

**Определение зависимости коэффициента парного  
взаимодействия от температуры пар веществ этан – пропан, этан  
– изобутан, этан – н – бутан для уравнения состояния Пенга –  
Робинсона**

Выполнил студент группы МГГ-61-15-02

Р.Д. Арсланов

Руководитель доц., к.т.н.

Ю.В. Калиновский

Уфа 2017



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель задания
2. Краткая теория
3. Нахождение оптимального КПВ
4. Определение зависимости КПВ от температуры
5. Сравнение ошибки расчета при стандартном и расчетном КПВ
6. Выводы

## Постановка задачи

Основной целью является уменьшение ошибки расчета равновесного состава фаз при расчетах с использованием уравнения состояния Пенга – Робинсона.

При достижении поставленной задачи, то есть уменьшения ошибки, расчет можно будет применять во многих направлениях нефтегазовой отрасли, начиная с геологического и гидродинамического моделирования месторождений до расчетов состояния подготовленных углеводородов при их транспортировке на длительные расстояния.

*Уравнение Пенга – Робинсона (1976 год)*

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V \cdot (V + b) + b \cdot (V - b)}$$

$$a_i = a_{ci} \cdot \varphi_i(T) \quad \varphi_i(T) = \left[ 1 + \Psi_i \left( 1 - \sqrt{T/T_{кpi}} \right) \right]^2$$

$$\Psi_i = 0.37464 + 1.54226 \cdot \omega_i - 0.26992 \cdot \omega_i^2$$

$$a_{ci} = 0.457235 \cdot R^2 \cdot T_{кpi}^2 / P_{кpi} \quad b_i = 0.077796 RT_{кpi} / P_{кpi}$$

$$a = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \zeta_i \zeta_j (1 - C_{ij}) \cdot (a_i a_j)^{0.5} \quad b = \sum_{i=1}^N \zeta_i b_i$$

$$a = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \zeta_i \zeta_j (1 - C_{ij}) \cdot (a_i a_j)^{0.5}$$

