



ЛАБОРАТОРИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
имени М.Г. Мещерякова

Презентация / Отчет соискателя гранта молодых ученых и специалистов ОИЯИ / стипендии им. М.Г. Мещерякова на 2025 год

Соискатель: Сатышев Ильяс,
МНС, ЛИТ, НОВФ, Сектор №1 методов моделирования
физических процессов и анализа данных наблюдений

A. Сведения о соискателе / Personal Information

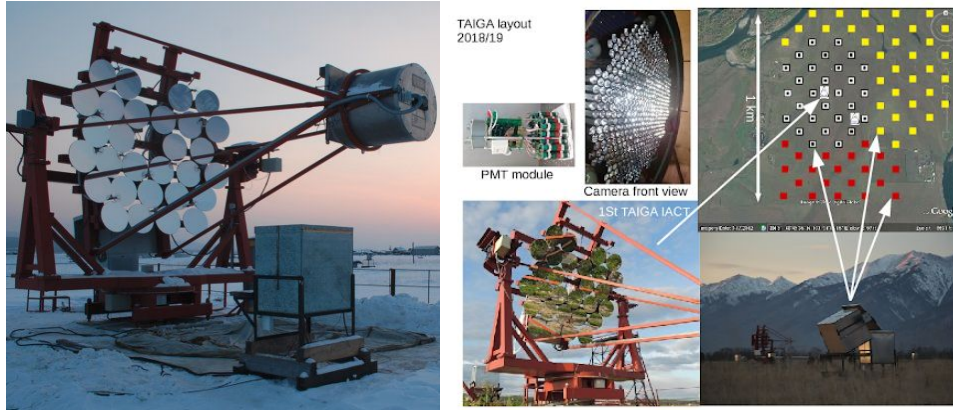


- Научный сотрудник без степени
- Дата рождения: 05.08.1992
- Контакты: +7(926)721-63-81, satyshev@jinr.ru
- ЛИТ, научный отдел вычислительной физики, сектор №1 методов моделирования физических процессов и анализа данных наблюдений, младший научный сотрудник
- Стаж работы: 6 лет 11 месяцев
- Образование: Казахский национальный университет имени Аль-Фараби. Магистратура. Направление подготовки “Ядерная физика”. Год окончания: 2017 г.
- Сведения о грантах ОМУС, полученных ранее (за последние 3 года) - Нет

В. Цели / Goals



ТАЙГА



В рамках задачи классификации адронов и гамма-квантов в эксперименте ТАЙГА: улучшить и протестировать модели машинного обучения. В частности рассмотреть случай с вариацией угла между осью телескопа и осью ШАЛ, а также учесть их разброс по энергии. Проанализировать, доложить и опубликовать полученные результаты.

ОЛВЭ-HERO

A "breakthrough" experiment is needed, which will turn high-energy astroparticle physics into an exact science!

That is

HERO

"High Energy Rays Observatory"

supported by the Russian Academy of Sciences and included in the Russian Federal Space Program

Main Requirements:

- Effective exposure factor $>120 \text{ m}^2 \text{ sr year}$
- Energy resolution
 - for Protons at $10^{15}\text{-}10^{16} \text{ eV} < 30\%$
 - at $10^{12}\text{-}10^{15} \text{ eV} < 20\%$
 - for Nuclei at $10^{12}\text{-}10^{16} \text{ eV} < 15\text{-}20\%$
 - for Leptons at $3 \cdot 10^{11}\text{-}10^{13} \text{ eV} < 1\%$
- Charge resolution $< 0.2 \text{ ch. u.}$ for all Nuclei in full energy range

Выполнить Монте-Карло моделирование нового прототипа орбитального детектора ОЛВЭ-HERO в GEANT4: построить Монте-карло геометрию установки; реализовать моделирование первичного пучка частиц; организовать сбор данных моделирования; проанализировать, доложить и опубликовать полученные результаты.

C. Имеющиеся результаты / Results and Activities Performed in Previous Years



C.1. Список публикаций в научных цитируемых журналах / List of Publication in Journals with Impact Factor

1. APPLICATION OF GEOMETROTHERMODYNAMICS TO THE TWO-DIMENSIONAL SYSTEMS: IDEAL BOSE-GAS AND SYSTEM WITH STRONG INTERACTION / D.M.Zazulin, S.E. Kemelzhanova, **I. Satyshev**, O. Ormantaev // NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. 2020. Vol. 4, №32, pp. 68-76 (<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.67>)
2. Tests of the OLVE-HERO Calorimeter Prototype at Heavy-Ion Beams at SPS CERN / A. Pan, V. M. Grebenyuk, D. M. Karmanov, A. V. Krasnoperov, D. M. Podorozhny, S. Yu. Porokhovoy, A. D. Rogov, A. B. Sadovsky, **I. Satyshev**, M. Slunecka & L. G. Tkachev // Physics of atomic nuclei. 2020. Vol. 82, №6, pp. 788–794. (<https://doi.org/10.1134/S1063778819660438>)
3. The OLVE-HERO Calorimeter Prototype Beam Test at CERN SPS / A. Pan, V.M. Grebenyuk, D.M. Karmanov, A.V. Krasnoperov, D.M. Podorozhny, S.Yu. Porokhovoy, A.D. Rogov, A.B. Sadovsky, **I. Satyshev**, M. Slunecka, L.G. Tkachev // Phys.Part.Nucl.Lett. 2020. Vol. 17, №1, pp. 13-18. (<https://link.springer.com/article/10.1134/S1547477120010148>)
4. Toy Monte-Carlo simulation of the OLVE-HERO detector / **I. Satyshev**, A. Pan, L.G. Tkachev // PoS ICRC2021 (2021) 078 Vol. 395 (DOI: [10.22323/1.395.0078](https://doi.org/10.22323/1.395.0078))
5. Astapov, I.I, **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Cosmic-Ray Research at the TAIGA Astrophysical Facility: Results and Plans // Journal of Experimental and Theoretical Physics, 2022, 134(4), pp. 469–478, (<https://doi.org/10.1134/S1063776122040136>)
6. Astapov, I.I, **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Identification of electromagnetic and hadronic EASs using neural network for TAIGA scintillation detector array // Journal of Instrumentation, 2022, 17(5), P05023 (<https://doi.org/10.1088/1748-0221/17/05/P05023>)
7. Astapov, I.I, **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Optimisation studies of the TAIGA-Muon scintillation detector array // Journal of Instrumentation, 2022, 17(6), P06022, (<https://doi.org/10.1088/1748-0221/17/06/P06022>)
8. N. Balashov, **I. Satyshev** et al. CERN-JINR-INP-KazNU Data Center: Current Status and Plans // Physics of Particles and Nuclei Letters, 2022, 19(5), pp. 547–549, (<https://doi.org/10.1134/S1547477122050089>)
9. Prosin, V.V., **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Energy Spectrum of Primary Cosmic Rays According to the Data of the TAIGA Astrophysical Complex // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2023, 87(7), pp. 1043-1045 (<https://doi.org/10.3103/S1062873823702362>)
10. Monkhoev, R.D., **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Main Results from the TUNKA-GRANDE Experiment // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2023, 87(7), pp. 893-899 (<https://doi.org/10.3103/S1062873823702799>)
11. Sveshnikova, L.G, **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Energy Spectrum of Gamma Rays from the Crab Nebula, According to Data from the TAIGA Astrophysical Complex // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2023, 87(7), pp. 904-909 (<https://doi.org/10.3103/S1062873823702738>)
12. Volchugov, P.A., **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Detection of TeV Emission from the Crab Nebula Using the First Two IACTs in TAIGA in Stereo Mode of Observation // Physics of Atomic Nuclei., 2023, 86(4), pp. 483–488 (<https://doi.org/10.1134/S1063778823040385>)
13. Ivanova, A.L., **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / Scintillation Experiment on the Study of Cosmic Rays and Gamma Fluxes in the Tunka Valley // Physics of Atomic Nuclei., 2023, 86(4), pp. 478–482 (<https://doi.org/10.1134/S1063778823040221>)
14. I. Astapov, **I. Satyshev** and TAIGA collaboration / The TAIGA—a Hybrid Detector Complex in Tunka Valley for Astroparticle Physics, Cosmic Ray Physics and Gamma-Ray Astronomy // Phys.Atom.Nucl. 86 (2023) 4, 471-477 (<https://doi.org/10.1134/S1063778823040051>)
15. Volchugov, P.A., **I. Satyshev** and TAIGA Collaboration, γ -Ray Detection with the TAIGA-IACT Installation in the Stereo Mode of Observation, *Instruments and Experimental Techniques*, 2024, 67(1), pp. 143–152. (<https://doi.org/10.1134/S0020441224700106>)
16. Okuneva E., **I. Satyshev** and TIGA Collaboration, Search for High-Energy Gamma Quanta from the Cygnus Cocoon Source in October–November 2020, *Physics of Atomic Nuclei*, 2024, 87(3), pp. 165–171. (<https://doi.org/10.1134/S1063778824700194>)

