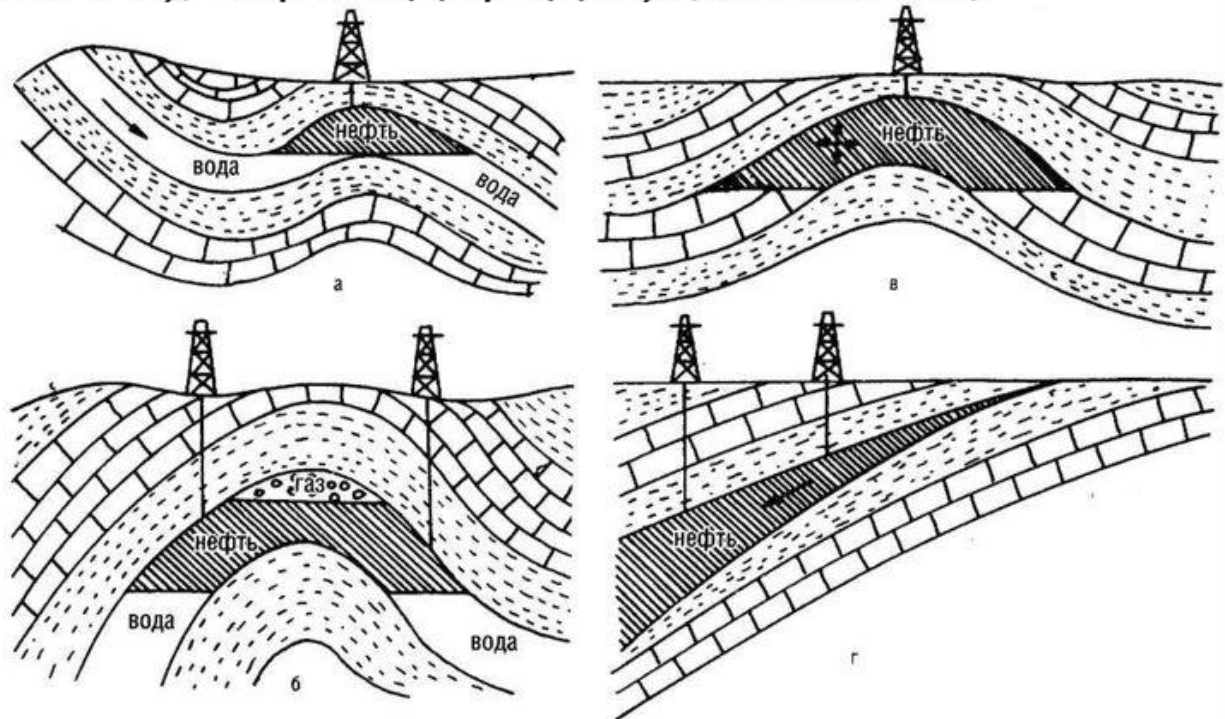
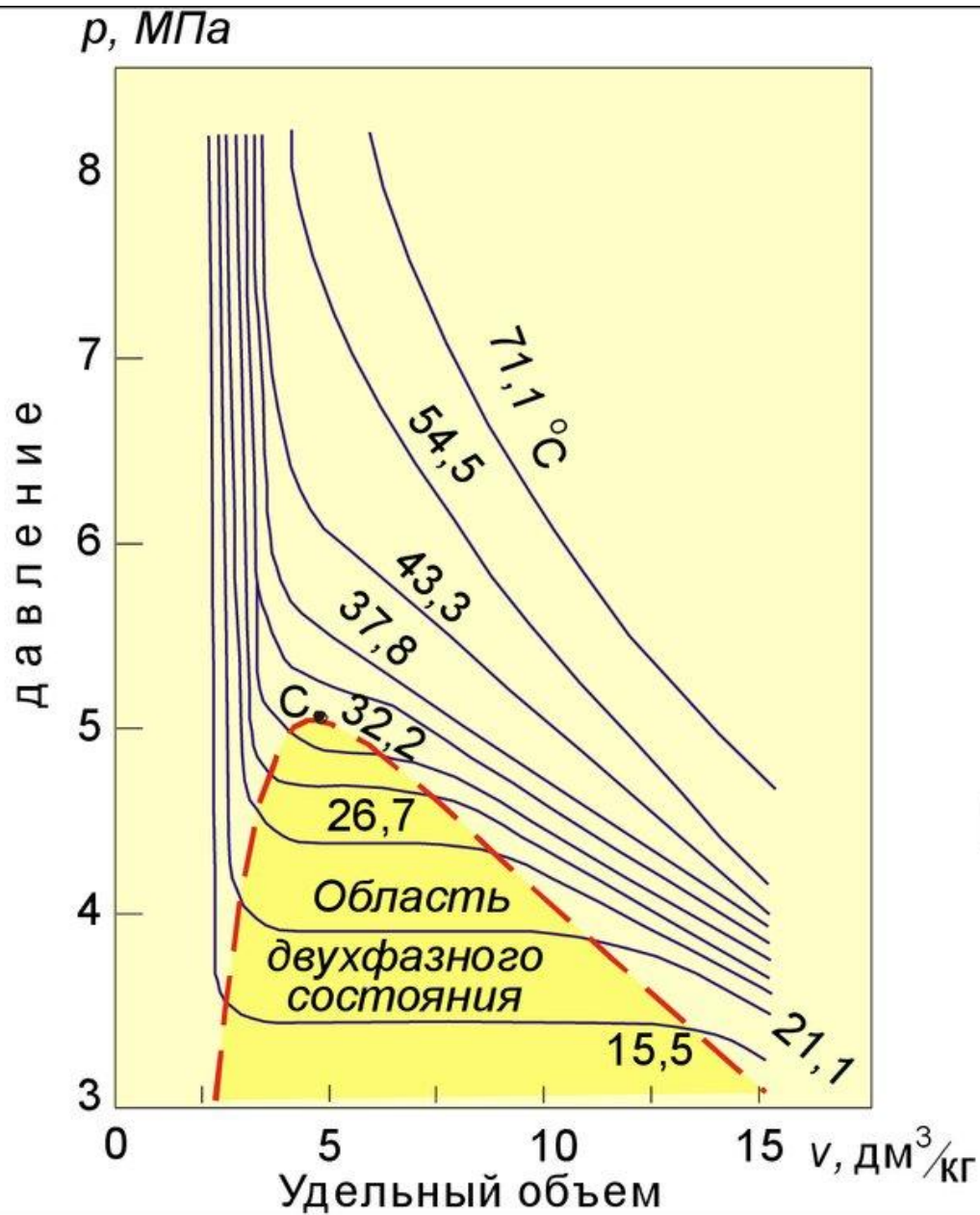


