

(для $\lambda = 5000 \text{ \AA}$). Наконец, мн. астрофиз. проблемы требуют для своего решения доставки приборов непосредственно к объекту исследования (планеты Солнечной системы, межпланетная среда, солнечный ветер, кометы и т. д.). Каждая из этих проблем породила самостоят. научное направление: исследования *Венеры* спускаемыми и пролётными аппаратами, включая радиолокац. картографирование этой планеты (СССР и США); изучение поверхности и атмосферы Марса и его спутников (СССР, США); исследования Юпитера, Сатурна и их спутников (США). Особенно большой объём ценнейшей информации был получен 16 сов. межпланетными космич. аппаратами (КА) «Венера» (1961—84), двумя амер. КА «Викинг» (исследования Марса и его спутников в 1976—82), космич. станциями «Вояджер-1 и 2» при их пролёте вблизи систем Юпитера и Сатурна (США, запущены в 1977).

Новая эпоха во В. а. началась с запусками на околоземную орбиту специализир. астр. ИСЗ, оснащённых высокоточной системой наведения и пространств. стабилизации (с точностью до $0,03''$). В области рентг. В. а. следует выделить спутники «Ухуру» (США, с 1970), «САС-3» (США, с 1975), «ХЕАО-1» и «ХЕАО-2» (обсерватория им. Эйнштейна) (США, 1978—81), «АНС» (Нидерланды, с 1974), «УК-5» (Великобритания, с 1974), «Астро» (СССР, с 1983) и японские «Хакутэ» (с 1979) и «Тенма» («Астро-Б», с 1983). Среди наиб. ценных результатов, полученных рентг. В. а.: открытие одиночных и входящих в двойные системы *нейтронных звёзд* с периодами собственного вращения от 0,033 до 1000 с; составление каталогов, включающих тысячи рентг. источников; открытие горячего (10^7 — 10^8 К) *межгалактического газа* в скоплениях галактик, имеющего плотность 10^{-3} — 10^{-4} атомов/см³ и нормальный хим. состав; обнаружение «кандидатов» в *чёрные дыры*; детальное исследование *визгалактич. источников* ядер активных и сейфертовских галактик, *квазаров*; открытие рентг. источников в неск. ближайших галактиках; обнаружение рентг. излучения корон нормальных звёзд и др. (подробнее см. *Рентгеновая астрономия*).

В УФ-области ($\lambda = 1000$ — 3500 \AA) особую роль сыграли ИСЗ «Коперник» (США), междунар. спутник «ИУЕ» (США и ряд стран Европы, с 1977) и «Астро» (СССР) с телескопич. диам. 45—90 см. В этом диапазоне спектра проводилось: детальное исследование хим. состава и физ. условий в межзвёздной среде; обнаружение и исследование молекулярного водорода в плотных и холодных облаках межзвёздного газа; обнаружение горячей газовой короны Галактики; детальное исследование распределения водорода (и гелия) в окрестностях Солнечной системы, изучение спектров неск. тысяч звёзд с высоким спектральным разрешением, а также исследования УФ-спектров ядер галактик и квазаров (см. *Ультрафиолетовая астрономия*). В США намечен запуск на орбиту ИСЗ оптич. телескопа им. Эдвина Хаббла диам. 2,4 м с пространственным разрешением до $0,01''$ и пронзающей способностью вплоть до 29—30 μ ; его астрометрич. точность превысит $0,001''$, срок службы ≥ 10 лет. В ИК-области важные результаты получены ИСЗ «ИРАС» (США, Нидерланды, Великобритания, 1983). По данным аппаратуры этого спутника составлен каталог $\sim 10^6$ ИК-источников, излучающих в диапазоне длин волн от 1 до 100 мкм (см. *Инфракрасная астрономия*). В миллиметровом диапазоне длин волн советским ИСЗ «Прогноз» исследовались реликтовое излучение и его флуктуации.

Космич. изучение с энергией гамма-фотонов $\epsilon \geq 100$ МэВ исследовалось со спутников «САС-2» (США, с 1972) и «КОС-Б» (ряд стран Западной Европы, запущен в 1975). Обнаружены ок. 20 дискретных источников гамма-излучения (из к-рых отождествлено лишь 3) и протяжённая область эмиссии вдоль плоскости Галактики (см. *Гамма-астрономия*).

