

# ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Султангузин Ильдар Айдарович, д.т.н., проф.ИПЭЭФ  
Главный научный сотрудник ОАО «Газпром промгаз»



Шомов Петр Аркадьевич, к.т.н.,  
Директор НТЦ «Промышленная энергетика»

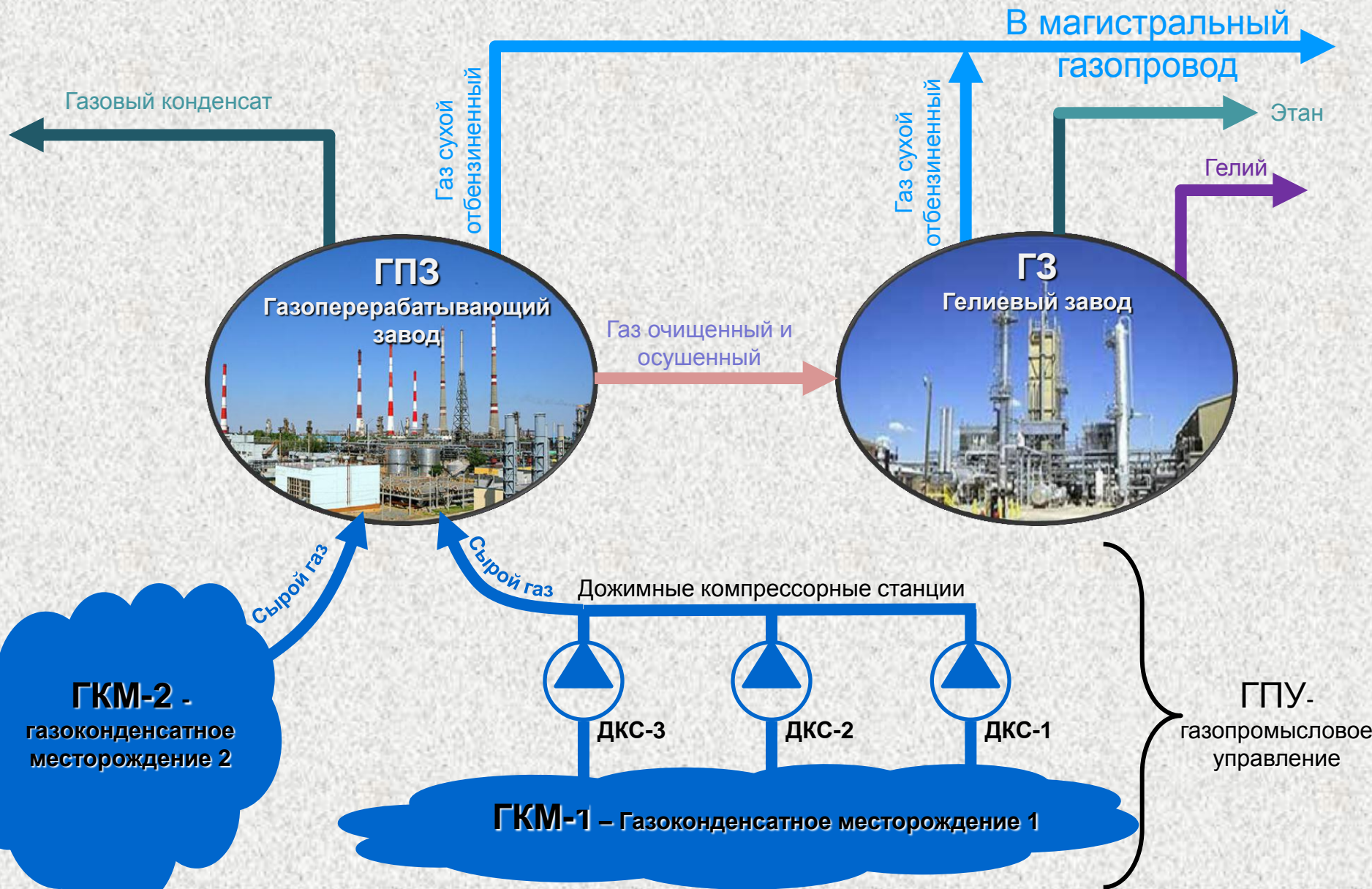


Научно-технический центр  
**ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА**

Москва, 2013



# Структурная схема ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА



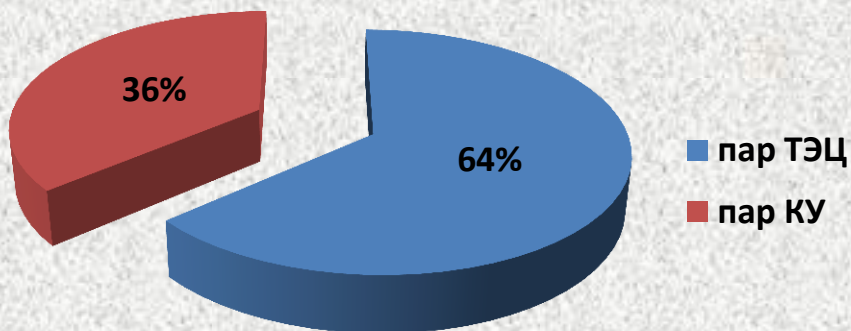
# ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС



## Газоперерабатывающий завод (ГПЗ)

Основной энергоресурс –  
пар

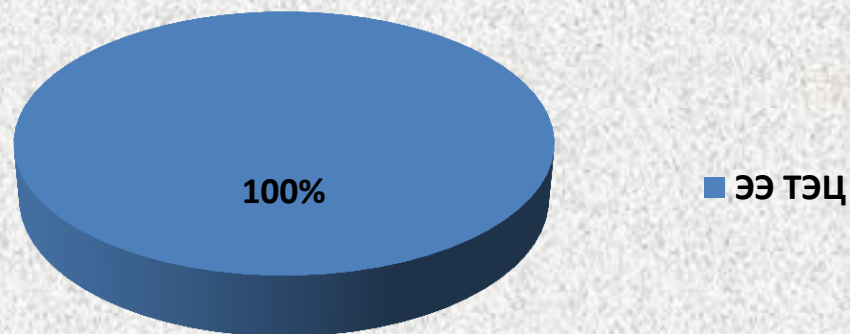
### Потребление пара ГПЗ



## Гелиевый завод (ГЗ)

Основной энергоресурс –  
электроэнергия

### Потребление электроэнергии ГЗ





# ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГПЗ ИСХОДНЫЙ

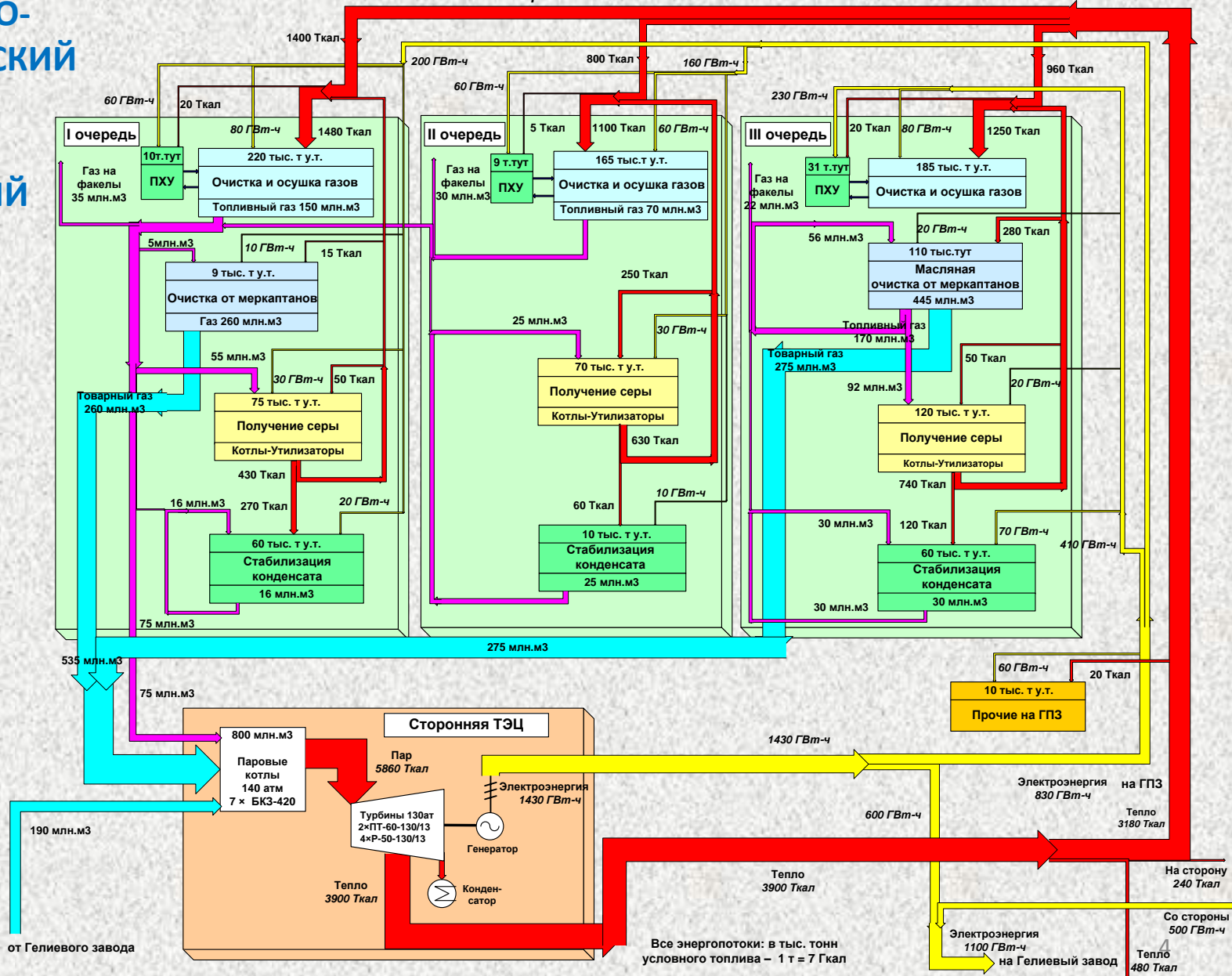
## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Потребление ТЭР всего: 1270 тыс.т у.т., в т.ч.: газа – 400 млн.м3, электроэнергии - 2000 ГВт-ч, теплоэнергии – 3600 тыс.Гкал

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Потребление ТЭР: 980 тыс.т у.т., в т.ч.: газа – 320 млн.м3, покупной электроэнергии - 900 ГВт-ч, теплоэнергии со стороны – 3120 тыс.Гкал

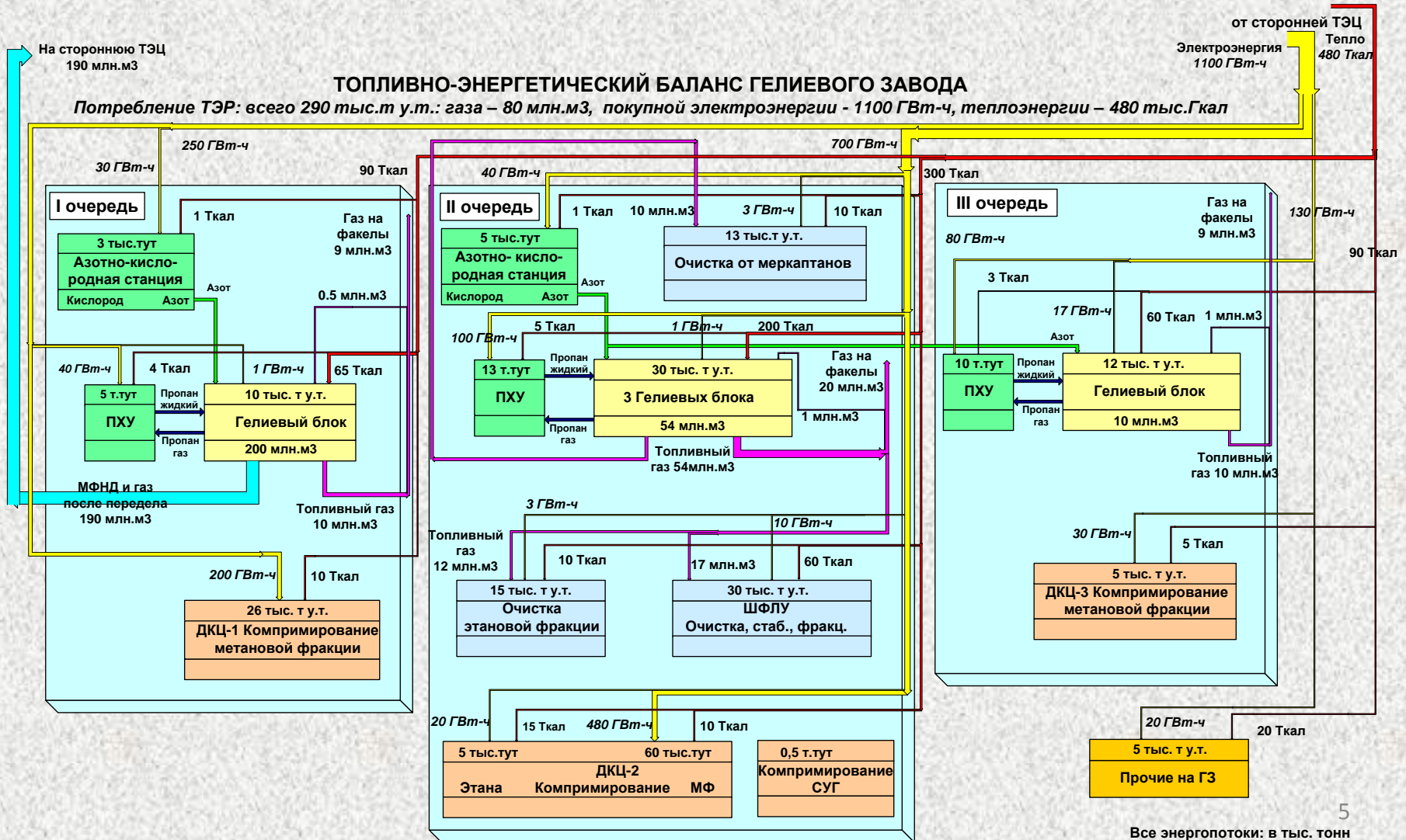
Собственная выработка ВЭР – 1880 тыс.Гкал



# ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГЕЛИЕВОГО ЗАВОДА

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Потребление ТЭР всего: 1270 тыс.т у.т., в т.ч.: газа – 400 млн.м3, электроэнергии - 2000 ГВт-ч, теплоэнергии – 3600 тыс.Гкал



5  
Все энергопотоки: в тыс. тонн условного топлива – 1 т = 7 Гкал

# РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ГПК

- ✓ Стоимость покупных электроэнергии и тепла в 3-5 раз выше себестоимости производства собственных энергоресурсов
- ✓ Рассмотрены 2 варианта покрытия нагрузок:
  - газотурбинная ТЭЦ и
  - парогазовая ТЭЦ

ТЭЦ на основе ГТУ	ТЭЦ на основе ПГУ
Покрытие электрической нагрузки за счет ГТУ	Котел-утилизатор с двумя контурами: 76 бар (ВД) и 7 бар (СД)
Покрытие тепловой нагрузки – за счет выработки пара давлением 12 бар и температурой 250 °С в котле-утилизаторе (КУ)	Пар ВД направляется в противодавленческую турбину типа Р с противодавлением 7 бар – дополнительная электроэнергия в паровой турбине, отработанный пар смешивается с паром СД из КУ и направляется на ГПЗ

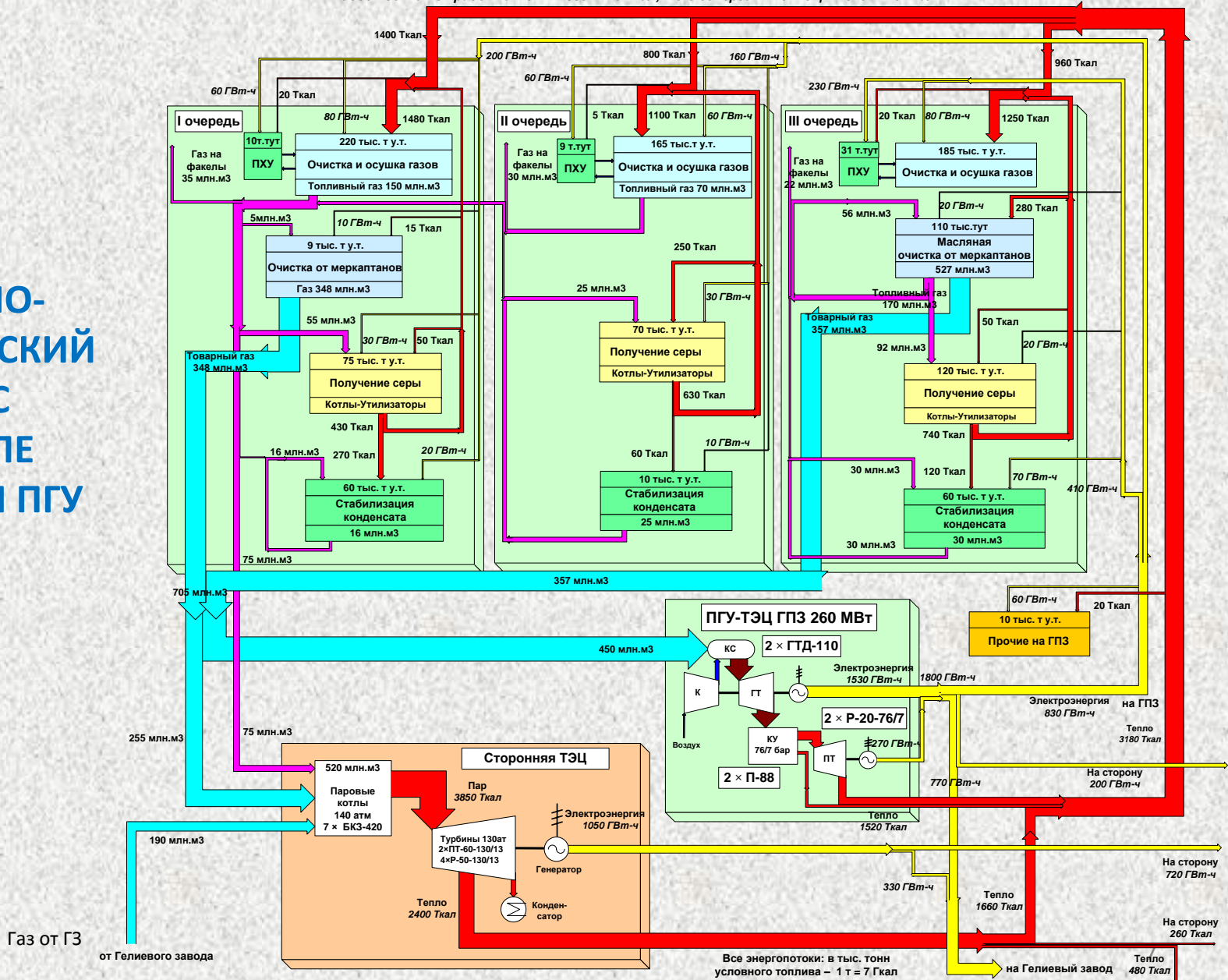
### ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Потребление ТЭР всего: 1420 тыс.т у.т., в т.ч.: газа – 880 млн.м3, электроэнергии - 130 ГВт-ч, теплоэнергии – 2140 тыс.Гкал