Физические свойства
природного газа
Фазовое состояние

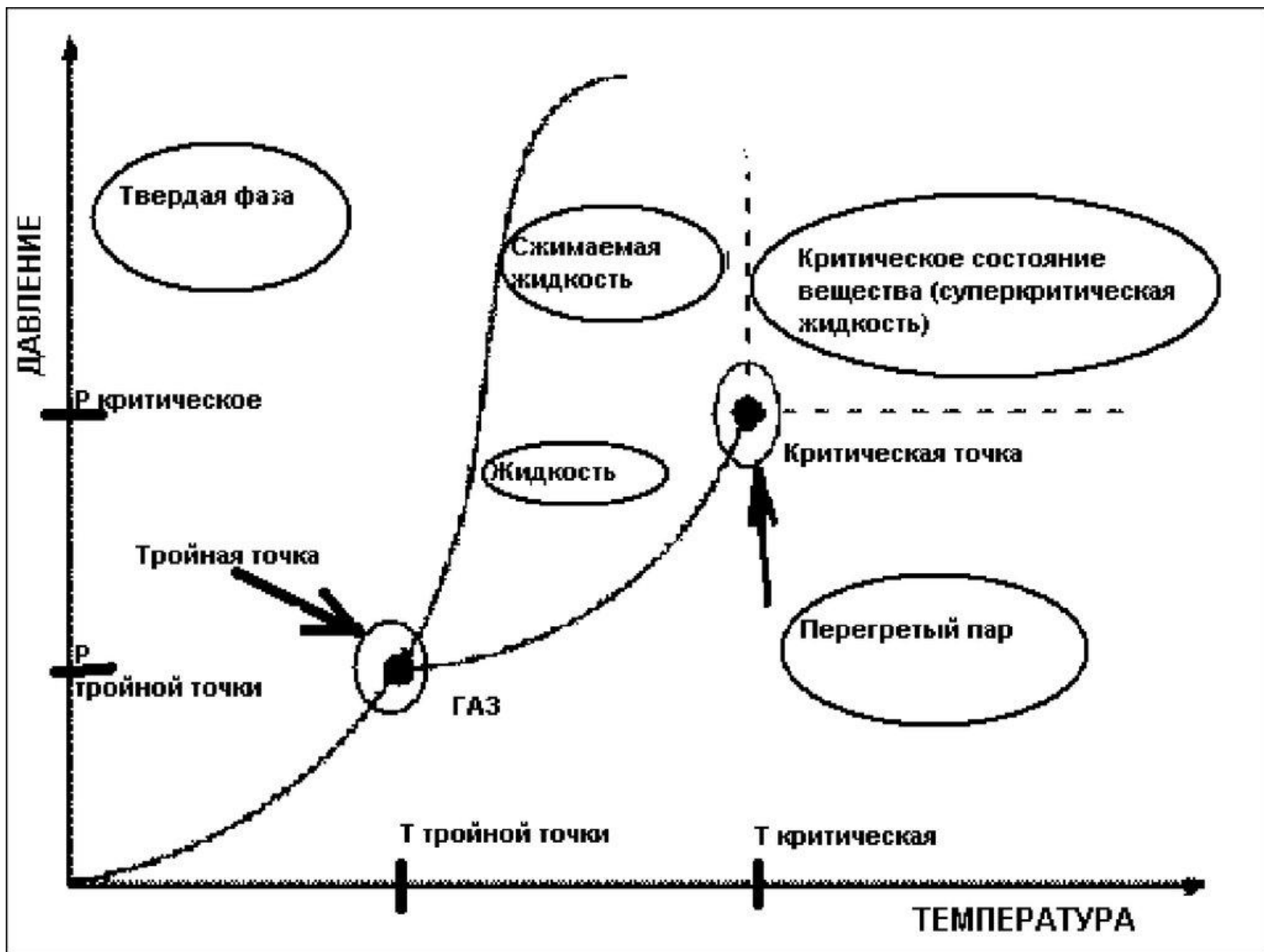
Пластовые газы

Природные углеводородные газы представляют собой смесь предельных УВ вида C_nH_{2n+2} . Основным компонентом является метан CH_4 . Наряду с метаном в состав природных газов входят более тяжелые УВ, а также неуглеводородные компоненты: азот N, углекислый газ CO_2 , сероводород H_2S , гелий He, аргон Ar.





