 пределы идентификации: π : 0.1-0.35); tofPid=1; p : 0.5-1.2; ^3He : 1.5-2.3; He : 2.5-4.5.

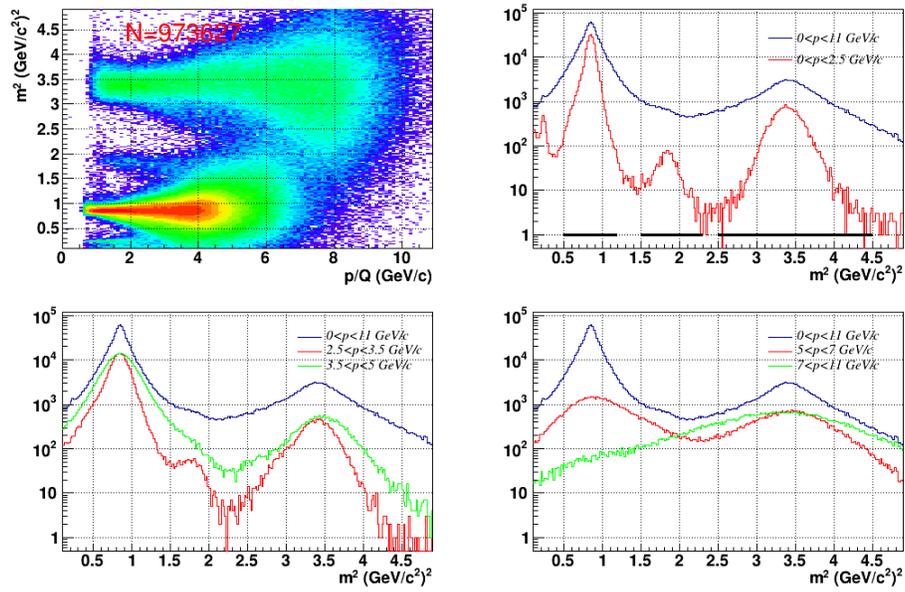


Рис. 14: m^2 vs p . m^2 пределы идентификации: π : 0.1-0.35); $\text{tofPid}=1$; p : 0.5-1.2; ${}^3\text{He}$: 1.5-2.3; He : 2.5-4.5. Выброшен $\text{run } 4548$ с повторяющимися массами.

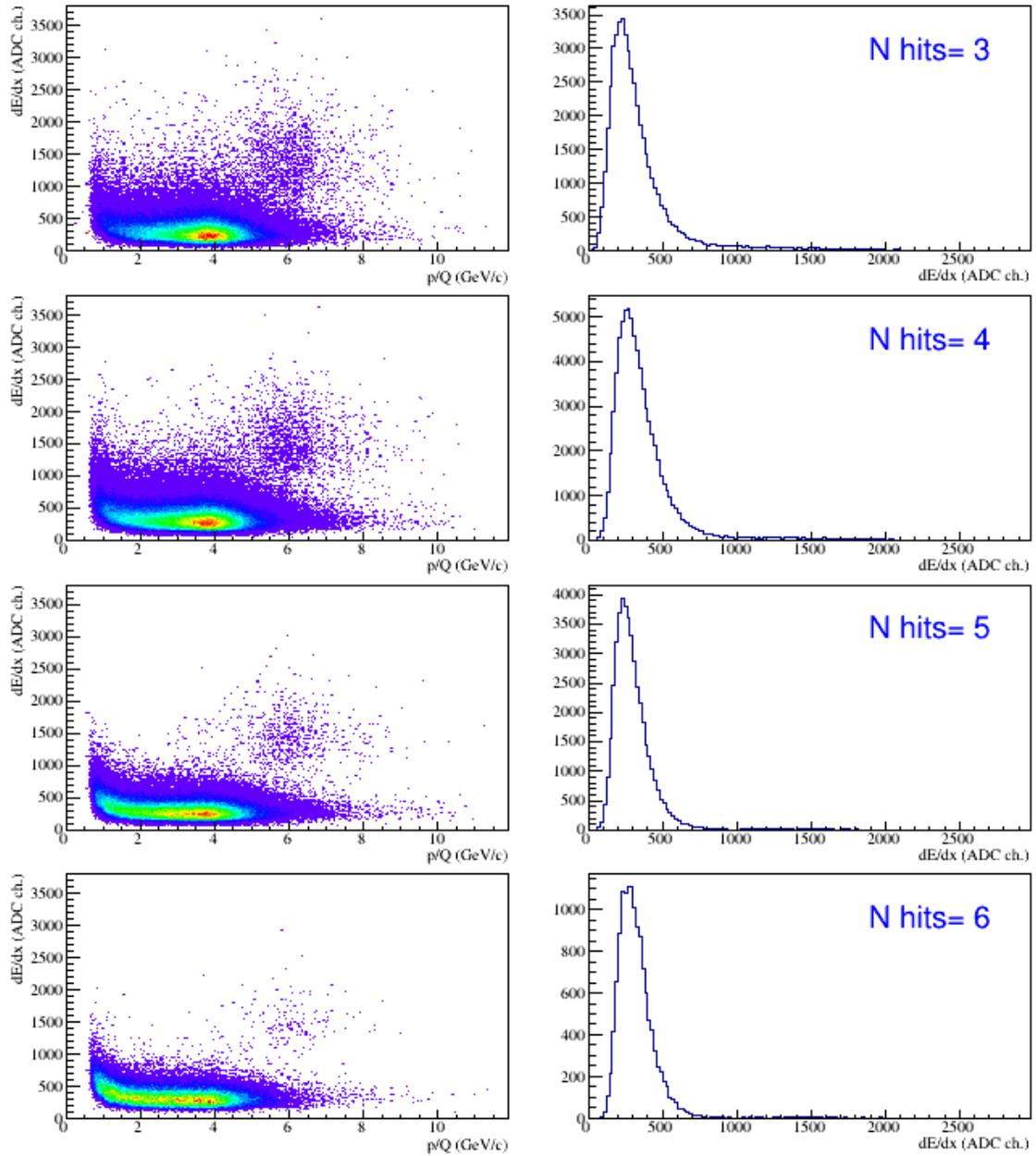


Рис. 15: Protons: $0.5 < m^2 < 1.2$ (GeV/c^2)². Справа: $4 < p/Q < 9$ GeV/c .

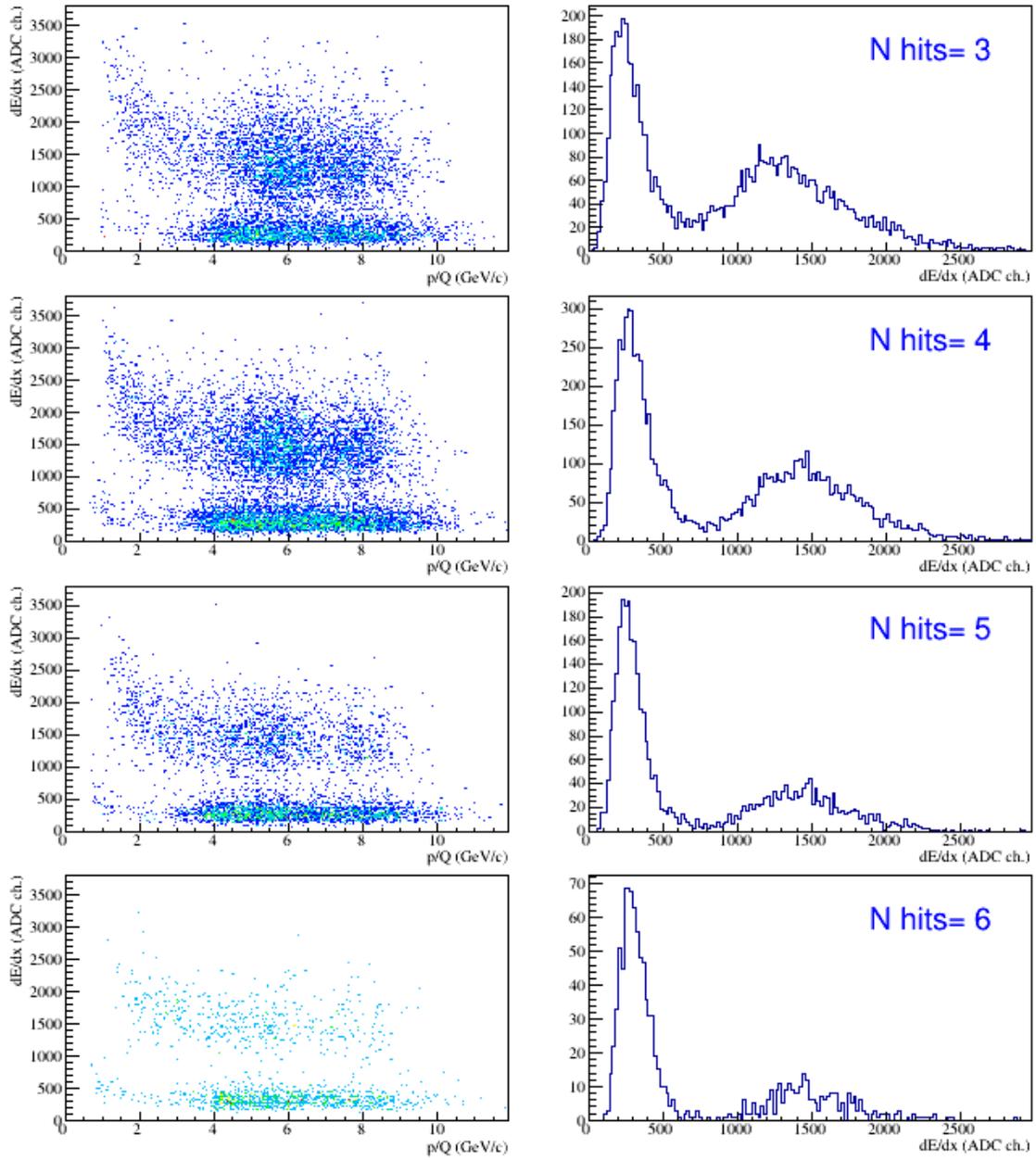


Рис. 16: ${}^3\text{He}$: $1.5 < m^2 < 2.3$ (GeV/c^2) 2 . Справа: $4 < p/Q < 9$ GeV/c . Похоже, ${}^4\text{He}$ погибает в этот коридор.

