

Аркадий Моисеевич Гальпер

1931 - 2023

# Студенты и ученики

---



29 апреля 2021 г. состоялась последняя встреча А.М. Гальпера со студентами

# Студенты и ученики

---



**РадиоАстрон**

Ковалёв Юрий  
Юрьевич  
Член-корреспондент РАН  
(ФИАН, МФТИ)

**Лекторий**  
**Земля и Вселенная**

Дата: 18.05.2018  
Время: 18:00

А.М. Гальпер регулярно участвовал во встречах со студентами и школьниками, проводил для них лекции и семинары.



# Студенты и ученики

ОТЧЕТ О РАБОТЕ  
с 1986 по 1989г.г. проф. Гальпера А.М.

1. Разработан новый курс "Космические лучи" для групп Т8-03 ,04, новый цикл "Некоторые вопросы ядерной физики и астрофизики" для группы Е-3 ФИКИ.
2. Завершены две части из трех нового учебного пособия по ядерной физике для студентов ф-тов А,Ф и некоторых групп (не по профилю нашей специальности) ф-та "Т" .
3. Продолжал чтение курсов "Ядерная физика" (поток Ф6), "Основы физики элементарных частиц" совместно с доц. Добрецовым Ю.П. (поток А9), А8). "Основы ядерной физики (поток А9), "Космические лучи" (Т8), "Некоторые вопросы ядерной физики" (ФИКИ).
4. Выступление перед абитуриентами, лекции по программе школьного университета Красногвардейского р-на г. Москвы.
5. Куратор, *радиовещания аспирантов (~10)*.
6. Направления научной деятельности:
  - космическое гамма-излучение (гамма-астрономия) завершается подготовка телескопа "Гамма-1", первого эксперимента по изучению линейчатого гамма-излучения.
  - высокоэнергичные частицы захваченные в радиационном поясе Земли. Исследование зарядового, энергетического пичч-углового распределения, корреляция связи.

*AS*  
*15.11.89.*

А.М. Гальпер является автором курсов, читаемых в НИЯУ МИФИ и сегодня:

- *Космические лучи*
- *Ядерная физика*
- *Основы физики элементарных частиц*
- *Природа тёмной материи*

arXiv > astro-ph.HE

Search... All fields Search

Help | Advanced Search

## High Energy Astrophysical Phenomena

- New submissions
- Cross-lists
- Replacements

See recent articles

Total of 33 entries  
Showing up to 2000 entries per page: fewer | more | all

New submissions for Friday, 28 June 2024 (showing 13 of 13 entries)

[1] arXiv:2406.18637 [pdf, html, other]

**Rapid Mid-Infrared Spectral-Timing with JWST. I. The prototypical black hole X-ray Binary GRS 1915+105 during a MIR-bright and X-ray-obscured state**  
P. Gandhi (Univ. Southampton), E.S. Borowski, J. Byrom, R.I. Hynes, T.J. Maccarone, A.W. Shaw, O.K. Adegoke, D. Altamirano, M.C. Baglio, Y. Bhargava, C.T. Britt, D.A.H. Buckley, D.J.K. Buisson, P. Casella, N. Castro Segura, P.A. Charles, J.M. Corral-Santana, V.S. Dhillon, R. Fender, A. Gürpide, C.O. Heinke, A.B. Igl, C. Knigge, S. Markoff, G. Mastroserio, M.L. McCollough, M. Middleton, J.M. Miller, J.C.A. Miller-Jones, S.E. Motta, J.A. Palce, D.D. Pawar, R.M. Plotkin, P. Pradhan, M.E. Ressler, D.M. Russell, T.D. Russell, P. Santos-Sanz, T. Shahbaz, G.R. Sivakoff, D. Steeghs, A.J. Tetarenko, J.A. Tomsick, F.M. Vinciguerra, M. George, M. Gurwell, R. Rao  
Comments: Dedicated to the memory of our colleague, Tomaso Belloni. Submitted 2024 June 21. Comments welcome  
Subjects: High Energy Astrophysical Phenomena (astro-ph.HE), Solar and Stellar Astrophysics (astro-ph.SR)

We present mid-infrared (MIR) spectral-timing measurements of the prototypical Galactic microquasar GRS 1915+105. The source was observed with the Mid-Infrared Instrument (MIRI) onboard JWST in June 2023 at a MIR luminosity  $L(\text{MIR}) \sim 10^{36}$  erg/s exceeding past IR levels by about a factor of 10. By contrast, the X-ray flux is much fainter than the historical average, in the source's now-persistent 'obscured' state. The MIRI low-resolution spectrum shows a plethora of emission lines, the strongest of which are consistent with recombination in the hydrogen Pfund (P) series and higher. Low amplitude (~1%) but highly significant peak-to-peak photometric variability is found on timescales of ~1,000 s. The brightest P(6-5) emission line lags the continuum. Though difficult to constrain accurately, this lag is commensurate with light-travel timescales across the outer accretion disc or with expected recombination timescales inferred from emission line diagnostics. Using the emission line as a bolometric indicator suggests a moderate (~5-30% Eddington) intrinsic accretion rate. Multiwavelength monitoring shows that JWST caught the source close in-time to unprecedentedly bright MIR and radio long-term flaring. Assuming a thermal bremsstrahlung origin for the MIRI continuum suggests an unsustainably high mass-loss rate during this time unless the wind remains bound, though other possible origins cannot be ruled out. PAH features previously detected with Spitzer are now less clear in the MIRI data, arguing for possible destruction of dust in the interim. These results provide a preview of new parameter space for exploring MIR spectral-timing in XRBs and other variable cosmic sources on rapid timescales.

[2] arXiv:2406.18663 [pdf, html, other]

**Enhanced particle acceleration in a pulsar wind interacting with a companion**  
Valentina Richard Romei, Benoit Cerutti  
Comments: 11 pages, 11 figures, accepted for publication in Astronomy and Astrophysics  
Subjects: High Energy Astrophysical Phenomena (astro-ph.HE)

Pulsar winds have been shown to be preferred sites of particle acceleration and high-energy radiation. Numerous studies have been conducted to better characterize the general structure of such relativistic plasmas in isolated systems. However, many pulsars are found in binary systems and there are currently no ab initio models available that would include both the pulsar magnetosphere and the wind of the pulsar in interaction with a spherical companion. We investigate the interaction between a pulsar wind and a companion to probe the rearrangement of the pulsar wind, assess whether it leads to an enhancement of particle acceleration, and predict the high-energy radiative signature that stems from this interaction. We perform two-dimensional equatorial particle-in-cell simulations of an inclined pulsar surrounded by a spherical, unmagnetized, perfectly conducting companion settled in its wind. We find that the presence of the companion significantly alters the structure of the wind. When the companion lies beyond the fast magnetosonic point, a shock is established and the perturbations are advected in a cone behind the companion. We observe an enhancement of particle acceleration due to forced reconnection as the current sheet reaches the companion surface. Hence, high-energy synchrotron radiation is also amplified. The orbital light curves display two broad peaks reaching up to 14 times the high-energy pulsed flux emitted by an isolated pulsar magnetosphere. These effects increase with the growth of the companion size and with the decrease of the pulsar-companion separation. The present study suggests that a pulsar wind interacting with a companion induces a significant enhancement of high-energy radiation that takes the form of an orbital-modulated hollow cone of emission, which should be detectable by galactic-plane surveys, possibly with long-period radio transient counterparts.



# Студенты и ученики

ОТЧЕТ О РАБОТЕ  
с 1986 по 1989г.г. проф. Гальпера А.М.

1. Разработан новый курс "Космические лучи" для групп Т8-03 ,04, новый цикл "Некоторые вопросы ядерной физики и астрофизики" для группы Е-3 ФКП.
2. Завершены две части из трех нового учебного пособия по ядерной физике для студентов ф-тов А,Ф и некоторых групп (не по профилю нашей специальности) ф-та "Т".
3. Продолжал чтение курсов "Ядерная физика" (поток Ф6), "Основы физики элементарных частиц" совместно с доц. Добрецовым Ю.П. (поток А9), А8). "Основы ядерной физики (поток А9), "Космические лучи" (Т8), "Некоторые вопросы ядерной физики" (ФКП).
4. Выступление перед абитуриентами, лекции по программе школьного университета Красногвардейского р-на г. Москвы.
5. Куратор, *радиоволны асимптоты (~10)*
6. Направления научной деятельности:
  - космическое гамма-излучение (гамма-астрономия) завершается подготовка телескопа "Гамма-1", первого эксперимента по изучению линейчатого гамма-излучения.
  - высокоэнергичные частицы захваченные в радиационном поясе Земли. Исследование зарядового, энергетического пичч-углового распределения, корреляция связи.

*15.11.89.*

А.М. Гальпер является автором учебных пособий по ядерной физике и космическим лучам, неоднократно печатал статьи в научно-популярных журналах.

**МИФИ** МОСКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (государственный университет)

**А.М. Гальпер**

**КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ**


Москва 2002

**КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ**

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ 1988/4

**А.М. Гальпер, Б.И. Лучков**

**НЕОБЫЧНЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ ЛЕБЕДЬ X-3**



**ЗНАНИЕ**  
НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

**ФИЗИКА**

**РАДИАЦИОННЫЙ ПОЯС ЗЕМЛИ**

A. M. GALPER  
Московский инженерно-физический институт

**1. ВВЕДЕНИЕ**

Область ближайшего окрестного космического пространства в виде кольца, окружающего Землю, в которой сосредоточены огромные потоки протонов и электронов, захваченных магнитным полем Земли, получила название радиационного пояса Земли (РПЗ). За рубежом ее обычно называют поясом Ван Алена. РПЗ был открыт американскими и советскими учеными в 1957-1958 годах [1, 2]. С тех пор космос был пронизан огромным количеством экспериментов, позволивших получить основные сведения о структуре РПЗ. Радиационные пояса наиболее широко существуют у планет, обладающих магнитным полем и атмосферой. Были обнаружены у Юпитера, Сатурна и Марса.

Что же такое РПЗ? Конечно это невидимая для глаза структура космоса, представляющая собой сложную картину. Детальное магнитное поле Земли — это набор взаимодействующих магнитных оболочек. Его структура напоминает луну-

**Дискретные источники гамма-квантов**

Бурное развитие техники космических полетов, свидетельствую о том, что мы являемся, прямо и косвенно, исследователями космоса. Одной из новых научных направлений является гамма-астрономия, изучающая космические лучи с энергиями от нескольких десятков тысяч до сотен миллиардов электронвольт. Землю, воздушный океан покрывает практически все излучающее вещество, которое приходит из космического пространства. Только видимый свет и радиоволны достигают Земли в значительном количестве. Поэтому космические гамма-кванты — высокоэнергичную часть электромагнитного излучения — можно регистрировать лишь в верхней части атмосферы или за ее пределами. Есть и другая причина, заставляющая поднимать аппаратуру на большую высоту. Это — огромный поток вторичных гамма-квантов, который возникает при взаимодействии космических лучей с атомами газов атмосферы. Вторичный поток в гору более атмосферы настолько велик, что первичное космическое гамма-излучение устремляется в нее. Вот почему приборы, регистрирующие гамма-кванты, устанавливаются на высотах эростатах, искусственных спутниках Земли и орбитальных станциях. Дальнолет энергий гамма-квантов очень велик. Его установка подразделяется на четыре интервала: мягкие гамма-кванты (энергии от 0,1 до 10 МэВ), энергичные (10 МэВ — 1 ГэВ), жесткие (1—100 ГэВ) и сверхжесткие (более 100 ГэВ). Заметно, что малая энергия космических гамма-квантов составляет 10<sup>11</sup> эв, а топора или на километры, ускоритель можно получить гамма-кванты с энергией около 10<sup>11</sup> эв.

К настоящему времени проведены

наблюдения многих космических объектов в различных интервалах гамма-диапазона. Но прежде чем перейти к рассмотрению результатов наблюдений и того, что они дают для астрофизики, остановимся на методе регистрации космических гамма-квантов.

