



National Research Nuclear University
«MEPhI»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСПАДА АКСИОНА НА ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННУЮ ПАРУ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ

Жабин В.К., Б23-102

Научный руководитель: Литвинович Е.А.

Цель данного НИРС:

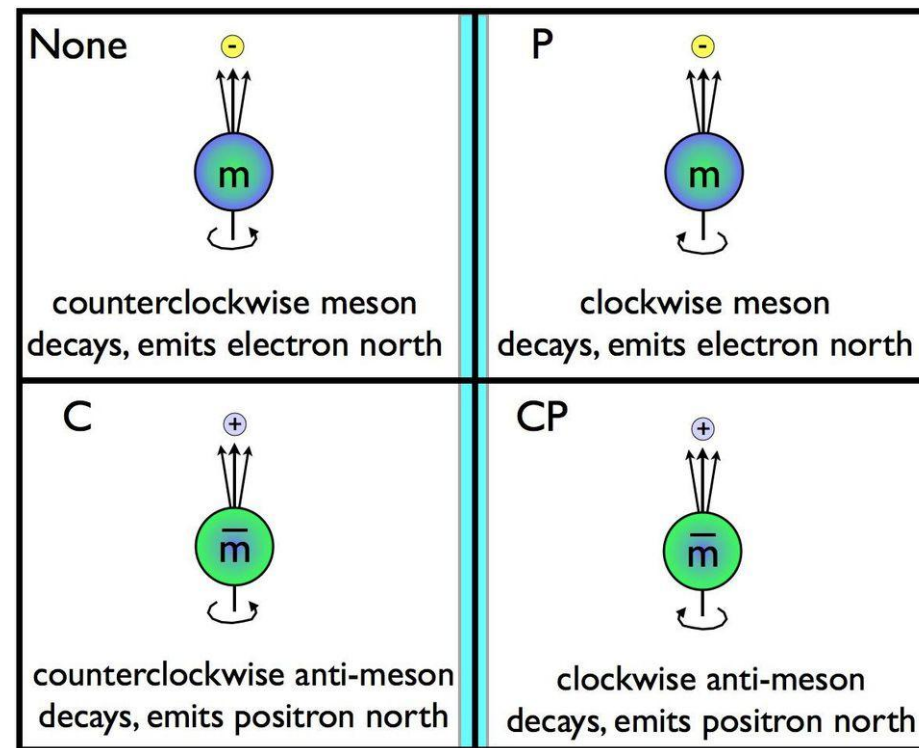
Комплексное исследование современного состояния знаний о распаде аксионов на электрон-позитронную пару, и перспектив этих исследований.

Задачи исследования:

- 1) Рассмотреть возможные процессы распада аксиона;
- 2) Проанализировать текущее состояние экспериментальных исследований на ядерных реакторах, направленных на детектирование таких распадов.

