

***Технологические операторы,  
рассчитывающие паро-жидкостное  
равновесие в системе***

Предназначены для расчета процессов разделения веществ в сепараторах и ректификационных колоннах

# Сепаратор (Flash):

Предназначен для разделения паровой и жидкой фаз.



*Flash-1*

*Flash-2*

*Flash-3*

Количество входных потоков ограничивается только точками их присоединения. Если потоки имеют различное давление, то первоначально осуществляется адиабатический сброс давления до наименьшего.

Выходных потоков 2 или 3. Если 2 – один газ, другой жидкость. Если 3 – газ, углеводороды с растворенной водой, вода с растворенными углеводородами.

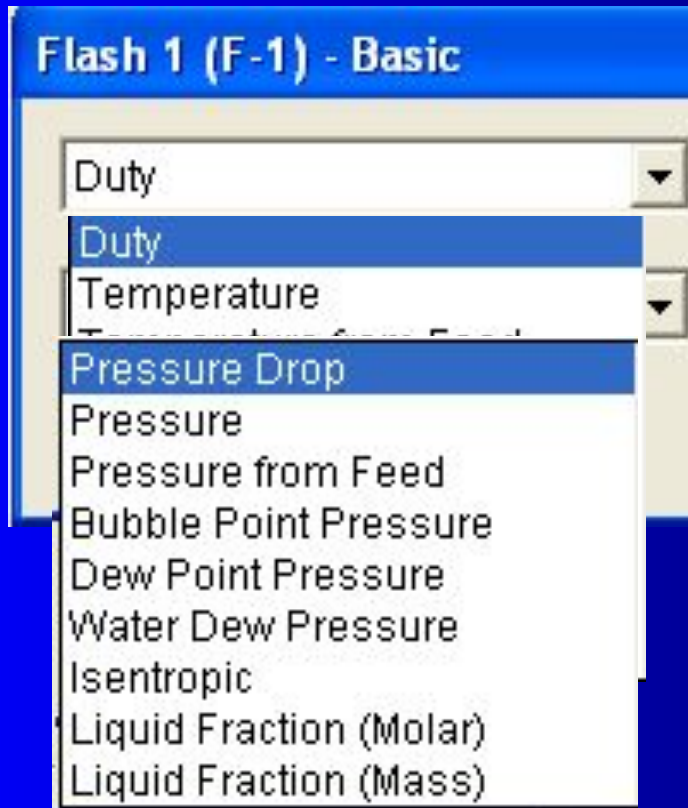
Основное

МЕНЮ

Расчет по  
размерам  
вертикального или  
горизонтального  
сепаратора

Для работы с нефтепродуктами

# Основное меню



- Перепад давления
- Давление на выходе
- Давление на выходе равно давлению на входе
- Давление начала кипения
- Давление начала конденсации
- Давление насыщения воды
- Изобарический ( $S=const$ )
- Мольная доля жидкости на выходе
- Массовая доля жидкости на выходе
- Изобарический ( $S=const$ )
- Мольная доля жидкости на выходе
- Массовая доля жидкости на выходе

# Advanced Specification

Flash 1 (F-1) - Advanced Specifications

Non-Equilibrium Flash Specifications

Water Entrained in Oil	Oil Entrained in Water
Fraction Basis:	Fraction Basis:
<input type="radio"/> Molar (default)	<input type="radio"/> Molar (default)
<input checked="" type="radio"/> Mass	<input checked="" type="radio"/> Mass
<input type="radio"/> Volume	<input type="radio"/> Volume
Entrainment Value:	Entrainment Value:
0.01	0.05
fraction	fraction

OK  
Cancel  
Help

Мольная, массовая или объемная доля воды в нефтепродукте

Мольная, массовая или объемная доля нефтепродукта в воде

# ПРИМЕР РАСЧЕТА СЕПАРАТОРА

Разделить поток на жидкую и газовую фазы.

Состав потока:

Вода            30 мас.%

Н-пентан       20 мас.%

Н-гексан       25 мас.%

Н-гептан       25 мас.%

Расход 1000 кг/ч, температура 100°C,  
давление 4 кг/см<sup>2</sup>.

# Ректификационные КОЛОННЫ

Предназначены для разделения компонентов по температурам кипения в процессе ректификации.

