



Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Кафедра физики элементарных частиц №40



Научная исследовательская работа студента на тему:

Численный расчёт распространения антиядер в межзвёздном пространстве

Студентка гр. Б18-102:

А. В. Кравцова

Научный руководитель,
проф., д.ф.-м.н.:

М. Ю. Хлопов

Научный консультант,
к.ф.-м.н., доцент:

А. Г. Майоров

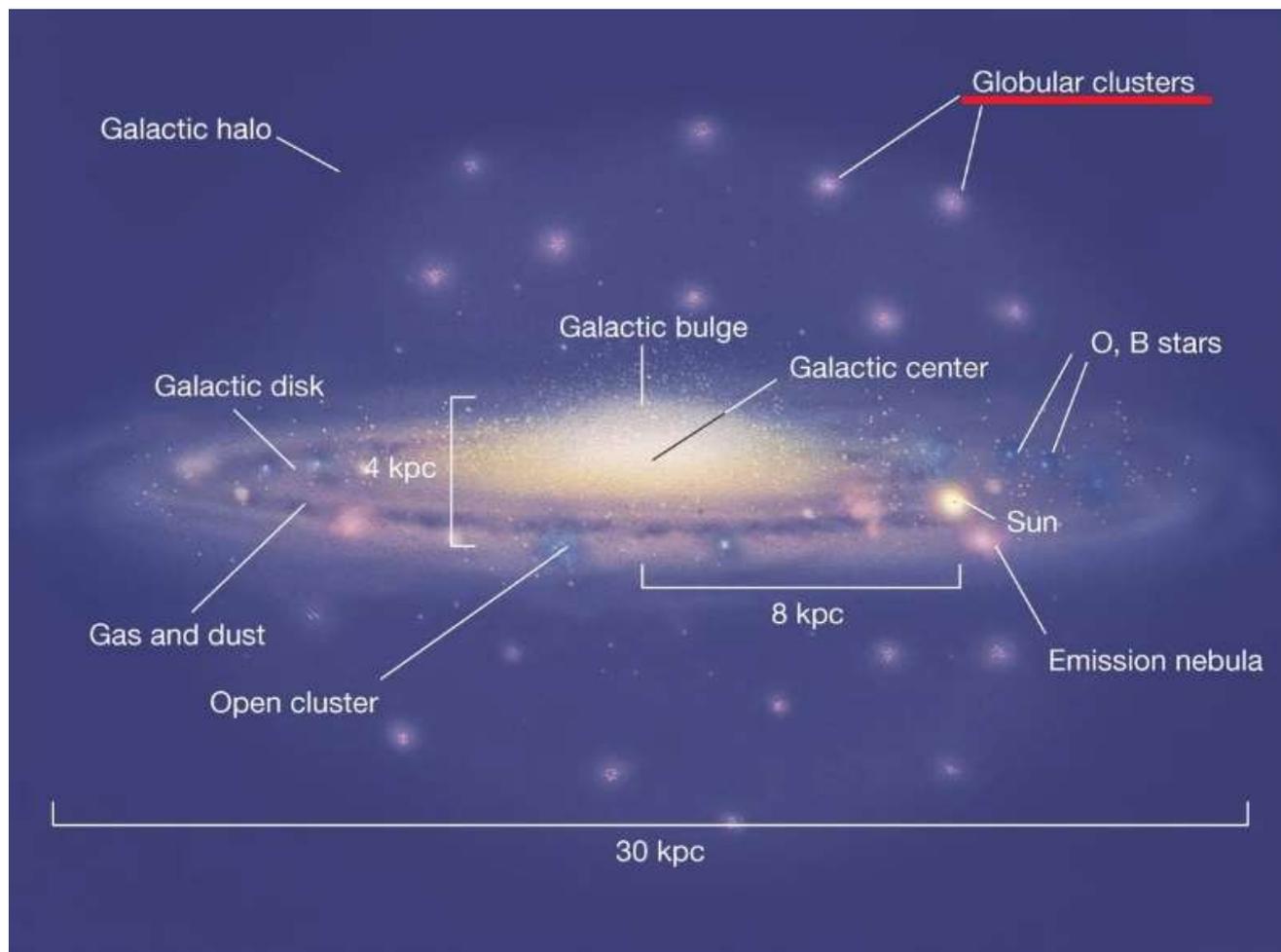
Введение

Возможная природа антиматерии во Вселенной:

- ❖ Первичное антивещество (может существовать в виде шаровых скоплений антиматерии).
- ❖ Вторичное антивещество (столкновение высокоэнергетичной ядерной составляющей космических лучей с межзвездным газом или с остатком оболочки сверхновой)
- ❖ Антивещество от экзотических источников (испарение первичных чёрных дыр, распад/аннигиляция гипотетических частиц скрытой массы)

Шаровые скопления

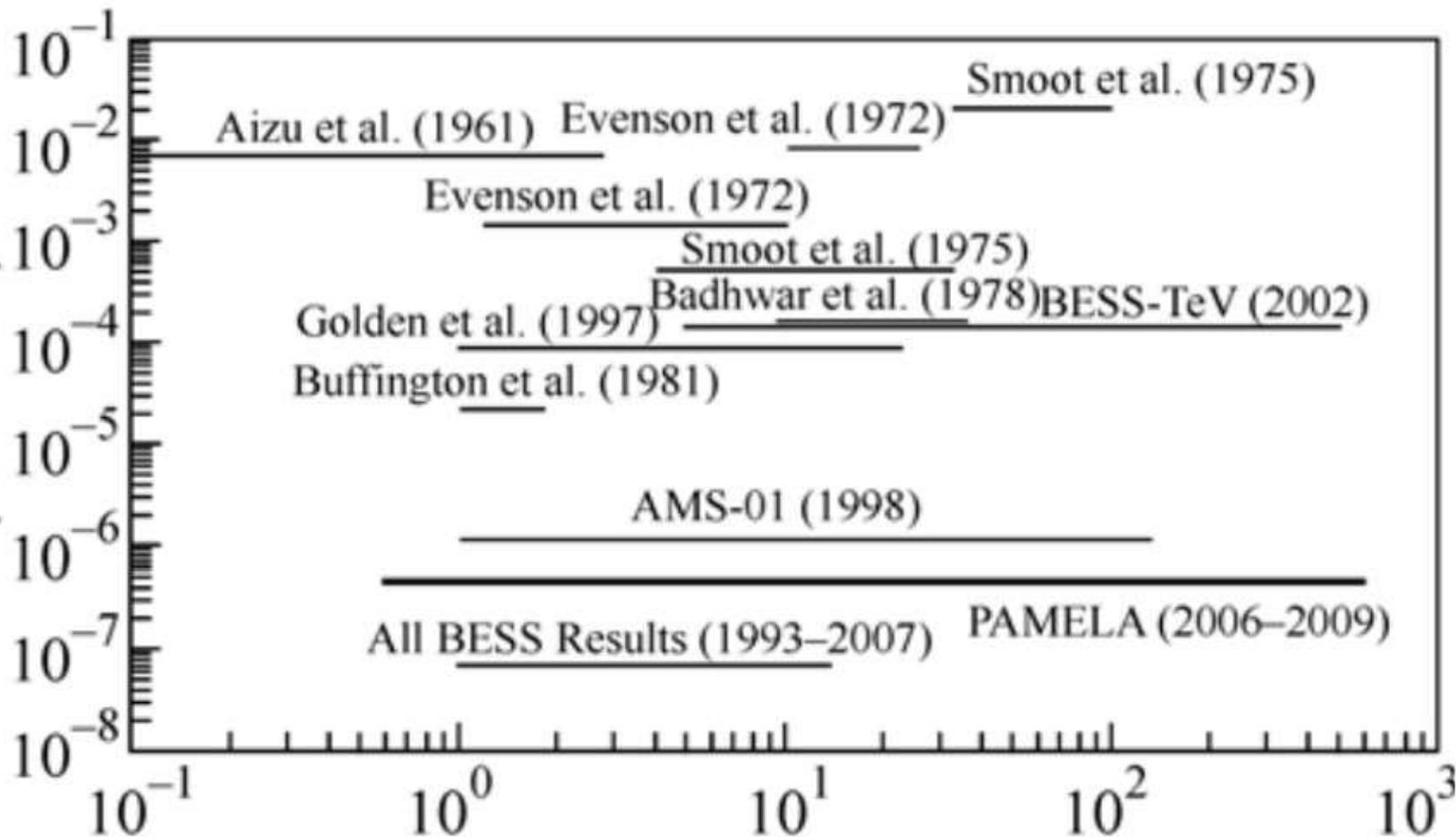
Шаровое звёздное скопление – большое и плотное сферически-симметричное скопление звёзд, вращающихся вокруг галактического центра. Гравитация придаёт таким скоплениям сферическую форму и относительно высокую плотность звезд.