Что такое аксионы

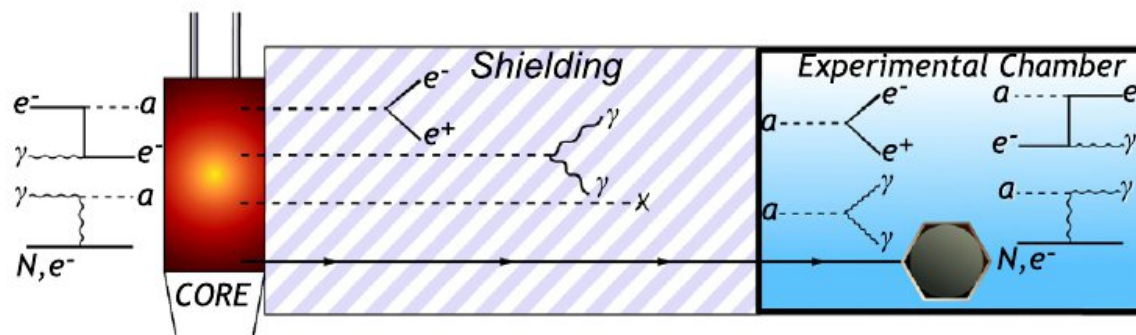
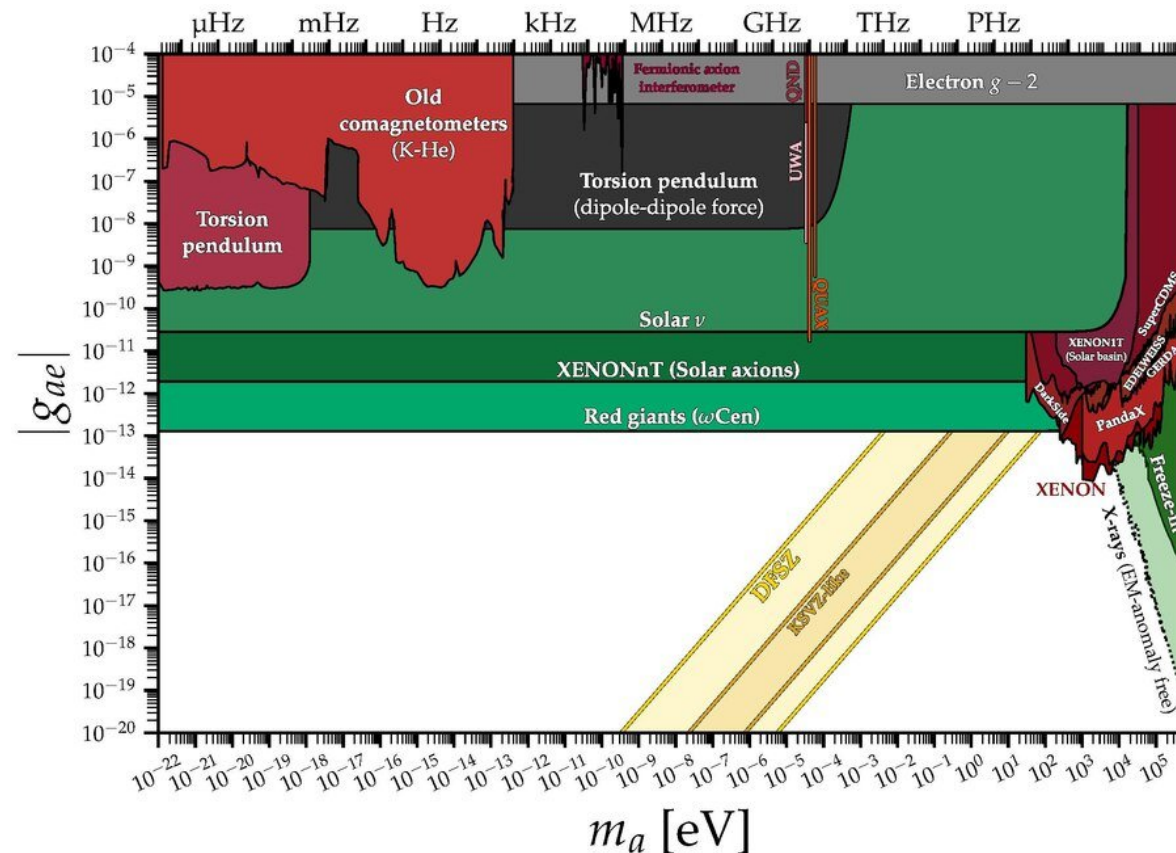
- это гипотетические элементарные частицы, предложенные для решения сильной CP-проблемы в квантовой хромодинамике.
- также, благодаря их слабому взаимодействию с обычной материей и сверхмалой массой, они являются хорошо замотивированными кандидатами на роль частиц тёмной материи.



Регистрация аксионов

Способы детектирования:

- 1) Галоскопы
- 2) Гелиоскопы
- 3) Эксперименты "свет-сквозь-стену"
- 4) Beam-dump и фиксированная мишень
- 5) Астрофизические наблюдения
- 6) Геоскопы
- 7) Ядерные реакторы

