

Электротехническое и конструкционное Материаловедение

Тема 1.

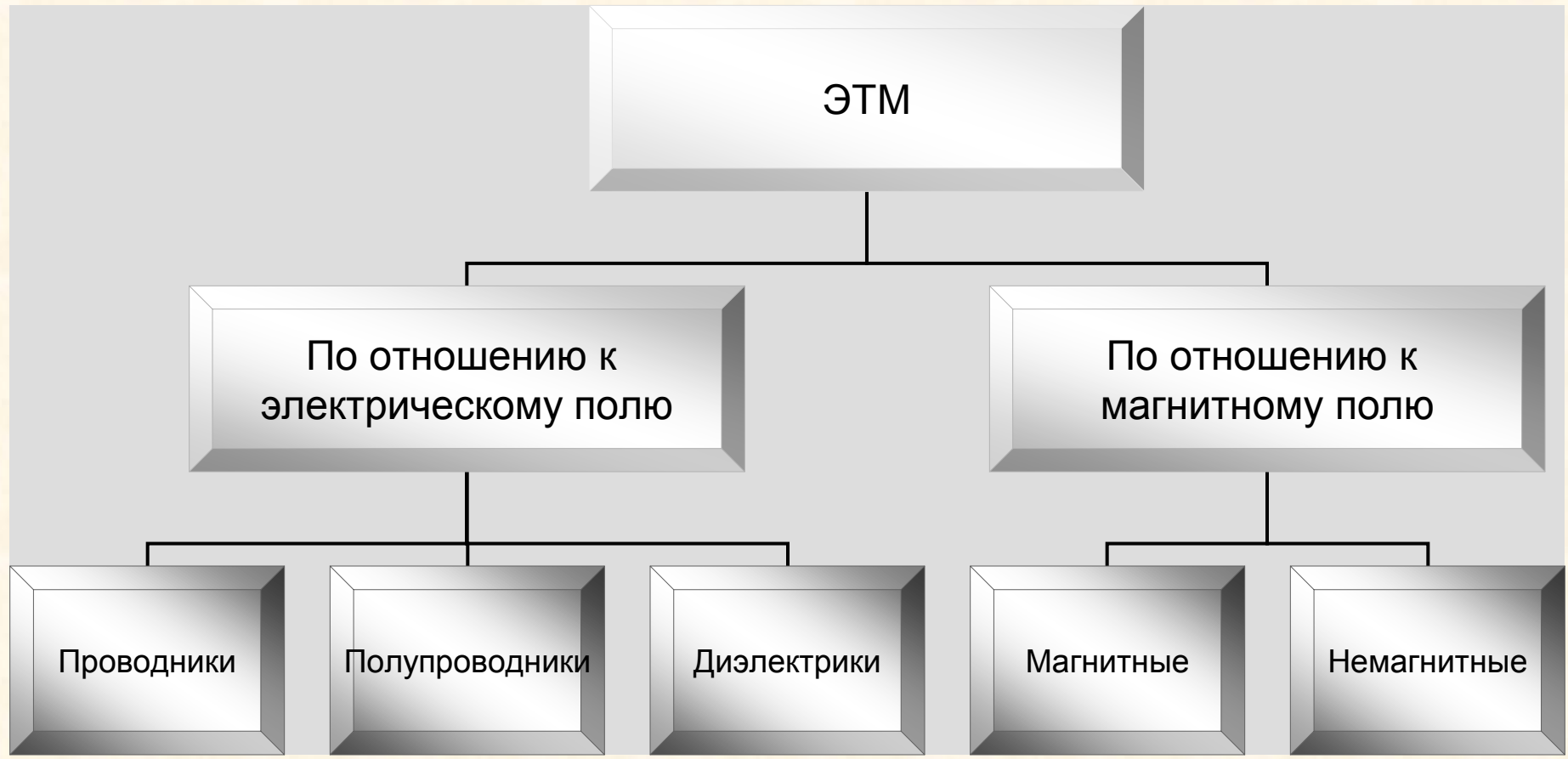
Классификация электротехнических материалов

