

# «ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»



**ПОЛИТЕХ**  
Институт передовых  
производственных технологий

**CML**  
CompMechLab

ЦЕНТР  
КОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

Технопарк  
Политехнический



Бизнес  
инкубатор  
Политехнический

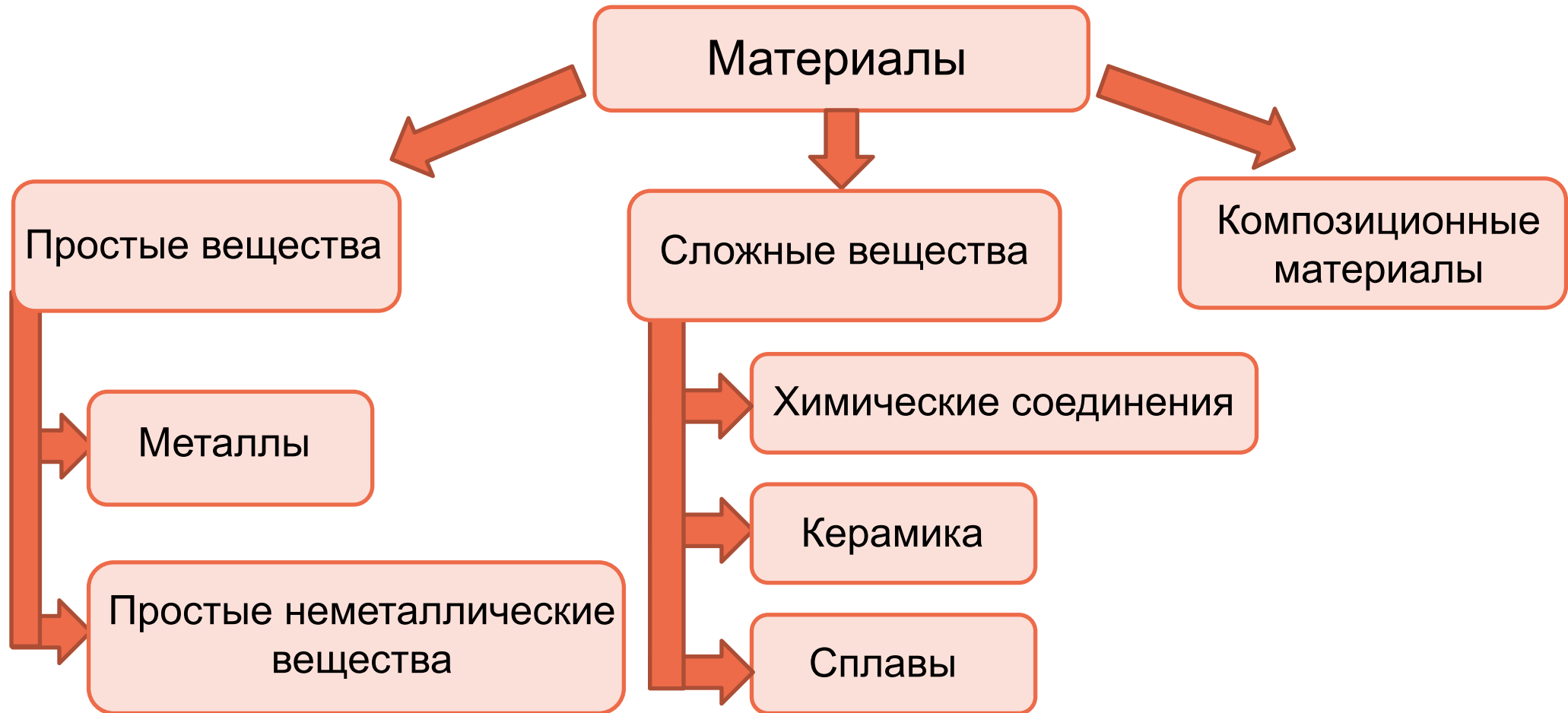


     
**POLYTECHSTRASCHEG**

**SL**  
SOLUTION LAB

**5100**

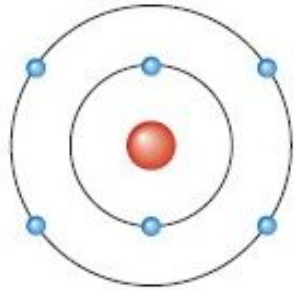
ПРОЕКТ ПОВЫШЕНИЯ  
КОМКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ  
СРЕДИ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ



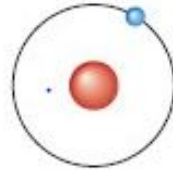
# К ЧЕМУ ОТНОСИТЬСЯ?