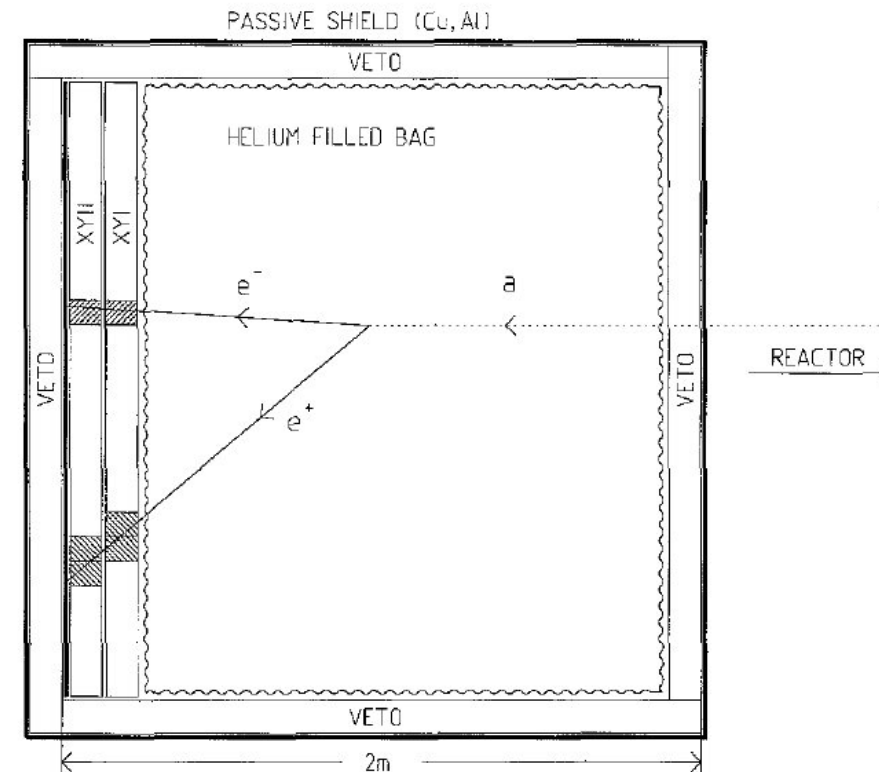
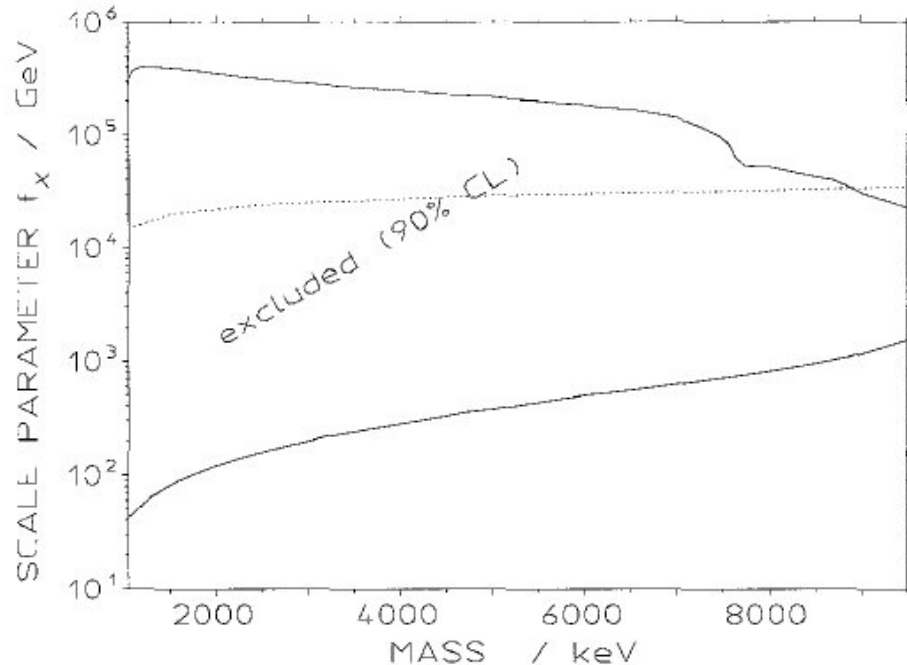


Bugey-5

Где проводился: АЭС Бюже, Франция

Используемый детектор: пропорциональная камера.

Ключевые результаты: были получены ограничения на массу стандартного аксиона и время жизни аксионоподобного бозона.