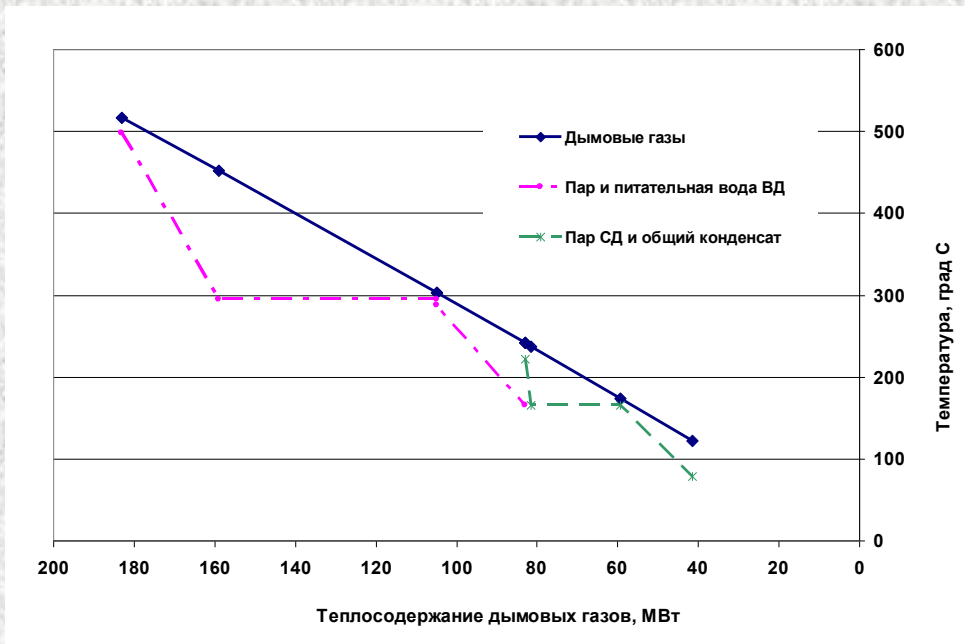
### ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Потребление ТЭР: 1215 тыс.т у.т., в т.ч.: газа – 800 млн.м3, продажа электроэнергии - 200 ГВт-ч, теплоэнергии со стороны – 1660 тыс.Гкал  
Собственная выработка ВЭР – 1880 тыс.Гкал, теплоэнергия ПГУ-ТЭЦ – 1520 тыс.Гкал

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГПЗ ПОСЛЕ ВНЕДРЕНИЯ ПГУ

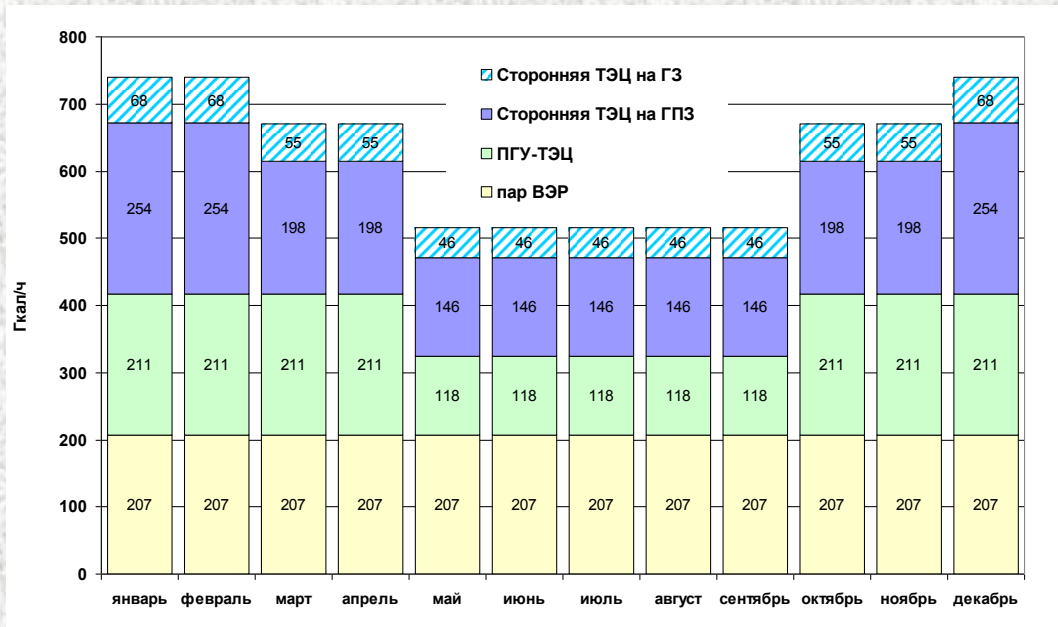






Т-Q диаграмма двухконтурного котла-утилизатора ПГУ

График покрытия тепловых нагрузок ГПК в течение года паром ВЭР, паром ПГУ-ТЭЦ и паром сторонней ТЭЦ