**Углеводороды** – органические соединения, состоящие из атомов углерода и водорода.

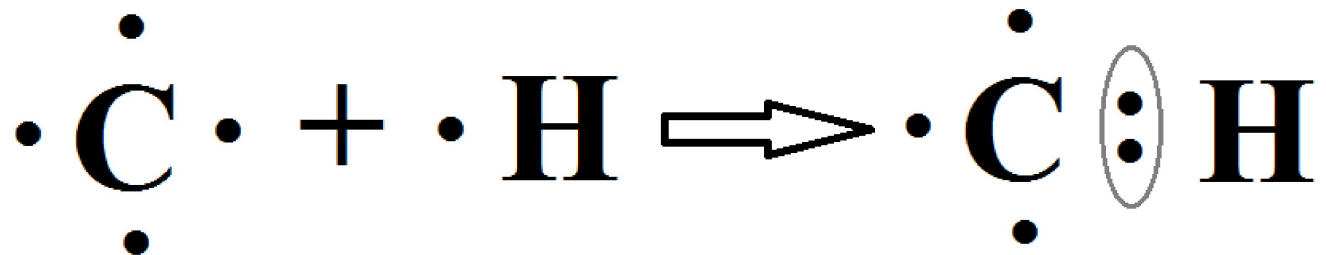


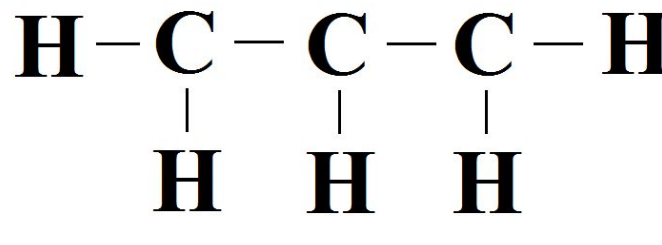
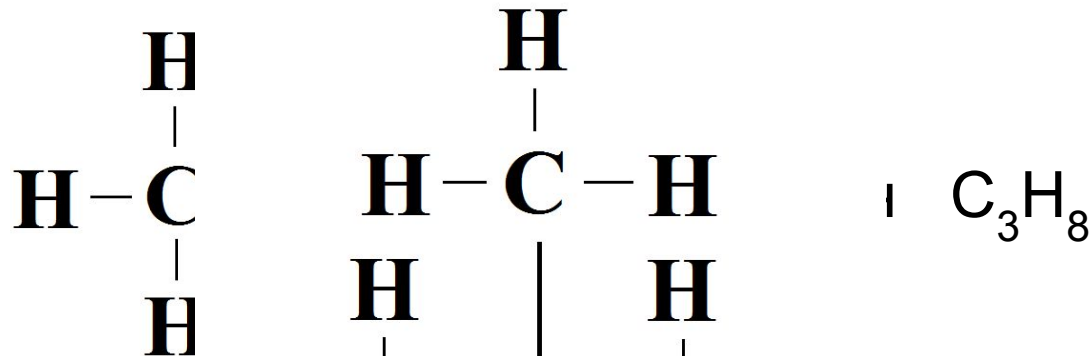
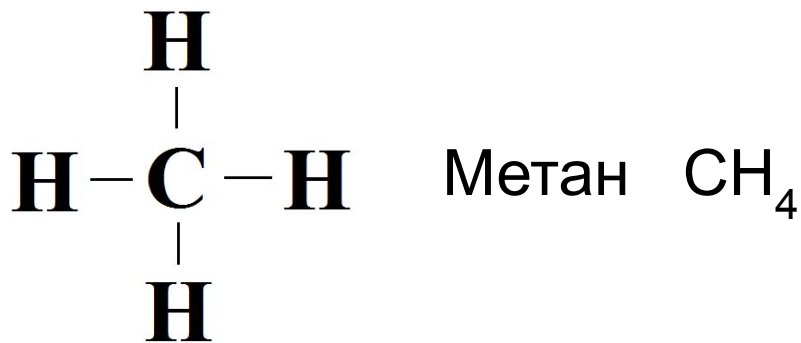
Атом  
углерода



Атом  
водорода

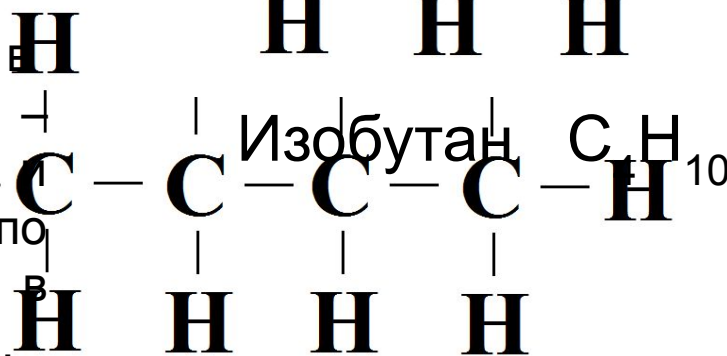
**Ковалентная связь** – химическая связь образованная перекрытием пары валентных электронных облаков. Обеспечивающие связь электронные облака (электроны) называются **общей электронной парой**.





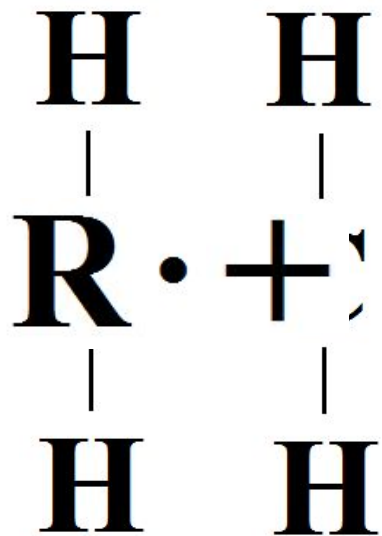
Измерия — явление, заключающееся в

существовании химических соединений  
изомеров, — одинаковых по атомному составу  
молекулярной массе, но различающихся по  
строению и расположению атомов  
пространстве и, вследствие этого, по свойствам.

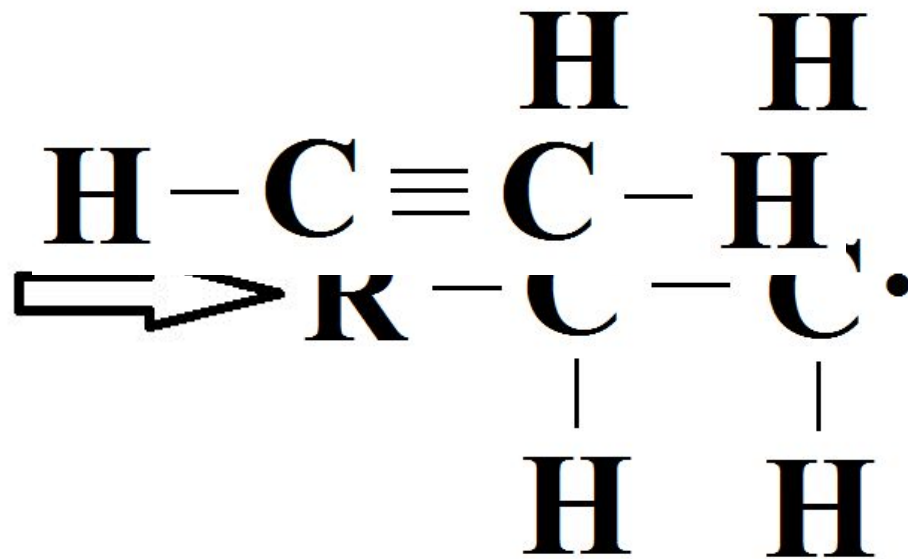


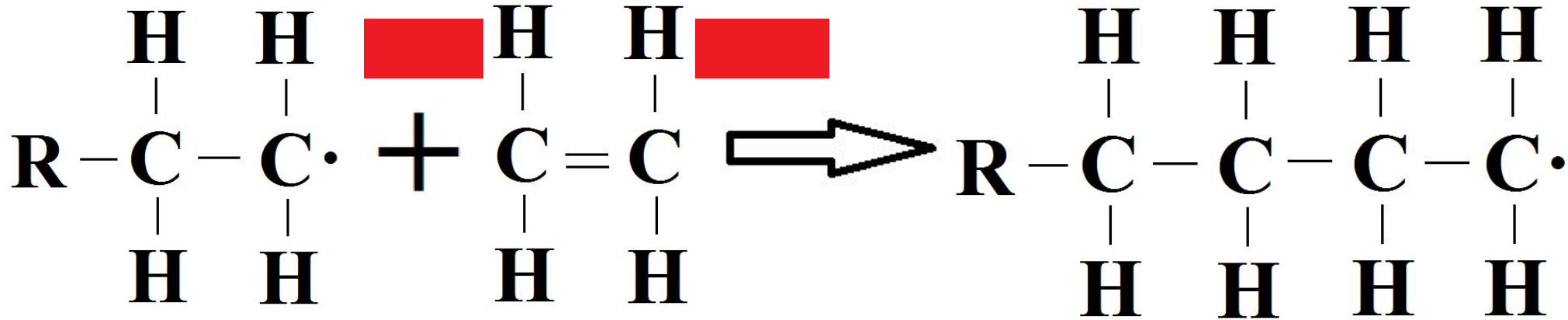
**Ненасыщенные углеводороды** – молекулы в которых присутствуют двойные и тройные связи.

