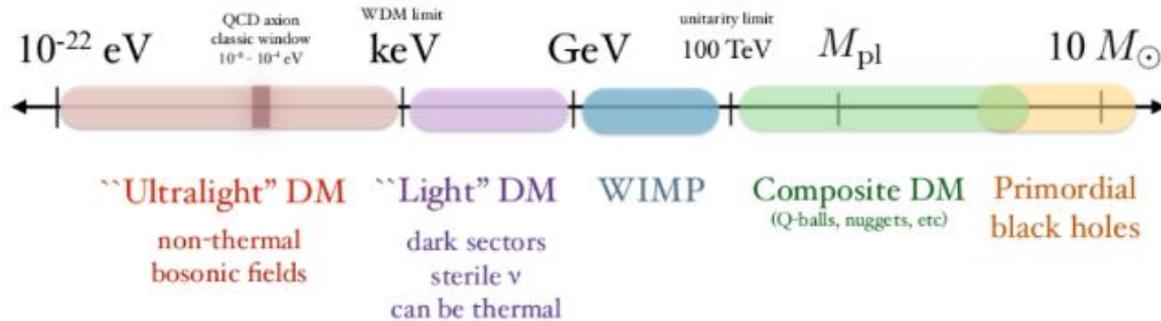
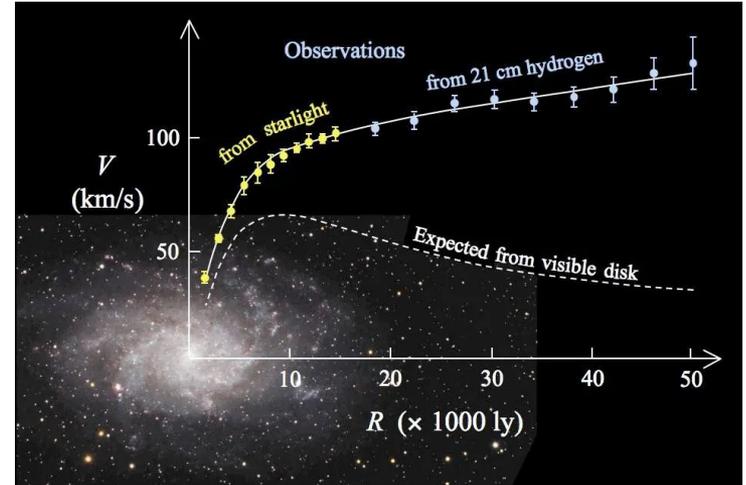
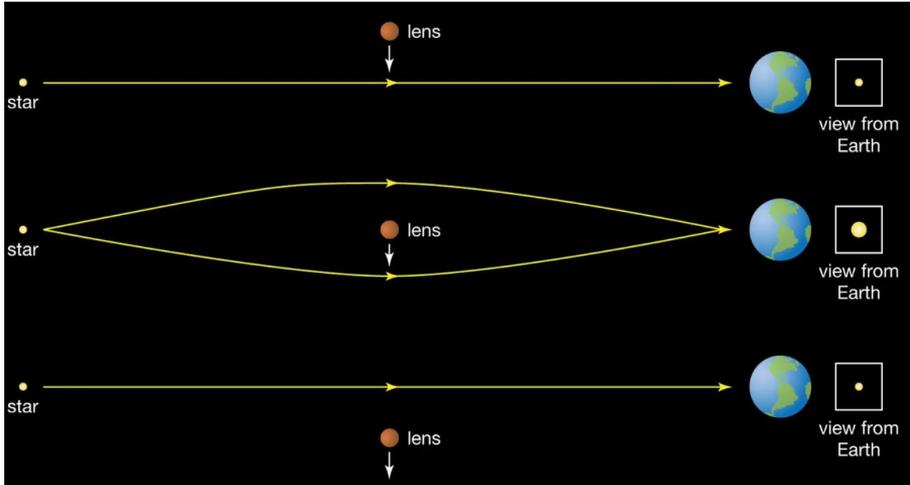


Последние результаты эксперимента по поиску темной материи DEAP-3600

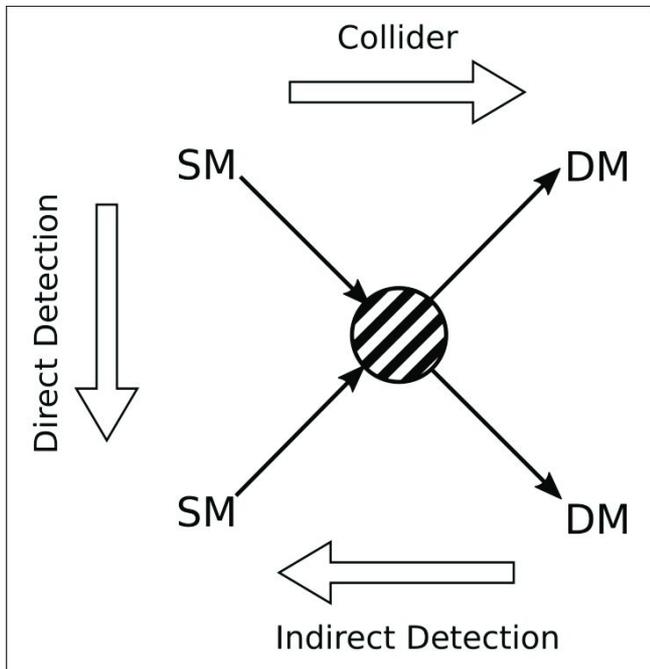
Айдар Ильясов
НИЦ "Курчатовский институт"



О темной материи



О темной материи



Dark Matter search strategies

Direct Method

A diagram showing a particle with a nucleus (red and green spheres) and an electron (small blue sphere) orbiting it. A white arrow points towards the nucleus, and a curved white arrow points away from the nucleus towards the text 'Dark Matter (DM)'.