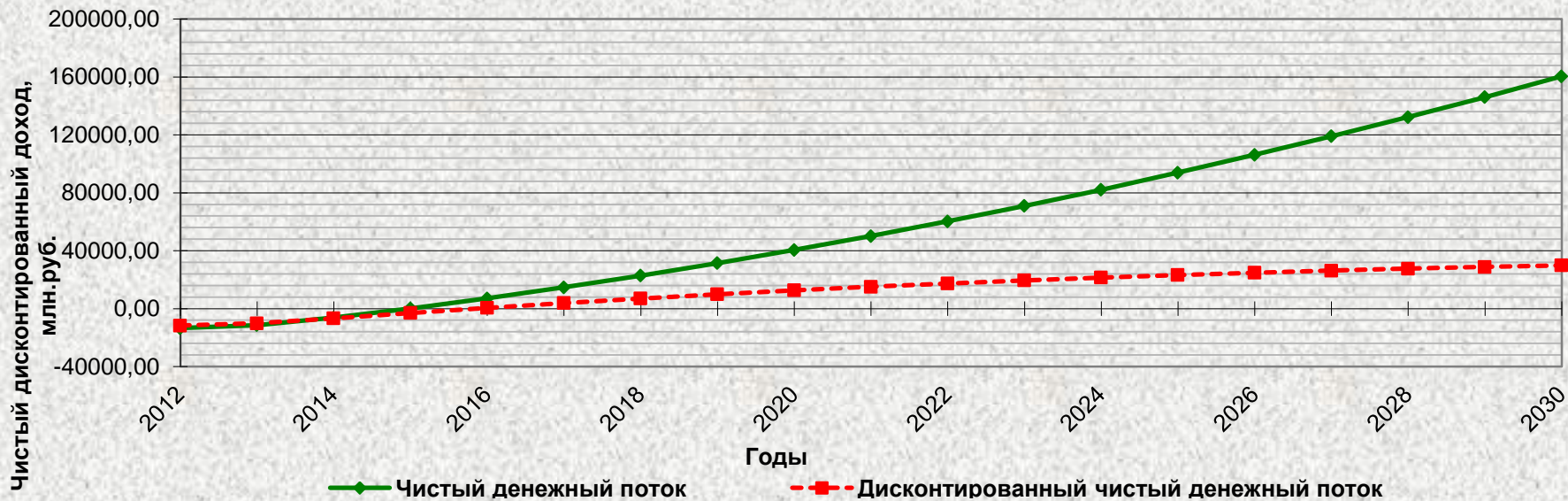


# СРАВНЕНИЕ ПГУ И ГТУ ТЭЦ

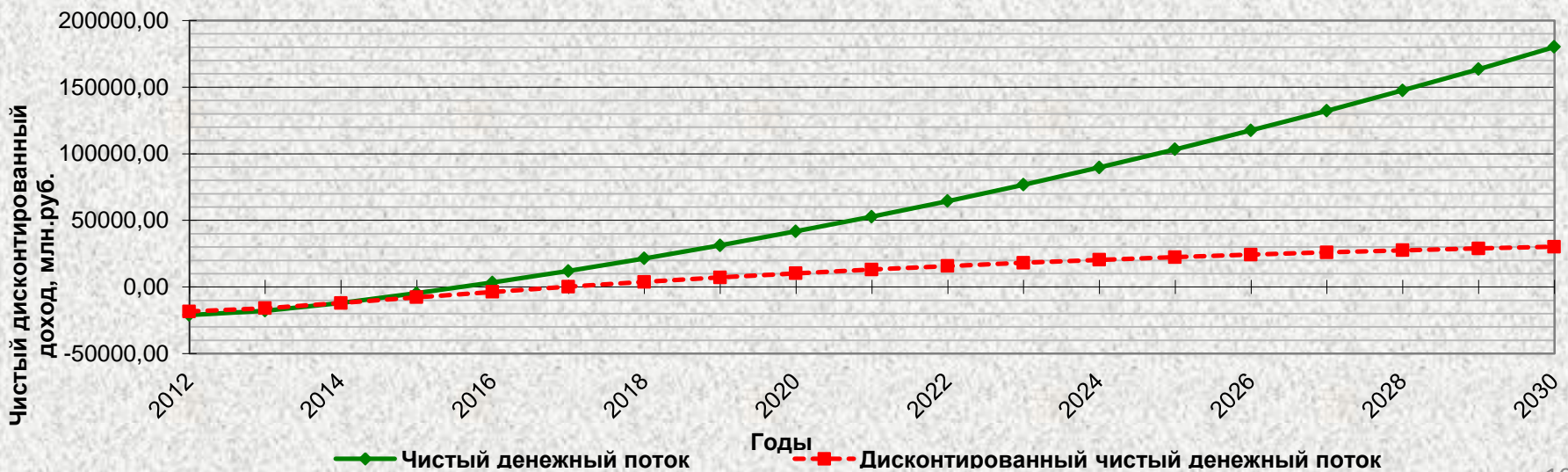
Параметр	ГТУ	пгу
Мощность электрическая ГТУ, производитель	<b>2 x 100 МВт</b> <b>LMS100</b> General Electric	<b>2 x 110 МВт</b> <b>ГТД-110</b> НПО «Сатурн»
Модель котла-утилизатора, производитель	Серия «П» ОАО «ЗИО»	Серия «П» ОАО «ЗИО»
Мощность электрическая ПТУ, производитель	-	20 МВт Т-35/47-7,4 ЗАО «УТЗ»
КИТ ЭЭ	44%	42%
КИТ ТЭ	42%	43%
КИТ	86%	85%
Время работы, час	6924/8016	6924/8016
Кап. вложения, млн. руб.	12 000	18 800
Срок окупаемости, лет	4/3	4/3,5

# ГРАФИКИ ОКУПАЕМОСТИ ПРОЕКТОВ

ГТУ



ПГУ



# ДРУГИЕ ВАРИАНТЫ УСТАНОВОК

Параметр/ установка	3 х ГТЭ-65	1 х ГТЭ-160	2 х ГТЭ-115	2 х ГТД-110 + Т-35-7,4	2 х PG9171E (MS9001E)*	2 х LMS-100
Производитель	ОАО «Силовые машины»	ОАО «Силовые машины»	ОАО «Турбо- атом» (Украина)	НПО «Сатурн»+ ЗАО «УТЗ»	<b>General Electric</b>	<b>General Electric</b>
Мощность электриче- ская, МВт	<b>61,5</b>	<b>157</b>	<b>119</b>	<b>110</b>	<b>126,1</b>	<b>100</b>
КПД, %	<b>35,20</b>	<b>34,40</b>	<b>33,75</b>	<b>42,00</b>	<b>33,79</b>	<b>44,09</b>

\* - тип HD – Heavy Duty



# ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ГПК

- Процессы газопереработки осуществляются в диапазоне температур  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Большое количество неиспользуемых ВЭР
- Большой расход электроэнергии на аппаратах воздушного охлаждения и на насосах перекачки оборотной воды
- Благоприятная среда для применения тепловых насосов
- Срок окупаемости проектов по установке тепловых насосов – 1,5 – 3 года

# Установка АБХМ для охлаждения природного газа после его очистки от серы перед осушкой с использованием тепла конденсата

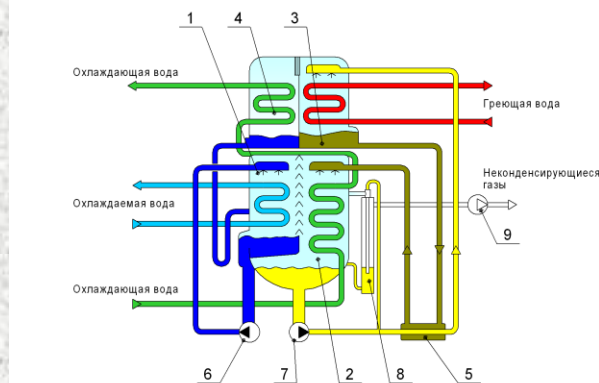
Экономия электроэнергии на ПХУ: 5 000 МВтч/год. Капитальные затраты: 23 млн. руб.  
Экономический эффект: 13 млн. руб./год и срок окупаемости: 1,6 года

– Захлаживание конденсата с ребойлеров  
оборотной водой с 120 С до 70 С



**В рамках мероприятия предлагается установить:**

**Абсорбционные  
холодильные  
машины  
Теплосибмаш  
для охлаждения  
очищенного газа  
перед сушкой:  
АБХМ-600В и  
АБХМ-1000В**



1 - испаритель  
2 - абсорбер  
3 - генератор  
4 - конденсатор  
5 - теплообменник  
6 - насос хладагента  
7 - насос растворный  
8 - газодельитель  
9 - насос вакуумный

■ - хладагент (вода)      ■ - слабый раствор LiBr      ■ - греющая вода  
■ - хладагент (пар)      ■ - охлаждаемая вода      □ - неконденсирующиеся газы  
■ - крепкий раствор LiBr      ■ - охлаждающая вода