C. Имеющиеся результаты / Results and Activities Performed in Previous Years



C.2. Участие в научных мероприятиях (2020 – 2024 гг) / Participation in Conferences and Workshops (2020 – 2024 yy)

1. JINR Young Scientists and Specialists Association Workshop "Alushta-2020". Участие с устным докладом. Название доклада: "Tests of the OLVE-HERO Calorimeter Prototype at Heavy-Ion Beams at SPS CERN". Получил диплом за лучший доклад. Алушта, Россия, 26 сентября - 3 октября 2020 г. – **Устный доклад**
2. 37th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2021), Toy Monte-Carlo of OLVE-HERO Detector, Desy, Berlin, Germany – **Устный доклад**
3. 37 Всероссийская конференция по космическим лучам, НИИЯФ МГУ, Физический факультет МГУ, Москва, Россия. Участие с постерным докладом : Монте-Карло моделирование детектора ОЛВЭ-HERO. 2022 г. – **Постерный доклад**
4. Семинар ЛИТ: Монте-Карло моделирование детектора ОЛВЭ-HERO, 2023 г. – **Устный доклад**
5. The XXVII International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists (AYSS-2023). Участие с устным докладом. Название доклада: Monte Carlo background simulation in a boron loaded scintillator for the OLVE-HERO detector. Россия, г. Дубна, 30 октября - 3 ноября 2023 г. – **Устный доклад**
6. Постерная сессия для молодых ученых ПКК по физике частиц, название доклада: Monte-Carlo background simulation in a boron loaded scintillator for OLVE-HERO detector. 2024 г. – **Постерный доклад**
7. Научная сессия секции ядерной физики ОФН РАН. Тема доклада: Monte-Carlo background simulation in a boron loaded scintillator for OLVE-HERO detector. 2024 г. – **Постерный доклад**
8. Выступление с докладом на обще-институтском семинаре в Институте Ядерной Физики г. Алматы, тема семинара: Монте-Карло моделирование фонового счета в борированном сцинтилляторе для детектора ОЛВЭ-HERO. 2024 г. – **Устный доклад - онлайн**

С. Имеющиеся результаты / Results and Activities Performed in Previous Years

ОЛВЭ-HERO



С.3. Выполненные работы за последний год / Results and Activities Performed in Previous Year

Моделирование годовой статистики альфа частиц на орбите от космических протонов

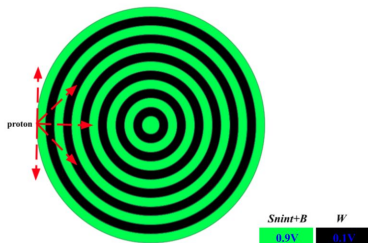


Рис 1. Монте-Карло модель геометрии детектора

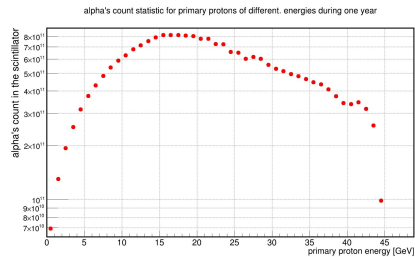


Рис 2. Счет альфа частиц в детекторе за 1 год

Монте-Карло оценка влияния добавки бора в состав сцинтиллятора на энергетическое разрешение детектора для p и e^-

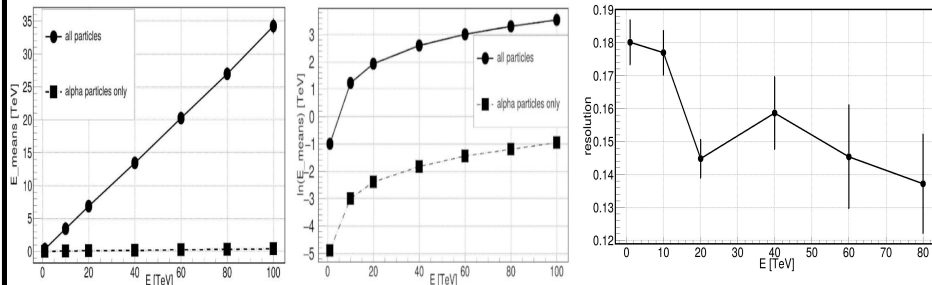


Рис 5. Средний отклик детектора (слева) и энергетическое разрешение (справа) для протонов

Монте-Карло оценка влияния количества бора на отклик детектора

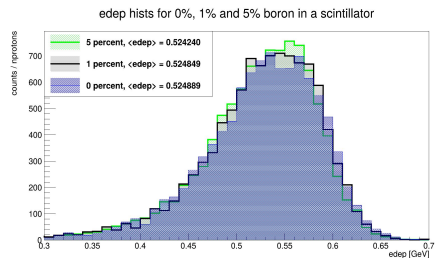


Рис 3. Распределение энергопотерь

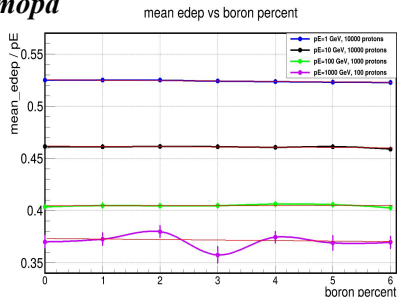


Рис 4. Доля зарегистрированной энергии в детекторе с разной добавкой бора в сцинтилляторе

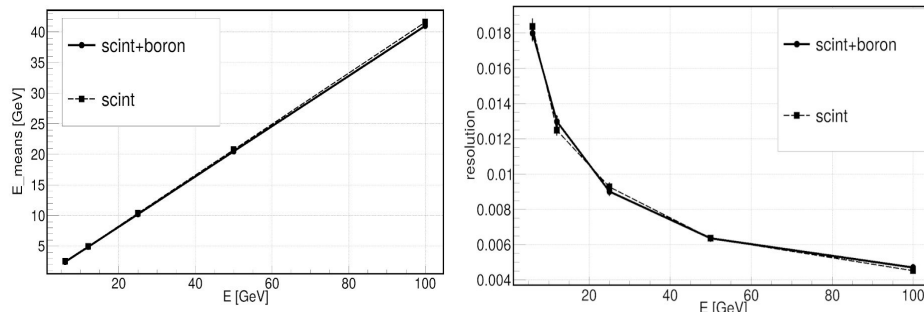


Рис 6. Средний отклик детектора (слева) и энергетическое разрешение (справа) для электронов

C. Имеющиеся результаты / Results and Activities Performed in Previous Years

ТАЙГА



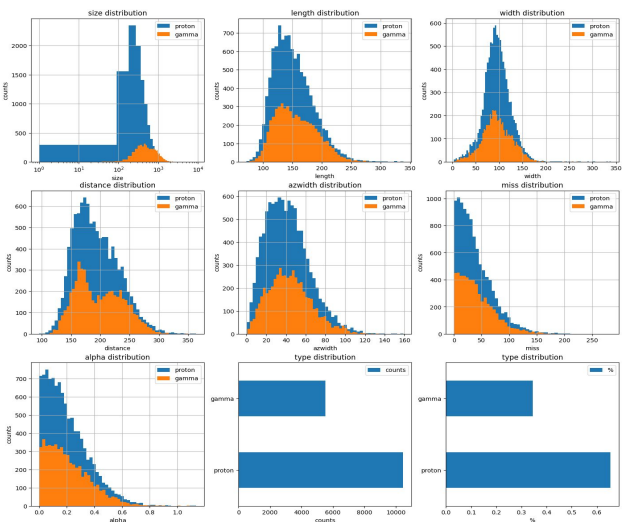
C.3. Выполненные работы за последний год / Results and Activities Performed in Previous Year

15989 событий
10468 - p
5521 - gamma

70 / 30

Train / Test

Model	f1_score CV	f1_score Train	f1_score Test
<i>LogisticRegression</i>	<i>0.76</i>	<i>0.76</i>	<i>0.78</i>
<i>RandomForest</i>	<i>0.83</i>	<i>0.98</i>	<i>0.84</i>
<i>MLP</i>	<i>0.84</i>	<i>0.85</i>	<i>0.85</i>
<i>CatBoost</i>	<i>0.83</i>	<i>0.85</i>	<i>0.84</i>
<i>XGBoost</i>	<i>0.83</i>	<i>0.92</i>	<i>0.83</i>



REYNOLDS ET AL.