Этилен  $C_2H_4$

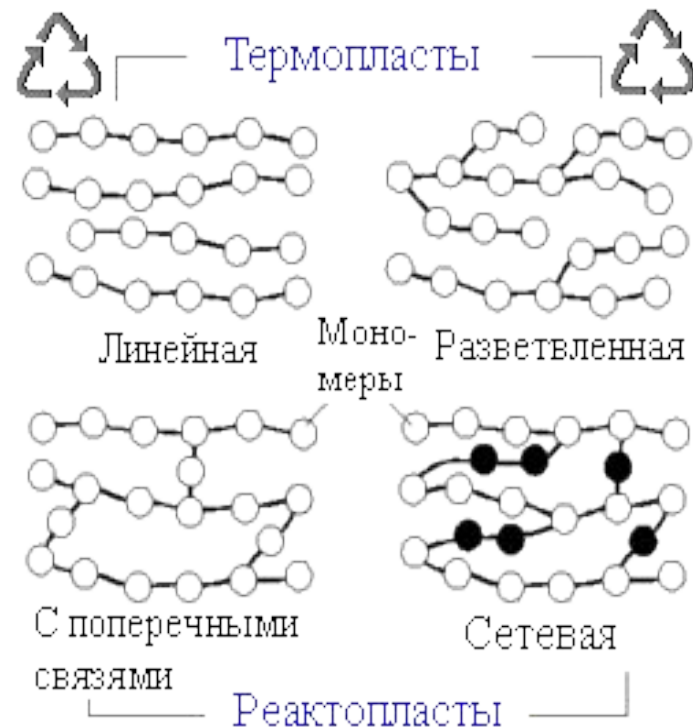
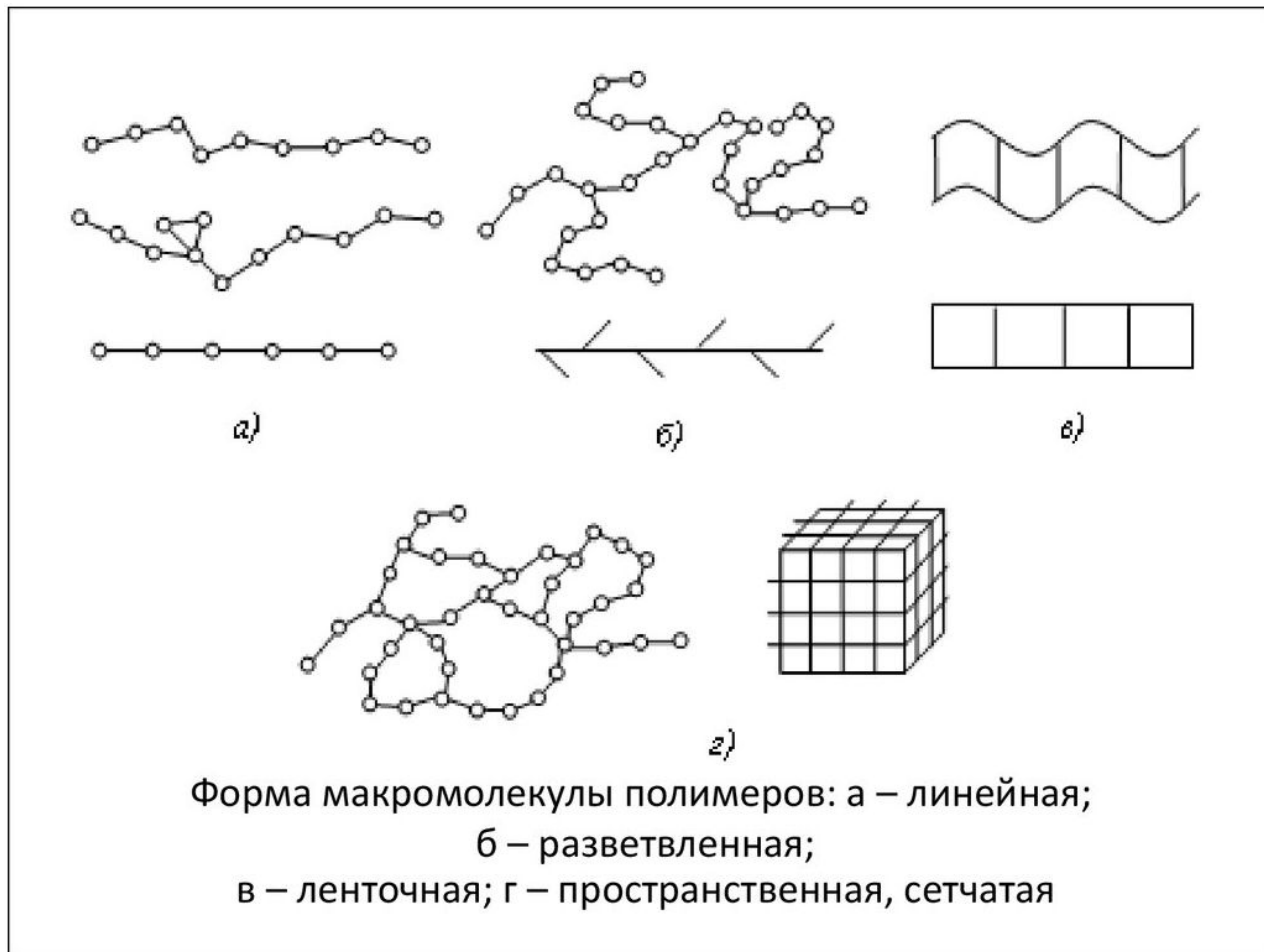


