

дали возможность Г. Галилею (G. Galilei) более точно измерять промежутки времени (1636), изучение законов обращения планет вокруг Солнца привело И. Ньютона (I. Newton) к созданию начал классич. механики (1686). Дж. К. Максвелл (J. C. Maxwell), следуя М. Фарадею (M. Faraday) и связав свойство электр. К. с волновыми характеристиками света, построил основы классич. электродинамики (1864). В результате корпускулярно-волнового рассмотрения материи появилась *квантовая механика*.

По мере изучения К. разл. физ. природы возникло убеждение о возможности общего, «внепредметного», подхода к ним, основанного на свойствах и закономерностях колебат. процессов вообще. В результате появилась теория К. и волн, к-рая, основываясь на матем. и физ. моделях, устанавливает общие свойства колебат. в волновых процессах в реальных системах, не интересуясь деталями их поведения, обусловленного их природой (физической, химической и др.), и определяет связь между параметрами системы и её колебат. (волновыми) характеристиками. Благодаря общности закономерностей результаты, полученные при исследовании К. и волн, напр. в механике, могут быть перенесены в оптику или радиотехнику.

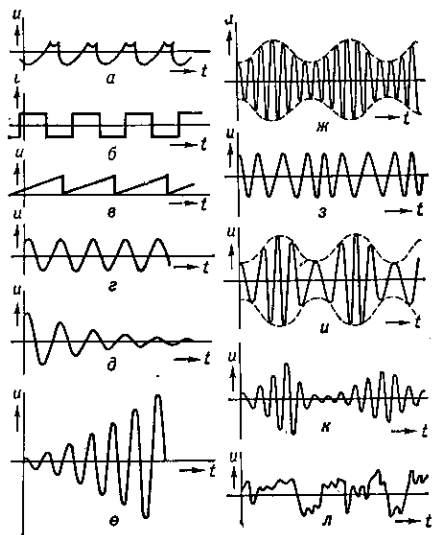
Так, при создании параметрич. генераторов света были использованы данные, накопленные при анализе параметрич. К. в радиотехнике. Изучение любого волнового или колебат. процесса в каждом конкретном случае начинается с идеализации реальной системы, т. е. с построения модели и написания для неё соответствующих ур-ний (дифференциальных, в частных производных, дифференциально-разностных и др.). Идеализации одних и тех же систем могут быть различными в зависимости от того, какое явление исследуется. Справедливость принятых идеализаций оценивается путём сравнения результатов теории, построенной на основании данной модели, с результатами анализа более общей модели или с поведением реальной системы — экспериментом. Напр., когда речь идёт только о нахождении условий раскачки качелей при периодич. изменении их длины, модель может быть совсем простой — линейный осциллятор с периодически меняющейся собственной частотой. Когда же необходимо ответить на вопрос об амплитуде установившихся К. таких качелей, нужно уже учитывать нелинейность (зависимость частоты К. качелей от амплитуды К.), в результате чего приходим к модели физ. маятника, т. е. нелинейного осциллятора с периодически изменяемым параметром.

Понятия и представления теории К. и волн относятся либо к явлениям (резонанс, автоколебания, синхронизация, самофокусировка и т. д.), либо к моделям (линейная и нелинейная системы, система с сосредоточенными параметрами или система с распределёнными параметрами, система с одной или неск. степенями свободы и др.). На основе сложившихся представлений теории К. можно связать те или иные явления в конкретной системе с её характеристиками, фактически не решая задачи всякий раз заново. Напр., преобразование энергии одних К. в другие в слабонелинейной системе (будь то волны на воде, эл.-магн. К. в ионосфере или К. маятника на пружинке) возможно только в случае, когда вышлоянены определ. резонансные условия между собств. частотами подсистемы.

Методы теории К. и волн — это методы анализа ур-ний, описывающих модели реальных систем. Поэтому большинство из них являются общими с методами качеств. теории дифференц. ур-ний (метод фазового пространства, метод отображений Пуанкаре и др.), асимптотич. методами решения дифференц. и иных ур-ний (метод Ван дер Поля, метод усреднения и т. д.). Специфика методов теории К. и волн состоит в том, что при изучении моделей колебат. или волновых явлений интересуются, как правило, общими свойствами решений соответствующих ур-ний.

Осн. разделы теории К. и волн — теория устойчивости линеаризованных систем, теория параметрич. систем и адиабатич. инвариантов, теория автоколебательных и автоволновых процессов, теория ударных волн и солитонов, кинетика К. и волн в системах с большим числом степеней свободы, теория стохастич. систем — систем со сложной динамикой. Если «классич.» теория К. и волн имела дело в основном с детерминированными системами и поэтому изучала, как правило, лишь регулярные (периодич.) К. и волны, то в последнее время усилился интерес к статистич. задачам, связанным с анализом процессов «рождения» статистики в детерминированных системах. В этой части, а также в части исследования сложных колебательных и волновых структур в неравновесных средах современная теория К. и волн перекрывается с *синергетикой*.

Кинематика колебаний довольно произвольна, однако, если руководствоваться практической или принципиальной важностью тех или иных



Различные виды колебаний: а — периодические сложной формы; б — прямоугольные; в — пилообразные; г — синусоидальные; д — затухающие; е — нарастающие; ж — амплитудно-модулированные; з — частотно-модулированные; у — модулированные по амплитуде и по фазе; к — колебания, амплитуда и фаза которых — случайные функции; л — случайные колебания.

движений, можно выделить неск. наиболее типичных примеров (рис.). Для простоты будем говорить о К., описываемых ф-цией времени  $u(t)$ , хотя с кинематич. точки зрения пространств. и временные К. взаимно сводятся друг к другу путём перехода из одной системы отсчёта к другой.

На рис. а — г показаны периодич. К. разл. формы, в к-рых любое значение  $u(t)$  повторяется через одинаковые промежутки времени  $T$ , называемые периодом К., т. е.  $u(t+T) = u(t)$ . Величину, обратную периоду  $T$  и равную числу К. в единицу времени, наз. частотой К.  $\nu = 1/T$ ; часто пользуются также круговой или циклич. частотой  $\omega = 2\pi\nu$ . Обычно частота измеряется в герцах (Гц), что соответствует числу К., совершаемых в 1 с. В случае пространств. К. вводят аналогичные понятия пространства. периода (или длины волны  $\lambda$ ) и волнового числа  $k = 2\pi/\lambda$ .

Разновидностями периодич. К. являются прямоугольные меандры (рис., б), пилообразные К. (рис., в) и наиболее важные синусоидальные, или *гармонические колебания* (рис., г). Последние могут быть записаны в виде

$$u(t) = A \sin \varphi - A \sin(\omega t + \varphi_0),$$