

# Нанотехнологии

Практика 7, 8

Композиционные материалы.

Структура и свойства.

# Введение (1 модуль)

## Лекции:

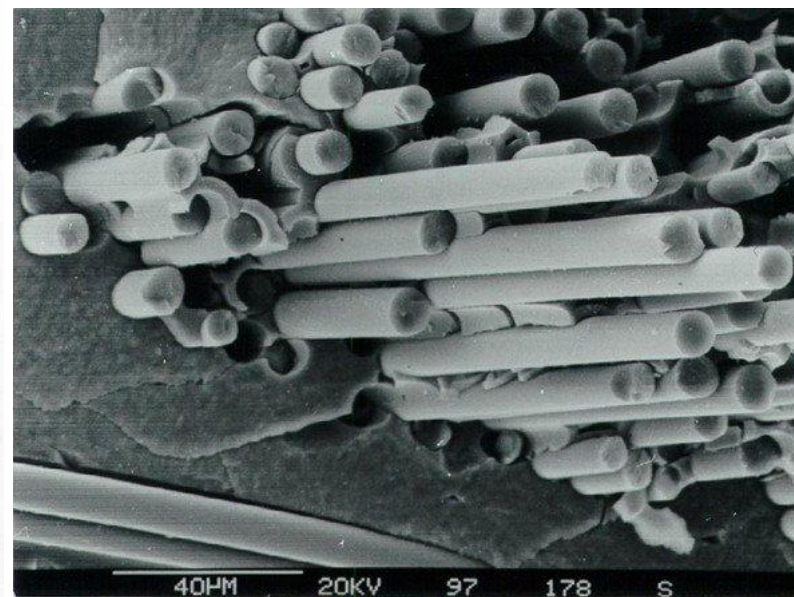
- Основные понятия и определения в области нанотехнологий. Стандартизация нанообъектов и наноматериалов.
- История нанотехнологий.

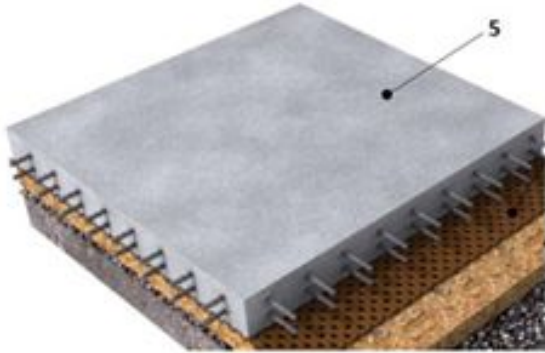


## Практические занятия:

- Размерная шкала природных и синтетических объектов и материалов. Фрактальные объекты.
- Инструментарий нанотехнологий. Оптическая и электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ, СЗМ).
- **Композиционные материалы. Структура и свойства.**

**Композиционные материалы композиты, КМ**  
(от лат. **compositio** - **составление**) – это материалы, состоящие из двух или более компонентов с четко выраженной границей раздела фаз между ними.