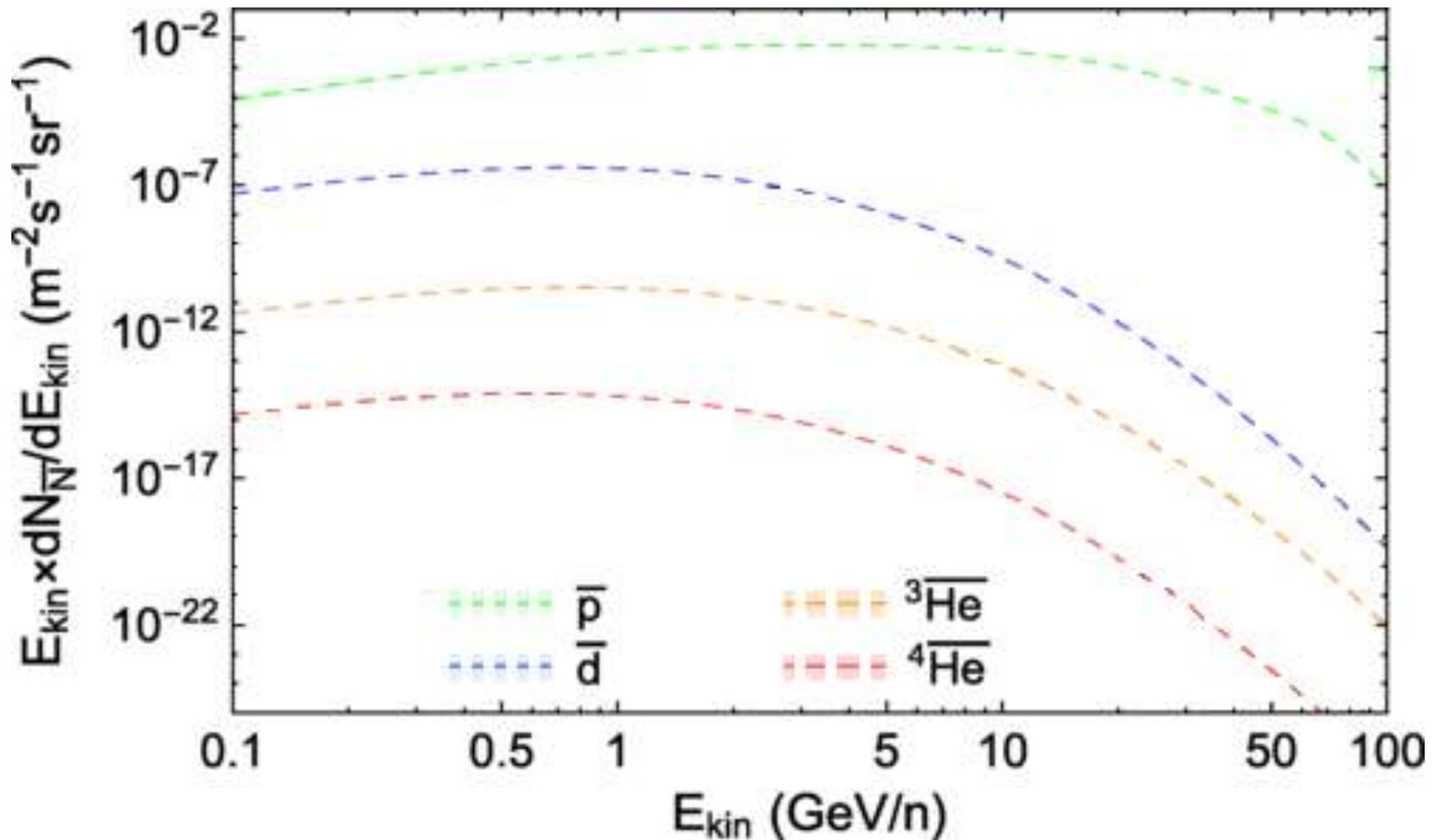
Верхний предел отношения \overline{He}/He (при значении доверительного интервала 95%) в сравнении с другими экспериментами