Для моделирования в программе имеются следующие модули:

*Shortcut Fractionator* - упрощенная колонна дистилляции;

*Distill* - колонна для расчета ректификации индивидуальных компонентов;

*Refine* - колонна для расчета ректификации нефти и нефтепродуктов;

*Batch Distillation* - колонна для расчета периодической ректификации.



# Shortcut Fractionator :

Модуль предназначен для упрощенного расчета технологических параметров колонны дистилляции индивидуальных компонентов: количества теоретических тарелок, флегмового числа, номера тарелки питания, тепловых нагрузок на куб и дефлегматор.

Количество входных потоков – 1, выходных потоков из куба – 1 и из дефлегматора – 1.

Нумерация тарелок осуществляется сверху вниз. При этом дефлегматор принимается за тарелку № 0, а куб за тарелку №  $n+1$ , где  $n$  – количество теоретических тарелок в тарельчатой части.



Обозначение модуля:



## Shortcut Fractionator 1 (T-1)



### Required Specifications

Name: T-1

Display



Number: 1



Basic...

OK

Cancel

Help

Задание ряда параметров

Validate

View Results...

### Optional Specifications

Thermodynamics...

Operating Parameters...

Keyword Input...

Inline Fortran...

# Основное меню

## Shortcut Fractionator 1 (T-1) - Basic

Condenser Type

OK

Cancel

Help

Доля отбора ключевого компонента от его потенциального

Выбор типа конденсатора

Доля отбора ключевого компонента от его потенциального

Выбор ключевого компонента

содержания в сырье

для нижней части колонны

Выбор ключевого компонента

Specification of Bottom Product

Component ID:

N-HEPTANE

компонента

Amount of Recovery:

N-PENTANE

N-HEXANE

N-HEPTANE

и части колонны

# Operating Parameters

Shortcut Fractionator 1 (T-1) - Operating Parameters

Minimum Reflux:	<input type="text"/>	percent ▼	OK
Pressure Drop:	<input type="text"/>	kg/cm2 ▼	Cancel
Top Pressure:	<input type="text"/>	kg/cm2 ▼	Help

Максимальное флегмовое число  
в % от минимального (от 100 и выше)

Перепад давления колонне  
(гидравлическое сопротивление)

Давление верха  
колонны

# ПРИМЕР РАСЧЕТА

Рассчитать основные параметры  
ректификационной колонны для разделения  
смеси углеводородов:

Н-пентан	10 мас.%
Н-гексан	20 мас.%
Н-гептан	70 мас.%

Расход 10000 кг/ч, температура 80°C, давление 3 кг/см<sup>2</sup>.

Условие разделения:

Содержание н-гептана в дистилляте не более 1 мас.%

Содержание н-гексана в остатке не более 3 мас.%

Запишем уравнения материальных балансов для всей колонны и компонентов:

$$C=D+R$$

$$\left[ \begin{array}{l} c_1 C = y_1 D + x_1 R \\ c_2 C = y_2 D + x_2 R \\ c_3 C = y_3 D + x_3 R \end{array} \right.$$

Расчет ведем на 100 кг сырья. Тогда можно записать  $D=100-R$ , по условию  $y_3=0.01$   $x_2=0.03$

Примем, что  $x_1=0$ , тогда:

$$\left[ \begin{array}{l} 10 = y_1(100-R) \\ 20 = y_2(100-R) + 0.03R \\ 70 = 0.01(100-R) + x_3 R \end{array} \right.$$