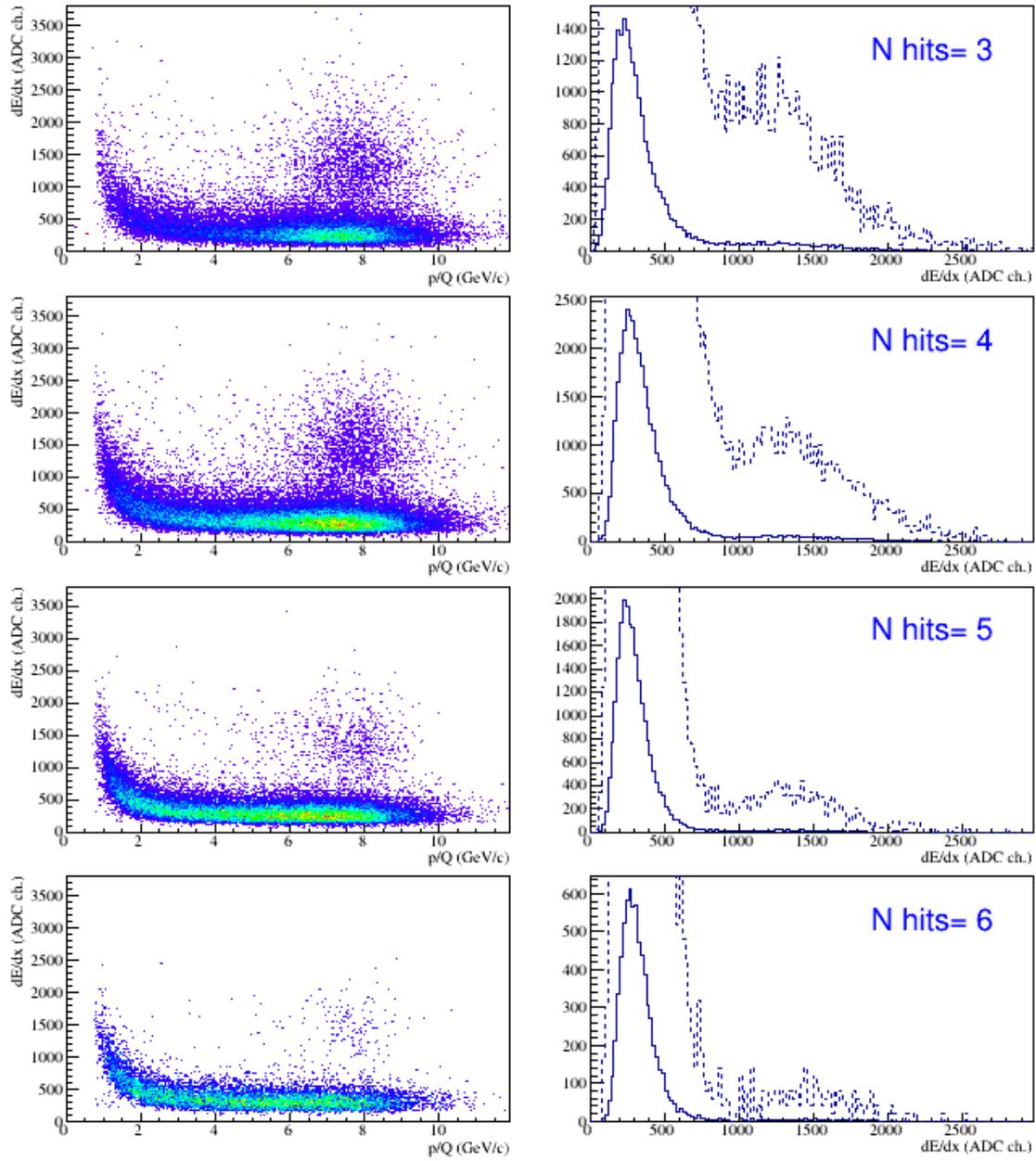


Рис. 17: d and ${}^4\text{He}$: $2.5 < m^2 < 4.5$ (GeV/c^2) 2 . Справа: $4 < p/Q < 9$ GeV/c. Пунктир - гистограмма умножена на 20.

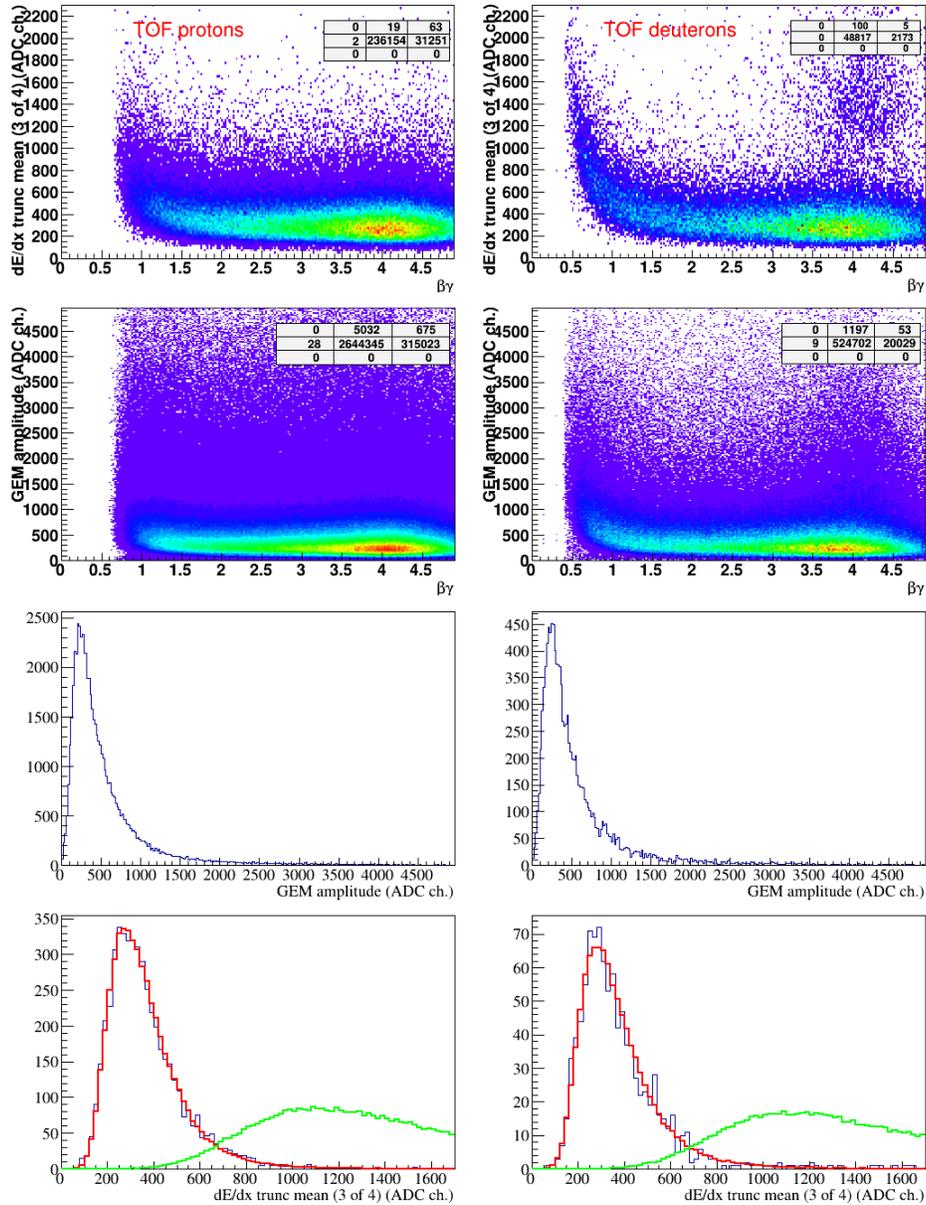


Рис. 18: Оценка энергетических потерь 4-хитовых треков и потери в плоскости GEM для треков, отобранных в TOF-700, как протоны и дейтроны. Нижний ряд: потери трека и разыгрыш из потерь в плоскостях для $2.5 < \beta\gamma < 2.6$.

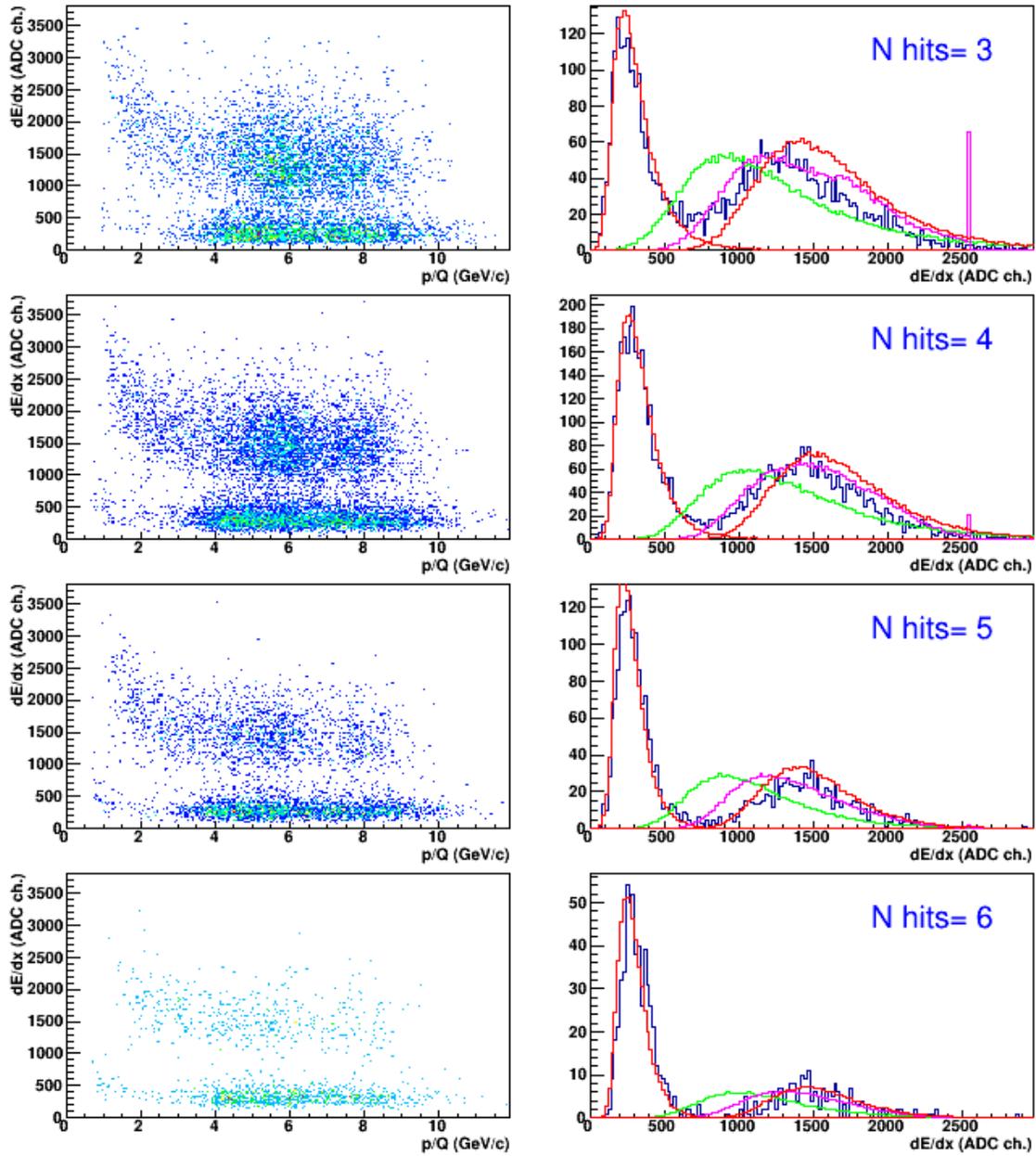


Рис. 19: ${}^3\text{He}$: $1.5 < m^2 < 2.3$ (GeV/c^2)². Справа: $4 < p/Q < 7$ GeV/c. Зеленый - $A_d = 4 A_p$, сиреневый - $A_d = \text{Min}(4 * (A_p + 70), 2548)$, красный - $A_d = \sum_4 A_p$.

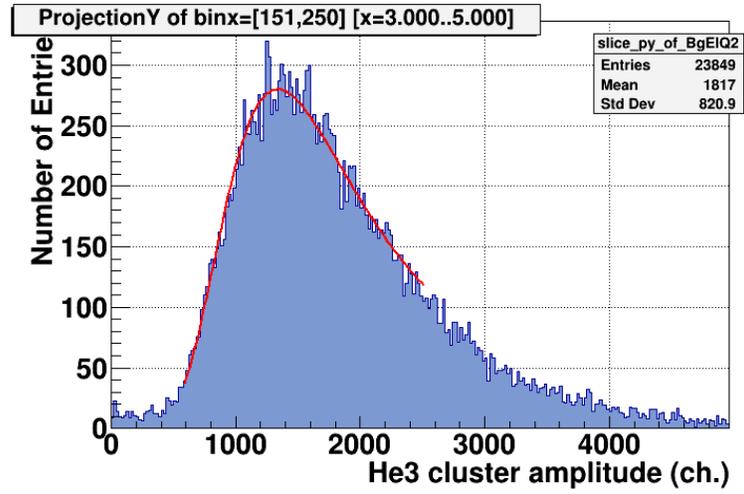


Рис. 20: .

