

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53.0(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ  
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

**(27—28 октября 1976 г.)**

27 и 28 октября 1976 г. в конференц-зале Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады

1. О. М. Белоцерковский. Новые численные модели в математической физике и задачи взаимодействия солнечного ветра с космическими объектами.

2. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов - Угрюмов, Б. И. Лучков. Дискретные источники космического гамма-излучения.

3. А. А. Степанян. Объект Лебедь X-3 как генератор гамма-квантов сверхвысокой энергии.

4. С. К. Есин. О состоянии работ на Лос-Аламосской мезонной фабрике США.\*

5. Н. К. Абросимов. Проект ускорительного комплекса ЛИЯФ и исследования на нем.

Ниже публикуется краткое содержание докладов.

523 72(048)

**О. М. Белоцерковский.** Новые численные модели в математической физике и задачи взаимодействия солнечного ветра с космическими объектами. На основе уравнений Эйлера, Навье — Стокса и Больцмана проводится прямое численное моделирование сложных задач газовой динамики (вычислительный эксперимент). Формулируются основные принципы численного эксперимента и приводятся результаты исследований различных газодинамических задач со сложной внутренней структурой.

Рассматриваются трансзвуковые режимы движения (закритические обтекания с переходом через скорость звука), турбулентные течения со «вдувом» струи в основной поток, дифракционные задачи. Изучаются течения в зонах срыва за кормой тела как для предельных случаев течения, так и при различных числах Рейнольдса. На примере задачи о структуре ударной волны рассматривается движение разреженного газа при различных числах Маха набегающего потока. Для оценки точности вычислений разработана система контрольных тестов.

Указанные подходы используют расщепление физических процессов на временном шаге и установление процесса для решения стационарных задач. Основное назначение этих работ заключается в попытке построения достаточно общих математических и численных моделей для сложных задач математической физики при наличии больших деформаций, перемещений, различного рода взаимодействий и т. д. Такой подход применяется как для решения уравнений Эйлера (метод «крупных частиц») <sup>1-4</sup> и Навье-Стокса (методы расщепления, «потоков») <sup>5, 6</sup>, а также при численном моделировании течений разреженного газа (статистический метод «частиц в ячейках») <sup>7-9</sup>.

Приведем в качестве примера два результата численного эксперимента по исследованию срывных зон и турбулентных течений со «вдувом» струи. На рис. 1 при обтекании конечного осесимметричного тела рассматривается взаимодействие основного

© Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», «Успехи физических наук», 1977 г.

сверхзвукового потока (число Маха  $M_\infty = 3,5$ ) со звуковой аксиальной струей, вытекающей навстречу основному потоку из сопла, расположенного на оси симметрии тела <sup>4</sup>.

$M_\infty = 3,5$ , основной поток

$M_0 = 1,0$ ,  $\rho_0 = 2,9$ ,  $U_0 = -1,0$ ,  $v_0 = 0$  — параметры струи

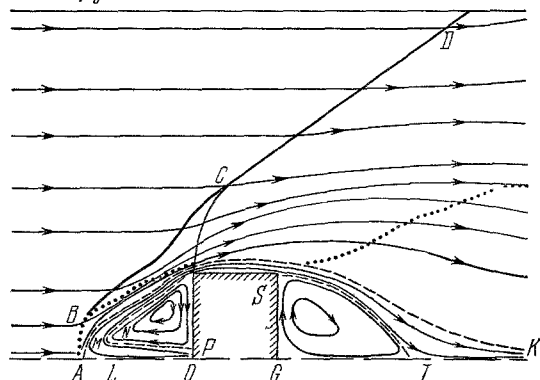


Рис. 1.

- 2) Взаимодействие солнечного ветра с ионной составляющей атмосферы кометы.
- 3) Взаимодействие солнечного ветра с ионосферой планеты, не имеющей собственного магнитного поля.

Численное исследование всех этих задач проводилось с помощью уравнений идеальной одножидкостной магнитной газодинамики.

