

Электротехническое и конструкционное Материаловедение

Тема 1.

**Классификация
электротехнических
материалов**

Электротехнические материалы –

это материалы, имеющие специфические свойства по отношению к электрическому и магнитному полям



Проводники - это материалы, основным электрическим свойством которых является сильно выраженная по сравнению с другими ЭТМ электропроводность.



Проводники - металлы

Металлы с высокой удельной электропроводностью – применяются для изготовления радиомонтажных проводов и кабелей и в качестве тонких пленок в ИС:

Cu ($\rho=0,017$ мкОм·м); Al ($\rho=0,028$ мкОм·м);

Благородные металлы – главное свойство – высокая химическая стойкость:

Ag; Au; Pt - платина; Pd - палладий.

Тугоплавкие металлы – температура плавления выше 1700°C :

W – вольфрам; Mo - молибден; Cr – хром;

Re – рений.

Металлы с выраженными магнитными свойствами - температура плавления около 1500°C :

Fe - железо; Ni - никель; Co - кобальт.

Проводники – сплавы металлов

Сплавы высокого сопротивления – главное свойство – высокое удельное сопротивление более $\rho=0,4 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$. Применяются в резисторах и электронагревательных элементах :

Манганин (86% Cu; 12% Mn; 2% Ni);

Константан (60% Cr; 40% Ni).

Сверхпроводящие сплавы – сплавы ниобия со свойствами сверхпроводимости:

Nb_3Sn ; Nb_3Ga ; Nb_3Ge .

Припои – низкотемпературные сплавы:

мягкие – сплавы олова со свинцом с температурой плавления до 300°C – **ПОС-10** – содержит 10% олова;

твердые – сплавы олова со свинцом с температурой плавления выше 300°C –

ПМЦ – медно-цинковые;

ПСз – серебряные.

Проводники –

неметаллические проводящие материалы

Углеродистые материалы – главное свойство – малое удельное сопротивление, хорошая теплопроводность, химическая стойкость – графит.

Композиционные проводящие материалы – механическая смесь проводящего наполнителя с диэлектрической связкой:

контактолы – токопроводящие клеи и краски;
керметы – для изготовления тонкопленочных резисторов (**Cr-SiO**).

Проводящие материалы на основе окислов – для изготовления контактных и резистивных слоев – **SnO₂; In₂O₃**.

Классификация магнитных материалов

по реакции на внешнее магнитное поле

Различают 5 групп:

- **Диамагнетики** – это материалы, атомы которых не обладают собственным магнитным моментом
(золото, серебро, медь, кремний, германий).
- **Парамагнетики** - это материалы, атомы которых обладают собственным магнитным моментом. Под воздействием внешнего магнитного поля магнитные моменты атомов ориентируются в направлении поля и усиливают его
(щелочные и щелочно-земельные металлы, соли железа, кобальта, никеля).

Классификация магнитных материалов

по реакции на внешнее магнитное поле

(окончание)

Ферромагнетики – имеют доменную структуру. Размер и форма доменов формируются из условия минимума свободной энергии системы, когда магнитный поток замыкается внутри образца, а за его пределами магнитное поле отсутствует. Под воздействием внешнего поля меняется форма доменов, происходит намагничивание образца (**железо, никель, кобальт**).

Антиферромагнетики – материалы, атомы которых имеют антипараллельную ориентацию магнитных моментов, вследствие чего собственный магнитный момент равен нулю (**хром, марганец**).