Как измерить космическое гамма-излучение

Хотя все основные инструменты современной астрономии — прямо и косвенно — являются гамма-телескопами, они не измеряют своего собственного борта. В них нет ни линз, ни преломляющих сред. Скорее, они по сути не те телескопы, приборы, которые используются в ядерной физике. И это не случайно, так как методы регистрации гамма-квантов и заряженных частиц в гамма-телескопах — разные. Поскольку гамма-квант — нейтральная частица, в гамма-телескопе вводится конвертор, где гамма-квант создает заряженные частицы. В конверторе, который чаще всего служит слоем свинца, мягкое гамма-излучение рассеивается на электронах (фотоэффект), а более энергичные превращаются в пары — электроны и позитроны (образование пар). Регистрация электронами, позитронами или жонглированием, или комбинацией пар, осуществляется уже с помощью различных счетчиков — черенковских, сцинтилляционных, кристаллических и т.д. Далее, счетчики вместе с конвертором и составляют гамма-телескоп. Но такой телескоп будет считать и заряженные космические частицы, поток которых в тысячи раз превосходит

# Годы учёбы

Копия

Приложение к диплому № 3 № 776506

ЗАПИСКА ИЗ ЗАЧЕТНОЙ ВЕДОМОСТИ  
/без диплома не действительна/

Тов. ГАЛЬПЕР Аркадий Моисеевич за время пребывания в  
Московском инженерно-физическом институте с 1948 года по  
1954 год сдал следующие дисциплины:

№ п/п :	Наименование дисциплины	: оценки
1.	Основы марксизма-ленинизма	отлично
2.	Политэкономия	отлично
3.	Экономика промышленности	отлично
4.	Иностранный язык	отлично
5.	Математика	отлично
6.	Физика	отлично
7.	Химия	отлично
8.	Аналитическая химия	зачет
9.	Черчение	отлично
10.	Начертательная геометрия	отлично
11.	Теоретическая механика	отлично
12.	Сопротивление материалов	отлично
13.	Электротехника	отлично
14.	Детали приборов с проектом	отлично
15.	Теория механизмов и машин	отлично
16.	Электродинамика ч.ч. 1,2	отлично
17.	Термодинамика и статистика	отлично
18.	Квантовая механика	отлично
19.	Радиотехника	отлично
20.	Линейная электроника	отлично
21.	Спец. электроника	зачет
22.	Прикладная электроника	отлично
23.	Сплошные среды	зачет
24.	Спец. физика-1	отлично
25.	Спец. физика-2	отлично
26.	Спец. металлургия и спец. химия	отлично
27.	Спец. курс-1	отлично
28.	Спец. курс-2	зачет
29.	Теплопередача	отлично
30.	Техника безопасности	отлично
31.	Вакуумная технология	зачет
32.	Слесарные мастерские	зачет
33.	Гражданское воспитание и спорт	зачет

Выполнил и защитил дипломный проект на спец. тему с оценкой  
**О Т Л И Ч Н О**

Директор института  
доктор физико-математических наук - *Подпись* К. Шалимова  
Зам. декана инженерно-физического  
факультета *Подпись* Э. Топоркова  
секретарь факультета *Подпись* Н. Дреева

г. Москва "18" апреля 1954 г.  
Регистрационный № 245

*Гальпер*

С 1948 по 1954 годы являлся студентом МИФИ, закончил институт с отличием.



Специально не выбирал МИФИ для учёбы, подал документы вместе с другом.



# Практика

---



Научный руководитель: Артемий Исаакович Алиханян.

Место работы: Экспериментальная база Института Физики на горе Арагац (3300 м над уровнем моря).

Дипломный проект выполнялся в 1953-1954 гг. в Институте Физики Армянской Академии Наук (г. Ереван).

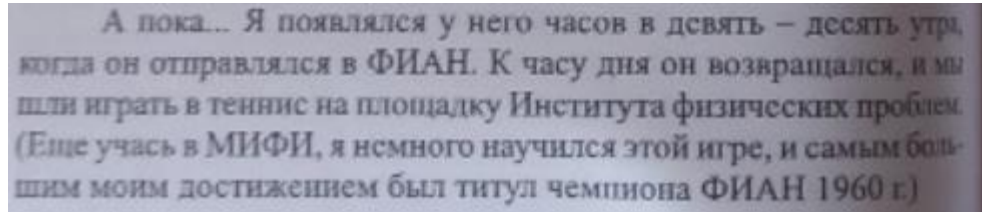


# После практики

---

Младший научный сотрудник Физического института АН Армянской ССР (1954-1955)

Из воспоминаний:

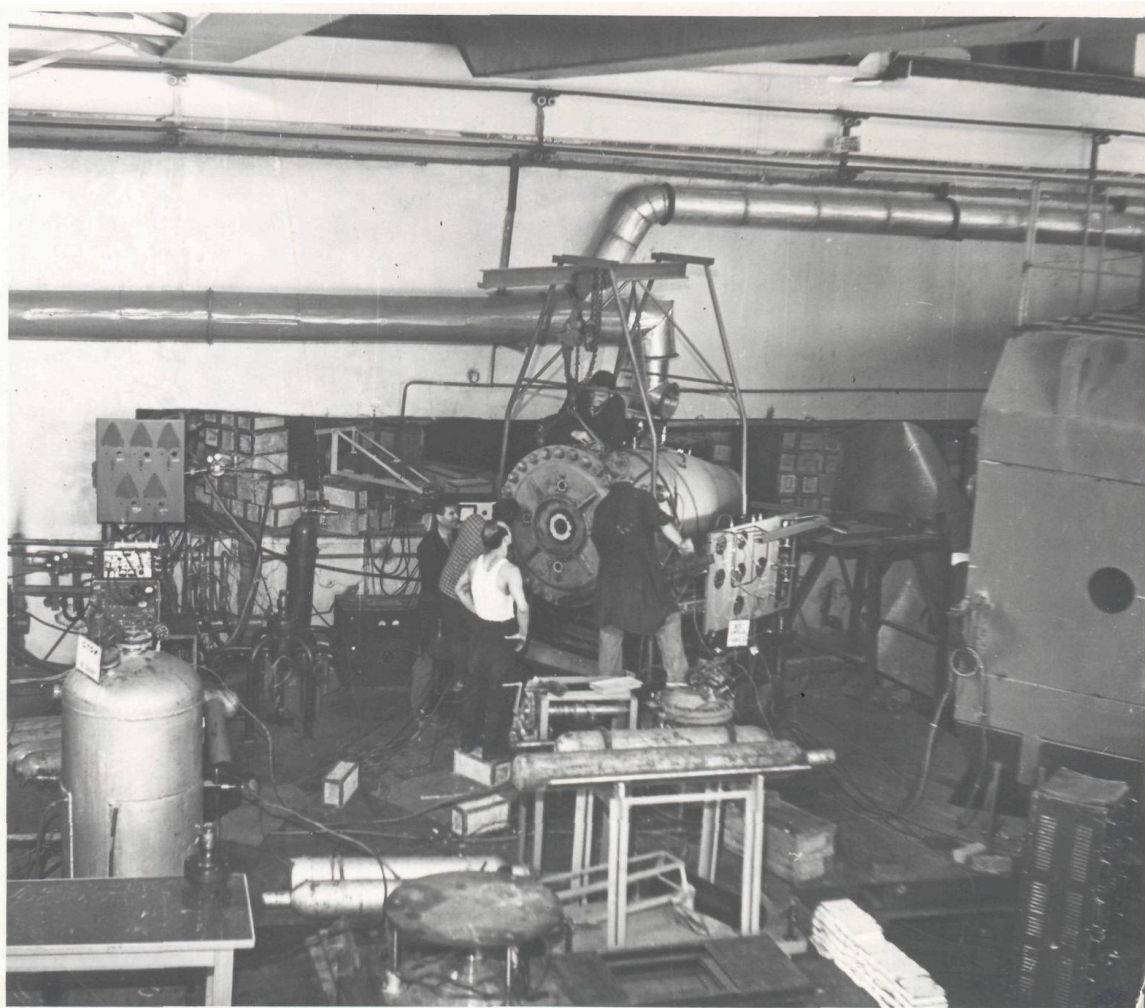


А пока... Я появлялся у него часов в девять – десять утра, когда он отправлялся в ФИАН. К часу дня он возвращался, и мы шли играть в теннис на площадку Института физических проблем. (Еще учась в МИФИ, я немного научился этой игре, и самым большим моим достижением был титул чемпиона ФИАН 1960 г.)

А пока ... Я появлялся у него (прим. А.И. Алиханяна) часов в девять-десять утра, когда от отправлялся в ФИАН. К часу дня он возвращался и мы шли играть в теннис на площадку Института физических проблем. (Ещё учась в МИФИ, я немного научился этой игре, и самым большим моим достижением был титул чемпиона ФИАН 1960 г.)



# Практика



Инженер Электрофизической лаборатории АН (позднее  
Лаборатории Высоких энергий, Объединённый институт  
ядерных исследований, г. Дубна, 1956-1959)

А.С.Александрян, А.Н.Алиханян, М.М.Верещев, А.Н.Гальпер,  
В.Г.Кириллов-Угрюмов, Л.П.Котенко, Л.А.Кузин,  
Е.П.Кузнецов, Г.И.Мерзон.

ФРЕОНОВАЯ ПУЗЫРЬКОВАЯ КАМЕРА ОБЪЕМОМ 570 ЛИТРОВ \*

Успехи, достигнутые за последние годы в области исследования взаимодействия частиц высокой энергии и распадных свойств нестабильных частиц во многом обязаны прогрессу в камерной технике. В настоящее время в лабораториях всего мира отмечается тенденция к увеличению размеров пузырьковых камер, что позволяет резко поднять эффективность регистрации редких процессов, ускорить накопление данных при одинаковых затратах времени и получить значительно более богатую информацию о свойствах изучаемых явлений.

Создание пузырьковых камер больших размеров встречает ряд технических трудностей; как например, проблемы быстрого сброса и подачи высокого давления, прочности стекла, освещения и фотографирования рабочего объема. Тем не менее преодоление этих трудностей целиком оправдывается, поскольку в сильной степени расширяется круг доступных к изучению явлений.

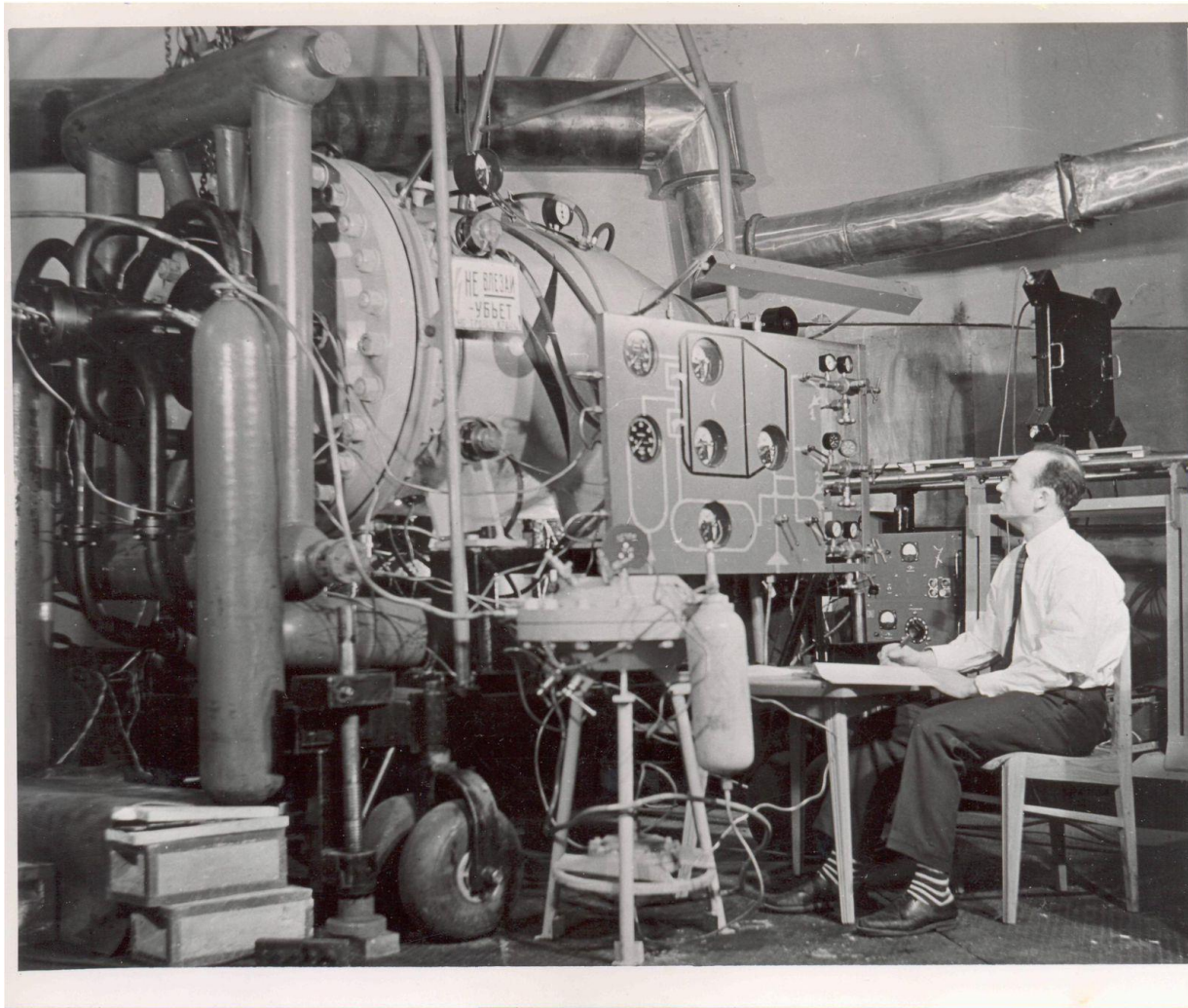
В настоящей работе описывается камера объемом 570 литров, заполненная смесью фреона-12 и фреона-13 (рис.1).