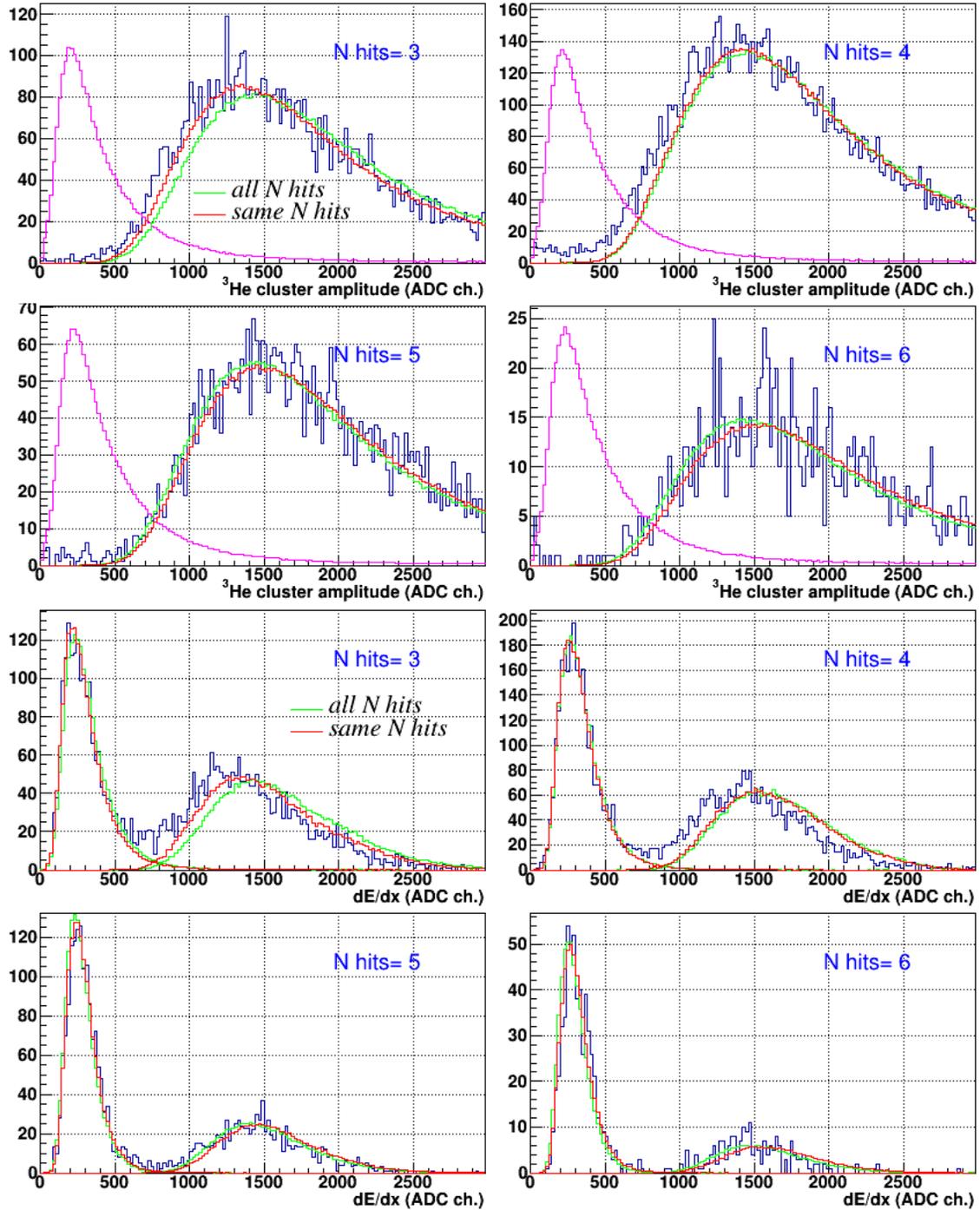


Рис. 21: .

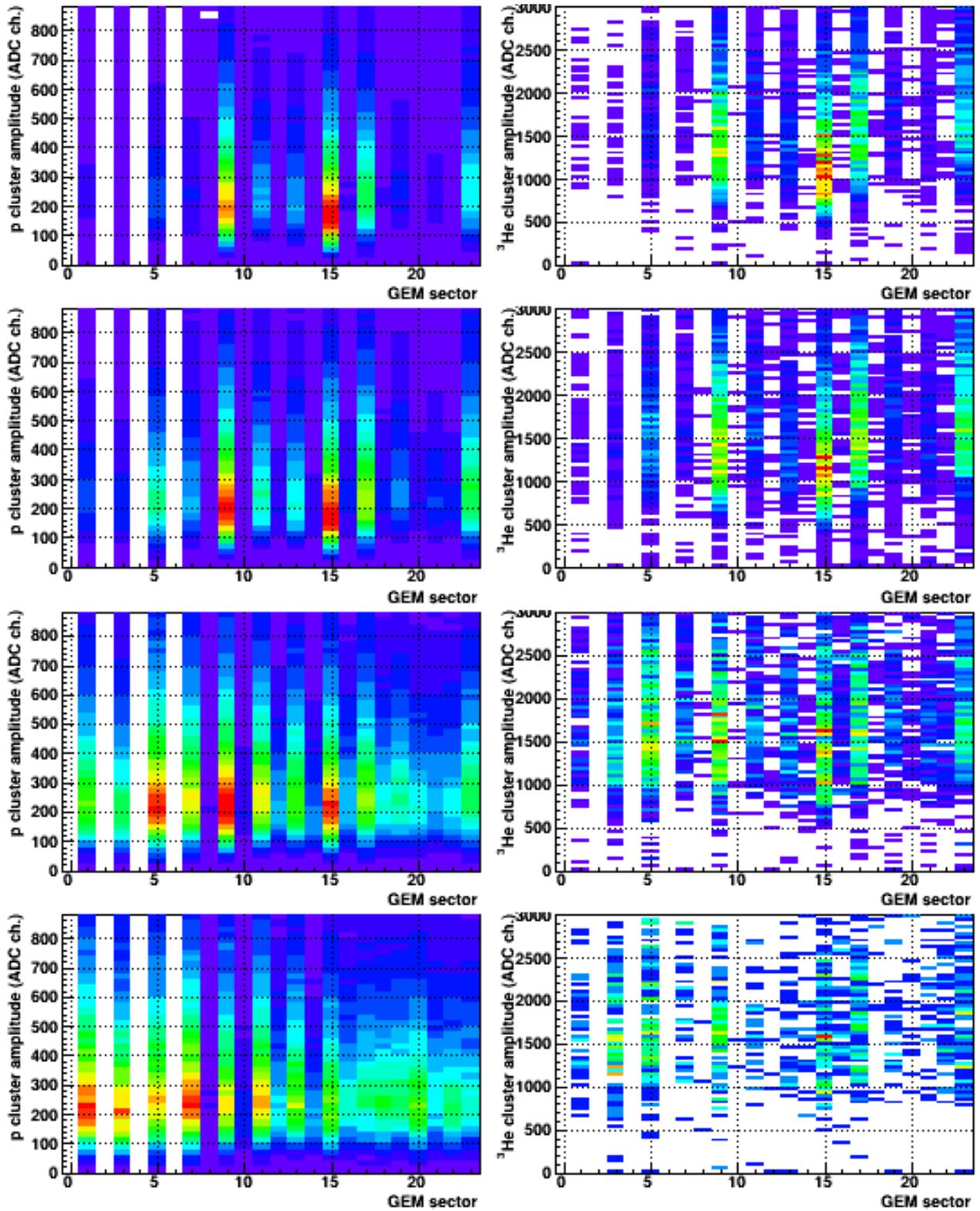


Рис. 22: .

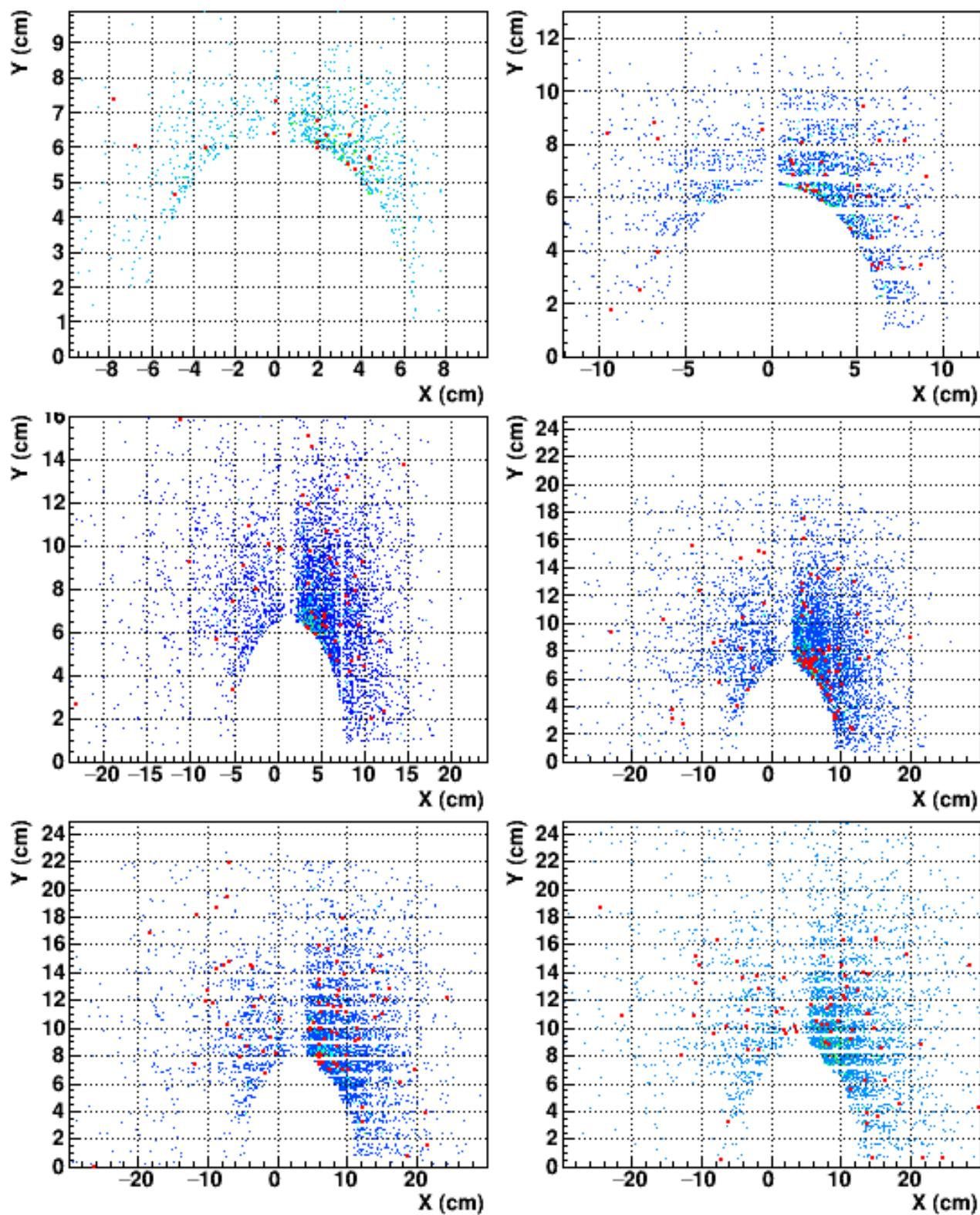


Рис. 23: .

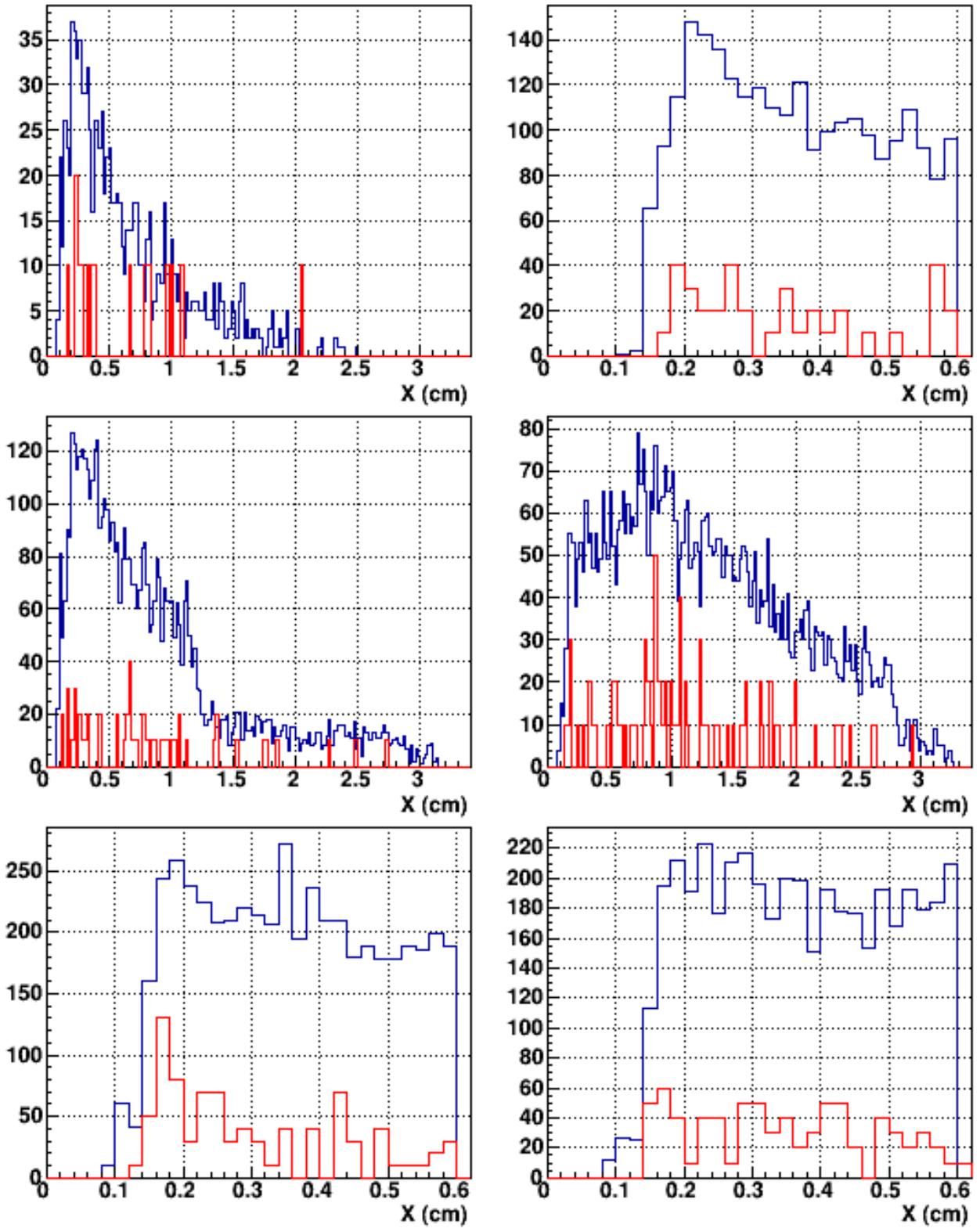


Рис. 24: .