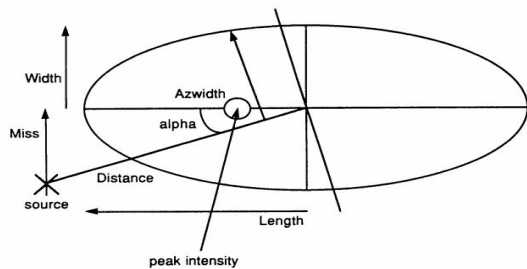
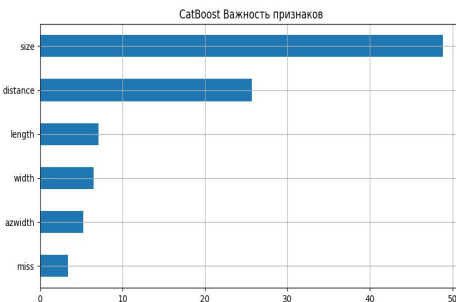
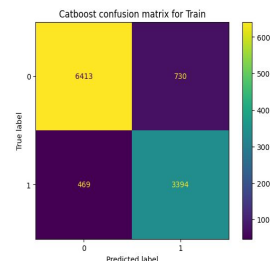
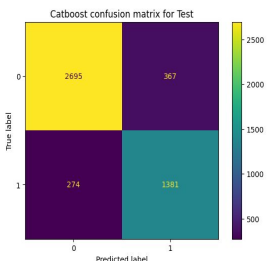


FIG. 11.—Definition of the image parameters



С. Имеющиеся результаты / Results and Activities Performed in Previous Years

TUS



С.3. Выполненные работы за последний год / Results and Activities Performed in Previous Year

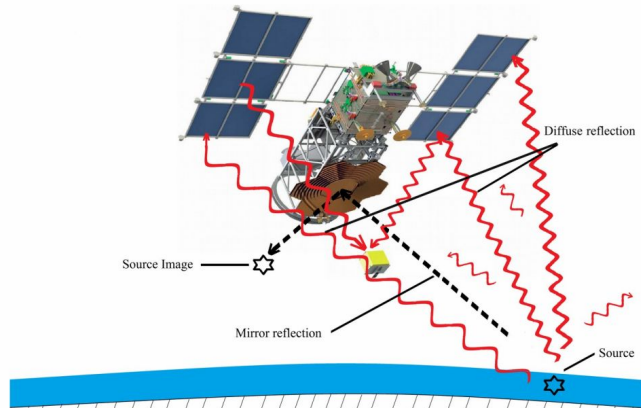


Рис 1. Детектор ТУС и схема регистрации аномального события

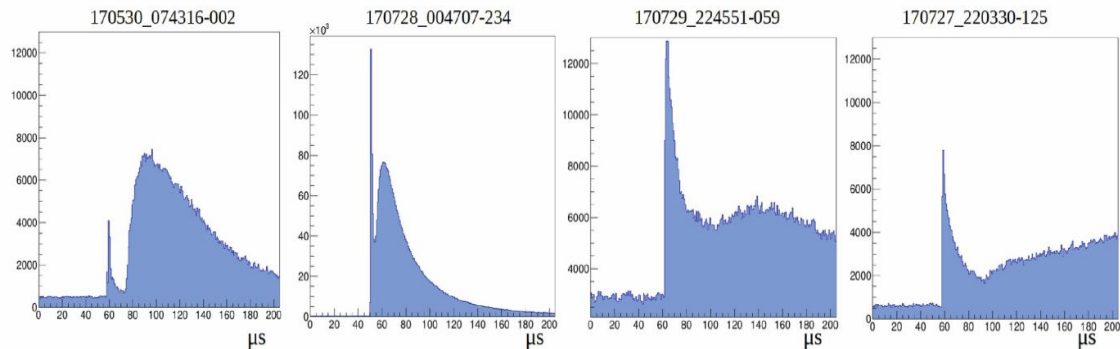


Рис 2. Некоторые зарегистрированные аномальные события

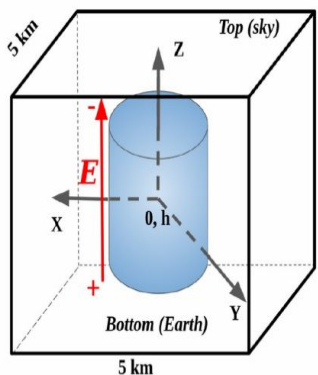


Рис 3. М-К модель облака и оцененная вероятность развития ливня от электрона разной энергии

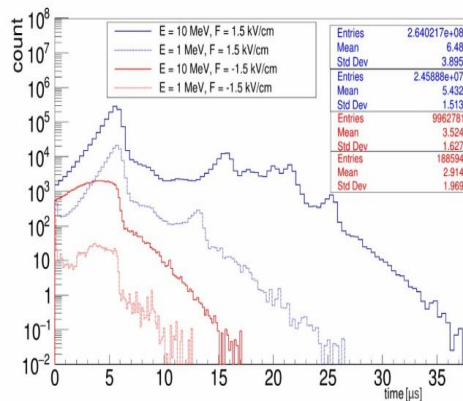
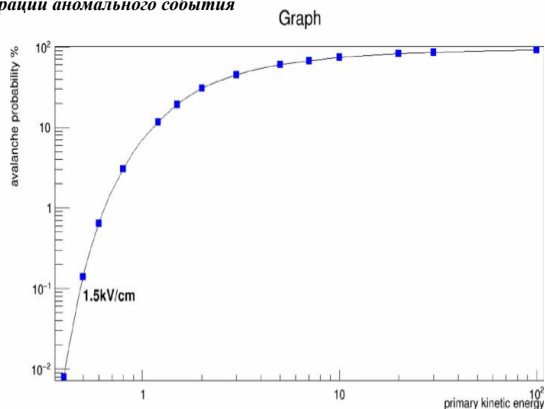
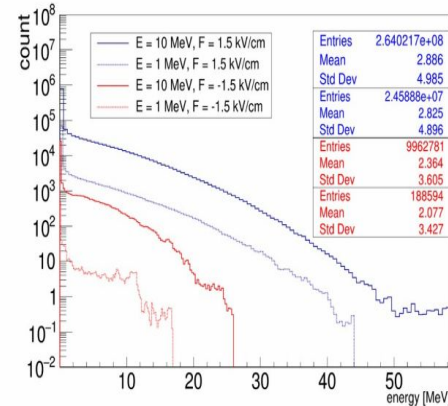


Рис 4. М-К распределение числа вторичных e⁻ по времени и энергопотерям в ливне



Д. Достижения

Д.1 Достижения в период 2023-2024 гг.



Стипендия имени М.Г. Мещерякова для молодых ученых. 2024 г.

Е. Сведения о непосредственном руководителе / Information about the application

Direct Superior

Иванов Виктор Владимирович, ЛИТ, Научный отдел вычислительной физики, Сектор №1 методов моделирования физических процессов и анализа данных наблюдений, главный научный сотрудник, ivanov@jinr.ru



г. Дубна 2024 г.

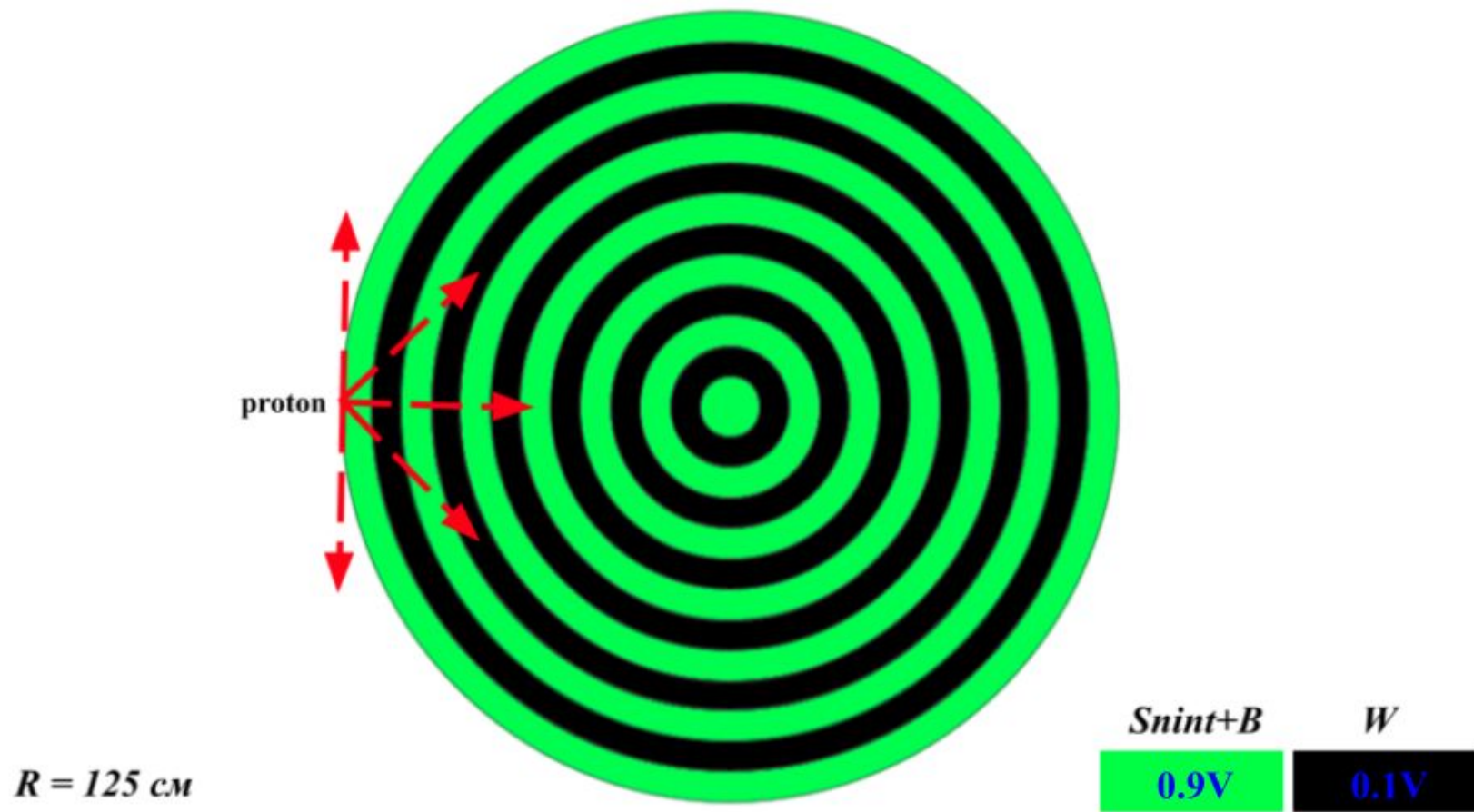


Рис 1. Монте-Карло модель геометрии детектора

alpha's count statistic for primary protons of different. energies during one year

