

Нанотехнологии

Практика 7, 8

Композиционные материалы.

Структура и свойства.

Введение (1 модуль)

Лекции:

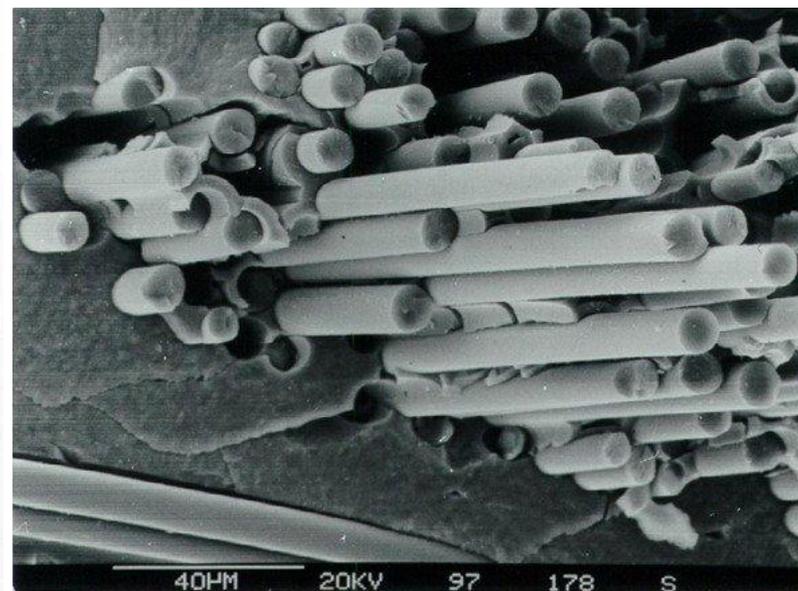
- Основные понятия и определения в области нанотехнологий. Стандартизация нанообъектов и наноматериалов.
- История нанотехнологий.

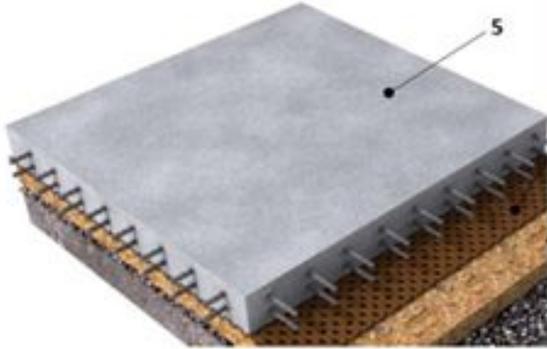


Практические занятия:

- 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.

