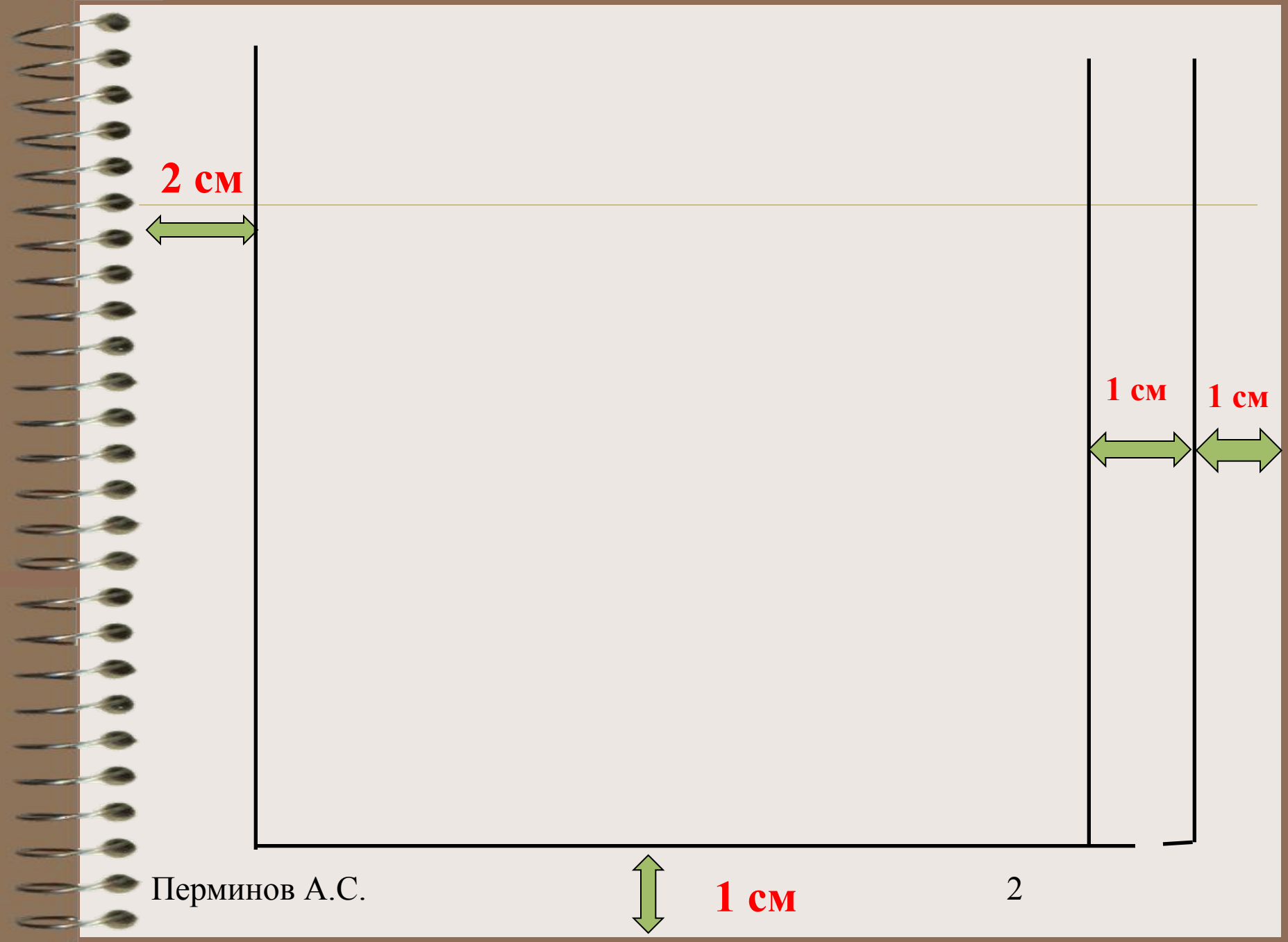
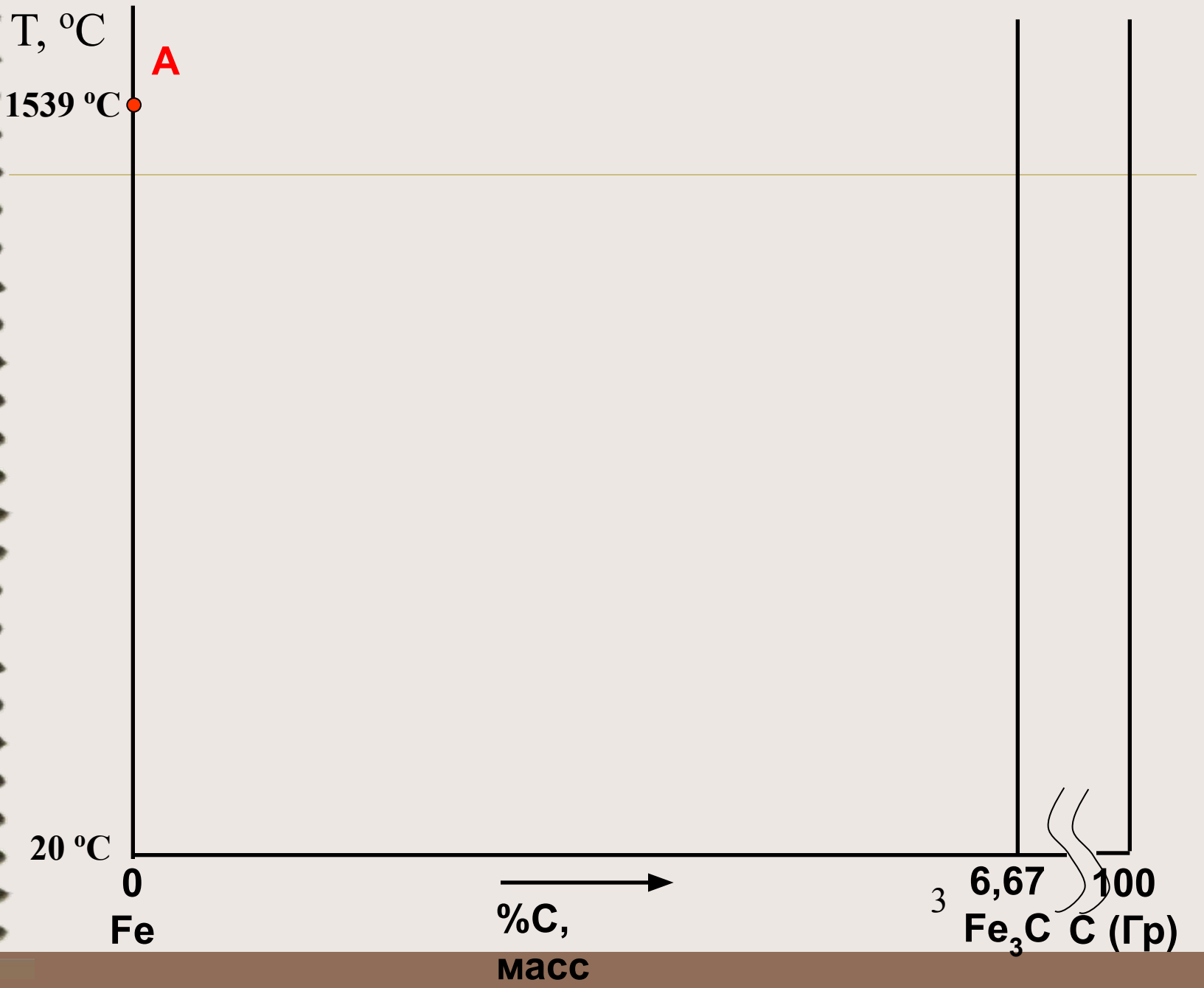
Семинар
Диаграмма Fe-C

1) Схематически изобразить диаграмму
2) Расставить и описать фазы диаграммы
3) Описать превращения на диаграмме