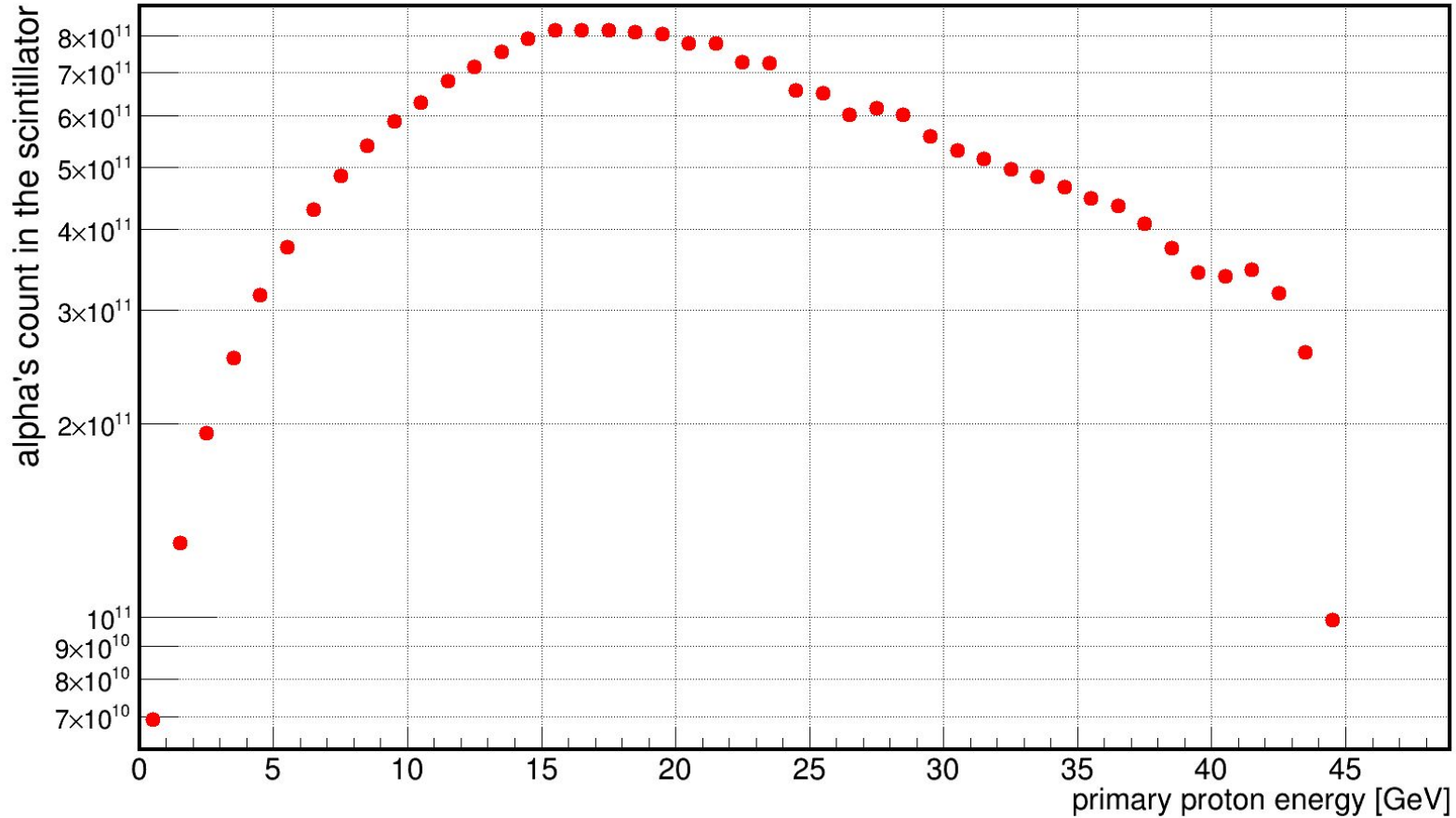


Рис 2. Счет альфа частиц в детекторе за 1 год

edep hists for 0%, 1% and 5% boron in a scintillator

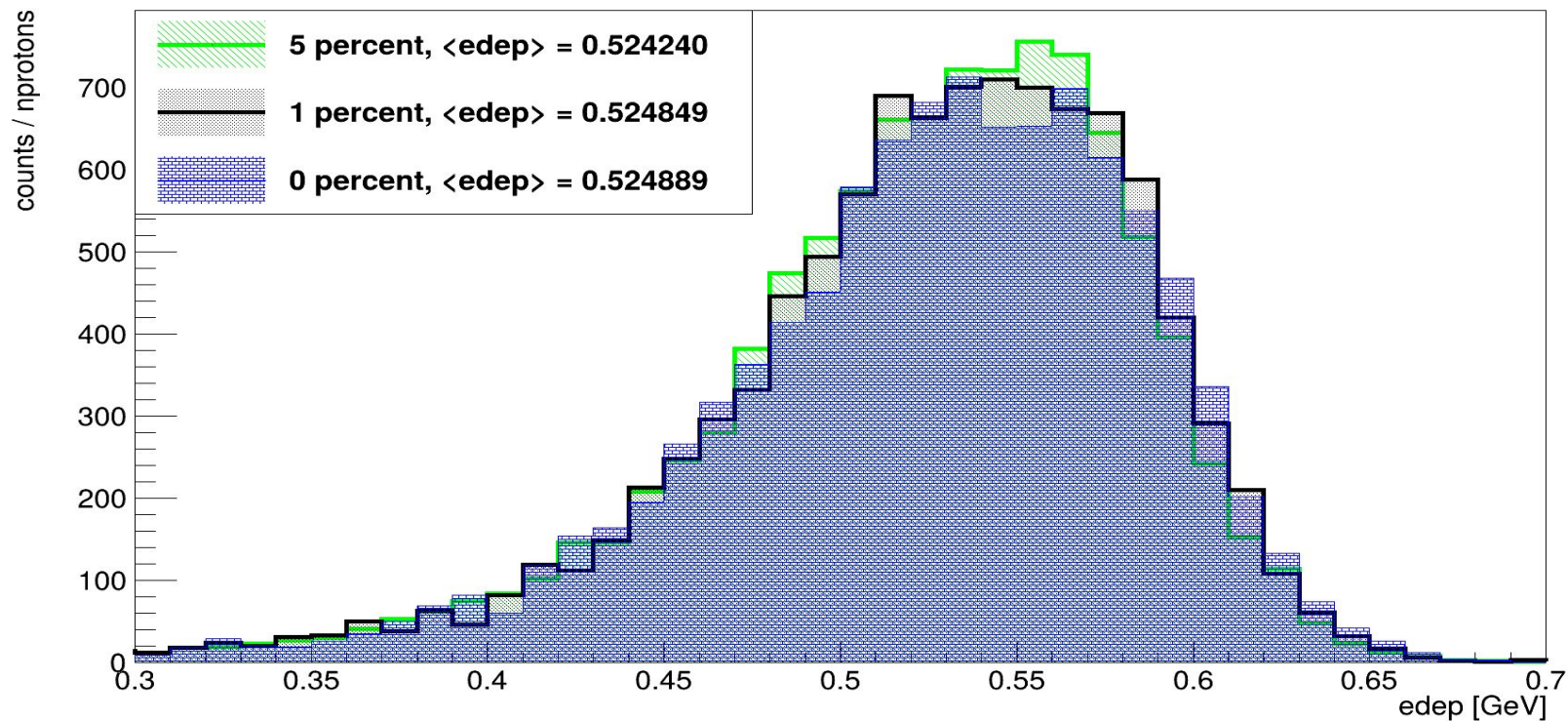


Рис 3. Распределение энергопотерь

mean edep vs boron percent

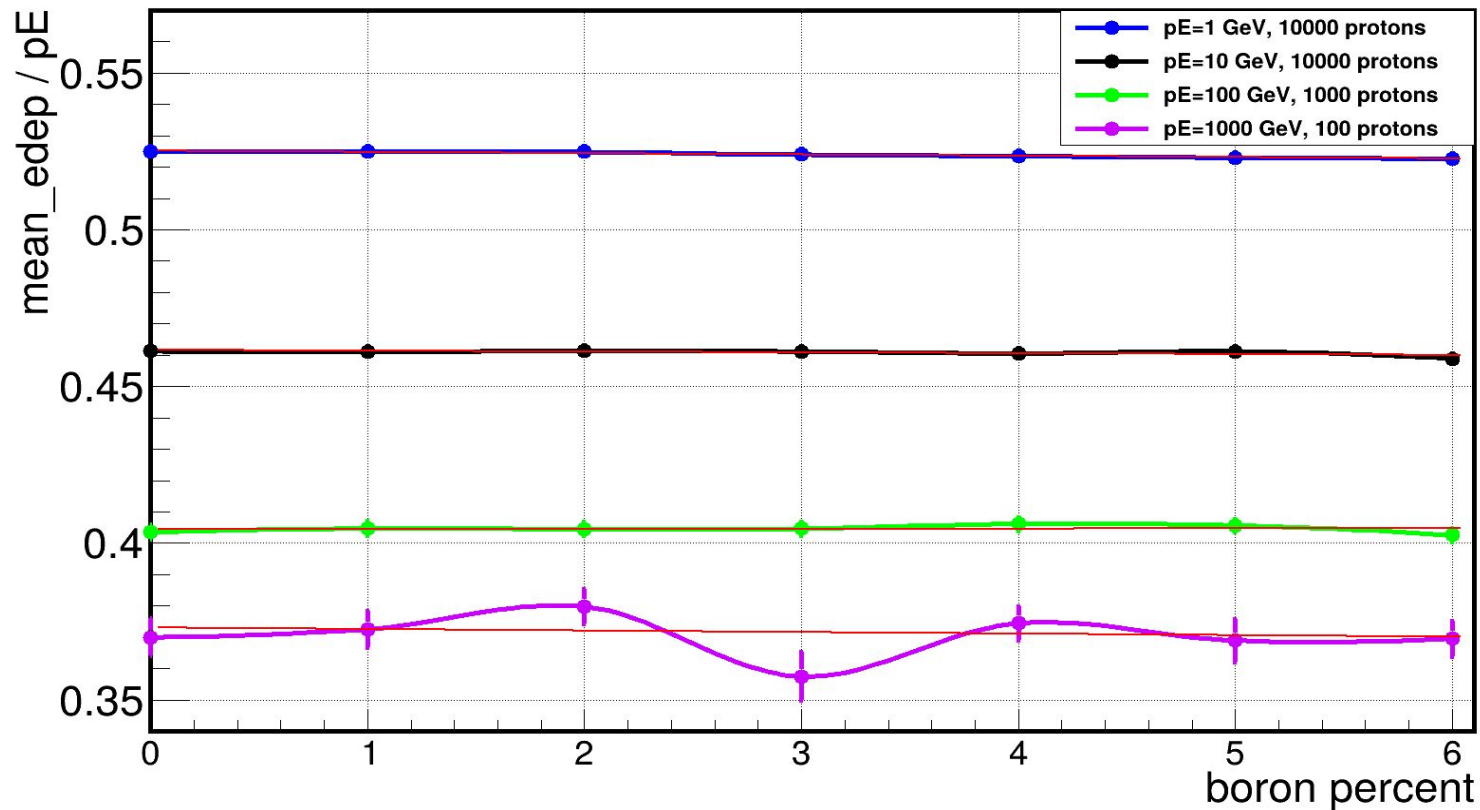


