



**MESHCHERYAKOV**  
LABORATORY of  
INFORMATION  
TECHNOLOGIES



Joint Institute for Nuclear Research

Конкурс на соискание грантов для молодых учёных и специалистов ОИЯИ  
стипендий им. М.Г. Мещерякова и Н.Н. Говоруна на 2025 год

# Разработка алгоритмов на базе нейронных сетей для реконструкции траекторий заряженных частиц в эксперименте SPD на NICA

## **Соискатель**

Дидоренко Алексей Викторович, стажёр-исследователь, НОВФ. Аспирант ГУ «Дубна».

## **Руководитель**

Войтишин Николай Николаевич, к. ф.-м. наук,  
заместитель директора по научной работе  
ЛИТ

## **Консультант**

Ососков Геннадий Алексеевич,  
д. ф.-м. наук, гл. науч. сотр., ЛИТ

# Актуальность работы

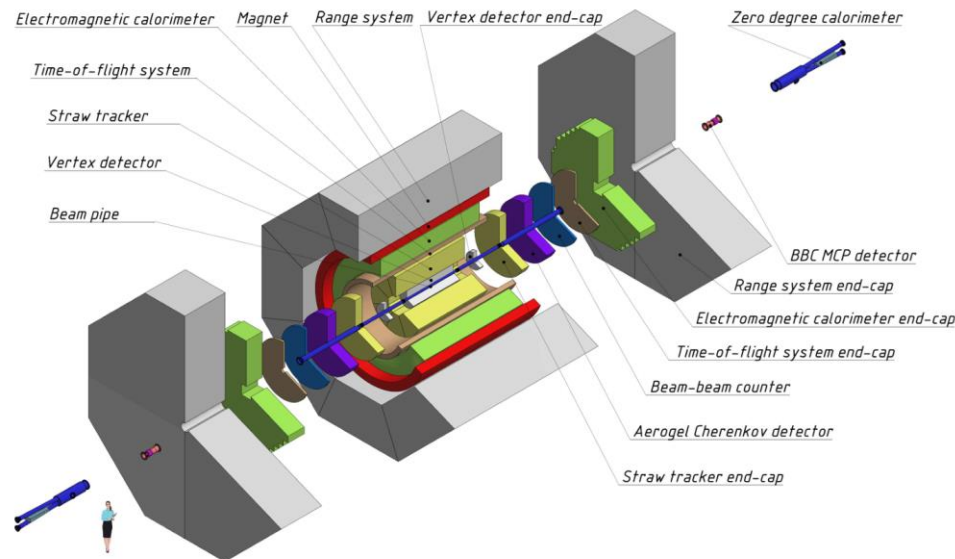
Реконструкция траекторий является необходимым этапом для измерения характеристик элементарных частиц, поэтому требует быстродействующих и эффективных алгоритмов.

Эти алгоритмы должны быть устойчивыми к шуму и высокой загрузке в детекторах, так как каждое соударение порождает множество частиц, среди которых большинство являются фейковыми.

Нейронные сети позволяют создавать модели, способные удовлетворять этим требованиям, они представляют собой перспективный инструмент для разработки таких алгоритмов благодаря способности обрабатывать различные форматы входных данных и распараллеливать операции линейной алгебры.

Поэтому в рамках выполнения диссертационной работы планируется развить\разработать методы трекинга с использованием нейросетевого подхода.

## Установка SPD

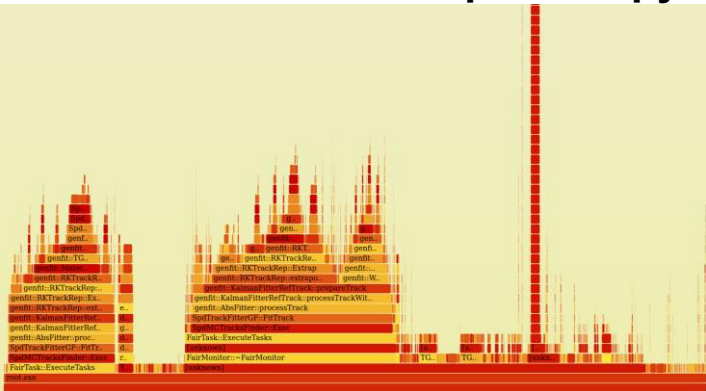


SPD Collaboration (V. Abazov et al.) – Technical Design Report of the Spin Physics Detector at NICA – arXiv – 2024 – 1-362, DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.08317>