2 см
1 см
1 см
1 см

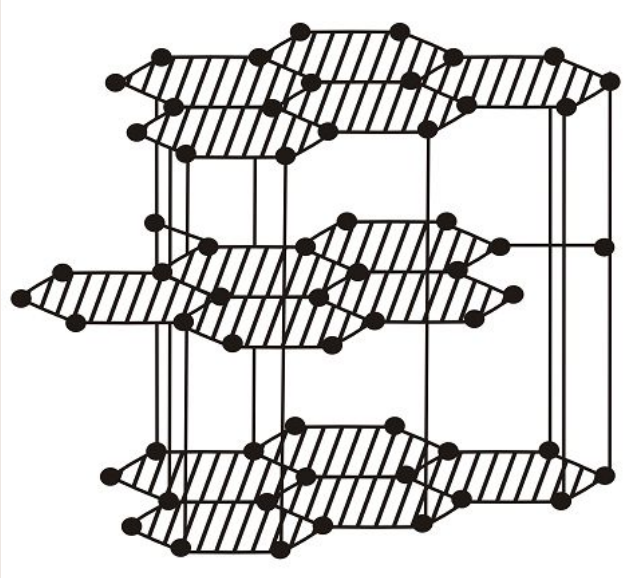

T, °C
A
1539 °C
20 °C
0
Fe
%C,
масс
6,67
Fe_3C
100
C (Гр)

Комментарии

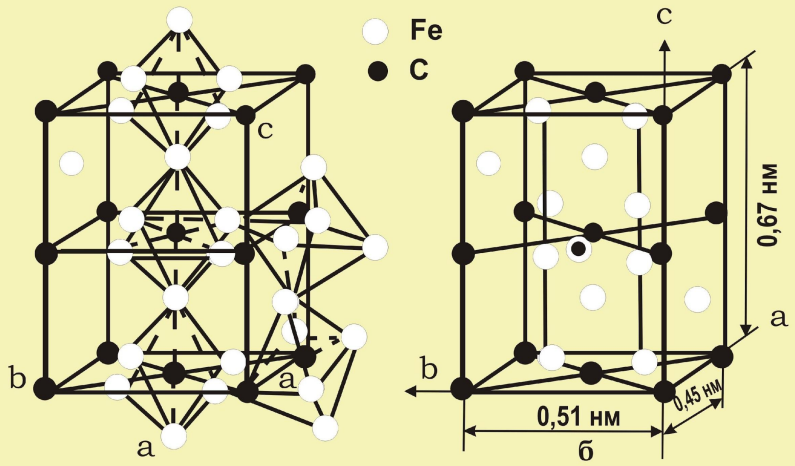
А – 1539 ºС – температура плавления чистого железа

Гр – графит, модификация углерода с гексагональной решеткой, имеющей выраженный слоистый характер. Внутри слоя связи ковалентные, между слоями Ван-дер-Ваальсовы (левая картинка)

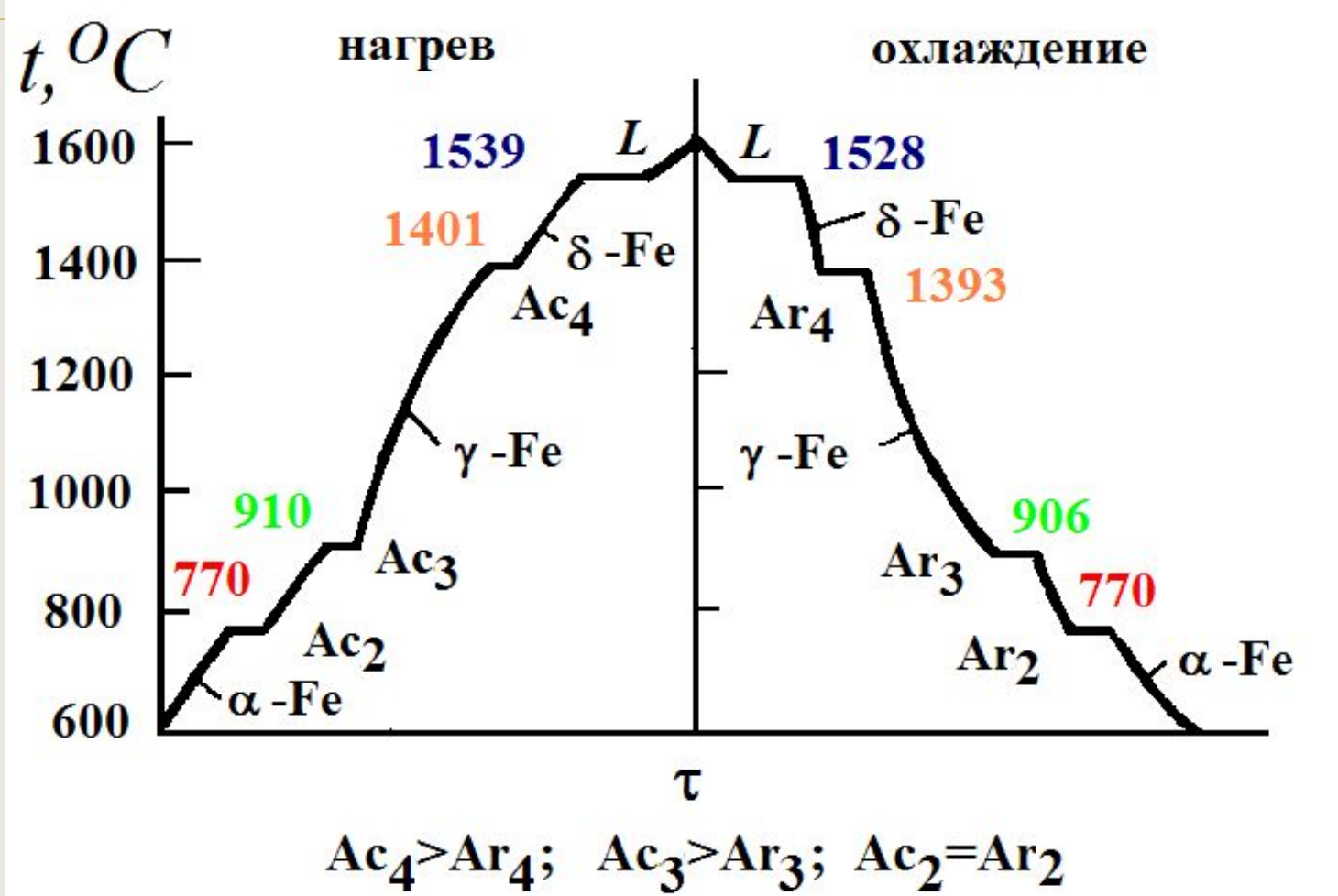
Fe_3C – карбид железа, называемый цементит, имеет ромбическую решетку (правая картинка). Является промежуточной фазой системы железо-алмаз