\* Доложена на Международной конференции по ускорителям и физическим приборам в ЦЕРН в 1959 г.

С 1959 г. – аспирант МИФИ, научный руководитель, в то время доцент  
В. Г. Кириллов-Угрюмов; продолжает вести научную работу в ОИЯИ

# Практика

---



## Первый цикл работ (1959 – 1966 гг.)

Впервые было показано, что в нелептонных распадах долгоживущего каона выполняется правило  $\Delta T=1/2$ . Экспериментально доказано существование распада нейтрального каона на три нейтральных пиона.

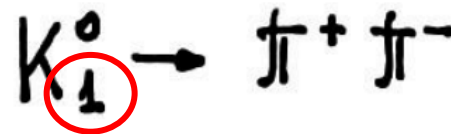
Долго время результаты были включены в известный справочник о элементарных частицах PDG.



# Кандидатская диссертация



В 1964 году Джеймс Кронин и Вал Фитч из BNL обнаружили распад  $K_L$  на два пиона.  
Нобелевская премия 1980 г.



В 1964 г. защищена кандидатская диссертация на тему «Нелептонные распады долгоживущего нейтрального  $K_2^0$  – мезона».

б) Регенерация  $K_1^0$  – мезона с рождением  $\pi^0$  – мезона.

При обсуждении процесса регенерации  $K_1^0$  – мезонов (см. Гл. III, § 2) указывалось, что при среднем импульсе  $K_2^0$  – мезонов около 350 + 400 МэВ/с регенерация не может сопровождаться рождением  $\pi^0$  – мезона. При максимальном значении импульса налетающих  $K_2^0$  – мезонов, равном 600 МэВ/с, рождение  $\pi^0$  – мезона на нуклоне становится энергетически возможным, хотя и остается в 50 раз менее вероятным, чем регенерация без рождения  $\pi^0$  – мезона. Однако, регенерация на внутриядерных нуклонах составляет небольшую долю от дифракционной и трансмиссионной регенераций на ядрах, поэтому число 50 следует увеличить еще в несколько раз. При обработке экспериментального материала было найдено 128 событий, интерпретированных как распад  $K_1^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ . Учитывая, что эффективность регистрации  $\gamma$  – квантов от распада  $K_1^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$   $\omega \sim 0,4$ , можно утверждать, что из 46 отобранных  $V$  – событий с электронно-позитронной парой не более 0,1 случаев можно объяснить процессом регенерации  $K_1^0$  – мезона с одновременным рождением  $\pi^0$  – мезона. Таким образом, этот процесс практически не дает вклада в отобранные события.

в) Распад  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ e^- \nu$ .

Электрон или позитрон, возникший в распаде  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ e^- \nu$  может рассеяться на малый угол с излучением тормозного  $\gamma$  – кванта. Параметр сходности подобного  $\gamma$  – кванта будет



# Преподавательская карьера

## ХАРАКТЕРИСТИКА

Доцента кафедры Экспериментальной ядерной физики  
МИФИ ГАЛЬПЕРА Аркадия Моисеевича.

Тов. Гальпер А.М., 1931 года рождения, еврей, член КПСС с 1962г., образование высшее, в 1954 окончил с отличием Московский ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физический институт. После окончания института работал младшим научным сотрудником Института физики АН Арм.ССР, а затем с 1956г. по 1959г. - инженером в Объединенном институте ядерных исследований.

В 1959г. был принят в аспирантуру МИФИ. После окончания аспирантуры работал в Проблемной лаборатории Физики Частиц Высоких Энергий при кафедре Экспериментальной ядерной физики МИФИ в должности старшего инженера. С 1964г. работает на той же кафедре в должности старшего преподавателя, [затем доцента и зам. зав. кафедрой.] В 1964г. А.М. Гальпер защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а в 1973г. доктора физико-математических наук.

Тов. Гальпер А.М. является высококвалифицированным преподавателем. Начиная с 1959г. ведет практические занятия со студентами, руководит учебно-исследовательской работой, дипломным проектированием. Более десяти лет читает лекции по ядерной физике на старших курсах факультетов автоматики, физикотехническом, на факультете повышения квалификации преподавателей. Он является соавтором учебного пособия по Курсу основ ядерной физики и техники. [Руководит стажерами и аспирантами. Под его руководством три аспиранта защитили кандидатские диссертации.]

Наряду с повседневной педагогической деятельностью т. Гальпер А.М. ведет большую научно-исследовательскую работу. Он является специалистом высокой квалификации в области физики космических лучей и астрофизики высоких энергий и руководит отделом в Проблемной лаборатории Физики Частиц Высоких Энергий. Результаты научно-исследовательских работ неоднократно докладывались на различных научных конференциях в нашей стране и за рубежом. [Имеет 67 печатных работ. А.М. Гальпер является членом Научного совета АН СССР по комплексной проблеме "Космические лучи", членом бюро Научного совета АН СССР по "Внеатмосферной астрономии" и председателем гамма-секции этого совета.]

Тов. Гальпер А.М. активно участвует в общественной жизни института, являясь членом комиссии парткома по проверке деятельности администрации, пропагандистом и куратором. В 1973г. окончил Университет Марксизма-Ленинизма при МГУ КПСС. В настоящее время продолжает учебу на третьем курсе университета.

Награжден медалью "За доблестный труд в ознаменование 100 летия со дня рождения В.И. Ленина".

В 1974г. награжден нагрудным знаком "Победитель социалистического соревнования 1973 года".

Характеристика дана для представления в Ученый Совет МИФИ.

РЕКТОР ИНСТИТУТА

В. Колосашкин.

СЕКРЕТАРЬ ПАРТКОМА

Ю. Чернышев.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ МЕСТКОМА

Т. Петрова.

Все оставшиеся годы является преподавателем в МИФИ

07.1964

12.1966

Старший преподаватель

12.1966

03.1975

Доцент

03.1975

Профессор

стр. 1

стр. 2

стр. 3

стр. 4

стр. 5

стр. 6

стр. 7

И.О.И.К.

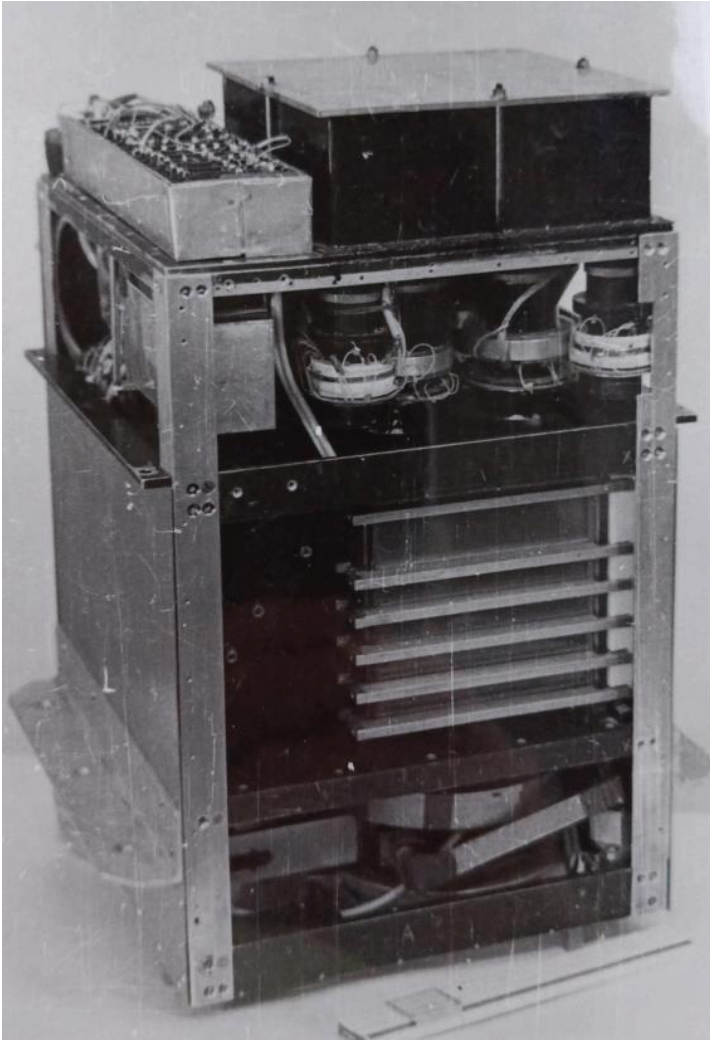
И.О.И.К.

И.О.И.К.

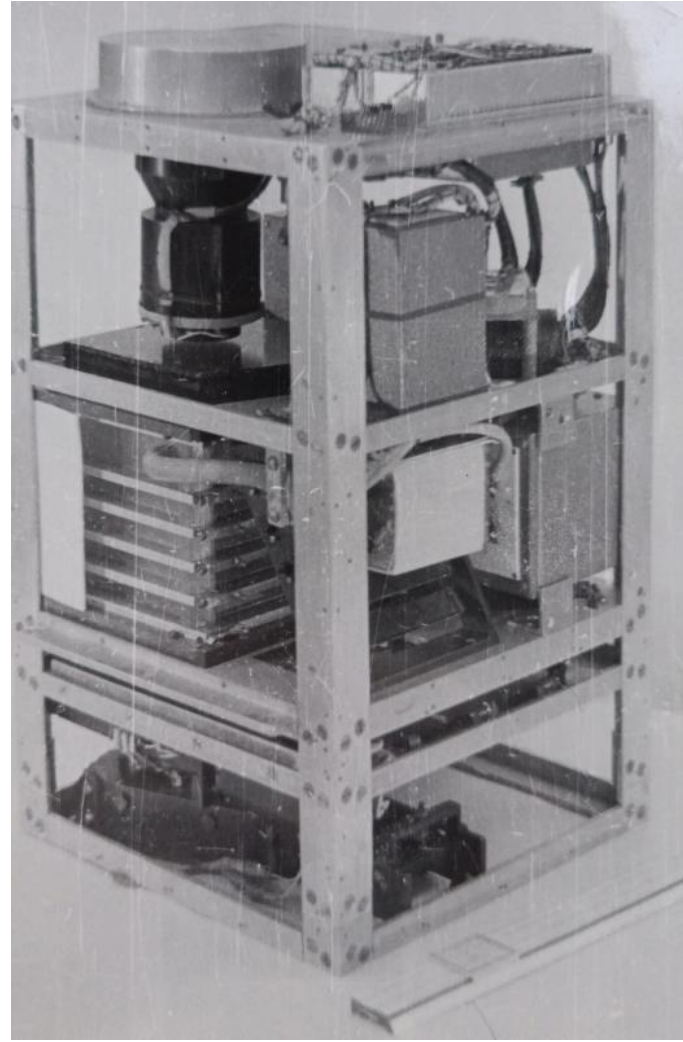
14/5-75.

