

пропонується використовувати мову XML. Існує кілька програмних рішень (фреймворків), які дозволяють виконати інжекцію залежностей з використанням мов Java и XML. У даній роботі пропонується використовувати фреймворк Spring [3].

Spring - це контейнер об'єктів, що зберігає в собі об'єкти. Він їх створює і управляє їх життєвим циклом. Spring є фреймворком, що дозволяє компонувати складні програми з простих компонентів. Взаємодія цих компонентів налаштовується в конфігураційних файлах. Spring фреймворк спрощує виконання та управління J2EE функціями у програмному застосуванні.

Програма моделювання у системі GPSS-Spring представляє собою звичайний XML-файл. Цей файл передається на сервер Glass Fish, де він за допомогою фреймворку Spring обробляється. Обробка включає аналіз, побудову системи взаємодіючих java-been, виконання моделювання та відправку результатів користувачу. Вище наведено приклад тексту GPSS моделі з використанням XML технології.

Значущість дослідження полягає у запропонованні системи моделювання GPSS-Spring, до переваг якої належать гнучкість, універсальність, можливість роботи у режимі хмарних обчислень.

### Література

1. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS [Текст] / В. Томашевский, Е. Жданова — М. : Бестселер, 2003. — 416 с.
2. Schmidt B. Simulation of discrete system using GPSS-Fortran [Текст] / B. Schmidt. — N.J. : John Wiley&Sons, 1980. — 342 p.
3. Johnson R. Spring Framework. Refernce documentation [Електроний ресурс] / R.Johnson, J.Hoeller, K.Donald . — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.springsource.org/> — 10.03.2013 р. — Загл. з екрану.
4. Fowler Martin. Inversion of Control Containers and the Dependency Injection pattern [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://martinfowler.com/articles/injection.html>. — 10.03.2013 р. — Загл. з екрану.

## ЗОННАЯ ТЕОРИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Духновский С.К.

*ВНУ им. В. Даля, ЛОМАНУМ (г. Северодонецк)*

Целью работы является изучение основных понятий Зонной теории твёрдого тела.

Согласно квантовой теории электрон может иметь дискретные вполне определенные уровни энергии и поэтому может находиться только на определенных орбитах вращения вокруг ядра. Между этими орбитами есть запрещенные зоны, на которых электрон не может находиться. Совокупность уровней образует энергетический спектр электронов в атоме.

В невозбужденном атоме электрон находится на ближайшей к ядру орбите. При поглощении атомом энергии электрон может перейти на более высокую орбиту или даже покинуть пределы атома.

Если атомы находятся на достаточно большом расстоянии, то они не влияют друг на друга и на энергетические уровни их электронов. Но если образуется система из близко лежащих атомов, то они влияют на энергетические уровни электронов. Рассмотрим систему из шести атомов (рис.1).

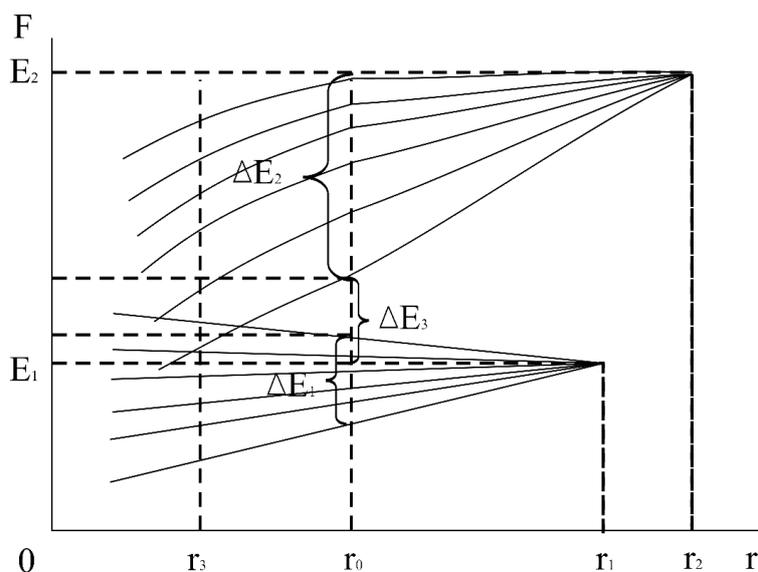


Рис.1

На расстоянии  $r_1$ , для энергетического уровня  $E_1$  и на  $r_2$  для  $E_2$  воздействие атомов незначительно и поэтому энергетические уровни не разделяются. При  $r < r_1$  для  $E_1$  и при  $r < r_2$  для  $E_2$  начинают сказываться влияния соседних атомов, и энергетические уровни превращаются в зоны из шести уровней. Однако на расстоянии  $r_0$  они еще не сливаются, и между ними имеется запрещенная зона  $\Delta E_3$ . Сами энергетические зоны расширяются до  $\Delta E_1$  и  $\Delta E_2$ . После уменьшения  $r$  до  $r_3$  зоны  $\Delta E_1$  и  $\Delta E_2$  расширяются так, что перерываются и запретная зона  $\Delta E_3$  исчезает [1-3].

При нормальной температуре окружающей среды и отсутствии внешних полей электроны внутри веществ могут находиться в двух зонах: валентной и в зоне проводимости. Между этими зонами находится запрещенная зона.