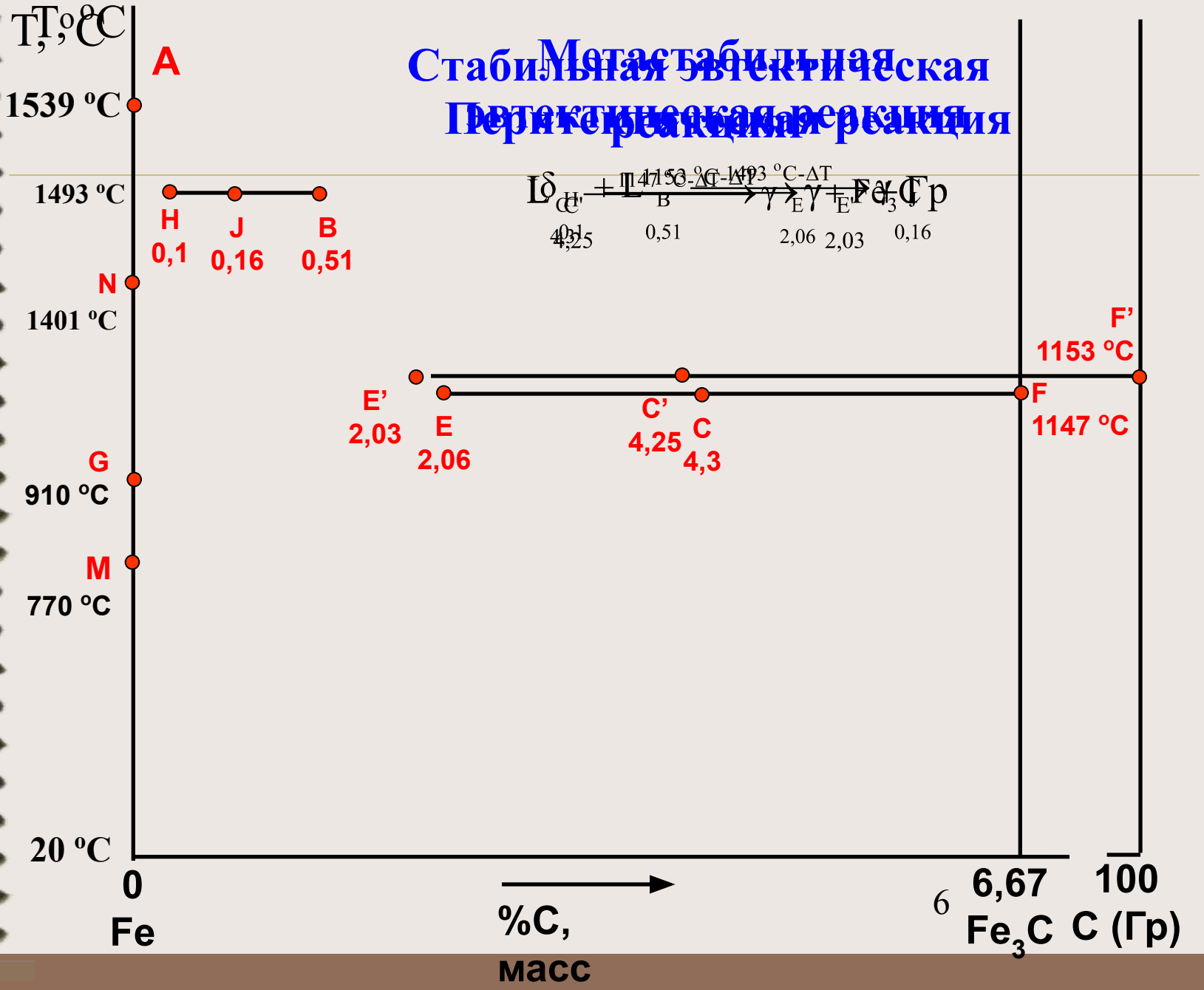


Пространственная решетка цементита (а) и расположение в ней атомов углерода (б)