Сложим первые два уравнения

$$30 = (y_1 + y_2)(100-R) + 0.03R$$

$$y_1 + y_2 + y_3 = 1, \text{ тогда}$$

$$y_1 + y_2 = 1 - y_3 = 0,99$$

Откуда  $R=71,875$  кг

## Результаты расчетов сводим в таблицу

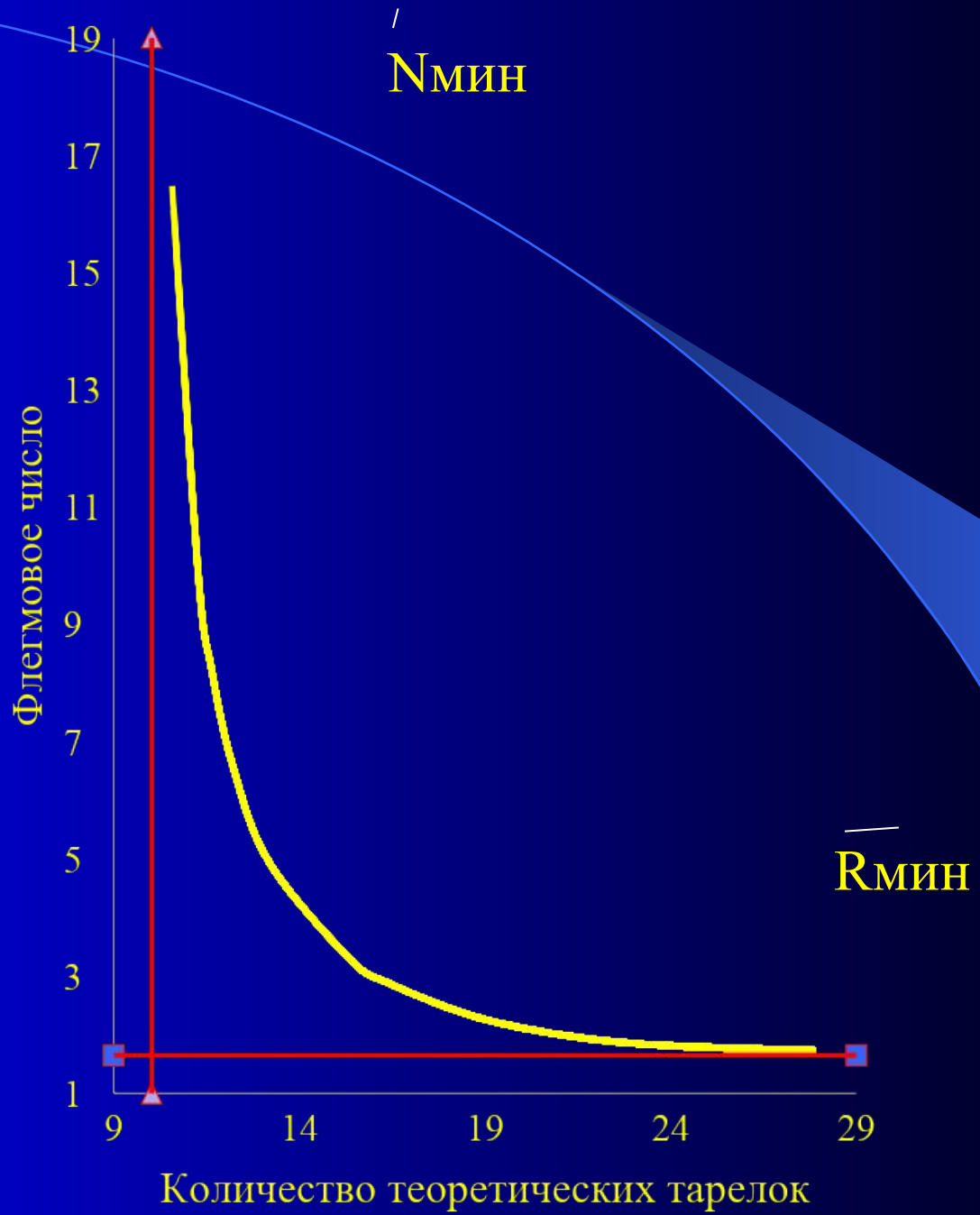
Компонент	Количество в сырье, кг	Дистиллят		Остаток	
		Содержание, мас.%	Количество, кг	Содержание, мас.%	Количество, кг
Н-пентан	10	0,3556	10,000	0	0
Н-гексан	20	0,6344	17,844	0,0300	2,156
Н-гептан	70	0,0100	0,281	0,9700	69,719
Сумма	100	1,0000	28,125	1,0000	71,875

Откуда доля верхнего ключевого компонента= $17,844/20=0,8922$   
нижнего ключевого компонента= $69,719/70=0,9960$



