



# **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДЛЯ УСТАНОВОК НПЗ**

Бабидорич М.И. ФГОУ ВПО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Томашевский И.А. УППЭ ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»

**г. Казань - 2015**

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

---

- Энергоэффективность предприятия в целом определяется использованием потребляемых ресурсов технологических установок
- Нестационарное влияние большого количества внешних факторов требует разработки новых методик анализа и оценки норм удельного потребления энергоресурсов
- Внедрение рекуперативных теплообменников на установке гидроочистки дизельных топлив Л-24/9 требует рассмотрения эффективности модернизации по снижению потребления топлива печей

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

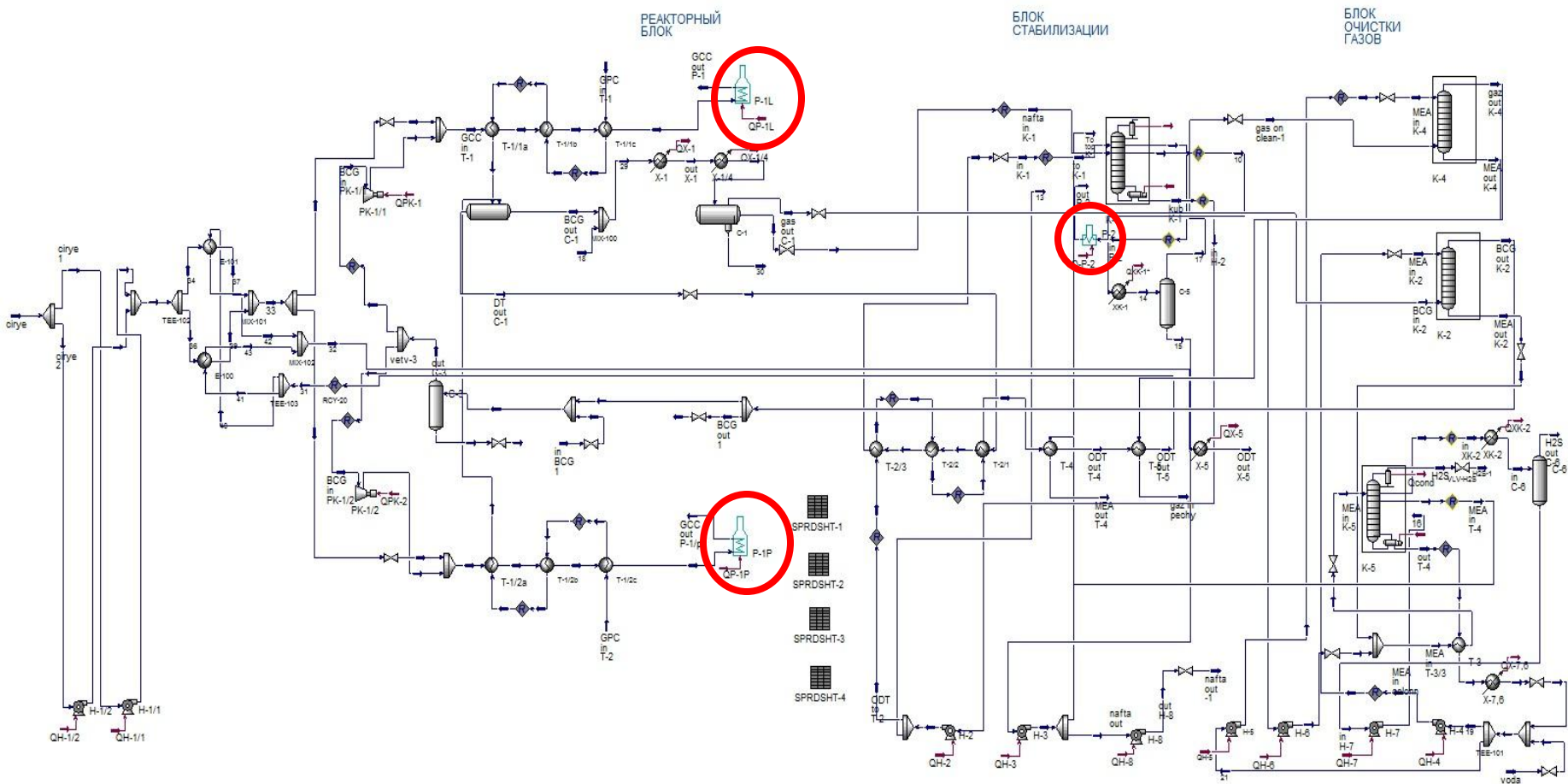
---

**Цель работы:** оценка возможности прогнозирования норм потребления энергоресурсов для технологических установок

**Задачи проекта:**

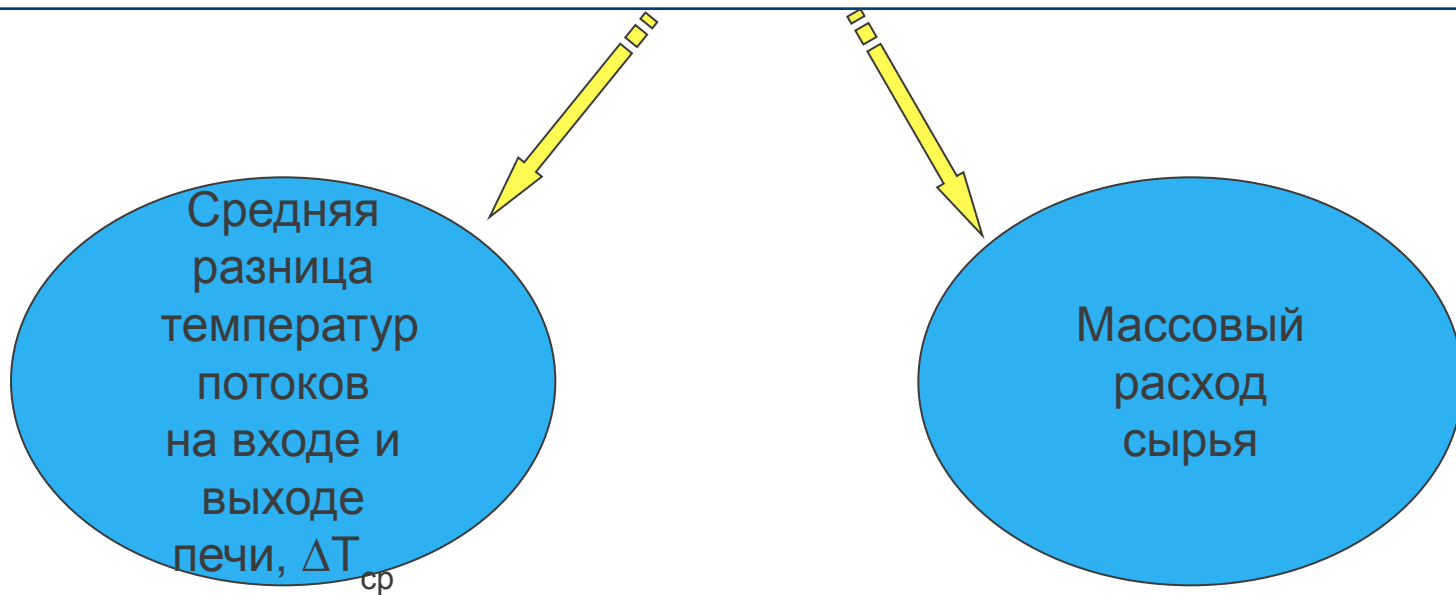
- Мониторинг ежесуточных значений параметров работы установки;
- Расчет ежесуточных значений потребления условного топлива (УТ) в ПО HYSYS;
- Разработка методики статистической обработки массивов данных по расходу сырья, температур потоков в печах и расчетных норм потребления УТ
- Построение математической модели потребления энергоресурсов в печах установки Л-24/9