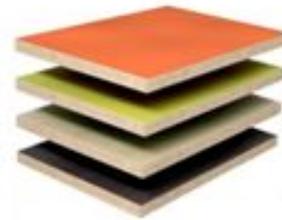




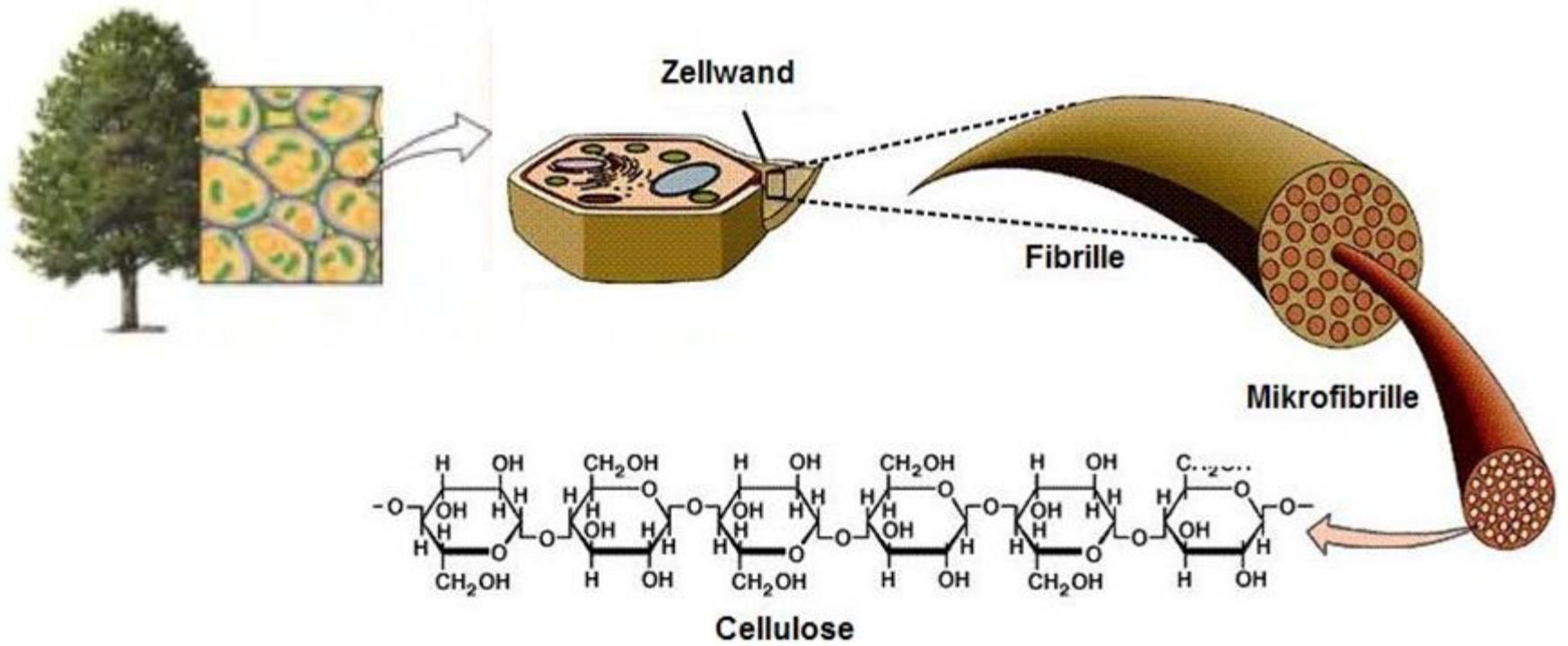
Бетонная плита



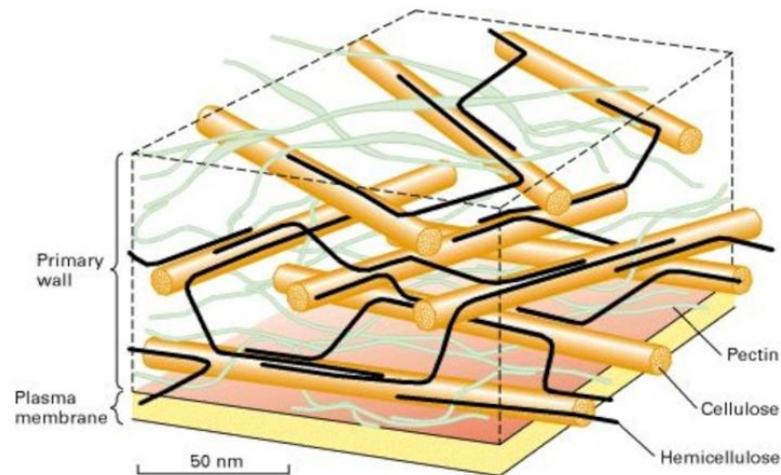
Пневматическая
шина



Плиты ДСП и МДФ



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

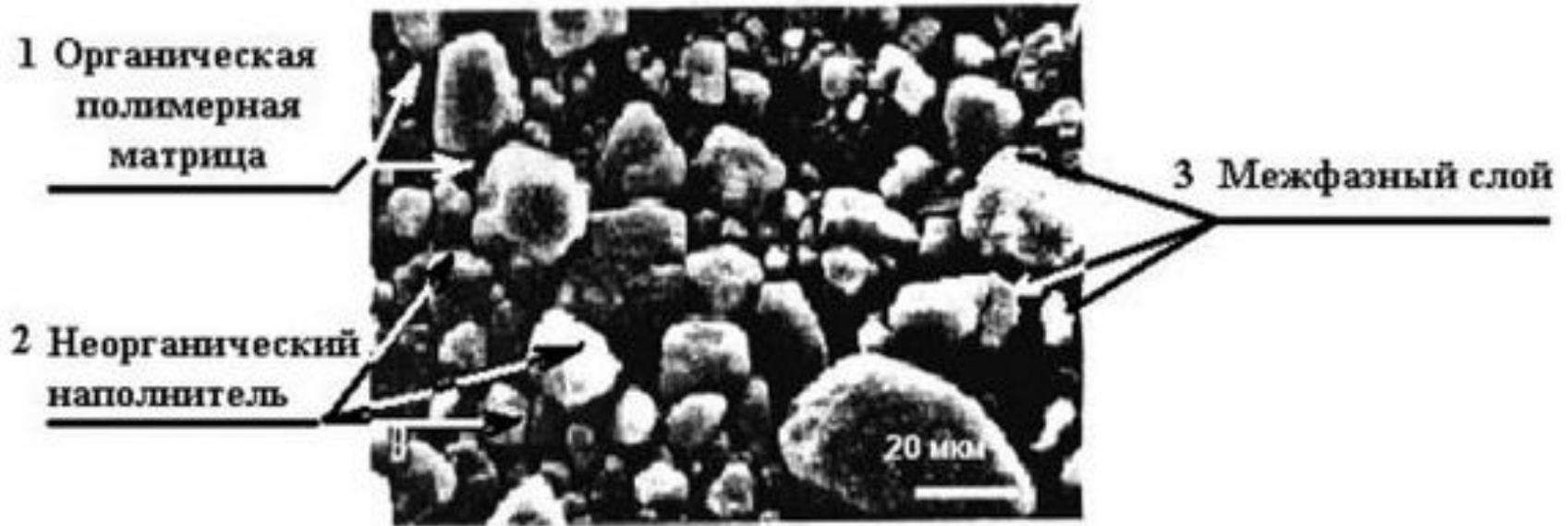


Состав КМ:

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

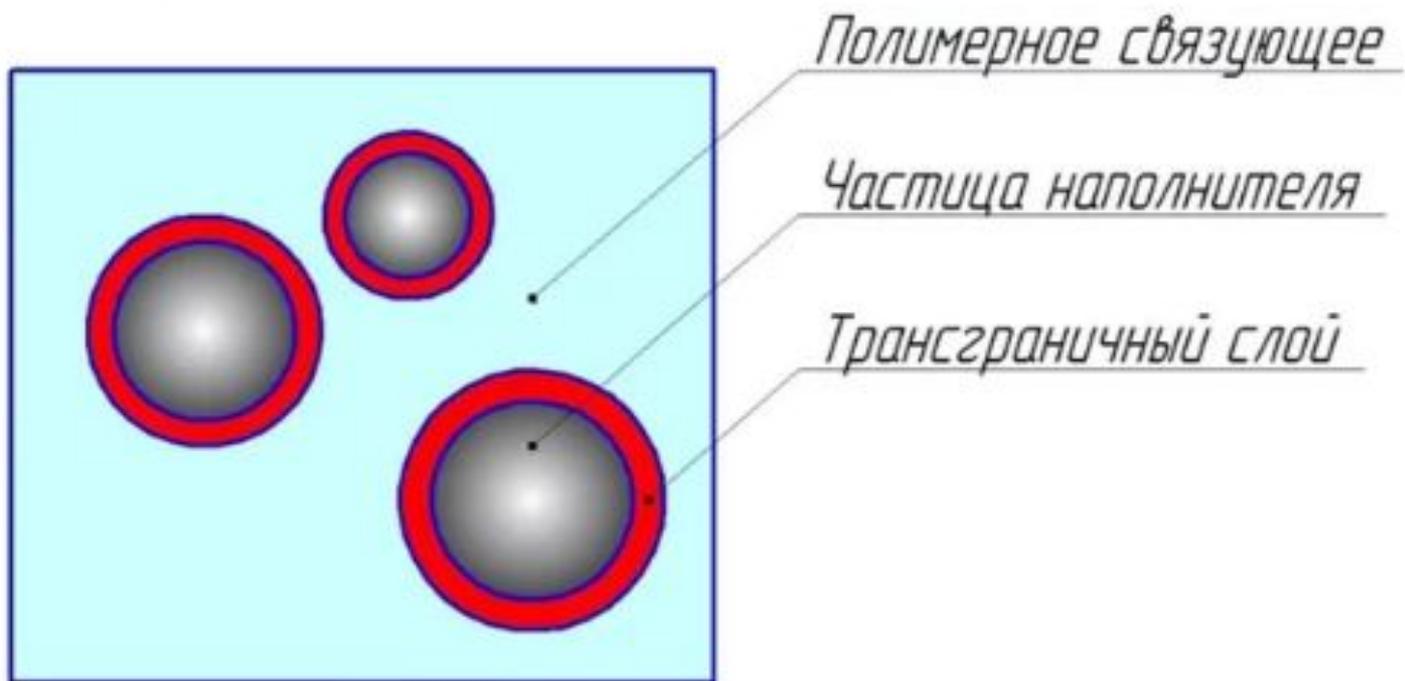
Наполнитель – дискретно (чаще всего) распределенная в матрице фаза. Изменяет механические, функциональные свойства КМ (термические, электрические, магнитные и т.д.). В некоторых случаях удешевляет материал (т.к. полимер дорогой).