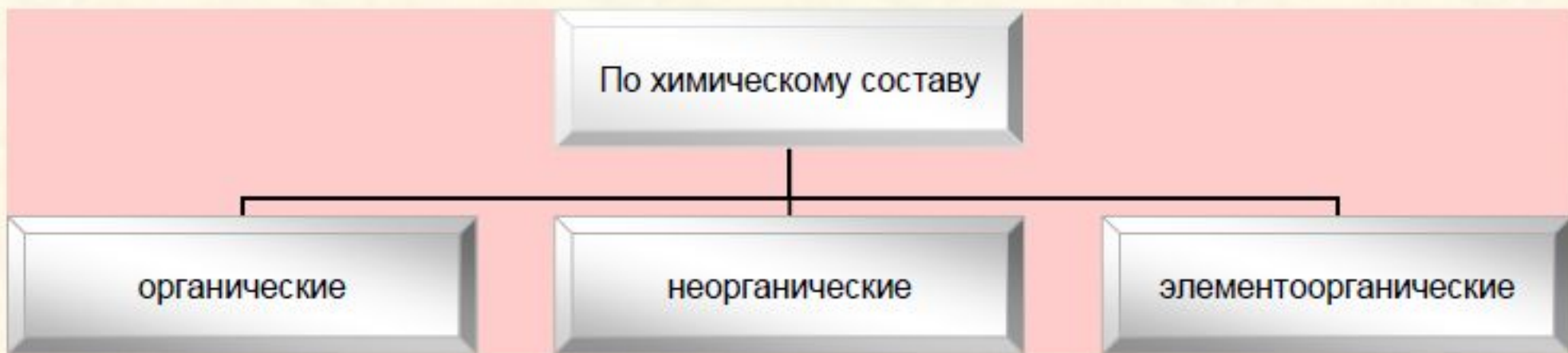
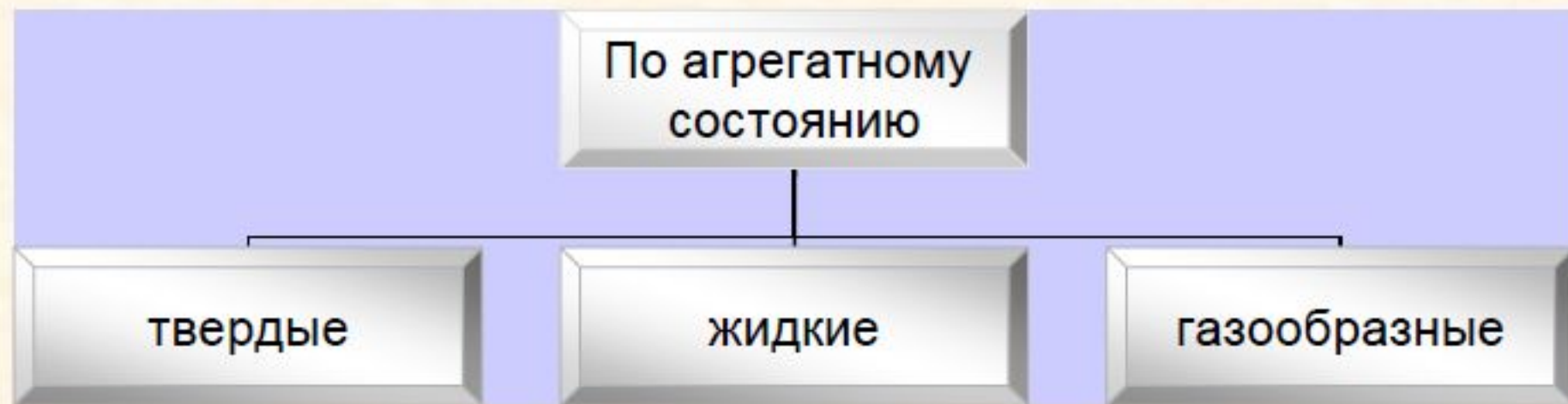
Ферримагнетики – это материалы с собственным магнитным моментом. В данных материалах обменное взаимодействие происходит косвенно, через ионы кислорода (**феррит никеля NiFe_2O_4** , являющийся результатом соединения Fe_2O_3 и NiO).