**Используется тепло конденсата с ребойлеров  
- Охлаждение со 120 С до 90 С**

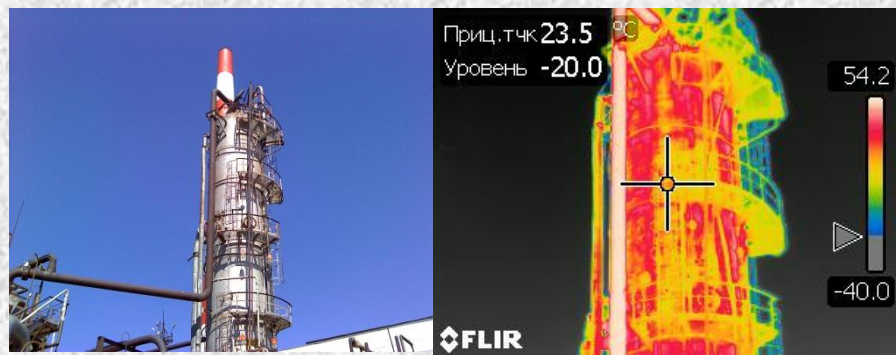
**Экономия холода в испарителе пропана: 840 кВт**

**Экономия электроэнергии на привод  
компрессора ПХУ: 800 кВт**

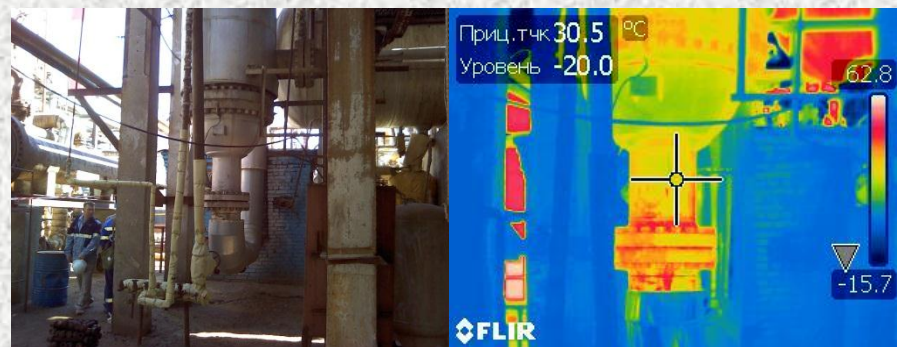


# Установка АБХМ для охлаждения природного газа после его очистки от серы перед осушкой с использованием тепла конденсата

Обессеренный газ перед его осушкой с  $t = 54\text{ C}$



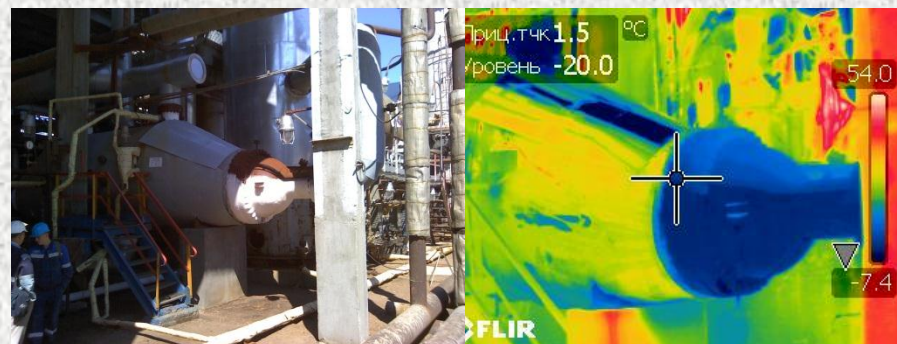
Обессеренный газ перед сепаратором с  $t = 30\text{ C}$



Обессеренный газ перед испарителем ПХУ с  $t = 11\text{ C}$



Охлаждение и осушка газа в испарителе ПХУ до  $t = -7\text{ C}$



Охлажденная вода АБХМ с  $t = 7\text{ C}$  охладит обессеренный газ на  $10\text{ C}$ , что позволит сэкономить жидкий пропан ПХУ и электроэнергию



# Установка теплового насоса для охлаждения двигателей циркуляционных насосов кубовой жидкости дебутанизатора установки разделения широкой фракции легких углеводородов

Повышение надежности работы оборудования  
Экономия природного газа в трубчатых печах. Экономия пара



**В рамках мероприятия предлагается:**

**Установить тепловой насос для охлаждения горячих циркуляционных насосов и нагрева ШФЛУ:**

**Тепловой насос НТ-320.1**

**Параметры работы теплового насоса:**

**Испаритель: охлаждение с 29 до 21 °С**

**Конденсатор: нагрев ШФЛУ с 30 до 34 оС**

**Внедрение теплового насоса позволит:**

- повысить надежность работы оборудования,
- вытеснить из технологического цикла низкокачественную оборотную воду,
- сократить потребление природного газа на трубчатых печах за счет нагрева ШФЛУ



# Установка конденсатоотводчиков на ребойлеры подогрева куба десорбера установки очистки газа

Экономия тепловой энергии в паре: 54 000 Гкал/год. Капитальные затраты: 27 млн. руб.  
Экономический эффект: 43,5 млн. руб./год и срок окупаемости: 0,62 года

## Паровые ребойлеры



В рамках мероприятия  
предлагается установить:

Конденсатоотводчики Armstrong:

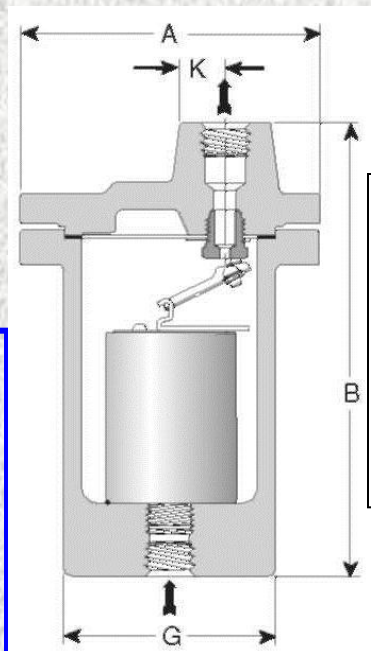
Серии 300 модель 316, DN50

Параметры пара на входе в 24 ребойлера

Давление: 6 кгс/см<sup>2</sup>

Расход пара: 192 т/час

На выходе 5-10% пролетного пара





# Установка турбодетандерного агрегата на узле редуцирования газа на сторонней ТЭЦ

Выработка электроэнергии: 13 000 МВт-ч/год. Капитальные затраты: 50 млн. руб.  
Экономический эффект: 38,5 млн. руб./год и срок окупаемости: 1,3 года