# Результаты за 2024 год

## Поиск возможных узких мест исходного кода процесса реконструкции событий в пакете программ SpdRoot



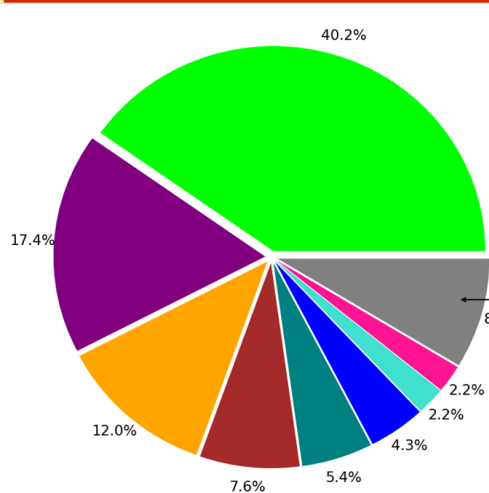
Динамическое профилирование не дало результатов

Результаты статического профилирования

Статистика по ошибкам

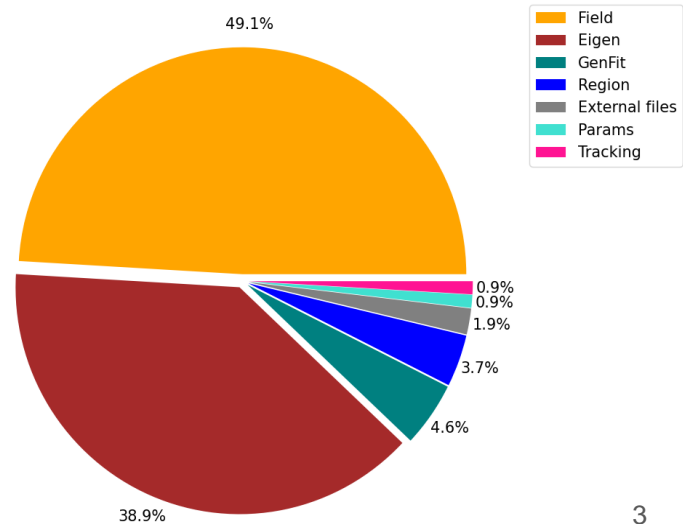
профилирования

Статистика по файлам с ошибками



- Improper understanding of function/class operation logic
- Uninitialized variables
- Misprints
- Incorrect handling of the types
- Copy-Paste
- Undefined/unspecified behavior
- Security issues
- Unused variables
- Others

- Arithmetic over/underflow
- Buffer overrun AND Security issues
- Illegal bitwise/shift operations
- Improper understanding of function/class operation logic AND Resource leaks
- Incorrect handling of the types AND Misprints
- Incorrect handling of the types AND Security issues
- Misprints AND Security issues
- Null pointer / null reference dereference AND Unchecked parameter dereference