Ацетилен  $C_2H_2$

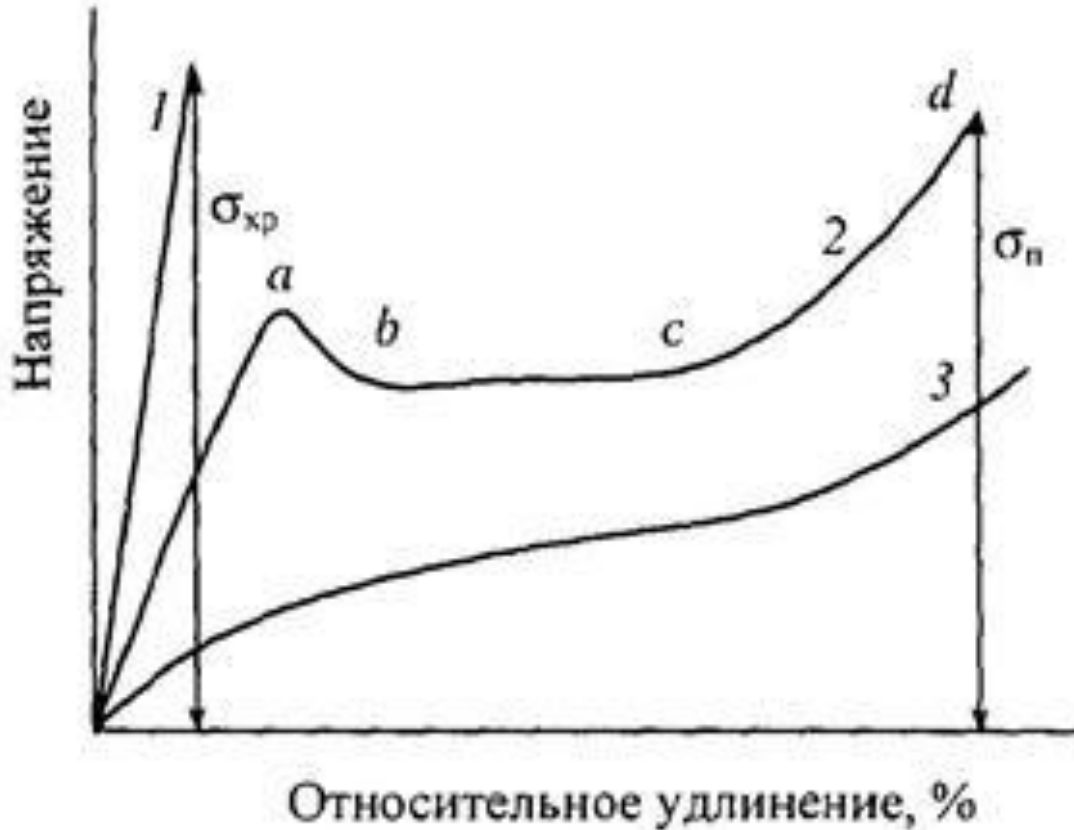




**Полимеризация** – процесс образования высокомолекулярного вещества (полимера) путем многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) к активным центрам в растущей молекуле полимера.







Низкий модуль упругости (7 Мпа) и низкая прочность (до 100 Мпа).

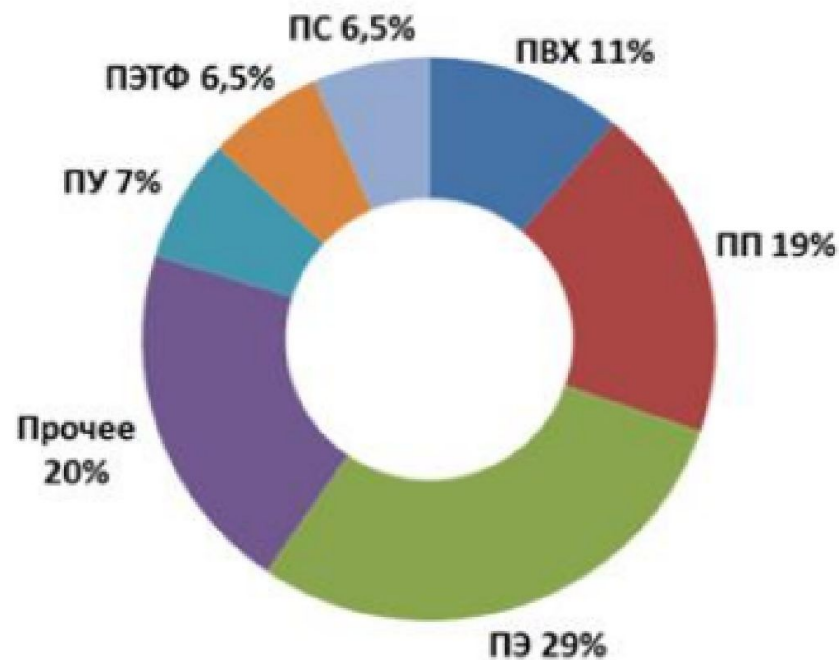
Полимеры могут растягиваться на 1000%.

Высокая зависимость от температуры.

Более мягкие материалы в сравнении со сталями и керамиками.

**Стойкость к раздиру** — это механическое свойство, которое может быть оценено по величине энергии, затрачиваемой для разделения надрезанного образца стандартной геометрической формы на части.

# МИРОВОЙ РЫНОК ПОЛИМЕРОВ



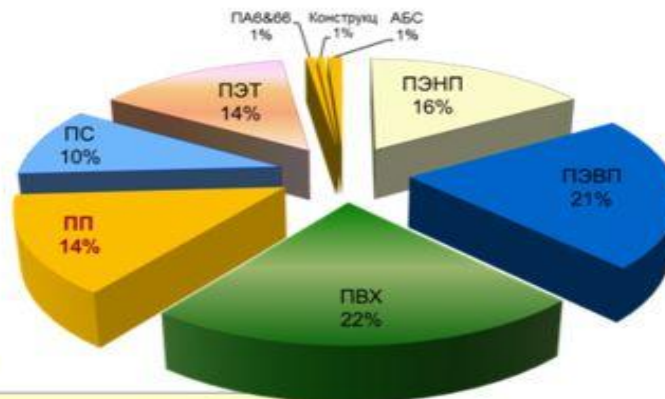


## Полимерная отрасль в России

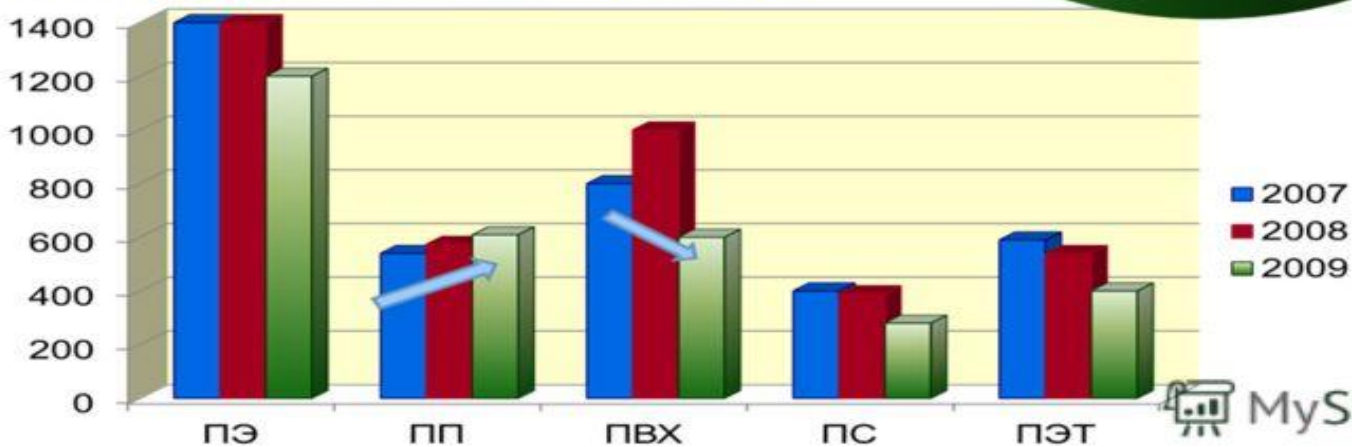
Области применения



Структура потребления термопластичных полимерных материалов в РФ в 2009 г.