# Принципиальная технологическая схема установки Л-24-9



# Факторы, влияющие на потребление энергоресурсов

---



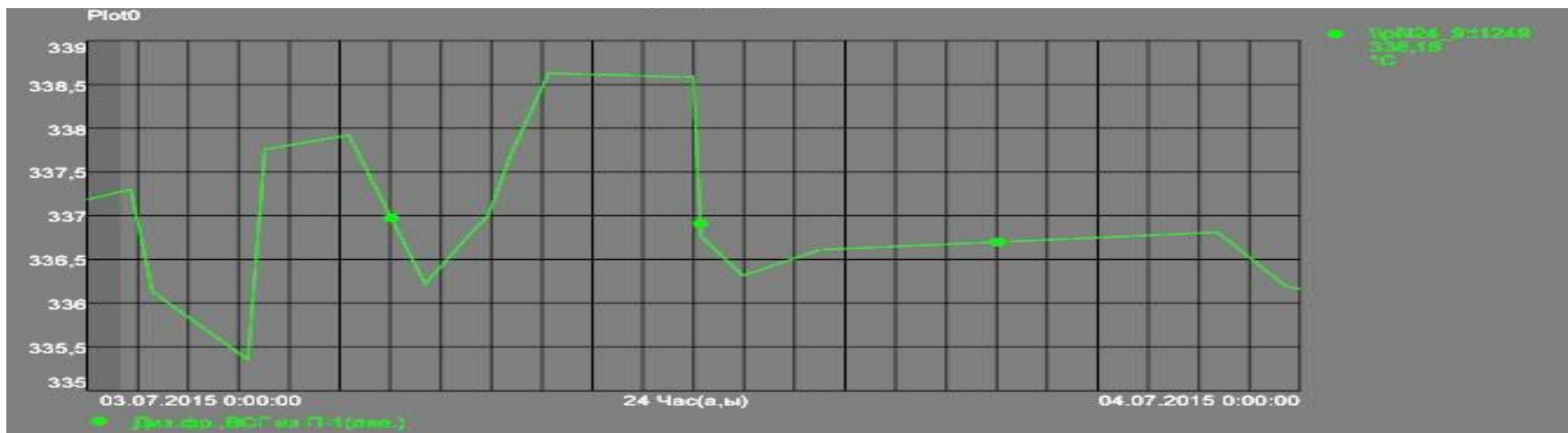
$$\Delta T_{cp} = \frac{(T_{вых} - T_{вх})_л + (T_{вых} - T_{вх})_п}{2}$$

где  $T_{вх}$  – температура потока на входе в печь;  
 $T_{вых}$  – температура потока на выходе из печи;  
л – левый поток, п – правый поток.

