

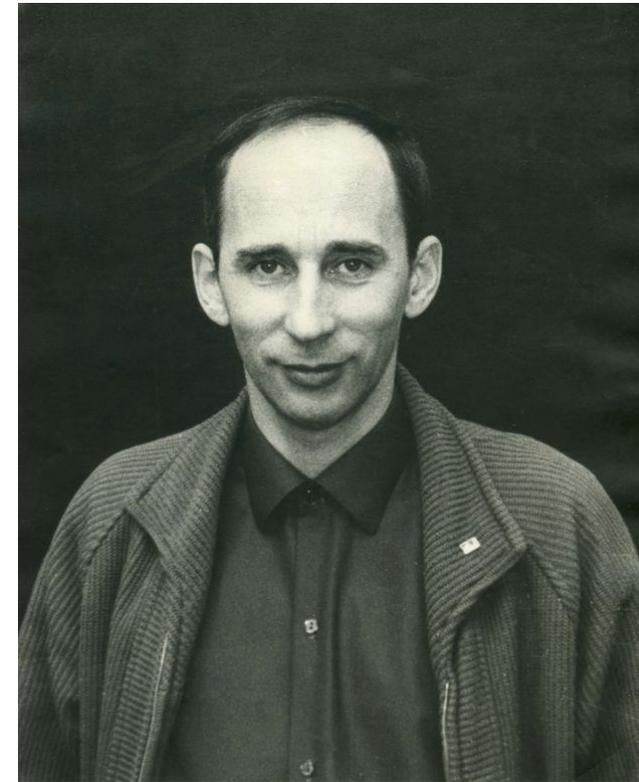
Из истории лаборатории экспериментальной
астрофизики ФТИ
(к 95-летию Евгения Павловича Мазеца)

*Д.Д. Фредерикс, Г.Л. Власенко, А.Л. Лысенко, А.В. Ридная,
Д.С. Свинкин, З.Я. Соколова, М.В. Уланов, А.Е. Цветкова*

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

Начало космических исследований в ФТИ

- Поиск антивещества в составе метеорных потоков был инициирован директором ФТИ Б. П. Константиновым в начале 1960-х годов
- Велись исследования космической пыли (микрометеоритов) и параллельно - аннигиляционного гамма-излучения на самолётах, аэростатах и спутниках
- В 1963 создана лаборатория экспериментальной астрофизики



Начало космических исследований в ФТИ

Б.П.Константинов, Р.Л.Аптекарь,
М.М.Бредов, С.В.Голенецкий, Ю.А.Гурьян,
В.Н.Ильинский, Е.П.Мазец, В.Н.Панов

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ИСЗ "КОСМОС-135" В СВЯЗИ С ВОЗМОЖНОЙ АНТИВЕЩЕСТВЕННОСТЬЮ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ

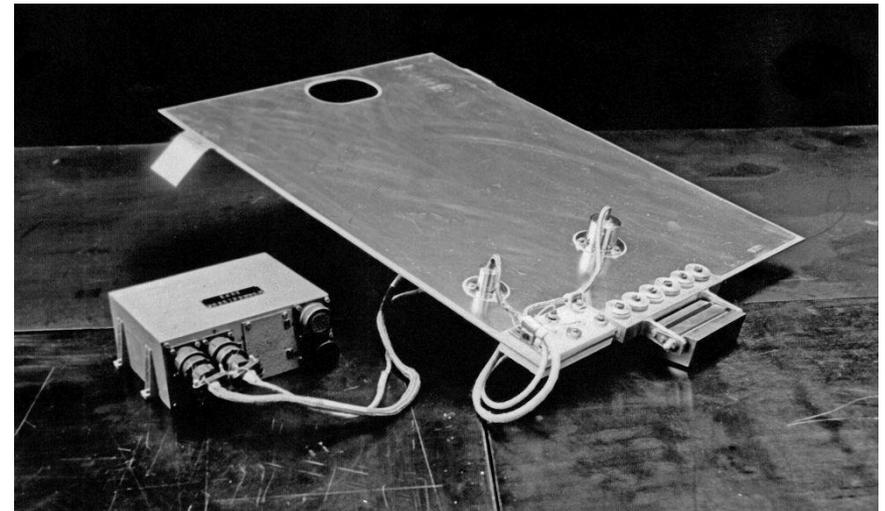
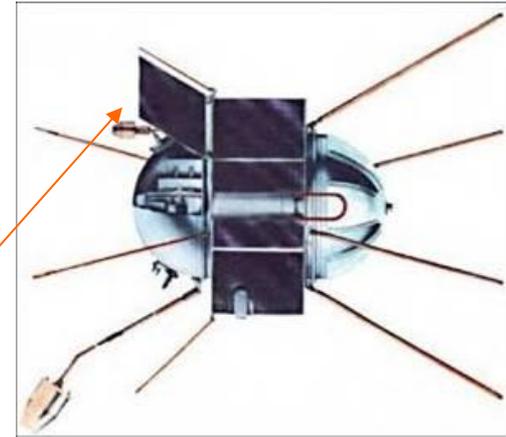
Возможность существования антивещества во Вселенной обсуждается в научной литературе в той или иной форме в течение ряда лет. В рамках такой общей возможности была высказана специальная гипотеза об антивещественной природе комет и связанных с ними метеорных потоков. Описывались [1, 2] эксперименты по ее проверке, проведенные методом изучения корреляции между интенсивностью жестких гамма-квантов и нейтронов на высотах 12-18 км и на основе факта вхождения в атмосферу отдельных метеоров. Полученные результаты можно было рассматривать как свидетельствующие в пользу обсуждаемой гипотезы.

Естественно, что при экспериментальном обосновании указанных представлений необходимо проводить исследования с использованием различных независимых методик. Одним из возможных путей проверки гипотезы являются наблюдения интегральных потоков аннигиляционных излучений, которые должны возникать в верхних слоях атмосферы Земли под воздействием антиметеоров. Исследования интенсивности аннигиляционного электрон-позитронного излучения в эпохи метеорных потоков Геминид, Урсид и Квадрантид были выполнены на ИСЗ "Космос-135" при изучении спектров и интенсивности гамма-излучения в околоземном космическом пространстве.

Космические исследования, 8, с. 923-930 (1970)

Исследование пыли в околоземном пространстве

- 1966 – 1967 исследования пыли в околоземном пространстве с помощью акустических детекторов, на Космос-135 и Космос-163.
- Аппаратура обладающая высокой помехоустойчивостью, малым уровнем внутренних шумов и высокой чувствительностью до $\sim 2 \times 10^{-9}$ г
- Показано, что поток пылевых частиц в 10^3 раз ниже, чем поток по данным предыдущих измерений. Опровергнута гипотеза о «пылевых облаках» на околоземной орбите (Константинов, Бредов, Мазец, ДАН 174, 580, 1967).