# +++COLUMN PARAMETERS BY SHORT CUT METHOD+++

% OF MIN REFLUX	REFLUX RATIO	STAGES LOCATION	FEED TRAY	CONDENSER DUTY KCAL/HR	REBOILER DUTY KCAL/HR
-----	-----	-----	-----	-----	-----
105.0	1.731	27.91	20.57	0.6413E+06	0.8504E+06
110.0	1.813	23.93	17.68	0.6606E+06	0.8697E+06
120.0	1.978	21.27	15.74	0.6993E+06	0.9084E+06
140.0	2.307	18.74	13.90	0.7768E+06	0.9858E+06
175.0	2.884	16.39	12.19	0.9122E+06	0.1121E+07
200.0	3.296	15.35	11.44	0.1009E+07	0.1218E+07
500.0	8.241	11.63	8.73	0.2170E+07	0.2379E+07



# *Distill:*

Этот модуль является наиболее сложным в использовании  
и м

*Distill-1*

*Distill-2*

*Distill-3*

*Distill-4*

# ***DISTILL-1***



Колонна без куба и  
дефлегматора.  
(абсорбер  
или  
экстрактор)

# ***DISTILL-2***



Колонна с кубом, но без  
дефлегматора.  
(абсорбер с кубом)

# ***DISTILL-3***



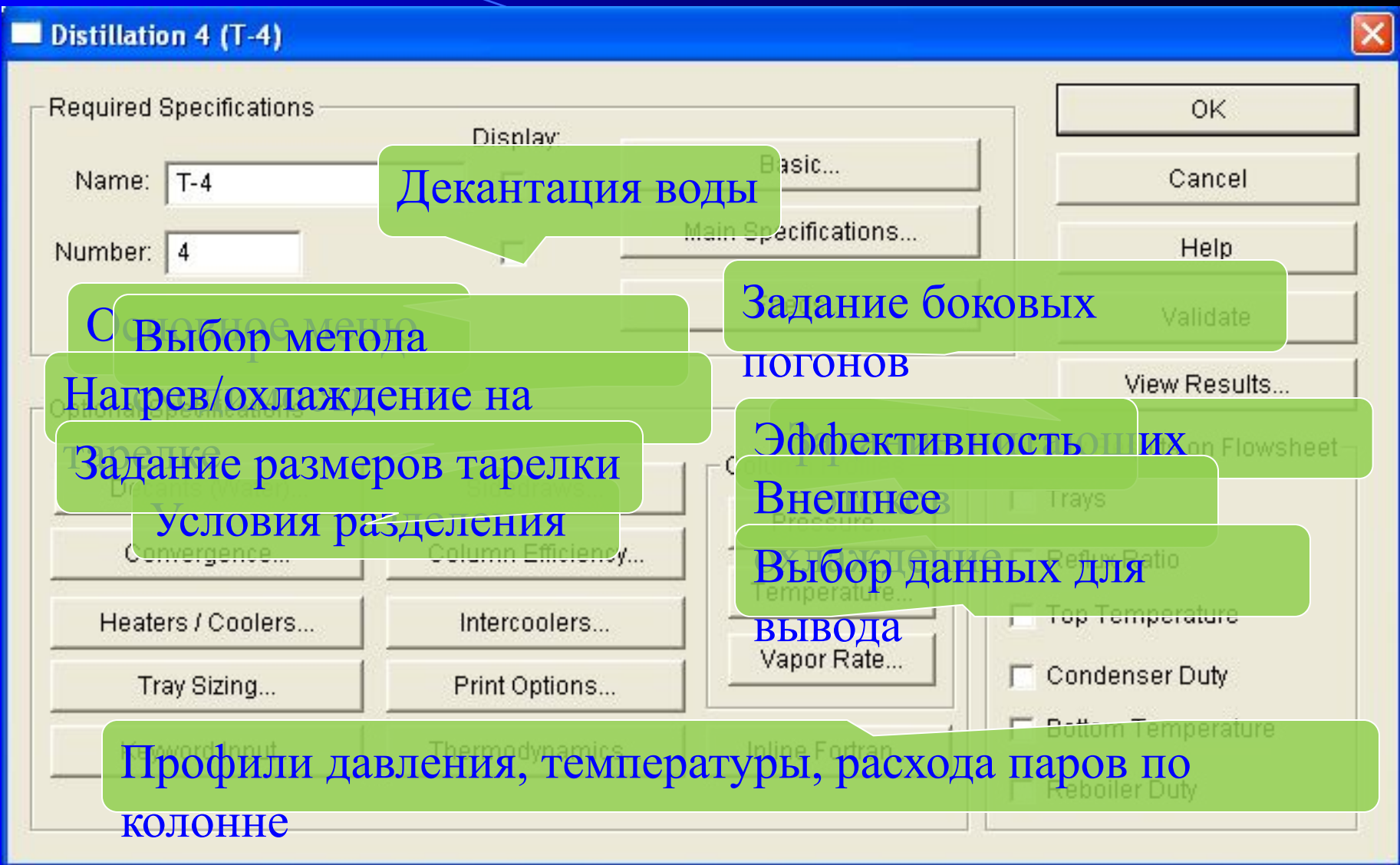
Колонна с дефлегматором,  
но без куба.  
(отпарная колонна)