# Сбор информации

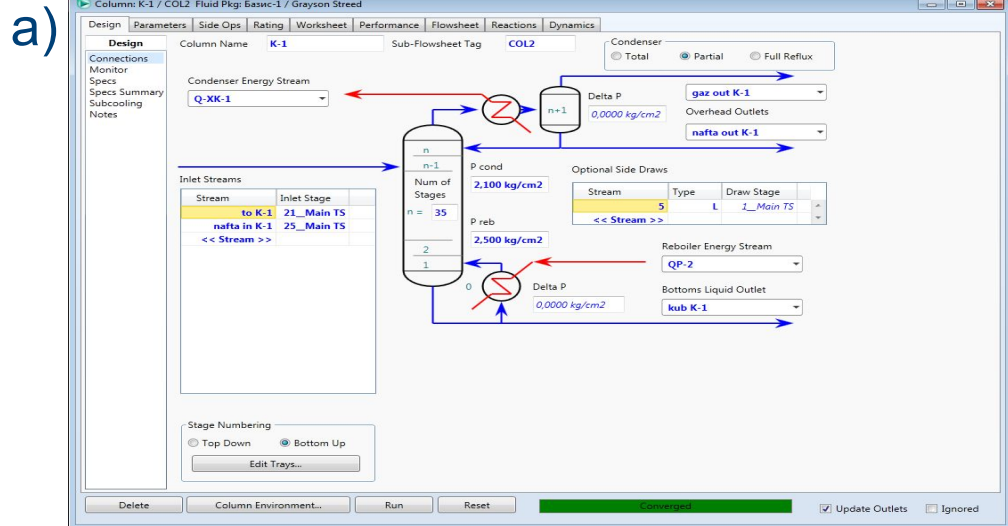
Объект	За сутки									Накопление										
	Расход сырья, т.		Уд. норма кг.у.т/т		Расход, т.у.т.		ж. т., т.	г. т., т.	% г.т.	Расход сырья, т.		Уд. норма кг.у.т/т		Расход, т.у.т.		ж. т., т.	г. т., т.	% г.т.		
	План	Факт	План	Факт	План	Факт	Факт	Факт	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	Факт	Факт	Факт		
<b>Н4-ПАУВПН</b>																				
П-24-9	5794,43	5676,65	12,670	10,974	71,92	62,29			35,87	100	75327,6	75285,1	12,670	11,307	953,86	851,26			486,43	100

Суточная сводка потребления планового и фактического условного топлива за 13.06.2015.



Почасовой график мониторинга температур на выходе из печи для левого потока реакторного блока за 03.07.15.

# Расчет удельного потребления топлива в ПО HYSYS



б)

	A	B	C
2	П-1 левая	5.018 Mkcal/h	
3	П-1 правая	4.757 Mkcal/h	
4	П-2	7.892 Mkcal/h	Расход сырья
5	Сумма	17.67 Mkcal/h	254.2 tonne/h
6	С учетом КПД	25.24 Mkcal/h	
7	Калорийность то...	7000	Расчетная норма
8	Потребление топ...	2523.9246 kg/h	потребления топлива
9	С учетом КПД	3605.6065 kg/h	14.19

б)

Iter	Step	Equilibrium	Heat / Spec
1	1.0000	0.000016	0.000012
2	1.0000	0.000006	0.000030

Specifications	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Флегмовое число	0,8150	0,8074	-0,0094	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Расход газа	2600 m <sup>3</sup> /h (gas)	2246	-0,1360	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Расход бензина	4,000 m <sup>3</sup> /h	3,821	-0,0446	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Расход орошения	15,20 m <sup>3</sup> /h	14,04	-0,0761	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Расход кубового продукта	315,0 m <sup>3</sup> /h	292,3	-0,0720	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
% H2S в ОДТ	1,000e-007	3,401e-021	-1,9613	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Темп. в конденсаторе	38,60 C	38,60	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Темп. верха	122,0 C	122,0	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Темп. низа	286,0 C	286,0	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Нагрузка П-2	3,556e+007 kJ/h	3,302e+007	-0,0112	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S Rate	1,000e-002 kg/h	3,583e-003	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- а) конфигурация колонны стабилизации;  
 б) спецификации для расчета колонны стабилизации;  
 в) расчет удельного потребления топлива

# Сбор информации

## Данные по энергопотреблению с 01.06.2015 по 6.06.2015

Дата	Переработано сырья, т	План, кг УТ/т	Факт, кг УТ/т	$\Delta T_{\text{ср}}$	Расчетное потребление УТ, кг УТ/т
01.июн	5658	12,67	13,22	31,0	14,80
02.июн	5519	12,67	12,47	36,1	16,27
03.июн	5525	12,67	11,83	35,3	16,05
04.июн	5524	12,67	13,21	35,0	15,96
05.июн	5937	12,67	12,03	36,0	15,55
06.июн	5880	12,67	11,67	35,4	15,61