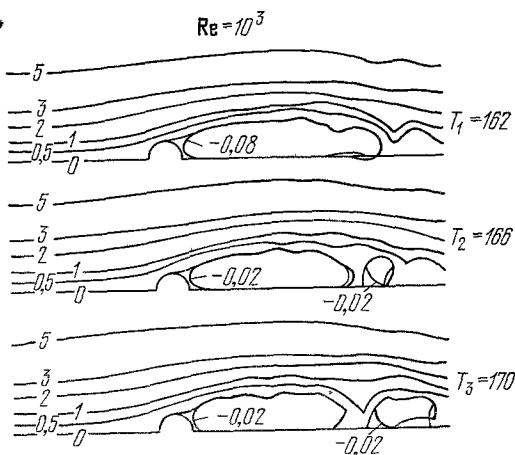


Рис. 2.

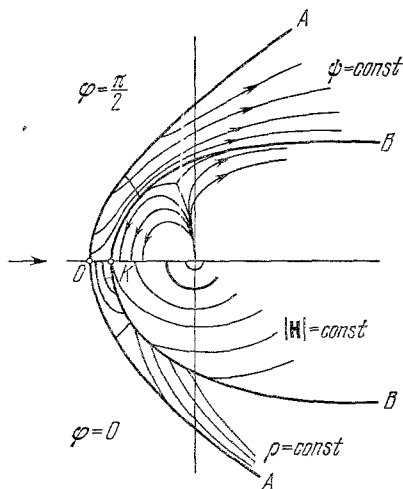


Рис. 3.

На рис. 3 приводится типичный результат расчета взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли. Приводятся положение бесстолкновительной ударной волны  $AO$ , магнитопаузы  $BK$  (ограничивающей геомагнитную каверну), зона нейтральных точек, линии тока, а также линии постоянной плотности и напряженности (плоскость  $\varphi = 0$  перпендикулярна направлению магнитного диполя) <sup>10</sup>.

По сравнению с натурным, численный эксперимент, проводимый на вычислительных машинах, экономически существенно дешевле, а в ряде случаев (когда физический эксперимент трудноосуществим) он является единственным инструментом исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О. М. Белоцерковский, Ю. М. Давыдов, Нестационарный метод «крупных частиц» для решения задач внешней аэродинамики. Препринт ВЦ АН СССР, Москва, 1970.
2. О. М. Белоцерковский, Ю. М. Давыдов, ЖВММФ 11, 182 (1971).
3. M. W. Evans, F. H. Harlow. The Particle-in-cell Method for Hydrodynamic Calculations. Los Alamos Scient. Lab. Rept. LA-2139 (1957).
4. Численное исследование современных задач газовой динамики, под ред. О. М. Белоцерковского, М., «Наука» (ВЦ АН СССР), 1974.
5. О. М. Белоцерковский, В. А. Гушин, В. В. Шенников, ЖВММФ 15, 197 (1975).
6. О. М. Белоцерковский, Л. И. Северинов, *ibid.* 13, 385 (1973).
7. В. Е. Яницкий, *ibid.*, с. 505.
8. В. Е. Яницкий, *ibid.* 14, 259 (1974).
9. О. М. Белоцерковский, В. Е. Яницкий, *ibid.* 15, 1195, 1553 (1975).
10. O. M. Belotserkovskii, in: V. Ya. Mitnitskii, Proc. of US-USSR Seminar, Space Research Inst. of the USSR Academy of Sciences (November 17-21, 1975), NASA, p. 121.

523 84(048)

А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов, Б. И. Лучков. Дискретные источники космического гамма-излучения. Последние годы ознаменовались открытием ряда дискретных источников космического  $\gamma$ -излучения<sup>1-3</sup>. Существенному прогрессу исследования в этом новом энергетическом диапазоне электромагнитного излучения ( $E_\gamma \gtrsim 1$  Мэв) способствовало значительное увеличение длительности наблюдений (специализированные спутники SAS-2, COSB, повторные

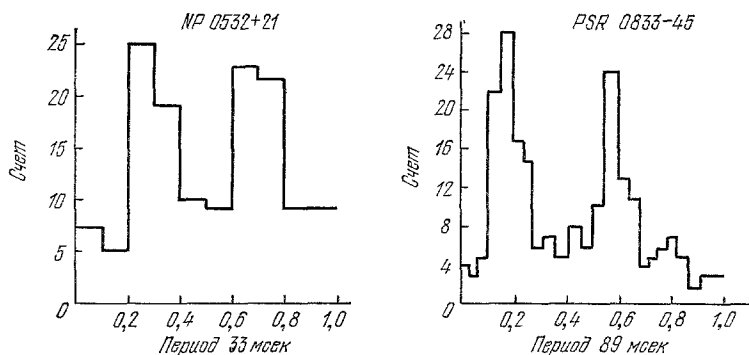


Рис. 1. Распределение по фазам гамма-излучения с энергией  $>35$  Мэв.