Рекомендуемая литература

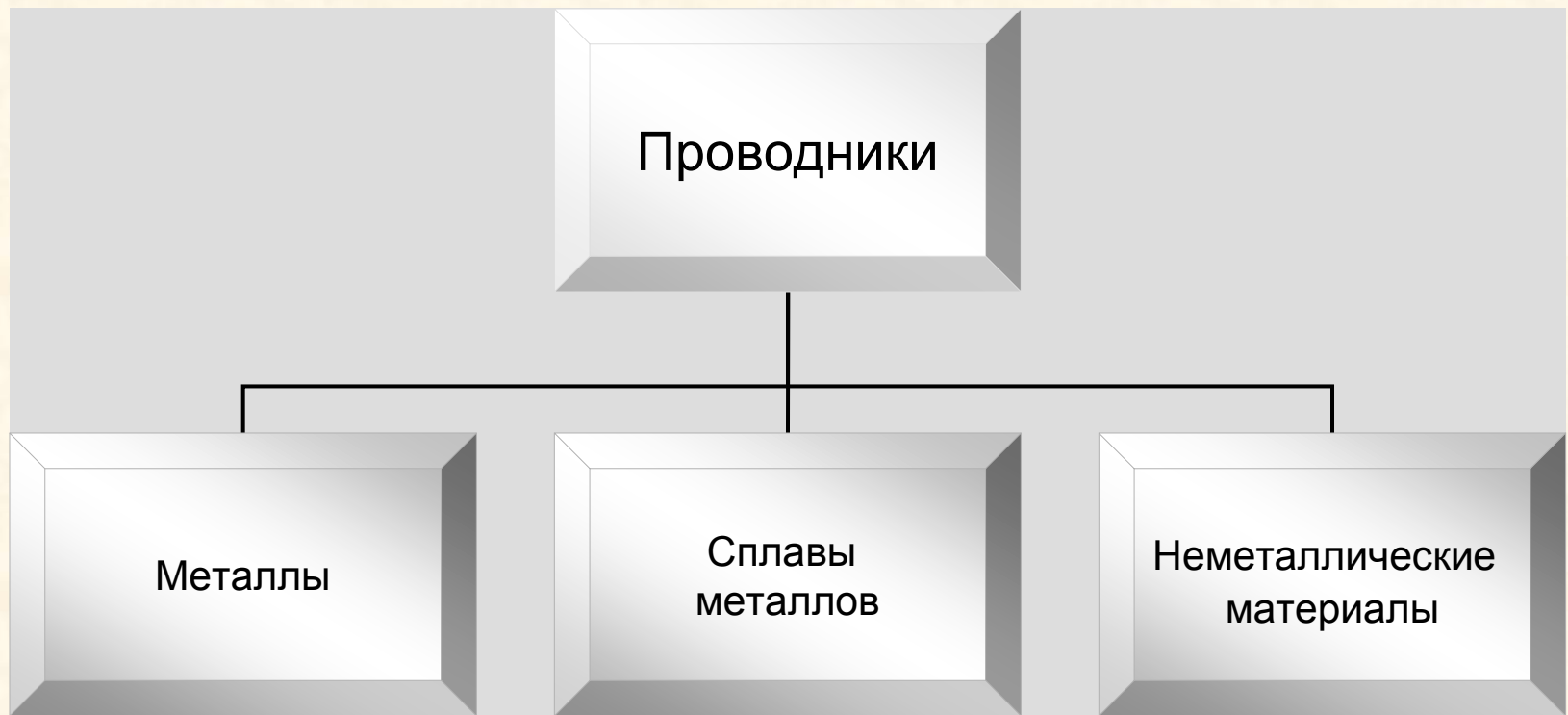
- **Справочник по электротехническим материалам. В 3-х т. Под ред. Ю.В. Корицкого и др. – М.: Энергоатомиздат, 1986.**
- **Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие/ К.С.Петров. – СПб.: Питер, 2003.**
- **Ю.С. Забродин. Промышленная электроника.**
- **Богородицкий, М.П. Электротехнические 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.**

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 $\rho=0,4$ мкОм·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 .

Припой – низкотемпературные сплавы:

мягкие – сплавы олова со свинцом с температурой плавления до $300^{\circ}C$ – **ПОС-10** – содержит 10% олова;

твердые – сплавы олова со свинцом с температурой плавления выше $300^{\circ}C$ –

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**).

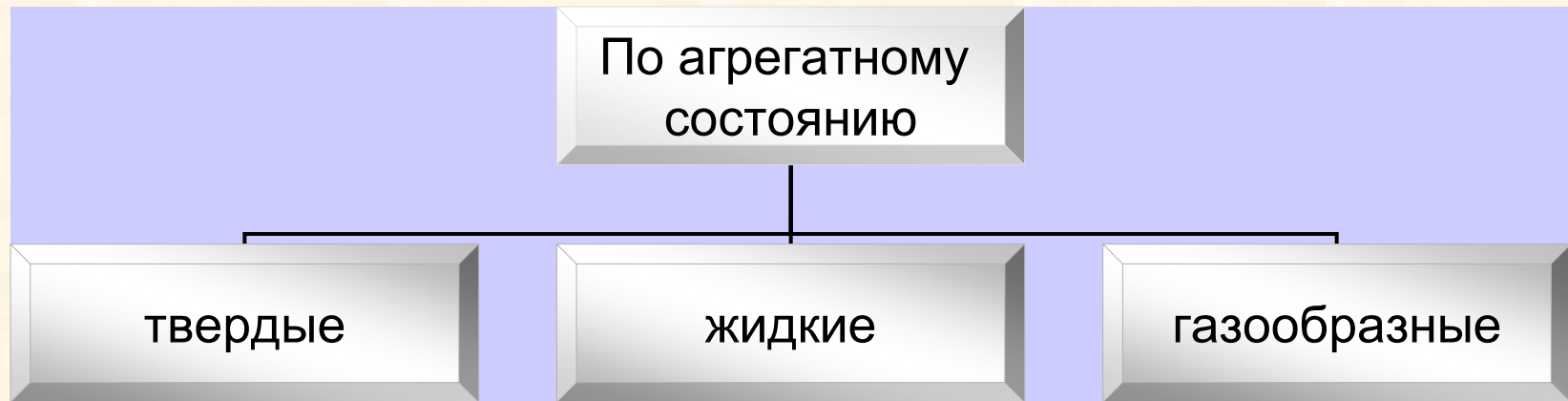
Ферримагнетики – это материалы с собственным магнитным моментом. В данных материалах обменное взаимодействие происходит косвенно, через ионы кислорода (**феррит никеля NiFe_2O_4** , являющийся результатом соединения Fe_2O_3 и NiO).

