

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ  
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР  
(27—28 мая 1981 г.)**

27 и 28 мая 1981 г. в Физическом институте им. 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:

27 мая

1. В. В. Железняков. О рентгеновском и гамма-излучении аккрецирующих нейтронных звезд.

2. Г. М. Бескин, С. И. Неизвестный, В. Ф. Шварцман. Гравитационные линзы в космосе (общий обзор и результаты наблюдений на БТА).

28 мая

3. В. М. Агранович, В. Е. Кравцов, А. Г. Мальщук. Молекулы на металле: гигантское комбинационное рассеяние, аномалии колебательных спектров и проблема высокотемпературной сверхпроводимости.

4. В. Е. Захаров. Коллапс лэнгмюровских волн и лэнгмюровская турбулентность плазмы.

Краткое содержание одного из докладов приводится ниже.

523.84(048)

**В. В. Железняков.** О рентгеновском и гамма-излучении аккрецирующих нейтронных звезд. В докладе обсуждается проблема формирования спектров жесткого рентгеновского и гамма излучения нейтронных звезд, входящих в состав двойных систем. Источником излучения служат полярные области этих звезд, нагреваемые за счет аккреции плазмы со вторых звездных компонент. В случае сравнительно стационарной аккреции на вращающуюся нейтронную звезду такой объект наблюдается как рентгеновский пульсар; при мощной резко нестационарной аккреции он проявляется как гамма-берстер. Вероятный режим работы гамма-берстера<sup>1</sup> заключается в нагреве полярного пятна на нейтронной звезде аккрецирующим потоком плазмы и «выметании» этой плазмы из околополярной области давлением излучения пятна (при достижении температуры  $kT \gtrsim 100$  кэВ). В начальный период интенсивной аккреции эта плазма эффективно экранирует жесткое излучение пятна; в период остановки аккреции излучение выходит за пределы обсуждаемого объекта и наблюдается в форме гамма-всплеска.

Характерной особенностью спектров рентгеновских пульсаров являются циклотронные линии<sup>2</sup> ( $\hbar\omega \approx 40$  кэВ для объекта Her X — 1 и  $\hbar\omega \approx 20$  кэВ для 4U 0115 + 63). Интерпретация жесткого рентгеновского спектра пульсаров, содержащего такие линии, возможна на основе изотермической модели ( $T \sim 10^8$  К) плазменной атмосферы горячего полярного пятна<sup>1,3,4</sup>. При этом излучение в непрерывном спектре (континууме) представляет собой тормозное излучение электронов, ослабленное за счет перерезонансного (томсоновского) рассеяния. Циклотронная линия в поглощении возникает на фоне континуума как тормозное излучение, ослабленное еще сильнее вследствие более эффективного резонансного (циклотронного) рассеяния на гирочастоте  $\omega_{B_0} = eB_0/mc$  ( $B_0$  — магнитное поле в полярном пятне). Весьма существенно, что

формирование излучения в линии и в континууме происходит в тех областях плазменной атмосферы, где поляризация нормальных волн (обыкновенных и необыкновенных) определяется не плазмой, а намагниченным вакуумом. В этих условиях вакуум в значительной степени определяет и характер всех коэффициентов поглощения и рассеяния в плазме.

Влияние аккрецирующей плазмы на вид наблюдаемого спектра несущественно, если электронная концентрация в ней  $N_a \ll 10^{15}$  эл.см<sup>-3</sup>. При  $N_a \gg 10^{15}$  эл.см<sup>-3</sup> проходящее сквозь эту плазму излучение ослабляется вследствие эффективного циклотронного рассеяния в гирорезонансных слоях, расположенных в неоднородном магнитном поле  $B(h)$  на высотах, где  $B = \omega mc/se$  ( $\omega$  — частота излучения,  $s$  — номер циклотронной гармоники). На рентгеновских пульсарах указанное ослабление должно быть весьма значительным, так как для поддержания жесткого рентгеновского излучения на наблюдаемом уровне требуются плотности  $N_a \sim 10^{19} - 10^{20}$  эл.см<sup>-3</sup>.