Рис 4. Доля зарегистрированной энергии в детекторе с разной добавкой бора в сцинтиллятор

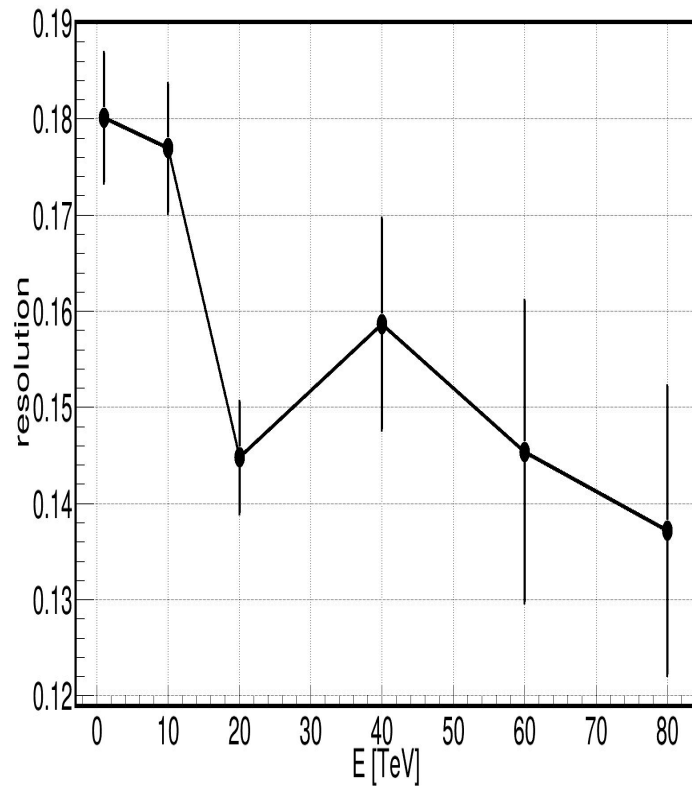
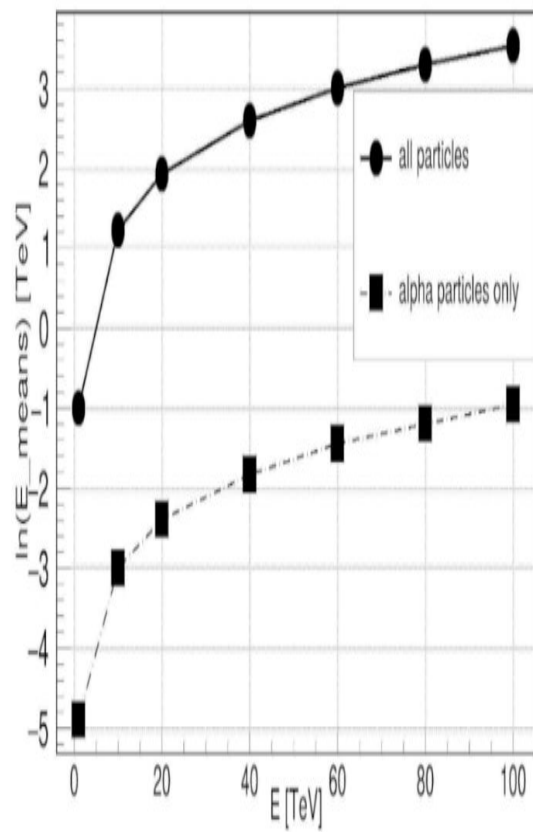
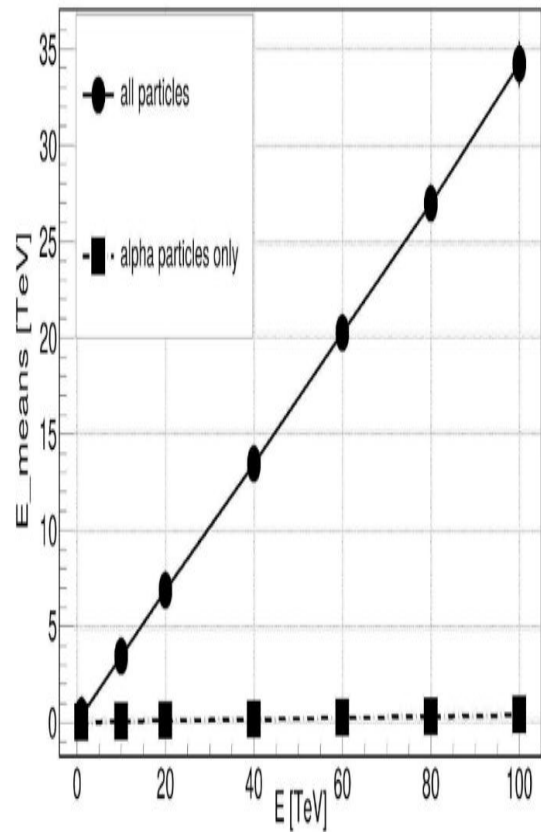


Рис 5. Средний отклик детектора (слева) и энергетическое разрешение (справа) для протонов

