

торий, содержащая счётное множество седловых периодич. траекторий.

Все теоремы теории бифуркаций являются, в сущности, критериями существования той или иной структуры в фазовом пространстве. Для проверки разл. критериев можно использовать не только аналитич., но и численные методы. При этом, поскольку речь идёт о проверке условий теорем, а не о прямом моделировании, с помощью ЭВМ можно получать строгие результаты.

Лит.: Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э., Теория колебаний, 3 изд., М., 1981; Биркгоф Д. Д., Динамические системы, пер. с англ., М., 1941; Немыцкий В. В., Степанов В. В., Качественная теория дифференциальных уравнений, 2 изд., М.—Л., 1949; Качественная теория динамических систем второго порядка, М., 1966; Арнольд В. И., Математические методы классической механики, 2 изд., М., 1979; Нитецкий З., Введение в дифференциальную динамику, пер. с англ., М., 1975; Баутин Н. Н., Леонтович Е. А., Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости, М., 1976.

В. С. Абрамович, М. И. Рабинович.

**ДИНАМИЧЕСКИЙ ВИНТ** — совокупность действующих на твёрдое тело силы  $F$  и пары сил с моментом  $M$ , лежащей в плоскости, перпендикулярной к силе  $F$  (векторы  $F$  и  $M$  параллельны). К Д. в. приводится в набб. общем случае произвольная система действующих на твёрдое тело сил. Дальнейшее упрощение Д. в. невозможно, т. е. его нельзя заменить только одной силой (равнодействующей) или одной парой сил. Можно лишь, сложив силу  $F$  с одной из сил пары, привести Д. в. к двум скрепляющимся силам.

**ДИНГЛА ТЕМПЕРАТУРА** — феноменологич. параметр, имеющий размерность темп-ры и характеризующий размытие Ландау уровней. Д. т. определяет амплитуду квантовых осцилляций в магн. поле в металлах.

**ДИОДЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ** — широкий класс двухполюсных твердотельных приборов, объединяющим признаком к-рых является униполярность проводимости. Действие Д. т. основано на свойствах  $p-n$ -переходов или переходов металл—полупроводник (см. Шоттки барьер). По назначению выделяют неск. типов Д. т. Силовые выпрямители (вентили) НЧ-токов, макс. обратное напряжение  $U_{обр}$  к-рых лимитируется электрич. пробоем обратного смещённого  $p-n$ -перехода (достигает 1000 В), макс. прямой ток  $I_{макс}$  лимитируется необратимым (приводящим к разрушению прибора) тепловым пробоем ( $I \sim 1000$  А). Высококачотные (импульсные) диоды, используемые как детекторы, смесители, генераторы гармоник и т. п., время восстановления  $\tau \sim 1-10$  нс. Для детектирования СВЧ-излучения применяют Д. т. с  $\tau \sim 10-100$  нс. Стабилизаторы напряжения (опорные диоды), распределение и концентрация легирующих примесей в к-рых подбираются так, чтобы обеспечить требуемое  $U_{обр}$ . За счёт пробоя осуществляется стабилизация напряжения на диоде. Осн. параметры — стабилизируемое напряжение, макс. ток через диод, дифференц. сопротивление на участке стабилизации. В а р а к т о р ы, действие к-рых основано на нелинейной зависимости барьерной ёмкости  $p-n$ -перехода от напряжения смещения. Используются в параметрических усилителях, смесителях частот и др. Фотодиоды служат для регистрации световых сигналов. Работа основана на разделении электрич. полем  $p-n$ -перехода электронно-дырочных пар, генерируемых световыми квантами в окрестности  $p-n$ -перехода. В результате разделения во внеш. цепи протекает ток либо на контактах возникает фотоэдс. Осн. параметры — чувствительность, уровень шумов, квантовая эффективность (отношение электронного потока к интенсивности потока световых квантов), быстрдействие. Разновидность фотодиодов — солнечные батареи. Светодиоды применяются в системах оптич. связи, индикации и освещения. Действие основано на излучат. комбинации электронно-дырочных пар в прямозонных полупроводниках (типа GaAs; подробнее см. Светоизлучающий диод). Разновидностью светодиодов являются инжекционные лазеры.