Indirect Method

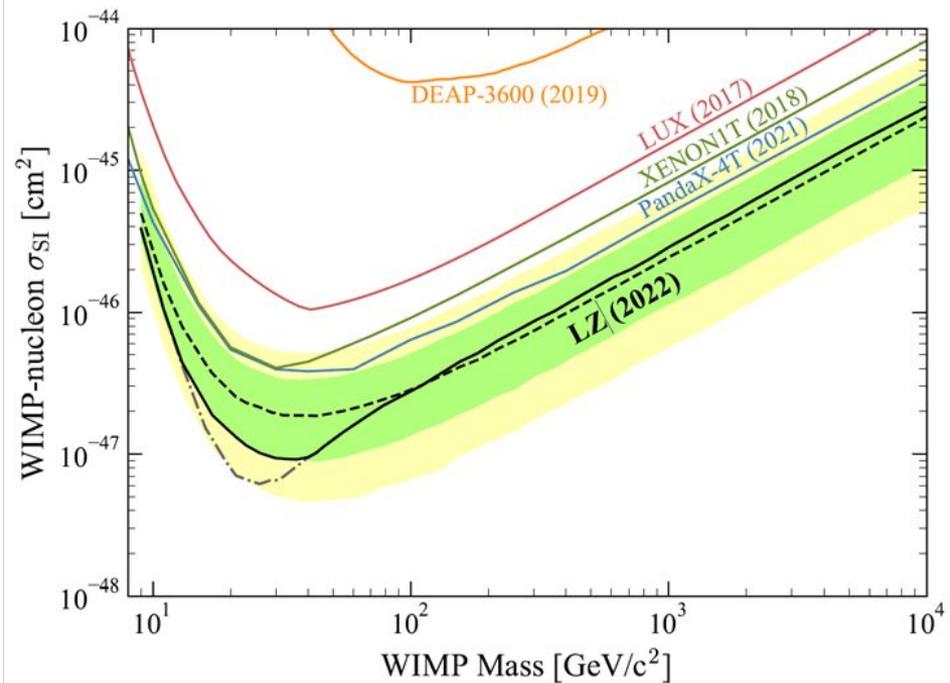
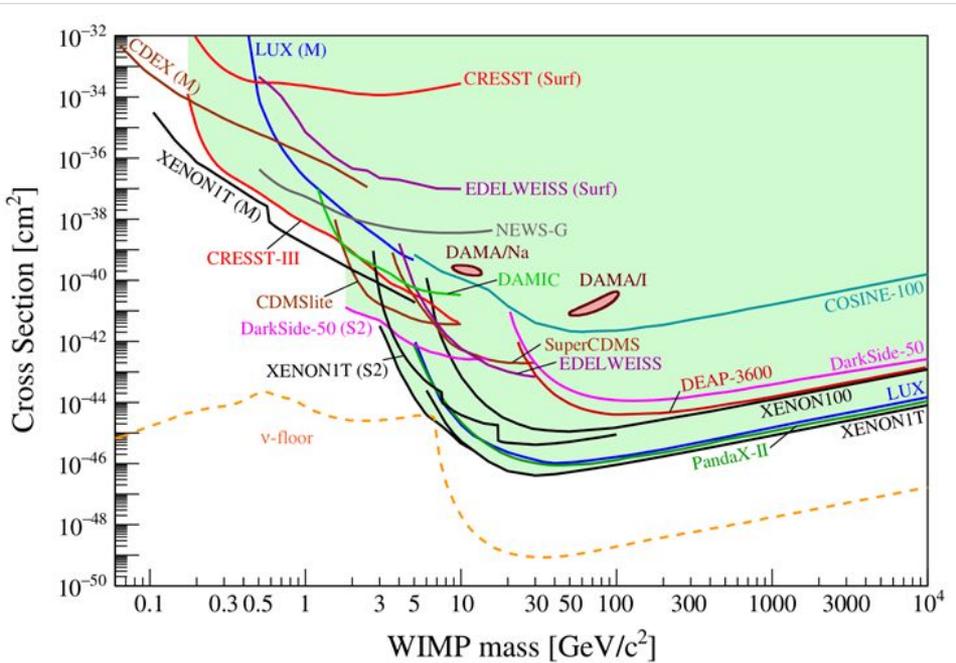
A diagram showing the Sun (orange sphere) with 'DM' labels and arrows pointing towards it. A white arrow labeled ν points from the Sun towards Earth (blue and white sphere). A white arrow labeled γ points from the Milky Way galaxy (spiral galaxy) towards Earth. The Milky Way is labeled 'Milky Way'.