Детектор космической пыли (Космос-135).

Исследование пылевой комы кометы Галлея

- Аппаратура СП-2 на АМС Вега-1 и 2.
- Два вида детекторов: акустические и ионизационные
- Акустический
 - 500 см^2
 - диапазон масс $10^{-13} - 10^{-6} \text{ г}$
- Ионизационный
 - $4 \times 10 \text{ см}^2$
 - диапазон масс $10^{-16} - 10^{-11} \text{ г}$

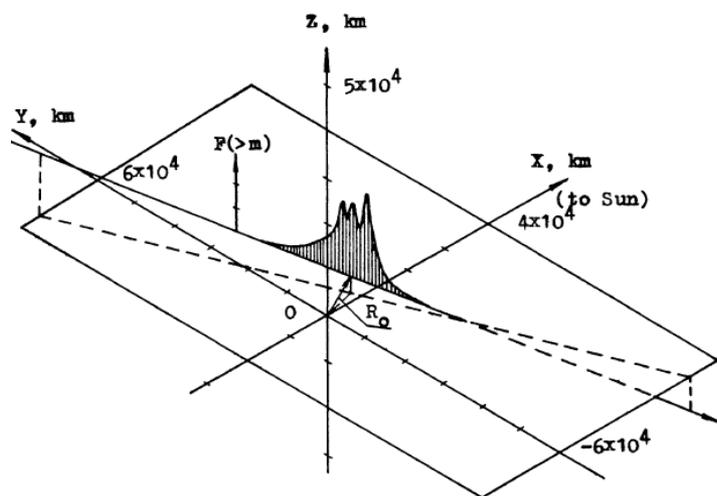
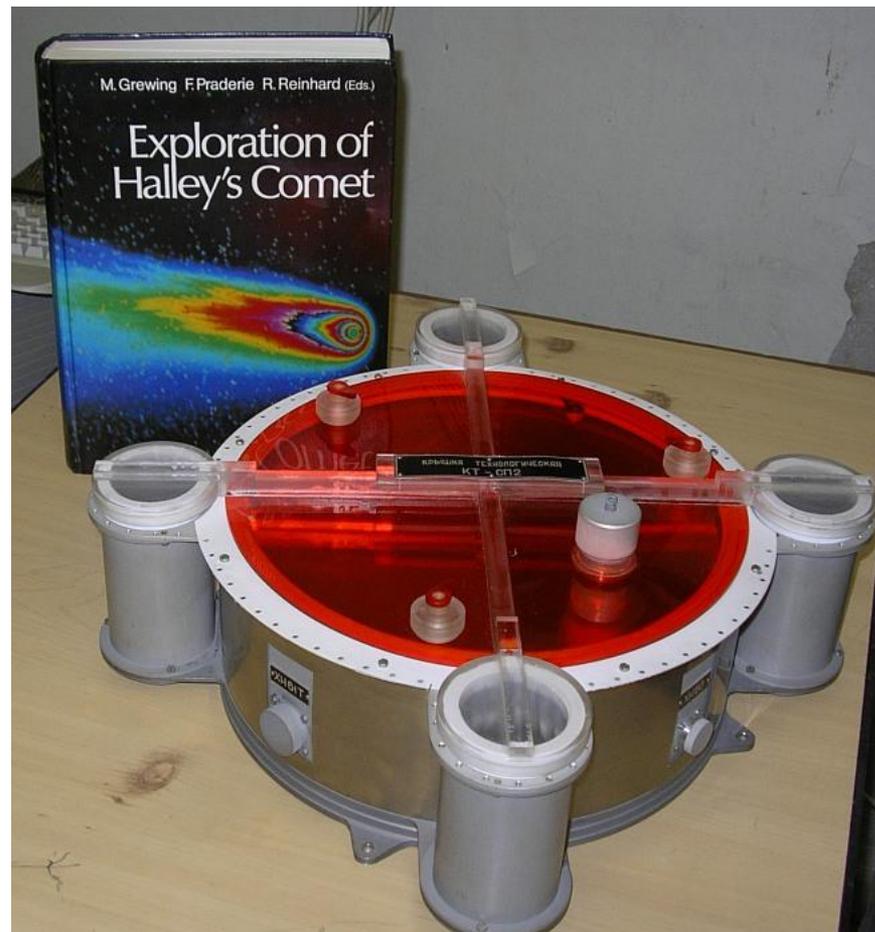


Схема пролёта Вега-2 через комету Галлея
(Mazets et al., A&A 187, 699, 1987)

Исследование пылевой комы кометы Галлея

- Поток пылевых частиц $F(>m)$ вдоль траектории Вега-2 в коме кометы.