Превращения в чистом железе





Стабильная эвтектическая

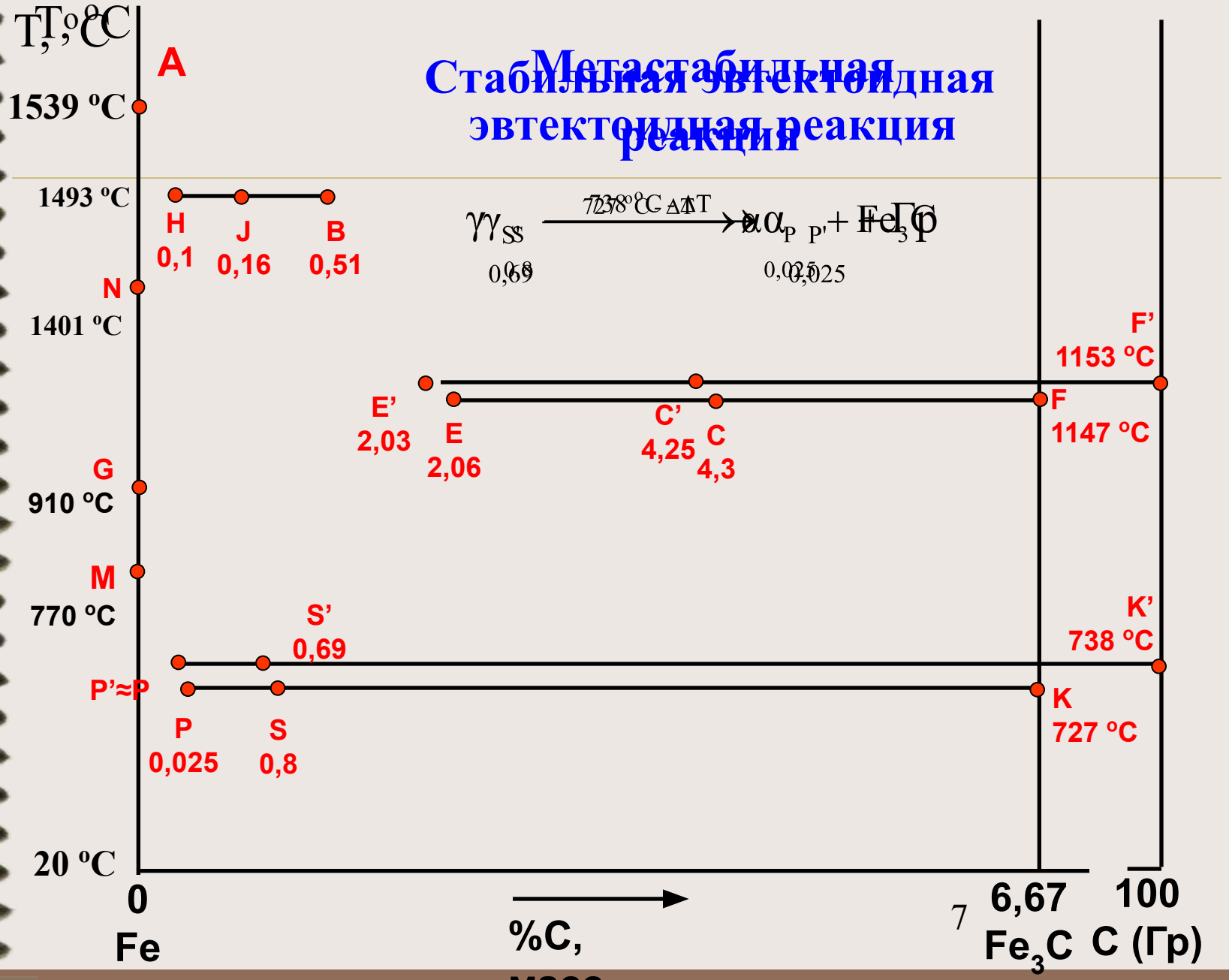
Метастабильная

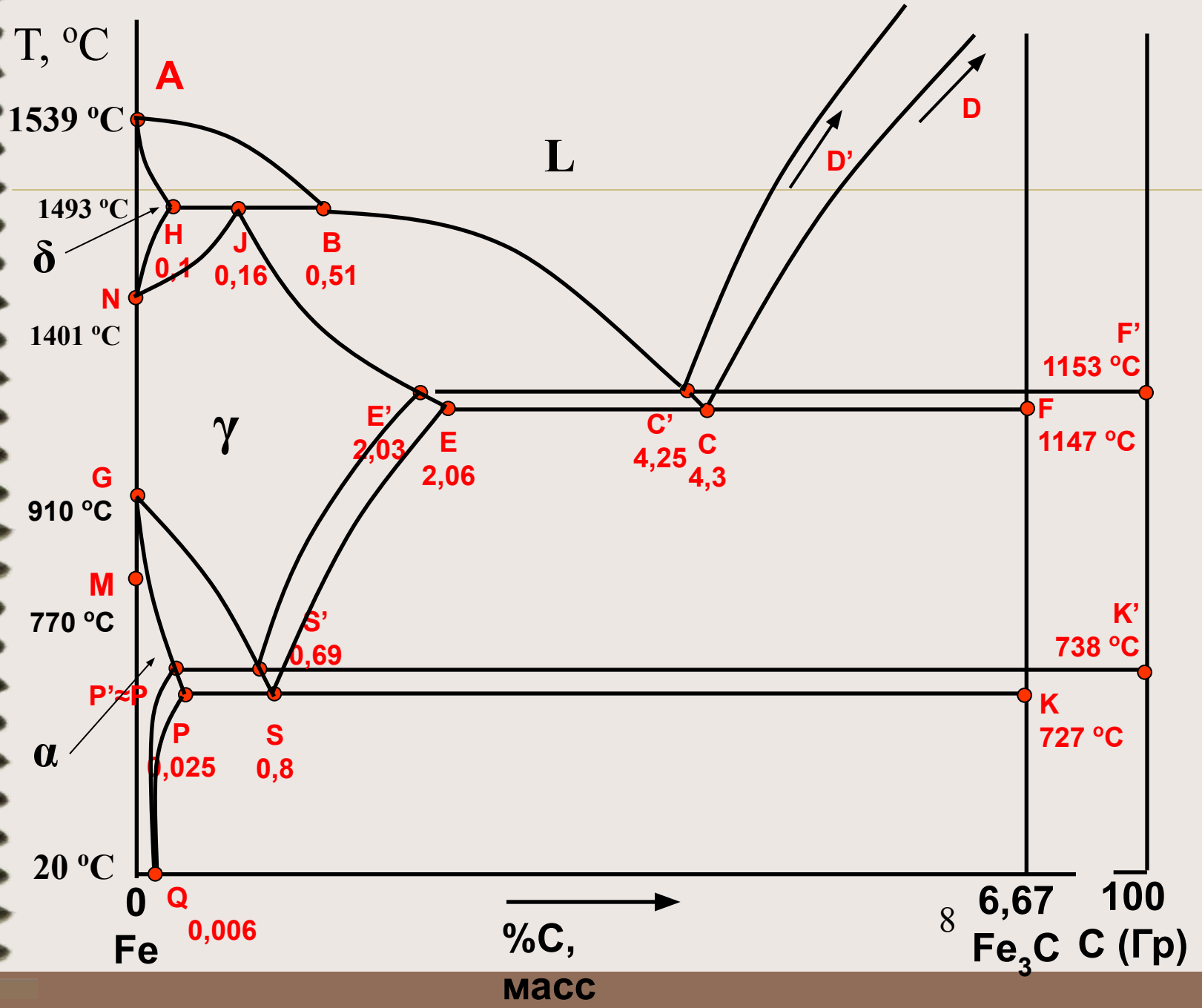
Перитектическая реакция

Перитектоидная реакция

$$L_{C'} + L_{B} \xrightarrow{1493\ ^{\circ}C-\Delta T} \gamma_{E} + \gamma_{E'} + Fe_3C_{Гр}$$

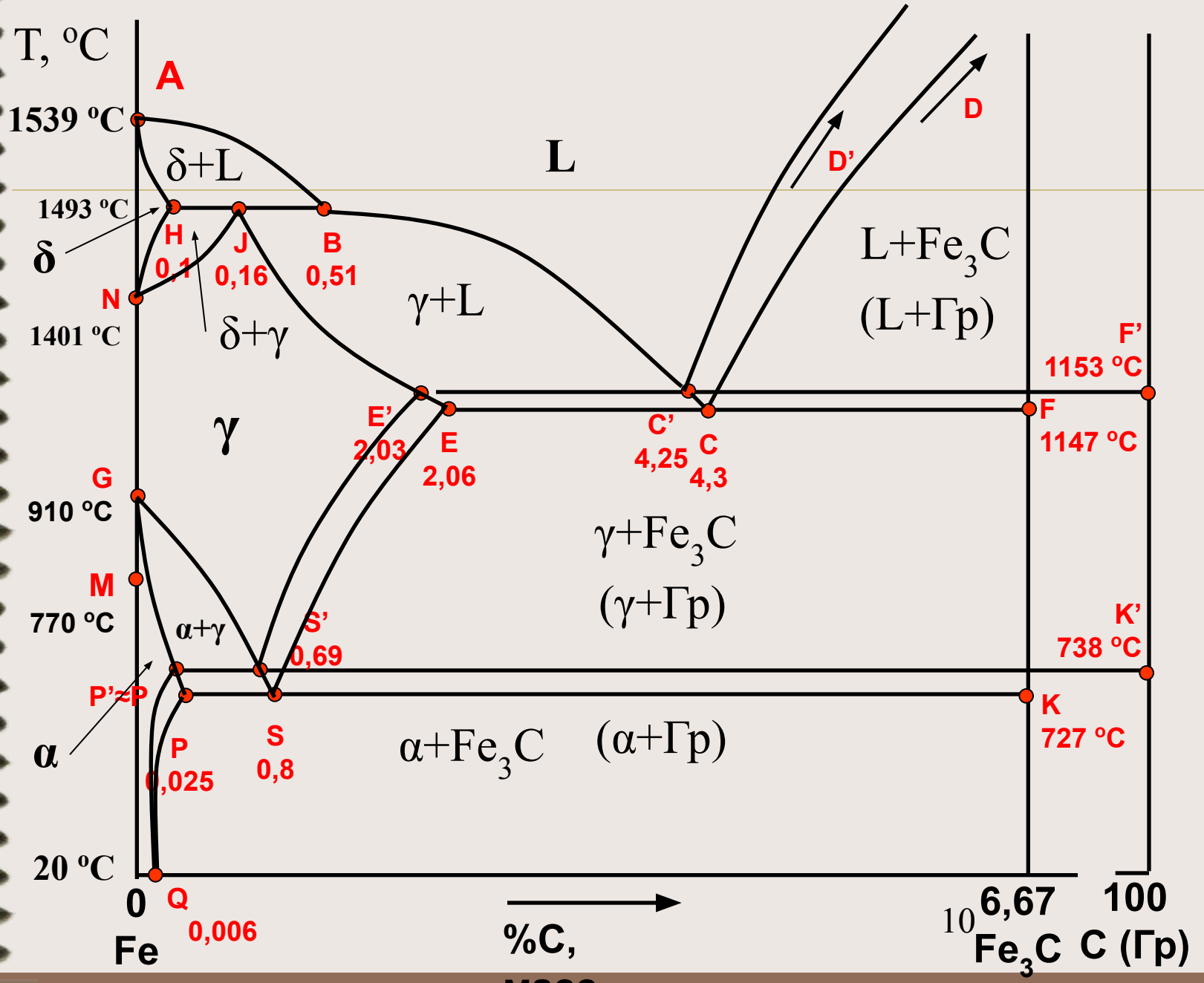
$$L_{C'} + L_{B} \xrightarrow{1147\ ^{\circ}C-\Delta T} \gamma_{E} + \gamma_{E'} + Fe_3C_{Гр}$$