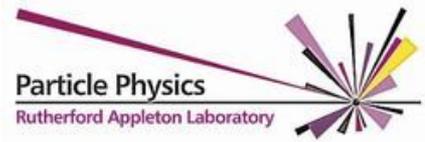
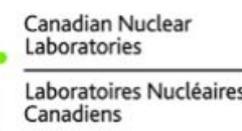
Production at the Large Hadron Collider

A diagram of the ALICE detector, showing a cross-section of the detector with various components and a central yellow and blue region. The label 'ALICE' is at the bottom right.



Прямое детектирование темной материи



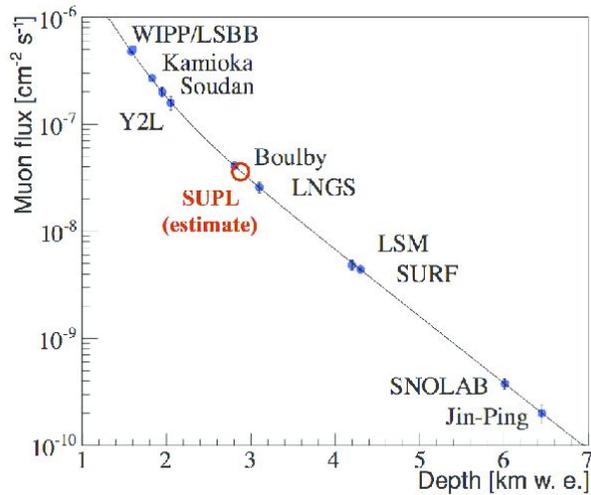
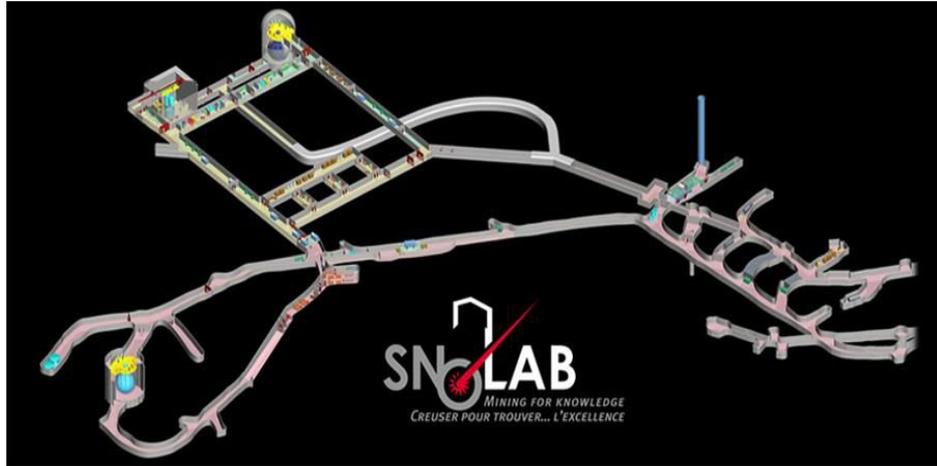


О коллаборации





Детектор



Поверхность



2 km

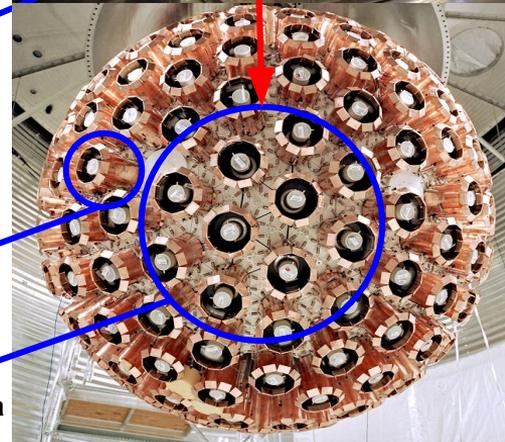
Детектор
8m x 8m



255
ФЭУ

Мишень

3.3 т. жидкого аргона



Детектор



DEAP Collaboration Search for dark matter with a 231-day exposure of liquid argon using DEAP-3600 at SNOLAB, *Physical Review D* 100.2 (2019)

Покрытие для преобразования длины волны (TPV)

Акриловый сосуд (AV)