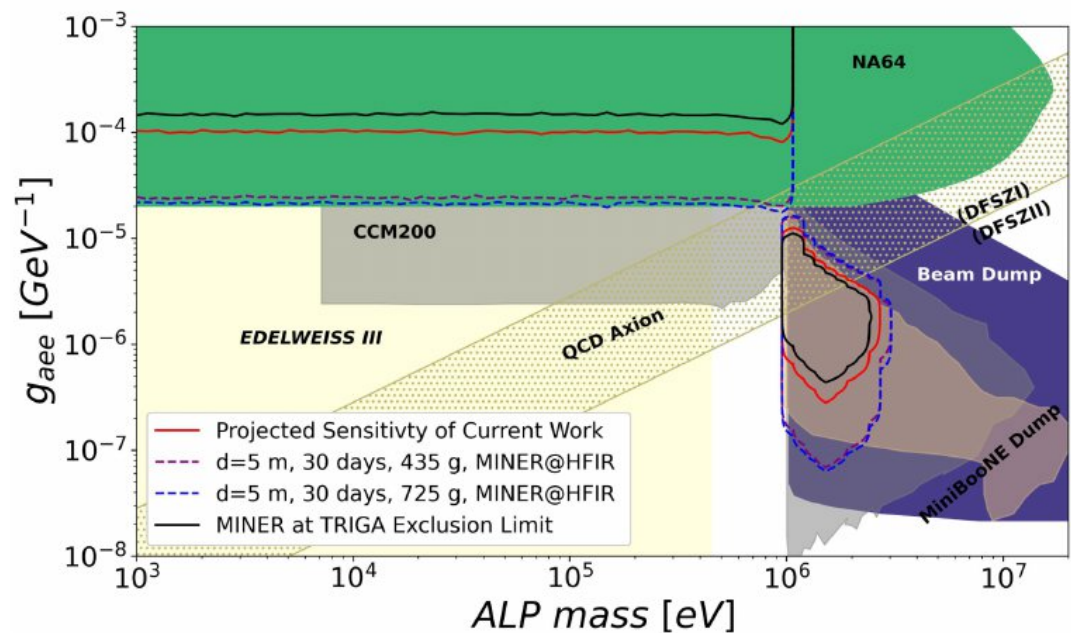
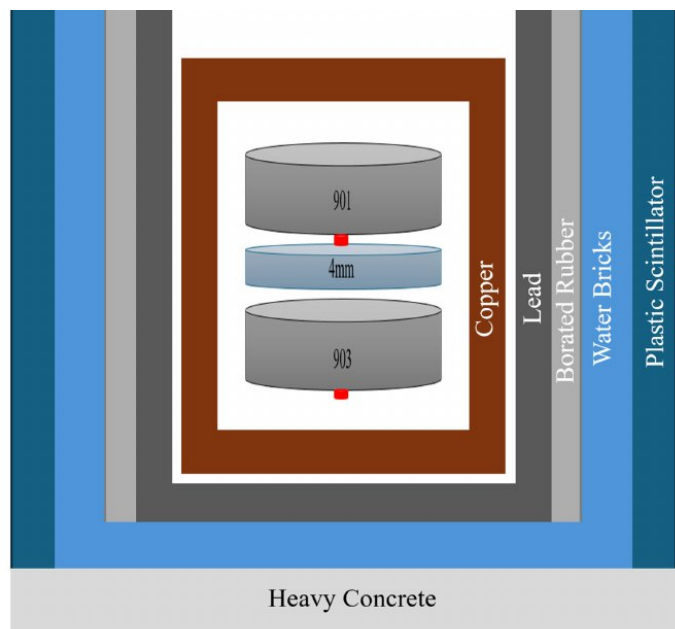
Altmann M. et al. Search for the electron-positron decay of axions and axionlike particles at a nuclear power reactor at Bugey (1995)

MINER

Где проводился: реактор TRIGA, USA.

Тип детектора: болометрический.

Результаты: Поставлены ограничения на константу связи $g_{a\gamma\gamma}$ и g_{aee} в диапазоне масс от 3кэВ до 10 МэВ.