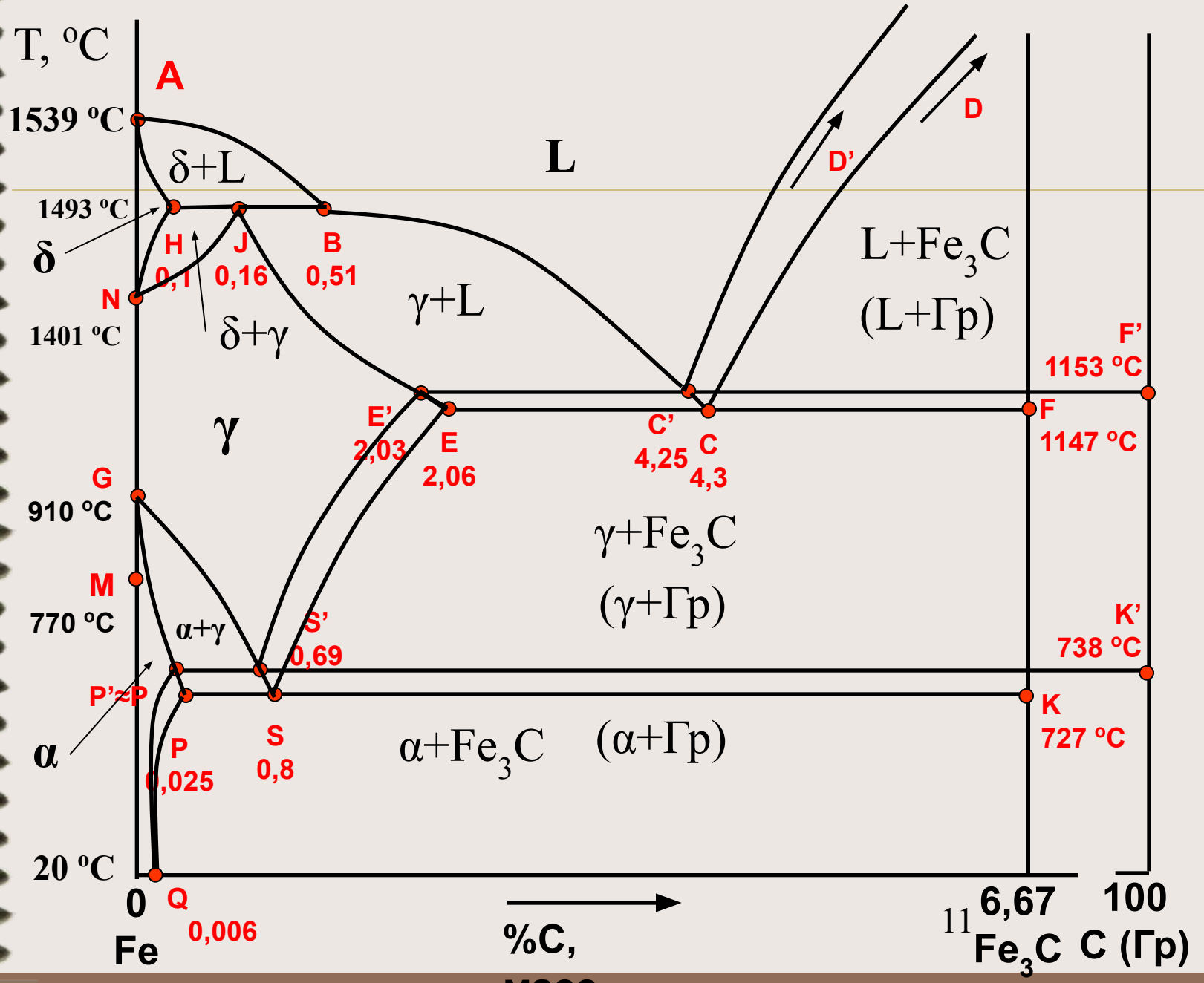

Стабильная эвтектоидная реакция
Метастабильная эвтектоидная реакция
T,°C
A
1539 °C
1493 °C
H
0,1
J
0,16
B
0,51
N
1401 °C
F'
1153 °C
E'
2,03
E
2,06
C'
4,25
C
4,3
F
1147 °C
G
910 °C
M
770 °C
S'
0,69
K'
738 °C
P'≈P
P
0,025
S
0,8
K
727 °C
20 °C
0
Fe
%C, масс
6,67
Fe3C
100
C (Гр)

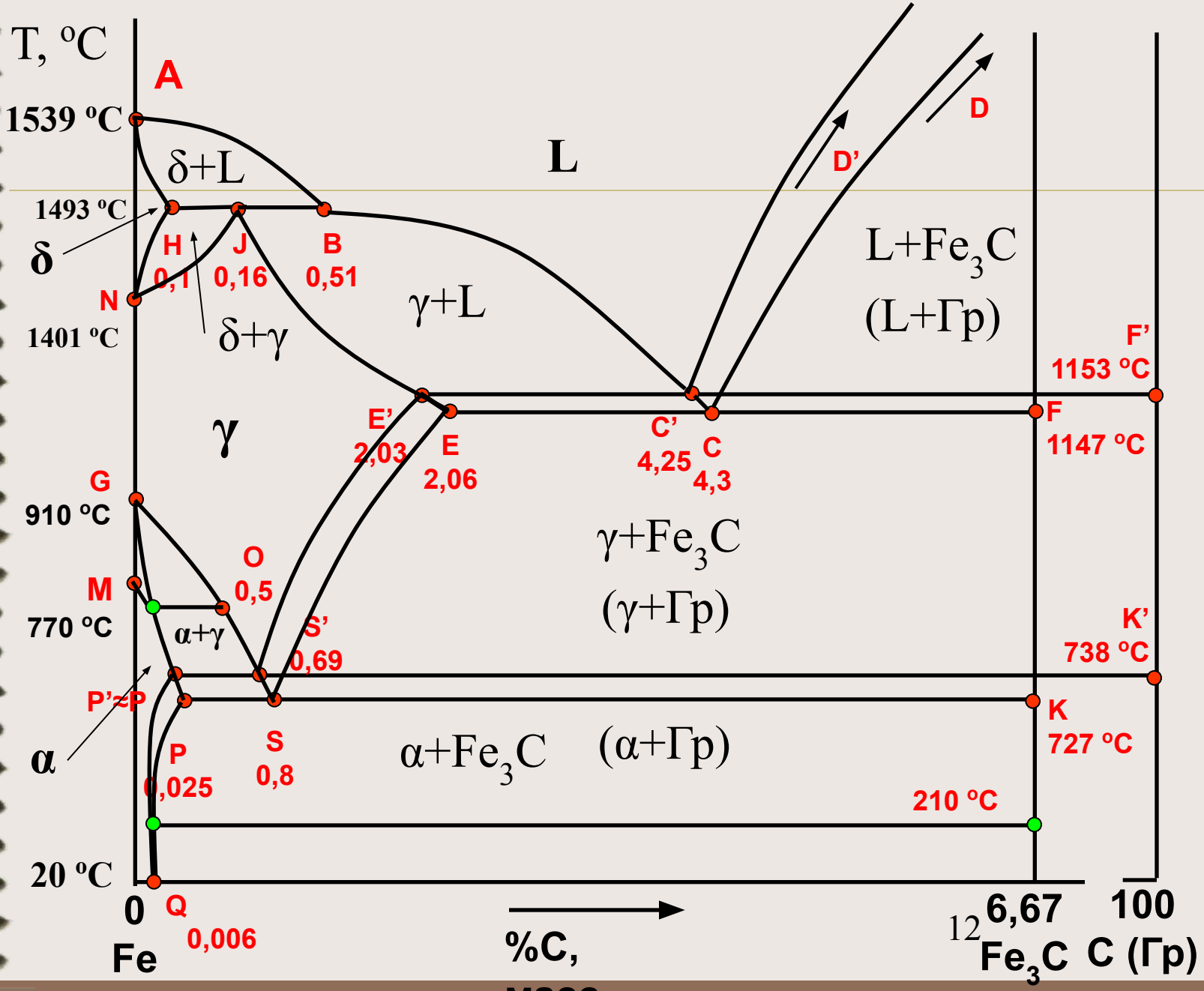

T, °C
A
1539 °C
L
D
D'
1493 °C
δ
H
0,1
J
0,16
B
0,51
N
1401 °C
F'
1153 °C
γ
E'
2,03
E
2,06
C'
4,25
C
4,3
F
1147 °C
G
910 °C
M
770 °C
S'
0,69
K'
738 °C
P'≈P
K
727 °C
α
P
0,025
S
0,8
20 °C
0
Fe
Q
0,006
%C,
масс
6,67
Fe3C
100
C (Гр)

Определения

- γ - *аустенит* - твердый раствор углерода в γ-железе с ГЦК-решеткой. Предельная растворимость углерода в γ-железе - 2,06 %.
- α - *феррит* - твердый раствор углерода и других примесей в α-железе с ОЦК-решеткой. Различают низкотемпературный α-феррит с растворимостью углерода до 0,025 % и высокотемпературный δ-феррит с предельной растворимостью углерода 0,1 %.

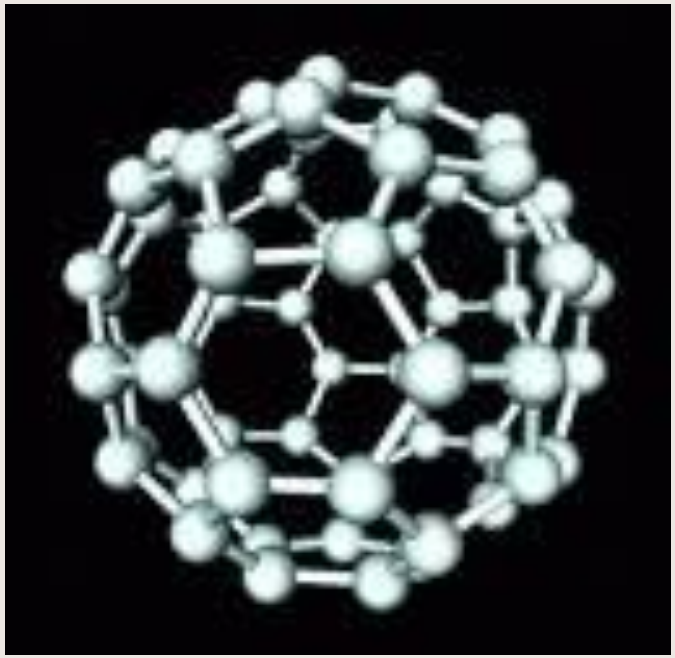

T, °C
A
1539 °C
δ+L
L
D
D'
1493 °C
H
0,1
J
0,16
B
0,51
δ
N
1401 °C
δ+γ
γ+L
L+Fe3C
(L+Гр)
F'
1153 °C
F
1147 °C
γ
E'
2,03
E
2,06
C'
4,25
C
4,3
G
910 °C
γ+Fe3C
(γ+Гр)
M
770 °C
α+γ
S'
0,69
K'
738 °C
P'≈P
K
727 °C
α
P
0,025
S
0,8
α+Fe3C
(α+Гр)
20 °C
0
Fe
Q
0,006
%C,
масс
6,67
Fe3C
100
C (Гр)