Непрозрачные для излучения части гирорезонансных слоев, располагающиеся в пределах аккрецирующего столба, существенно меняют диаграмму направленности излучения за пределами пульсара. Кроме того, с экранирующим действием указанных слоев могут быть связаны провалы в спектре излучения на частотах  $\omega \approx s\omega_{B_0}$ , регистрируемые как циклотронные линии в поглощении. Отсюда следует, что формирование циклотронных особенностей может происходить и в случае, когда спектр излучения полярной плазменной атмосферы таких особенностей не содержит<sup>1</sup>.

Регистрация гамма-всплесков с борта космических станций «Венера-11» и «Венера-12»<sup>5,6</sup> показала, что в спектре гамма-берстеров на фоне жесткого континуума существуют циклотронные линии (по большей части — в поглощении) и аннигиляционные линии в излучении ( $\hbar\omega \approx 0,5$  МэВ). Последние возникают в процессе аннигиляции электронов и позитронов с появлением двух гамма-квантов. В докладе рассмотрен механизм образования аннигиляционной линии, связанный с рождением электрон-позитронных пар в сильных магнитных полях нейтронных звезд<sup>7</sup>. Предполагается, что источником энергичных гамма-квантов, рождающих пары, служит излучение горячего полярного пятна в жестком континууме. Оценки показывают, что за исключением направлений, близких к направлению магнитного поля ( $\alpha < 20^\circ$ ), существенная часть излучения с энергией  $\hbar\omega > 2mc^2$  на квант расходуется на рождение пар. Это обстоятельство указывает на возможность сильного завала спектра излучения в континууме при энергиях выше 1 МэВ и позволяет дать простую оценку максимальной интенсивности аннигиляционной линии, согласующуюся с имеющимися данными наблюдений гамма-берстеров<sup>5,6</sup>.

Образование жесткого континуума, содержащего абсорбционные циклотронные линии, можно интерпретировать<sup>1</sup> на основе двухслойной модели плазменной атмосферы в полярной области нейтронной звезды. Верхний холодный слой ( $kT \sim 10$  кэВ) ответствен за создание циклотронной линии, нижний горячий слой ( $kT \sim 0,1 - 1$  МэВ) — за жесткий континуум. Из анализа наблюдавшихся спектров<sup>5,6</sup> получены оценки интегралов  $\int N dl \sim 10^{20}$  эл.см<sup>-2</sup> в холодном слое (по степени ослабления проходящего излучения за счет циклотронного рассеяния) и  $\int N^2 dl \sim 10^{17}$  эл.см<sup>-5</sup> в горячем слое (по величине тормозного излучения, создающего континуум экспоненциального вида). Здесь  $N$  — электронная концентрация и  $l$  — координата вдоль луча зрения в полярном пятне. Аккрецирующая плазма в гамма-берстерах создает дефицит проходящего излучения полярного пятна на частотах  $\omega < s\omega_{B_0} = seB_0/mc$ . Наиболее сильной должна быть депрессия на частотах ниже  $\omega_{B_0}$ . Такая депрессия действительно наблюдается во время многих гамма-всплесков<sup>5,6</sup>. По величине депрессии можно дать непосредственную оценку концентрации аккрецирующей плазмы близ нейтронной звезды в момент всплеска ( $N_a \approx 4 \cdot 10^{14}$  эл.см<sup>-3</sup> для события 1.XI 1979 г.)<sup>1,4</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zheleznyakov V. V. — *Astrophys. and Space Sci.*, 1982 (in press).
2. Trümper J. — In: *IAU/Cospar Symposium on X-ray Astronomy*. Innsbruck, 1978.
3. Zheleznyakov V. V. — *Astrophys. and Space Sci.*, 1981, v. 77, p. 279.
4. Железняков В. В. Циклотронное излучение в астрофизике: Препринт ИФФ АН СССР, № 15. — Горький, 1981.
5. Мазец Е. П., Голенецкий С. В., Аптекарь Р. Л., Гурьян Ю. А., Ильинский В. Н. — *Письма Астрон. ж.*, 1980, т. 6, p. 706.
6. Mazets E. P., Golenevskii S. V., Aptekar R. L., Gur'yan Yu. A., Il'inskiy V. N. — *Nature*, 1981, v. 290, p. 378.
7. Zheleznyakov V. V. — *Astrophys. and Space Sci.*, 1982 (in press).