наблюдения на аэростатах), а также осознание факта переменности излучения и принятие соответствующих мер для его регистрации. Последнее обстоятельство, на которое авторы указывали еще несколько лет назад<sup>4</sup>, явилось в ряде случаев решающим фактором в обнаружении дискретных источников. В целом  $\gamma$ -астрономия превратилась в неотъемлемую часть внеатмосферной астрономии со своим значительным вкладом в понимание общей картины мира.

Одним из первых надежно установленных дискретных источников  $\gamma$ -излучения является Крабовидная туманность с пульсаром NP 0532, расположенным в ней. Полный поток  $\gamma$ -излучения с энергией  $\geq 35$  Мэв от Крабовидной туманности составляет  $2 \cdot 10^{-5}$  кэ/см<sup>2</sup> сек, что соответствует светимости  $2 \cdot 10^{36}$  эрг/сек. Детальные наблюдения со спутников<sup>1, 5, 6</sup> показали, что значительная часть потока  $\gamma$ -излучения носит периодический характер (рис. 1, а). Так как период  $\gamma$ -излучения совпадает с периодом радиопульсаций пульсара NP 0532 ( $\sim 33$  мсек), обнаруженный периодический поток  $\gamma$ -квантов исходит от пульсара. Пульсирующее излучение NP 0532 прослеживается от радиодиапазона до  $\gamma$ -квантов сверхвысокой энергии ( $\sim 10^{12}$  эв)<sup>7</sup>. Излучение пульсара в Крабовидной туманности имеет синхротронную природу, что, в частности, следует из единого степенного энергетического спектра.

Другим дискретным источником  $\gamma$ -излучения является остаток сверхновой Парус-Х с пульсаром PSR 0833, полный поток  $\gamma$ -квантов и светимость которых для

энергий  $> 35$  Мэв составляют  $1,5 \cdot 10^{-5}$  кэ/см<sup>2</sup> сек и  $10^{35}$  эр/сек. Как показали последние измерения COS-B, не менее 85% излучения имеет пульсирующий характер с периодом 89,2 мсек (рис. 1, б)<sup>2,6</sup>. Следовательно, источником его является радиопульсар PSR 0833, обладающий точно таким периодом. Следует отметить отсутствие оптического и рентгеновского излучения этого пульсара (в отличие от пульсара в Крабе) и удивительное подобие их  $\gamma$ -излучения: в обоих случаях имеются два пика с одинаковым расстоянием между ними, равным 0,4 периода (см. рис. 1). Такое сходство при резком различии в других диапазонах излучения и большая светимость  $\gamma$ -излучения, превосходящая на несколько периодов радиосветимость, приводят к выводу, что  $\gamma$ -излучение является главным проявлением по крайней мере молодых пульсаров. Энергетический спектр  $\gamma$ -излучений PSR 0833 не отличается от спектра диффузного

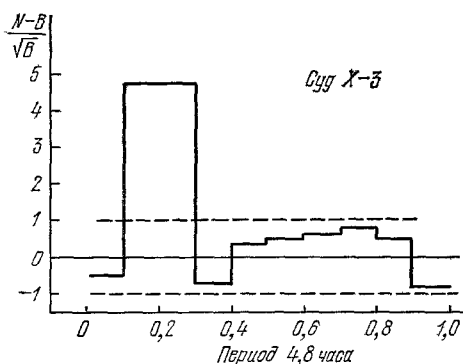


Рис. 2. Распределение по фазам гамма-излучения с энергией больше 40 Мэв.