T, °C
A
1539 °C
δ+L
L
D
D'
1493 °C
δ
H
0,1
J
0,16
B
0,51
L+Fe3C
(L+Гр)
N
1401 °C
δ+γ
γ+L
F'
1153 °C
γ
E'
2,03
E
2,06
C'
4,25
C
4,3
F
1147 °C
G
910 °C
γ+Fe3C
(γ+Гр)
M
770 °C
α+γ
S'
0,69
K'
738 °C
P'≈P
K
727 °C
α
P
0,025
S
0,8
α+Fe3C
(α+Гр)
20 °C
0
Fe
Q
0,006
%C,
масс
6,67
Fe3C
100
C (Гр)


T, °C
A
1539 °C
δ+L
L
D
D'
1493 °C
δ
H
0,1
J
0,16
B
0,51
L+Fe3C
(L+Гр)
N
1401 °C
δ+γ
γ+L
F'
1153 °C
γ
E'
2,03
E
2,06
C'
4,25
C
4,3
F
1147 °C
G
910 °C
γ+Fe3C
(γ+Гр)
O
0,5
M
770 °C
α+γ
S'
0,69
K'
738 °C
P'≈P
K
727 °C
α
P
0,025
S
0,8
α+Fe3C
(α+Гр)
210 °C
20 °C
0
Q
0,006
Fe
%C,
масс
6,67
Fe3C
100
C (Гр)

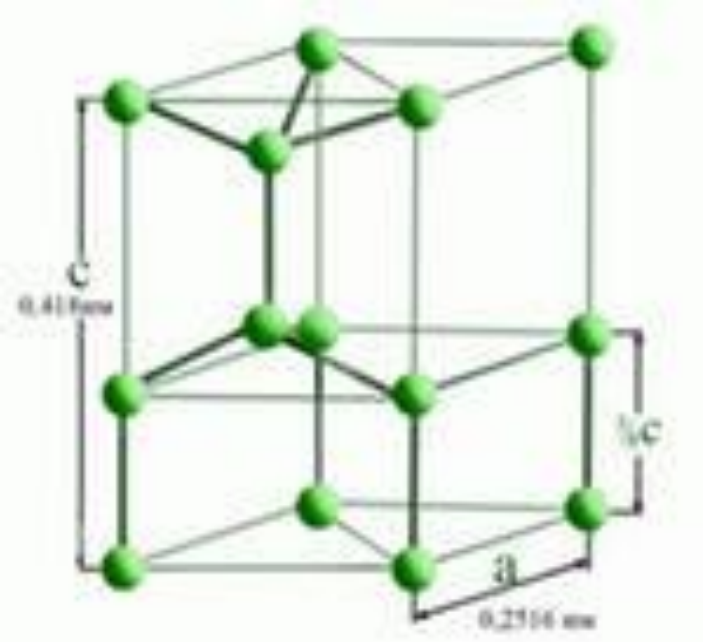
Фуллерен – 60 атомов

- Обнаружены фуллерены, содержащие 28, 32, 50, 60, 70, 76, 84, 120, 158, 256 атомов

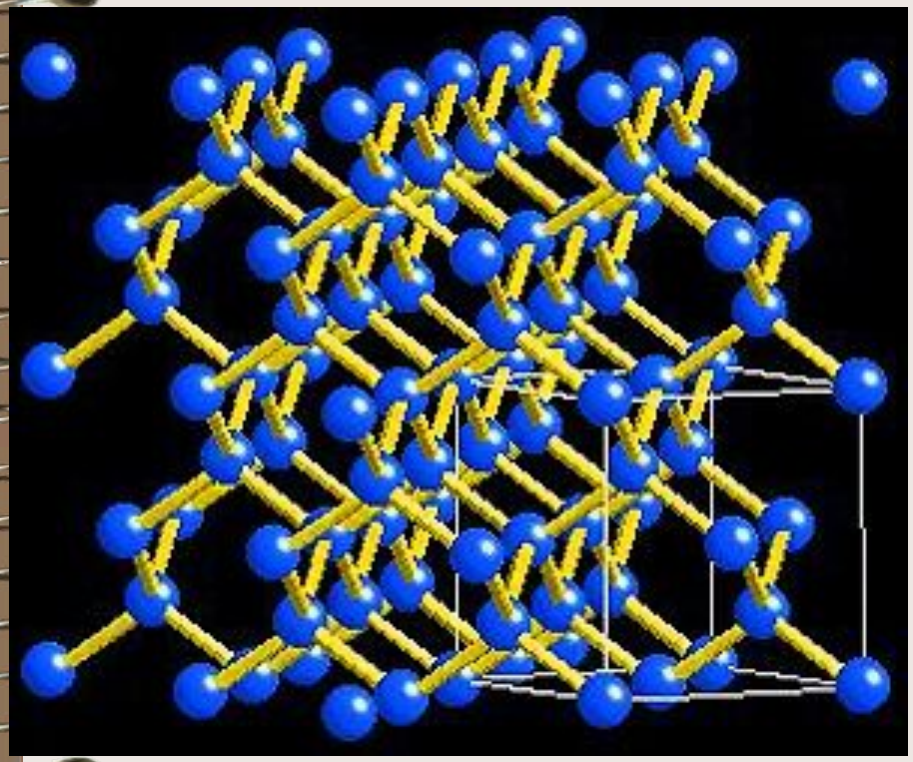


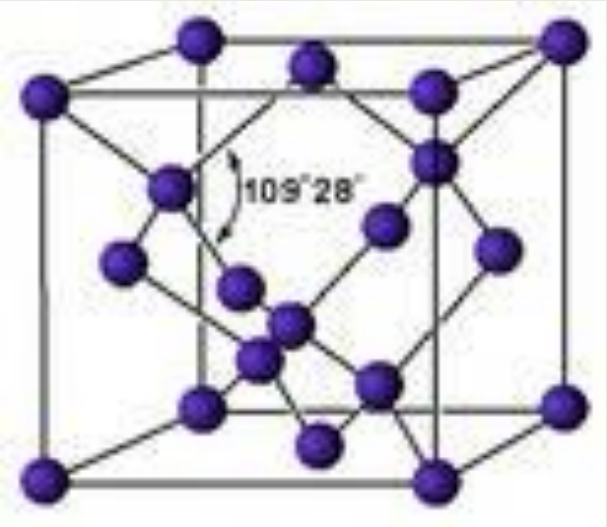
Карбин и лонсдейлит

- Карбин - Углеродный полимер с линейной структурой. Может содержать до 2000 атомов. Длина нитей – 50-250 нм. Плотность – 1900-3200 кг/м^3
- Лонсдейлит – сравнительно недавно обнаруженная форма углерода. В природе обнаружен в метеоритах. Получен искусственно.