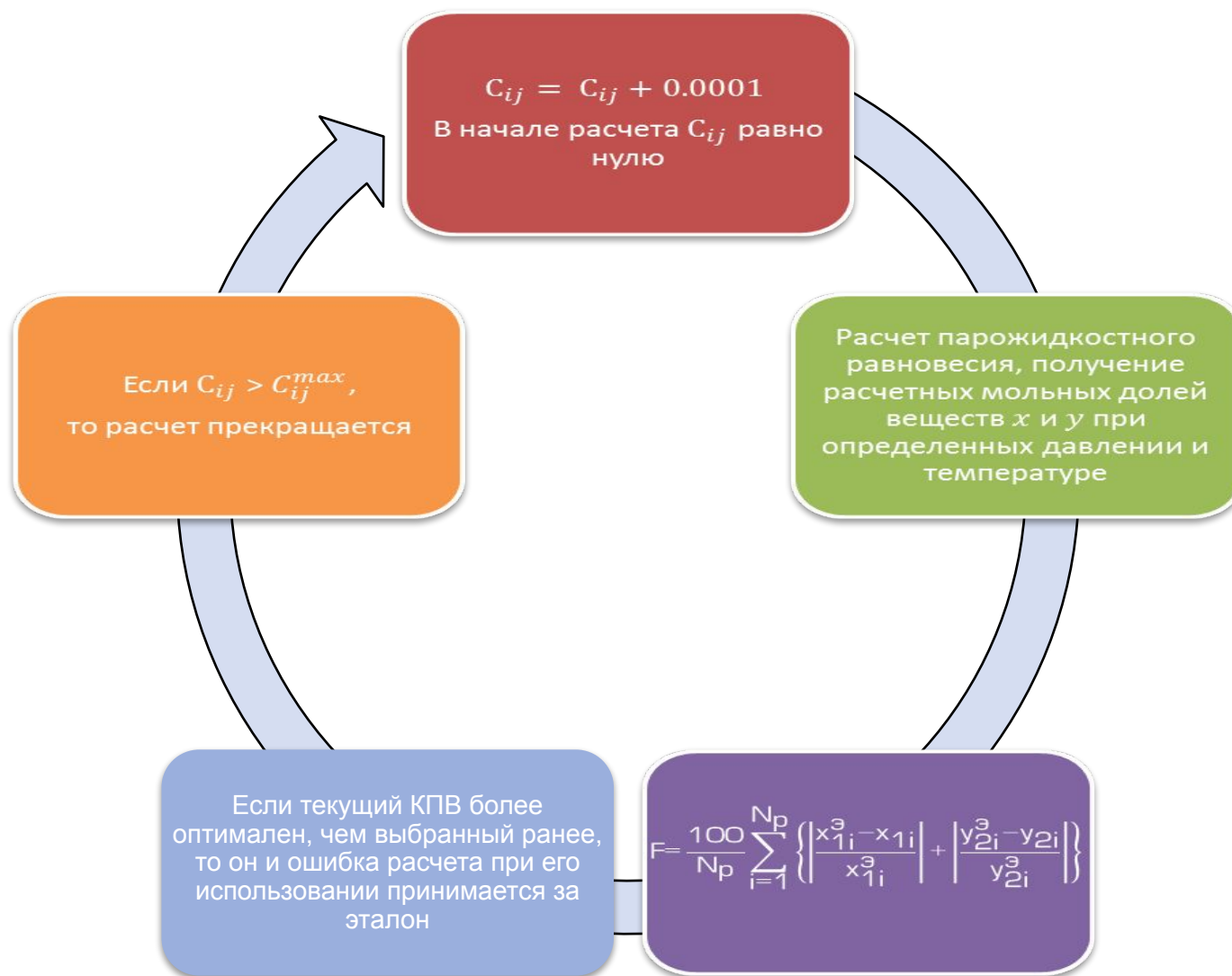
$$b = \sum_{i=1}^N \zeta_i b_i$$

$C_{ij}$  – коэффициент парного взаимодействия веществ

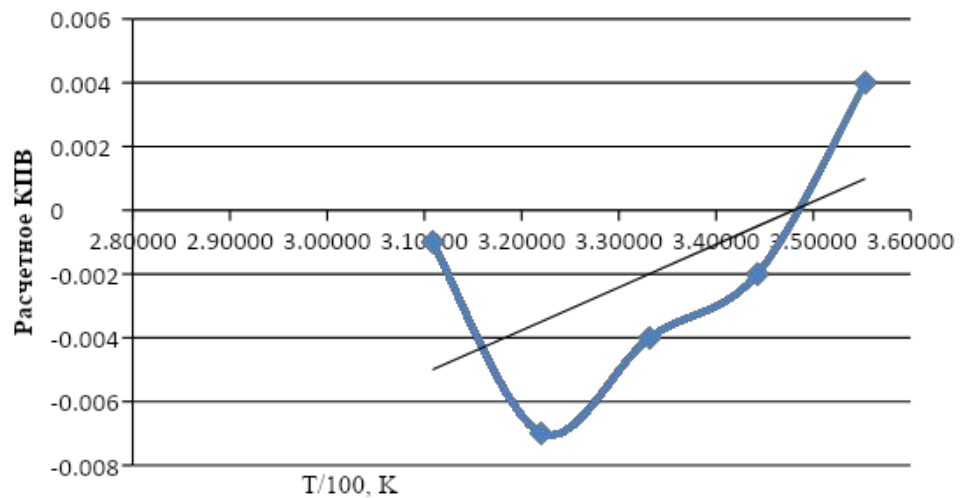
Определен константой для всех давлений и температур