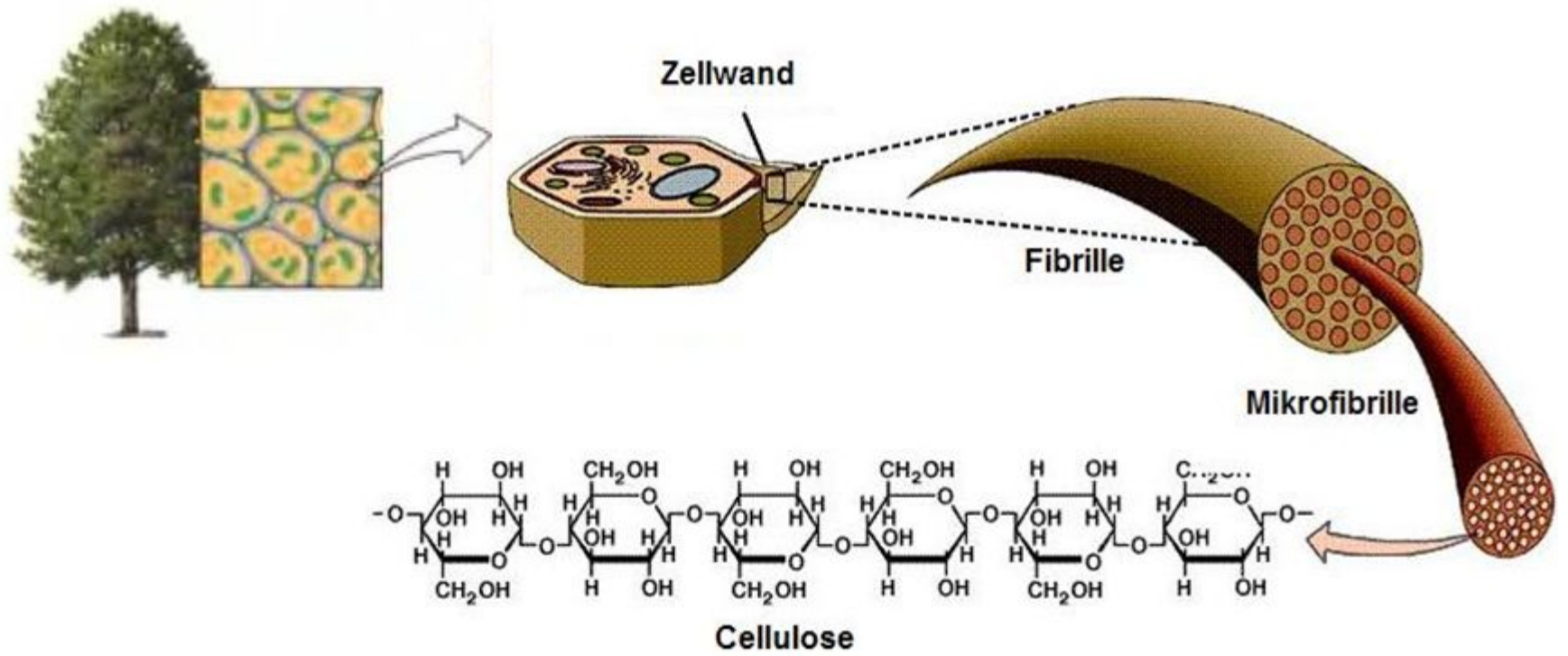
Бетонная плита



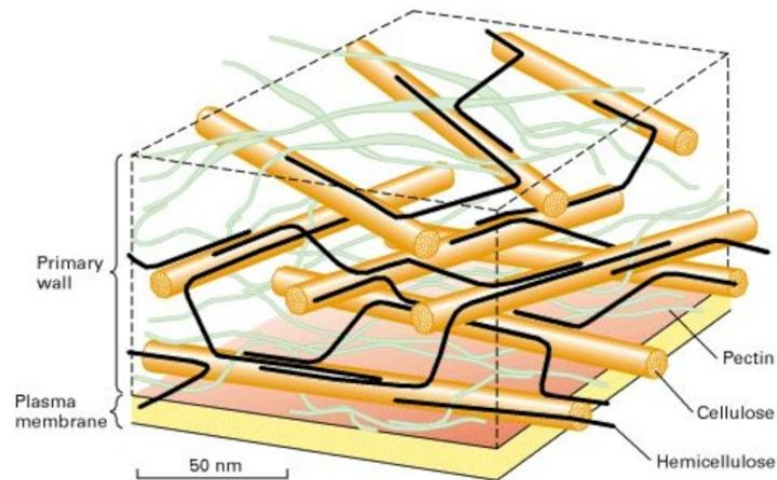
Пневматическая  
шина



Плиты ДСП и МДФ



Основу клеточной стенки растений составляют молекулы целлюлозы, гемицеллюлозы и пектины.