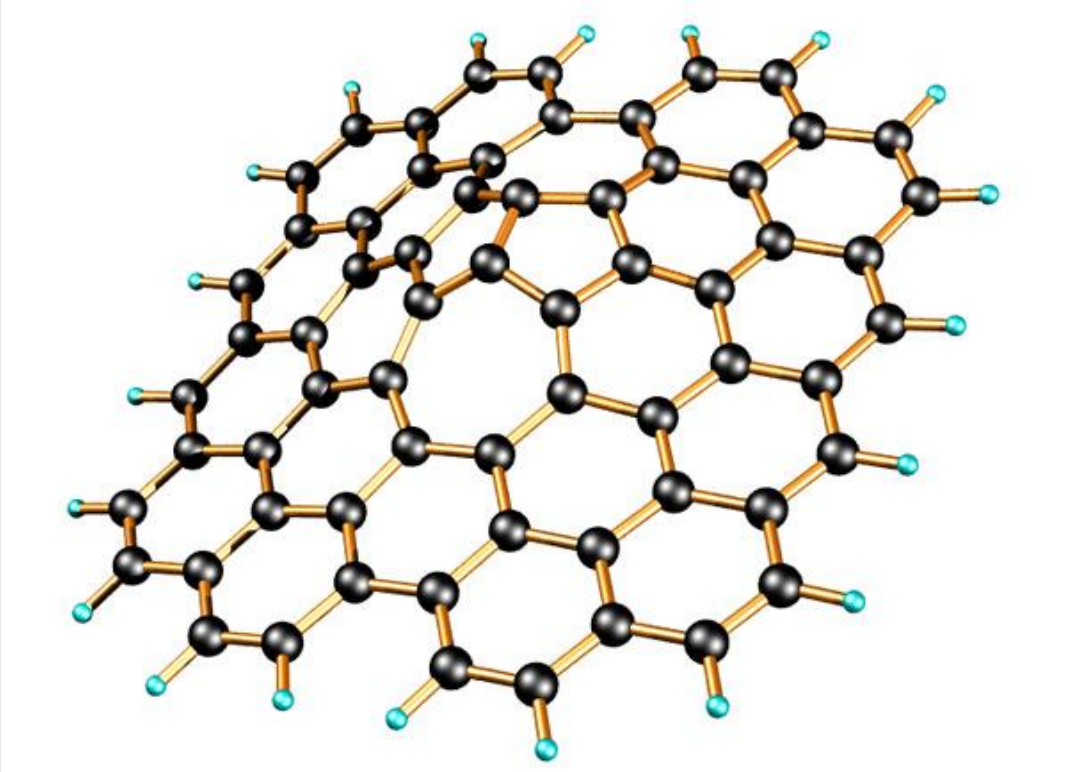


Кристаллическая решетка алмаза



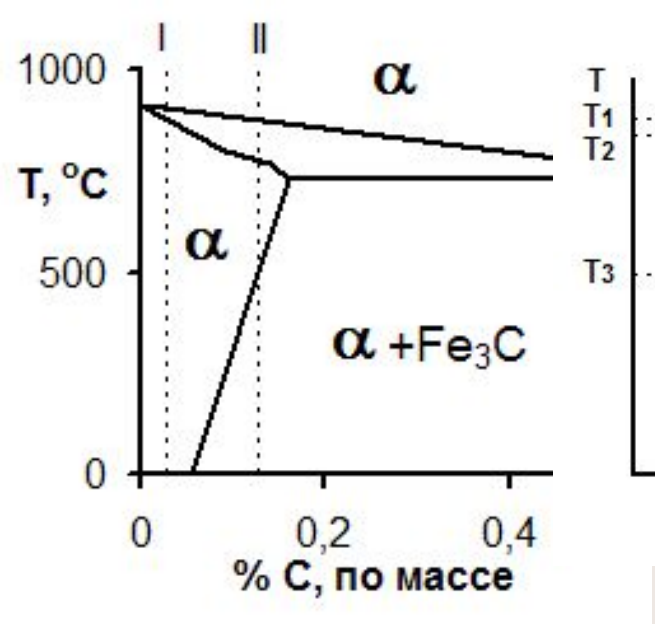


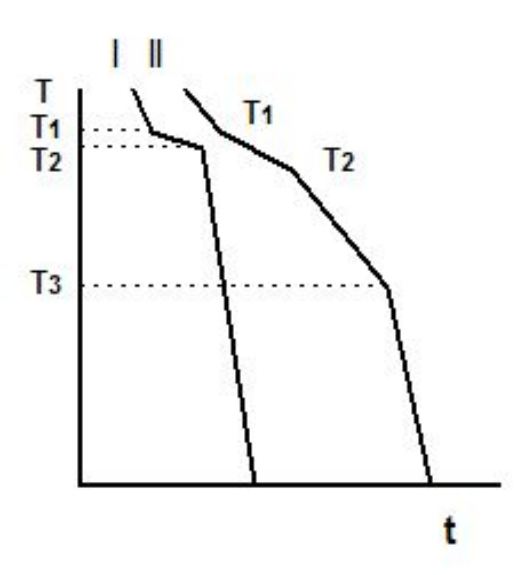
Графен — двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, соединенных посредством sp^2 связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку.

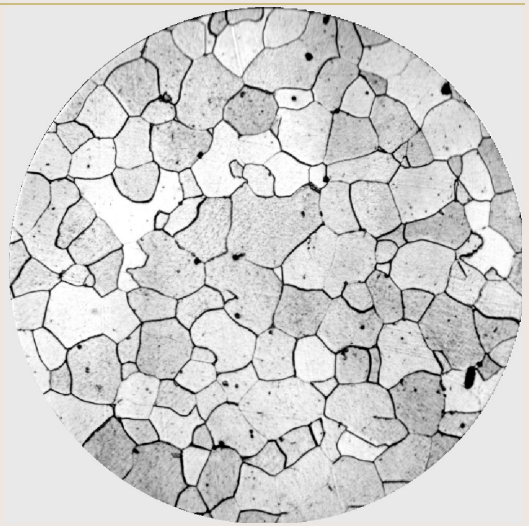


Часть 2. Формирование структуры в метастабильных сплавах системы железо-цементит. Техническое железо и углеродистые стали

Техническое железо

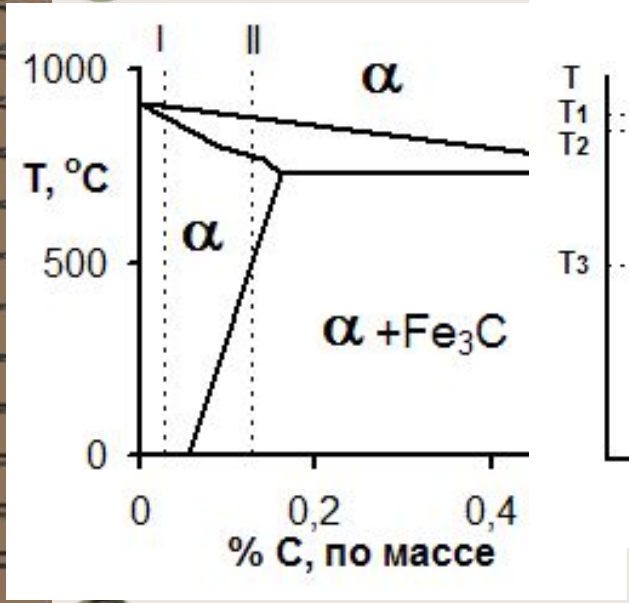


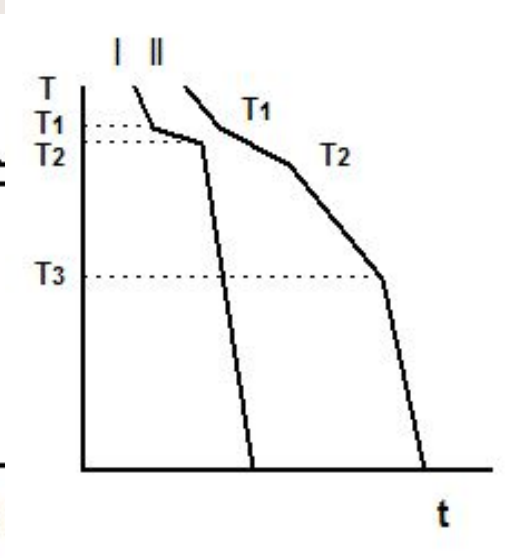


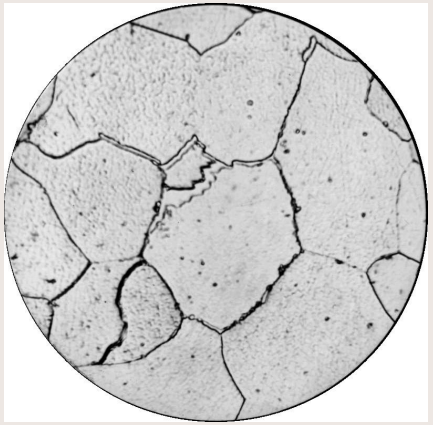


Однофазное техническое железо – сплав с содержанием углерода от 0 до 0,006 %С по массе (например, I на схеме).