Классификация магнитных материалов *по виду петли гистерезиса*

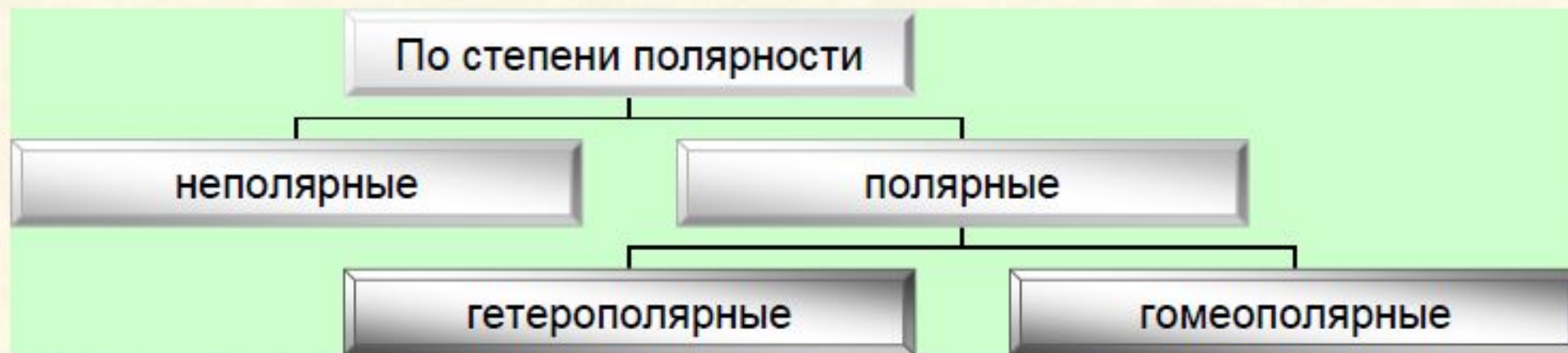
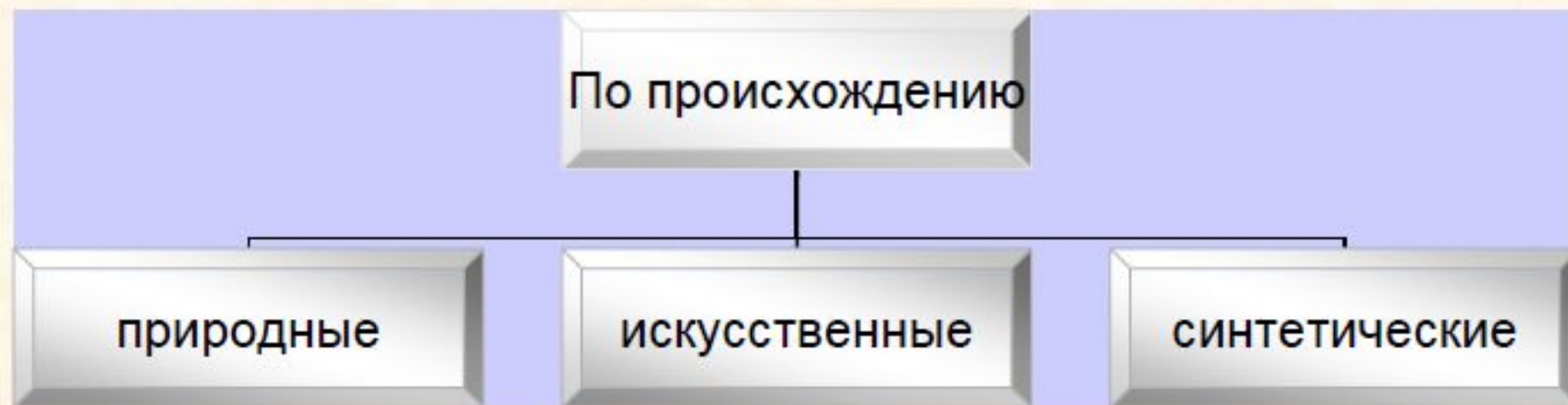
Магнитомягкие – характеризуются узкой петлей гистерезиса и малыми потерями на перемагничивание. Применяются для изготовления сердечников электромагнитов, трансформаторов (**низкоуглеродистые стали**).

Магнитотвердые материалы с широкой петлей гистерезиса. Они трудно намагничиваются, но долго хранят энергию (материалы для изготовления постоянных магнитов, например, **железо-никель-алюминовые сплавы**).