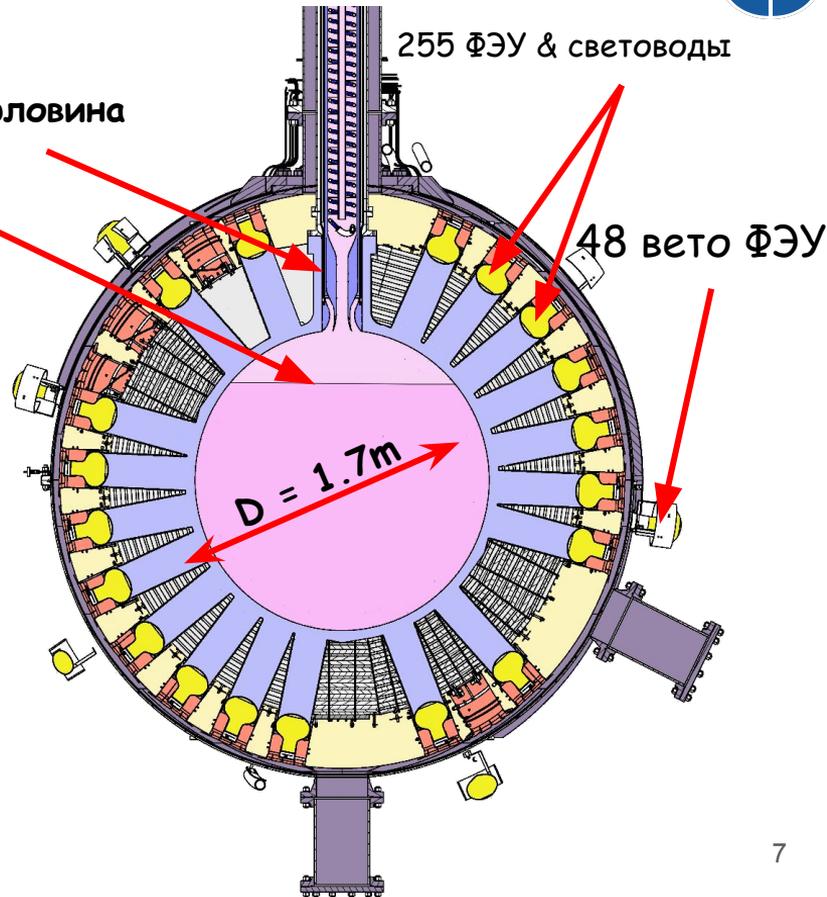
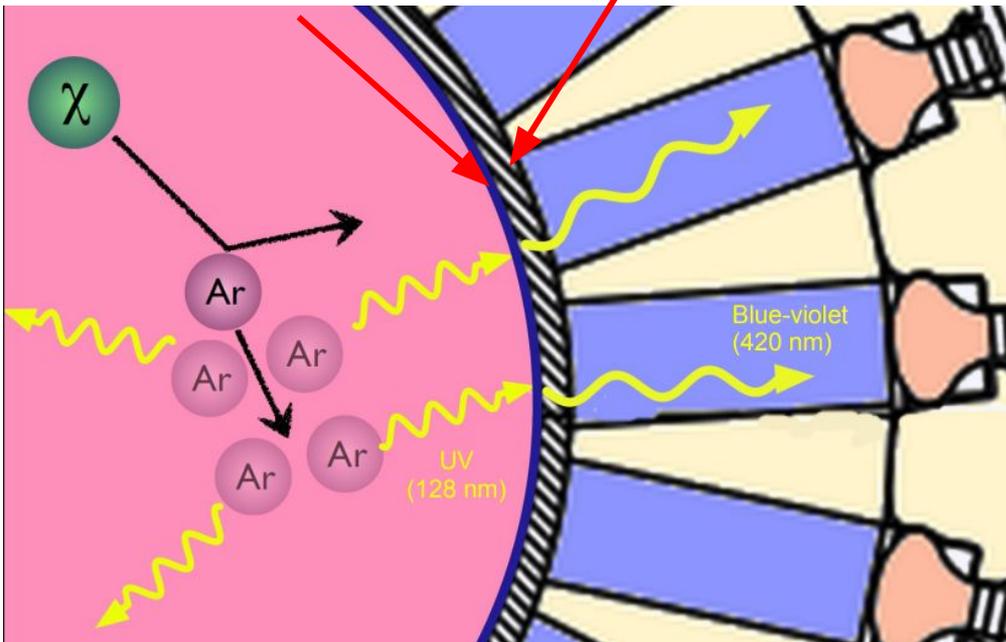
Уровень заполнения