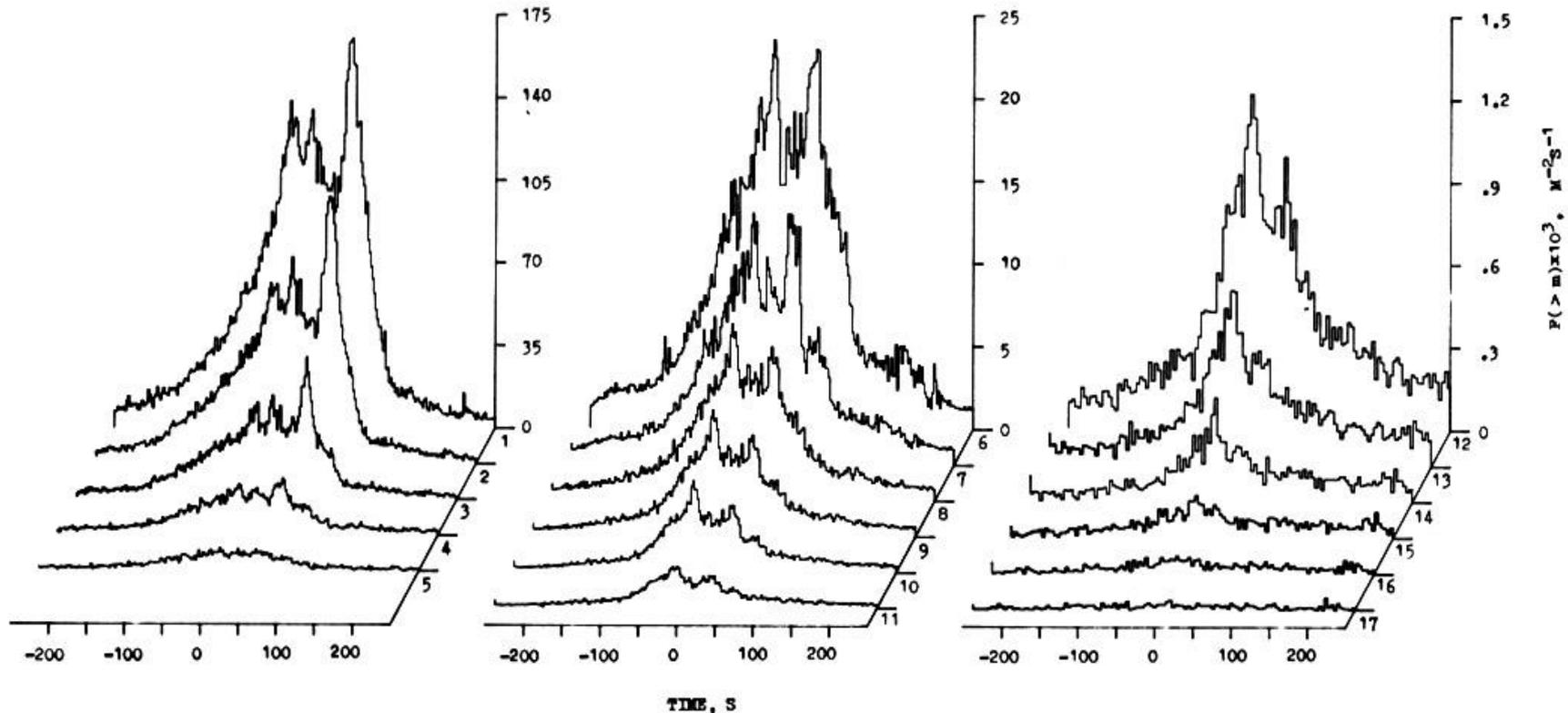


Fig. 6. Cumulative dust flux distribution in the inner dust coma, $R < 2 \cdot 10^4$ km, Vega 2. Curves 1–17: $m > 6.0 \cdot 10^{-16}$, $6.0 \cdot 10^{-15}$, $6.0 \cdot 10^{-14}$, $6.0 \cdot 10^{-13}$, $6.0 \cdot 10^{-12}$, $6.5 \cdot 10^{-13}$, $1.8 \cdot 10^{-12}$, $5.2 \cdot 10^{-12}$, $1.5 \cdot 10^{-11}$, $4.1 \cdot 10^{-11}$, $1.2 \cdot 10^{-10}$, $3.3 \cdot 10^{-10}$, $9.2 \cdot 10^{-10}$, $2.6 \cdot 10^{-9}$, $7.3 \cdot 10^{-9}$, $2.1 \cdot 10^{-8}$, and $5.8 \cdot 10^{-8}$ g, respectively

Mazets et al., A&A 187, 699, 1987

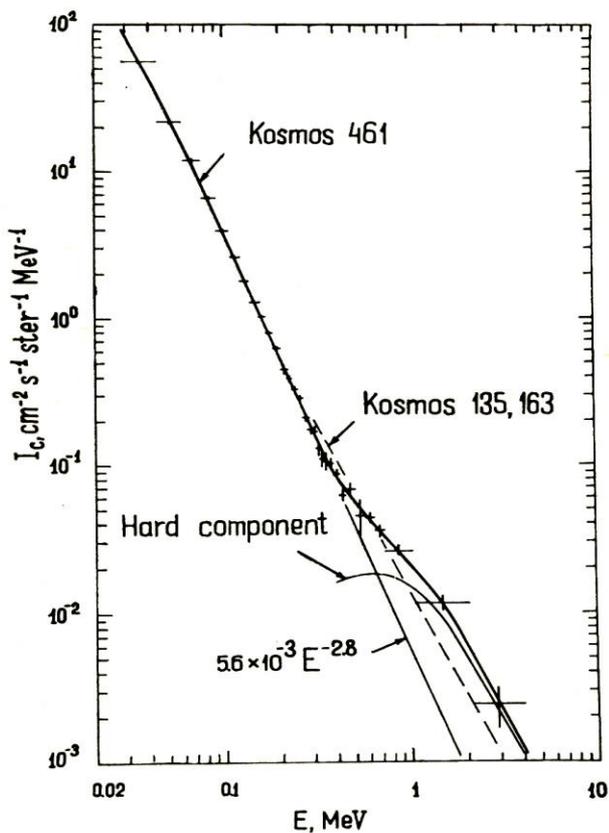
Исследование пылевой комы кометы Галлея



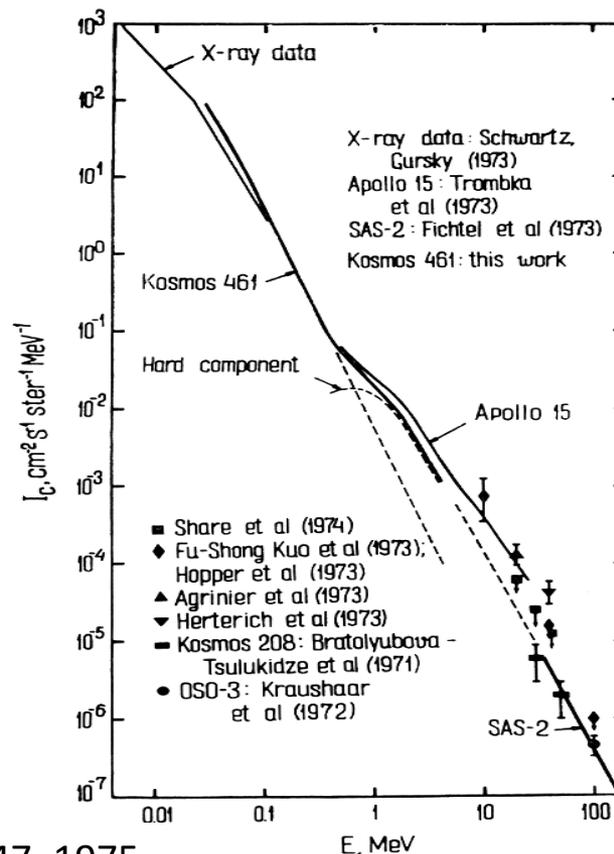
Ленинская премия (Е.П. Мазец, 1986 г.)

Исследование диффузного фона гамма-излучения

- Измерения гамма-фона в диапазоне 300 кэВ – 4 МэВ на Космос-135, -163 и 30 кэВ – 4 МэВ на Космос-461 (1971-1979 гг, детектор без экранирования).
- Впервые измерен спектр космического фона гамма-излучения в диапазоне $\sim 30 - 400$ кэВ ($dN/dE \sim E^{-2.8}$).