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,

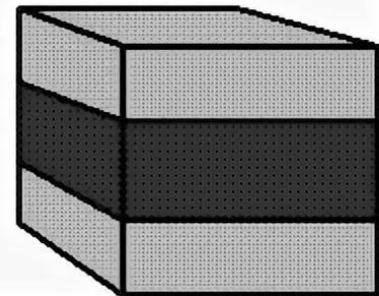
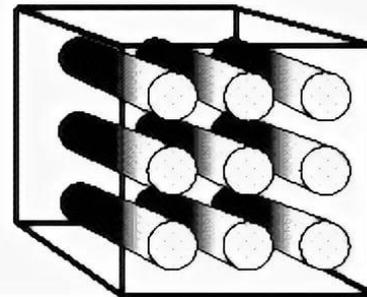
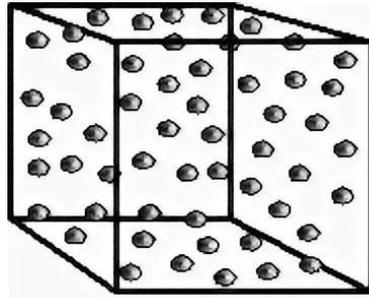
неправильной формы

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

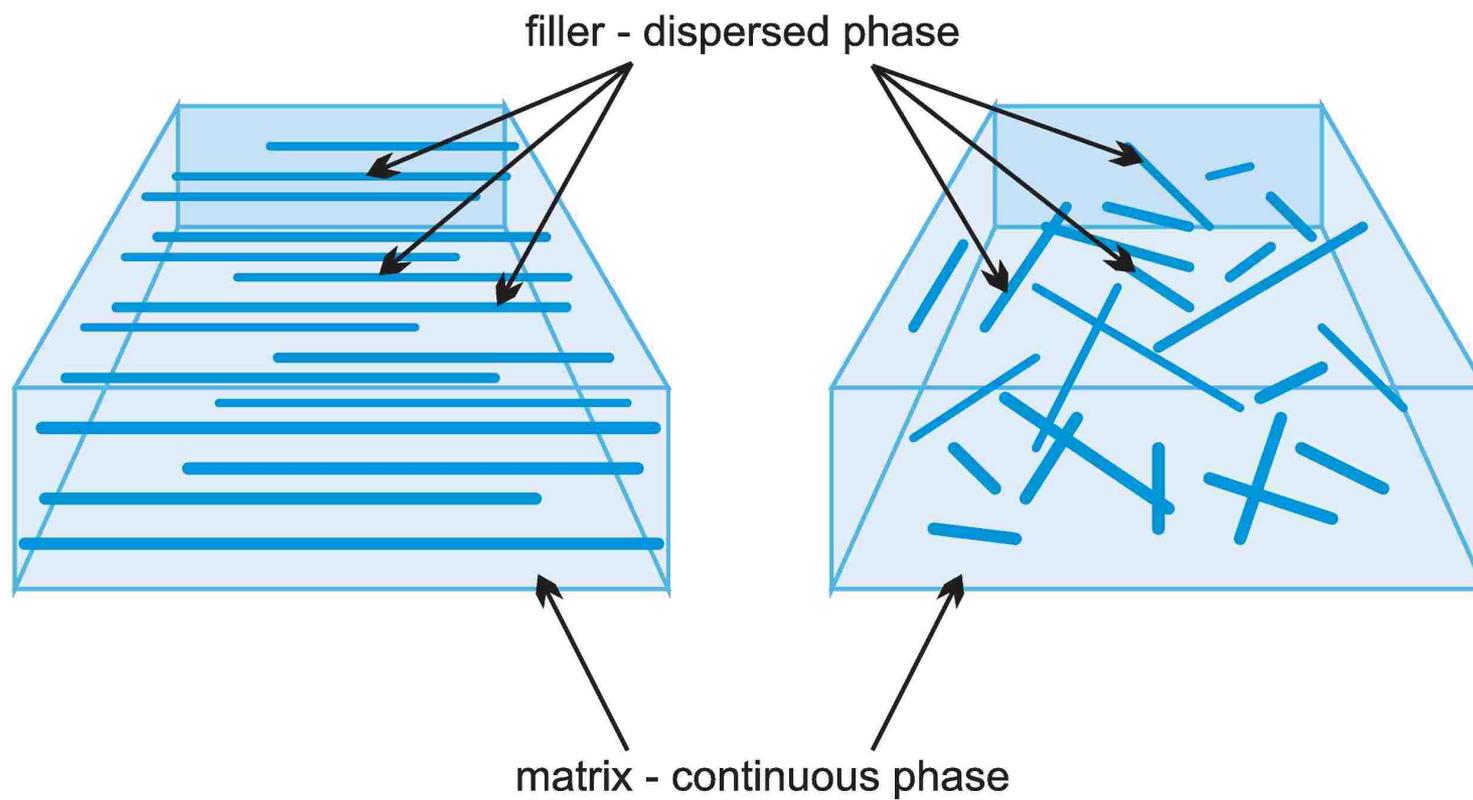
Волокна

короткие или непрерывные

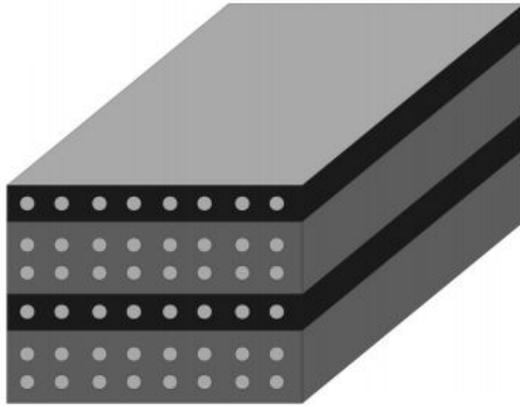