Горловина

255 ФЭУ & световоды

48 veto ФЭУ

$D = 1.7\text{m}$

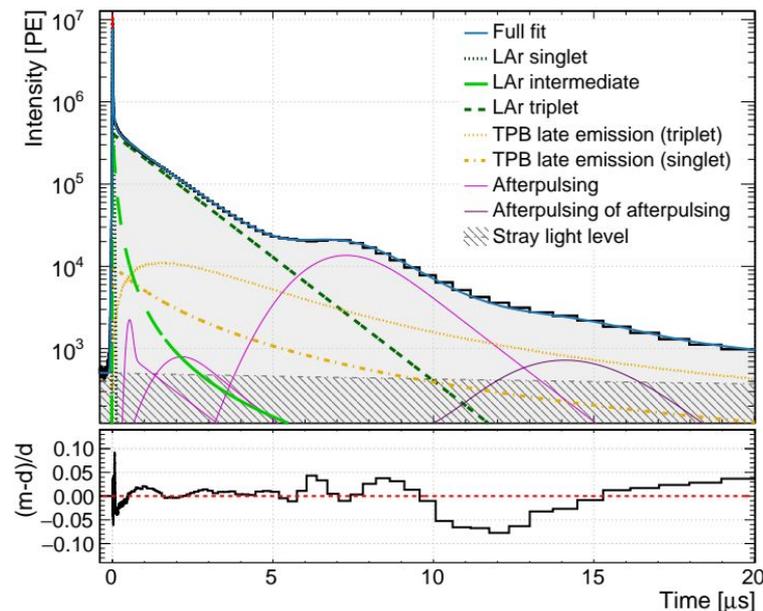
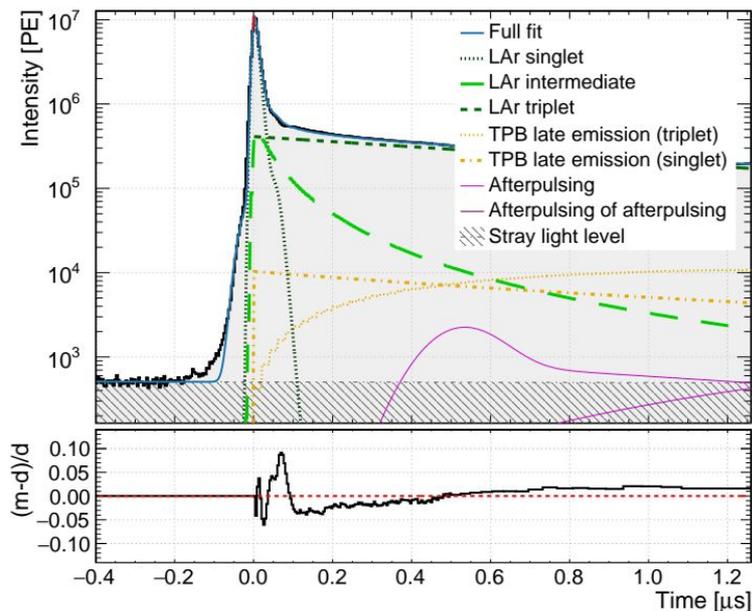


Форма импульса сцинтилляции жидкого аргона в DEAP-3600

DEAP Collaboration The liquid-argon scintillation pulseshape in DEAP-3600 //The European Physical Journal C. – 2020. – T. 80. – C. 1-12.



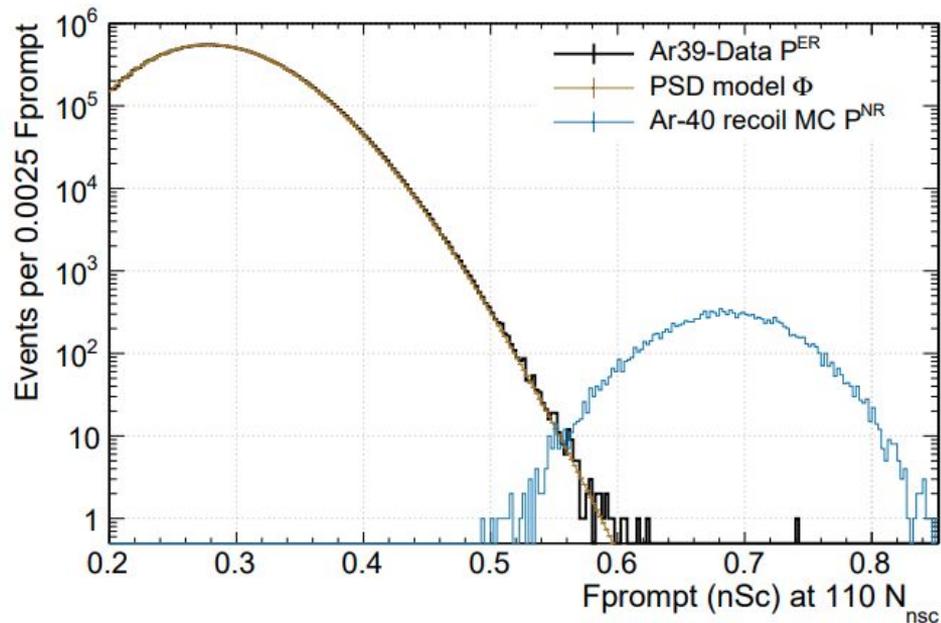
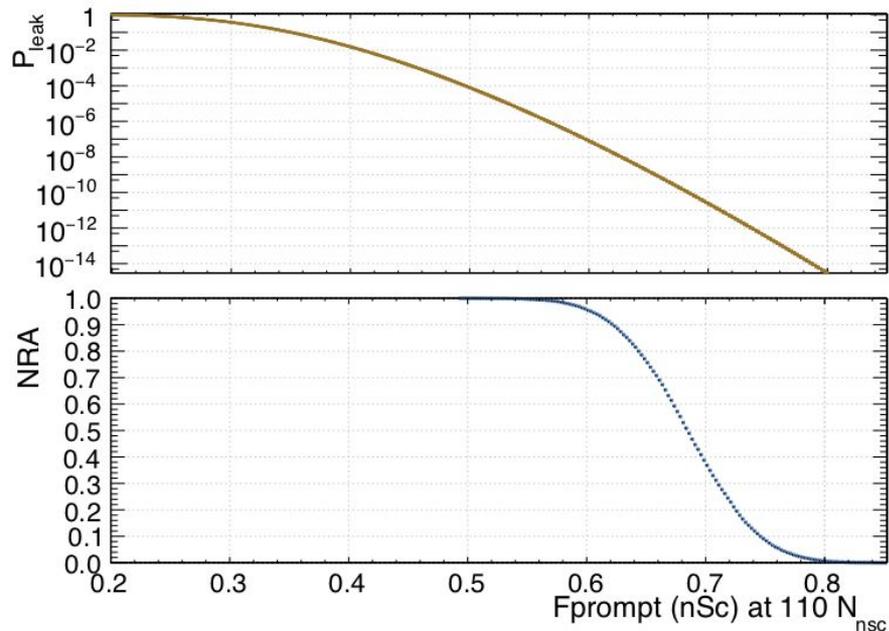
Аргоновые эксимеры имеют два возбужденных состояния
Синглетный распад с временем жизни 8,2 нс
Триплетный распад с временем жизни 1445 нс