Согласно квантово-механическим постулатам Бора, в изолированном атоме энергия электрона может принимать строго дискретные значения (электрон находится на одной из орбиталей). В случае же системы нескольких атомов, объединенных химической связью, электронные орбитали расщепляются в количестве, пропорциональном количеству атомов, образуя так называемые молекулярные орбитали. При дальнейшем увеличении системы до макроскопического уровня, количество орбиталей становится очень велико, а разница энергий электронов, находящихся на соседних орбиталях, соответственно очень маленькой — энергетические уровни расщепляются до двух практически непрерывных дискретных наборов — энергетических зон.

Наивысшая из разрешенных энергетических зон в полупроводниках и диэлектриках, в которой при температуре 0 К все энергетические состояния заняты электронами, называется валентной, следующая за ней — зоной проводимости. В проводниках зоной проводимости называется наивысшая разрешенная зона, в которой находятся электроны при температуре 0 К.

- проводники — материалы, у которых зона проводимости и валентная зона перекрываются (нет энергетического зазора), образуя одну зону, называемую зоной проводимости (таким образом, электрон может свободно перемещаться между ними, получив любую допустимо малую энергию) (рис.2, а);

- диэлектрики — материалы, у которых зоны не перекрываются и расстояние между ними составляет более 3 эВ (для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону

проводимости требуется значительная энергия, поэтому диэлектрики ток практически не проводят) (рис.2, б);

- полупроводники — материалы, у которых зоны не перекрываются и расстояние между ними (ширина запрещенной зоны) лежит в интервале 0,1–3 эВ (для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости требуется энергия меньшая, чем для диэлектрика, поэтому чистые полупроводники слабо пропускают ток) (рис.2, в) .

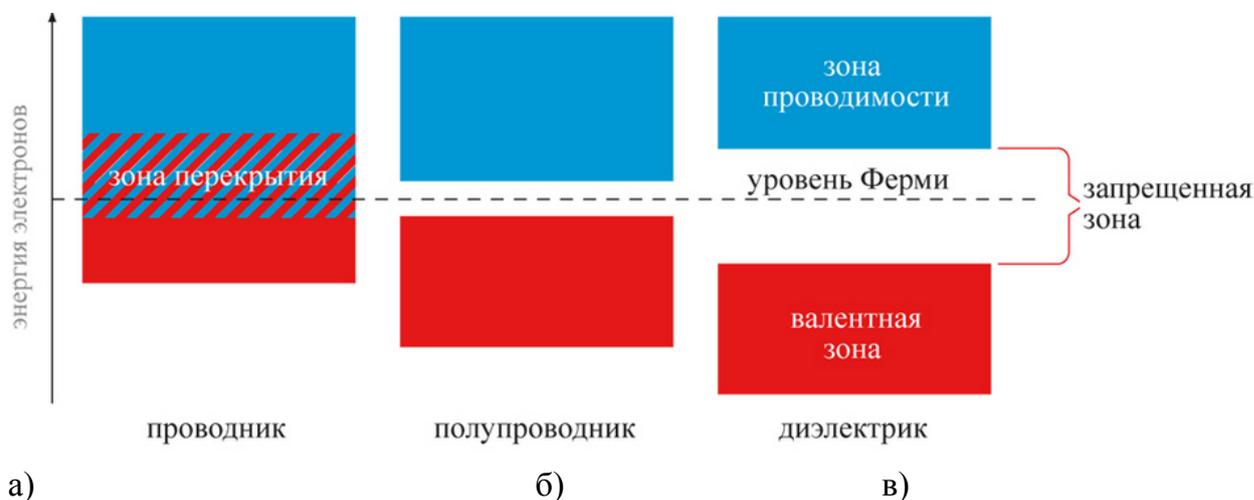


Рис.2 Распределение энергетических уровней в твердом теле

Зонная теория является основой современной теории твердых тел. Она позволила понять природу и объяснить важнейшие свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Величина запрещенной зоны (энергетическая щель между зонами валентности и проводимости) является ключевой величиной в зонной теории и определяет оптические и электрические свойства материала. Например, в полупроводниках проводимость можно увеличить, создав разрешенный энергетический уровень в запрещенной зоне путем легирования — добавления в состав исходного основного материала примесей для изменения его физических и химических свойств. В этом случае говорят, что полупроводник примесный. Именно таким образом создаются все полупроводниковые приборы: солнечные элементы, диоды, транзисторы, твердотельные лазеры и др. Переход электрона из валентной зоны в зону проводимости называют процессом генерации носителей заряда (отрицательного — электрона, и положительного — дырки), а обратный переход — процессом рекомбинации [2].

Зонная теория имеет границы применимости, которые исходят из трех основных предположений: а) потенциал кристаллической решетки строго периодичен; б) взаимодействие между свободными электронами может быть сведено к одноэлектронному самосогласованному потенциалу (а оставшаяся часть рассмотрена методом теории возмущений); в) взаимодействие с фононами слабое (и может быть рассмотрено по теории возмущений).

В работе рассмотрены и изучены основные понятия Зонной теории твёрдого тела.

Литература

1. Lee T. H., A Nonlinear History of Radio. Cambridge University Press. 1998.
2. Носов Ю. Парадоксы транзистора // Квант. 2006. № 1.
3. Michael Riordan. How Europe Missed the Transistor // IEEE Spectrum, Nov. 2005. [www.spectrum.ieee.org](http://www.spectrum.ieee.org).