(органические и неорганические полимеры, керамические, стеклянные, минеральные волокна и т.д.)



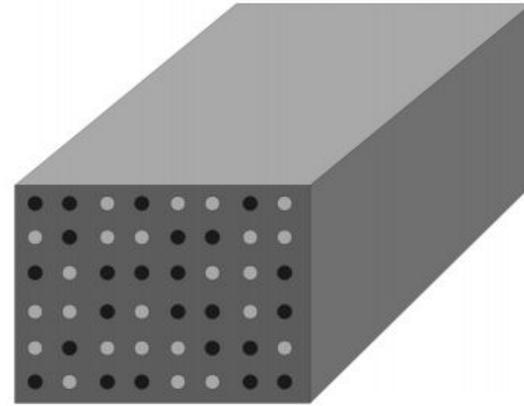
По характеру расположению наполнителя:



По количеству компонентов



Полимерный



Полиармированный
(гибридный)

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

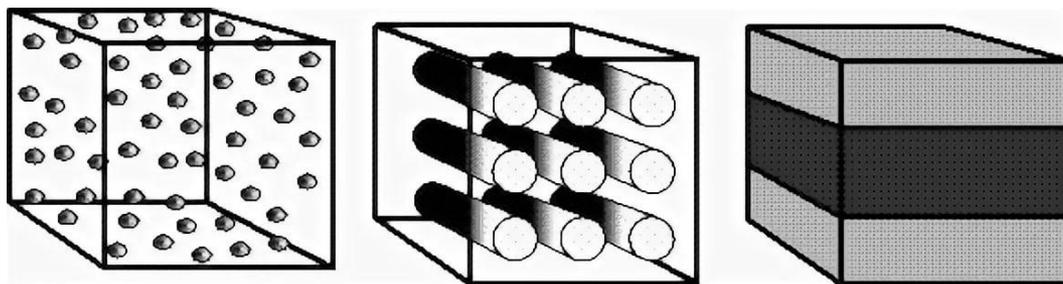
Полиармированные (гибридные) композиты – композиты, содержащие разные наполнители.