Узел редуцирования природного газа  
на ТЭЦ



**Параметры товарного газа до и после дроссельных клапанов**

Давление: 48 кгс/см<sup>2</sup>  2 кгс/см<sup>2</sup>

Расход газа: от 40 до 70 тыс.м<sup>3</sup>

**В рамках мероприятия предлагается установить:**

**Установить турбодетандер**

**Мощность генератора на клеммах  
от 1,5 до 2,5 МВт**

**Давление газа на входе: 16 кгс/см<sup>2</sup>**

**Давление газа на выходе: 2 кгс/см<sup>2</sup>**



# Энергосберегающие мероприятия, связанные с установкой тепловых насосов и холодильных машин

№ ТЭО	Наименование мероприятия	Кап. затраты, млн.руб.	Экономия электроэнергии, МВт·ч/год	Экономия тепловой энергии, Гкал/год	Экономический эффект, млн.руб./год	Простой срок окупаемости, лет
ГПЗ-1	<i>Установка конденсатоотводчиков на установках сероочистки природного газа</i>	27		54000	44	0,6
ГПЗ-2	<i>Установка АБХМ для охлаждения очищенного газа на осушку в блоке очистки газов с использованием тепла конденсата</i>	23	5000	-	13	1,6
ГПЗ-3	<i>Установка двухцелевого теплового насоса в блоке осушки газов первой очереди</i>	2,6		1500	0,65	4,0
ГЗ-4	<i>Применение двухцелевого теплового насоса для охлаждения горячих насосов и нагрева ШФЛУ</i>	2,2	-	1700	0,85	2,6
ГЗ-5	<i>Установка АБХМ для охлаждения воздуха на азотно-кислородной станции</i>	2,3	*) O2 = 86т N2 = 105т		1,5	1,5
<b>Всего:</b>		<b>56,6</b>	<b>5 000</b>	<b>57200</b>	<b>60,0</b>	<b>0,94</b>

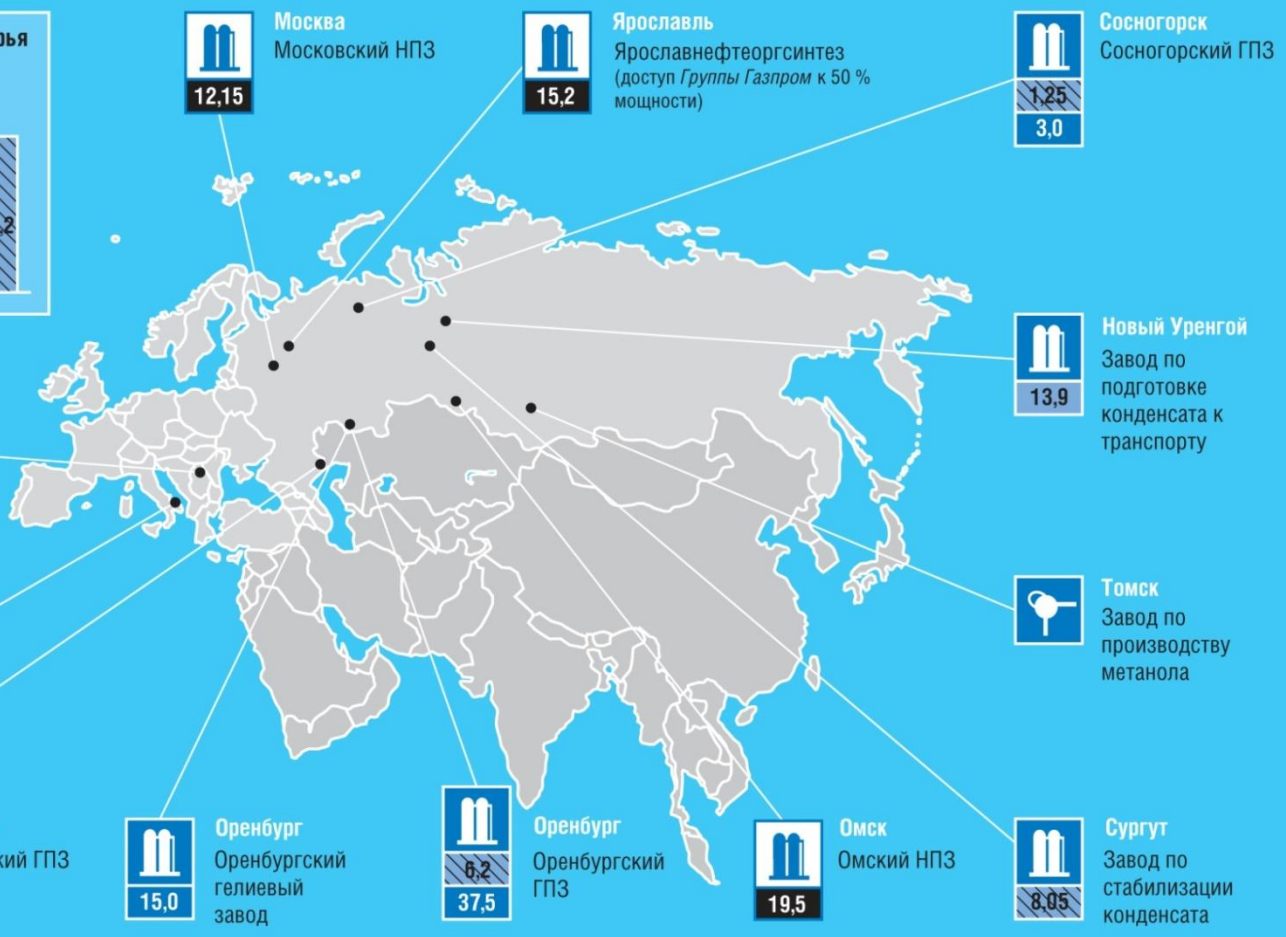
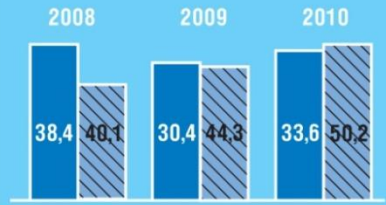
\*) Дополнительное производство жидкого кислорода O2 и азота N2


# ВЫВОДЫ


- Построение и анализ ТЭБ ГПК - основа для разработки программы энергосбережения
- Покрытие электрических и тепловых нагрузок -за счет строительства ГТУ-ТЭЦ (КИТ = 86%) или ПГУ-ТЭЦ (КИТ = 85%). Сроки окупаемости обоих проектов 3,5 – 4 года.
- Вариант с ГТУ-ТЭЦ предпочтителен.
- Проекты утилизации низкопотенциальных ВЭР ГПК с использованием тепловых насосов обладают высокой энергетической и экономической эффективностью со сроками окупаемости 1,5 – 3 года.


# ООО «Газпром переработка»

Переработка углеводородного сырья  
Группой Газпром



 ГПЗ с установленной мощностью по переработке  
8,05

 НПЗ с установленной мощностью по переработке  
12,15

 Нефте- и газохимическое производство

 12,0 Природный и попутный газ, млрд м³

 1,25 Нефть и конденсат, млн т

 8,05 Конденсат, млн т

 19,5 Нефть, млн т



# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ХЛАДАГЕНТОВ

## 1 поколение

1830 - 1930 годы

Всё, что работоспособно,  
 $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCOOCH}_3$ ,  
углеводороды  $\text{HC}$ , эфиры,  
 $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ , ...