2.1 Наложение кластеров.

При сложении 4 однозарядных амплитуд для моделирования двухзарядной вероятность наложения кластеров получается в 4 раза больше, чем она есть в двухзарядном кластере. Простейший способ исправить этот эффект в моделировании - с некоторой вероятностью P_3 суммировать не 4, а 3 однозарядные амплитуды. Более корректный вариант исправления - изначальное подавление наложений сравнением амплитуд прямых и косых стрипов. Но в настоящий момент амплитуды косых стрипов не калибровались.

2.2 Кластеры с подавленной амплитудой.

В амплитудных спектрах ${}^3\text{He}$, а также в d при малых p с $A > 1000$ ch, оторванных от нуля на 500 ch, есть равномерно распределенная примесь малых амплитуд. Скорее всего эта полка возникает от частиц с большой ионизации в дефектных зонах GEM. Поскольку ширина охранной области подбиралась для основной массы хитов (т.е. мипов), и для них успешно подавляет заниженные амплитуды, она может быть недостаточной для ионов.

Для оценки вклада этого механизма рассмотрены спектры кластеров фрагментационных ${}^3\text{He}$ с $dE/dx > 750$ ch и определена доля $A < 400$ ch для разных N_{hits} : 3) $32/7041 = 0.45\%$; 4) $164/11720 = 1.4\%$; 5) $46/4205 = 1.09\%$; 6) $18/1290 = 1.40\%$. Усредненно 1.07% . Это значение для полного вклада надо увеличить, т.к. оно получено в области, где амплитуды не перекрываются с нормальными кластерами. Считая, что их 1.5% , а среднее число отобранных хитов на треке 4, получаем, что они искажают 6% измерений dE/dx для фрагментационных треков. Для треков с большей ионизацией их вклад увеличится (?).

Возможны три способа борьбы с такими кластерами: **1)** найти их по большому пространственному отклонению от трека и исключить из анализа; **2)** упрощенно моделировать, исходя из амплитуд нормальных кластеров; **3)** моделировать по MC или в Garfield.

Вторая причина заселенности малых амплитуд - фоновые хиты вместо истинных хитов, попавших в дефектную зону. Этот вариант еще не исследовался.

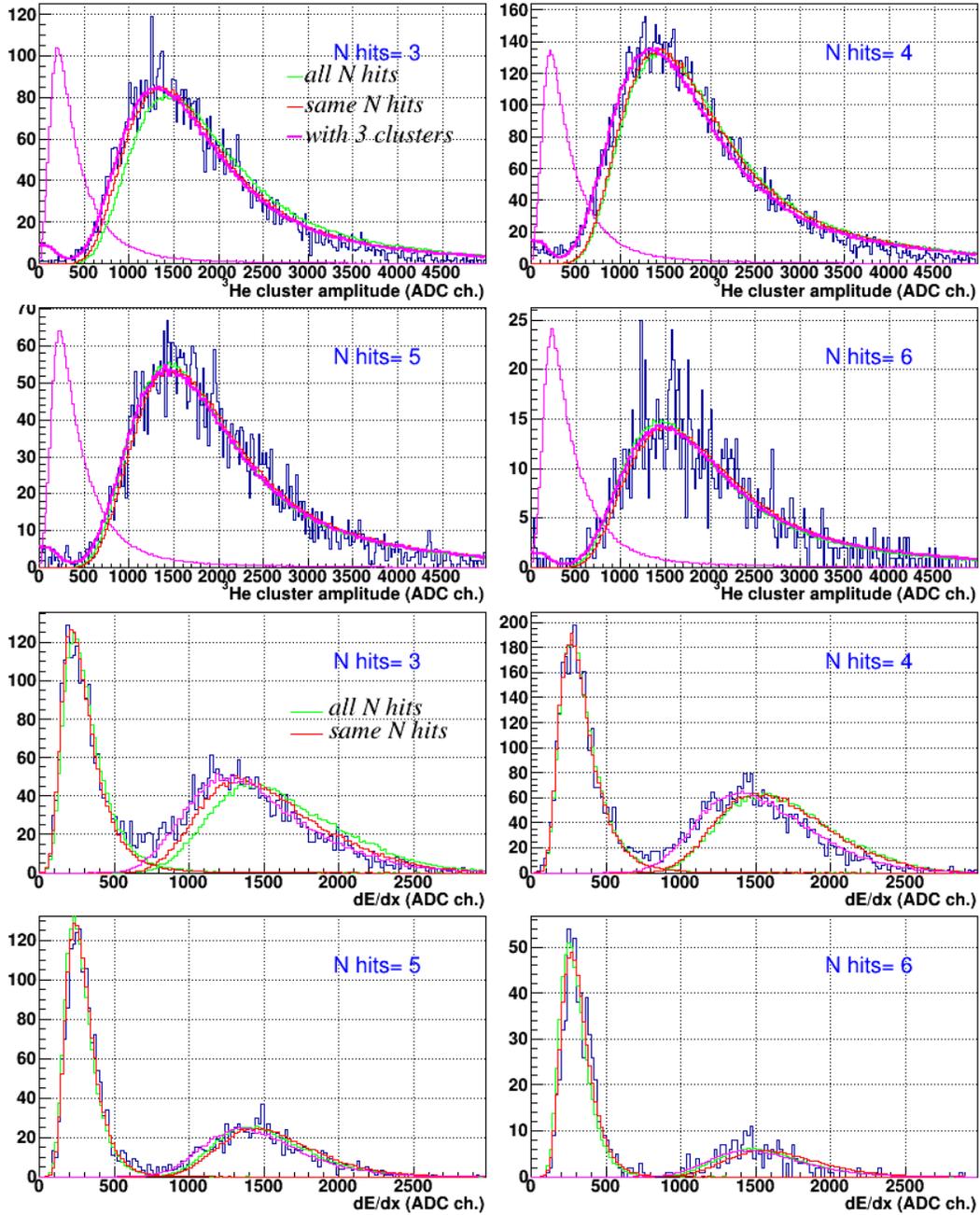


Рис. 25: Частичное суммирование двузарядных амплитуд по трем однозарядным кластерам. Доля троек в **кластерах**: $N_{hits}=3$) 0.1; 4) 0.2; 5) 0.1; 6) 0.1. Для малых амплитуд реализован (2): для 1.5% нормальных амплитуд разыгрывается дополнительный кластер $A=Rndm()*A_{Clust}*Erfc(0.15/(0.15*\sqrt{2}))$. Доля троек в **треках**: $N_{hits}=3$) 0.2; 4) 0.25; 5) 0.2; 6) 0.2.

2.3 Сравнение амплитуд p и d .

$\beta\gamma$ спектр d Q1TM.C - TruncMean для 1 и 2 - зарядных треков от $\beta\gamma$ из протонных или дейтериевых потерь BgElProt или BgElDeut(NHits) (binSize=0.02, т.е. 18.76 MeV/c для протонов).

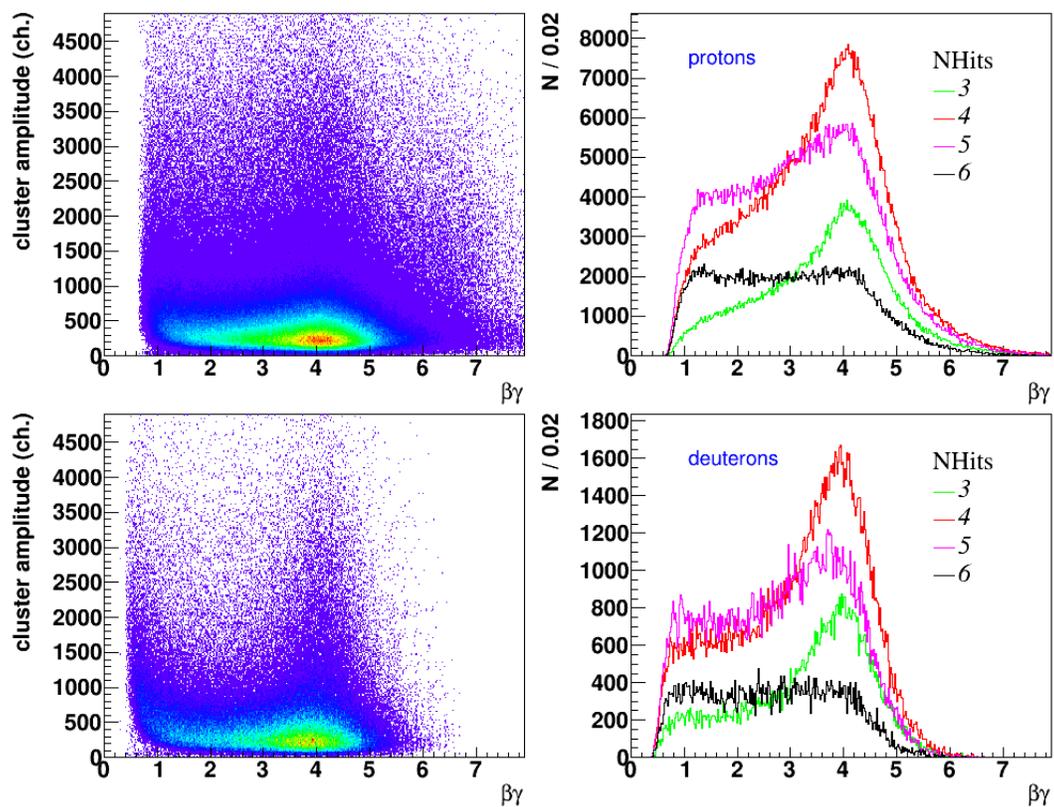


Рис. 26:

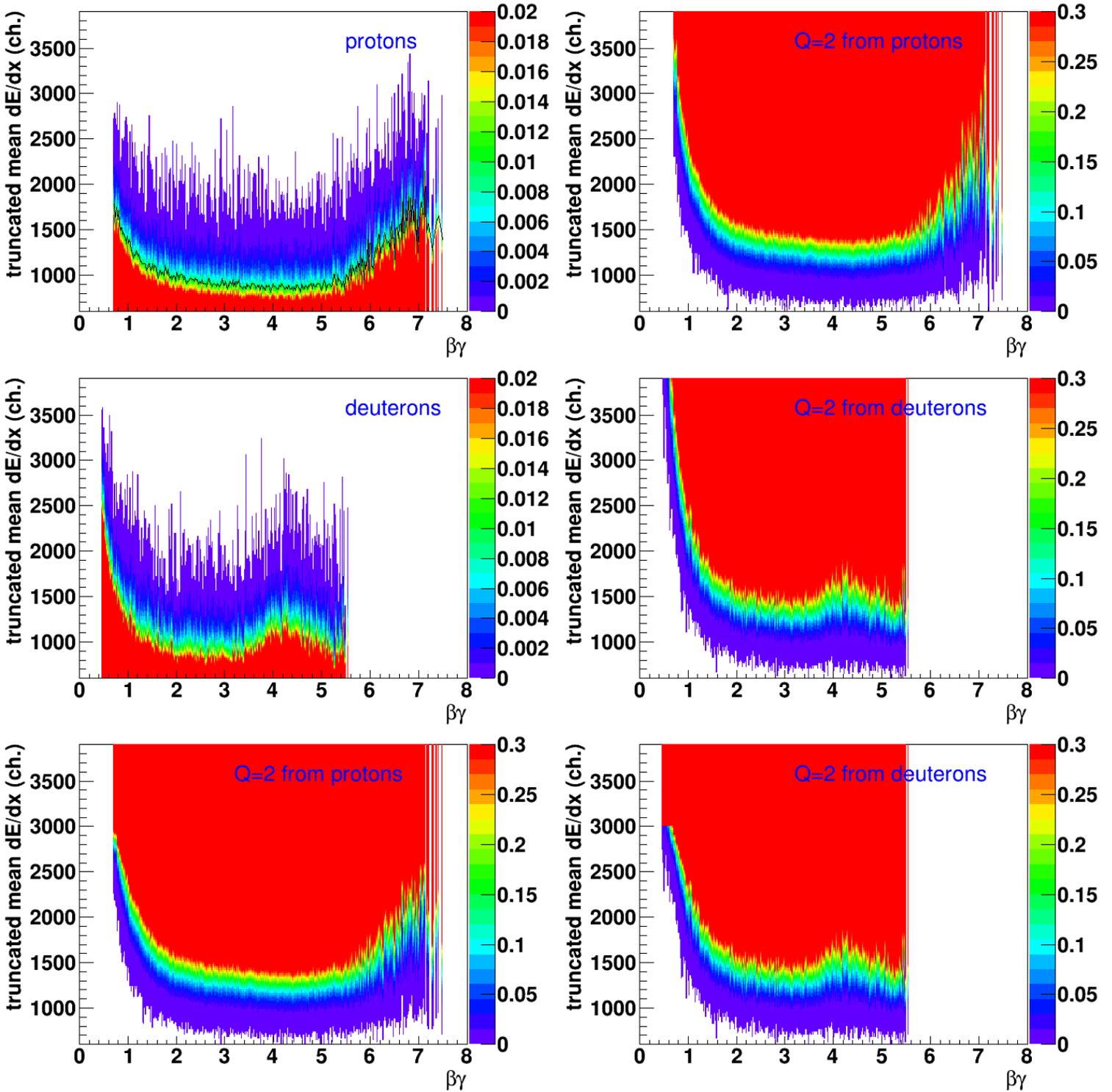


Рис. 27: Вероятности энергетических потерь однозарядных частиц (слева) и смоделированных по их спектрам двухзарядных (справа) для треков с 4 отобранными хитами. Снизу - *max* амплитуда кластера 3000 ch.

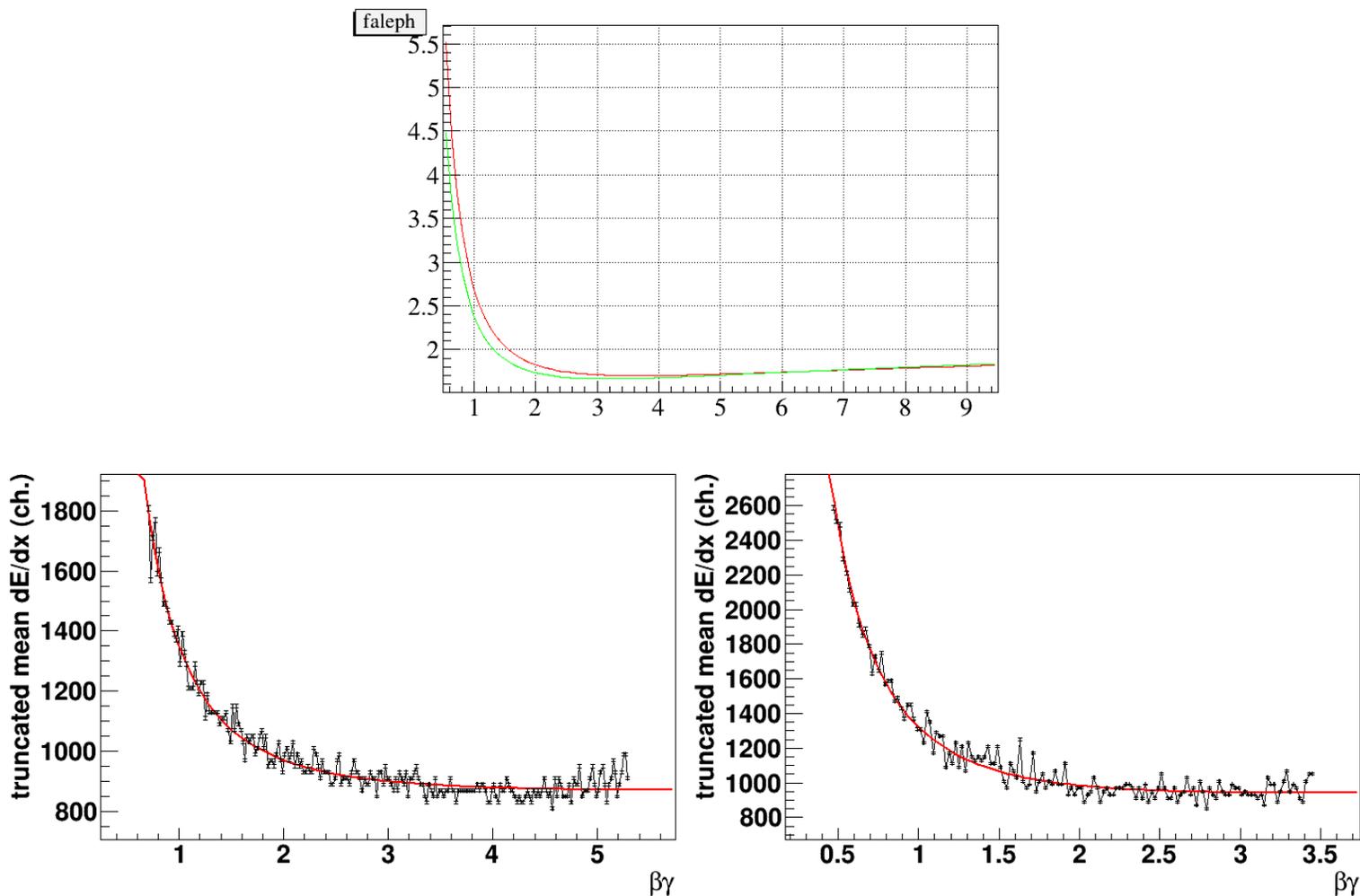


Рис. 28: Q1TM.C для 1% p и d . $p_{beam}/m_p=4.2957$. Фит ALEPH.

Энергия пучка из elog: Ar - 3.2, Kr - 2.6 GeV. Импульс: 4.0305 и 3.4116 GeV/c.

Цель: отобрать p и d треки, кластеры из которых, можно использовать в моделировании спектров.

Метод: b211201M/Q1TrackTMMax.C.

TmLandauFit.C - аккуратный фит $\beta\gamma$ -slices, как делалось для gun-зависимостей в RunsLandauFit.C.

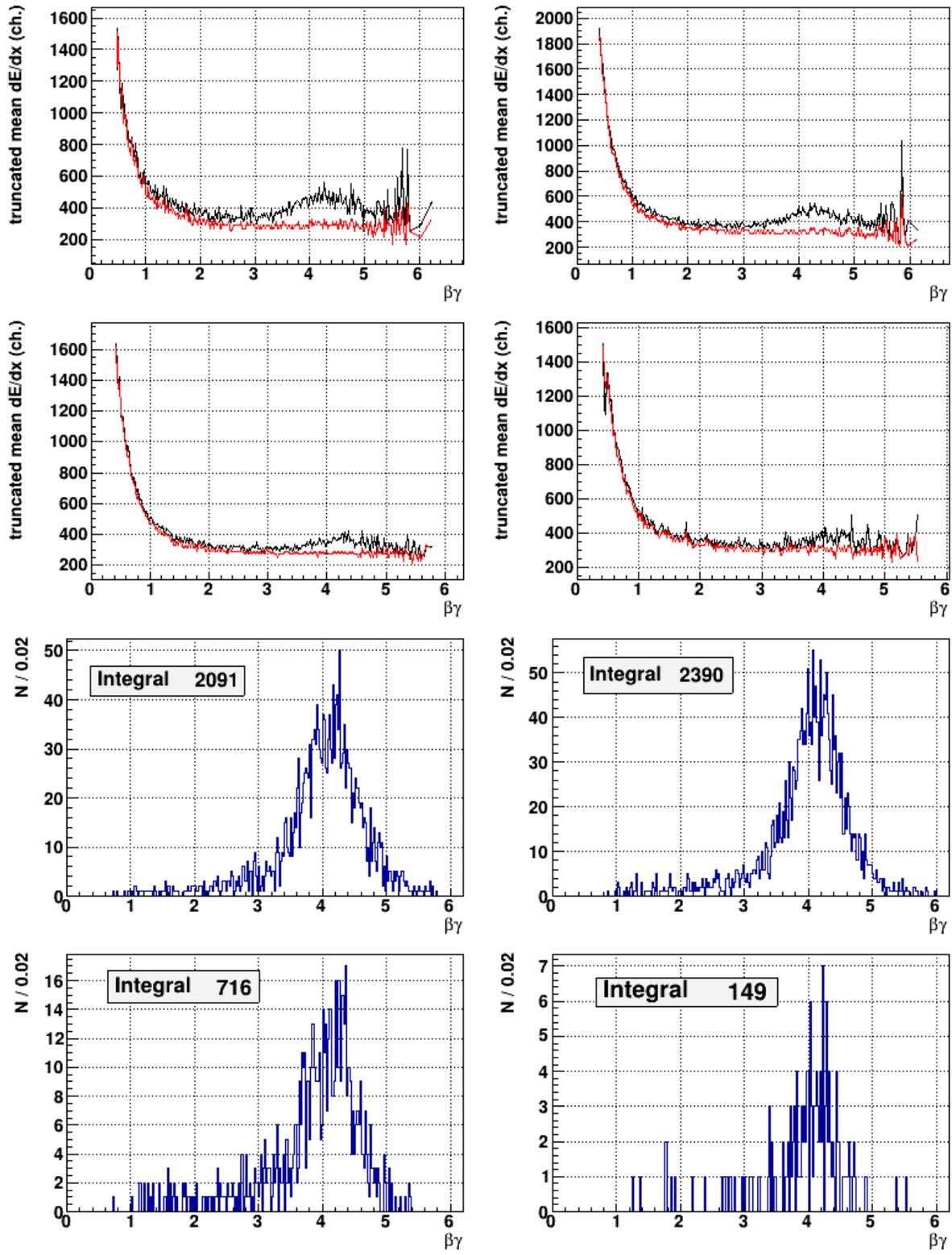


Рис. 29: TmMedian.C. Средние и медианные ТМ dE/dx при m^2 отборе d . Количество событий с dE/dx более трех медианных.

Алгоритм проверки двухзарядности.

Разделение ${}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He}$.

При $p/Q < 7 \text{ GeV}/c$ (см. рис. 14), если $m^2 < 2.5$, проверяем ${}^3\text{He}$, в противном случае - ${}^4\text{He}$.

${}^3\text{He}$ не может давать $p/Q > 7 \text{ GeV}/c$, и второе пятно на рис. 19 явно относится к ${}^4\text{He}$.

Предварительно можно поставить рубленную границу, затем аккуратно подобрать ф-цию $m^2(p/Q)$.

Идентификация ${}^3\text{He}$.

До $p/Q < 3 \text{ GeV}/c$ ${}^3\text{He}$ идентифицируется по m^2 с незначительным фоном (см. также рис. 19), который достаточно вычищается простым катом $dE/dx(p/Q)$ без необходимости моделирования распределения $f(dE/dx)$.

При $p/Q > 3 \text{ GeV}/c$ моделируется $dE/dx(p/Q)$ из распределений для d с тем-же величинами $\beta\gamma$.

Идентификация ${}^4\text{He}$.

До $\beta\gamma < 1$ ${}^4\text{He}$ отсутствует в наших данных (см. предварительную оценку выхода на рис. 29), поэтому анализировать эту область нет смысла.