# Серия приборов Анна (8 экземпляров)

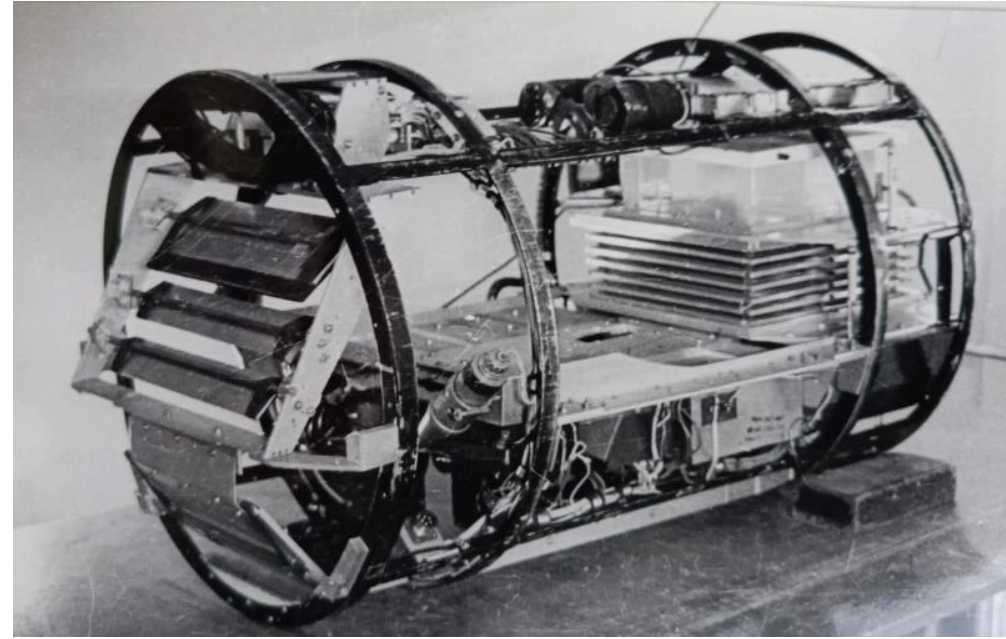
---



Анна-I



Анна-II



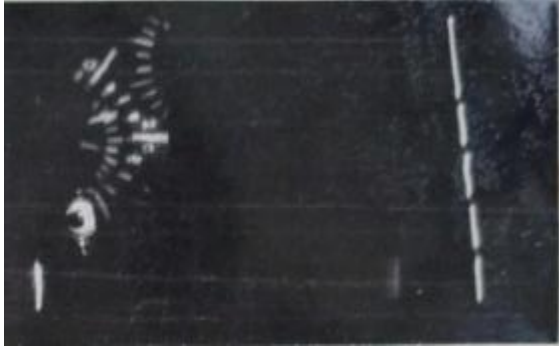
Анна-IV

Приборы Анна-I и Анна-IV позволяли регистрировать только гамма-кванты.

Приборы Анна-II работали в двух режимах: регистрации гамма-квантов и регистрации электронов и позитронов.

# Серия приборов Анна (идентификация событий)

---



Проходящая частица

Ядерное взаимодействие



Дельта-частица

Электромагнитный каскад





## Серия приборов Анна (баллонные измерения)

---

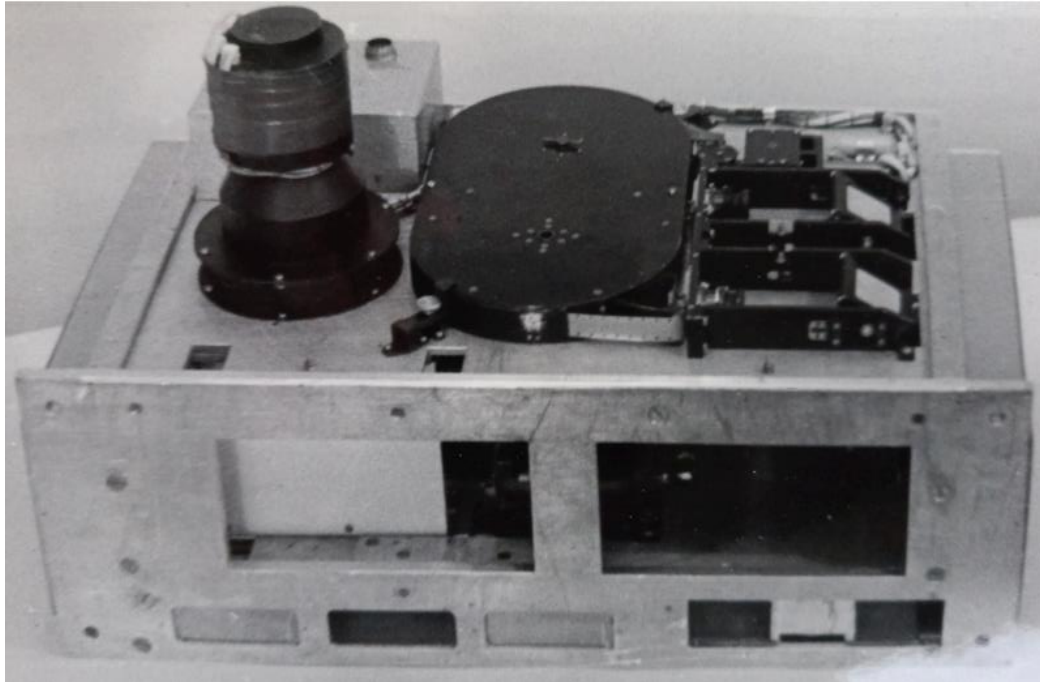


# Серия приборов Анна (Камчатка)

---



# Прибор Анна-III (гамма-телескоп)



Гамма-телескоп Анна-III регистрировал  
гамма-кванты с энергией от 100 МэВ  
(Космос-251, Космос-264, Космос-280)



Радиогалактика 3C 120 или  
Markarian 1506.  
Основные характеристики:  $z \sim$   
0.033, расстояние  $\sim$  142 Мпк

OBSERVATION OF  $\gamma$  QUANTA WITH ENERGY LARGER THAN 100 MeV FROM THE RADIO SOURCE  
3C120

S.A. Volobuev, A.M. Gal'per, V.G. Kirillov-Ugryumov, B.I. Luchkov, and  
Yu.V. Ozerov

Moscow Engineering Physics Institute

Submitted 23 November 1970

ZhETF Pis. Red. 13, No. 1, 43 - 46 (5 January 1971)

The satellites "Kosmos-251" and "Kosmos-264" were equipped with an

28

instrument recording  $\gamma$  quanta with energy  $E_\gamma \geq 100$  MeV. The instrument constituted a  $\gamma$  telescope of two scintillation counters and one directional Cerenkov counter, with a lead converter with thickness of 1 radiative unit of length. The instrument was calibrated with cosmic-ray muons at sea level and with electrons of energy 100 - 1500 MeV in electron accelerators. The differential area of the instrument was  $\sim 90$  cm<sup>2</sup> and the "viewing" angle was  $2\theta \approx 35^\circ$ . The calculated geometrical factor for an isotropic flux is 22 cm<sup>2</sup>-sr. Two instruments of the same type were used in the flights. The table lists data on the satellites on which the  $\gamma$  telescopes were mounted.

No.	Satellite	Launching date	Orbit inclination, deg	Period T, min	Altitude, km	
					max	min
1	Kosmos-251	31 Oct. 1968	65	89.1	270	200
2	Kosmos-264	23 Jan. 1969	70	89.7	330	220

3C 120 – первое наблюдение гамма-излучения от  
внегалактического объекта

Сегодня с помощью гамма-телескопа Fermi-LAT от  
источника обнаружено излучение с энергией до 10 ГэВ.



# Докторская диссертация

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московский ордена Трудового Красного Знамени  
инженерно-физический институт

ГАЛЬПЕР АРКАДИЙ МОИСЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ФОТОННОЙ КОМПОНЕНТЫ  
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ГРАНИЦЕ АТМОСФЕРЫ

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук

Москва - 1972

В 1964 г. защищена докторская диссертация на тему «Исследование электронно-фотонной компоненты космических лучей на границе атмосферы».

а) В эксперименте на ИСЗ "Космос-251" зарегистрировано избыточное над изотропным фоном гамма-излучение. Величина избытка, вычисленная тремя различными способами, составляет  $2,1 \pm 0,8$ ;  $1,79 \pm 0,50$  и  $1,68 \pm 0,56$ , т.е. превышает уровень фона на 3,5 стандартных отклонения. Постепенное возрастание величин избыточного потока гамма-квантов по мере перемещения в пространстве плоскости орбиты спутника указывает на то, что поток исходит из дискретного источника. Интенсивность первичного потока гамма-квантов составляет  $\sim (3 \div 5) \cdot 10^{-4} \frac{\text{квант}}{\text{см}^2 \text{сек}}$ .

б) В связи с тем, что область на небесной сфере, откуда зарегистрирован избыточный поток гамма-квантов ограничена координатами  $\alpha = (3,6 \div 5,0)h$  и  $\delta = (4 \div 9)^\circ$ , высказано предполо-

жение, что источником избыточного гамма-излучения является  $M$ -галактика 3C120, расположенная в центре этого квадрата. Подтверждение регистрации гамма-излучения от этого источника другими авторами дает нам основание говорить о первом наблюдении внегалактического источника гамма-квантов. в) Регистрация гамма-излучения от 3C120 во время значительного возрастания её активности в радиодиапазоне, а также анализ гамма-излучения других объектов, позволяет сделать вывод, что интенсивность излучения астрофизических объектов в гамма-диапазоне может быть переменной.

# Приборы Елена



Спектрометры ЕЛЕНА-Ф

1979 год : САЛЮТ-6

1982 год : САЛЮТ-7

Дважды проводились комплексные эксперименты, в ходе которых идентичные приборы работали одновременно на орбитальной станции и высотном аэростате.



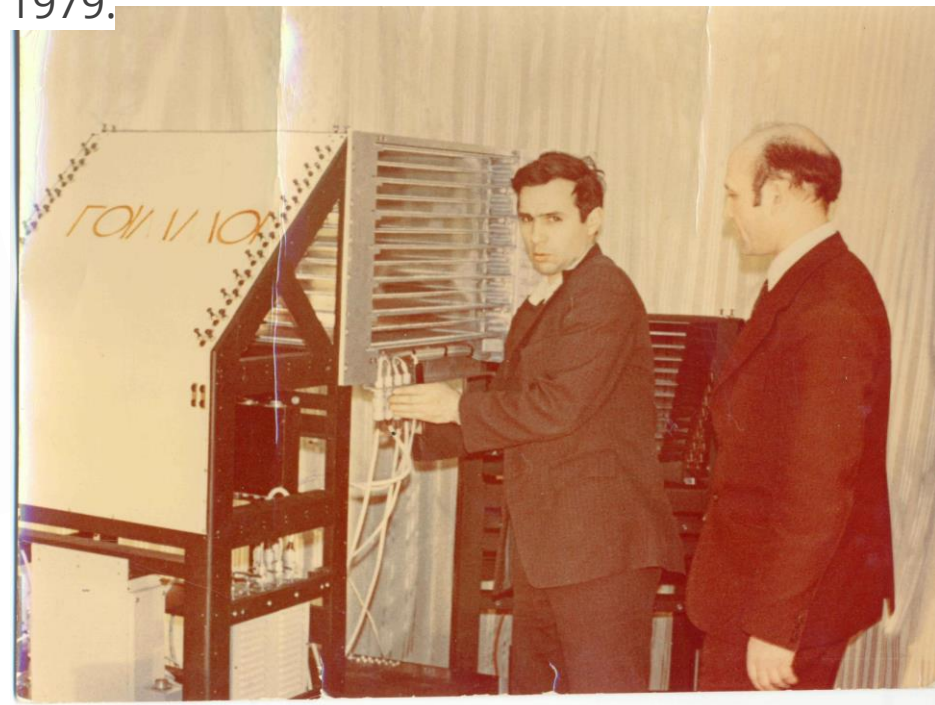
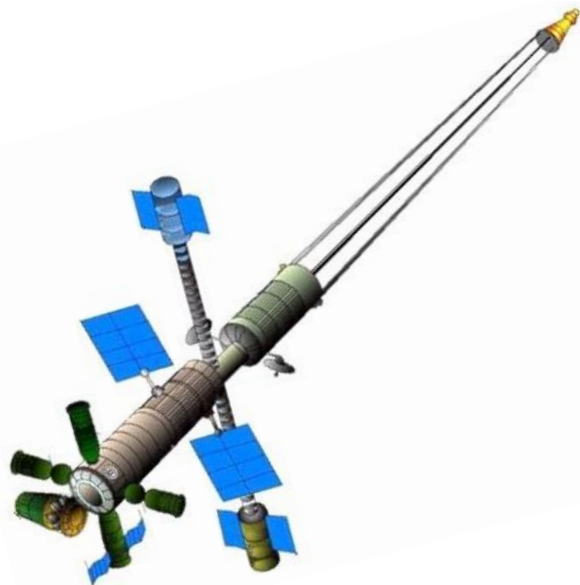
Кроме фундаментальных научных результатов были измерены фоновые условия во всех элементах орбитальной станции.