Объемы производства базовых полимеров



**Источник: Микитаев А.К.**

*«Состояние и перспективы разработки и производства синтетических полимеров»*

18 мая 2012 г.

# Композиционные материалы



**ПОЛИТЕХ**  
Институт передовых  
производственных технологий

**CML**  
CompMechLab

ЦЕНТР  
КОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНЖИНИРИНГА СПБПУ

Технопарк  
Политехнический

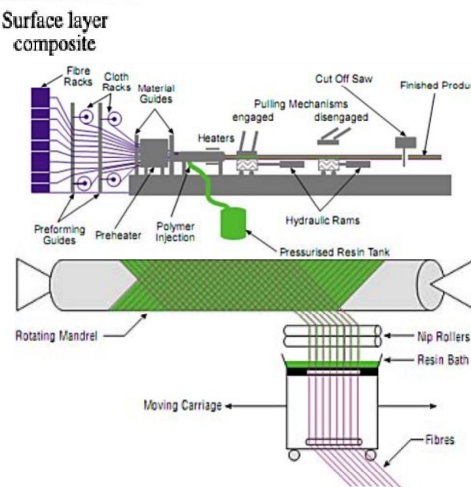
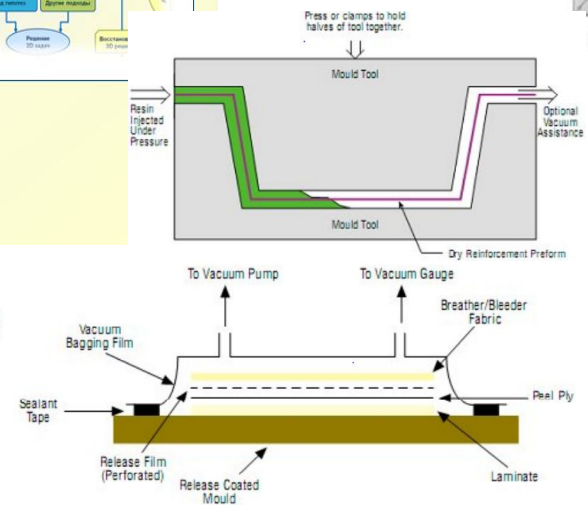
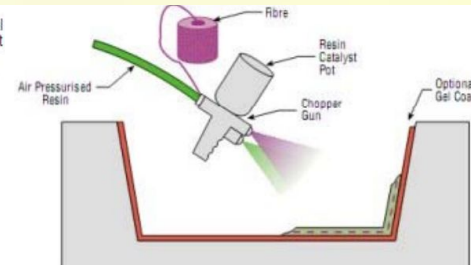
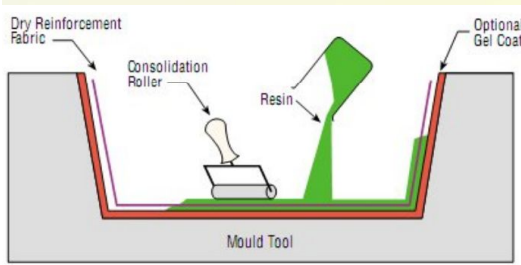
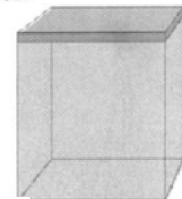
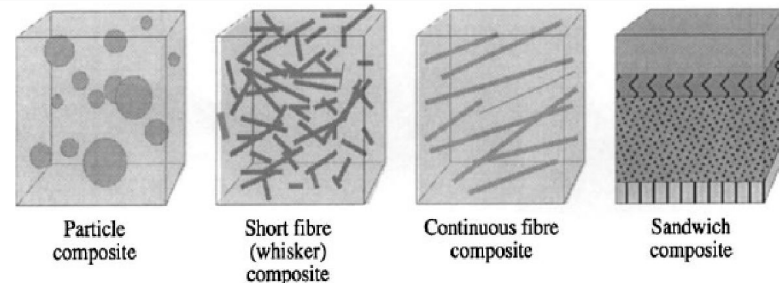
Бизнес  
инкубатор  
Политехнический

     
**POLYTECHSTRASCHEG**

  
**SOLUTION LAB**

**5100**  
ПРОЕКТ ПОВЫШЕНИЯ  
КОМКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ  
СРЕДИ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

# КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

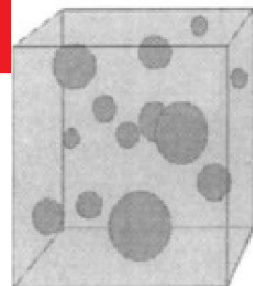


**Матрица композиционного материала** – пластичная связующая основа, являющаяся оболочкой композиционного материала.

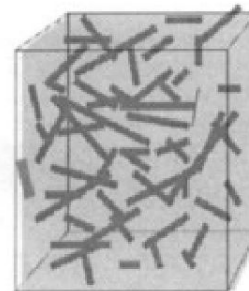
**Может быть представлена различными материалами:** полимеры, керамика, сплавы.

**Армированный наполнитель (усиливающий элемент)** – дополнительные элементы/компоненты в структуре матрицы, выполняющие усиливающие функции.

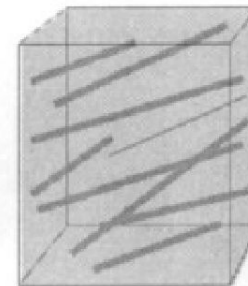
**Армированный наполнитель представлен:** волокна, ткани, сплавы, керамика.