Следует отметить исследования *гамма-всплесков*, природа к-рых до сих пор окончательно не выяснена. Из

десятка источников гамма-излучения, координаты к-рых определены с точностью от $5''$ до $10'$, ни один надёжно не отождествлён с известными астр. объектами. В. а. развивается по пути создания специализир. тяжёлых спутников Земли, оснащённых высокоточной системой астроориентации и уникальными астр. инструментами. Уже сейчас примерно 50% астрономической информации поступает от приборов, установленных на ИСЗ.

В. Г. Курт.

ВНЕЗАПНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ МЕТОД — приближённый способ нахождения и описания осн. характеристик вероятностей квантовых переходов в процессах быстрых столкновений (процессах «встряски»). Под процессами встряски понимаются такие процессы, для к-рых характерные времена столкновения τ достаточно малы по сравнению с обратными частотами ω в невозмущённой системе: $\omega\tau \ll 1$ [1, 2]. В отличие от др. предельного случая — *адиабатического возмущения*, вероятности возбуждения системы при внезапном внеш. воздействии могут достигать величины порядка единицы.

Из всевозможных процессов встряски выделяют два крайних случая: типа рассеяния и типа включения [3, 4]. Встряска типа рассеяния — это процесс, в к-ром в течение короткого времени τ действует возмущение $\hat{V}(t)$, а при $t \rightarrow \pm \infty$ полный гамильтониан системы совпадает с невозмущённым гамильтонианом \hat{H}_0 . Во встряске типа включения за короткое время τ гамильтониан системы изменяется от нек-рого нач. значения \hat{H}_i до конечного $\hat{H}_f (\neq \hat{H}_i)$. Амплитуда перехода \mathfrak{M} между стационарными состояниями этих гамильтонианов в нулевом порядке по $\omega\tau$ во встряске типа включения (в нулевом порядке по $V\tau/\hbar$) [1, 2]

$$\mathfrak{M}_{fi}^{(0)} = \langle f|i \rangle \quad (1)$$

представляет собой коэф. перераспределения нач. волновой ф-ции по конечным. Чтобы вероятности соответствующих переходов стали близкими к единице, во встряске типа включения достаточно изменить гамильтониан на величину порядка его самого.

Классический пример применения В. в. м. для вычисления вероятностей квантовых переходов во встряске типа включения — расчёты возбуждения и ионизации атомов при бета-распаде ядер. В теории атомных столкновений он используется при исследовании двух-электронных радиационных, а также трёх-, четырёх- (и более) частичных Оже-переходов в сложных атомах [5].

Описание встряски типа включения в нулевом порядке по $\omega\tau$ является относительно простым, и независимо от деталей процесса изменения гамильтониана вероятности переходов определяются квадратом модуля амплитуды (1). Расчёт же амплитуды перехода в высших порядках по $\omega\tau$ требует исследования общего случая встряски — и со скачком гамильтониана, и с толчком $\hat{V}(t)$ [4]. Математически эта задача сводится к решению задачи об эволюции системы в процессе встряски типа рассеяния. Для нахождения вероятностей переходов во встряске типа рассеяния оператор взаимодействия $\hat{W}(t)$ в представлении взаимодействия раскладывают в ряд по степеням параметра $\omega\tau$ вблизи момента встряски t_0 . При этом решение ур-ния для оператора временной эволюции $\hat{S}(t, t')$ в представлении взаимодействия также имеет вид разложения по $\omega\tau$. Если операторы $\hat{V}(t)$, взятые в разные моменты времени, коммутируют между собой, то в нулевом порядке по $\omega\tau$ амплитуда перехода между стационарными состояниями $|i\rangle$ и $|f\rangle$ гамильтониана \hat{H}_0 равна

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_{fi}^{(0)} &= \langle f|\hat{S}_0(+\infty, -\infty)|i\rangle \sim \\ &\sim \langle f|\exp \times \left[-\frac{i}{\hbar} \int_{-\infty}^{+\infty} dt \hat{V}(t) \right] |i\rangle. \end{aligned} \quad (2) \quad 287$$