Видимые фотоны \rightarrow Фотоэлектроны на катоде ФЭУ \rightarrow Импульс ФЭУ

Дискриминация формы импульса (PSD)

DEAP Collaboration Pulse-shape discrimination against low-energy Ar-39 beta decays in liquid argon with 4.5 tonne-years of DEAP-3600 data //The European Physical Journal C. – 2021. – T. 81. – С. 1-13.



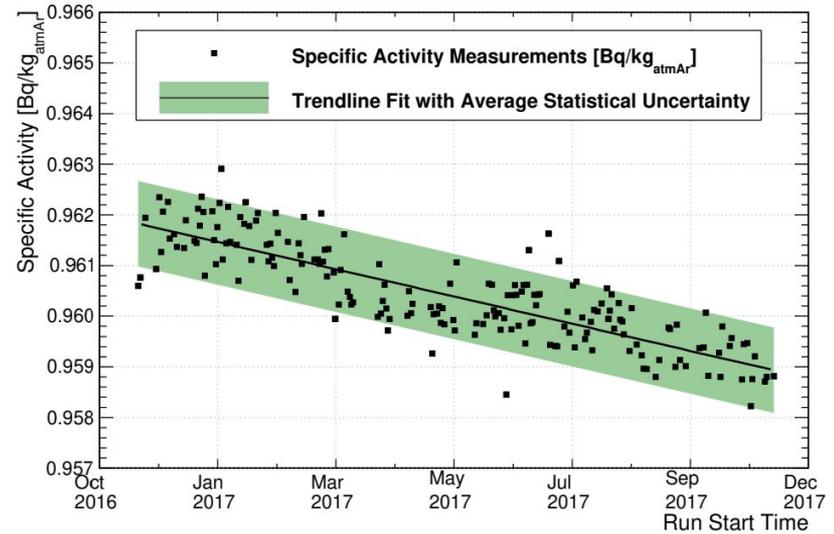
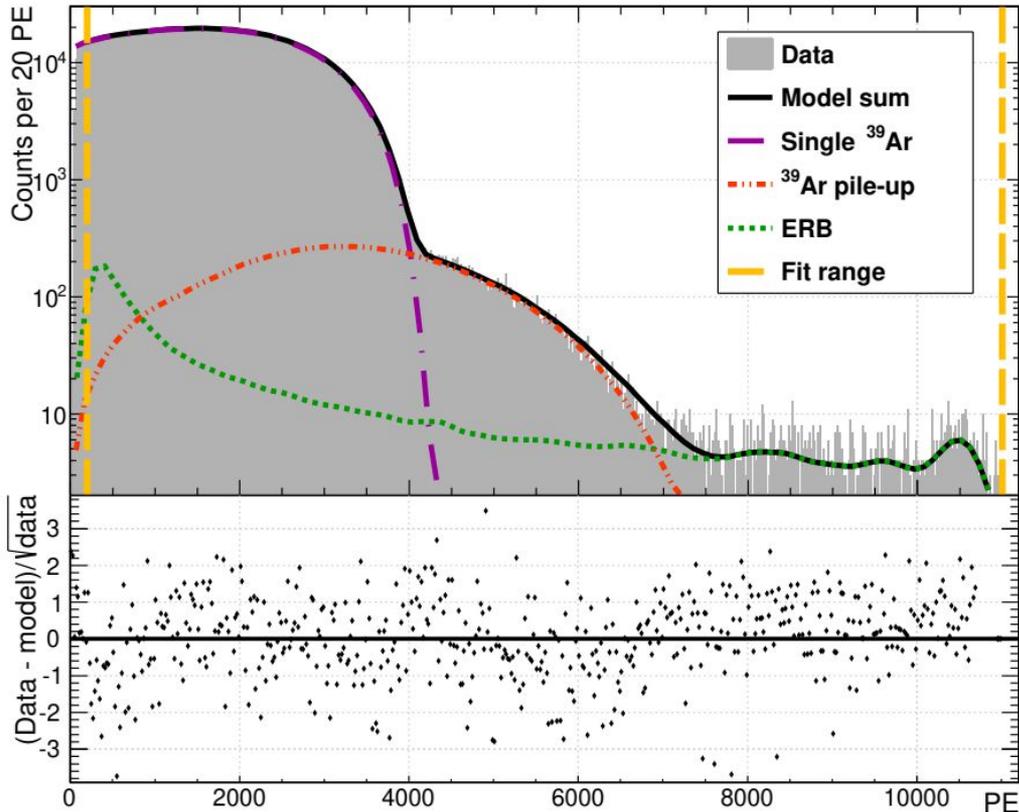
Используя наш лучший алгоритм PSD::

Вероятность утечки при 110 PE (~ 17.5 keVee) составляет 10^{-10} при 50-процентном принятии ядерной отдачи



Измерение удельной активности Ar-39

DEAP Collaboration Precision measurement of the specific activity of ^{39}Ar in atmospheric argon with the DEAP-3600 detector //The European Physical Journal C. – 2023. – T. 83. – №. 7. – С. 1-10.