излучения Галактики и согласуется с предположением, что основным процессом генерации  $\gamma$ -квантов является распад нейтральных пионов, образующихся при взаимодействиях космических лучей с газом. В таком случае пульсар можно считать одним из источников космических лучей, что подтверждает гипотезу их галактического происхождения<sup>3</sup>. Последние наблюдения<sup>6</sup> показали, что поток  $\gamma$ -квантов от PSR 0833 возрос в два раза по сравнению с данными<sup>2</sup>. Подобные спорадические возрастания потока, наблюдавшиеся ранее и у пульсара NP 0532 в разных интервалах  $\gamma$ -излучения<sup>9-11</sup>, связывают со скачками периода вращения объекта, возникающими при его внутренней перестройке.

Предположение, что молодые пульсары являются источниками  $\gamma$ -излучения, было проверено группой SAS-2, обнаружившей  $\gamma$ -излучение еще у двух пульсаров (из 75 кандидатов), имеющих сравнительно молодой возраст ( $< 10^6$  лет)<sup>5</sup>. Однако интенсивность их  $\gamma$ -излучения почти на порядок меньше, чем у пульсара в Крабе и Парусе-X.

По-видимому, источником другого типа является объект Лебедь X-3, от которого также наблюдается  $\gamma$ -излучение. Потоки  $\gamma$ -квантов от этого источника были зарегистрированы группами КРАО (в интервале  $10^{12}$ — $10^{14}$  эв)<sup>12</sup> и МИФИ (в интервале  $4 \cdot 10^7$ — $10^9$  эв)<sup>13</sup> вскоре после мощной радиовспышки Лебеда X-3 в сентябре 1972 г. Последующие наблюдения источника<sup>14-16</sup> надежно установили периодический характер  $\gamma$ -излучения с периодом 4,8 час., таким же, как у рентгеновского излучения. На рис. 2 представлено распределение по фазам периода для  $E_\gamma \geq 4 \cdot 10^7$  эв. Подавляющая часть потока сосредоточена в узком ( $< 1$  час) импульсе. Поток переменного  $\gamma$ -излучения равен  $7 \cdot 10^{-5}$  кэ/см<sup>2</sup> сек, а светимость источника, удаленного от нас на  $\sim 10$  кпс, составляет  $\sim 10^{38}$  эр/сек. Это самый мощный из известных источников  $\gamma$ -излучения (в интервале  $E_\gamma \geq 10^{12}$  эв светимость равна  $10^{36}$  эр/сек). В результате пересмотра наблюдательных данных SAS-2 также было обнаружено периодическое  $\gamma$ -излучение от Лебеда X-3<sup>5</sup>. Как и в случае молодых пульсаров, наблюдаются заметные спорадические изменения потока  $\gamma$ -квантов, а также связь интенсивности в гамма- и радиодиапазонах. (Заметим, что единственный факт регистрации  $\gamma$ -излучения Солнца в линиях 0,5; 2,2 и 4,4 Мэв также связан с сильной спорадической вспышкой на Солнце<sup>17</sup>.)

Обнаруженные дискретные источники  $\gamma$ -излучения в ряде случаев совпадают с ранее наблюдавшимися на аэростатах «возможными источниками», статистическая обеспеченность которых была, однако, не столь велика. Это обстоятельство заставляет серьезно относиться к тем «аэростатным» источникам, которые наблюдались двумя или более группами. В этом случае число дискретных источников  $\gamma$ -излучения становится заметно больше. Почти все они расположены вблизи плоскости Галактики и сосредоточены в областях, богатых газом и молодыми звездами (ОВ-ассоциации), и в то же время не дают заметной корреляции с расположением галактических рентгеновских источников<sup>18</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. D. A. Kniffen, R. C. Hartman et al., Nature 251, 397 (1974).
2. D. J. Thompson, C. E. Fichtel et al., Astrophys. J. Lett. 200, L79 (1975).
3. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов, Б. И. Пучков, Изв. КРАО 54, 328 (1976).

4. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов и др., УФН **105**, 209 (1971).
5. R. C. Hartman, C. E. Fichtel et al., The Structure and Content of the Galaxy and Galactic Gamma-rays, in: GSFC X-662-76-154 (1976), p. 12.
6. K. Bennett, G. F. Bignami et al., *ibid.*, p. 45.
7. J. E. Grindlay, *ibid.*, p. 85.
8. В. Л. Гинзбург, С. И. Сыроватский, Происхождение космических лучей, М. Изд-во АН СССР, 1963; УФН **84**, 201 (1964).
9. R. L. Kinzer, G. H. Share, et al., Astrophys. J. **180**, 547 (1973).
10. G. G. Fazio, H. F. Helmken, et al., Astrophys. J. Lett. **175**, L117 (1972).
11. K. Greisen, S. E. Ball, et al., Astrophys. J. **197**, 471 (1975).
12. B. M. Vladimirovskii, A. A. Stepanyan, V. P. Fomin, in: Proc. of 13th Intern. Conference on Cosmic Rays, v. 1, 1973, p. 456.
13. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов и др., Письма ЖЭТФ **18**, 217 (1973).
14. В. П. Фомин, Б. М. Владимирский и др., Изв. КРАО **53**, 59 (1975).
15. Б. М. Владимирский, А. М. Гальпер и др., Письма АЖ **1**, 25 (1975).
16. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов и др., *ibid.* **2**, 524 (1976).
17. E. L. Chupp, D. J. Forrest, A. N. Suri, Nature **241**, 333 (1972).
18. G. Serra, M. Niel, Preprint Université Paul Sabatier, 1976.

523 84(048)

А. А. Степанин. Объект Лебедь X-3 как генератор гамма-квантов сверхвысокой энергии. Проводится сопоставление результатов наблюдений потоков гамма-квантов от рентгеновского источника Суг X-3 с результатами аналогичных наблюдений пульсаров PSR 0833-45 и NP 0532.

Наблюдения пульсара PSR 0833-45 в туманности Парус, проведенные на спутнике SAS-2<sup>1</sup> с помощью искровой камеры, показали, что гамма-излучение с энергией  $> 35$  Мэв пульсирует с периодом пульсара и имеет два пика. Спектр гамма-квантов, по всей видимости, соответствует спектру, образующемуся при распаде  $\rho^0$ -мезонов.

Наблюдения этого же объекта в области  $\gamma$ -квантов сверхвысокой энергии ( $> 3 \cdot 10^{11}$  эв) методом регистрации черенковских вспышек ШАЛ<sup>2</sup> показали, что излучение пульсирует с периодом пульсара и имеет один пик. Ширина пика в излучении гамма-квантов сверхвысокой энергии в несколько раз меньше, чем в области  $10^8$  эв.

Получены также данные об излучении PSR 0833  $\gamma$ -квантов с энергией  $> 10^9$  эв<sup>3</sup>. Интегральная мощность излучения  $\gamma$ -квантов с энергией  $> 35$  Мэв,  $> 100$  Мэв,  $> 1$  Бэв и  $> 3 \cdot 10^{11}$  эв составляет соответственно  $3,3 \cdot 10^{38}$ ,  $1,4 \cdot 10^{38}$ ,  $4,5 \cdot 10^{36}$  и  $3,1 \cdot 10^{32}$  кэ/сек, если принять, что излучение изотропно.

Данные об излучении гамма-квантов от пульсара NP 0532 с энергией  $E > 35$  Мэв и  $E > 100$  Мэв получены также на SAS-2<sup>4</sup>. На баллонах, с помощью газового черенковского детектора, получены значения пульсирующего потока гамма-квантов с энергией больше 400 Мэв<sup>5</sup>. Поток гамма-квантов с энергией  $> 8 \cdot 10^{11}$  эв от пульсара NP 0532 был зарегистрирован с помощью наземной аппаратуры, регистрирующей черенковские вспышки<sup>6</sup>. Так же, как и в случае пульсара PSR 0833 ширина временного пика в излучении гамма-квантов сверхвысокой энергии в несколько раз меньше, чем в излучении квантов с  $E > 35$  Мэв. В то время как для  $E > 35$  Мэв наблюдается два пика, для  $E > 8 \cdot 10^{11}$  эв наблюдается лишь один. Интегральная мощность гамма-излучения квантов с энергией  $> 35$  Мэв,  $> 100$  Мэв,  $> 400$  Мэв и  $> 8 \cdot 10^{11}$  эв соответственно равна  $2 \cdot 10^{39}$ ,  $8 \cdot 10^{38}$ ,  $1,2 \cdot 10^{38}$  и  $1,6 \cdot 10^{33}$  кэ/сек. Наблюдения потоков гамма-квантов с энергией  $> 40$  Мэв от рентгеновского источника Суг X-3 были проведены в Советском Союзе, группой сотрудников МИФИ<sup>7</sup>. В области сверхвысоких энергий ( $> 2 \cdot 10^{12}$  эв) наблюдения этого источника проводятся начиная с 1972 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР с помощью детектора черенковских вспышек (см., например, <sup>8</sup>) (рис. 1).