Техническое железо





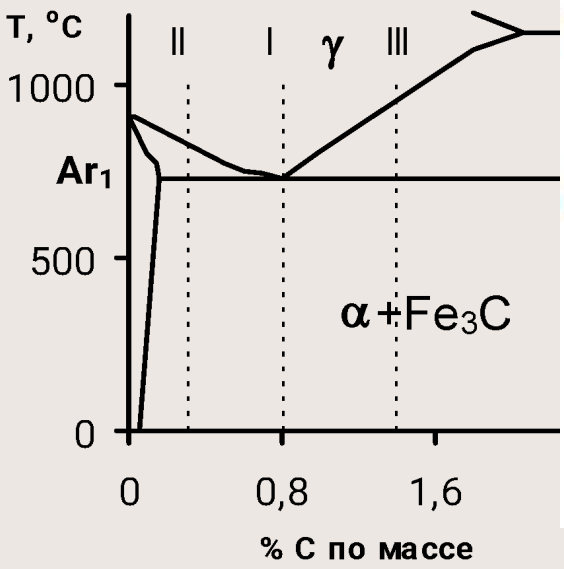


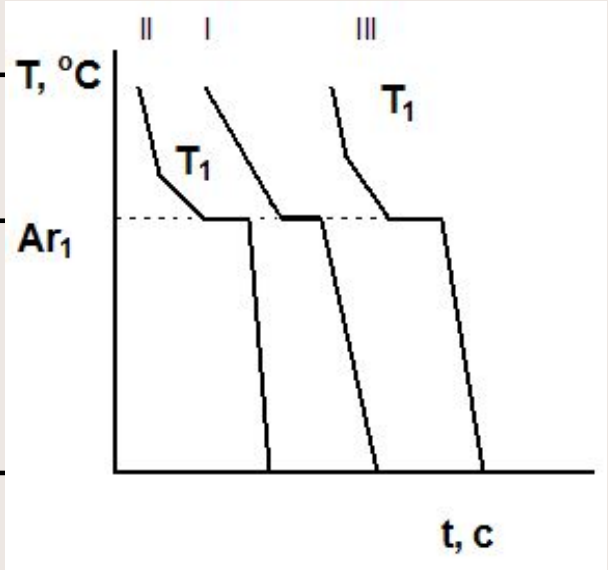
Двуфазное техническое железо – сплав с содержанием углерода от 0,006 до 0,025 %С по массе (например, II на схеме).

$$Q_{Ц_{III}}^{\max} = \frac{P - Q}{K - Q} \cdot 100\% = \frac{0{,}025 - 0{,}006}{6{,}67 - 0{,}006} \cdot 100\% = 0{,}29\%$$

Углеродистые стали

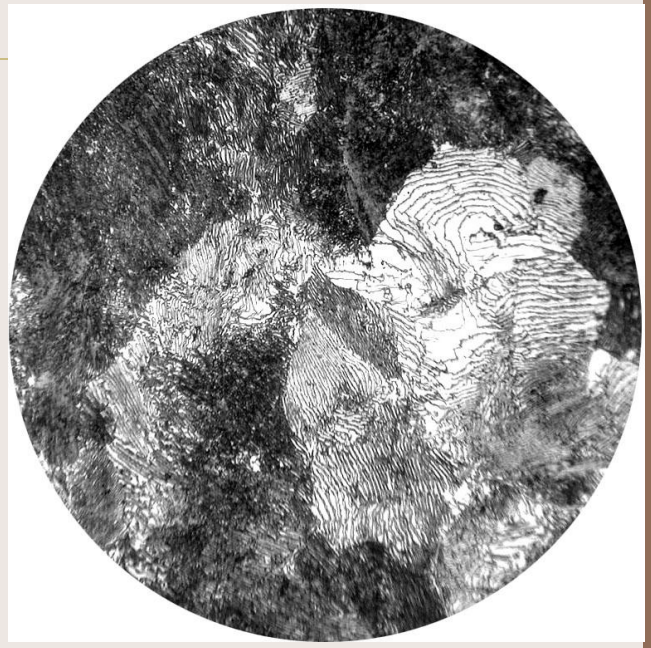
– сплавы системы Fe-Fe_3C с содержанием углерода от 0,025 до 2,06 % С (масс.)

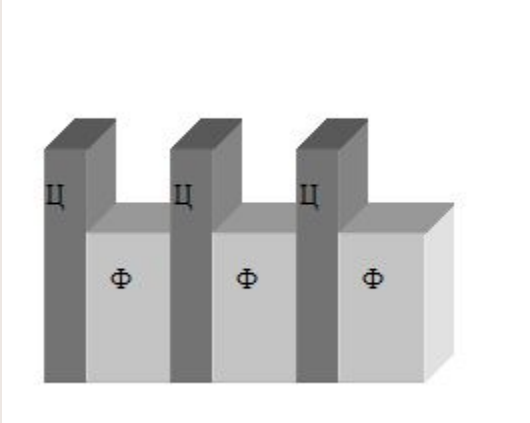




Эвтектоидная сталь

- содержит 0,8 %С, масс.; микроструктура – перлит; перлит – пластинчатый эвтектоид, состоящий из чередующихся пластин цементита и феррита

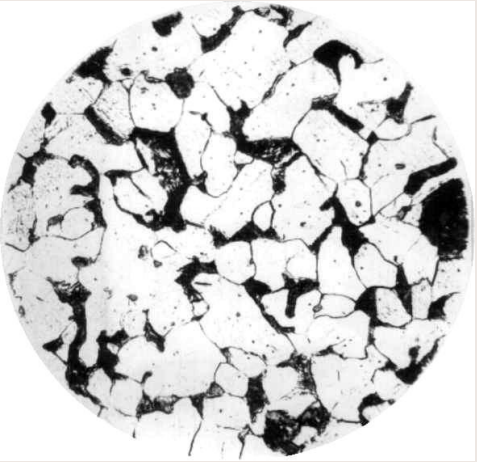


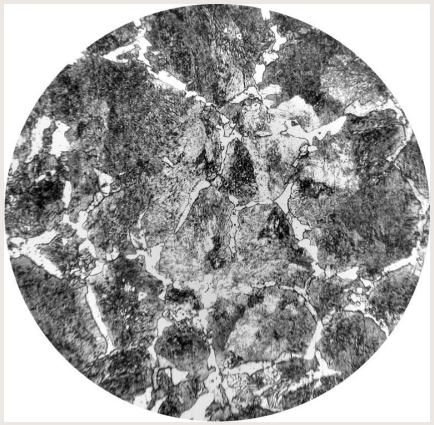


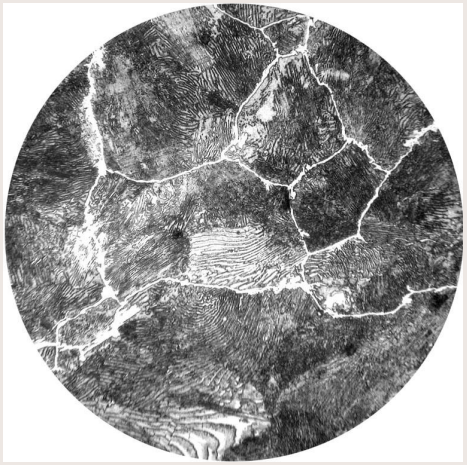
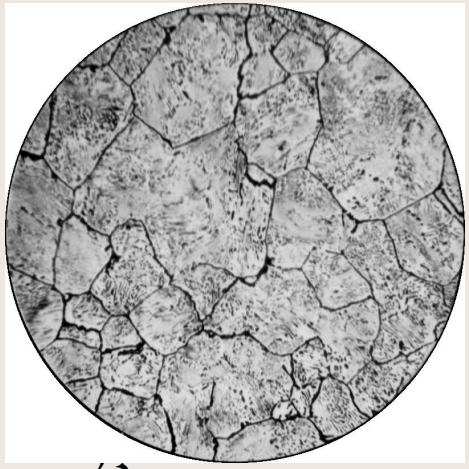
Перминов А.С.

Доэвтектоидные стали

- сплавы с содержанием углерода от 0.025 до 0,8 %С по массе;
- фазовые составляющие - α и Fe_3C;
- структурные составляющие – феррит избыточный и перлит (на фото сверху сталь 20 и сталь У6)





Заэвтектоидные стали

- сплавы с содержанием углерода от 0.8 до 2,06 %С по массе;
- фазовые составляющие - α и Fe_3C;
- структурные составляющие – цементит вторичный и перлит (на фото сталь У10 - сверху после травления 3% раствором азотной кислоты в спирте, снизу - пикратом натрия)