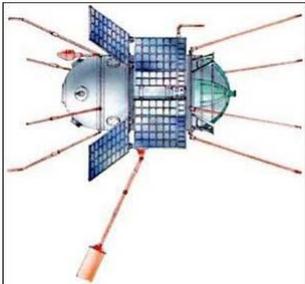
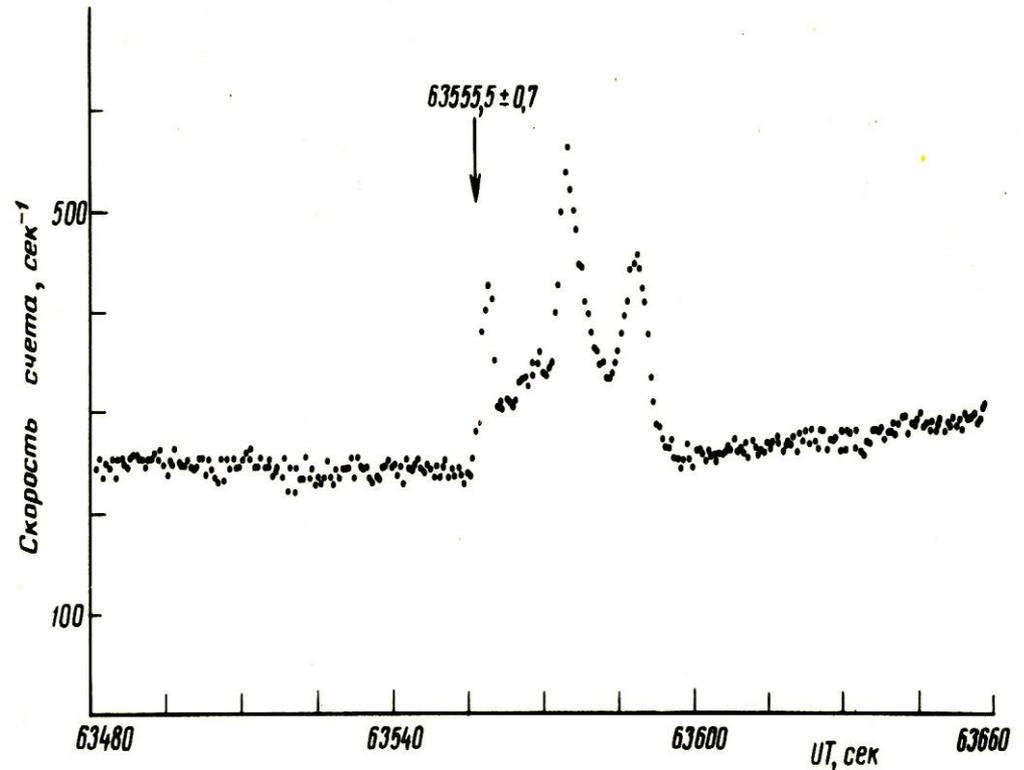
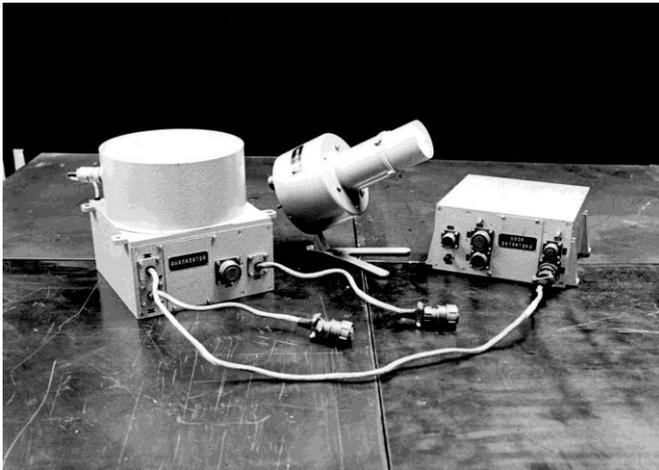


Mazets et al., Ap&SS 33, 347, 1975



Гамма-всплески

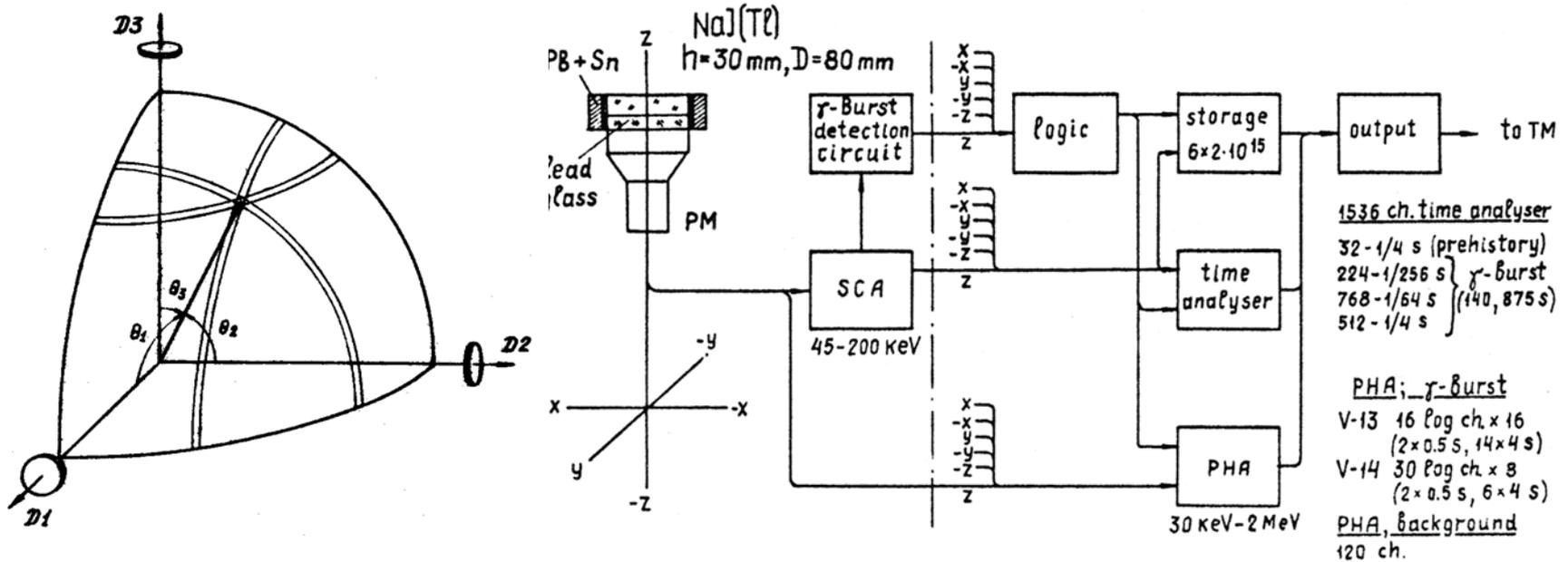
- В наблюдениях на Космос-461 получено одно из первых независимых подтверждений открытия космических гамма-всплесков: был зарегистрирован гамма-всплеск 17 января 1972 г. из каталога VELA (Klebesadel 1973)