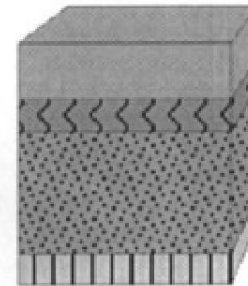
Particle  
composite



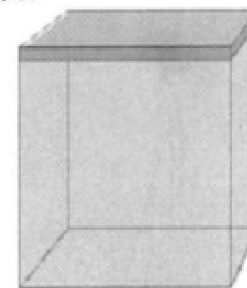
Short fibre  
(whisker)  
composite



Continuous fibre  
composite



Sandwich  
composite

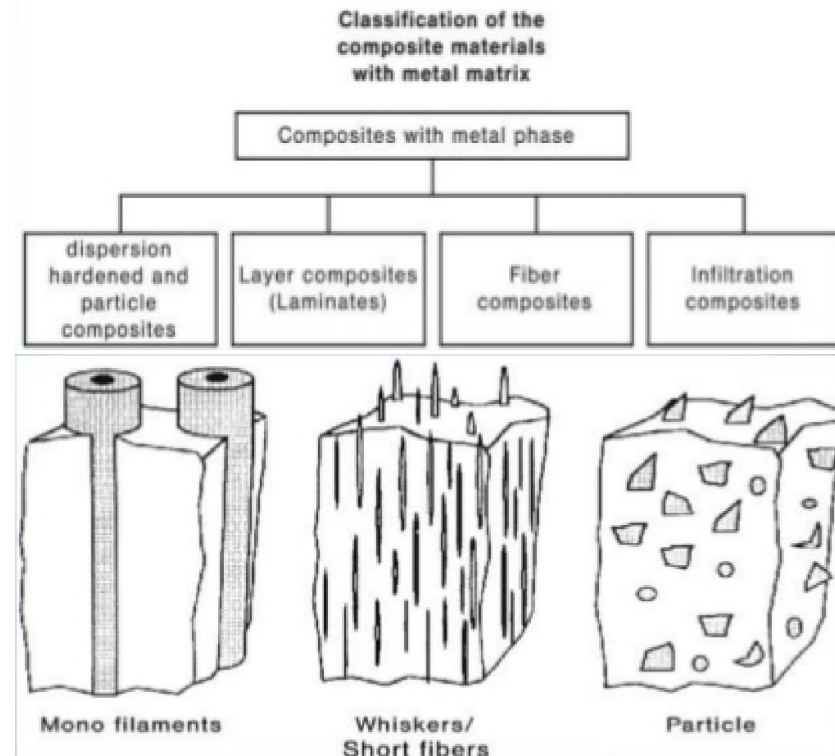


Surface layer  
composite

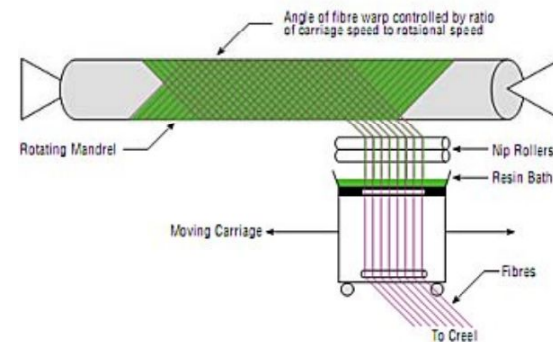
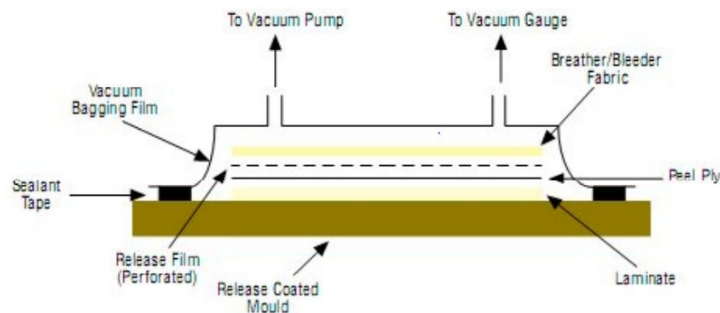
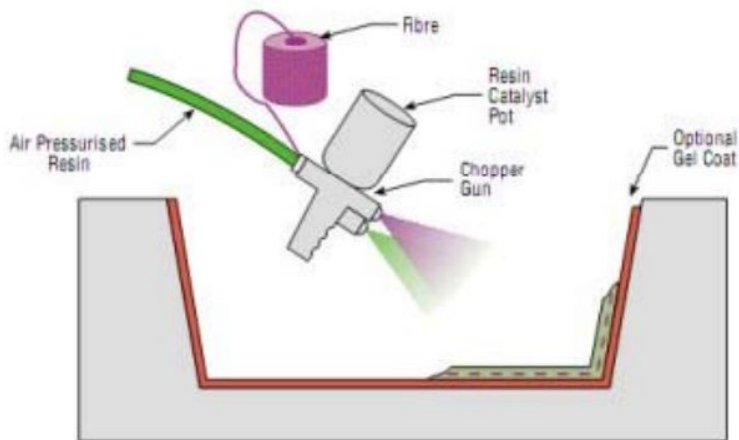
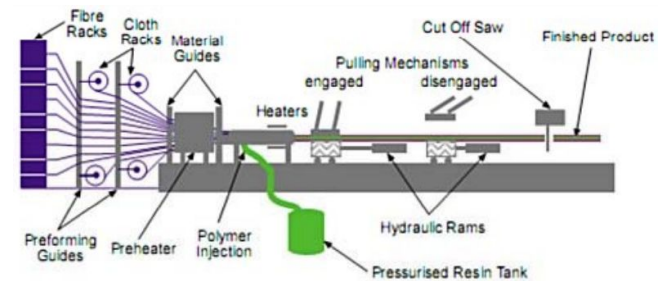
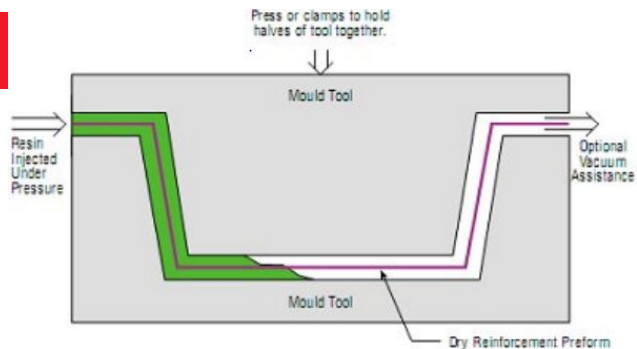
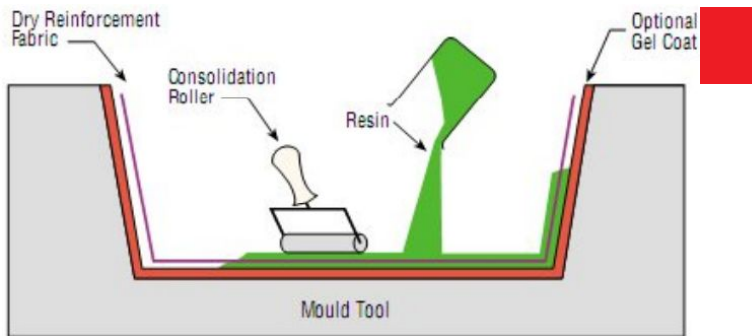
**Металломатричные композиты - MMC**  
(CeramTec AO-403 , Металлический сплав – 60% об.  
AlSi9MgMn , Керамический материал – 40% об. –  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Плотность – 3,21 г/см<sup>3</sup> , Предел прочности  
на изгиб – от 550 до 620 Мпа, Предел прочности на  
разрыв – от 380 до 460 Мпа, Разрывное удлинение –  
прибл. 0,5%)

## Волокнистые пластики (Fibre-reinforced plastic-FFP)

- на основе стекловолокна;
- на основе углеволокна;
- на основе базальтоволокна;
- на основе арамидного волокна.