**Диаграмма
фазового
состояния
чистого этана
(по Ш.К.
Гиматудинову):**



PVT

Свойства пластовых флюидов – отношения PVT

(PVT – Pressure – Давление

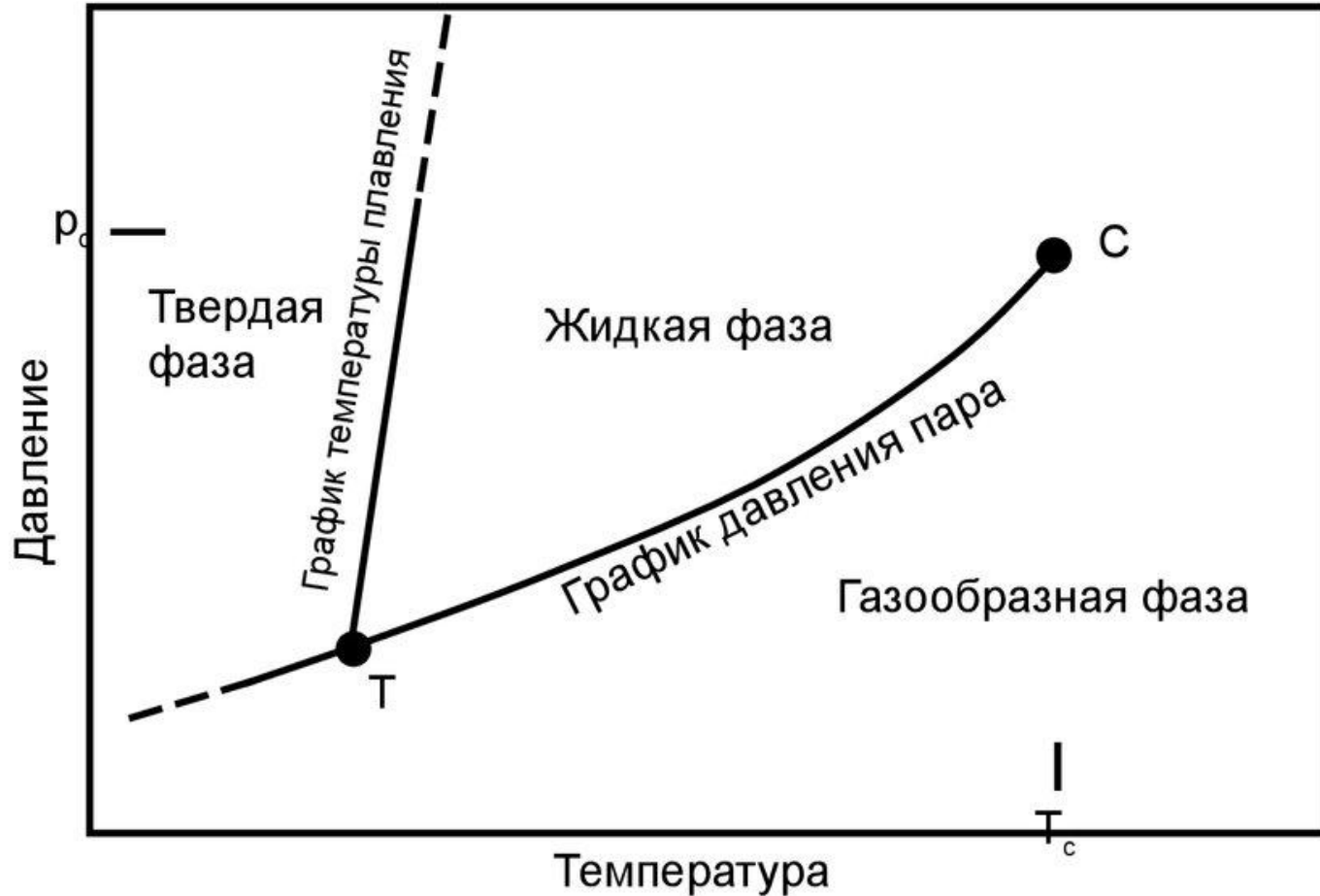
Volume – Объем

Temperature – Температура)

PVT - Определения

- **Фаза (состояние)** описывает агрегатное состояние системы (газообразное, жидкое, твердое);
- **Компонент** относится к отдельным составным частям независимо от состояния системы;
- **Моль** – грамм-молекулярный вес;
- **Мольная доля** – отношение количества молей компонента к общему количеству молей в смеси;
- **Массовая доля** – отношение массы компонента к общей массе смеси