## Данные по энергопотреблению с 01.07.2015 по 6.07.2015

Дата	Переработано сырья, т	План, кг УТ/т	Факт, кг УТ/т	$\Delta T_{\text{ср}}$	Расчетное потребление УТ, кг УТ/т
01.июл	4983	10,93	9,06	28,8	14,22
02.июл	5263	10,93	8,94	26,8	13,63
03.июл	5507	10,93	9,74	27,8	13,76
04.июл	5471	10,93	8,81	26,0	13,35
05.июл	5846	10,93	7,62	28,2	13,72
06.июл	5811	10,93	8,74	25,9	13,19



# Статистическая обработка

---

Типы сравнения выборок для каждого месяца:

1 - расчетная норма потребления условного топлива -  $\Delta T_{\text{ср}}$ ;

2 - расчетная норма потребления условного топлива - массовый расход сырья;

3 - фактическое потребление условного топлива -  $\Delta T_{\text{ср}}$ ;

4 - фактическое потребление условного топлива - массовый расход сырья.

# Статистическая обработка

Проверка характера распределения вариант выборки

критерий Пирсона

Значение критерия Пирсона  $\chi^2$ :

$$\chi_{\text{набл}}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i - n_i^0)^2}{n_i^0}, \text{ где } n_i - \text{значение одного из факторов;}$$

$n_i^0$  – теоретические частоты, которые вычисляются по формуле:

$$n_i^0 = \frac{nh}{S} \varphi(u_i), \text{ где } u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S}, \text{ h – шаг между вариантам, } \varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2}$$

№ типа сравнения выборки	$\chi^2_{\text{кр}}$		$\chi^2_{\text{набл}}$	
	июнь	июль	июнь	июль
1	40,1	41,3	$6,3 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^4$
2			$4,2 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^6$
3			$1,0 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$
4			$1,6 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^6$

# Статистическая обработка

Оценки различий между  
двумя выборками

критерий  
Розенбаума

критерий Манна-  
Уитни

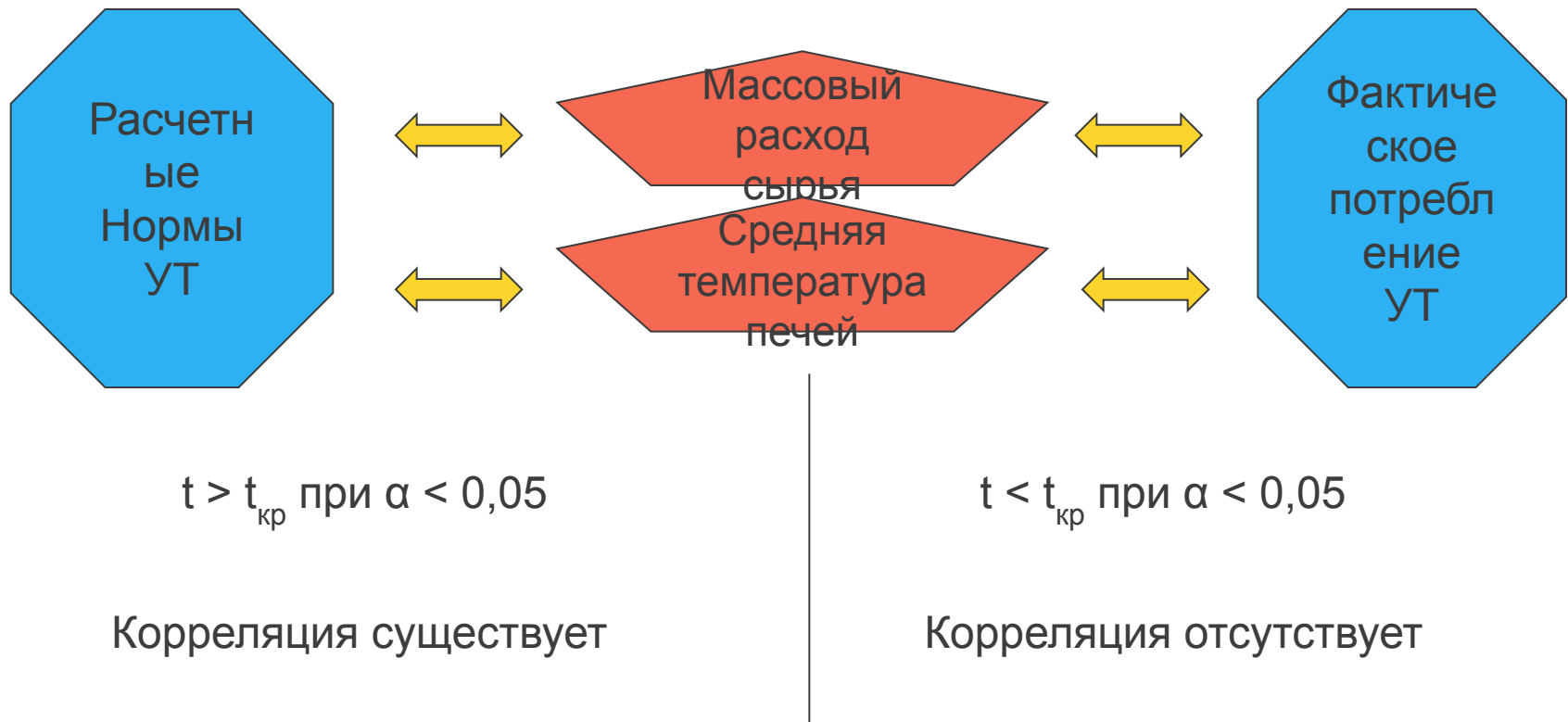
Критерий Розенбаума  $Q$  - простой непараметрический критерий, основан на сумме значений признака из двух выборок:  $Q = S_1 + S_2$ .