По структуре композита:

Матричные (а, б)

Слоистые (в)

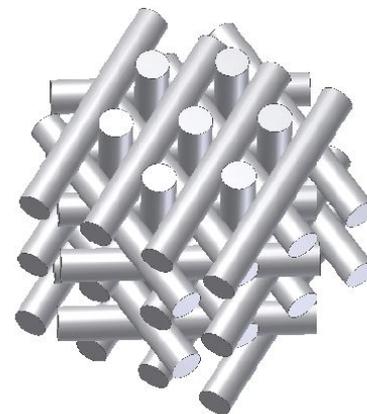
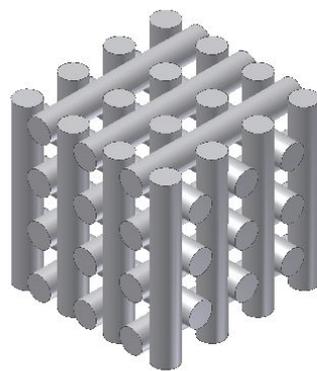
Каркасные (г)



а

б

в



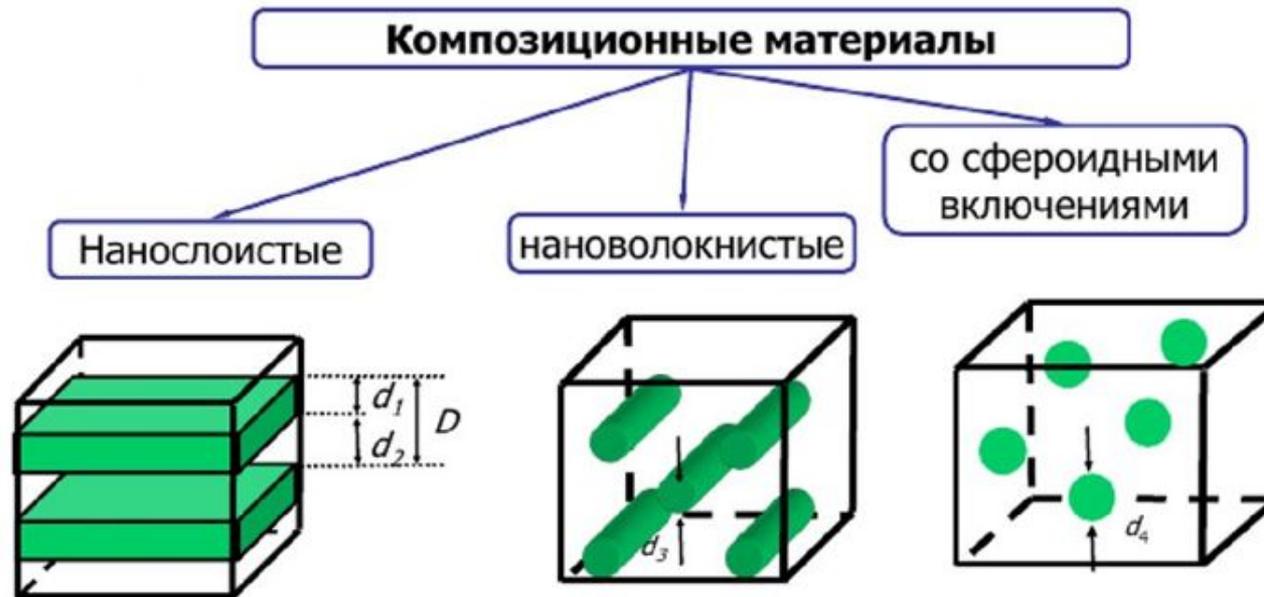
г

По размеру частиц дисперсной фазы:

Макронаполненные

Микронаполненные

Нанонаполненные



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



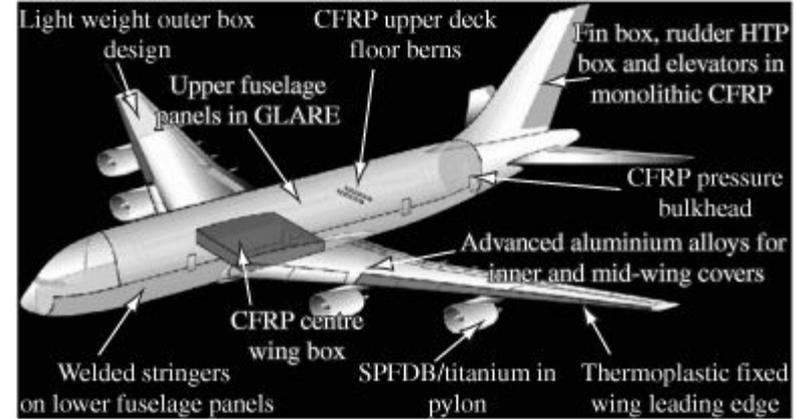
По методу получения

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.