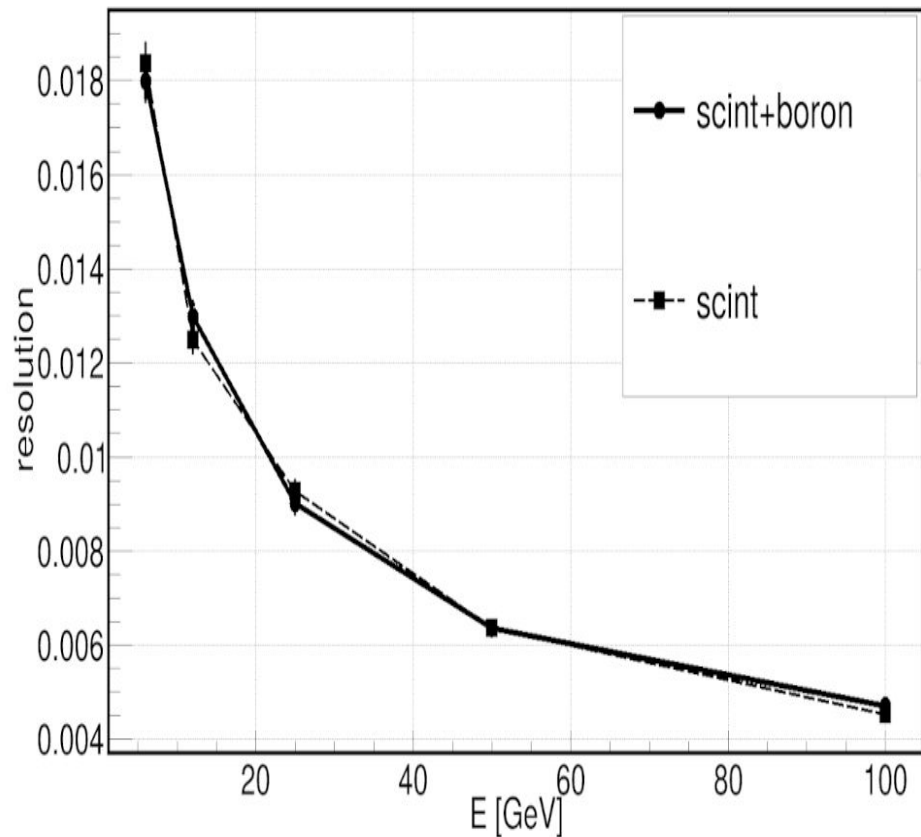
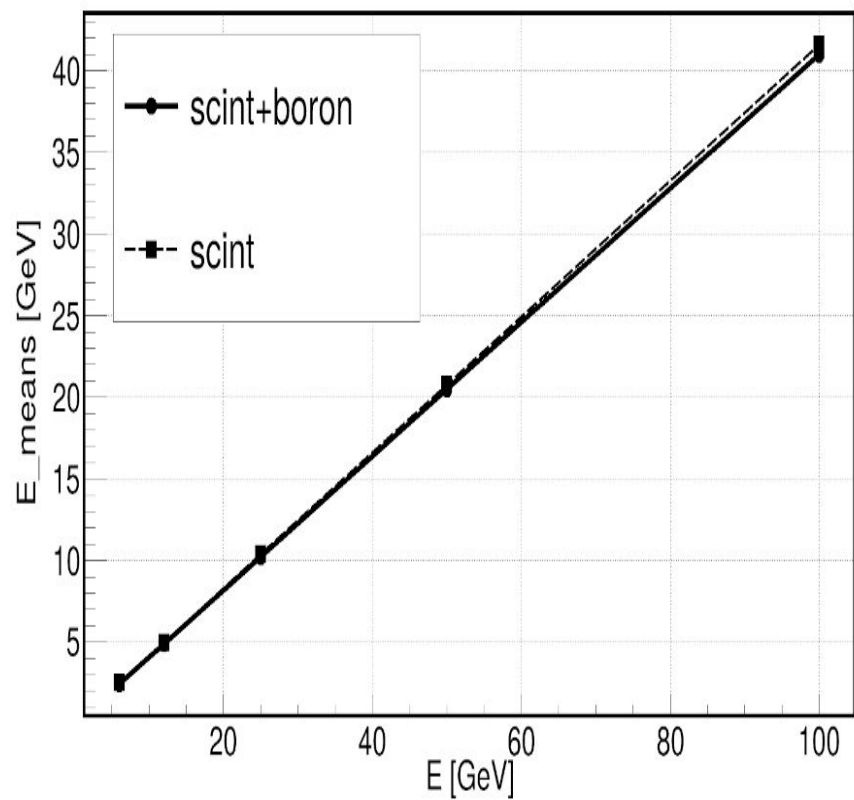


Рис 6. Средний отклик детектора (слева) и энергетическое разрешение (справа) для электронов

REYNOLDS ET AL.