Верхний предел отношения

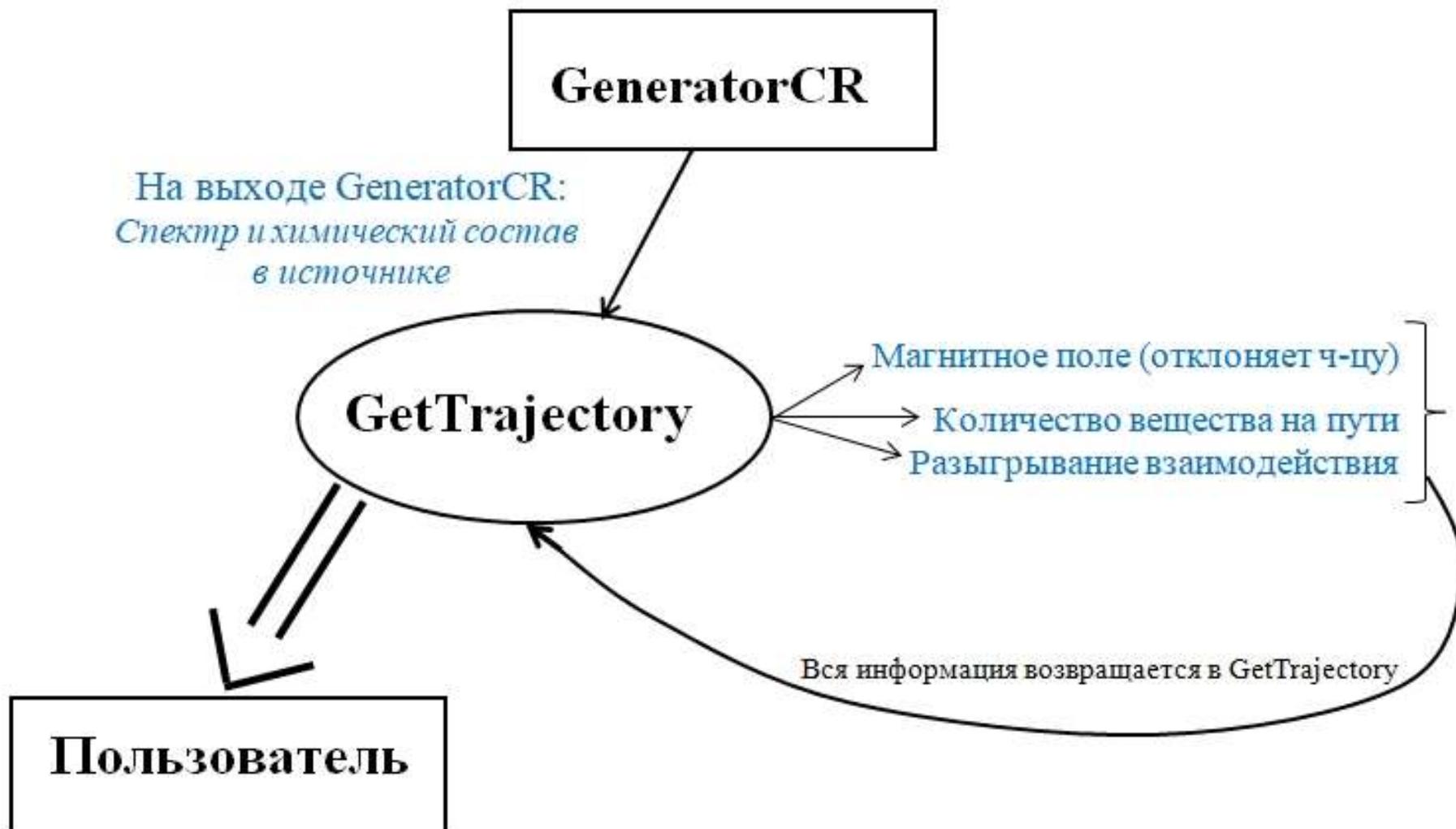
антигелия к гелию



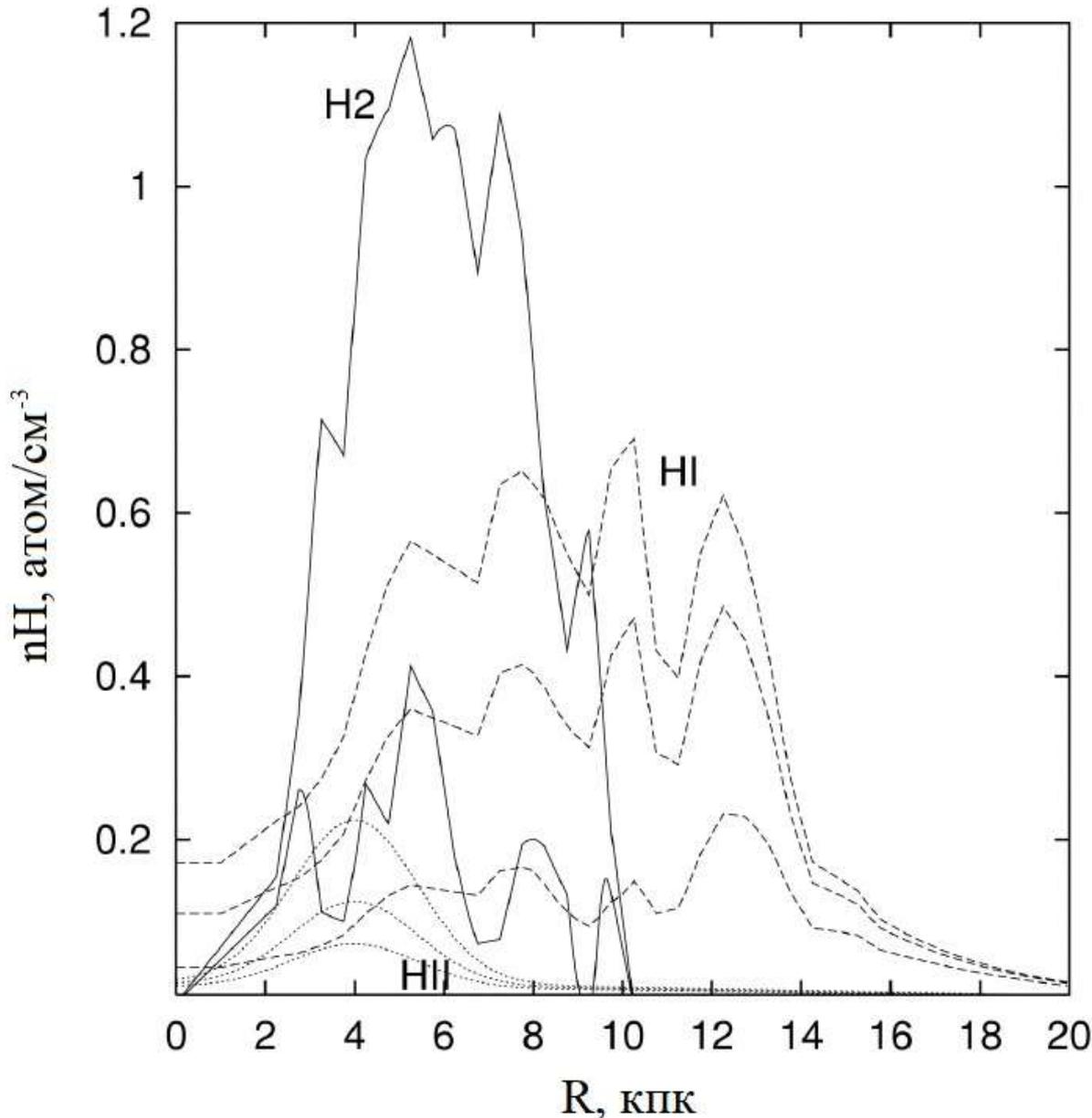
Верхние пределы для \bar{p} (зеленый), \bar{d} (синий), $\overline{{}^3\text{He}}$ (оранжевый) и $\overline{{}^4\text{He}}$ (красный) вторичного происхождения