# Гамма-обсерватория Гамма-1

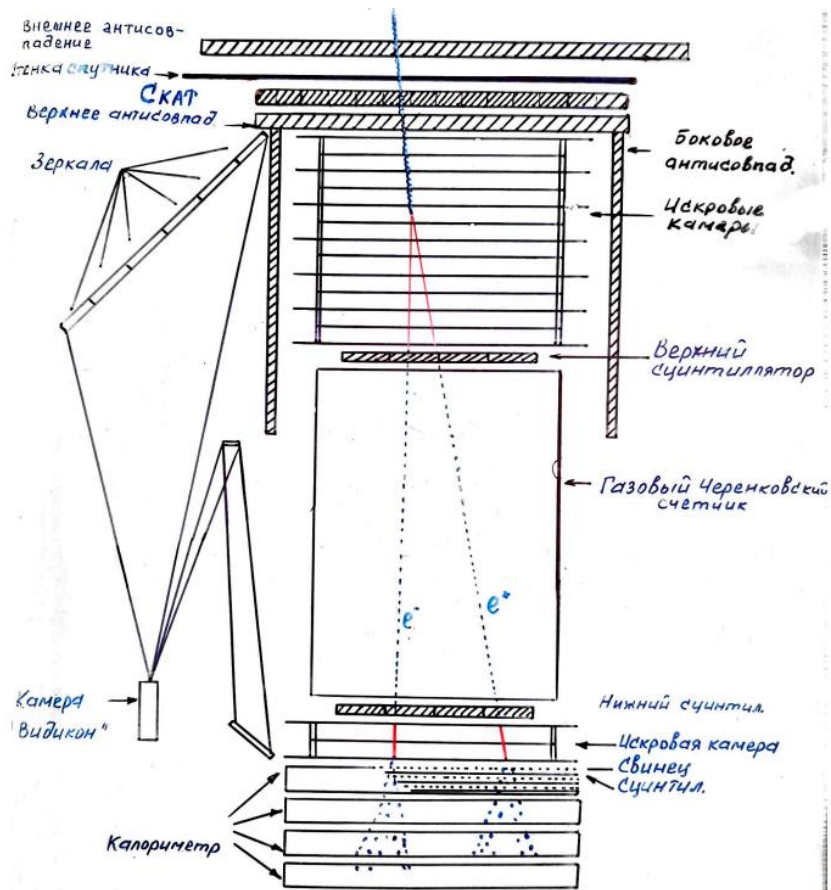


Совместный советско-французский проект по исследованию неба в гамма-диапазоне. Первые идеи возникли в 1960-х годах, когда астрофизическая обсерватория планировалась как часть большой орбитальной станции. В начале 70-х годов сформировалась концепция станций **Салют** и **Мир**, космического корабля **Союз**. Работа над научными инструментами на Салют началась в 1972 году, французские институты подключились к проекту в 1974 году. Эскизный проект защитили в 1978 году, а производство началось в 1979.

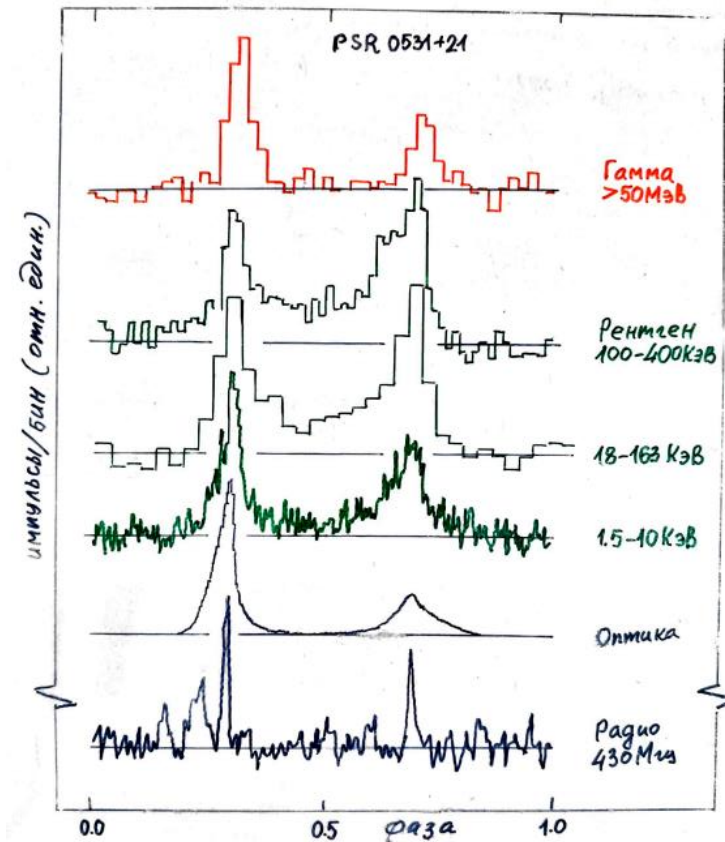
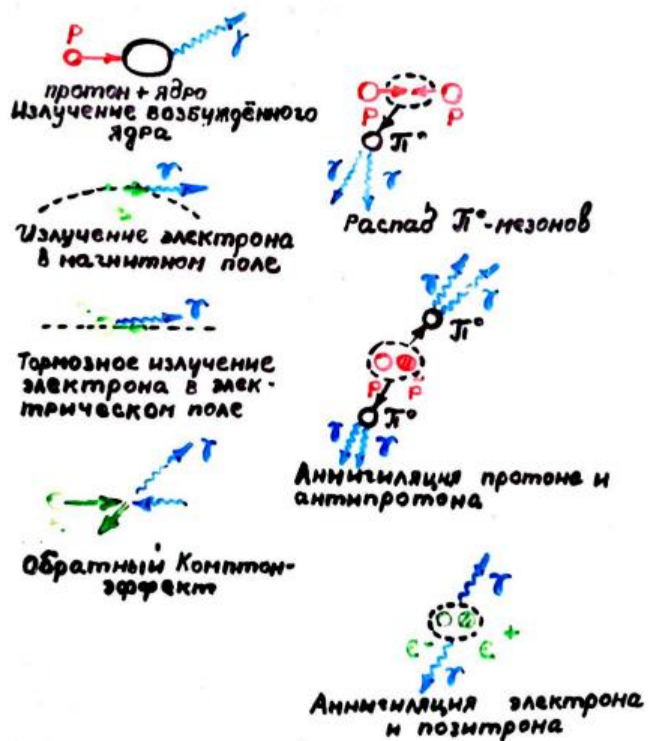


Планы были пересмотрены в 1982 году, когда выяснилось, что все строящиеся «Союзы» будут нужны для работ со станцией «Мир». Запуск состоялся в 1990 году.

# Гамма-обсерватория Гамма-1



Принципиальная схема эксперимента ГАММА-1



За время работы проводились наблюдения за пульсарами в Крабовидной туманности, туманности Вела, системах Лебедь X-3 и Геркулес X-1 и другими. Телескоп использовался для наблюдения за солнечными вспышками и космическими лучами в земной магнитосфере.

Вспомогательный рентгеновский телескоп «Пульсар X-2» проводил одновременные с наблюдениями «Гамма-1», измеряя профили импульсов рентгеновских пульсаров.



# Исследования к 1993-1995 годам

---

Второй цикл работ (1967 – 1993 гг.): электроны и позитроны в ОКП.

Впервые в результате экспериментальных измерений были обнаружены высокоэнергичные (с энергией выше нескольких десятков МэВ) захваченные магнитным полем Земли электроны и позитроны.

Исследованы энергетические и пространственно-угловые характеристики потоков электронов и позитронов на аэростатных высотах и в околоземном пространстве (альбедная и захваченная компоненты).

Исследования проводились на ИСЗ серии «Космос», ИСЗ серии «Метеор», станциях «Салют», пилотируемом комплексе «МИР», орбитальной обсерватории «Гамма-1».

Третий цикл работ (1968 – 1993 гг.): гамма-астрономия

Впервые обнаружено гамма-излучение от внегалактического источника.

Впервые обнаружено периодическое высокоэнергетичное гамма-излучение от двойной системы Лебедь X-3, показано, что он же является источником космических лучей высокой энергии.

Обнаружены вариации интенсивности, энергетических спектров и кривой светимости одного из активных пульсаров Парус X-1.

Впервые зарегистрированы гамма-всплески, в которых наблюдались линии излучения возбуждённого железа, что отражает генетическую связь гамма-излучения и синтеза тяжёлых элементов.

# Физика Солнца и геофизика

---

## Четвёртый цикл работ (1985 – 1993 гг.): Солнце и геофизика

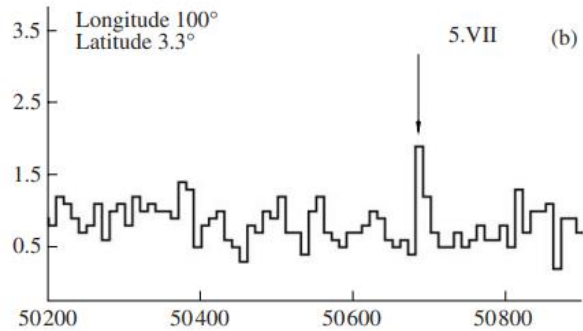
Впервые обнаружено гамма-излучения солнечных вспышек с энергией более 1 ГэВ. Измеренные временное и энергетическое распределение потоков гамма-излучения прямым образом свидетельствовали о существовании длительных (до десятков минут) механизмов ускорения частиц до энергий в сотни МэВ.

Впервые показано, что существует корреляционная связь между сейсмическими процессами на Земле и временными характеристиками потоков высокоэнергетичных частиц радиационного пояса Земли. Наблюдаются, в частности, «высыпания» частиц из пояса, опережающие основной удар землетрясения и выступающие, тем самым, в качестве краткосрочного предвестника. Предложен возможный механизм: резонансное взаимодействие ультранизкочастотного ЭМИ сейсмического происхождения с частицами радиационного пояса Земли.