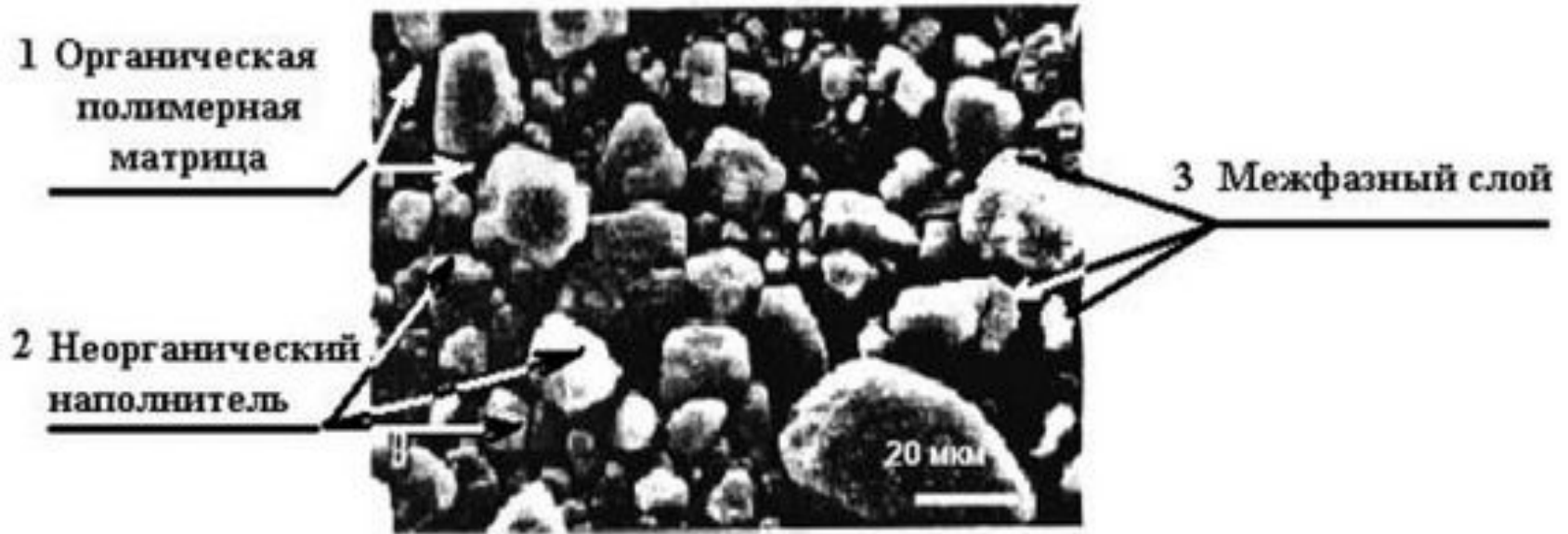


## Состав КМ:

**Матрица** – непрерывная среда/фаза; связывает частицы наполнителя в единый сплошной, монолитный материал, поэтому матрицу еще называют «связующим».

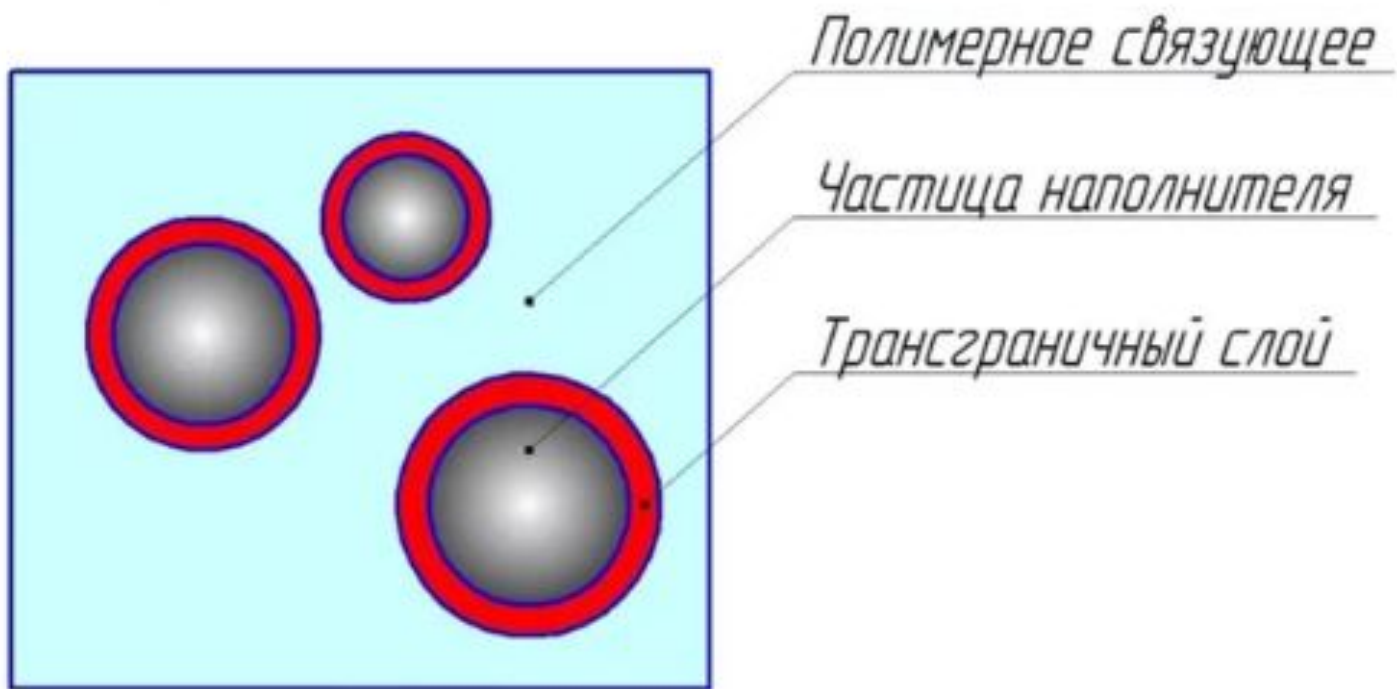
**Наполнитель** – дискретно (чаще всего) распределенная в матрице фаза. Изменяет механические, функциональные свойства КМ (термические, электрические, магнитные и т.д.). В некоторых случаях удешевляет материал (т.к. полимер дорогой).