Measurement

Specific activity [$\text{Bq}/\text{kg}_{\text{atmAr}}$]

WARP [15]

$1.01 \pm 0.02_{\text{stat}} \pm 0.08_{\text{sys}}$

ArDM [16]

0.95 ± 0.05

DEAP-3600 (this work)

$0.964 \pm 0.001_{\text{stat}} \pm 0.024_{\text{sys}}$

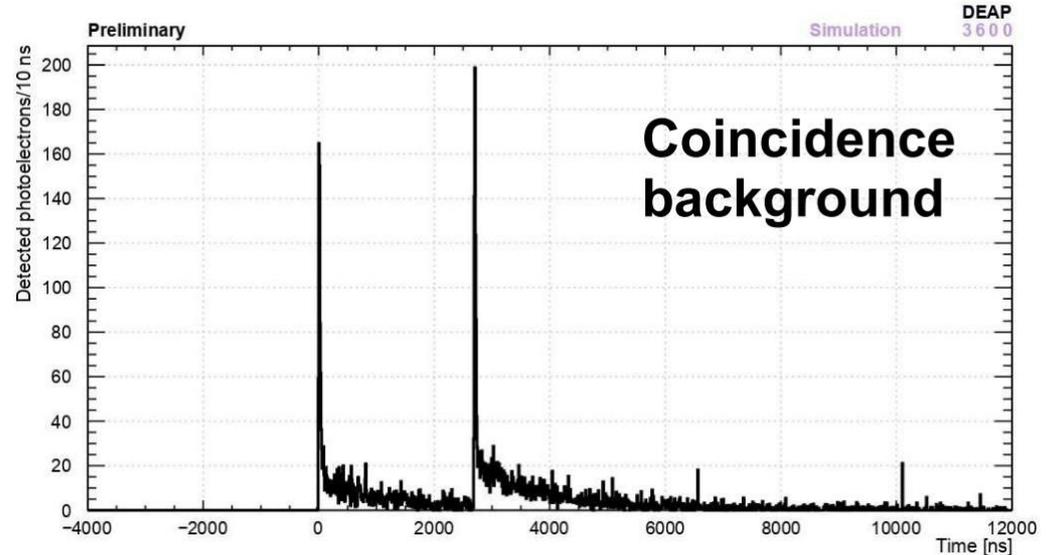
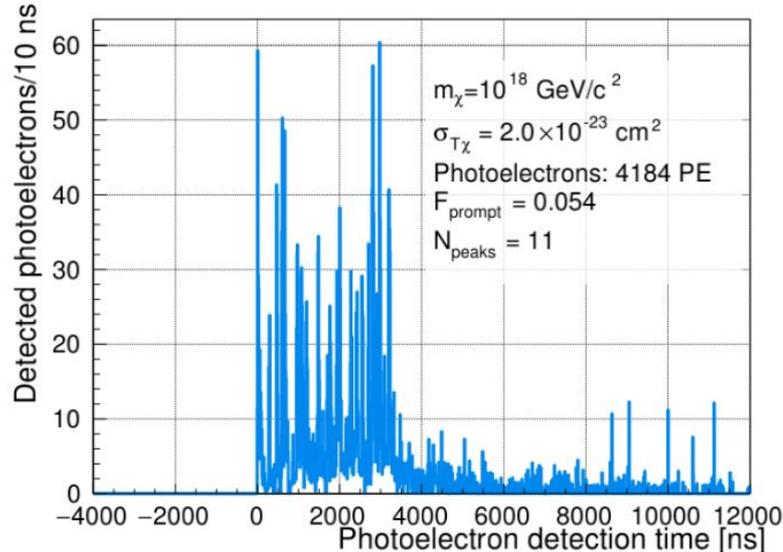


Ограничения на массу темной материи планковского масштаба

DEAP Collaboration First direct detection constraints on Planck-scale mass dark matter with multiple-scatter signatures using the DEAP-3600 detector //Physical Review Letters. – 2022. – Т. 128. – №. 1. – С. 011801.

- Поиск сигналов многократного рассеяния от сверхмассивной темной материи был проведен с помощью слепого анализа данных, собранных за 813 д живого времени на DEAP 3600.

