

туациями в атмосфере и т. д. Снижение влияния этих факторов достигается методами амплитудной, диаграммной, частотной модуляции; нулевым, корреляционным. В методе амплитудной модуляции непосредственно на входе приёмника происходят быстрое сравнение измеряемой величины (сигнал объекта) с сигналом эталона (эквивалента) и выделения разностного сигнала на выходе приёмника. Если эталонный сигнал близок к измеряемой величине, то изменения уровня соств. шумов аппаратуры практически не влияют на измеряемую величину. Чувствительность этого метода $\delta T = T_{\text{ср}}/\sqrt{2\Delta f t}$. Практически полное исключение влияния изменения коэф. усиления радиометра достигается в нулевом методе — темп-ра эквивалента непрерывно подстраивается системой обратной связи под исследуемую темп-ру так, чтобы сигнал на выходе равнялся нулю. Измеряемой величиной в этом случае является темп-ра шумов эквивалента. В качестве эквивалента может быть выбрана близлежащая площадка неба, т. е. антенна попеременно наводится то на источник, то на площадку рядом с ним — д и а г р а м м а я м о д у л я ц и я. При этом практически исключается влияние атмосферы. Диаграммная модуляция может осуществляться путём качания вторичного зеркала в системе Кассегрена, переключением выходов двух облучателей (расположенных в фокальной плоскости зеркальной антенны) либо переключением фазы сигнала в радионтерферометре. В случае спектральных исследований переключение может осуществляться по частоте, т. е. сравниваться с шумами вне спектральной линии, — ч а с т о т н а я м о д у л я ц и я. В поляризац. и радионтерференц. измерениях часто применяют корреляц. приём сигналов — двухканальный приёмник выделяет коррелированную составляющую сигнала. Соств. шумы аппаратуры в таком приёмнике не коррелируют между собой, в то время как принимаемый сигнал от точечного источника будет когерентным, т. е. будет коррелировать на выходе радиометра. Аналогичное явление происходит при приёме поляризов. сигнала источника на два ортогональных облучателя.

Лит. см. при ст. *Антенна радиотелескопа, Апертурный синтез.* Л. И. Матвеев.

РАДИОФИЗИКА — раздел физики, охватывающий изучение и применение эл.-магн. колебаний и волн радиодиапазона, а также распространение развитых при этом методов в др. науки. На шкале эл.-магн. волн радиодиапазон занимает интервал частот от 10^4 до 10^{11} Гц (см. *Радиоволны*), и первоначально радиофиз. исследования придерживались этих границ. Со временем, однако, проявилась тенденция к «экспансии», и ныне Р. вобрала в себя физику эл.-магн. колебаний практически любого диапазона частот.

Совр. Р. имеет сложную и разветвлённую структуру, обеспечивающую: 1) техн. освоение всего охватываемого ею спектра эл.-магн. колебаний; 2) исследование физ. свойств линейных и нелинейных систем (сред) и создание их адекватных моделей; 3) обогащение новыми физ. идеями радиотехники, технологии и др. инженерных областей; 4) развитие методов метрологии в части измерения важнейших физ. параметров, констант и создание надёжных эталонных стандартов; 5) исследование свойств окружающего пространства; 6) изучение эл.-магн. проявлений биол. объектов.

Р. сформировалась в 30—40-е гг. 20 в. с развитием радиотехники, радиосвязи, радио- и телевидения, радионавигации и радиолокации, что потребовало освоения новых диапазонов частот, разработки и воплощения физ. принципов генерации, излучения, распространения и приёма радиоволн, модуляции и кодирования радиосигналов и т. д. В СССР развитие Р. связано с именами Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси и с созданной ими науч. школой.

Первоначально развитие Р. определялось тремя компонентами: теорией колебаний и волн, физ. электро-

никой и электродинамикой. Причём Р. не только использовала достижения в этих областях науки, но и способствовала их развитию.

Теория колебаний и волн содержит матем. аппарат для исследования процессов в колебат. системах (линейных и нелинейных, с сосредоточенными и распределёнными параметрами, постоянными или периодически изменяющимися во времени, см. *Колебания*). Особую роль играют исследования нелинейных колебаний (в частности, автоколебаний), лежащих в основе работы большинства генераторов электромагнитных колебаний радиодиапазона. Впоследствии в этот раздел вошли теоретич. и эксперим. задачи, в к-рых колебат. движения являются частными (хотя и по-прежнему выделенными) случаями общих процессов. Сформировалось особое направление исследования динамич. поведения нелинейных систем, отвлечённое от их конкретной реализации с привлечением методов качественной теории дифференц. ур-ний, физического (аналогового) и численного моделирования. В Р. активно используется это новое направление, к-рое чаще наз. нелинейной динамикой (см. *Динамическая система, Нелинейные уравнения математической физики*).

В физ. электронике Р. стимулировала оптимизацию характеристик уже существовавших приборов и создание принципиально новых эл.-вакуумных, газоразрядных и твердотельных устройств. Быстродействие, простота управления, высокие значения кпд, перекрытие всех диапазонов частот и мощностей, высокая чувствительность, избирательность, перестраиваемость, низкий уровень шумов и др. требования, предъявляемые к разл. устройствам, могут быть удовлетворены только с привлечением разнообразных физ. явлений. Поэтому радиофиз. исследованиям сопутствовали, а иногда предшествовали исследования электронной и ионной эмиссии, полупроводниковой плазмы и разработка методов управления движением заряж. частиц (см. *Электронная и ионная оптика, Ускорители заряженных частиц*), изучение взаимодействия эл.-магн. полей с электронными потоками, с газоразрядной плазмой и с плазмой твёрдых тел и др. В результате развития представлений об автофазировке и группировке электронов, о самосогласованном синхронном взаимодействии частиц с эл.-магн. полем появились такие приборы, как клистрон, магнетрон, лампа бегущей волны, лампа обратной волны и др., а затем мазер на циклотронном резонансе, гиротрон, лазер на свободных электронах и т. п., к-рые являются и предметом изучения Р., и базой для радиофиз. исследований (см. *Релятивистская электроника*).

Э л е к т р о д и н а м и к а, в осн. опирающаяся на ур-ния Максвелла в линейных средах, обеспечила понимание процессов излучения, распространения и приёма радиоволн. Это позволило создать разл. элементы радиоаппаратуры как в ДВ-диапазонах (системы с сосредоточ. параметрами — колебат. контуры, фильтры, преобразователи и т. п.), так и в КВ-диапазонах (системы с распределёнными параметрами — линии передачи, волноводы, объёмные резонаторы, аттенюаторы и т. п.). Осн. направления исследования: излучение и распространение радиоволн в разл. средах (напр., в космич. плазме), с учётом анизотропии, поглощения, рефракции и дифракции, рассеяния, отражения и нелинейных эффектов, связанных со взаимодействием излучения с веществом, создание мн. типов антенн.

По мере развития Р. её методы проникали в др. области физики. В результате в Р. стали различать «физику для радио» и «радио для физики». Новые задачи, новые цели, а также освоение новых диапазонов частот привлекли в Р. идеи и методы из др. областей физики, в частности из оптики (приёмы управления волновыми пучками, принципы действия таких элементов, как линзы, зеркала, интерферометры, поляроиды и т. п.), что привело к появлению нового раздела Р. — *квантовой оптики* (теория оптич. пучков с учётом поперечной диффузии