Критерий Манна-Уитни  $U$  определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами.

№ типа сравнения выборок	Q-критерий Розенбаума		U-критерий Манна-Уитни	
	$Q_{кр}$	$Q_{эмп}$	$U_{кр}$	$U_{эмп}$
1	8	29	350	2
2		29		1
3		29		2
4		18		195

# Проверка наличия корреляции

Проверим наличие корреляции с использованием критерия Спирмена  $\rho$  и его пересчетом на критерий Стьюдента  $t$ .



# Анализ данных в ПО Unscrambler

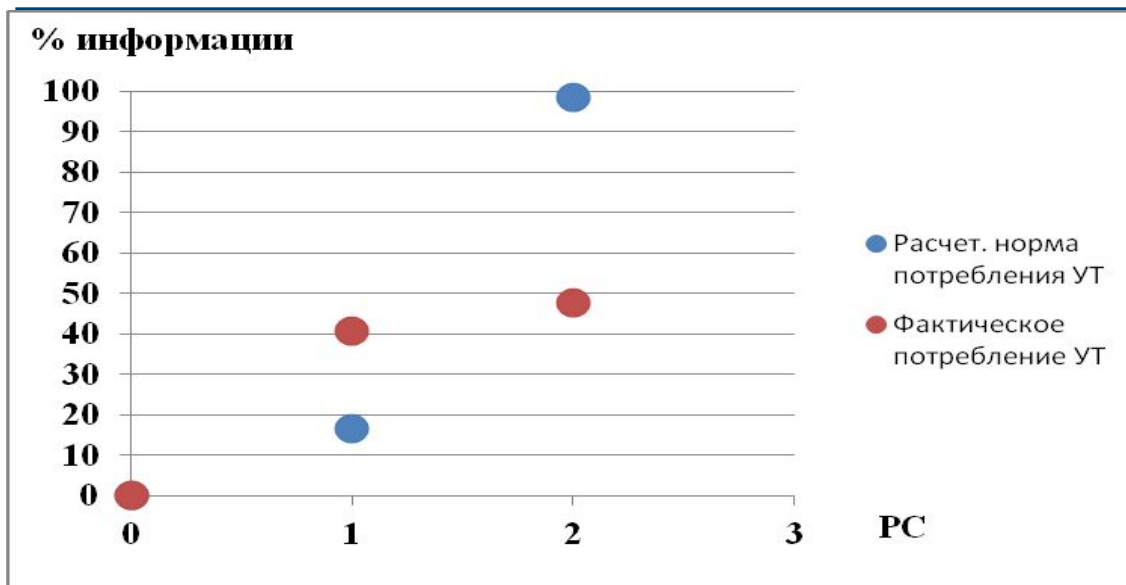


График X- и Y-нагрузок для расчетного и фактического потребления условного топлива за июнь