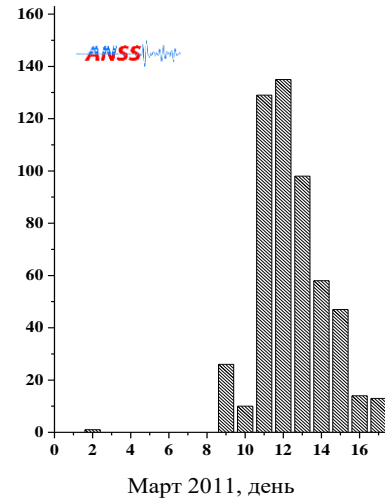


# Физика Солнца и геофизика

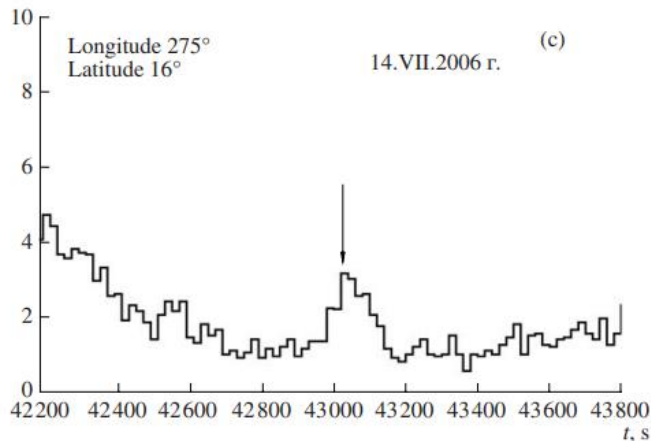
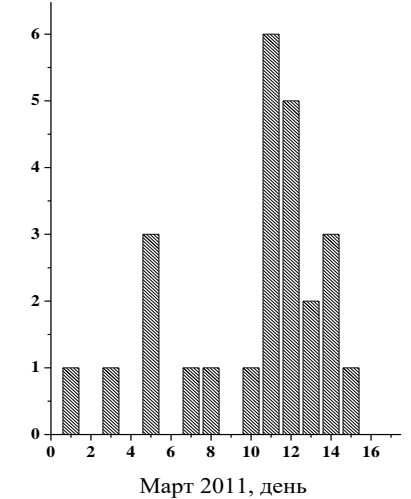
Высыпания частиц (боле 3 стандартных отклонений) после предвестника землетрясения M = 9 (05:46:23 UT)



Число землетрясений (M>4)  
(каталог ANSS, США)



Число всплесков частиц  
(эксперимент «АРИНА», КА «Ресурс-ДК1»)



Strong earthquakes (EQs) are one of the most destructive natural hazards, claiming countless deaths and economic losses. In recent years, with the development of satellite observations, new possibilities for earthquake prediction have arisen. Some space experiments have found that electromagnetic signals are observed during earthquakes, and these signals cover a wide range of phenomena, including electromagnetic wave interference, magnetic and electric field anomalies, and energetic particle precipitation. By studying these signals, scientists aim to unlock the potential for early earthquake detection and prediction [1–4].

It is necessary to mention a number of satellite experiments, the MARIYA, MARIYA-2, DEMETER, PET/SAMPEX, POES, ARINA, and CSES, which aim to study electron bursts and the geophysical effects causing them. In the late 1980s, Voronov S.A. analyzed the data of the MARIA experiment for the first time and reported the correlation between short-term energetic particle bursts in near-Earth space and the EQ activity [5].

# Российско-Итальянская Миссия

**РИМ - 1**

НИНА 1 & 2 – измерение потоков ядер и изотопов от протонов до железа с энергиями до 100 МэВ/н. в околоземном пространстве (галактические, солнечные, радиационный пояс, альbedo, аномальные).



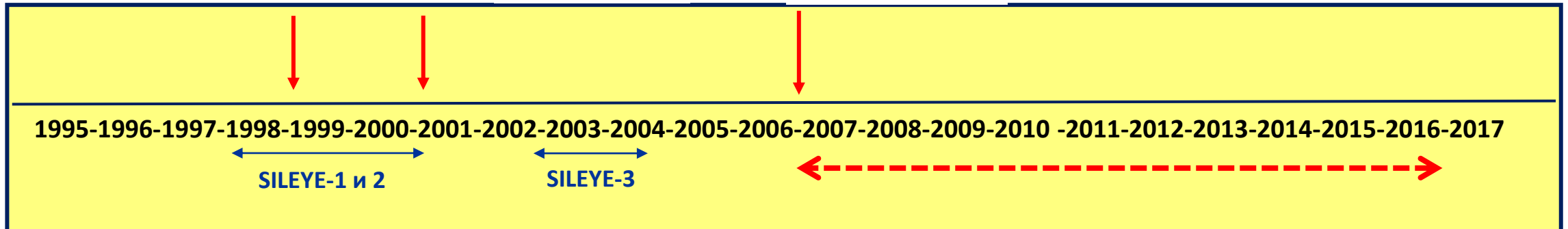
**НИНА-1&2**

**РИМ - 2**

PAMELA – прецизионные измерения потоков электронов, позитронов, лёгких ядер и изотопов высоких энергий в околоземном пространстве (галактические, солнечные, радиационный пояс, альbedo).



**PAMELA**



**SILEYE-1**



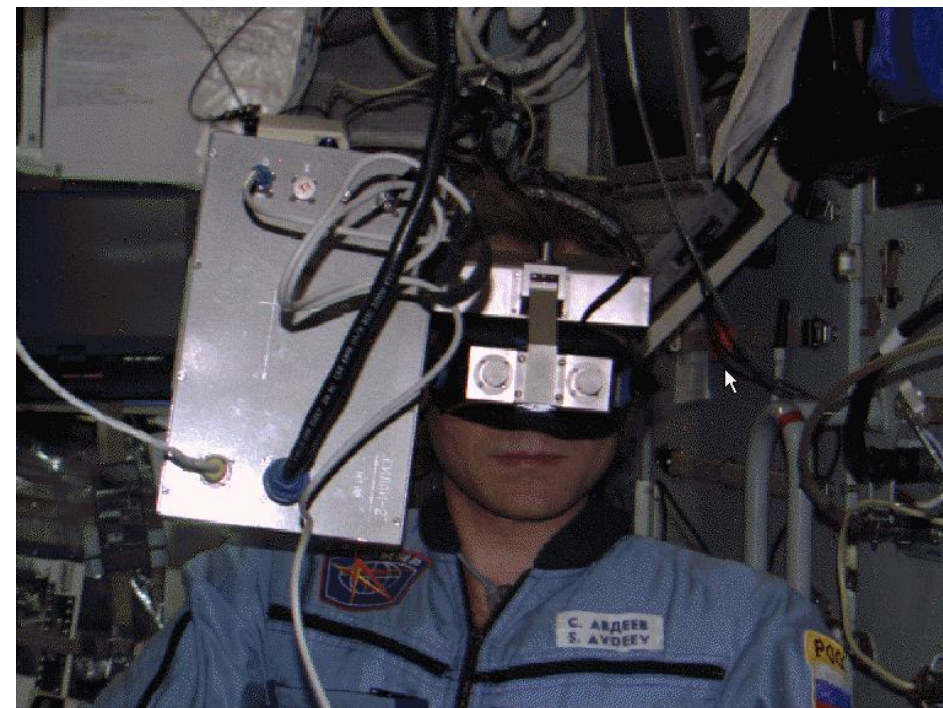
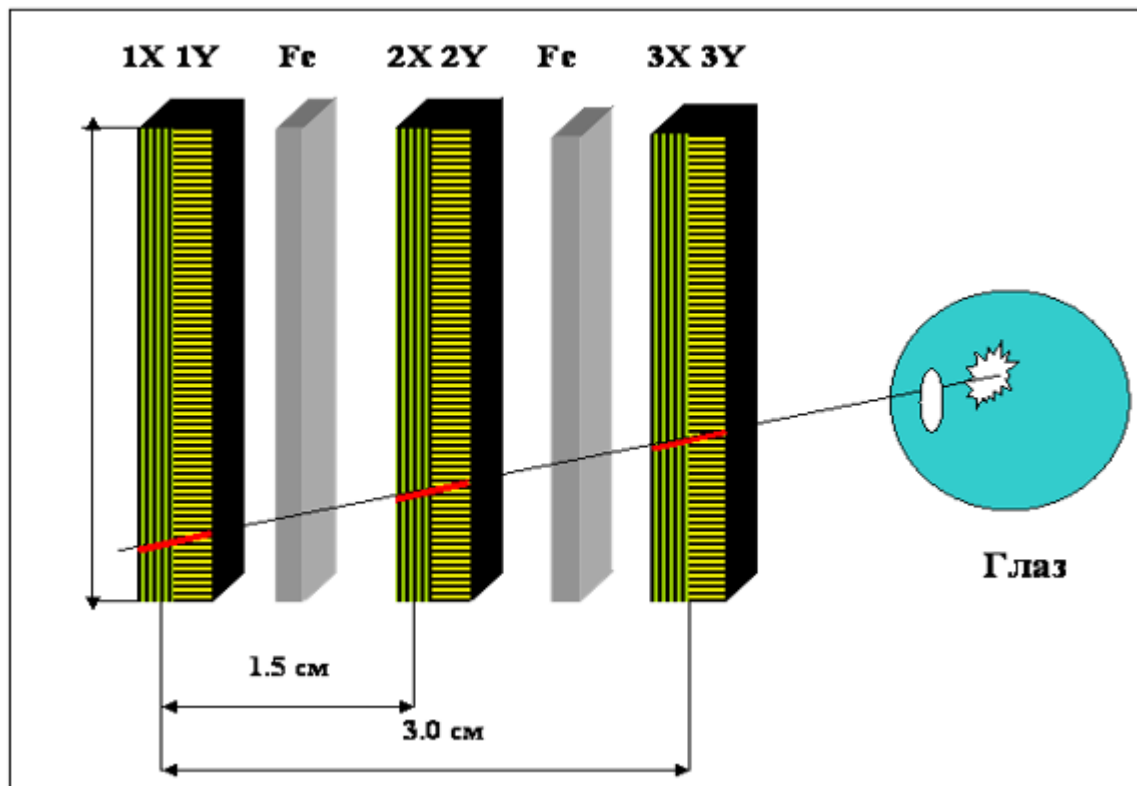
**SILEYE-2**

SilEye – регистрация сильно ионизирующих частиц, проходящих через глаза (рутину) космонавтов с образованием слабой световой вспышки (станции МИР и МКС).  
На фото: космонавт С.В. Авдеев с научной аппаратурой SilEye во время измерений.



# Эксперименты SiEye

Отличительной особенностью радиационного фона в условиях космического полета является наличие сильноионизирующих частиц, которые вызывают явление фосфенов - ощущения неожиданного появления световых вспышек, возникающих в глазах космонавтов во время орбитальных полетов.



Детекторы установлены на затылочной части головы С.В. Авдеева. На лице космонавта маска-индикатор световых вспышек в глазах.

Впервые в практике космических исследований были созданы многослойный стриповый полупроводниковый детектор заряженных частиц и блок регистрации световых вспышек (PCB).

# Эксперименты НИНА

---

## Детектор НИНА

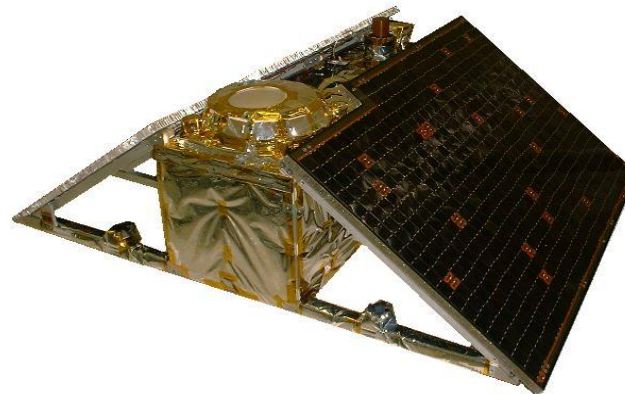
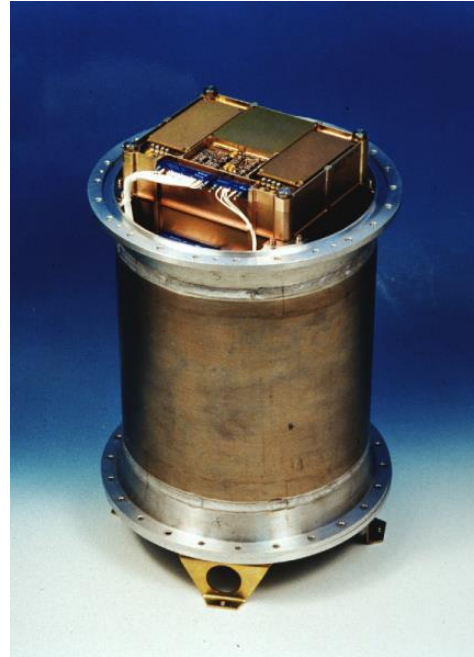
- Кремниевая «вафля»  $6 \times 6 \text{ см}^2$ , 380 мкм толщиной с 16 стрипами 3.6 мм шириной в X-Y проекциях.
- 32 «вафли» сгруппированы в 16 плоскостей на удалении 1.4 см.
- Боковая и нижняя системы антисовпадений.