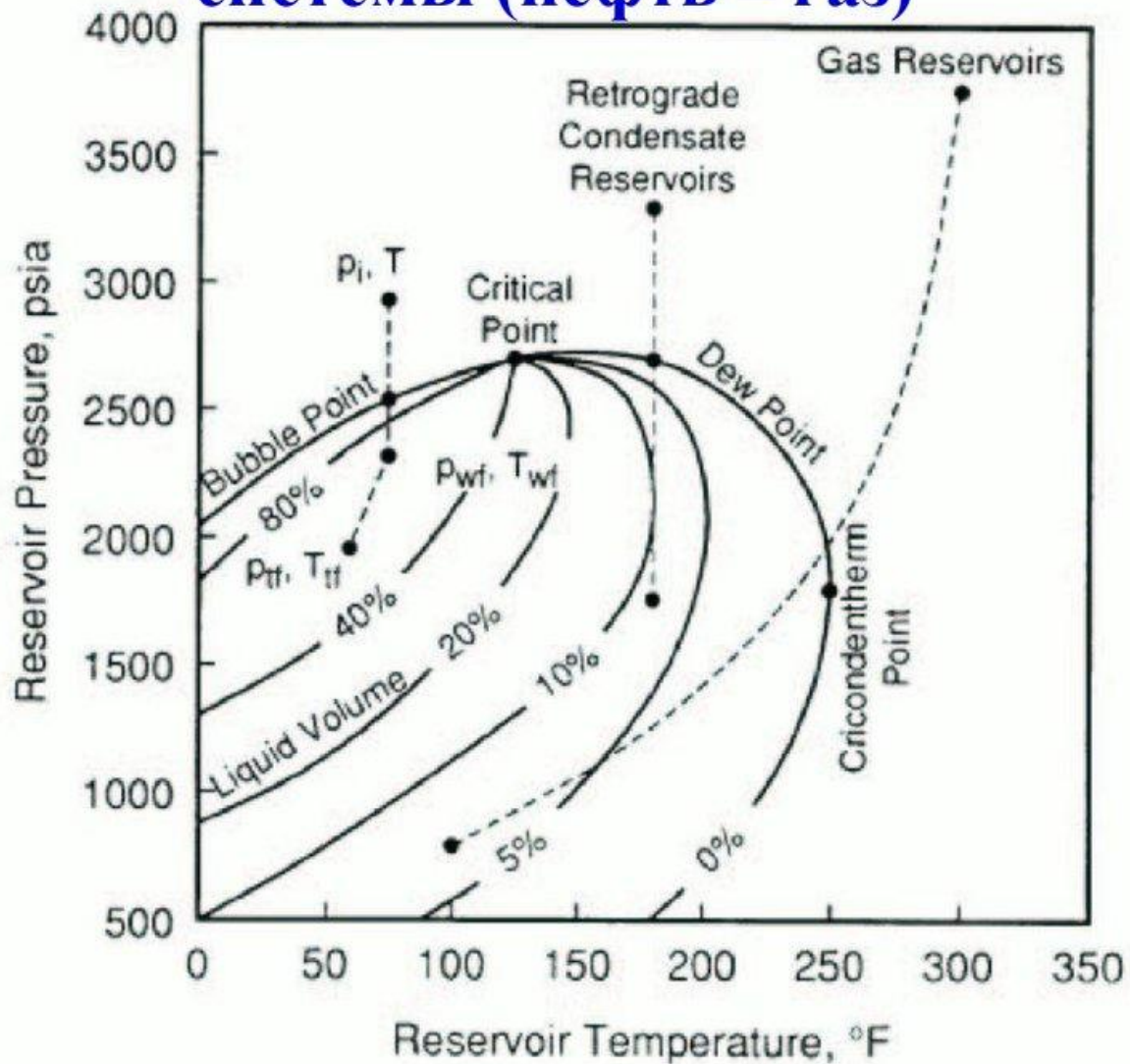
Фазовая диаграмма – Чистое вещество



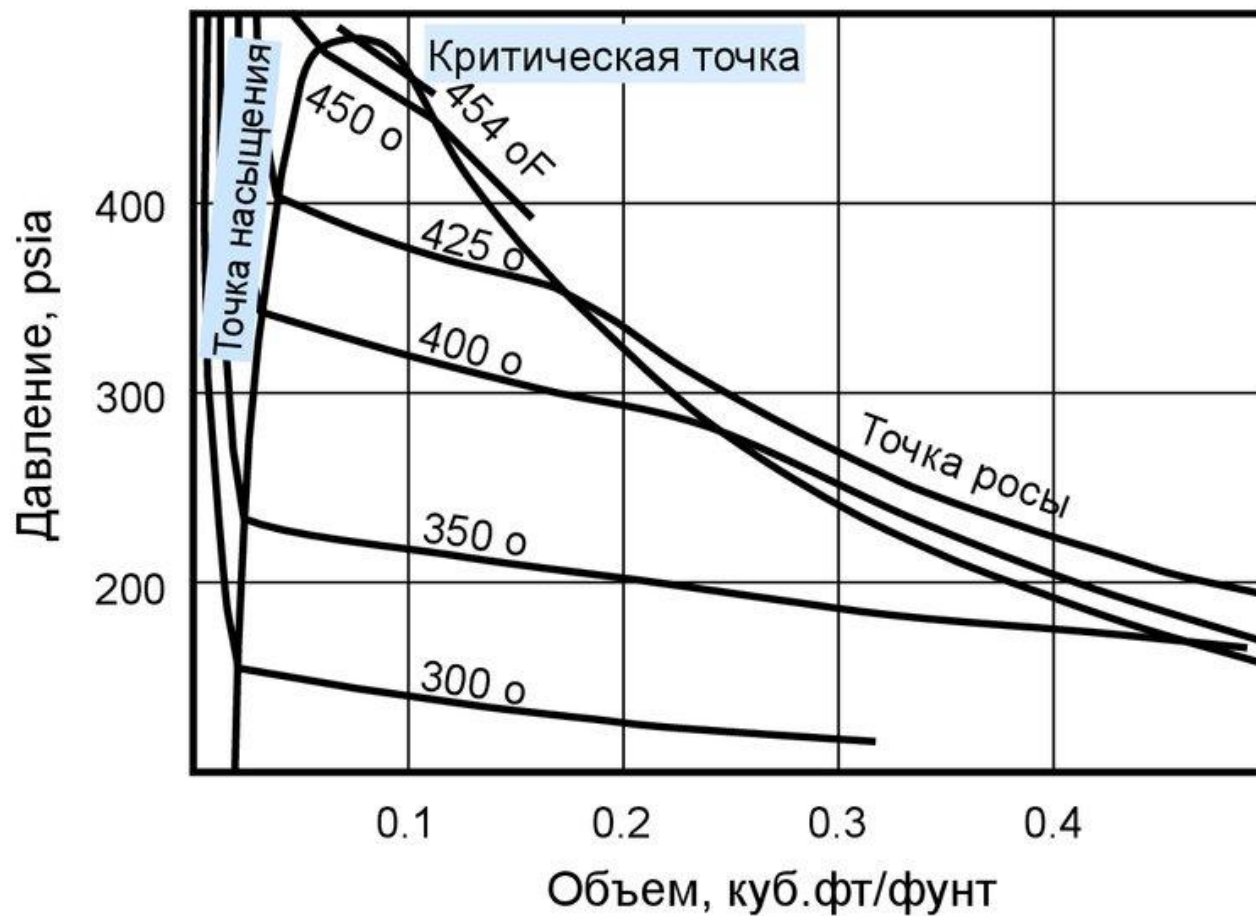
Фазовые превращения - определение

- Критическое давление – давление, выше которого жидкость и газ не могут сосуществовать, какова бы ни была температура;
- Критическая температура – температура, выше которой газ не может конденсироваться, каково бы ни было давление;
- Тройная (инвариантная) точка – точка, в которой твердая, жидкая и газообразная фазы сосуществуют в условиях равновесия.

