

участка проследить за продольным развитием ливня. Время высвечивания 10^{-8} с, $\lambda = 250-450$ нм. Интенсивность свечения возбуждённых атомов мала, но, в отличие от направленного черенковского излучения, оно изотропно и на расстояниях более 5 км от оси превалирует над черенковским.

Использование Ш. а. л. позволяет найти верх. границы энергетич. спектра космич. излучения и исследовать точечные источники космич. излучений, анизотропно первичного излучения, установить ядерный состав космич. лучей. В России и США разработаны проекты установок для изучения Ш. а. л. предельно высокой энергии площадью в тысячи км².

Лит.: Христиансен Г. Б., Куликов Г. В., Фомин Ю. А., Космическое излучение сверхвысокой энергии, М., 1975.

В. С. Мурзин.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННА — антенна, осн. электрич. характеристики к-рой — диаграмма направленности (ДН), входное сопротивление, поляризация свойства — мало меняются при изменении частоты колебаний. Ш. а. применяется для излучения или приёма широкополосных сигналов; позволяет также без перестройки работать при переходе с одной частоты на другую. Обычно к Ш. а. относят антенны, сохраняющие характеристики в полосе частот св. 10%. Если отношение максимальной рабочей частоты к минимальной (перекрытие частот) составляет 5:1 и более, такие антенны называют сверхширокополосными (США) или частотно-независимыми.

Для слабонаправленных антенн обычной конструкции, таких, как линейный вибратор, полоса рабочих частот определяется гл. обр. частотной зависимостью входного сопротивления, поскольку вследствие малых размеров излучателей (в долях длины волны λ) ДН таких антенн слабо зависит от частоты. Частотную зависимость входного сопротивления антенн вибраторного типа можно ослабить при увеличении толщины плеч вибраторов (вибраторы с пониженным волновым сопротивлением) или приданием им конич. формы. Др. способ расширения полосы рабочих частот вибраторов заключается в использовании разл. рода шунтов, устанавливаемых, напр., в плечах петлевого вибратора Пистольковса либо замыкающих плечи плоских или объёмных конич. вибраторов в их середине (шунтовой вибратор Айзенберга) или в раскрыве. Полоса рабочих частот таких антенн по входному сопротивлению десятки и даже сотни процентов, однако при этом может наблюдаться существ. изменение ДН. При расположении Ш. а. над поверхностью экрана (Земли) важным фактором, влияющим на полосу рабочих частот, является частотная зависимость ДН, обусловленная интерференцией полей, излучаемых непосредственно антенной и отражаемых от экрана.

Сравнительно широкополосны антенны бегущей волны (АБВ): диэлектрич. стержневые антенны, однозаходные цилиндрические и конические спиральные антенны, применяемые на дециметровых и сантиметровых волнах. Рупорные антенны весьма широкополосны по входному сопротивлению (почти с двукратным перекрытием), однако ширина осн. лепестка ДН меняется обратно пропорционально частоте. Устранить эту зависимость можно за счёт спец. конструкции стенок рупора, выполняющих их гофрированными или перфорированными. В диапазоне декаметровых волн в качестве Ш. а. применяют ромбические антенны и проволочные АБВ (обладающие, правда, низким КПД).

Широкополосные свойства остро направленных антенн параболического и линзового типов определяются гл. обр. широкополосностью облучателей. Присущая этим антеннам, как и другим апертурным излучателям, зависимость ширины ДН от размеров антенны в долях λ может быть скомпенсирована подбором спец. облучателя, меняющего ширину лепестка, облучающего антенну, при изменении частоты колебаний. Широкополосность др. типа остро направленных антенн — многоэлементных антенных решёток (АР) из слабонаправленных излучателей — ограничена, помимо широкополосности излучающих элементов и схемы, обеспечивающей требуемое фазирование элементов, изме-

нением шага решётки (расстояния между соседними излучателями) в долях λ при изменении частоты. Последнее обстоятельство может вызвать появление дополнит. максимумов в ДН на высоких частотах.

К числу США относятся антенны в виде логарифмич. спиралей, плоских или конических. Сверхширокополосные свойства этих и подобных антенн определяются совокупностью неск. факторов. Главный из них связан с явлением отсеки токов, т. е. резким ослаблением амплитуды токов (в передающем режиме) вне нек-рой «активной области», формирующей излучение. Размеры активной области при изменении частоты остаются постоянными в долях соответствующей этой частоте длине волны λ , что обеспечивает сохранение электрич. характеристик. Др. фактор, обеспечивающий неизменное значение входного сопротивления в полосе частот, обусловлен совпадением формы щелевой части антенны с металлической (т. н. принцип самополнотности). Принцип отсеки токов реализуется также в плоских арифметических (архимедовых) спиралах. К США, обеспечивающим более чем десятикратное перекрытие рабочих частот, относятся также логопериодич. антенны (ЛПА), применяемые как в диапазоне СВЧ, так и на декаметровых волнах. Использование ЛПА в АР позволяет существенно повысить их широкополосность, если излучатели располагать по радиусу в определённом круговом секторе.

Лит.: Сверхширокополосные антенны, пер. с англ., М., 1964; Коротковолновые антенны, 2 изд., М., 1985; Сазонов Д. М., Антенны и устройства СВЧ, М., 1988.

Г. А. Ерохин.

ШКАЛА ИЗМЕРЕНИЙ — основополагающее понятие метрологии, позволяющее количественно или к-л. другим способом определить свойство объекта. Ш. и. является более общим понятием, чем *единица физической величины*, отсутствующая в нек-рых видах *измерений*. Ш. и. необходимо как для количественных (длина, темп-ра), так и для качественных (цвет) проявлений свойств объектов (тел, веществ, явлений, процессов). Проявления свойства образуют множество, элементы к-рого находятся в определ. логич. отношениях между собой, т. е. являются т. н. системой с отношениями. Имеются в виду отношения типа «эквивалентность» (равенство), «больше», «меньше», возможность «суммирования» элементов или «деления» одного на другой. Ш. и. получается гомоморфным отображением множества элементов такой системы с отношениями на множество чисел или, в более общем случае, — на знаковую систему с аналогичными логич. отношениями. Такими знаковыми системами, напр., являются: множество обозначений (названий) цветов, совокупность классификац. символов или понятий, множество названий состояний объекта, множество баллов оценки состояний объекта и т. п. При таком отображении используется модель объекта, достаточно адекватно (для решения измерит. задач) описывающая логич. структуру рассматриваемого свойства этого объекта.

В соответствии с логич. структурой свойств в теории измерений принято в основном различать 5 типов Ш. и.: шкалы наименований, порядка, разностей (интервалов), отношений и абс. шкалы (см. табл.).

Шкала наименований характеризуется только отношением эквивалентности к-л. качественного проявления свойства. Пример такой Ш. и. — классификация (оценка) цвета объекта по наименованиям (красный, белый, синезелёный и т. д.), опирающаяся на стандартные атласы цветов (в атласах цвета могут обозначаться усл. номерами). Измерения выполняются путём сравнения при определ. освещении образцов цвета из атласа с исследуемым цветом и установления их эквивалентности.

Шкала порядка описывает свойства, для к-рых имеет смысл не только отношение эквивалентности, но и отношение порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства. Характерный пример шкал порядка — шкалы чисел твёрдости тел, шкалы баллов землетрясений, шкалы баллов ветра и т. д. В такого рода шкалах в принципе нет возможности введения единицы измерений, также не имеют смысла суждения, во сколько