## 2 поколение

1931 – 1990 годы

Безопасность и стабильность,  
ХФУ, ГХФУ, ГФУ,  
 $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , ...

## 3 поколение

1990 – 2010 годы

Защита озонового слоя  
 $\text{ODP} = 0$ ,  
ГХФУ, ГФУ, углеводороды  $\text{HC}$ ,  
 $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , ...

## 4 поколение

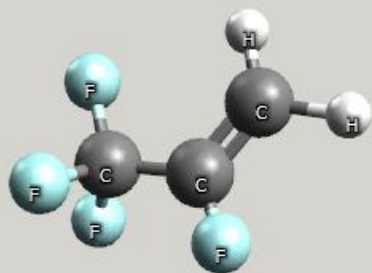
2010 год -

$\text{ODP} = 0$ ,

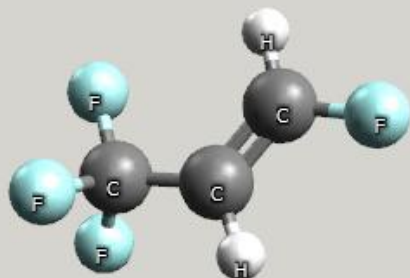
Минимальное воздействие на  
глобальное потепление  $\text{GWP} < 150$ ,  
Короткий срок жизни в атмосфере,  
Высокая эффективность

# ПРОИЗВОДСТВО ХЛАДАГЕНТОВ 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГАЗА НА ГЕЛИЕВОМ ЗАВОДЕ

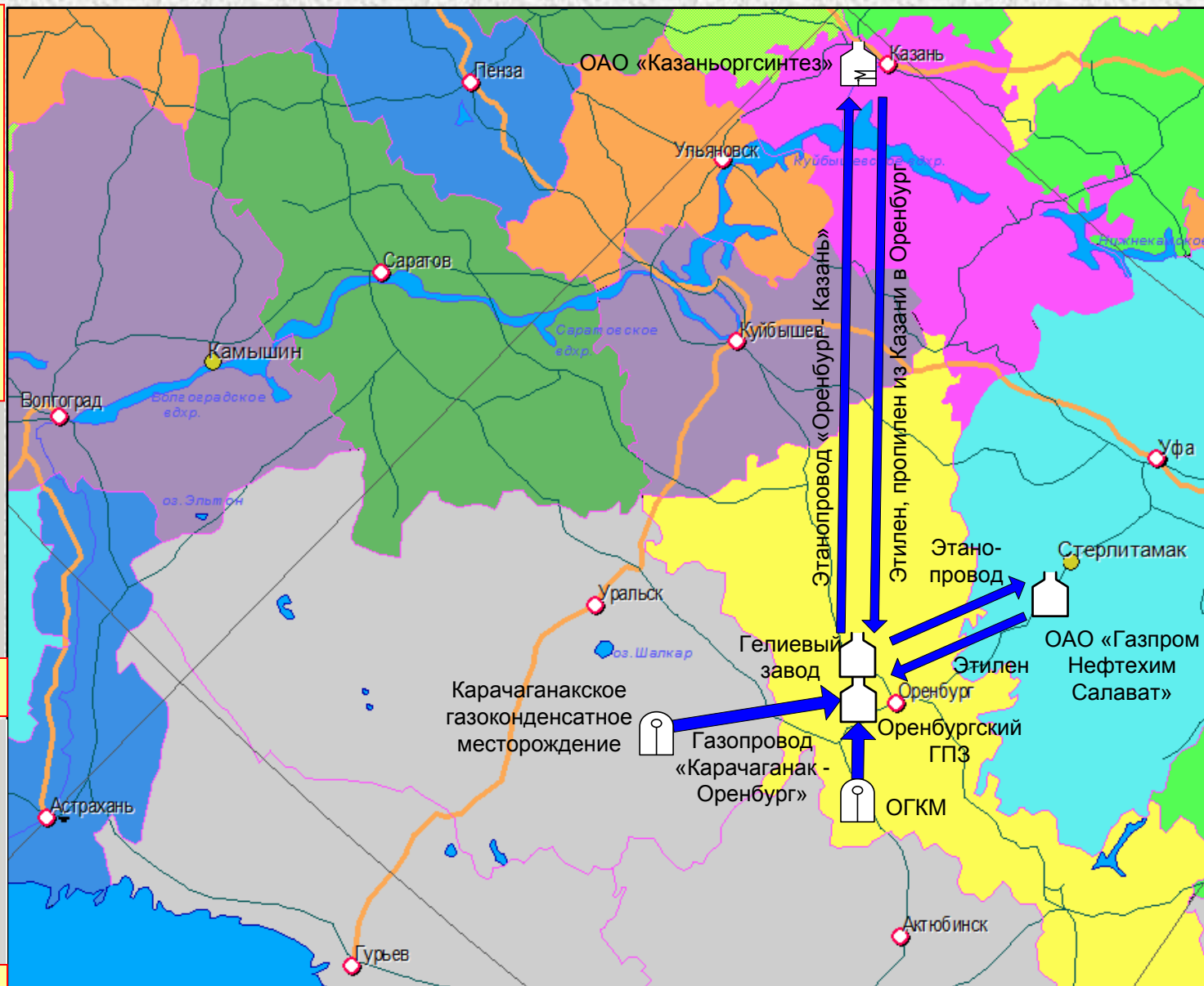
Технологические связи заводов ГПК ГПЗ и Гелиевого завода с ГKM-1, ГKM-2, «Газпром Нефтехим Салават», «КОС»



R-1234yf



R-1234ze(E)



# ПРОИЗВОДСТВО ХЛАДАГЕНТОВ 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГАЗА НА ГЕЛИЕВОМ ЗАВОДЕ

№ ТЭО	Наименование мероприятия	Кап. затраты, млн.руб.	Произв-во хладагентов тыс.т/год	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> , тыс.т/год	Экономический эффект, млн.руб./год	Простой срок окупаемости лет
ГЗ-6	<i>Производство хладагентов 4-го поколения из продуктов переработки газа на гелиевом заводе</i>	3 580	5,0	7500	16 000	0,22

## Потенциальный рынок хладагентов 4-го поколения

**Автомобильные кондиционеры - R-1234yf**  
**Стационарные кондиционеры - R-1234yf**  
**Тепловые насосы – R-1243zf, R-1234ze(E), R-1234ze(Z), R-1234yf(E)**  
**Холодильные машины - R-1234yf, R-1243zf, R-1234ze(E), R-1234yf(E)**  
**Средства пожаротушения – R-1234ze(E)**  
**Строительная пена**

**Объем потенциального рынка хладагентов 4-го поколения – более 100 000 тонн фтористых пропиленов в год**



**Спасибо за внимание!**