Вес прибора – 30 кг

## НИНА-2 на КА МИТА:

Период	~ 100 мин.
Высота	~ 400 км
Наклонение	87.3 град.
Масса	170 кг

Запуск: 14 Июля 2000  
Космодром Плесецк  
Окончание миссии: 15 августа 2001.



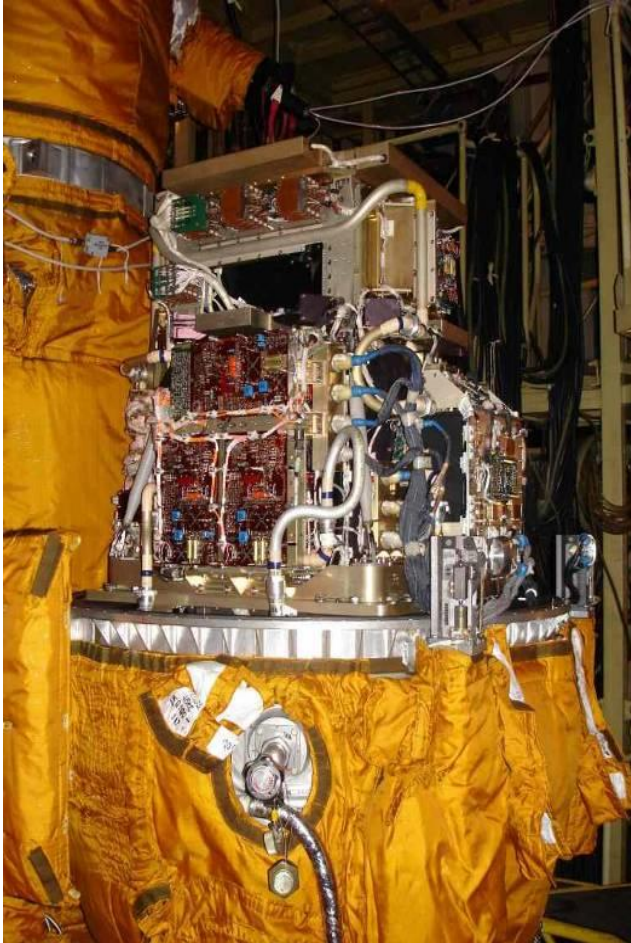
## НИНА на КА Ресурс-01 №4:

Период	~ 100 мин.
Высота	~ 840 км
Наклонение	98.7 град.
Масса	2500 кг

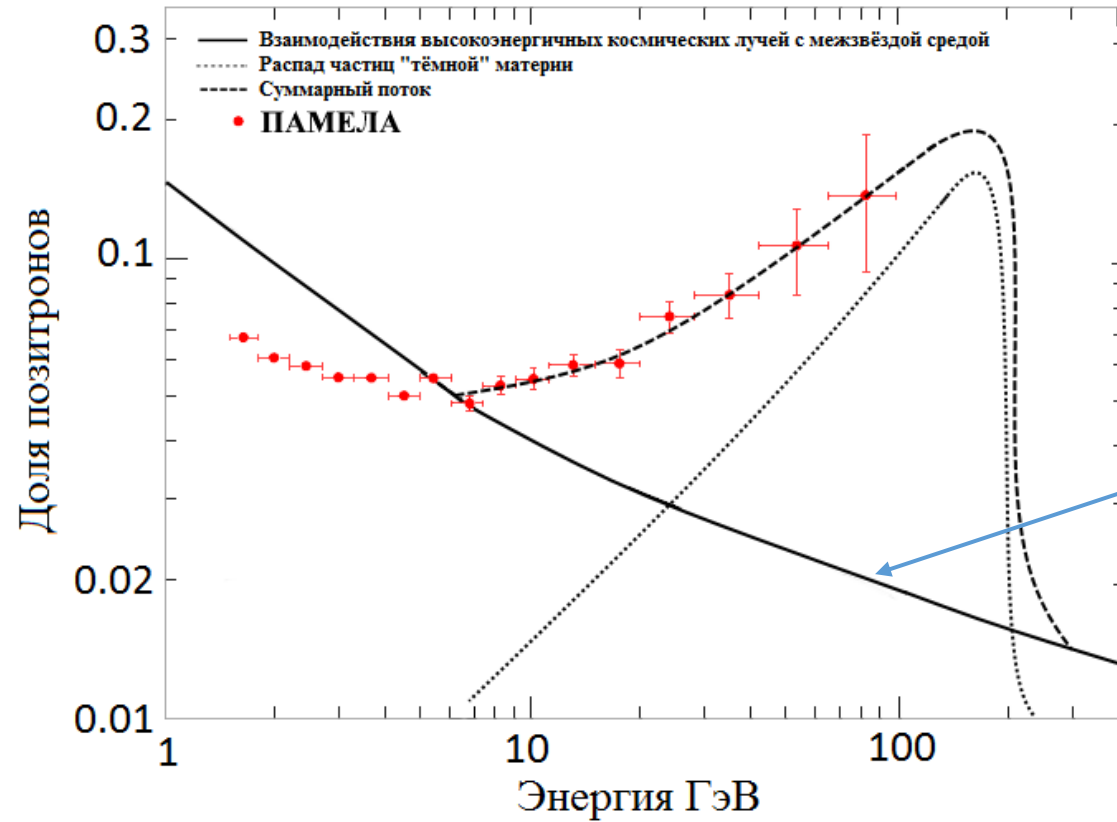
Запуск: 10 Июля 1998  
Космодром Байконур  
Окончание миссии: 13 апреля 1999.



# Эксперимент PAMELA



Обнаружен избыток позитронов в галактических космических лучах  
(Nature 2009, V.458, P.607)

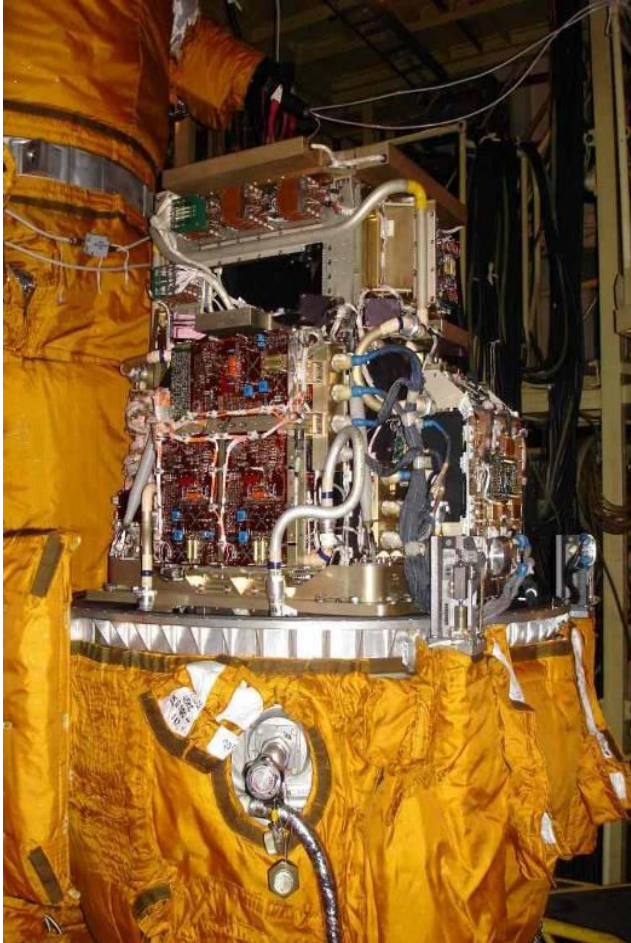


Вторичное происхождение  
И. Москаленко,  
А. Стронг (1998)

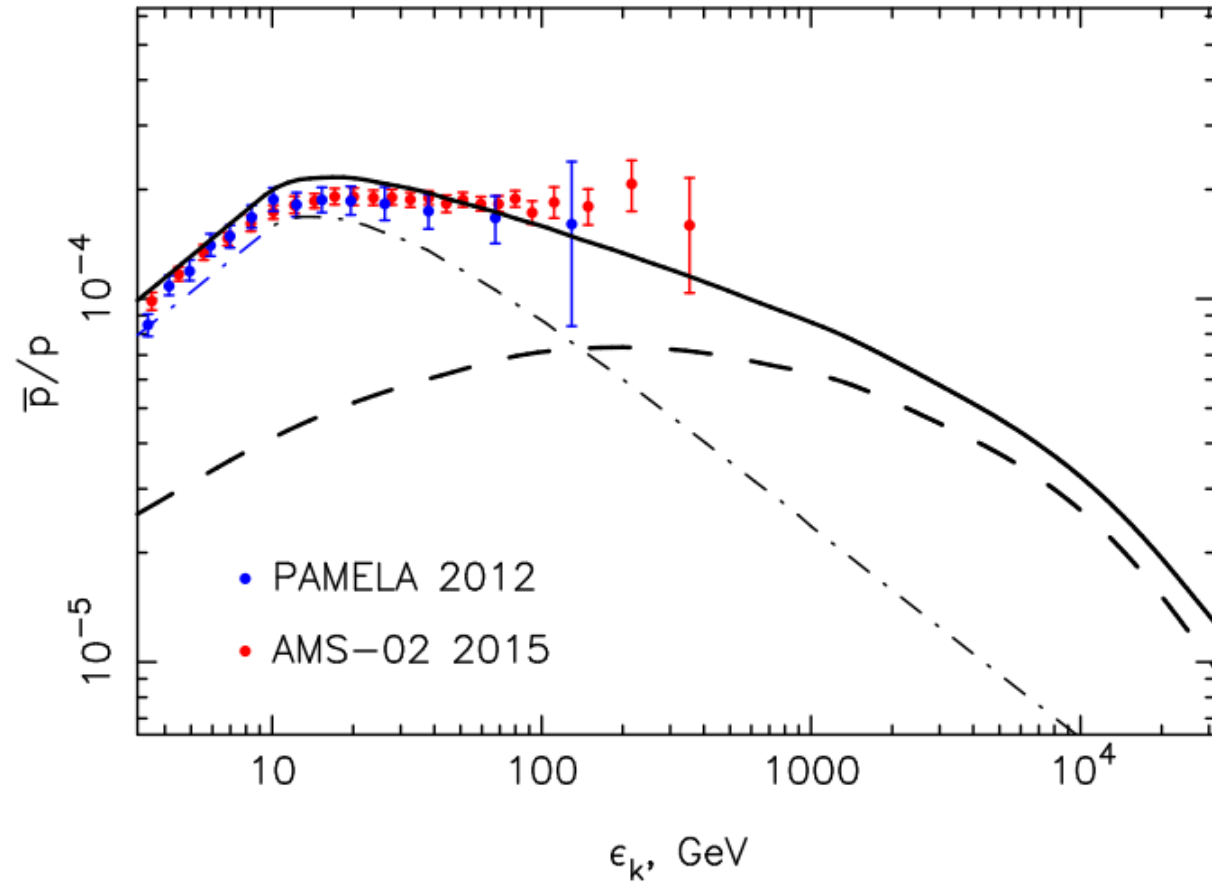
«Аномальный эффект ПАМЕЛА» отмечен, как выдающееся достижение мировой науки в области физики по данным Американского Института Физики (The American Institute of Physics).



# Эксперимент PAMELA



Обнаружен избыток антипротонов в галактических космических лучах  
(JETP Letters, 2012 & Phys. Reports, 2014)



# Эксперимент PAMELA

---

## 1. Изучение свойств гипотетических частиц «тёмной» материи.

- измерено отношение потоков галактических позитронов к суммарному потоку электронов и позитронов в диапазоне энергий 1.5-300 ГэВ (аномальный эффект эксперимента «ПАМЕЛА»);
- измерено отношение потоков галактических антипротонов и протонов в диапазоне энергий от 0.08 до 350 ГэВ;
- измерены энергетические спектры галактических позитронов и антипротонов в указанных выше энергетических диапазонах.