Расчёт траекторий заряженных частиц в электромагнитных полях



Межзвёздная среда в Галактике



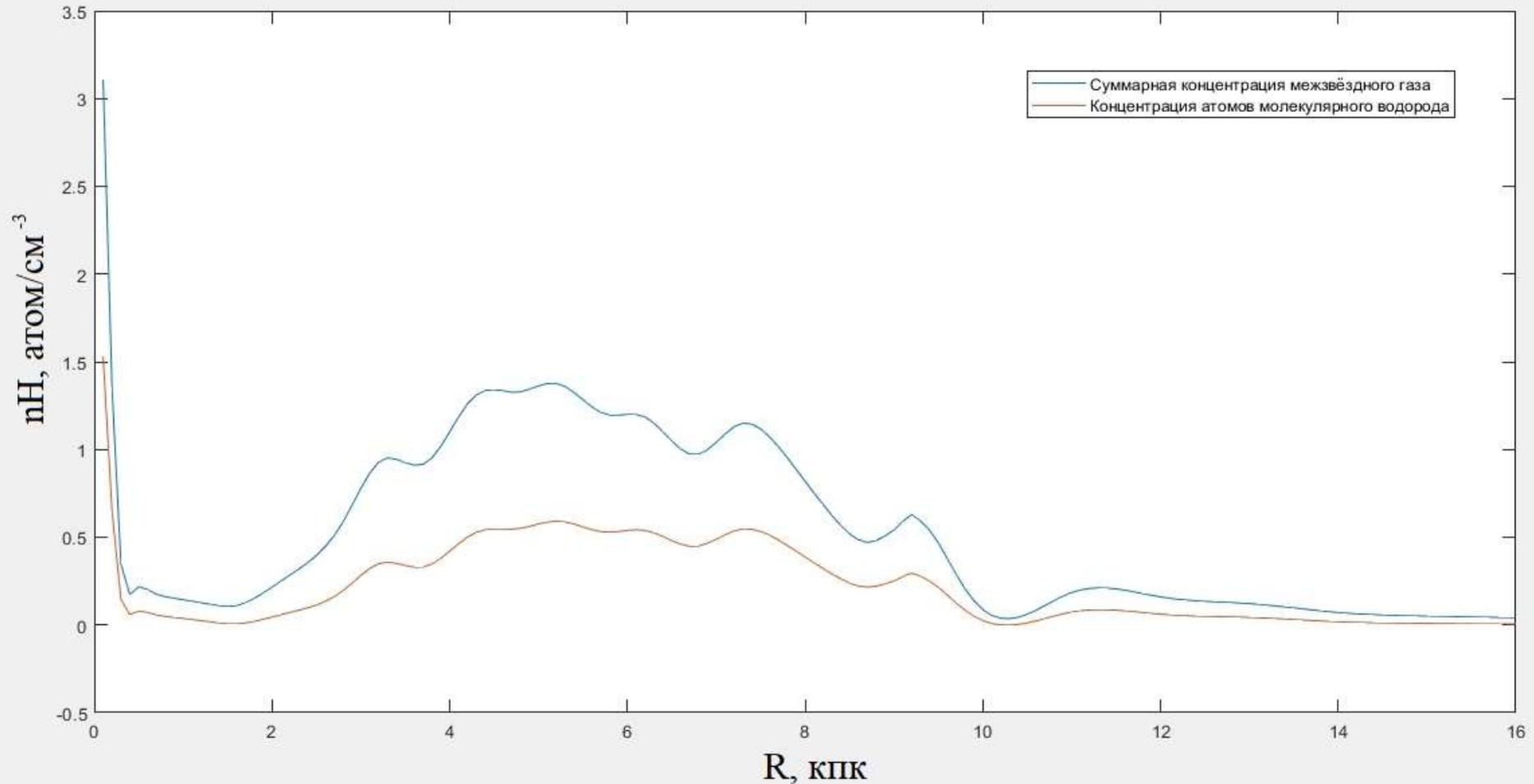
Распределения различных компонент газа:

Концентрации атомов молекулярного водорода H_2 ($2 \times n_{H_2}$, сплошные линии), атомарного HI (пунктир) и ионизованного HII (точечные линии) газа в Галактике.