- Field
- Eigen
- GenFit
- Region
- External files
- Params
- Tracking





# Публикации (2020-2024 гг)

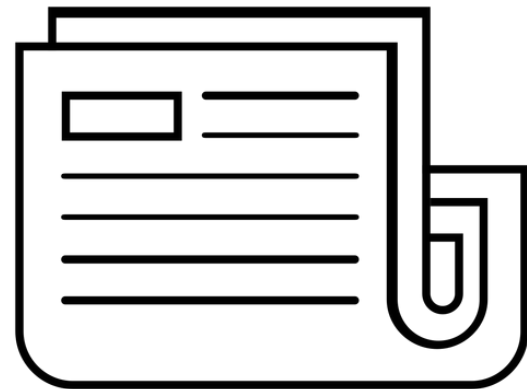


## Публикации в научных цитируемых журналах:

1. Дидоренко А. В., Прогулова Т. Б. Построение и исследование структуры сложной сети YouTube - ка налогов// Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2022. № 1. С. 77–90. URL : <http://sanse.ru/download/462>
2. Дидоренко А. В., Прогулова Т. Б. Изучение процессов распространения информации в социальной сети видеохостинга YouTube // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2023. № 2. С. 1-20. EDN: SEKZE. URL : <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/574/528>
3. Дидоренко А.В., Прогулова Т.Б. Исследование особенностей распространения информации в социальной сети видеохостинга YouTube // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 31. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2024. С. 59–74. DOI: 10.20537/mce2024econ05 (передано в печать)

## Прочие публикации:

1. Дидоренко А. В., Прогулова Т. Б. Исследование структуры и динамики сложной сети YouTube – каналов // Сборник тезисов «Математика. Компьютер. Образование-2022», выпуск 29, г. Дубна, 24-28 января 2022 г. С. 149
2. Дидоренко А. В., Прогулова Т. Б. Изучение процессов распространения информации в социальной сети видеохостинга YouTube // Сборник тезисов «Математика. Компьютер. Образование-2024», выпуск 31, г. Дубна, 22-27 января 2024 г. С. 165, 180
3. SPD Collaboration (V. Abazov et al.) – Technical Design Report of the Spin Physics Detector at NICA – arXiv – 2024 – 1-362, DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.08317>





# Участие в мероприятиях (2020-2024 гг)



1. Математика. Компьютер. Образование 2022 - Исследование структуры и динамики сложной сети YouTube – каналов – Дубна – Государственный университет «Дубна» – 2022 – Устный доклад – онлайн (*Сертификат участника*)

2. Осенняя школа по информационным технологиям ОИЯИ – Без доклада – Дубна – ЛИТ ОИЯИ – 2023 – Слушатель – офлайн

3. Математика. Компьютер. Образование 2024 – Изучение процессов распространения информации в социальной сети видеохостинга YouTube – Дубна – Государственный университет «Дубна» – 2024 – Устный доклад – офлайн (*Сертификат участника*)

4. VIII SPD collaboration meeting - Possible bottlenecks detection in SpdRoot code – Dubna – VBLHEP JINR – 2024 – Устный доклад – офлайн





# Педагогическая деятельность за 2024 год



1. Проведение семинаров в Государственном университете «Дубна» по курсам:
  - Дискретная математика;
  - Проектирование информационных систем.
2. Руководство курсовыми проектами студентов по курсу «Проектирование информационных систем».
3. Приём экзаменов и зачётов у студентов по указанным дисциплинам.
4. Руководство весенними и летними практиками студентов кафедры САУ.



# План работ на 2025 год



1. Разработать GNN Convolution, которая для каждой молекулы предсказывает одно значение HOMO-LUMO gap из PygPCQM4Mv2 (<https://ogb.stanford.edu/docs/lsc/pcqm4mv2/>) и сверяет с представленным в dataset. Применить полученный опыт к задаче трекинга для эксперимента SPD: адаптировать графовую нейронную сеть к модельным данным событий.
2. Провести сравнительный анализ результатов реконструкции симулированных данных SPD с использованием двух подходов:
  - классического с использованием Фильтра Калмана и стандартной реконструкции из пакета ПО эксперимента;
  - с помощью нейросетевого подхода с использованием модели TrackNET.Оценить эффективность, точность и среднюю скорость реконструкции для обоих подходов.
3. Полученные результаты представить на семинарах/конференциях, а также подготовить публикации.





**MESHCHERYAKOV**  
**LABORATORY of**  
**INFORMATION**  
**TECHNOLOGIES**



Joint Institute for Nuclear Research

**Благодарю за внимание!**