Мазец, Голенецкий, Ильинский, Письма в ЖЭТФ 19, 126, 1974

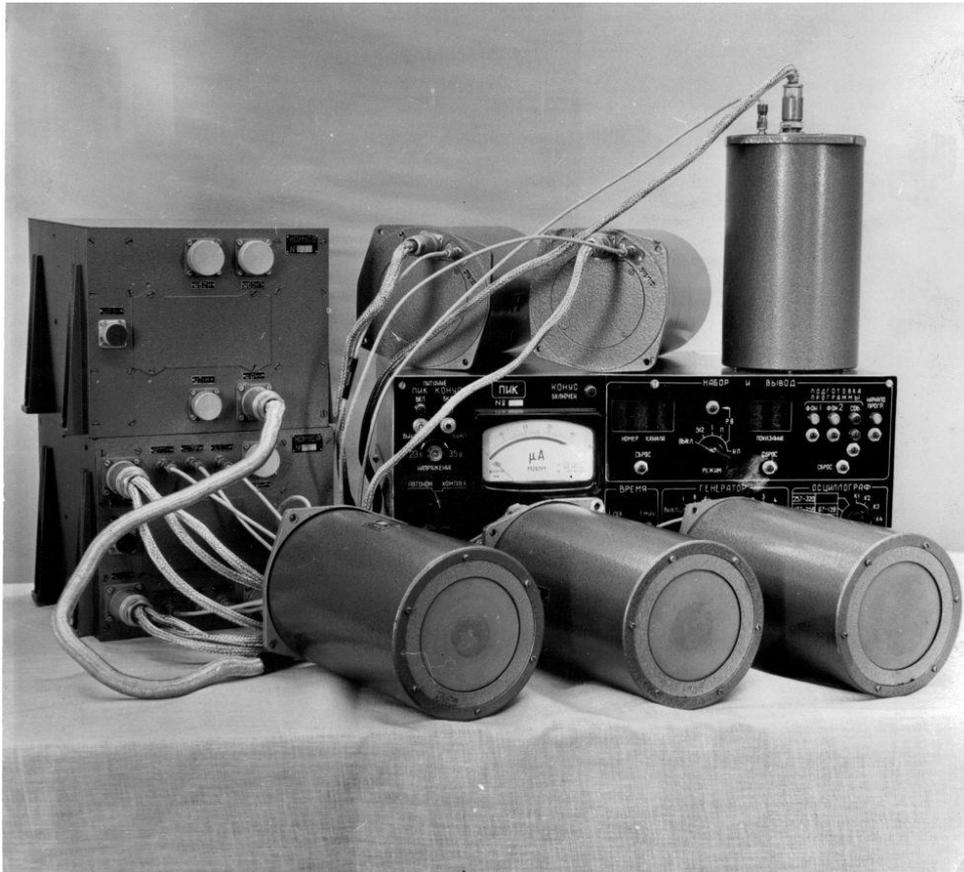
Эксперименты Конус (АМС Венера 11, 12, 13, 14)

- К концу 70 гг было зарегистрировано только несколько десятков GRB
- «Конус» - первые специализированные эксперименты по исследованию GRB
- Задачи - автономная локализация источников (6 детекторов с анизотропной чувствительностью) + триангуляция (АМС специально развелись до 60 млн км, 200 lts), исследование временных профилей, спектрометрия



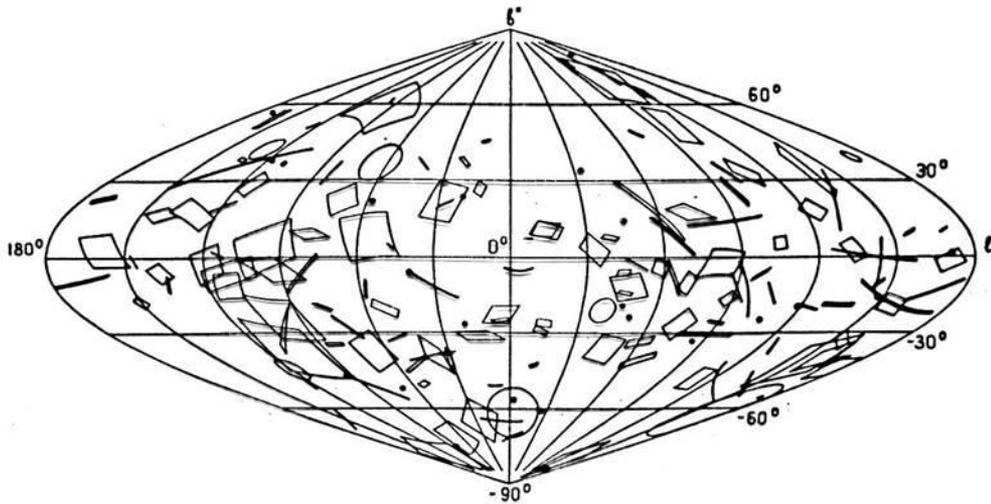
Детекторы Конус (АМС Венера 11, 12, 13, 14)

- Диапазон 30 кэВ – 2 МэВ, 30 спектральных каналов
- Врем. разрешение до 1/256 с (45-200 кэВ)

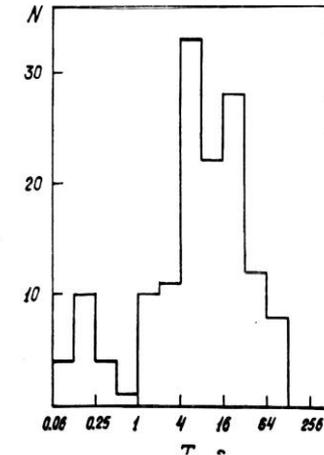


Конус (АМС Венера)– ключевые результаты

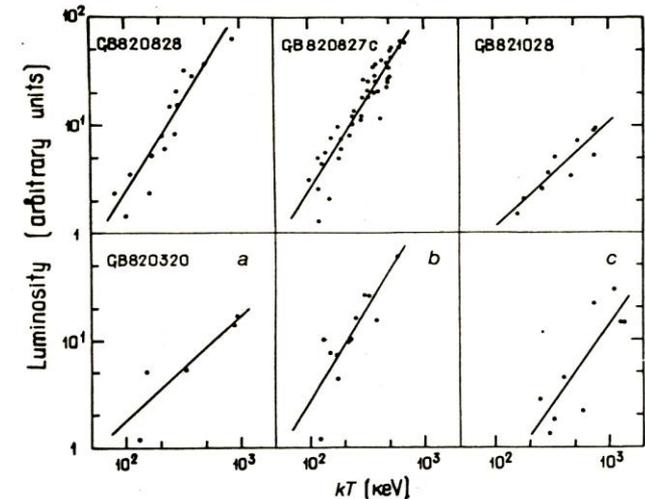
- В экспериментах «Конус» (1979-1983 гг) зарегистрировано ~150 GRB
- Впервые определены основные наблюдательные характеристики гамма-всплесков
- Бимодальное распределение всплесков по длительности, изотропное распределение источников всплесков на небесной сфере, корреляция жесткость-интенсивность