# Итоговый комплекс свойств КМ определяется свойствами трех составляющих:



**Межфазный слой (граница раздела фаз)** – слой контактирующих, взаимодействующих между собой молекул обоих компонентов, слой определенной толщины.

Молекулы граничного слоя обоих компонентов отличаются по свойствам от молекул объемных фаз.





**Цель создания КМ:**

**объединение разнородных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами и характеристиками, отличными от свойств и характеристик исходных компонентов.**

С появлением такого рода материалов возникает **возможность селективного выбора свойств композитов**, необходимых для нужд каждой конкретной области применения.

**Для реализации улучшенных свойств КМ необходимо:**

**Равномерное распределение наполнителя  
(и других добавок) в матрице**

**Равномерную передачу внешнего воздействия от  
матрицы на все частицы наполнителя**

**Прочное сцепление на границе  
матрица – наполнитель за счет физико-химического  
взаимодействия**

# Классификация композиционных материалов

По природе матрицы

По природе и форме армирующего компонента

По структуре композита

По характеру расположению наполнителя

По количеству компонентов

По размеру частиц дисперсной фазы

По назначению (применению)

## **По природе матрицы:**

Полимеры (ПКМ)

Керамика (ККМ)

Металлы и их сплавы (МКМ)

Жидкие кристаллы (ЖдКМ)

## **Матрица:**

- придает требуемую форму изделию,
- защищает арматуру от механических повреждений и др. воздействий среды,
- обеспечивает равномерное распределение механического воздействия по объему материала

## **Матрица должна обеспечить требуемые свойства:**

- физико-химические на этапе эксплуатации изделия
- технологические на этапе изготовления изделия

**По природе и форме наполнителя:**

**Дисперсные частицы**

сферической,

чешуйчатой,

пластинчатой,

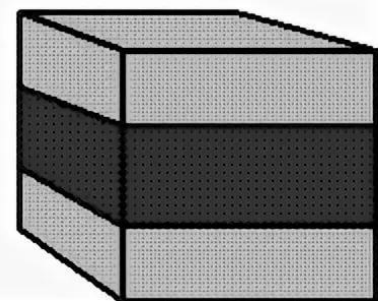
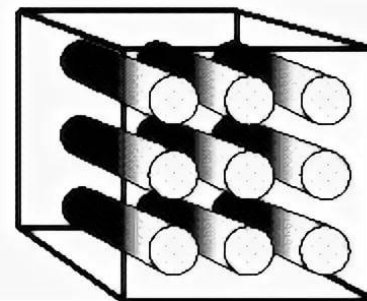
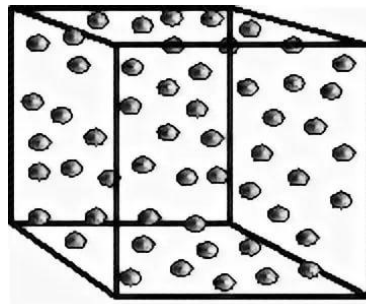
неправильной формы

*(мел, слюда, оксиды металлов, стеклосферы, фуллерены, чешуйки стекла или глины и т.п.).*