При классификации Д. т. по физ. принципу выделяют туннельные диоды, в к-рых толщина обеднённого слоя столь мала ( $\sim 100$  Å), что энергетич. барьер между  $p$ - и  $n$ -областями оказывается «прозрачным» для туннелирования электронов из валентной зоны в зону проводимости и обратно. Они изготавливаются из высоколегиров. (вырожденных) полупроводников. Суперпозиция туннельного и обычного зонного механизмов проводимости обуславливает  $N$ -образную вольт-амперную характеристику (ВАХ) с участком отрицательного дифференциального сопротивления. Эта особенность ВАХ и определяет гл. область применения туннельных диодов — генерацию СВЧ-излучения небольшой мощности.

Для генерации СВЧ-излучения используют и лавинно-пролётные диоды. В них в силу спец. профиля распределения легирующих примесей узкая область с высокой напряжённостью электрич. поля (область лавинного умножения носителей) соед. ствует с областью со слабым полем (дрейфовая область или область пролёта). При определённых фазовых соотношениях между напряжениями на этих областях возникает динамич. отрицат. сопротивление всей структуры на частотах порядка обратного времени пролёта носителей, что и приводит к усилению либо генерации колебаний.

Для усиления и генерации служат также Ганна диоды, в к-рых  $p-n$ -переходы отсутствуют, а усиление и генерация СВЧ-излучения происходят за счёт объёмного отрицат. сопротивления, возникающего в силу особенностей междолинного распределения электронов, напр. в GaAs (см. Ганна эффект).

По технол. признаку Д. т. классифицируют на: сплавные, изготавливаемые вилавлением таблетки металла в полупроводник (раслав обогащается примесью, обеспечивающей тип проводимости, противоположный типу исходного полупроводника, на границе расплава образуется  $p-n$ -переход); диффузионные, изготавливаемые высокотемпературной диффузией примесей, напыленных на поверхность кристалла, в его толщ. (варьируя темп-ру и длительность диффузионного процесса, можно управлять глубиной «залегания»  $p-n$ -перехода); эпитаксиальные, в к-рых  $p-n$ -переход получается в процессе эпитаксиального роста полупроводниковой плёнки на монокристалле того же вещества, но с противоположным типом примеси; точечного контакта, где  $p-n$ -переход или шоттки-барьер образуется у контакта, напр., вольфрамового острия с полупроводником. Для изготовления Д. т. используются также ионная имплантация и радиац. легирование.

В отд. случаях название отражает структурные признаки прибора. Напр., в  $p-i-n$ -диодах между высоколегированными  $p$ - и  $n$ -областями расположен слой полупроводника с проводимостью, близкой к собственной. Они применяются как высоковольтные выпрямители, в ВЧ-схемах, быстрдействие фотодетекторы и др. В диодах Шоттки слой, обеднённый осн. носителями в приповерхностной области полупроводника, возникает в силу разницы в работах выхода полупроводника и металла. Диоды Шоттки используют гл. обр. в ВЧ- и СВЧ-схемах.

Лит.: Пикус Г. Е., Основы теории полупроводниковых приборов, М., 1965; Зи С. М., Физика полупроводниковых приборов, пер. с англ., кн. 1-2, М., 1984. В. Гергель.

**ДИОПТРИЯ** (от греч.  $diá$  — через, сквозь и  $optéio$  — вижу) (дп,  $D$ ) — единица оптич. силы линзы и др. осесимметричных оптич. систем, равная оптич. силе линзы или сферич. зеркала с фокусным расстоянием 1 м. **ДИПОЛЬ МАГНИТНЫЙ** (от греч.  $di-$  в сложных словах — дважды, двойной и  $pólos$  — полюс) — аналог диполя электрического, к-рый можно представлять себе как два точечных магн. заряда ( $\pm q_m$ ), расположенных на расстоянии  $l$  друг от друга. Характеризуется дипольным моментом, равным по величине  $p_m = ml$  и направ-