Mazets & Golenetskii, Sov. Sci. Rev., Sect. E 6, 3, 281 (1981)



Mazets et al., Ap&SS 83, 3, 1981



Golenetskii et al., Nature, 1983

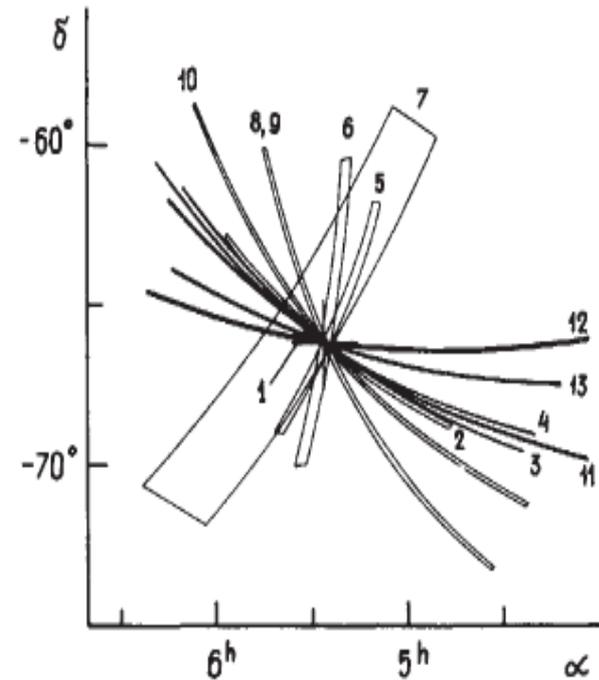
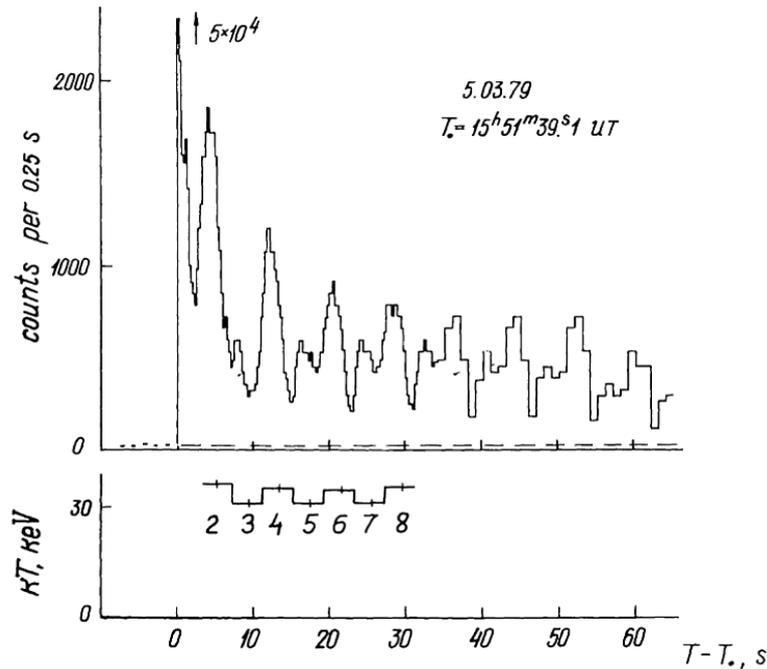
Е.П. Мазец, С.В. Голенецкий (конец 70х –начало 80 х)



Открытие мягких гамма-репитеров (SGR)

- Гигантская вспышка 5 марта 1979 г из созвездия Золотой Рыбы на (на АМС Венера-11,12) + 16 повторных мягких всплесков из того же источника (FXP 0526-66 = SGR 0526-66) – отдельный класс повторных мягких гамма всплесков
- Триангуляция 5 марта (Cline et al., ApJ, 1982) – N49, LMC, 55 крс; энергия 10^{44} эрг !

E. P. MAZETS ET AL.



SGR 0526-66, гигантский всплеск 5 марта 1979 г.
Mazets et al., Nature 282, 587, 1979

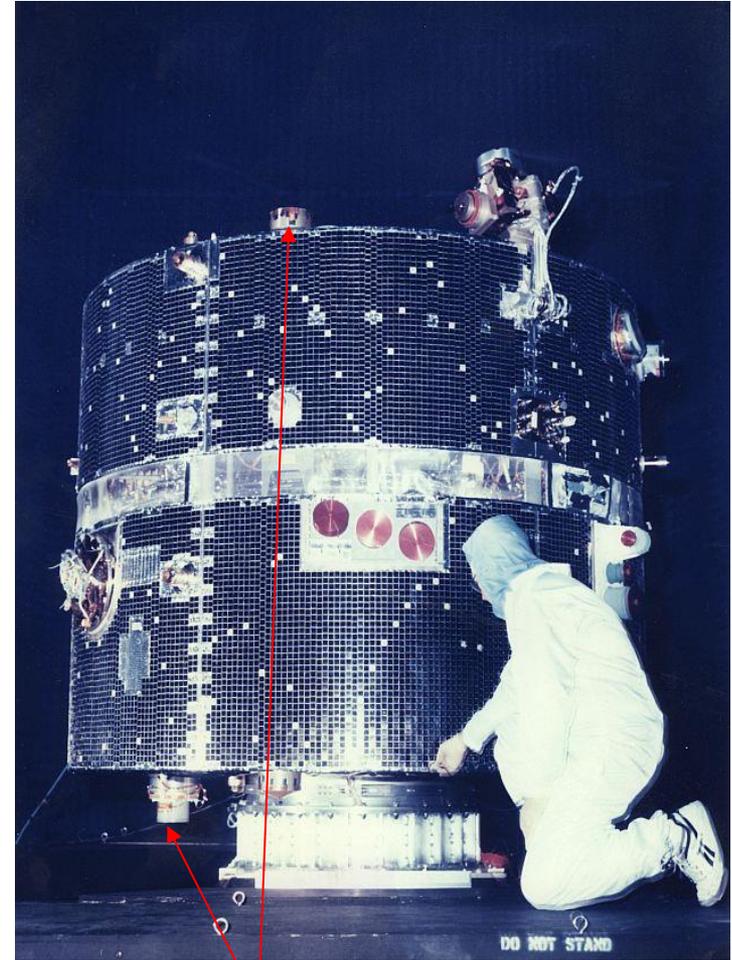
Локализация 16 повторных всплесков
источника SGR 0526-66.
Golenetskii et al., Nature 307, 41, 1984