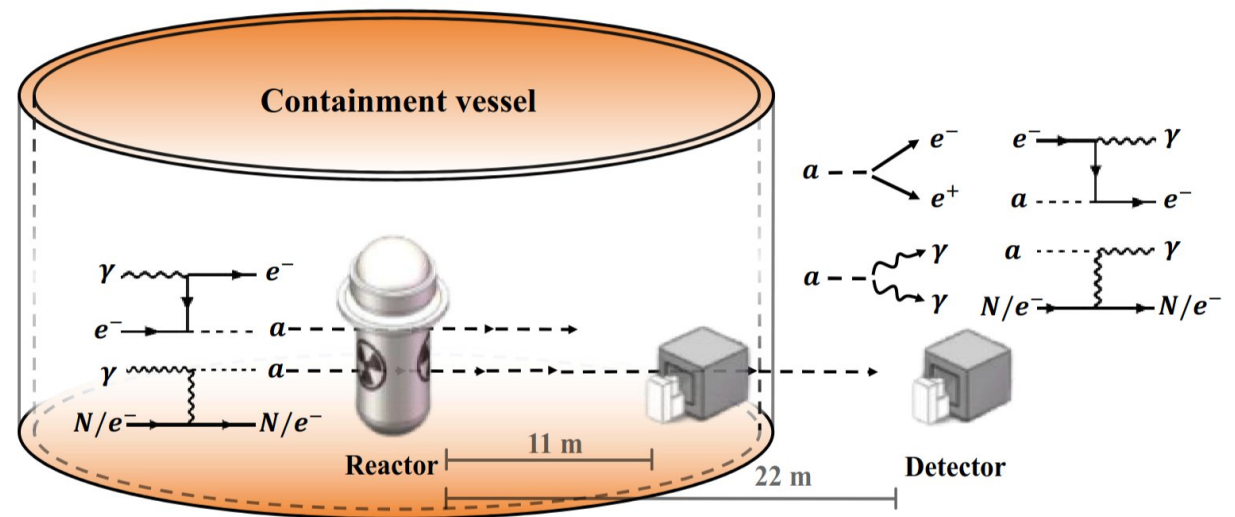
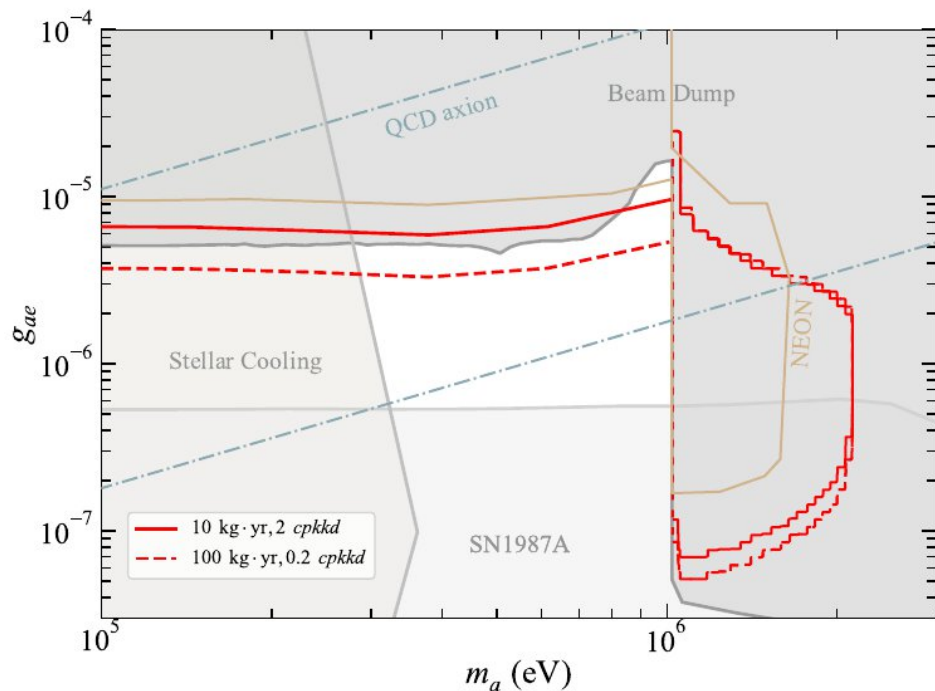
Mirzakhani M., MINER reactor based search for axionlike particles using sapphire detectors (2025)

RECODE

Где проводился: Реактор Samen, Китай.

Тип детектора: германиевый.

Результаты: для g_{aee} достигнута чувствительность 10^{-7} ГэВ^{-1} , что превосходит результаты beam-bump экспериментов.



Dai W. et al. Hunting for Axions in REactor neutrino COherent scattering Detection Experiment

Заключение

Был проведён обзор экспериментов по поиску распада аксиона на электрон-позитронную пару на ядерных реакторах:

- Анализ показал, что реакторы обеспечивают интенсивный и предсказуемый поток гамма-излучения, что в перспективе делает их высокоэффективными источниками для получения и поиска аксионов.
- На текущий момент эксперименты на реакторах продолжают совершенствоваться, получая всё большую чувствительность.