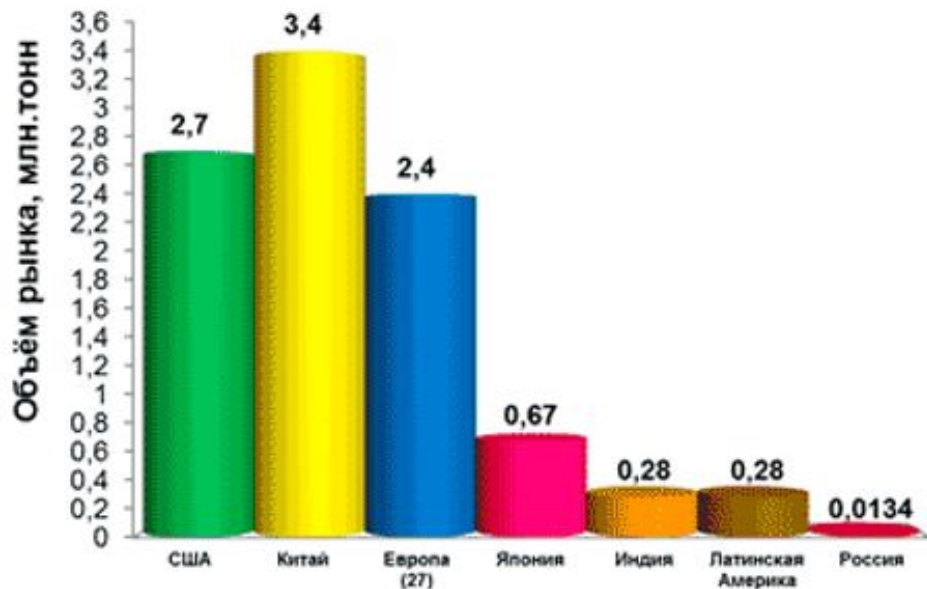


# КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



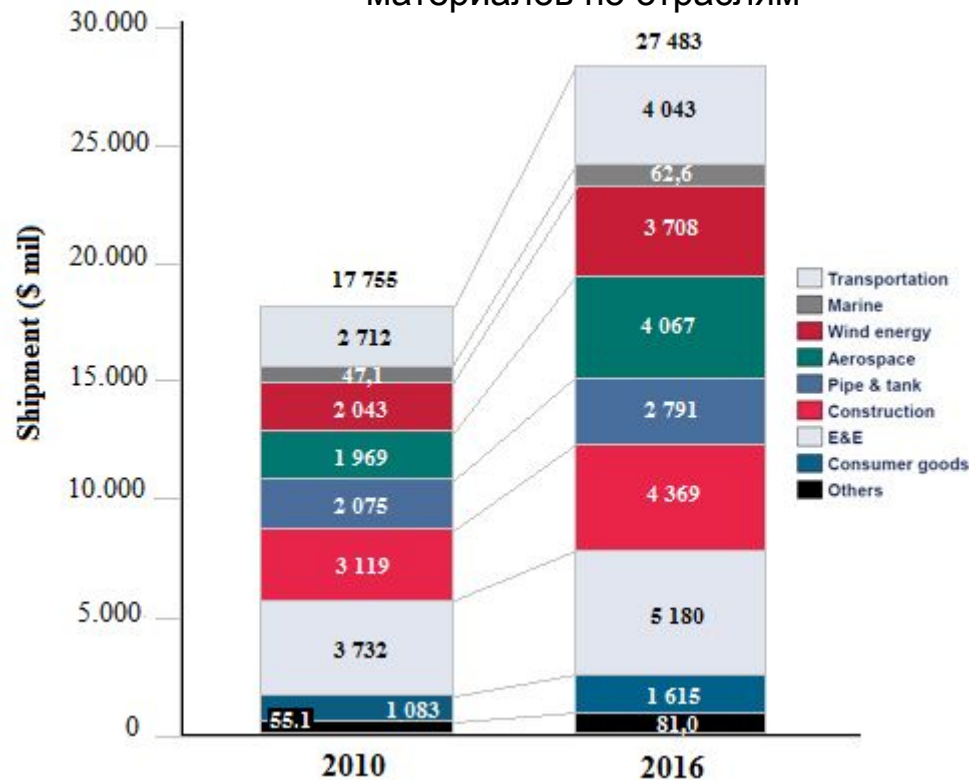


## Мировой рынок композиционных материалов



Источник: С. Фахретдинов, Союз производителей композитов,  
<http://www.sbfakhretdinov.ru/deyatelnost/organisations/?ID=102>.