При $\beta\gamma > 1$ медианное $dE/dx(\beta\gamma)$ меняется в не очень большом диапазоне от 500 до 300 ch, поэтому можно выбирать широкие бины по $\beta\gamma$ и в спектрах d хватит статистики для моделирования $f(dE/dx)$.

Цель и метод моделирования.

1) Как показано на рис. 25 для ${}^3\text{He}$ и на рис. 17 для ${}^4\text{He}$, dE/dx распределения однозарядных и двухзарядных треков частично перекрываются. Моделирование позволяет предсказать поведение dE/dx на краях распределений и оценить вклады однозарядных и двухзарядных треков в области перекрытия.

2) Амплитуды кластеров однозарядных треков зависят только от $\beta\gamma$. При фиксированном $\beta\gamma$ можно создать набор кластеров, перебирая которые в разных комбинациях, получить dE/dx распределения с очень большой статистикой и оценить, как далеко тянется dE/dx хвост однозарядных треков.

3) При одинаковой величине $\beta\gamma$ потери двухзарядных частиц в четыре раза больше однозарядных. В идеальном случае кластер двухзарядной частицы можно моделировать, как сумму четырех однозарядных. На практике количество наложений кластеров в сумме четырех однозарядных в четыре раза больше, чем в двухзарядных, что создает заметный сдвиг в моделировании (рис. 25).

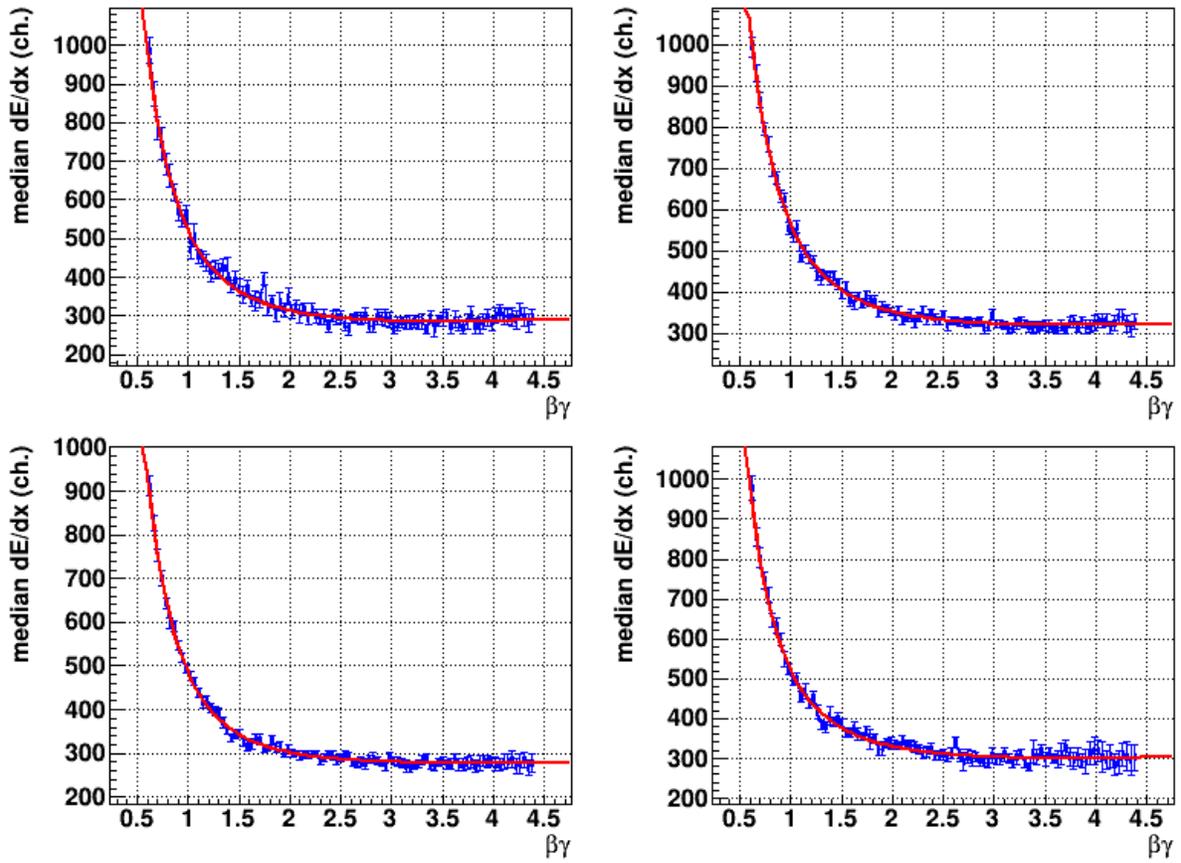


Рис. 30: TmMedian.C. Медианные ТМ dE/dx при m^2 отборе d .

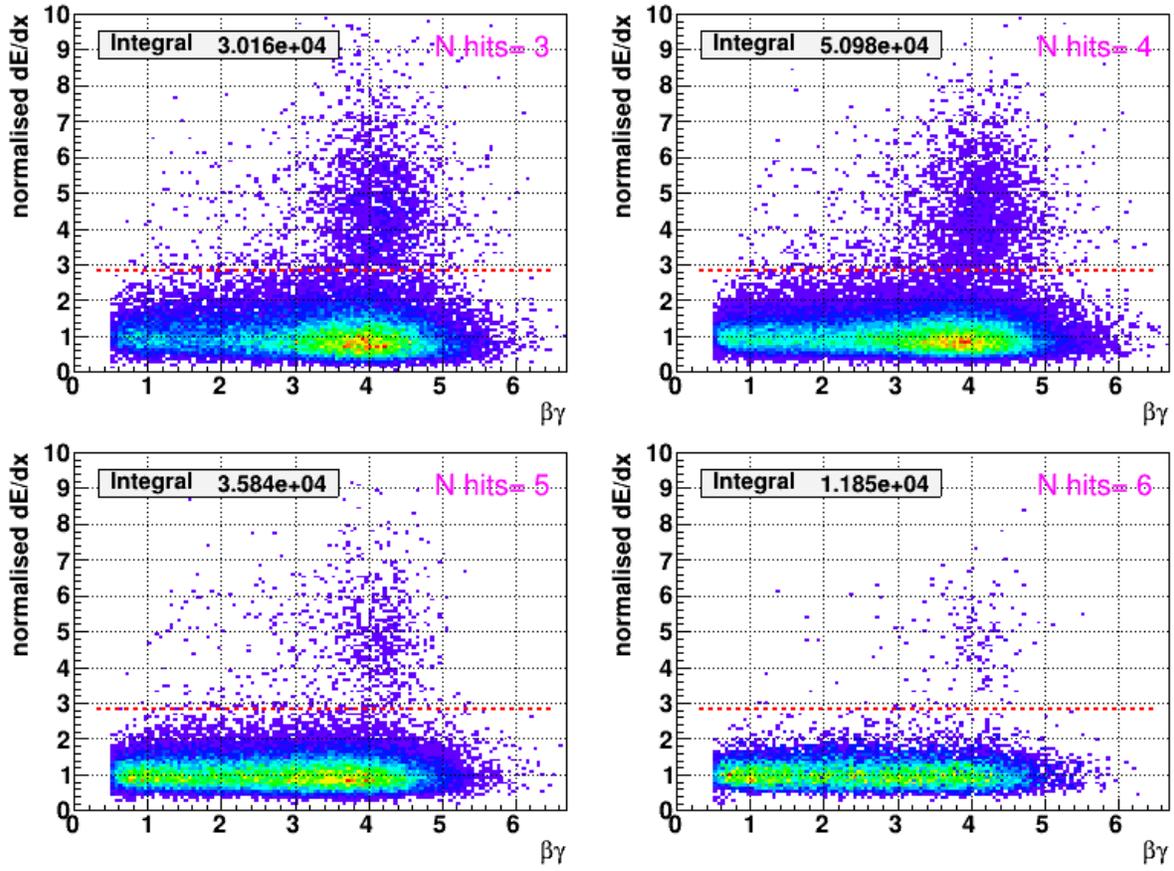


Рис. 31: TmNorm.C. Отнормированные на медианные ТМ dE/dx при m^2 отборе d . Порог d при $y=2.8125$.

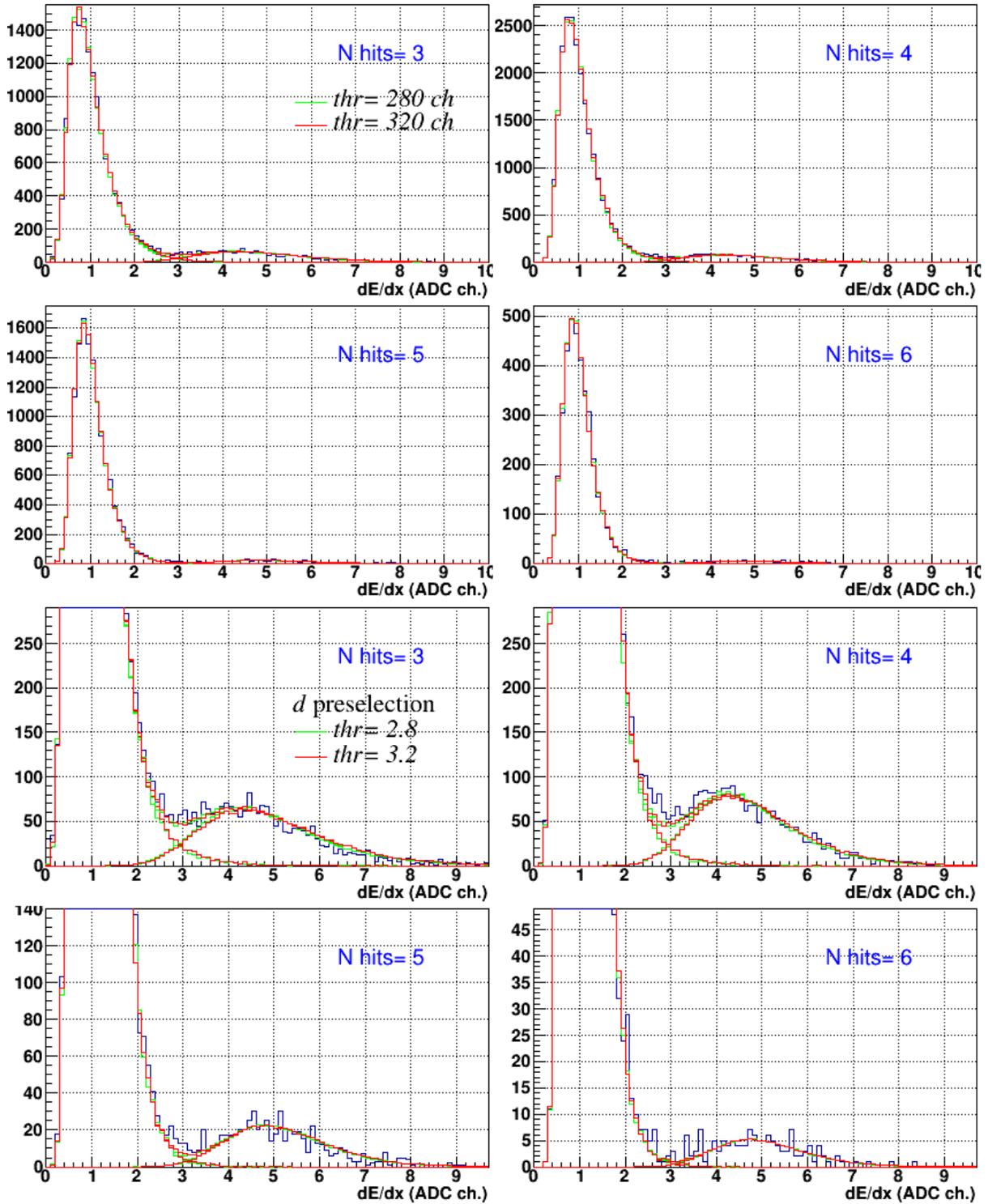


Рис. 32: Q2CombDeut.C. Порог d при $y=2.8125$ и 3.2. Доля 3-кластерных сумм для ${}^4\text{He}$: 0.2, 0.25, 0.2, 0.2. Без битых амплитуд. $q2CombDeutRuns.C$ - проверяет, что палки при $Nhits=6$ не из-за повторяющихся событий, как это было в исключенном ране 4548.