Е.П. Мазец (Золотая Рыба)



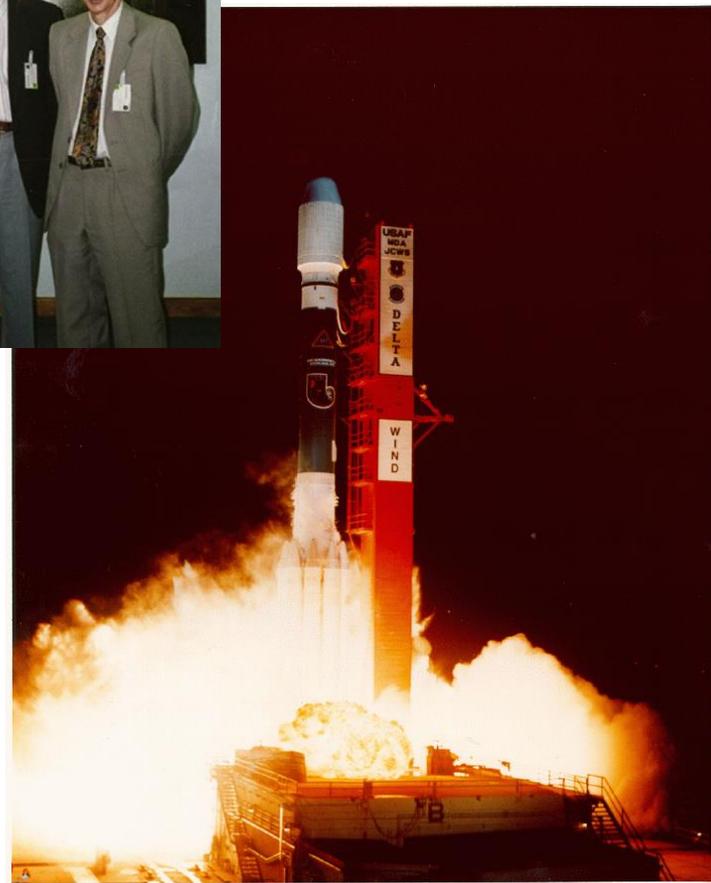
Эксперимент Konus-Wind

- ❑ Проект начат в 1990 г как часть обмена научными экспериментами с NASA
- ❑ PIs: Е.П. Мазец (ФТИ), T.L. Cline (GSFC)
- ❑ Спектрометр Конус был запущен 1 ноября 1994 г на борту космического аппарата Wind (NASA)
Более 30 лет непрерывной работы (подробнее – доклад Д.С. Свинкина)
- ❑ Включает 2 сцинтилляционных детектора, установленных на противоположных сторонах Wind (поле зрения 4π) диапазон 10 кэВ – 15 МэВ, до 10^{-7} эрг/см²
- ❑ Разработан и полностью изготовлен в ФТИ на отечественной элементной базе
- ❑ При подготовке в ФТИ пройден полный цикл испытаний по тех требованиям NASA



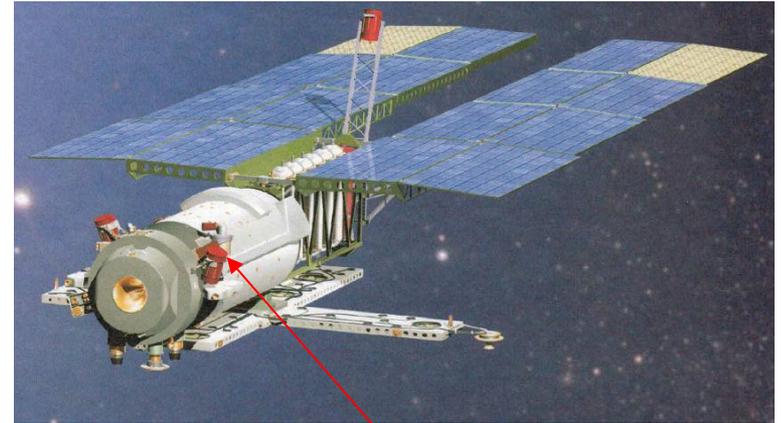
Кonus-Винд

Подготовка и запуск Конус-Wind (1990-1994)



Эксперименты 1990 - 2000 гг (Конус-А)

- Проект инициирован КБ Арсенал для реализации на серийных КА УС-ПУ в рамках конверсионной программы (доклад М.И. Кислицкого).
- Три запуска: Космос-2326 (1995-97), Космос-2367 (1999-2001), Космос-2421 (2006-2008) на орбиту 420 км, 65°
- Цель – синхронные наблюдения GRB и SGR с экспериментом Конус-Винд: автономная локализация, триангуляция спектрометрия.
- Отработка технологий, тестирование элементной базы для будущих экспериментов.
- **Аппаратура Конус-А**
 - * Спектрометрический детектор (ДС, аналогичен КВ)
 - * Детектор направления (ДН, аналогичен СПИН для первого варианта Спектр-РГ)
 - * Оптический телескоп с поворотными зеркалами (ДО), поиск транзиентов