# ***DISTILL-4***

Полная колонна  
дистилляции.

Количество входных и выходных потоков ограничено местами присоединения, т.к. возможно несколько входных потоков, боковых отборов и т.п. Дефлегматор имеет два выхода: для жидкой фазы и для газовой фазы (газовая фаза возможна при парциальном дефлегматоре).





Декантация воды

Задание боковых  
ПОГОНОВ

Выбор метода

Нагрев/охлаждение на

Задание размеров тарелки

условия разделения

Эффективность

Внешнее

Выбор данных для

Вывода

Vapor Rate...

Профили давления, температуры, расхода паров по  
колонне

# ОСНОВНОЕ МЕНЮ

Задание параметров  
конденсатора и  
ребойлера

Давление верха и  
низа колонны

Количество  
теоретических  
тарелок

Предполагаемые температуры  
верха и низа колонны

Предполагаемая доля (fraction)  
или мольное количество  
(molar)

верхнего или нижнего  
продукта

# Condenser Data

Distillation 4 (T-4) - Condenser Data

Condenser Type

Partial Condenser

Total Condenser

Print Condenser Cooling Curve

Pressure :  kg/cm<sup>2</sup>

Reflux Ratio Guess :

Degrees of Sub Cooling (for Total Condenser):  C

Internal Streams

Copy Condenser Internal Streams to Streams (printed in stream summary)

Copy Condenser feed to Stream Number (must be unique):

Copy Condenser return to Stream Number (must be unique):

Copy Condenser Separator Internal Streams to Streams (printed in stream summary)

Copy Condenser Separator feed to Stream Number (must be unique):

Copy Condenser Separator return to Stream Number (must be unique):

OK

Cancel

Help

Тип конденсатора

Давление в емкости  
орошения

Предполагаемое флегмовое  
число

Переохлаждение в  
конденсаторе

# Reboiler Data

**Distillation 4 (T-4) - Reboiler Data** [X]

Reboiler Type

Kettle

Thermosiphon

Vapor Guess:  kgmol/hr \* [v]

Thermosiphon Vaporization (molar):  fraction [v]

Print Reboiler Heating Curve

Internal Streams

Copy Reboiler Internal Streams to Streams (printed in stream summary)

Copy Reboiler feed to Stream Number (must be unique):

Copy Reboiler return to Stream Number (must be unique):

OK

Cancel

Help

Тип ребойлера

Предполагаемый расход паров

Мольная доля паров для Thermosiphon

# Distillation 4 (T-4) - Main Specifications

Specs

Required : 2

Given : 0

OK

Cancel

Help

Condenser Specs:

Reflux Ratio

Reflux Flowrate

Condenser Temperature

Condenser Duty

Top Product Rate

Top Product Fraction

Top Purity (molar)

Top Purity (mass)

Top Component Rate

Top Component Ratio (molar)

Top Component Ratio (mass)

Reboiler Specs:

Reboiler Temperature

Reboiler Duty

Bottom Product Specs:

Bottom Product Rate

Component 1:

Component 2:

Convergence Tolerance

Relative Basis

Absolute Basis

[\*] These options must use consistent units. The Super convergence technique can use both mass and molar units.

исполняемых спецификаций

Спецификации нижнего продукта

Спецификации конденсатора

Спецификации верхнего продукта

Спецификации ребойлера



Distillation 1 (T-1): Feed - Main



Distillation 1 (T-1): Feed - Specifications



Name : Feed1

OK

Tray : 12

Cancel

Stream : 1: Strm 1

Help

Exit