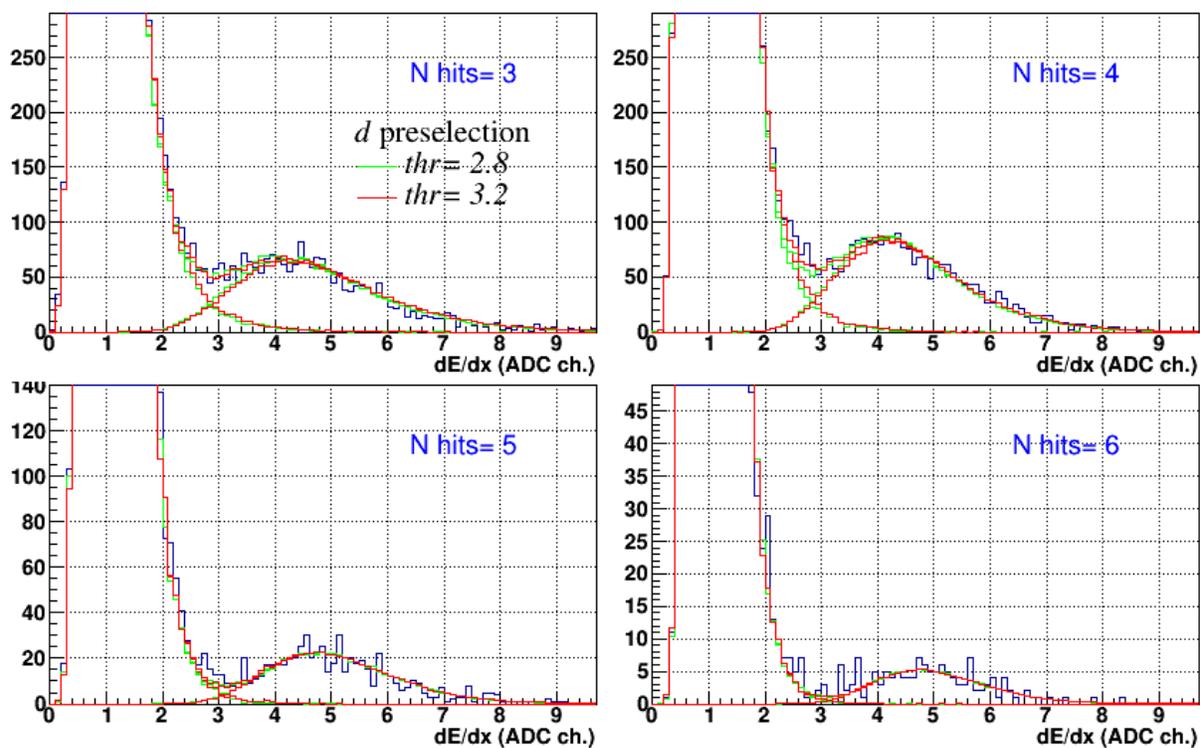


Рис. 33: Q2CombDeut.C. Подгонка доли 3-кластерных сумм для ${}^4\text{He}$ “на глаз”: 0.25,0.35,0.25,0.2.

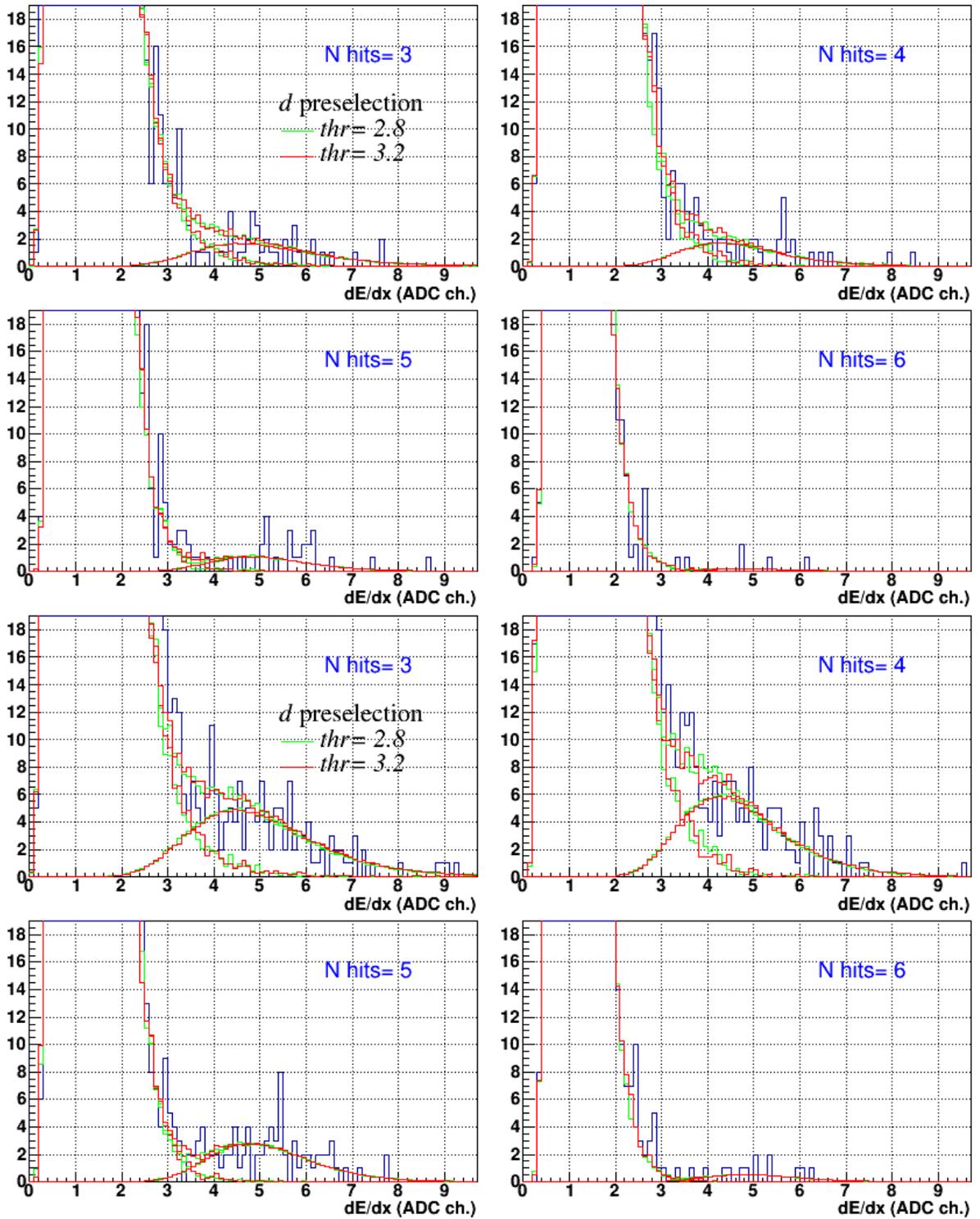


Рис. 34: Chi2CombDeutR.C. $\beta\gamma$ диапазоны 1.3-2.3 и 2.3-3.3.

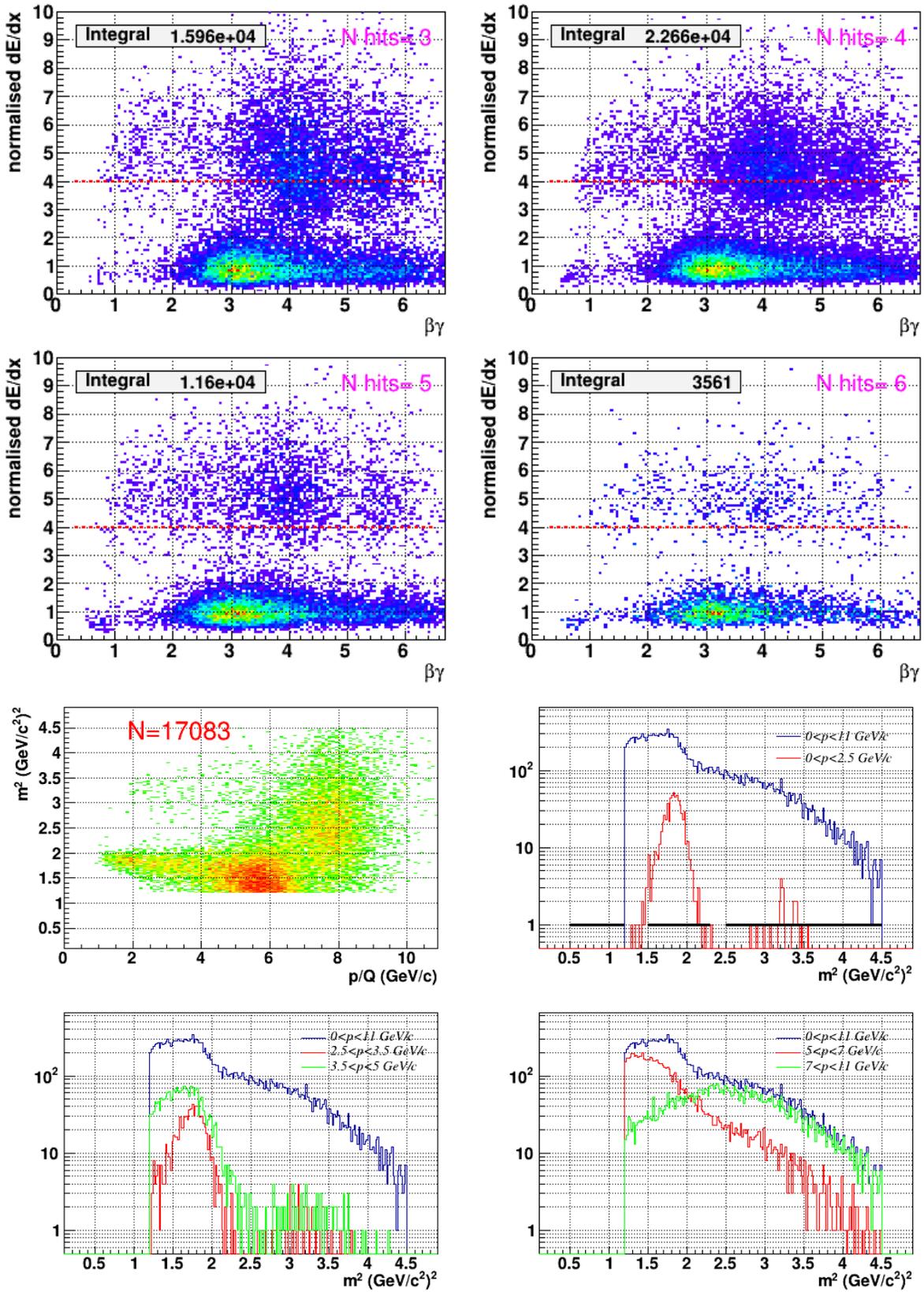


Рис. 35: drawM2Q2.C. Нормированные потери больше 4 медианных. Общая m^2 vs p на рис. 14