## 2. Характеристики галактических космических лучей :

- измерены энергетические спектры электронов и позитронов;
- измерены энергетические спектры протонов и лёгких ядер вплоть до углерода;
- установлен верхний предел на потоки антиядер тяжелее антипротонов в галактических космических лучах.

## 3. Физика радиационного пояса Земли:

- открыто существование захваченных антипротонов в радиационном поясе Земли и измерен их энергетический спектр в диапазоне энергий от 80 МэВ до 1 ГэВ;
- измерены энергетические спектры протонов в радиационном поясе Земли в широком диапазоне геомагнитных широт в интервале энергий от 0.1 до 5 ГэВ.

## 4. Солнечно-земные связи:

- измерены энергетические спектры протонов, ядер гелия, электронов и позитронов низких энергий (солнечная модуляция);
- измерены энергетические спектры протонов, ускоренных во время активных процессов на Солнце.

# Достижения

---

## Почётные звания:

1. Заслуженный деятель науки РФ, 1999 г.
2. Действительный член (академик) Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, 2000 г.
3. Ветеран труда за долголетний добросовестный труд, 1984 г.
4. Ветеран атомной энергетики и промышленности, 2008 г.

## Награды:

1. Орден «Знак почёта», 1982 г.
2. Грамота Министерства высшего и среднего профессионального образования «За руководство студенческими научными работами», 1970 г.
3. Министерство Высшего образования «За отличные успехи в работе»
4. Медаль «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», 1970 г.
5. Медаль «В память 850-летия г. Москвы», 1997 г.
6. Медаль «Медаль им. С.П. Королёва», 1999 г.
7. Медаль «70 лет атомной отрасли России», 2015 г.
8. Благодарность С.В. Кириенко (Росатом) и нагрудный знак «Академик А.П. Александров», 2012 г.
9. Российская академия космонавтики «Почётный знак 1-й степени», 2017 г.
10. Нагрудный знак «Академик И.В. Курчатов», 2017 г. (Росатом)

Диплом Министерства высшего и среднего профессионального образования «За лучшую научную работу Цикл исследований космического гамма-излучения», 1978 г.



# Спорт и отдых

---



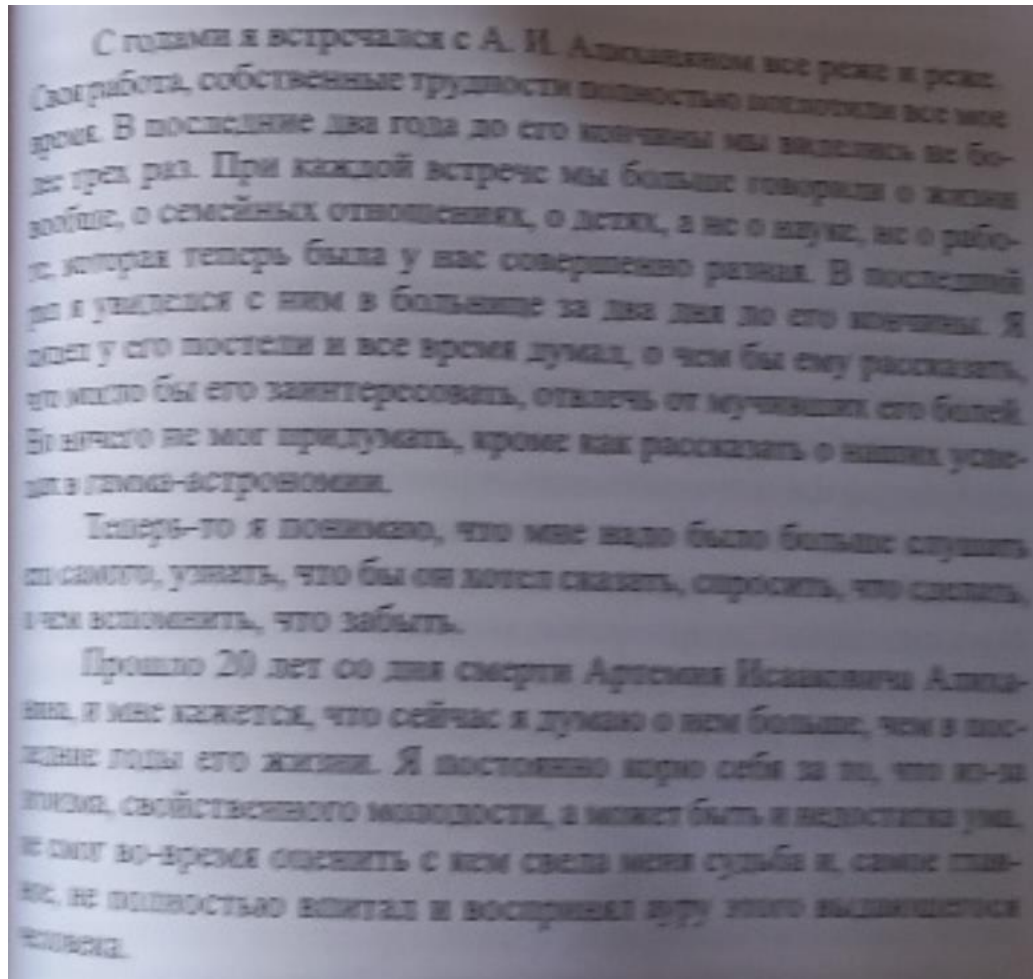
# Спорт и отдых

---



# Воспоминания о научном руководителе

---



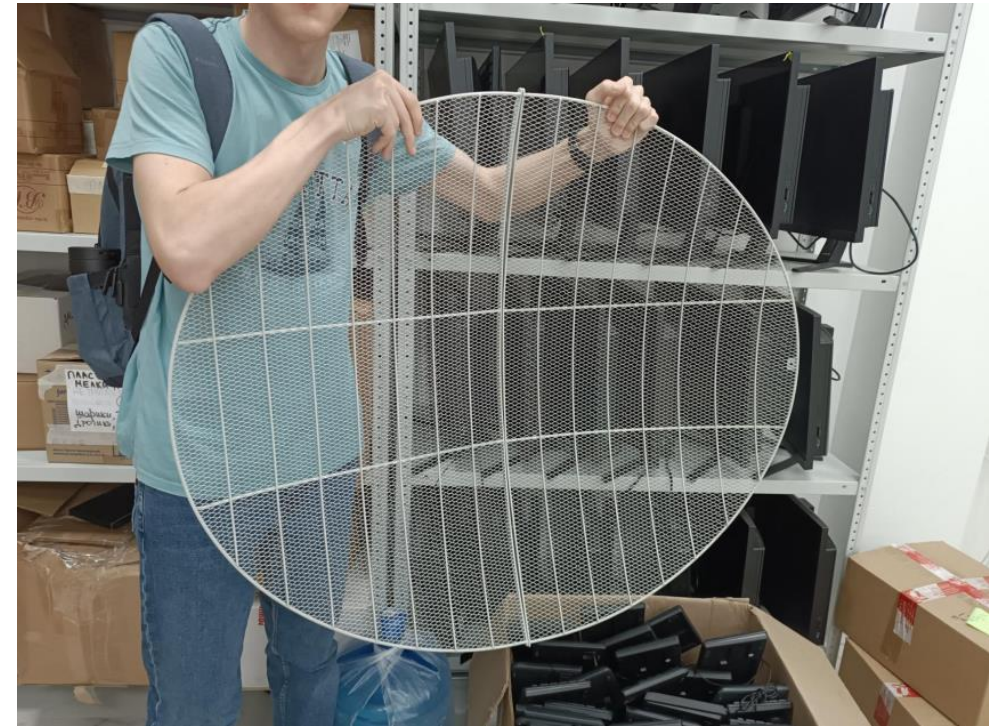
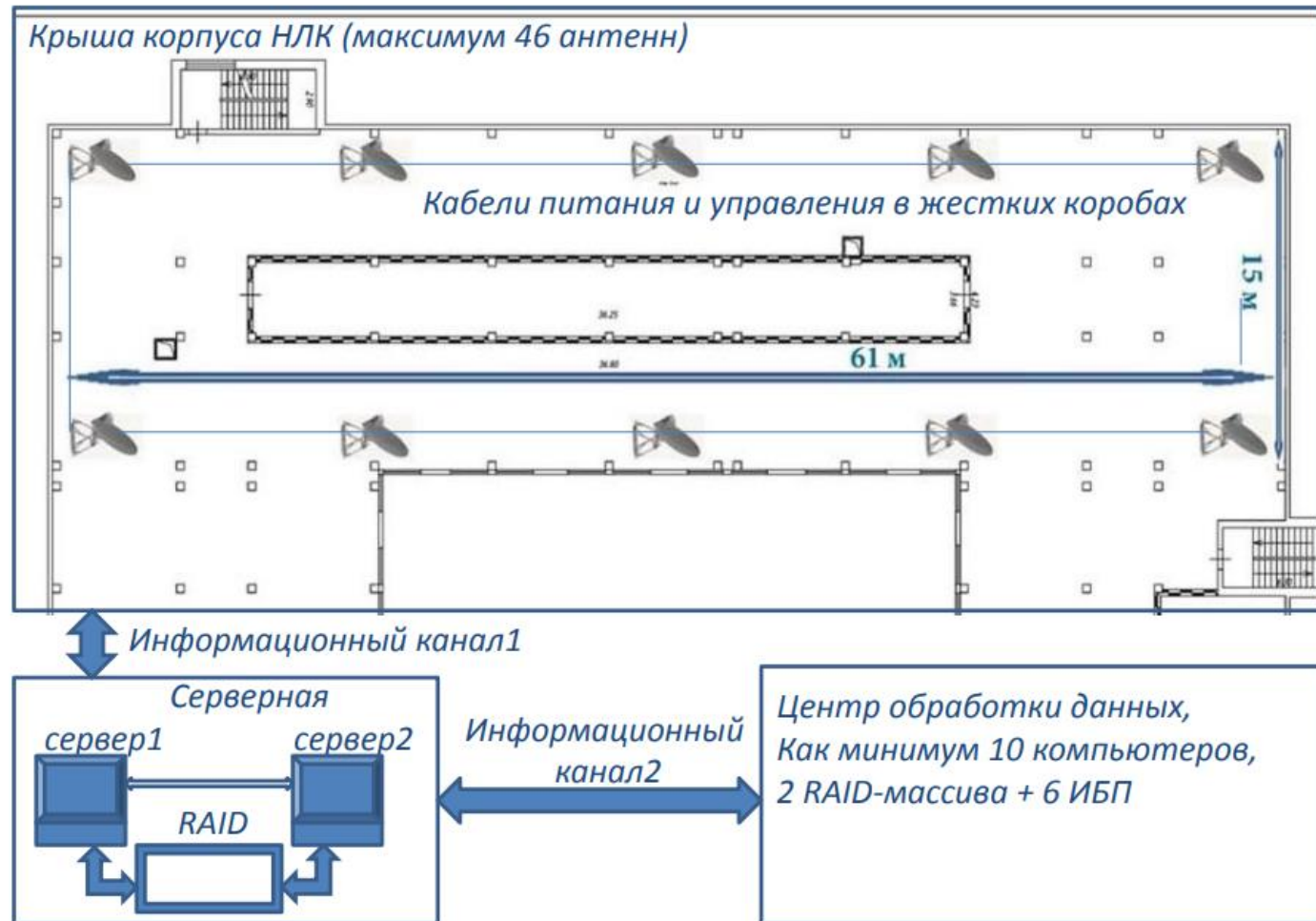
С годами я встречался с А.И. Алиханяном всё реже и реже. Своя работа, собственные трудности полностью поглощали всё моё время.

...

Прошло 20 лет со дня смерти А.И. Алиханяна, и мне кажется, что сейчас я думаю о нём больше, чем в последние годы его жизни. Я постоянно корю себя за то, что из-за ... собственной молодости, а может быть и недостатка ума, не смог вовремя оценить с кем свела меня судьба ...



# Радиотелескоп МИФИst им. А.М. Гальпера в НИЯУ МИФИ



Проект является студенческой инициативой

Представляет собой радиоинтерферометр,  
объединяющий множество небольших антенн.