Классификация магнитных материалов по виду петли гистерезиса

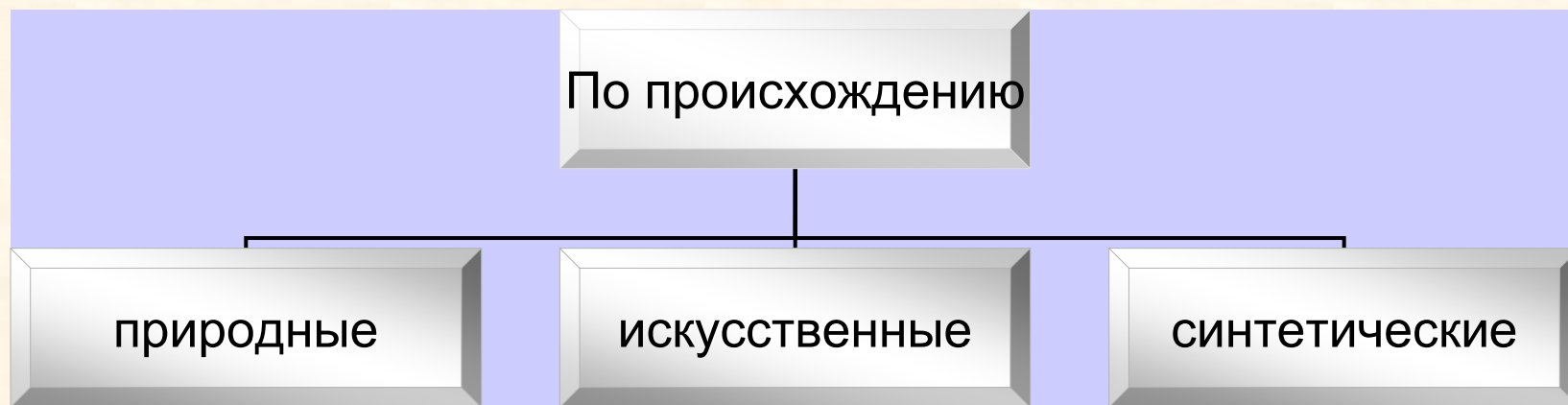
Магнитомягкие – характеризуются узкой петлей гистерезиса и малыми потерями на перемагничивание. Применяются для изготовления сердечников электромагнитов, трансформаторов (**низкоуглеродистые стали**).