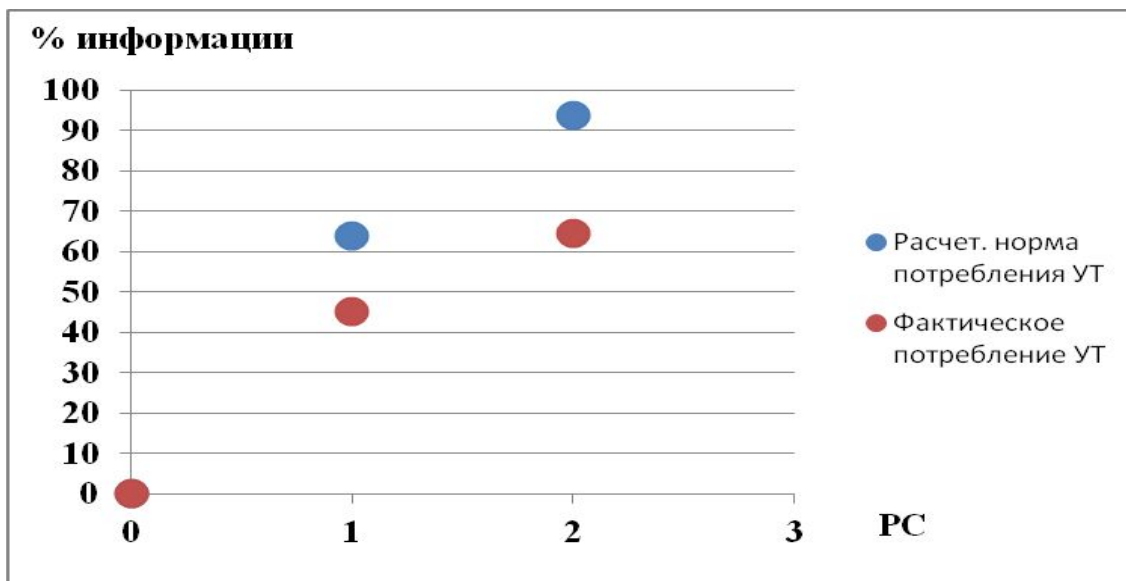


График X- и Y-нагрузок для расчетного и фактического потребления условного топлива за июль

# ТРУДНОСТИ и ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ

---

Трудности	Пути решения проблем
Уточнение величины значений потребления условного топлива	Анализ значительных массивов данных в ПО HYSYS и их статистическая обработка
Оценка целесообразности введения мероприятия по снижению расхода условного топлива	
Прогнозирование возможного потребления УТ	Математическая обработка значительных массивов данных в ПО Unscrambler

# ВЫВОДЫ

---

1. Разработана методика оценки норм потребления и фактического расхода УТ на примере установки Л-24/9: прогнозирование расчетного потребления УТ возможно по двум факторам - средней разнице температур потоков печей и массового расхода сырья.
2. На компьютерной и статистической моделях показано, что установка рекуперативных теплообменников значительно уменьшила фактический расход топлива.
3. Установлено, что при достоверно большем значении расчетной нормы потребления УТ по сравнению с фактическим, необходима поверка показателей приборов учета, а при необходимости, наладка и ремонт отдельных их частей.

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

---

**Бабидорич Максим Иванович**

---

**8-953-394-16-28**

[babidoritch2011@yandex.ru](mailto:babidoritch2011@yandex.ru)