Диаграмма фазового состояния двухфазной системы (нефть – газ)



Фазовая диаграмма - смесь



Удельная плотность газа

$$\gamma_g = \frac{\rho_g}{\rho_{air}} = \frac{\frac{p M_g}{R T}}{\frac{p M_{air}}{R T}}$$

$$\gamma_g = \frac{M_g}{29}$$

- Обе плотности измерены при одинаковой температуре и одинаковом давлении, обычно при температуре 60°F и атмосферном давлении
- Иногда называется γ_g (воздух = 1)

Уравнение состояния реального газа

$$p V_M = z R T$$

другие формы: $p V = z n R T$

$$p V = z \frac{m}{M} R T$$

$$p v = \frac{z R T}{M}$$

Коэффициент сжимаемости

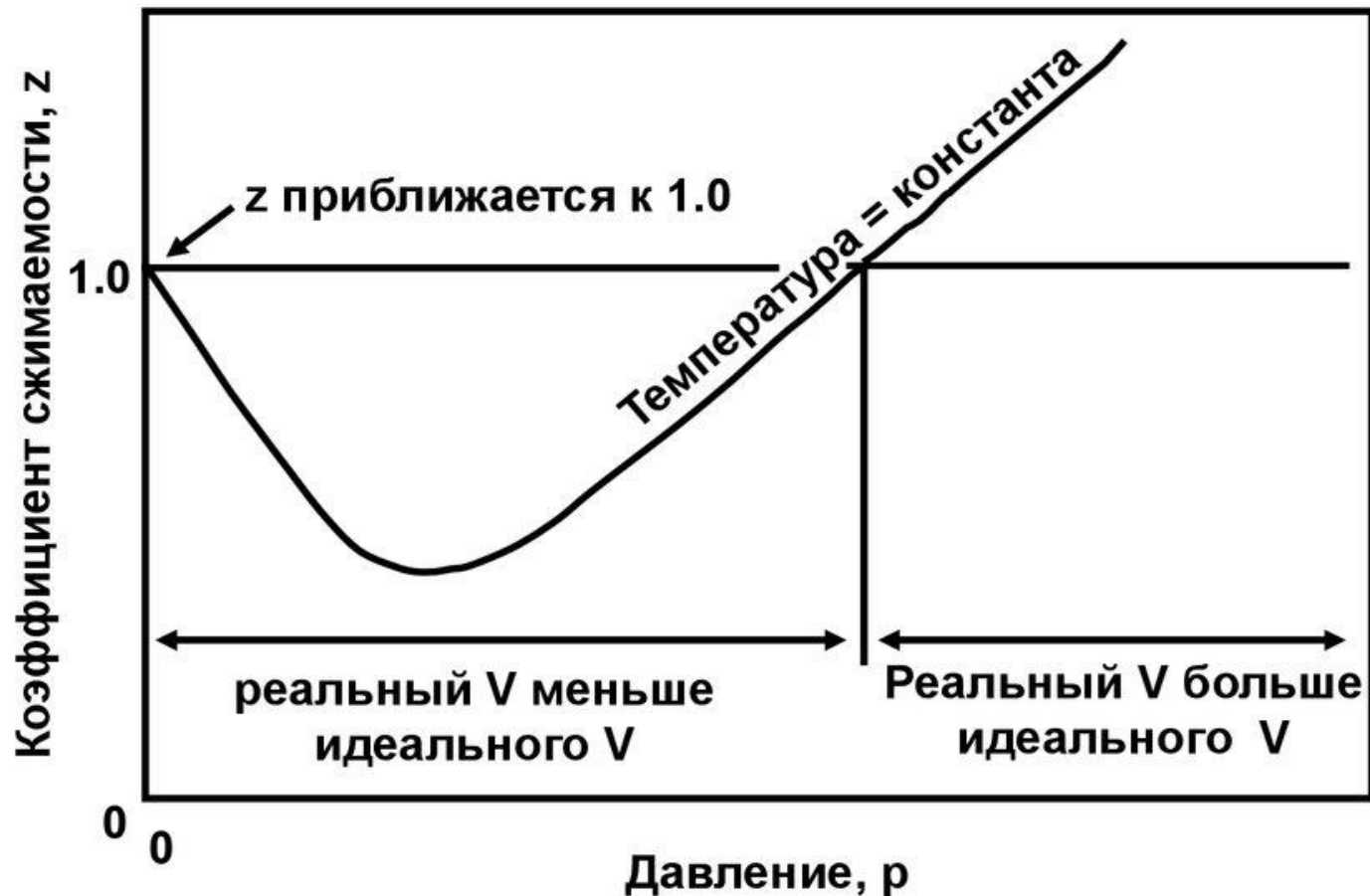
- Z называется коэффициентом сжимаемости
- Также называется коэффициентом отклонения газа, сверхсжимаемостью или z -коэффициентом

- Определение:
$$z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}}$$

- То есть:
$$V_{\text{ideal}} = \frac{n R T}{p}$$

$$V_{\text{real}} = \frac{z n R T}{p} = z V_{\text{ideal}}$$

Типичный график z-коэффициента



Приведенное давление

$$p_r = \frac{p}{p_c} \frac{\text{psia}}{\text{psia}}$$

Приведенная температура

$$T_r = \frac{T}{T_c} \frac{^{\circ}\text{R}}{^{\circ}\text{R}}$$

Плотность газа

- Уравнение:
$$\rho_g = \frac{p M}{z R T}$$

- Единицы - фунтов/кубические футы

или
$$\frac{\rho_g \text{ lb / cu ft}}{144 \text{ sq in / sq ft}} = \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Вязкость газа (μ_g)