	Этан – пропан	Этан – изобутан	Этан – н – бутан
Значение КПВ	0,005	0,01	0,01

# Нахождение оптимального КПВ

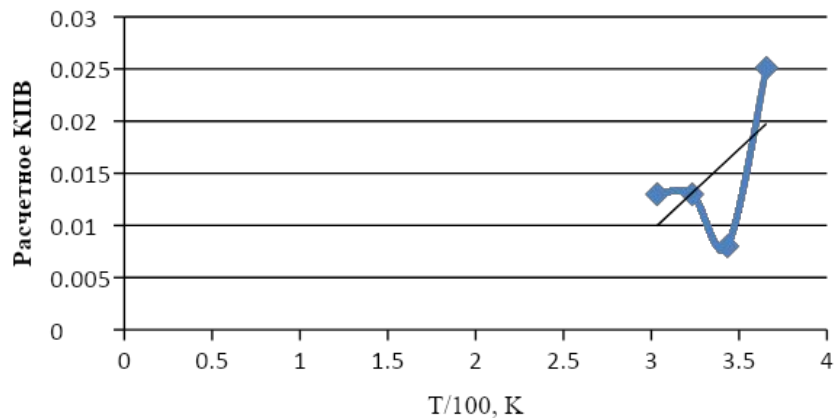


**Этан-Пропан**

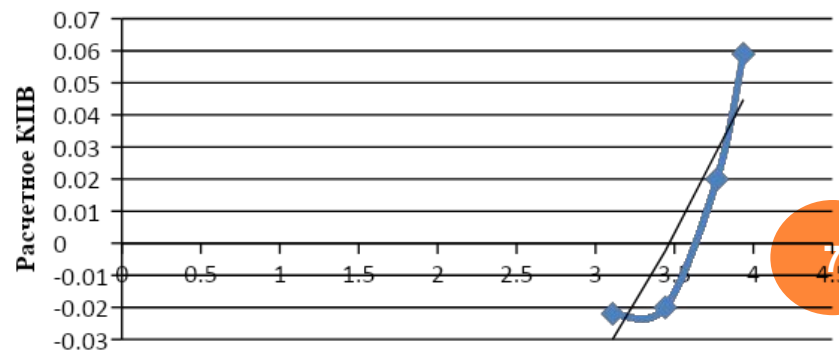


Полученные зависимости КПВ от температуры:  
Этан – Пропан, Этан – Изобутан, Этан – н – Бутан