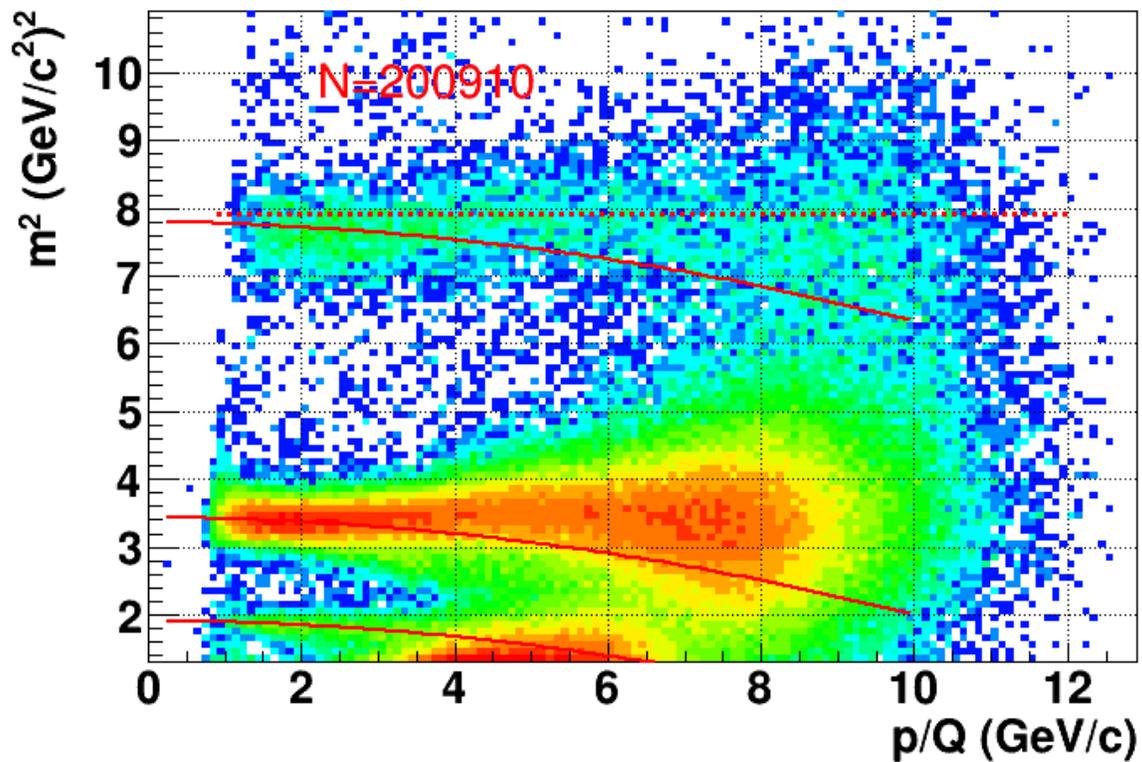
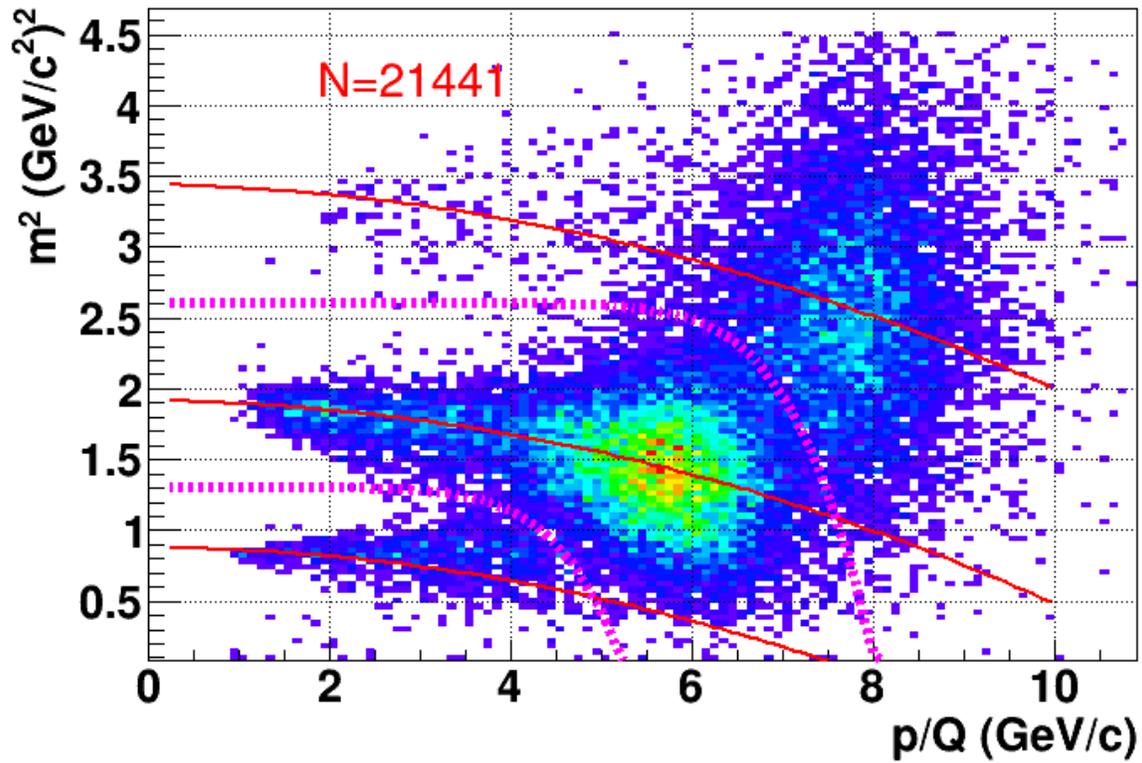


Рис. 36: fitM2Q2.C разделение частиц с нормированными потерями больше 4 медианных. Красные линии - ошибка slewing поправки 150 ps с дополнительными мелкими поправками на массу 2.80923/2.-0.019 для ${}^3\text{He}$ и 1.875613-0.019 для ${}^4\text{He}$. Снизу: M2Tritium.C - распределение без отбора по dE/dx (в $\log z$).

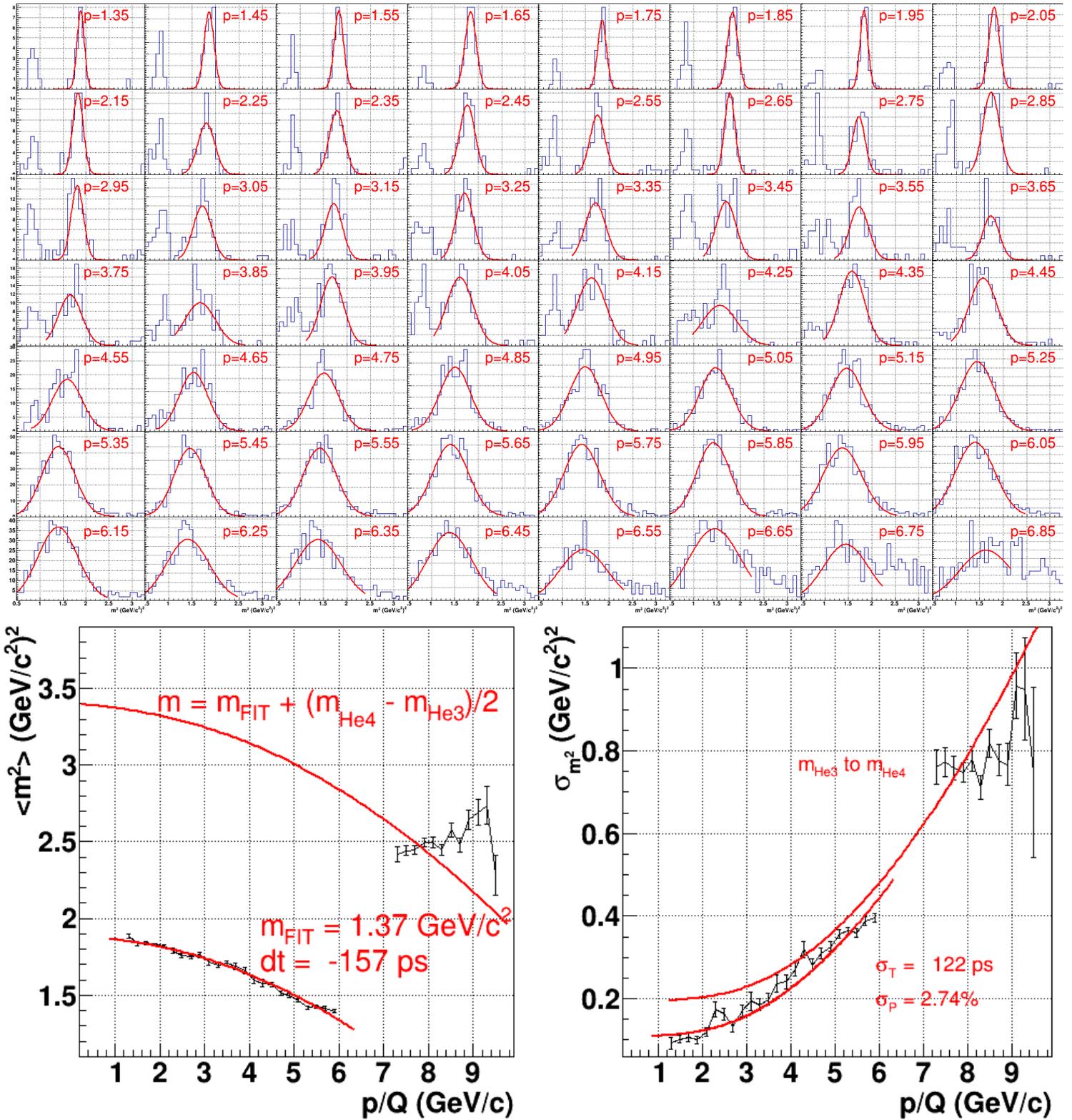


Рис. 37: M2Q2fitSlices.C - фит m^2 спектров в корридоре ${}^3\text{He}$.

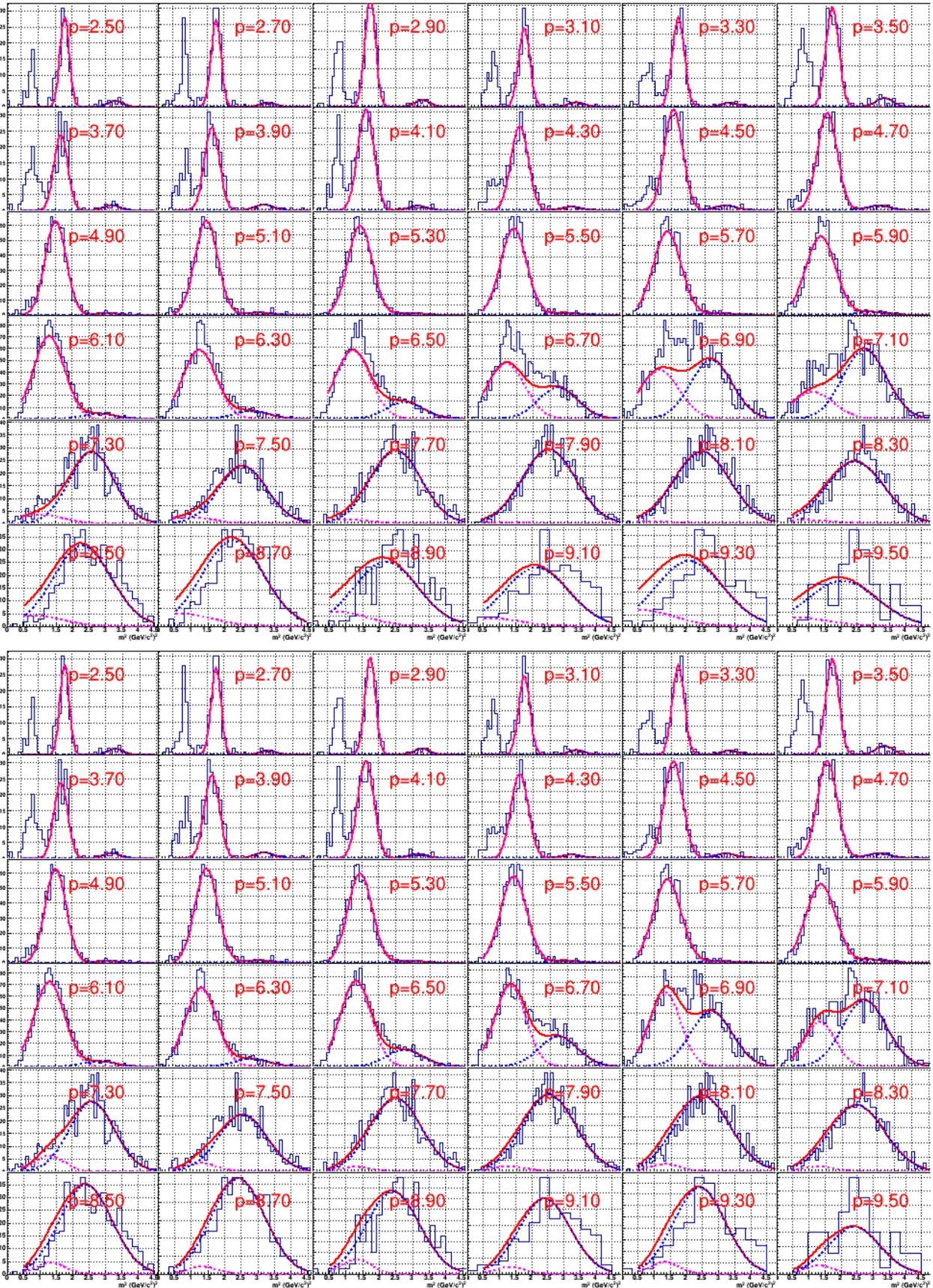


Рис. 38: M2Q2fitSlices.C - фит m^2 спектров.