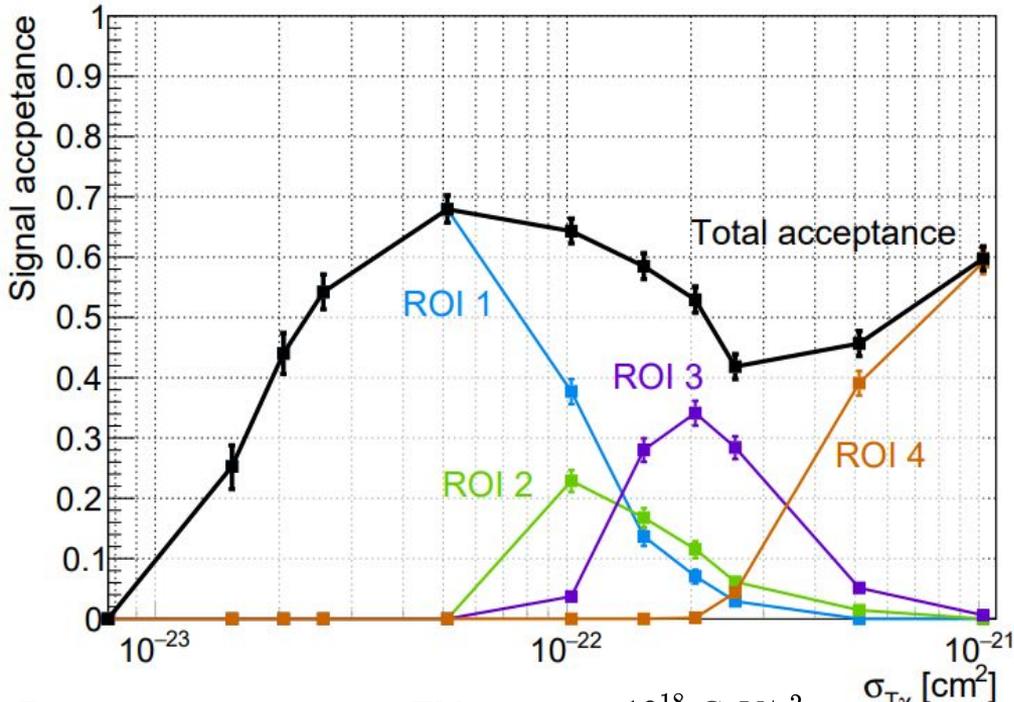
MIMPs - Многократно взаимодействующие массивные частицы



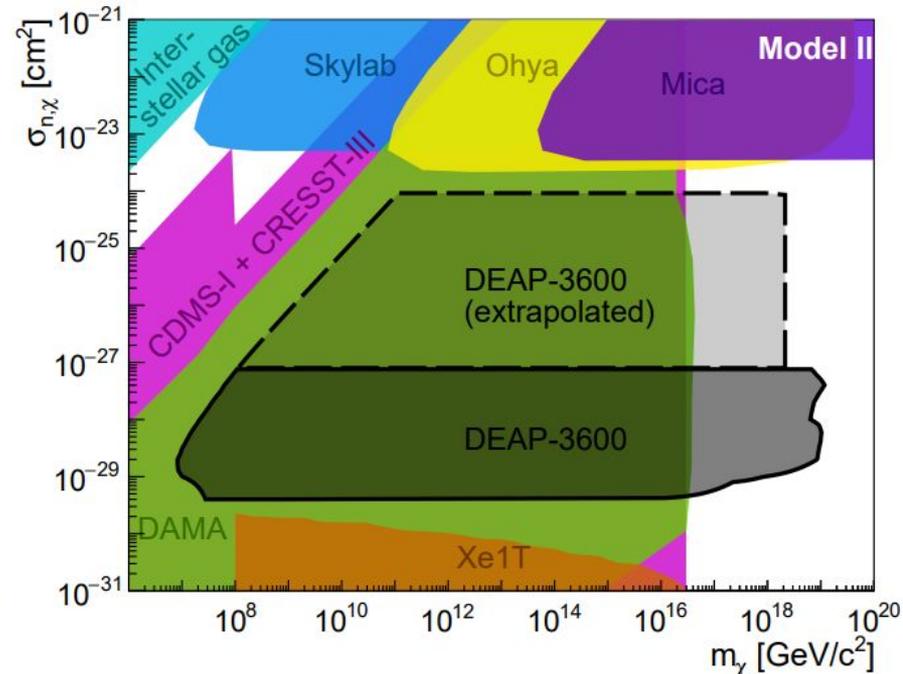


Ограничения на массу темной материи планковского масштаба

DEAP Collaboration First direct detection constraints on Planck-scale mass dark matter with multiple-scatter signatures using the DEAP-3600 detector //Physical Review Letters. – 2022. – Т. 128. – №. 1. – С. 011801.



Вероятность того, что ТМ с $m_\chi = 10^{18}$ GeV/c² заселит каждый ROI и переживет все разрезы при различной $\sigma_{T\chi}$



В регионе, представляющем интерес для данного поиска, не было найдено ни одного события

Заключение

Сделано:

- Форма импульса
- Дискриминация по форме импульса
- Удельная активность ^{39}Ar
- Период полураспада ^{39}Ar
- Темная материя планковского масштаба

В процессе:

- Обновление оборудования
- Подготовка к новой кампании по сбору данных
- Поиск ТМ с помощью метода профильного отношения правдоподобия
- Поглощение нейтрино
- Солнечные аксионы с энергией 5,5 МэВ
- Поток мюонов в SNOLAB
- Квенчинг фактор альфа в жидком аргоне

Текущее положение:

- Детектор не содержит жидкого аргона, сбор данных в вакууме
- Подробная модель фона