

Кафедра Физики частиц и космологии

Основные научные направления кафедры:

1. Астрофизика частиц:
 - Происхождение космических лучей, фотонов и нейтрино сверхвысоких энергий;
 - Космические лучи сверхвысоких энергий: распространение и детектирование;
 - Поиск новых частиц и взаимодействий с помощью астрофизических наблюдений.
2. Космология ранней Вселенной и теории модифицированной гравитации:
 - Исследование моделей альтернативных инфляции в модифицированной гравитации Хорндески и расширенной Хорндески;
 - Поиск решений вида чёрных дыр и кротовых нор в модифицированной гравитации.
3. Модели тёмной материи в космологии:
 - Стерильные нейтрино;
 - Бозе-звёзды из лёгких скалярных полей.
4. Новые модели физики частиц:
 - Физика расширенного сектора нейтрино;
 - Аксионы и другие слабо взаимодействующие частицы;
 - Суперсимметрия;
 - Нарушение Лоренц-инвариантности;
 - Проверка моделей новой физики в ускорительных экспериментах.
5. Математические методы квантовой теории поля:
 - Метод функционального интеграла;
 - Квазиклассический метод.

Основные научные достижения кафедры за последние 10 лет:

1. Впервые показано, что легкая бозонная темная материя может образовать конденсат Бозе-Эйнштейна в виде компактных плотных объектов (бозе-звёзд) за счет гравитационных взаимодействий. Показано, что вращающиеся бозе-звёзды нестабильны. Они могут взорваться как бозе-новые, испустив потоки релятивистских частиц (Д.Г.Левков, И.И.Ткачев и др).
2. Впервые сформулированы и доказаны теоремы, запрещающие устойчивые несингулярные решения в теории гравитации с дополнительным скалярным полем (теория Хорндески) для решений в

виде кротовой норы и для космологических решений. Построены устойчивые космологические решения в расширенной теории Хорндески, не имеющие сверхсветовых скоростей возмущений (В.А.Рубаков, С.А.Миронов и др).

3. Разработан метод вычисления функциональных интегралов в теориях, в которых функция Лагранжа выражается через производную Шварца. Предложен подход к построению квантовой гравитации, в которой к действию Эйнштейна добавлены квадратичные по тензору кривизны слагаемые. В результате вычислений интегралов по траекториям получен масштабный фактор ранней Вселенной (В.В.Белокуров и др).

4. Исследованы возможные следствия существования стерильных нейтрино для физики частиц и космологии, в том числе с учетом результатов новейших российских экспериментов (Д.С.Горбунов и др)

5. Найдена популяция астрофизических источников нейтрино высоких энергий – радиоблазаров, дано теоретическое описание процессов рождения нейтрино в них. Открыто нейтринное излучение Млечного Пути (С.В.Троицкий и др).

Общее количество трудов кафедры за последние 5 лет:

50 статей, 2 монографии, 0 патентов.

Наиболее яркие статьи сотрудников кафедры за последние 2 года:

1. Hypothetical Lorentz invariance violation and the muon content of extensive air showers. Nickolay S. Martynenko, Grigory I. Rubtsov, Petr S. Satunin, Andrey K. Sharofeev, Sergey V. Troitsky. Phys.Rev.D 111 (2025) 6, 063010.

DOI <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.111.063010>

2. Origin of high-energy astrophysical neutrinos: new results and prospects. Sergey Troitsky. Usp.Fiz.Nauk 194 (2024) 4, 371-383, Phys.Usp. (2023)

DOI <https://doi.org/10.3367/UFNr.2023.04.039581>

3. In hot pursuit of a stable wormhole in beyond Horndeski theory. S. Mironov, V. Rubakov, V. Volkova. Phys.Rev.D 107 (2023) 10, 104061.

DOI <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.107.104061>

Номера комнат, где сотрудники кафедры могут ответить на вопросы студентов 2 курса по поводу деятельности кафедры:

3-57.

Актуальная почта кафедры:

ppc.phys@org.msu.ru