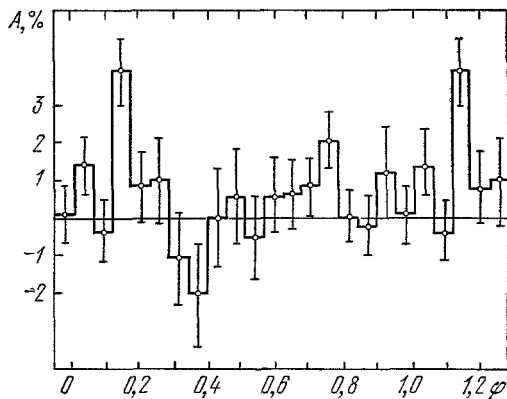


Рис. 1.

В отличие от пульсаров в Парусе и в Крабовидной туманности, природа объекта Суг X-3 недостаточна ясна. Известно, что рентгеновское излучение Суг X-3 модулируется с периодом 4,8 часа. Результаты анализа данных наблюдений<sup>8</sup> показали, что излучение гамма-квантов пульсирует с тем же периодом 0,199682 дня.

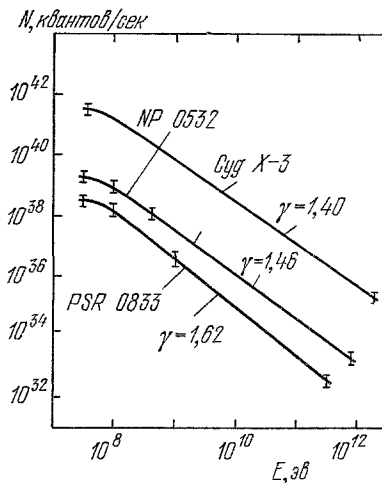


Рис. 2.

объектами только в мощности

Поскольку при взаимодействии с веществом только часть энергии переходит в  $\gamma$ -кванты, то отсюда следует, что общая мощность, идущая на образование космических лучей, больше, чем мощность, выделяемая другими видами излучения.

В настоящее время еще трудно делать какие-либо определенные заключения о природе Суг X-3. Однако по всей видимости основные процессы в этом объекте связаны с частицами высоких энергий. Можно думать, что и в Крабовидной туманности и в туманности в Парусе они играют существенную роль. Поэтому нам представляется, что исследование в области  $\gamma$ -квантов сверхвысокой энергии могут сыграть большую роль в изучении механизмов генерации космических лучей и процессов, происходящих в этих объектах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. D. J. Thompson, C. E. Fichtel, D. A. Kniffen, H. B. Ogelman, *Astrophys. J. Lett.* **200**, L79 (1975).
2. J. E. Grindlay, H. F. Helmken, R. Hanbury Brown, J. Davis, L. R. Allen, *Astrophys. J.* **201**, 82 (1975).
3. K. Bennett, G. F. Bignami, G. Boella, R. Buccheri, M. Gorisse, W. Hermsen, G. Kanbach, G. G. Lichti, H. A. Mayer-Hasselwander, J. A. Paul, L. Scarsi, B. N. Swanenburg, B. G. Taylor, R. D. Wills, *Astronom. and Astrophys.* **50**, 157 (1976).
4. D. A. Kniffen, R. C. Hartman, D. J. Thompson, G. F. Bignami, C. E. Fichtel, *Nature*, **251**, 397 (1974).
5. B. McBrean, S. E. Ball Jr., M. Campbell, K. Greisen, D. Koch, *Astrophys. J.* **184**, 571 (1973).
6. J. E. Grindlay, H. F. Helmken, T. C. Weekes, *Astrophys. J.* **209**, 592 (1976).
7. А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов, А. В. Курочкин, Б. И. Лучков, Ю. Т. Юркин, *Письма ЖЭТФ* **18**, 217 (1973).
8. А. А. Степанян, Б. М. Владимирский, Ю. И. Нешпор, В. П. Фомин, *Изв. КрАО* **55**, 157 (1976).
9. Б. М. Владимирский, А. М. Гальпер, В. Г. Кириллов-Угрюмов, А. В. Курочкин, Б. И. Лучков, Ю. И. Нешпор, А. А. Степанян, В. П. Фомин, Ю. Т. Юркин, *Письма Астрон. ж* **1**, 25 (1975).