- **Определение – сопротивление потоку жидкости, т.е. большие значения вязкости = низкому дебиту**

- **Единицы – сантипуаз или сантистокс**

- **Корреляция уравнения**

$$\mu_g = A \left(10^{-4}\right) \text{EXP} \left(B \rho_g^C\right)$$

Где: $A = f(M_a, T)$

$B = f(M_a, T)$

$C = f(M_a, T)$

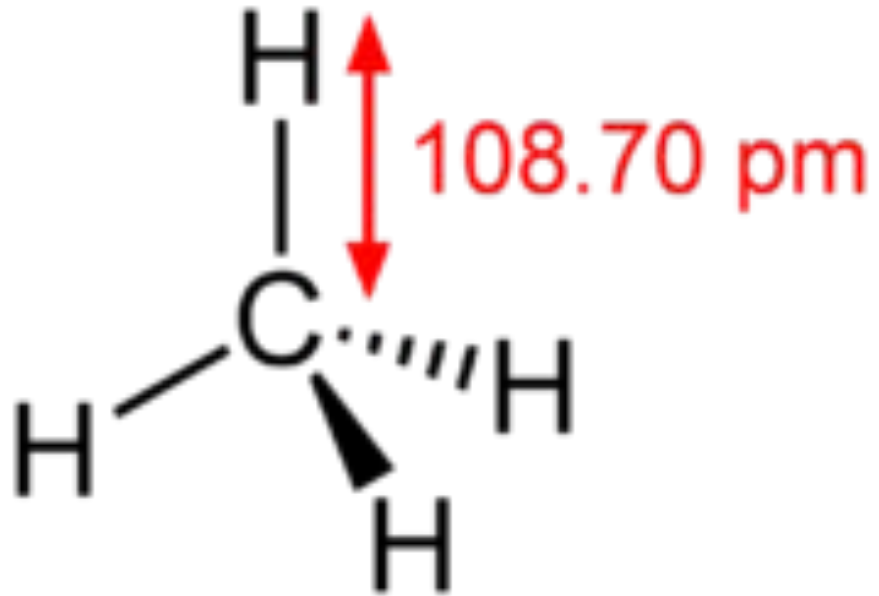
- **Таким образом $\mu_g = f(\rho_g, M_a, T)$ or $\mu_g = f(z, M_a, T)$**

Свойства газа

- $\rho_g = \frac{P M_a}{z R T}$, $M_a = 29 \gamma_g$
- $V_g = \frac{p_{sc}}{T_{sc}} \frac{z T}{p}$
- $\mu_g = f(M_a, \rho_g, T)$
- $c_g = f(\rho_g, z, p, T)$
- т.е., необходимы z и M_a
- т.е., необходимы T_{sc} , p_{sc}
- т.е., необходим γ_g

Таким образом, единственное свойство газа, необходимое для определения всех газовых корреляций – либо состав газа, либо удельная масса газа.

