

Её составляющая  $F_{\parallel}$  вдоль ср. траектории частицы вызывает уменьшение энергии продольного движения, к-рое в ускорителе или накопителе компенсируется дополнит. набором энергии от ускоряющей системы (равновесная фаза частицы смещается выше к максимуму напряжения). Составляющая  $F_{\perp}$ , направленная противоположно скорости поперечных (бетатронных) колебаний, играет роль силы трения и вызывает затухание поперечных колебаний (т. н. р а д и а ц. з а т у х а н и е). Такой простой механизм имеет место для вертик. колебаний. Для радиальных бетатронных колебаний



картина осложняется взаимодействием с синхротронными азимутально-радиальными колебаниями, в результате к-рого вносимое радиальной силой отдачи радиац. затухание распределяется между радиальными бетатронными колебаниями и синхротронными колебаниями. При этом в зависимости от параметров магн. системы может даже происходить радиац. раскачка бетатронных или синхротронных колебаний. Чтобы избежать этого, вводят дополнит. связь между колебаниями, перераспределяющую декременты затухания.

Благодаря радиац. затуханию, приводящему к сильному сжатию частиц пучка к равновесной орбите, удаётся в накопителях электронов и позитронов накапливать значит. заряд в узкой области вокруг орбиты. Предел сжатия орбит накладываемся раскачкой колебаний, обусловленной квантовым характером излучения: потеря энергии электрона на излучение происходит отд. квантами, в случайные моменты времени и в случайном направлении, что эквивалентно нек-рой «шумовой раскачке» колебат. системы случайными силами. Взаимодействием этих противоборствующих тенденций — радиац. затухания и квантовой раскачки — и определяется стационарное значение амплитуд колебаний частиц в пучке.

Синхротронное излучение имеет само по себе большое прикладное значение. Расширяется применение синхротронов в качестве генераторов синхротронного излучения, обладающих рядом преимуществ перед др. существующими источниками (высокая интенсивность, когерентность, поляризация, лёгкость управления и т. д.).

Лит.: Коломенский А. А., Физические основы методов ускорения заряженных частиц, М., 1980; Дебедев А. Н., Шальнов А. В., Основы физики и техники ускорителей, ч. 1 — Ускорители заряженных частиц, М., 1981. Э. Л. Бурштейн.

**ИЗМЕРЕНИЕ** — эксперим. определение значения измеряемой величины с применением средств измерений. К средствам измерений относятся меры, компараторы, измерительные показывающие и регистрирующие приборы, измерит. преобразователи, измерит. системы, измерительно-вычислит. комплексы. Конечный продукт И. — его результат — выражается числом или совокупностью чисел, именованных или неименованных в зависимости от того, размерной или безразмерной является измеряемая величина. Результат И. может быть выражен в любой системе счисления и записан при помощи кода на любом носителе.

Измеряемая величина (свойство объекта материального мира или параметр объекта) существует в сфере материального, где количеств. содержание свойства или параметра объекта отражается понятием «размера». Результат И. — число — существует в сфере абстрактного, в матем. сфере, т. е. И. есть процесс отражения «размера» измеряемой величины на числовую ось. И. служит осн. инструментом познания материального мира, т. к. обеспечивает возможность сравнения результатов теоретич. исследований объектов с результатами эксперим. исследований.

Важнейшая особенность И. — принципиальная невозможность получения результатов И., в точности равных истинному значению измеряемой величины, — является следствием невозможности абс. познания мира. Невозможность полного достижения цели И. приводит к необходимости оценивать степень близости результата И. к истинному значению измеряемой величины, т. е. оценивать погрешность измерения. При подготовке к И. методике и средства И. выбирают так, чтобы погрешность была достаточно мала для решения конкретной задачи И. Проблемы оценки погрешностей И. являются предметом метрологии.

И. классифицируют по общим признакам на прямые и косвенные, статич. и динамич., по виду измеряемой величины — на И. механич., электрнч., тепловых и др. величин. Классификация по общим признакам существенна для выбора способов обработки результатов И. и определения погрешности И. Вид измеряемой величины определяет конкретную методику и средства И.

Статическими считают такие И., при к-рых зависимость погрешности И. от скорости изменения измеряемой величины пренебрежимо мала и её можно не учитывать. Если эта зависимость существенна, то И. относят к динамическим. Результат прямых И. находят непосредственно из опыта, косвенных — путём расчёта по известной зависимости измеряемой величины от величин, находимых прямыми И. Однако часто при совр. И., когда измеряемой величиной является, напр., к.-л. функционал (ср. квадратическое значение напряжения и др.), при определении результата И. по опытным данным используют вычисления функционала как известной зависимости от ф-ции, оценки значения к-рой при разных значениях аргумента определяются прямыми измерениями. При этом, как и при косвенных И., необходимо учитывать корреляц. связь между значениями ф-ции при разных значениях её аргумента, а также между погрешностями прямых измерений ф-ции.

В том случае, когда зависимость измеряемой величины от др. величин учтена уже в номинальной ф-ции преобразования средства И. (напр., в ваттметре; на его вход подаются ток и напряжение, а измеряет он электрнч. мощность), нет необходимости учитывать отдельно корреляцию между значениями величин, подвергаемых прямым И., и между погрешностями прямых И. Такие И. не относят к косвенным.

Классификация И. по общим признакам используется лишь в тех случаях, когда это помогает уменьшить погрешности.

В совр. измерит. технике часто применяют измерит. системы и измерительно-вычислит. комплексы, способные не только одновременно и быстро измерять большое число величин, но и оценивать и корректировать погрешности. Данные, необходимые для оценки погрешности И., должны содержаться в документации на соответствующее средство И.

Осн. компоненты процесса И.: восприятие информации о «размере» измеряемой величины непосредственно от объекта И. с помощью средства И.; преобразование полученной информации в форму, удобную для передачи на расстояние и (или) для регистрации на определённом носителе; запись информации при помощи кода (числа) на данном носителе. Может быть использована только часть этого процесса, без преобразования информации в код или число; например, управляющий сигнал в системах управления формируется на основании информации, содержащейся в нек-ром промежуточном продукте И. — аналоговом «измерительном» сигнале, полученном преобразованием входного сигнала средства И. Соответствующая часть И. называется измерительным преобразованием, которое, строго говоря, не может считаться И., но характеризуется теми же особенностями, что и И. (за исключением конечного продукта — числа). По-