**Этан-н-Бутан**



**Этан-Изобутан**



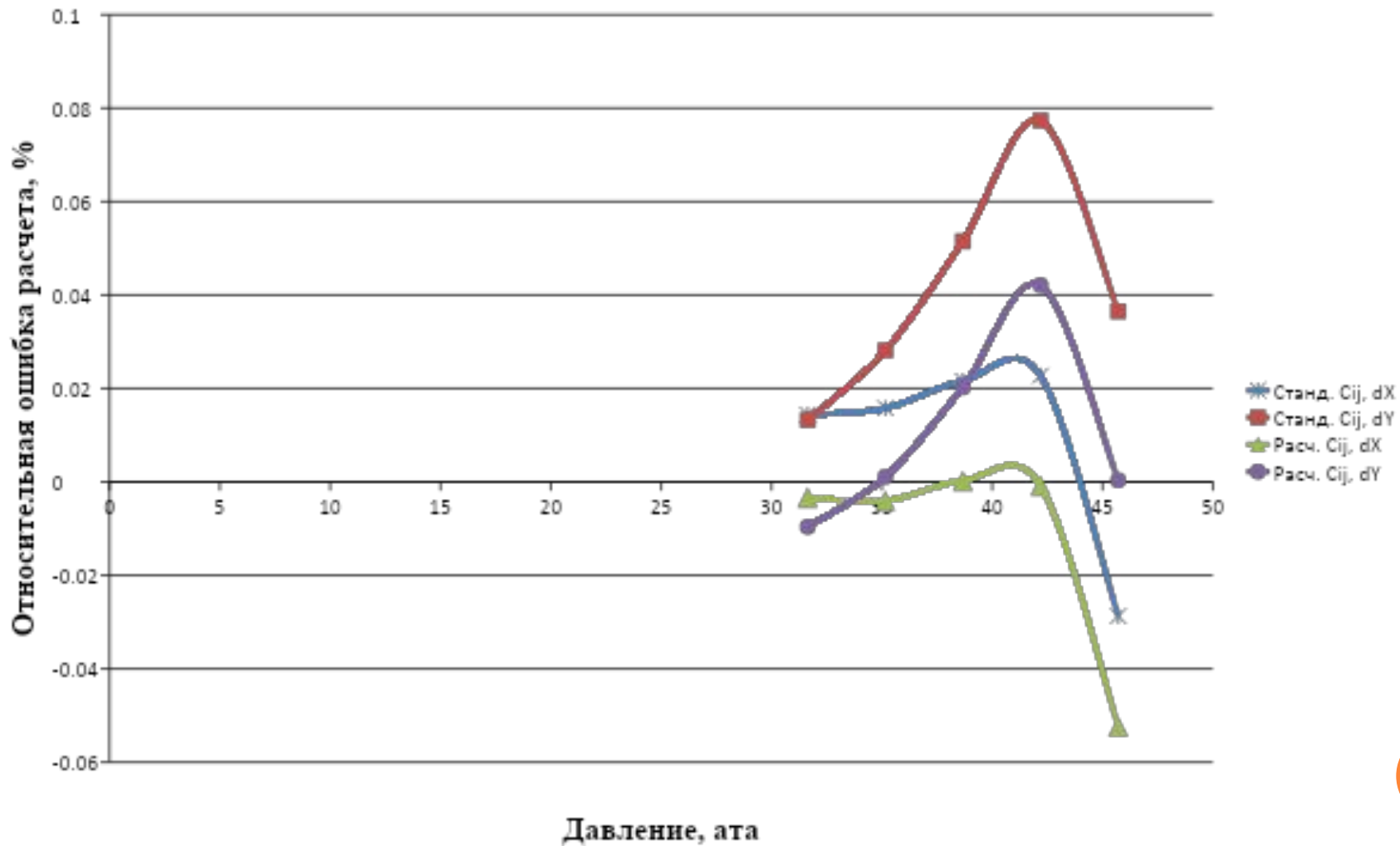
## СРАВНЕНИЕ ОШИБКИ РАСЧЕТА ПРИ СТАНДАРТНОМ И РАСЧЕТНОМ КПВ

Уменьшение средней ошибки расчета в процентах

	Средняя ошибка при постоянном КПВ	Средняя ошибка при переменном КПВ	Разница
Этан – пропан	2,5	1,9	23,2
Этан – изобутан	6,7	3,45	48,5
Этан – н – бутан	2,6	2,24	13,8



## СРАВНЕНИЕ ОШИБКИ РАСЧЕТА ПРИ СТАНДАРТНОМ И РАСЧЕТНОМ КПВ



## Выводы

1. Было достигнуто снижение средней ошибки расчета :
  - По системе этан – пропан – с 2,5 % до 1,92 %
  - По системе этан – изобутан – с 6,7 % до 3,45 %
  - По системе этан – н – бутан – с 2,6 % до 2,24 %
2. Произведена аппроксимация зависимостей КПВ от температуры для каждой пары веществ
3. Средняя ошибка расчета с переменным КПВ по веществу этан – пропан уменьшилась на 23,2 %. Уменьшение ошибки расчета происходит за счет уменьшения ошибки по паровой фазе. По веществу этан – изобутан, уменьшение ошибки происходит за счет жидкой фазы и средняя ошибка уменьшилась на 48,5 %. По заключительным компонентам этан – н – бутан, средняя ошибка уменьшилась на 13,8 %, уменьшение ошибки происходит за счет снижения как паровой так и жидкой фазы.

Спасибо за внимание!