METAH



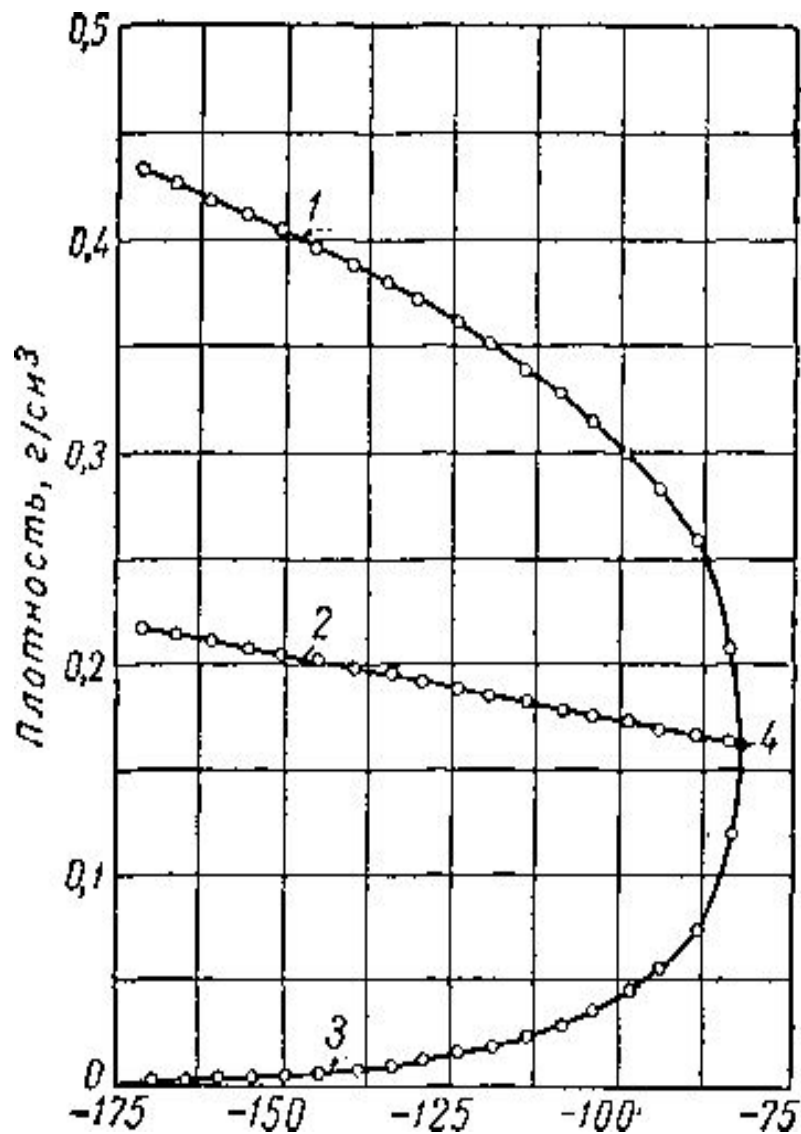


Диаграмма давление — объем для метана

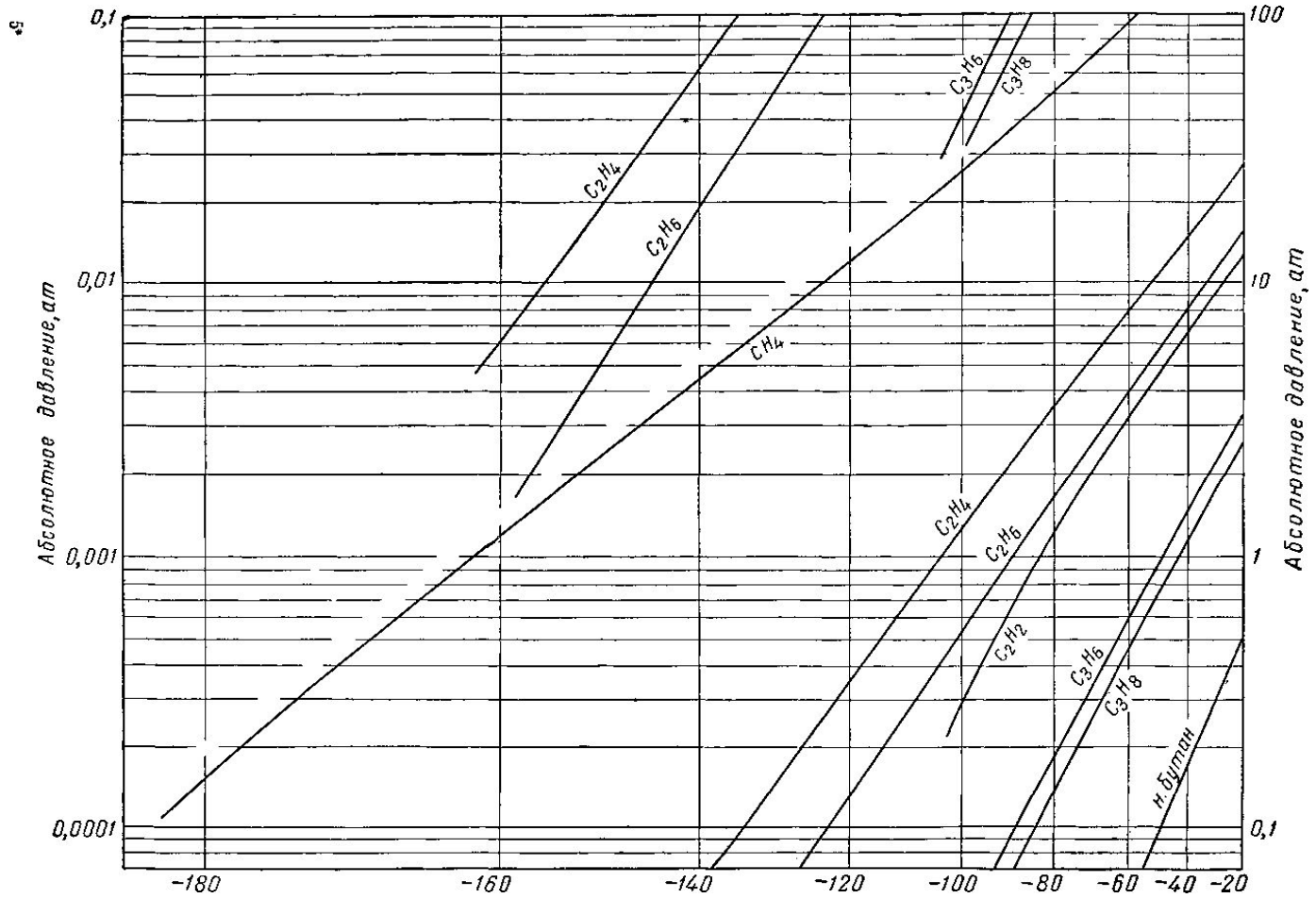
Температура, °C

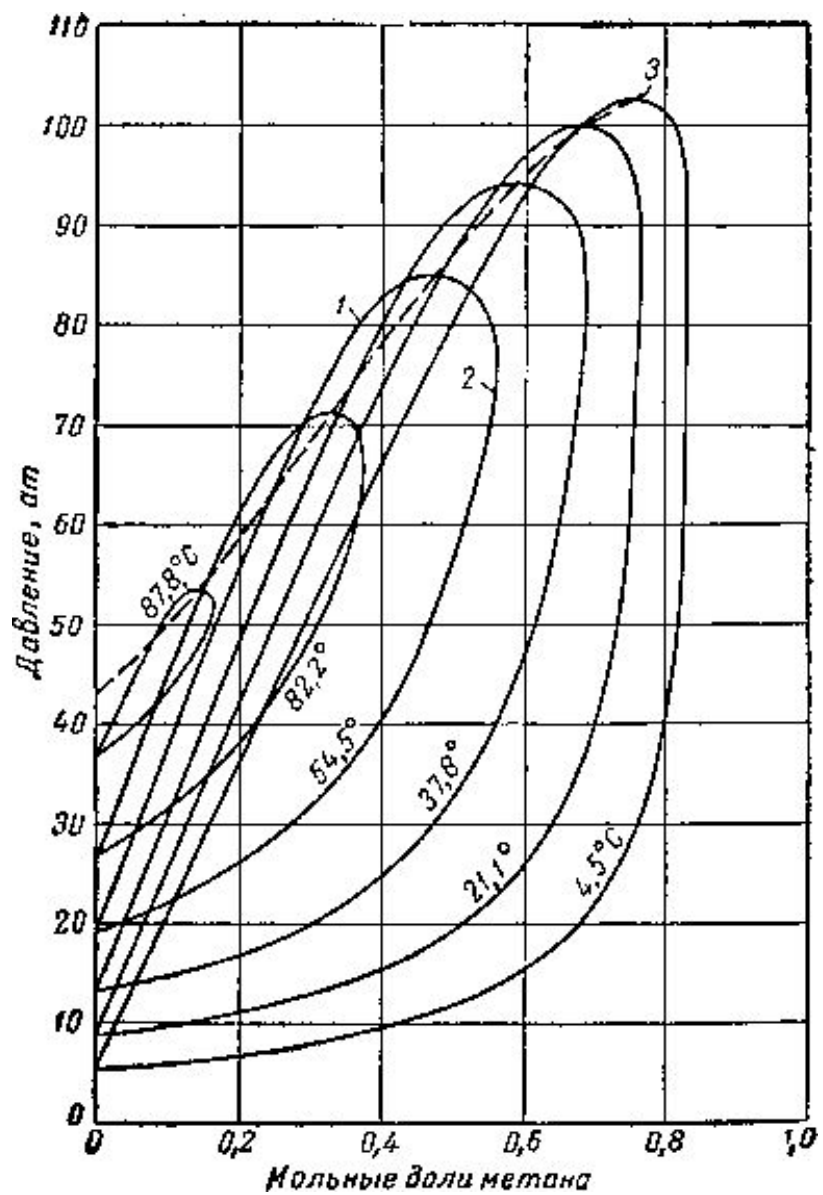
• **Ортобарическая плотность метана**

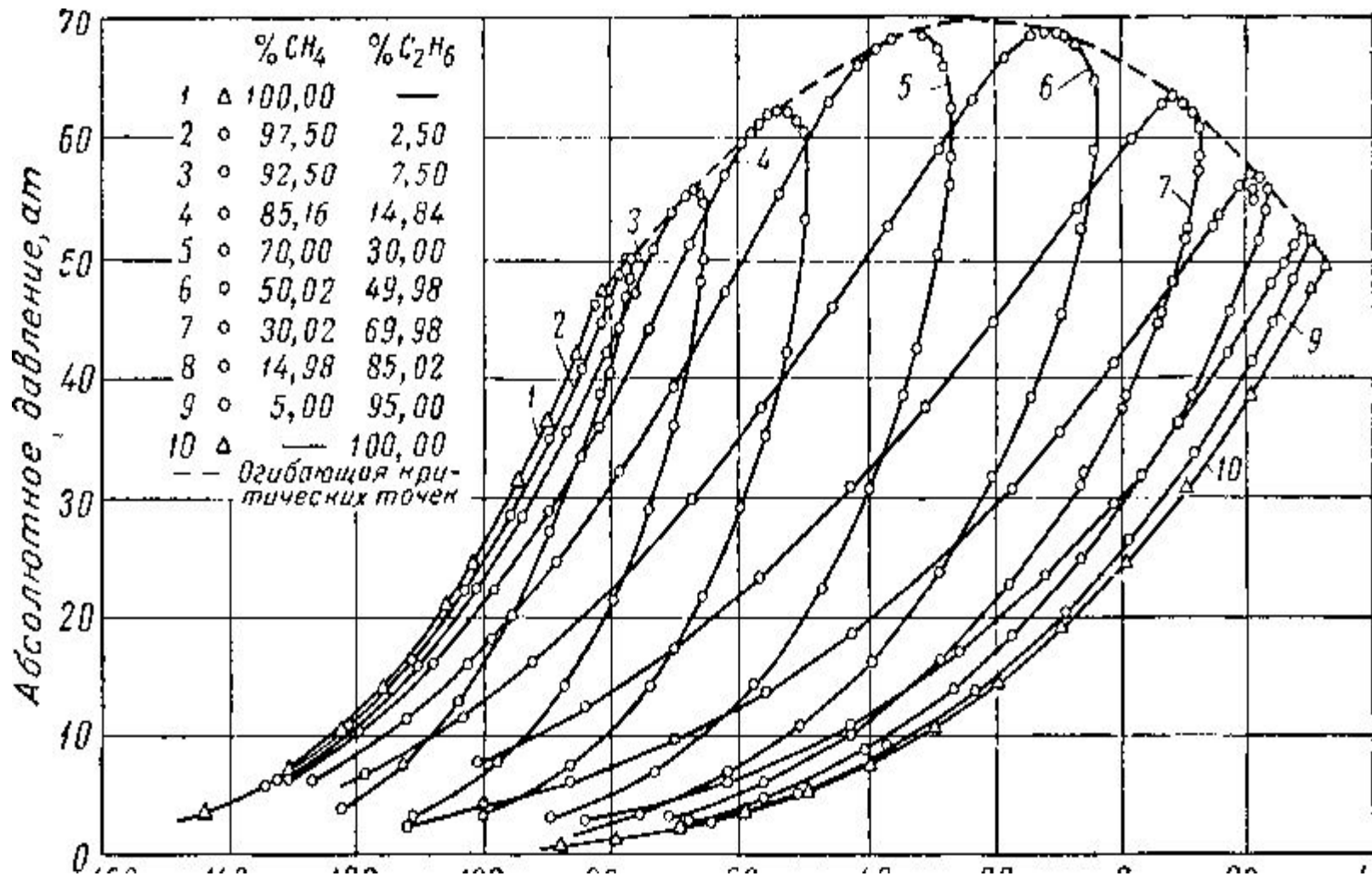
/ — насыщенная жидкость; 2 — средняя плотность; 3 — насыщенный пар; 4 — критическая точка.

Наиболее важные свойства индивидуальных веществ выражаются кривой упругости пара, представляющей зависимость температуры кипения от давления.

Упругость паров для газов при низких температурах.







Значения плотности насыщенных пара и жидкости системы этан — гептан, полученные Кеем (Kay)