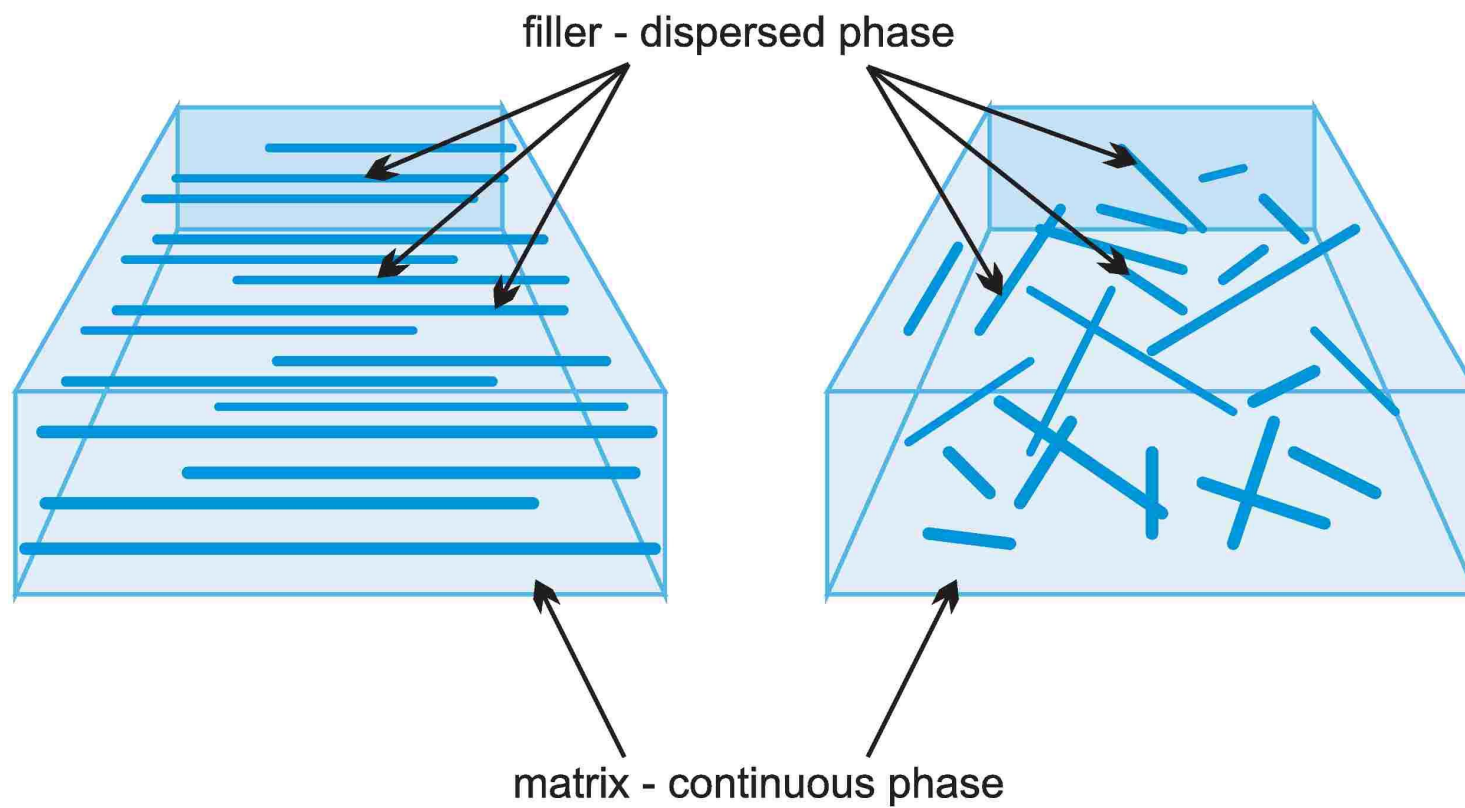
**Волокна**

короткие или непрерывные

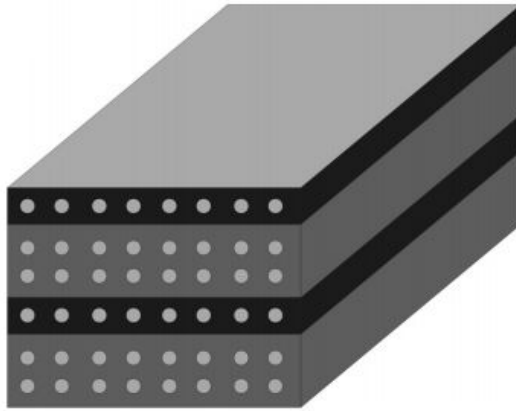
*(органические и неорганические полимеры, керамические, стеклянные, минеральные волокна и т.д.)*