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

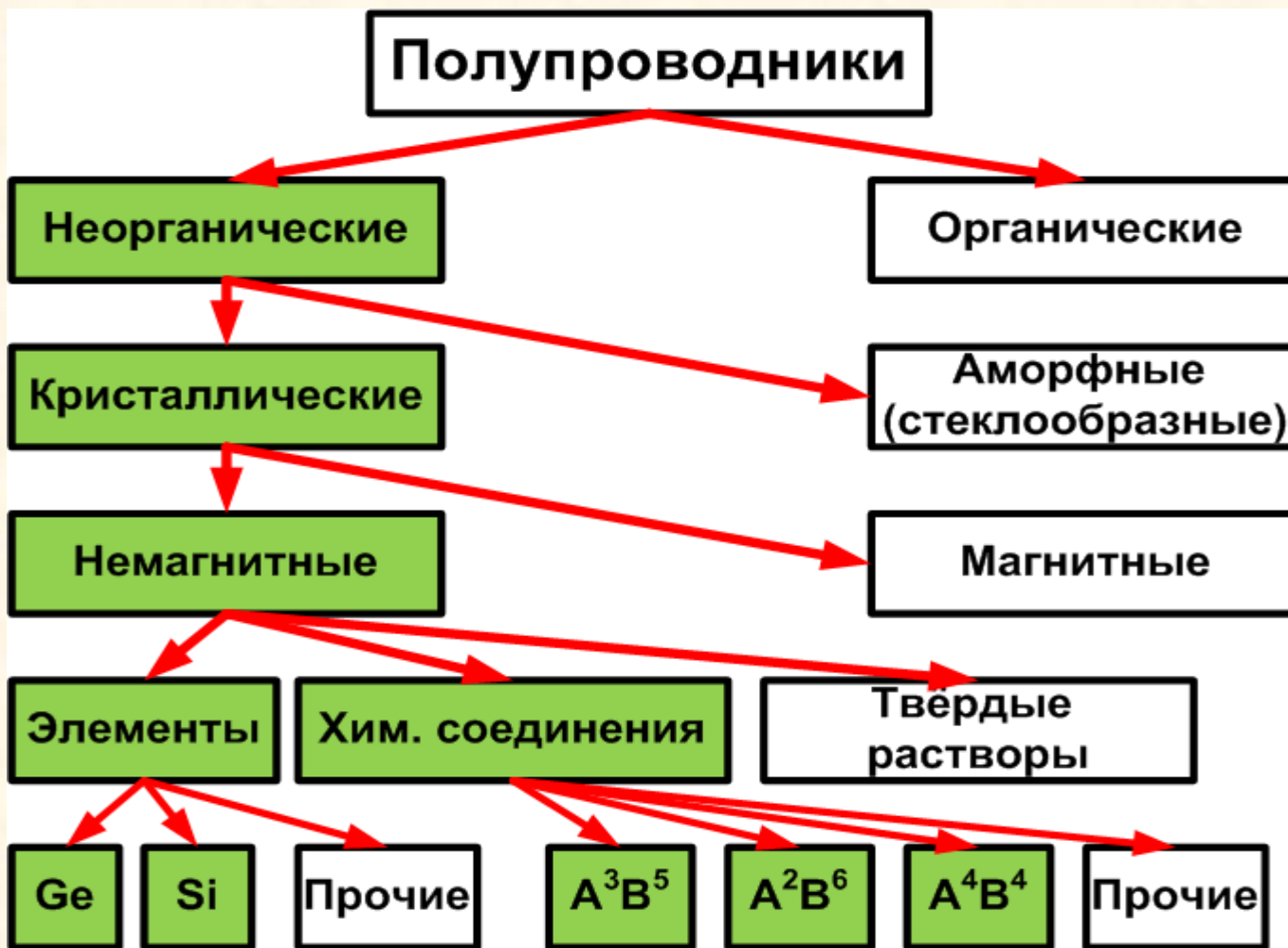
Электроизоляционные материалы – диэлектрические материалы, предназначенные для предотвращения протекания электрического тока путями, нежелательными для работы электротехнического устройства.



Классификация электроизоляционных материалов



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



Название	Обозначение	Ширина запрещенной зоны при 300К, эВ
Бор	B	1,1
Углерод	C	5,6
Кремний	Si	1,12
Германий	Ge	0,665
Олово	Sn	0,08
Фосфор	P	1,5
Мышьяк	As	1,2
Сурьма	Sb	0,12
Сера	S	2,5
Селен	Se	1,8
Теллур	Te	0,36
Йод	J	1,25

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	2,5·10 ¹⁹	10 ¹⁶
Ширина запрещенной зоны при 0 К при 300 К	эВ	0,746	1,165
		0,665	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

Соединения типа A^3B^5

		<i>Элементы 5-б подгруппы</i>			
		<i>Азот</i>	<i>Фосфор</i>	<i>Мышьяк</i>	<i>Сурьма</i>
<i>Элементы 3-б подгруппы</i>	<i>Бор</i>	Нитрид бора BN	Фосфид бора BP	Арсенид бора BA₃	Антимонид бора BSb₃
	<i>Алюминий</i>	Нитрид алюминия AlN	Фосфид алюминия AlP	Арсенид алюминия AlAs	Антимонид алюминия AlSb
	<i>Галлий</i>	Нитрид галлия GaN	Фосфид галлия GaP	<i>Арсенид галлия</i> GaAs	Антимонид галлия GaSb
	<i>Индий</i>	Нитрид индия InN	Фосфид индия InP	Арсенид индия InAs	Антимонид индия InSb

Соединения типа A^2B^6

		Элементы 6-б подгруппы		
		Сера	Селен	Теллур
2-б подгруппа	Цинк	Сульфид цинка ZnS	Селенид цинка ZnSe	Теллурид цинка ZnTe
	Кадмий	Сульфид кадмия CdS	Селенид кадмия CdSe	Теллурид кадмия CdTe
	Ртуть	Сульфид ртути HgS	Селенид ртути HgSe	Теллурид ртути HgTe

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