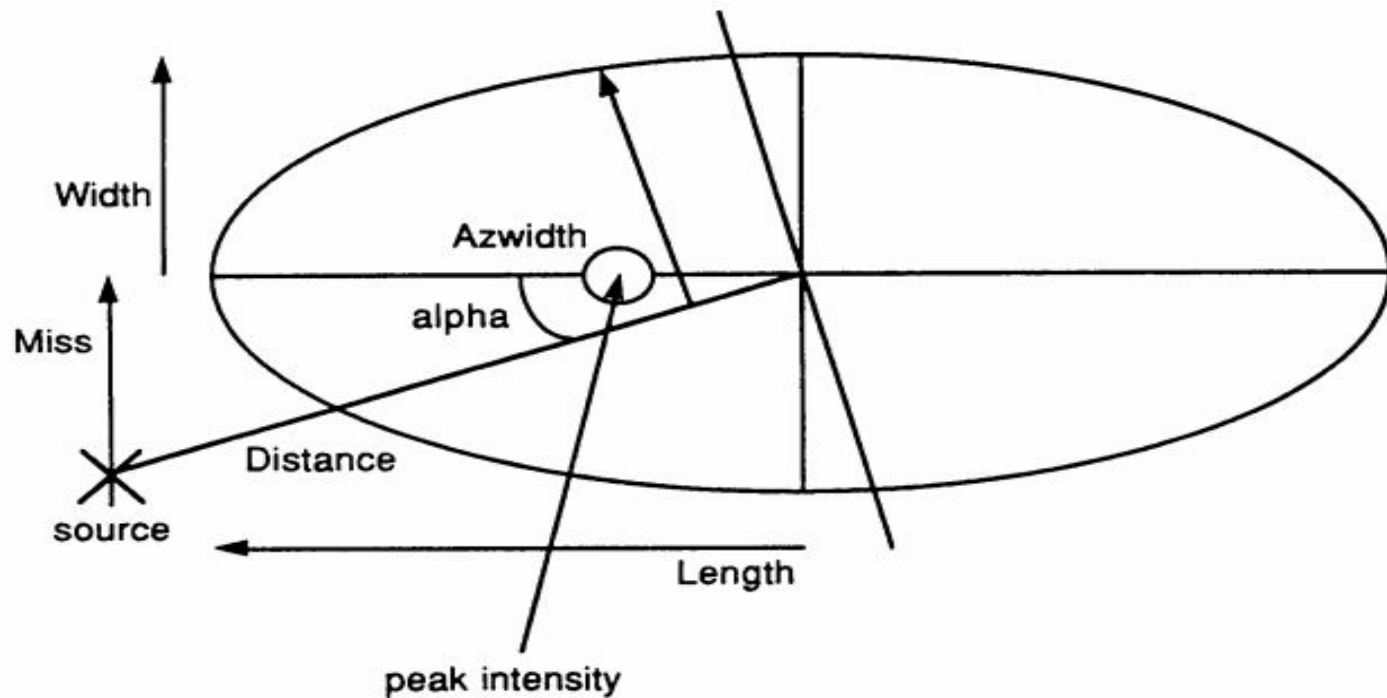
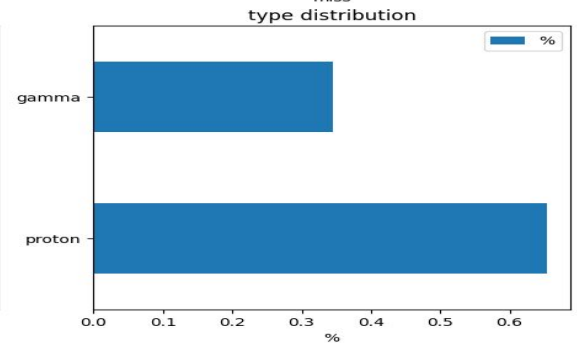
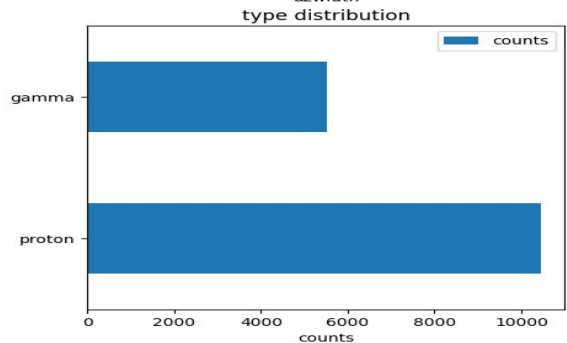
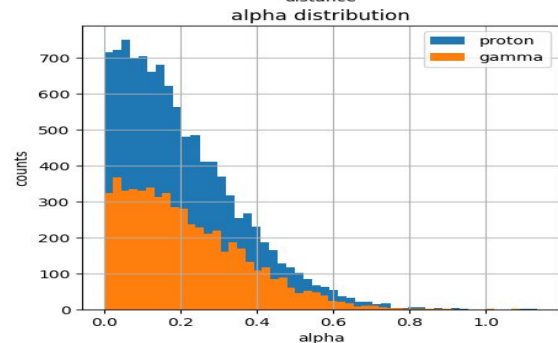
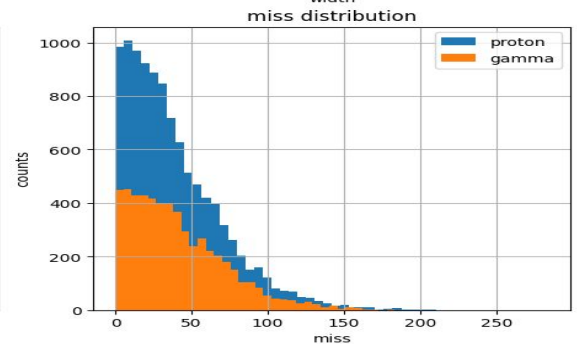
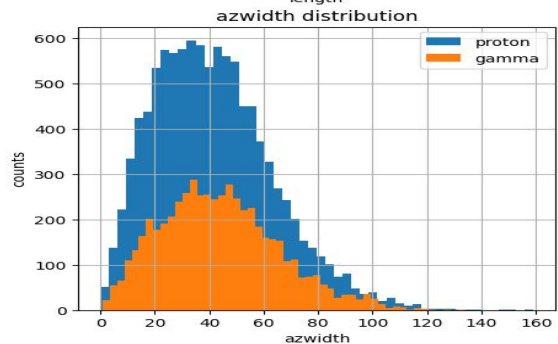
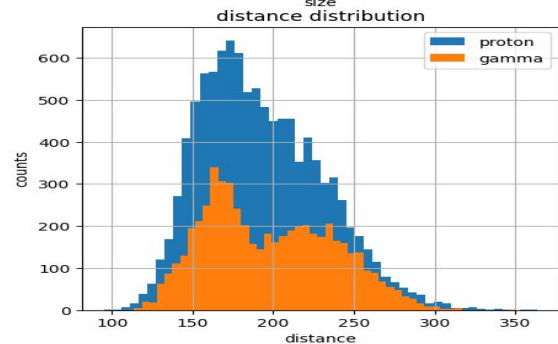
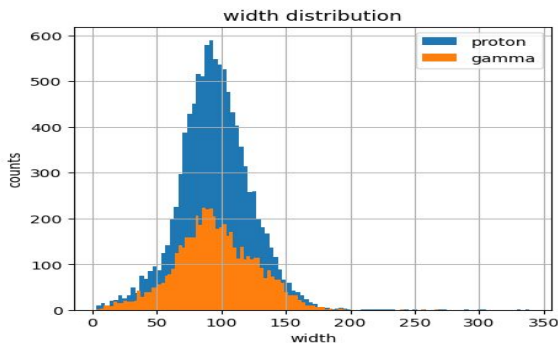
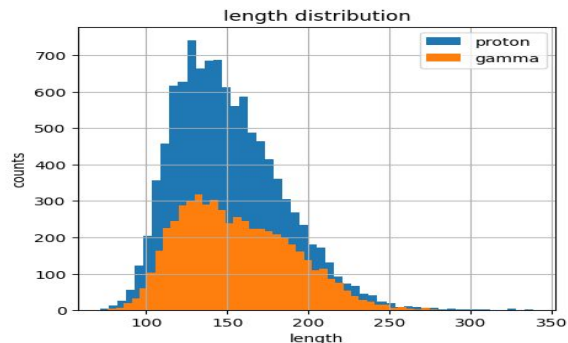
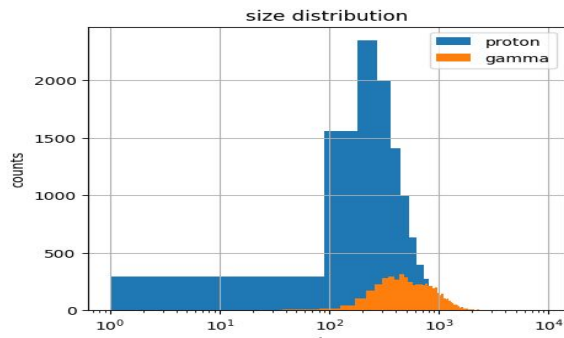
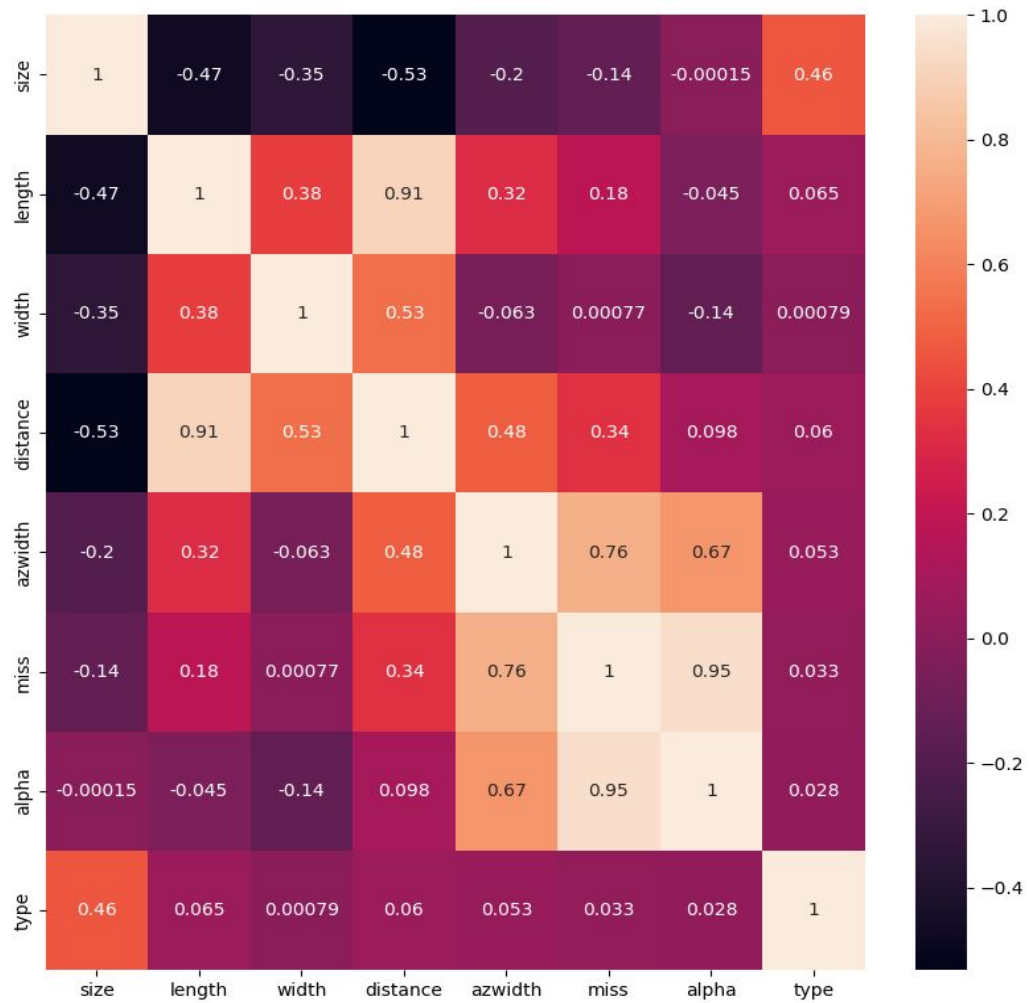
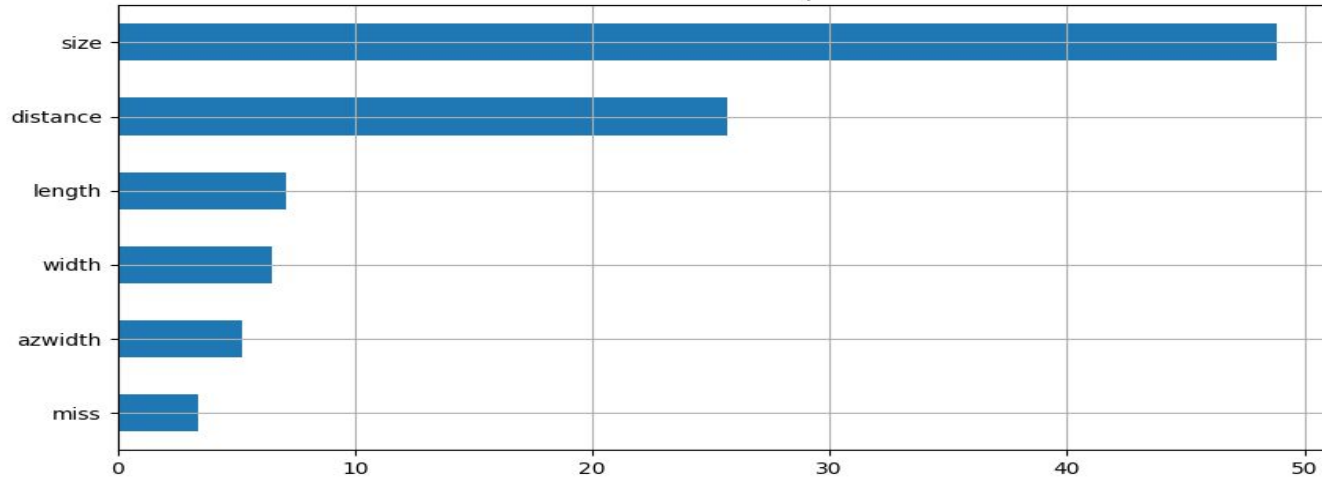