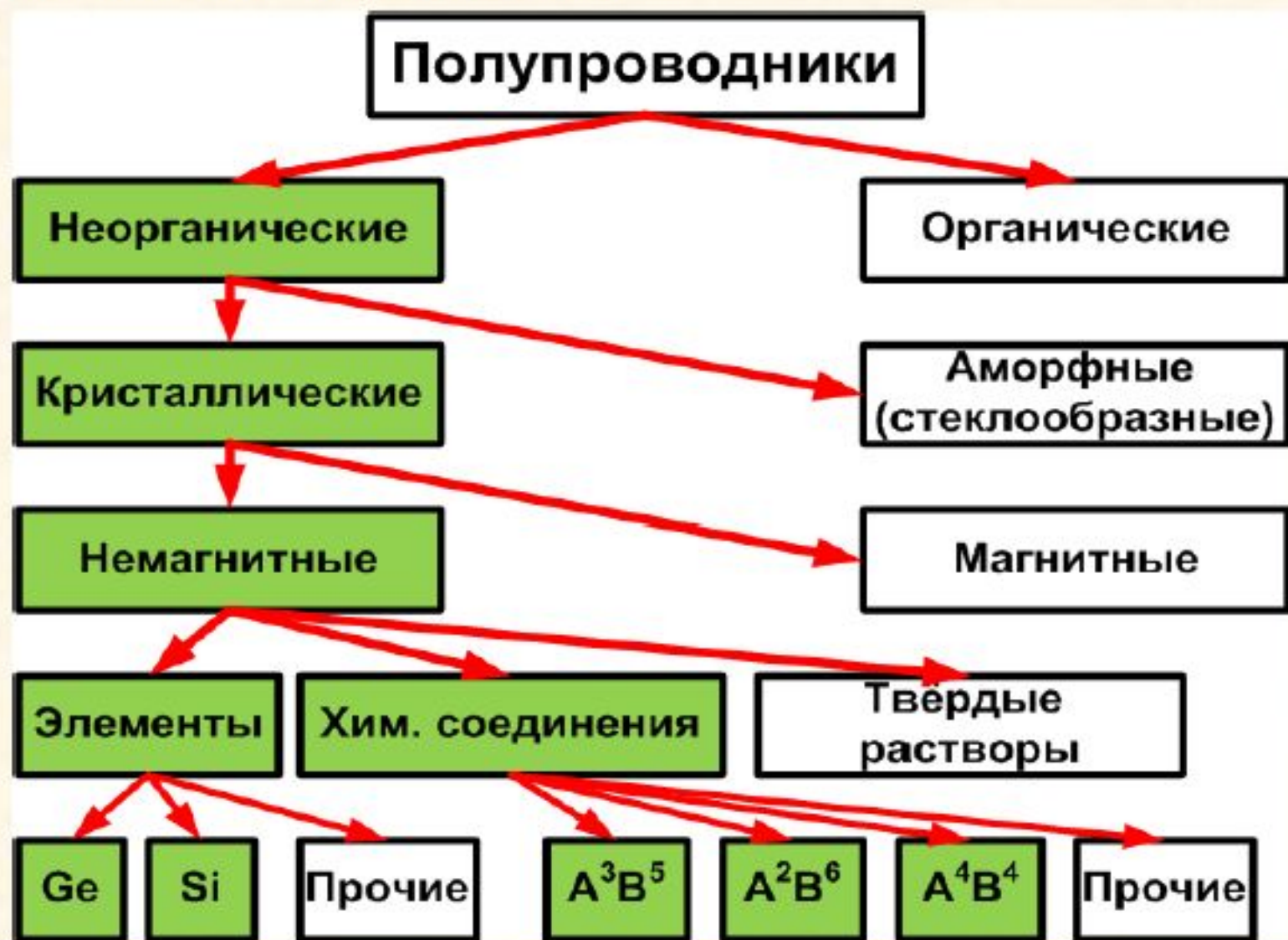
Электроизоляционные материалы – диэлектрические материалы, предназначенные для предотвращения протекания электрического тока путями, нежелательными для работы электротехнического устройства.



Классификация электроизоляционных материалов



Полупроводниковые материалы – материалы, способные сильно изменять свои свойства под влиянием внешних энергетических воздействий.