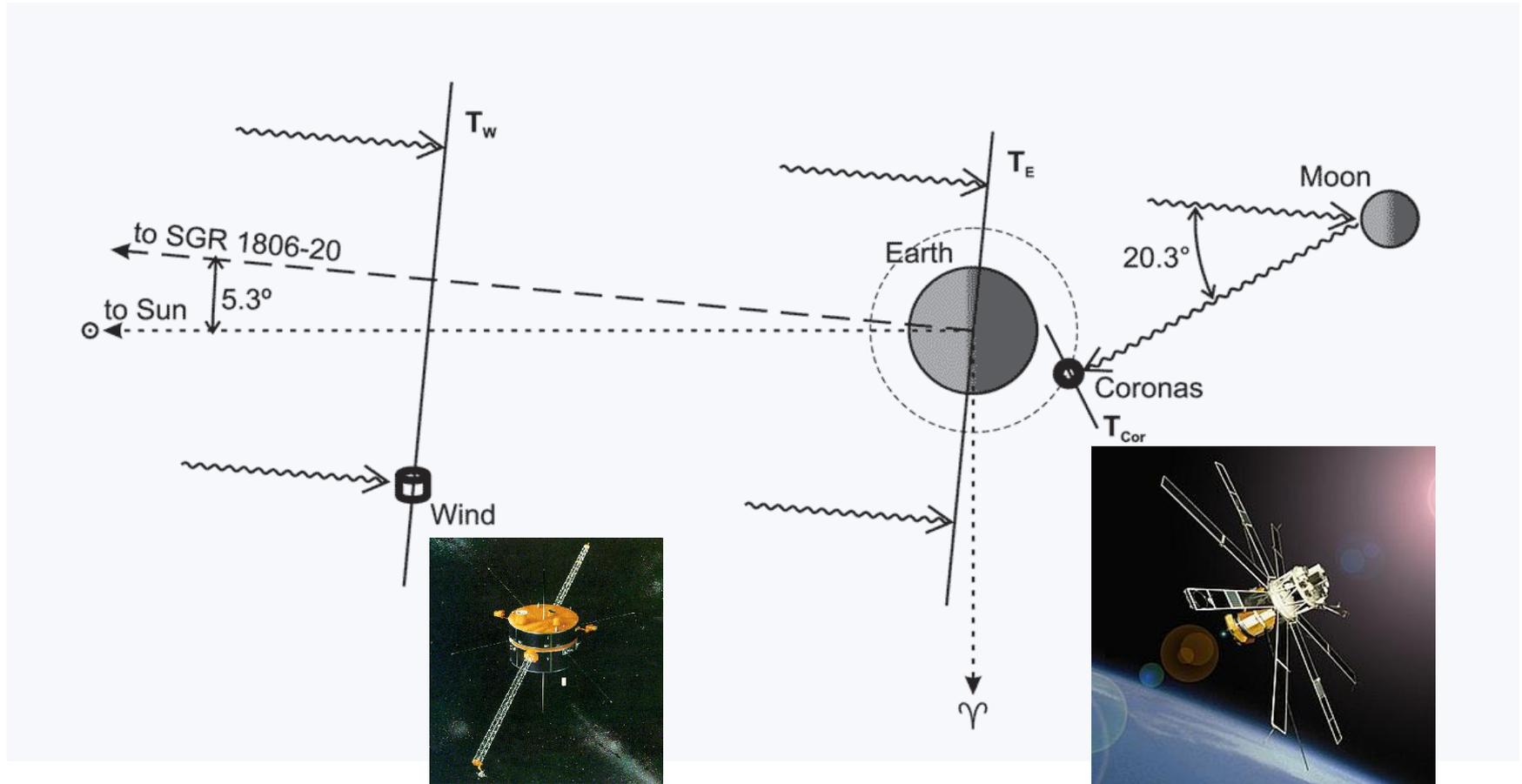


Конус-А



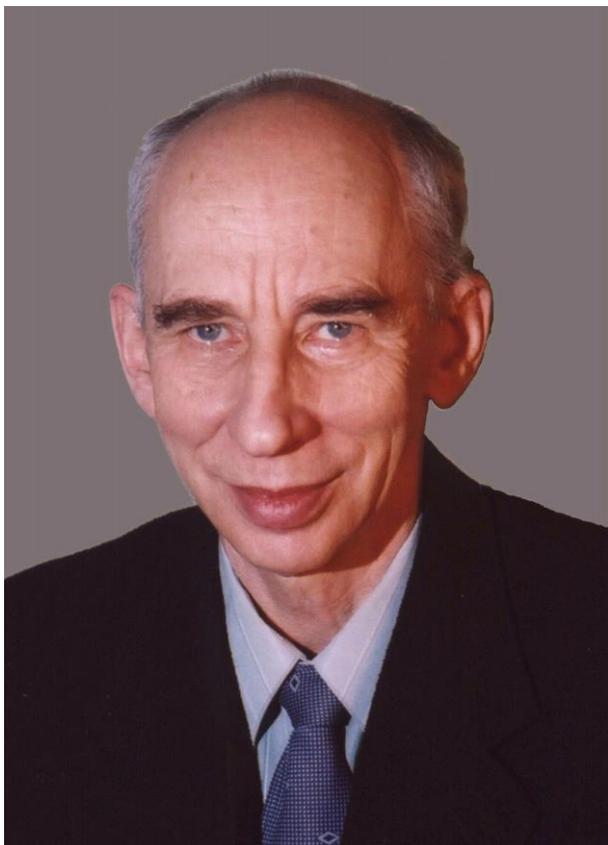
Эксперименты 1990 - 2000 гг (ГЕЛИКОН, Конус-РФ)

- Солнечные обсерватории КОРОНАС-И (1994-2000), КОРОНАС-Ф (2001-2005), Коронас-Фотон (2009), на околополярной орбите, детекторы ГЕЛИКОН близки по параметрам к Конус-Винд

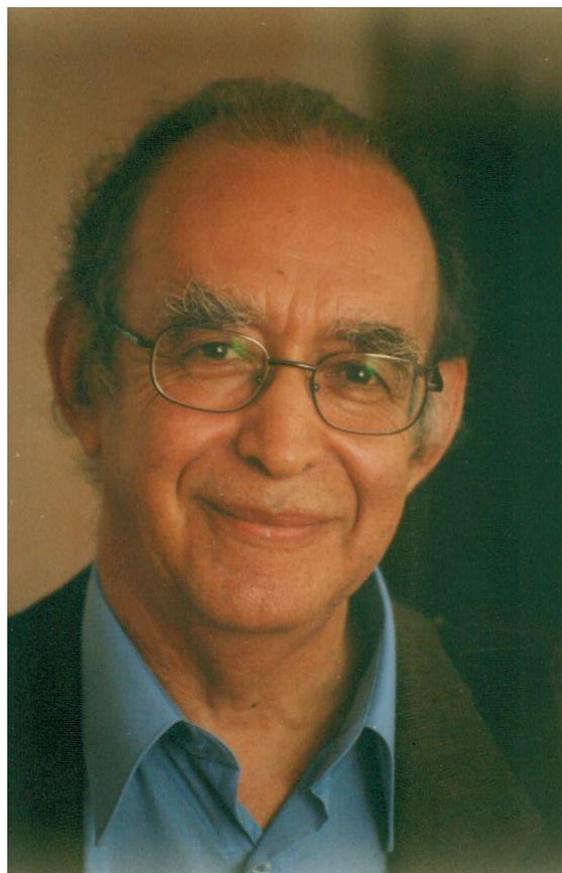


Премия Б.П. Константинова (2008 г.)





Евгений Павлович
Мазец
1929 – 2013



Рафаил Львович
Аптекарь
1936 – 2020

30 лет Конус-WIND (1994 – ...)



Следующий
доклад –
Митя Свинкин
(за кадром)