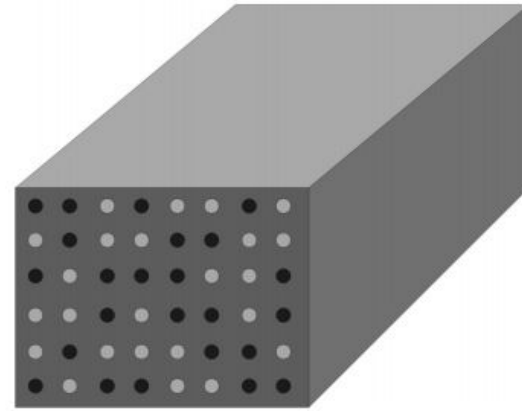
## По характеру расположению наполнителя:



## По количеству компонентов



Полимерный



Полиармированный  
(гибридный)

**Полимерные композиты** – композиты, в которых сочетается несколько типов матриц;

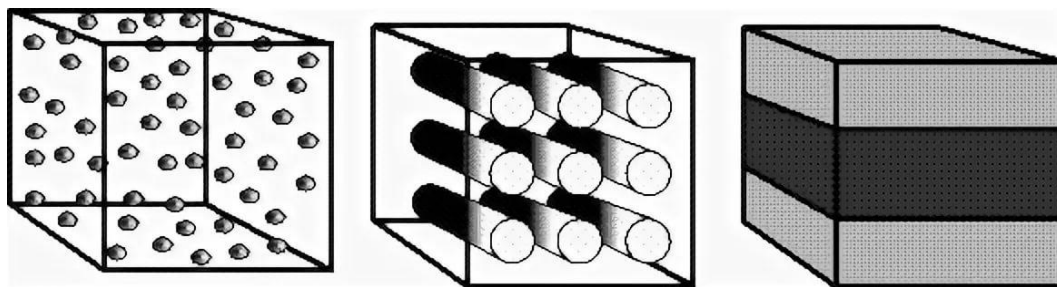
**Полиармированные (гибридные) композиты** – композиты, содержащие разные наполнители.

## По структуре композита:

Матричные (а, б)

Слоистые (в)

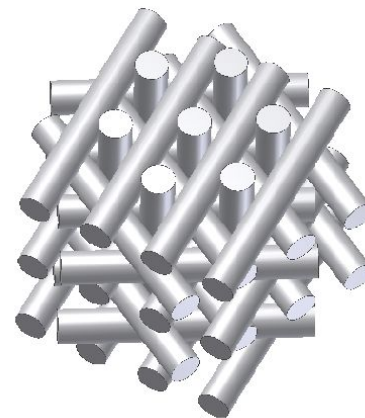
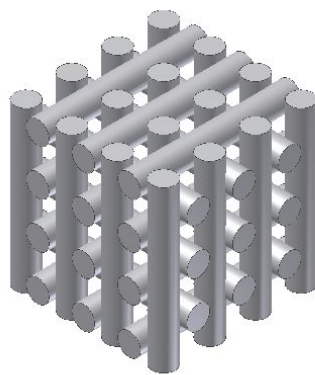
Каркасные (г)