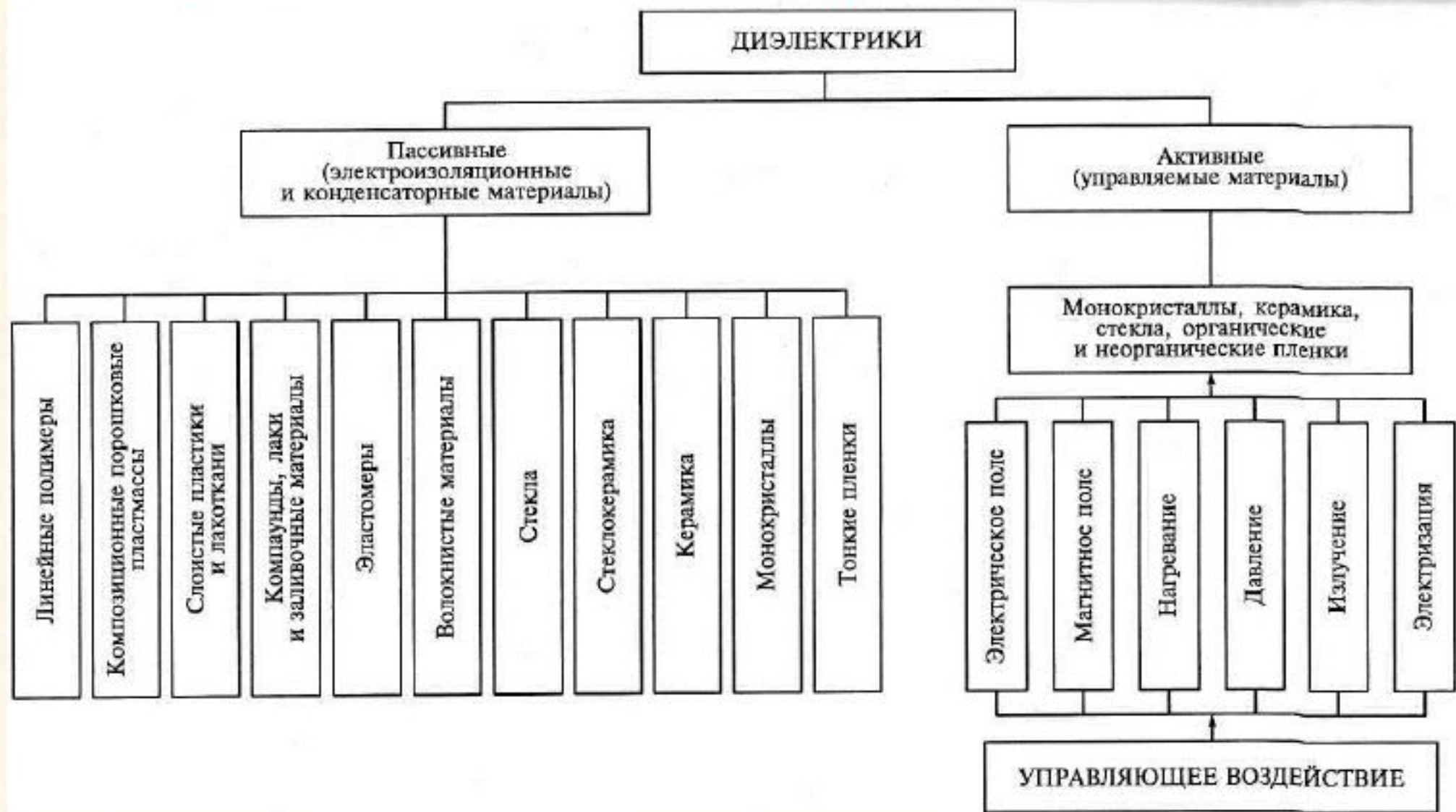
Сравнительная характеристика основных элементарных полупроводников

Свойства	Ед. изм	Германий	Кремний
Период решетки	нм	56,6	54,2
Температура плавления	°С	936	1414
Собственное удельное сопротивление при 20 °С	Ом·м	0,47	2000
Собственная концентрация носителей заряда	м ⁻³	$2,5 \cdot 10^{19}$	10^{16}
Ширина запрещенной зоны при 0 К при 300 К	эВ	0,746 0,665	1,165 1,12
Подвижность электронов	м ² /(В·с)	0,39	0,14
Подвижность дырок	м ² /(В·с)	0,19	0,05
Диэлектрическая проницаемость	-	16	12,5

Электроизоляционные материалы – диэлектрические материалы, предназначенные для предотвращения протекания электрического тока путями, нежелательными для работы электротехнического устройства.

- **Характерные особенности диэлектриков:**
 - Поляризация в электрическом поле;
 - Высокое удельное сопротивление;
 - Незначительное рассеяние энергии электрического поля;
 - Электрическая прочность.
- **Свойства диэлектриков существенно зависят от следующих факторов:**
 - Температура и влажность внешней среды;
 - Условия тепло-отвода;
 - Частота и равномерность электрического поля;
 - Степень однородности самого диэлектрика;
 - Агрегатное состояние диэлектрика.

Классификация диэлектриков, применяемых в электронной технике



Рекомендуемая литература

- Справочник по электротехническим материалам. В 3-х т. Под ред. Ю.В. Корицкого и др. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
- Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие/ К.С.Петров. – СПб.: Питер, 2003.
- Ю.С. Забродин. Промышленная электроника.
- Богородицкий, М.П. Электротехнические материалы [Текст]: учеб. для вузов / М.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. - Л. Энергоатомиздат, 1985.-364 с.
- Музылёва И.В. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» [Текст]/И.В. Музылёва. – Липецк: ЛГТУ, 2005. – 16 с.