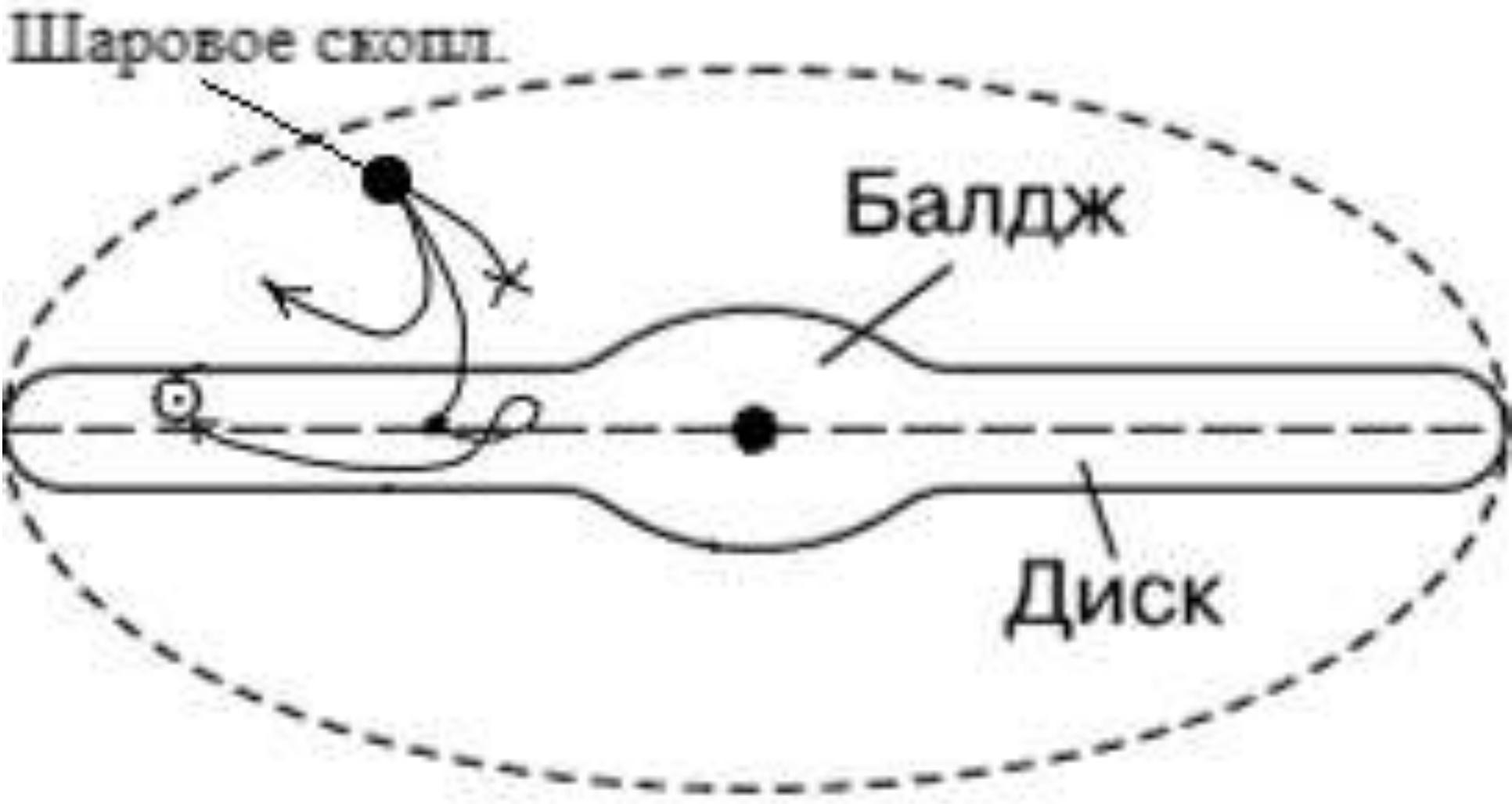
Линии показаны для расстояний $z = 0, 0.1, 0.2$ кпк от Галактической плоскости (с увеличением z концентрация уменьшается).

На расстоянии $z = 0.2$ кпк концентрация молекулярного водорода очень мала и поэтому не показана

Концентрация атомов молекулярного водорода (красный); суммарная концентрация межзвёздного газа (синий)



Варианты траекторий частиц из шарового скопления



Заключение

Предварительные указания на возможное обнаружение антигелиевых событий в эксперименте AMS-02, которые нельзя объяснить как вторичные события из астрофизических источников, если они будут подтверждены, станут серьёзным доказательством существования форм первичного антивещества в нашей Галактике. Это будет способствовать физике, выходящей за рамки стандартной модели, которая может поддерживать создание и выживание доменов антивещества в барионн-асимметричной Вселенной.

Спасибо за внимание!