FIG. 11.—Definition of the image parameters

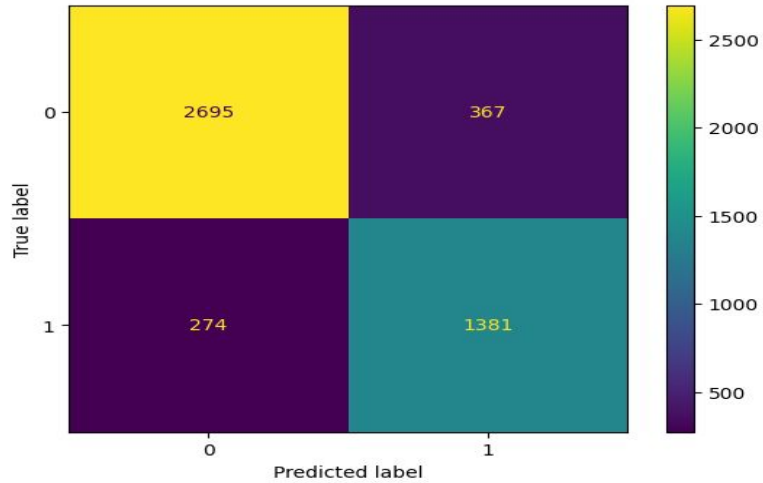




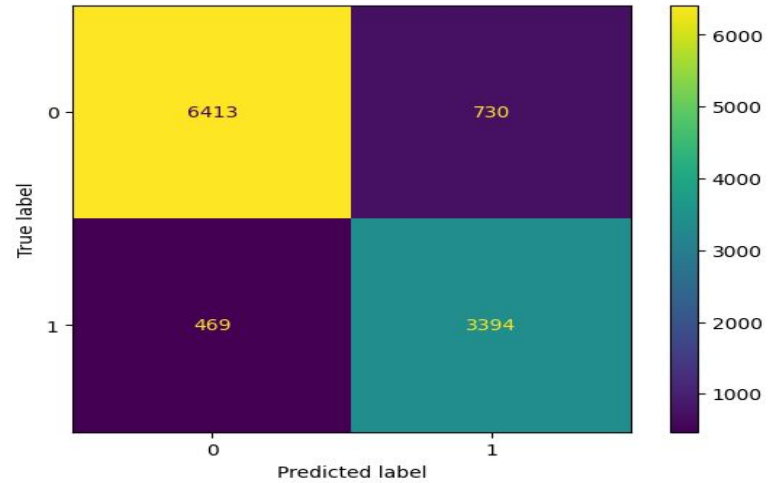
CatBoost Важность признаков

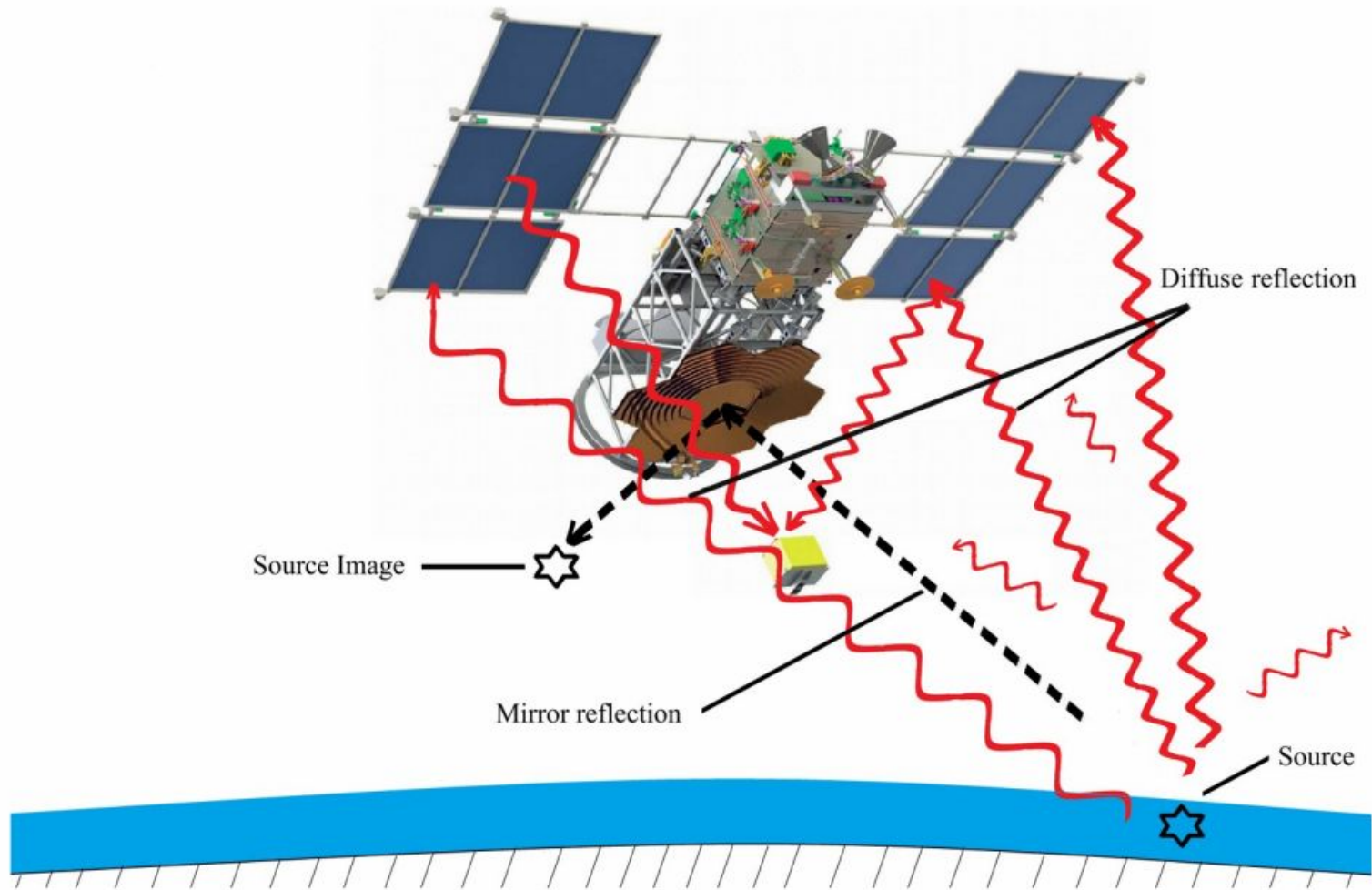


Catboost confusion matrix for Test

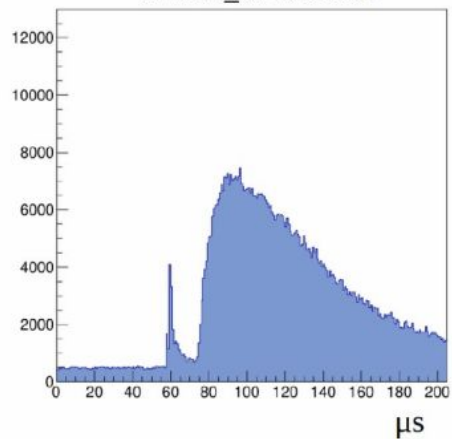


Catboost confusion matrix for Train

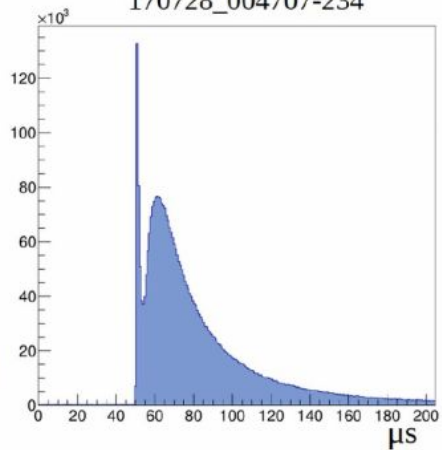




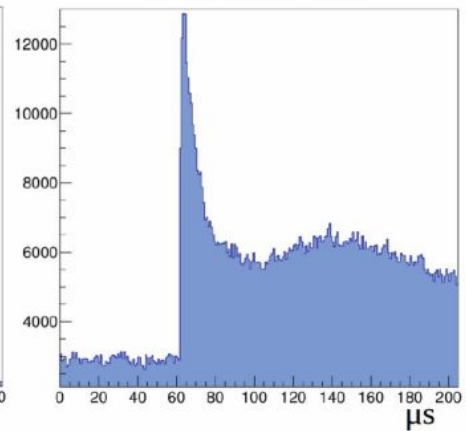
170530_074316-002



170728_004707-234



170729_224551-059



170727_220330-125