## Глобальный рынок композиционных материалов по отраслям



Источник: Lucintel

# Развитие материалов



**ПОЛИТЕХ**  
Институт передовых  
производственных технологий

**CML**  
CompMechLab

ЦЕНТР  
КОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНЖИНИРИНГА СПБПУ

Технопарк  
Политехнический

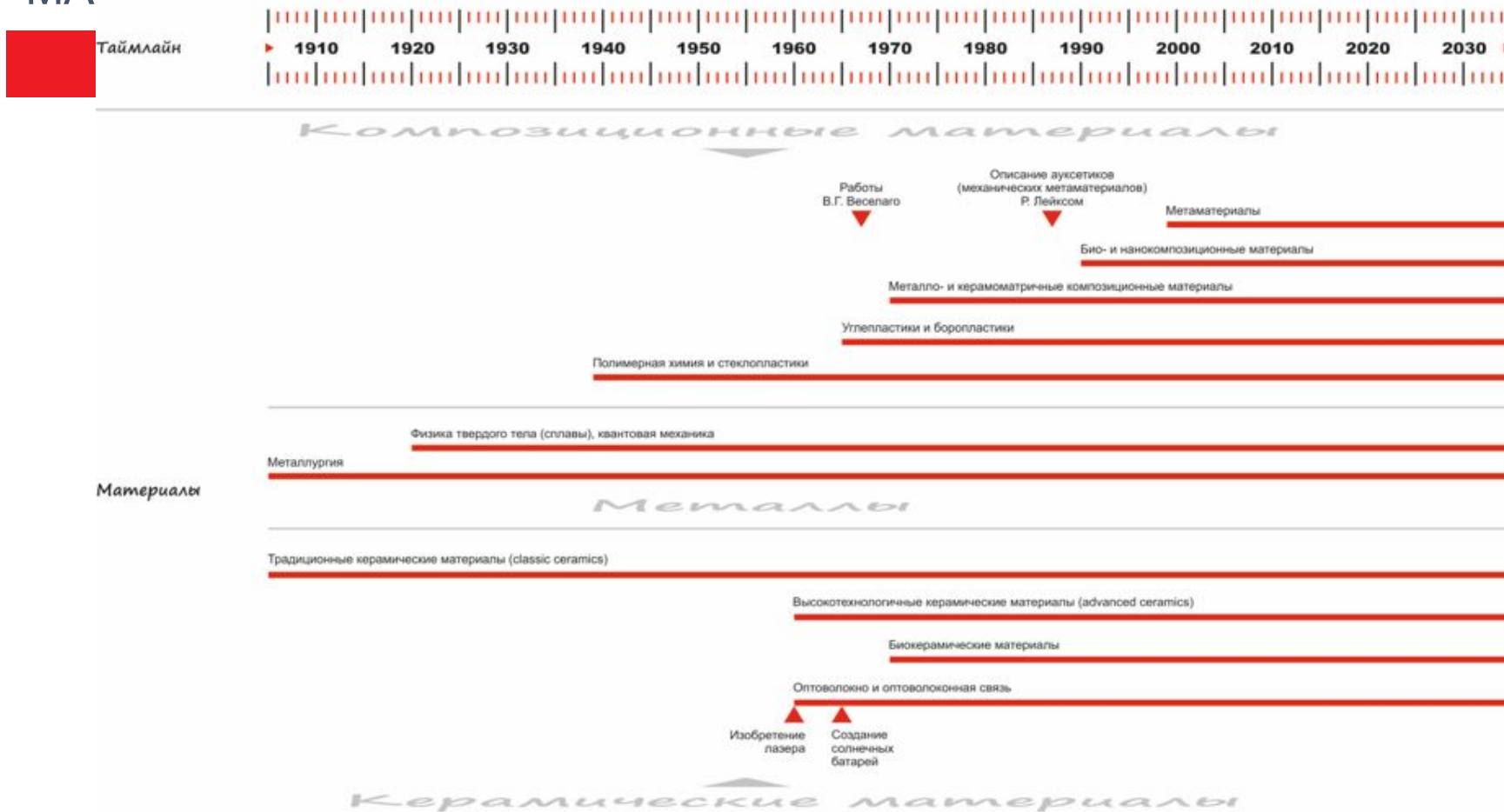
Бизнес  
инкубатор  
Политехнический

  
**POLYTECHSTRASCHEG**

  
**SOLUTION LAB**

**5100**  
ПРОЕКТ ПОВЫШЕНИЯ  
КОМКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ  
СРЕДИ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

# ЭВОЛЮЦИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



# ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ



Национальная  
технологическая инициатива

## Ведущая роль

Физики и металлурги

Химики

+ биологи и ИТ-специалисты

## Концепция материаловедения

Материаловедение = изучение связи между структурой и свойствами материала (structure + properties)

Материаловедение = изучение связи между структурой и свойствами материала, а также его эксплуатационными характеристиками и производством (structure + properties + performance + processing)

Материаловедение = предсказание структуры искомого материала на основе данных о химическом составе и заданных свойствах, эксплуатационных характеристик и требований со стороны потребителя за счет использования численных методов (концепция вычислительного материаловедения – Computational Materials Science and Engineering)

Материаловедение = изучение связи между структурой и свойствами материала, а также его эксплуатационными характеристиками и производством в интересах потребителей (structure + properties + performance + processing + end users)

## Масштаб

Микро ( $10^4$ ) + top-down approach

Микро ( $10^4$ ) + top-down approach + материалы с заданными свойствами

Атомный и кристаллический + bottom-up approach + материалы с заданными свойствами

Нано ( $10^9$ ) + bottom-up approach + материалы с заданными свойствами

## Инструментарий

Дифракция рентгеновских лучей

Изобретение просвечивающего электронного микроскопа

Распространение просвечивающего электронного микроскопа

Создание микропроцессора

Создание суперкомпьютера Cray 1

Распространение суперкомпьютеров

Распространение компьютеров на базе микропроцессоров

Изобретение сканирующего туннельного микроскопа

Распространение СТМ и АСМ

Изобретение атомно-силового микроскопа

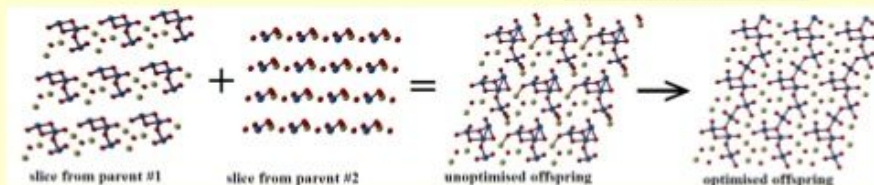
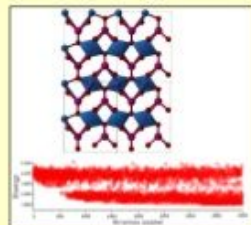
## Таймлайн



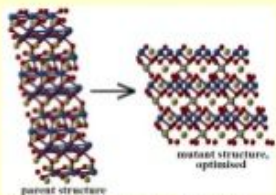
## USPEX

### (Universal Structure Predictor: Evolutionary Xtallography)

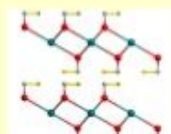
- (Случайная) начальная популяция
- Новое поколение структур производится только из лучших текущих структур



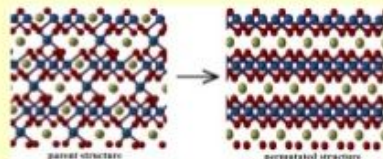
(1) Наследственность



(2) Мутация решетки



(3) Координатная мутация



(4) Пермутация

Лаборатория компьютерного дизайна материалов (МФТИ, с 2013 г.):

1. Предсказание материалов при высоком давлении и исследование их физико-химических характеристик;
2. Изучение поверхностей материалов и катализаторов;
3. Исследование молекулярных кристаллов;
4. Разработка новых металлических и ферромагнитных материалов;
5. Предсказание механических свойств материалов.

Лаборатория «Расчетное проектирование материалов» (Сколковский институт науки и технологии, Центр по проектированию, производственным технологиям и материалам, с 2015 г.):

1. Открытие и проектирование «умных» материалов за счет ИИ;
2. Ускорение открытия материалов для достижения конкретных преимуществ в новых технологиях;
3. Фундаментальные исследования для обеспечения понимания природы свойств материалов;
4. Создание центра компетенции и обучения национальных масштабов для быстро развивающихся научных направлений.