а

б

в



г

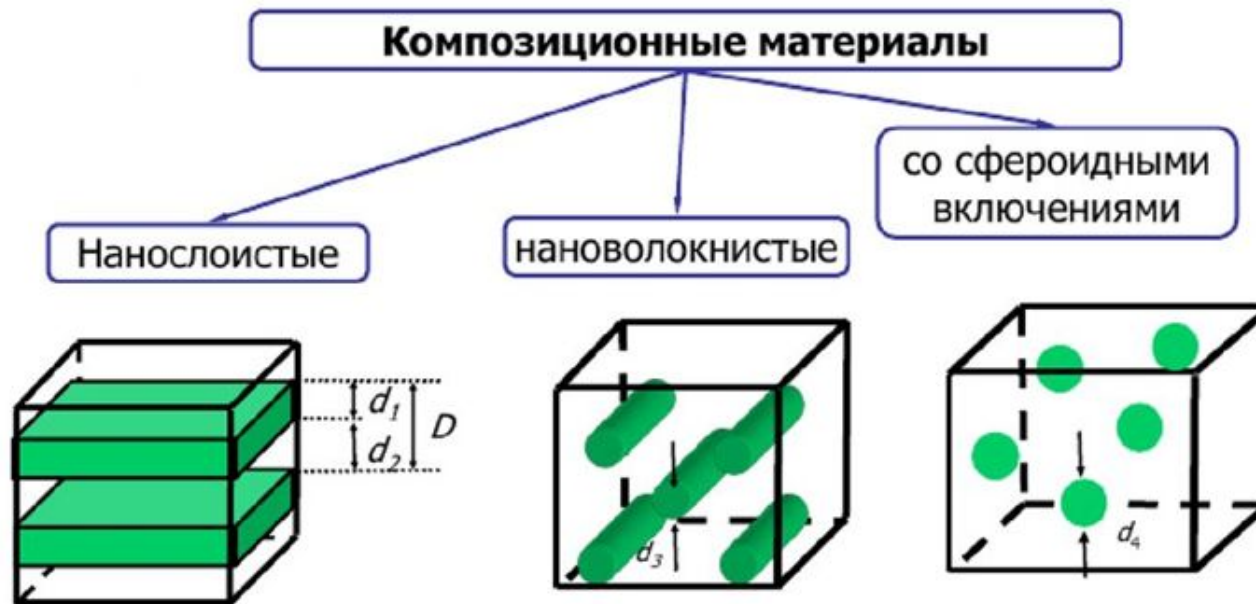


## По размеру частиц дисперсной фазы:

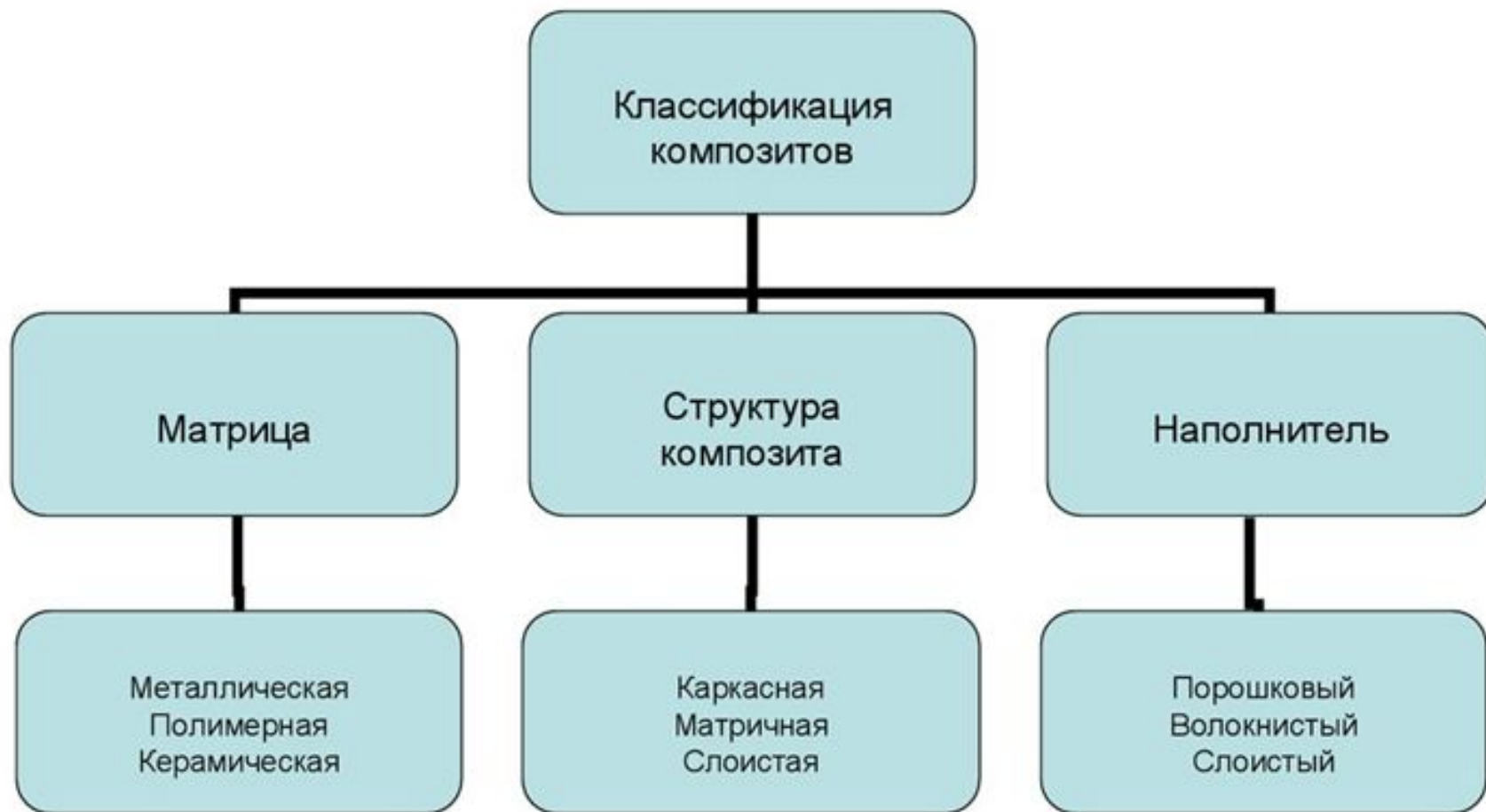
Макронаполненные

Микронаполненные

Нанонаполненные



$D$  – периодичность чередования слоев;  $d$  – характерные размеры отдельных морфологических единиц



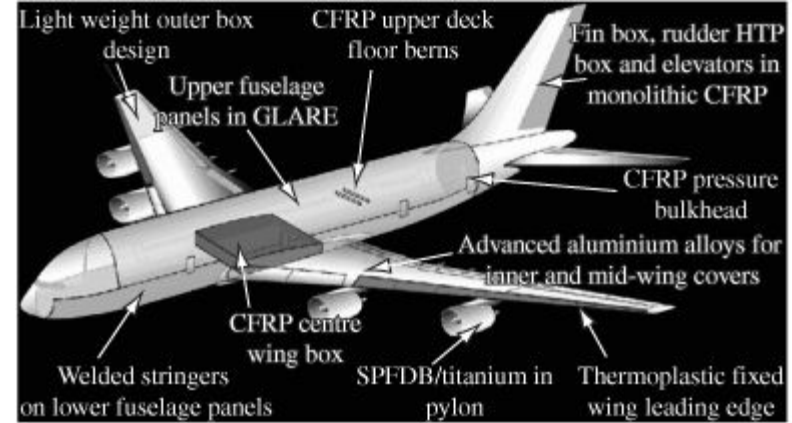
## По методу получения

**Искусственные композиты** – композиты, полученные в результате искусственного сочетания компонентов, направленного размещения армирующей фазы в матрице по той или иной специальной технологии (принудительное, по сути, без учета «собственных» свойств компонентов);

**Естественные композиты** – композиты, где расположение армирующей фазы в процессе изготовления соответствует собственной эволюции элементов (в неравновесных условиях, где проявляется самоорганизация элементов армирующей фазы)

## По назначению

- **конструкционные** - высокие механические характеристики (прочность, жесткость и т.д.);
- **функциональные** - специальные свойства (электрические, магнитные, оптические и т.д.);
- **конструкционно-функциональные** - функциональные свойства и комплекс сопутствующих механических характеристик;
- **smart materials** – материалы, способные реагировать заданным образом на изменения внешних условий.



## Отличия smart materials от традиционных материалов:

**способность диагностировать изменения**

- в окружающей среде,
- в собственной структуре

температура,  
давление,  
электрическое напряжение,  
деформационное состояние

**способность реагировать на результаты диагностики с целью адаптации к изменившимся условиям**

поддержания функциональных свойств, обеспечения работоспособности всей конструкции в новых условиях

# Smart materials

"Умные"  
(сенсор)

"Интеллектуальные"  
(сенсор + актуатор)

Композиты пассивного типа

Композиты активного типа

**Сенсор** – элемент самодиагностики материала, осуществляет контроль за изменением внешних условий (температуры, давления, влажности, pH среды, электрического или магнитного полей и др.).

**Актуатор** – элемент самоадаптации материала, т.е. исполнительное устройство, совершающее действие; выполнение действия позволяет устойчиво функционировать материалу в изменившихся условиях.