С. К. Есин. О состоянии работ на Лос-Аламосской мезонной фабрике США. В докладе изложены основные результаты работ, проведенных в период длительной остановки сильноточного линейного ускорителя

ЛИАМПФ и направленных на увеличение интенсивности ускоренного пучка. Инжектор протонов при импульсном токе 12 ма обладает достаточной надежностью для обеспечения средних токов линейного ускорителя вплоть до 400 мка. Для уменьшения вредного воздействия переходных процессов в резонаторах при больших токах пучка фронт импульса инжектируемого пучка протонов регулируется в пределах от 3 до 100 мксек. Получены положительные результаты по применению опережающей коррекции эффектов нагрузки резонатора пучком. Проведена геодезическая юстировка положения элементов ускорительно-фокусирующего тракта и меры по согласованию продольного акцептанса резонаторов. Автоматизирована настройка амплитуд и фаз в резонаторах. Одновременное ускорение средних токов протонов 100 мка и отрицательных ионов водорода 3 мка является освоенным режимом. Ток протонов 165 мка был ускорен в течение 30 сек. Ускоритель обеспечил к сентябрю 1976 г.  $6 \cdot 10^5$  мка·час. Пучок использовался для 60 экспериментов. В 1976—77 гг. начинается регулярная работа на магнитном спектрометре с высоким разрешением по импульсу (проектное  $\Delta p/p = 2 \cdot 10^{-5}$ , к настоящему времени достигнуто  $\Delta p/p = 10^{-4}$ ), четырех мезонных каналах, внешних пучках протонов и нейтронов высокой энергии, биомедицинском, радиохимическом и нейтронном комплексах, комплексе для изучения радиационных повреждений и производства изотопов, в зоне нейтринных экспериментов. В докладе излагаются основные проблемы и программа работ, связанных с намечаемым этапом увеличения интенсивности ускорителя до 300—400 мка, а затем до проектной величины 1 ма.

Излагается программа и состояние работ по созданию специализированных ускорительных установок для медицинских целей и материаловедения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- L. Rosen, в кн. Труды VII Международной конференции по ускорителям высоких энергий, т. 1, Ереван, 1970, с. 177.  
 R. G. Fluharty et al., in: Nuclear Data in Science and Technology, v. 1, Vienna, IAEA, 1973, p. 607.  
 Medium-Energy Physics Program, Los Alamos Sci. Lab. Rept. LA-6195-PR, March 1976.  
 Medium-Energy Physics Program, Los Alamos Sci. Lab. Rept. LA-6363-PR, June 1976.  
 D. S. Hagerman, Status of LAMPF-1976 (доклад на V Всесоюзном совещании по ускорителям заряженных частиц, октябрь 1976 г.) (в печати).

621.384.612(048)

**Н. К. Абросимов.** Проект ускорительного комплекса ЛИЯФ и исследования на нем. Универсальный ускорительный комплекс Ленинградского института ядерной физики им. Б. П. Константинова АН СССР (ЛИЯФ) предназначен для ускорения протонов до энергии 3 Гэв и ядер всех элементов вплоть до урана в диапазоне энергий от 2 до 1200 Мэв/А. Комплекс включает в себя быстрый протонно-ионный синхротрон с жесткой фокусировкой и частотой повторения 10 гц и два ускорителя-инжектора: синхроциклотрон тяжелых ионов, построенный на базе существующего синхроциклотрона ЛИЯФ, и линейный ускоритель протонов и легких ядер на энергию 20 Мэв/А.

Синхроциклотрон тяжелых ионов одновременно используется и как самостоятельный ускоритель тяжелых ионов с энергией  $\sim 10$  Мэв/А.

Приводятся основные параметры ускорителей комплекса и ожидаемые интенсивности пучков.

Дается перечень основных направлений физических исследований на пучках ускорительного комплекса, включающий в себя исследования в области ядерной физики, физики элементарных частиц, биологии, радиационной медицины, а также прикладные исследования.