

KBR

LNG
СПГ

Martin Mayer

Technology Manager, LNG
Moscow SPE 24 October 2006

Мартин Майер

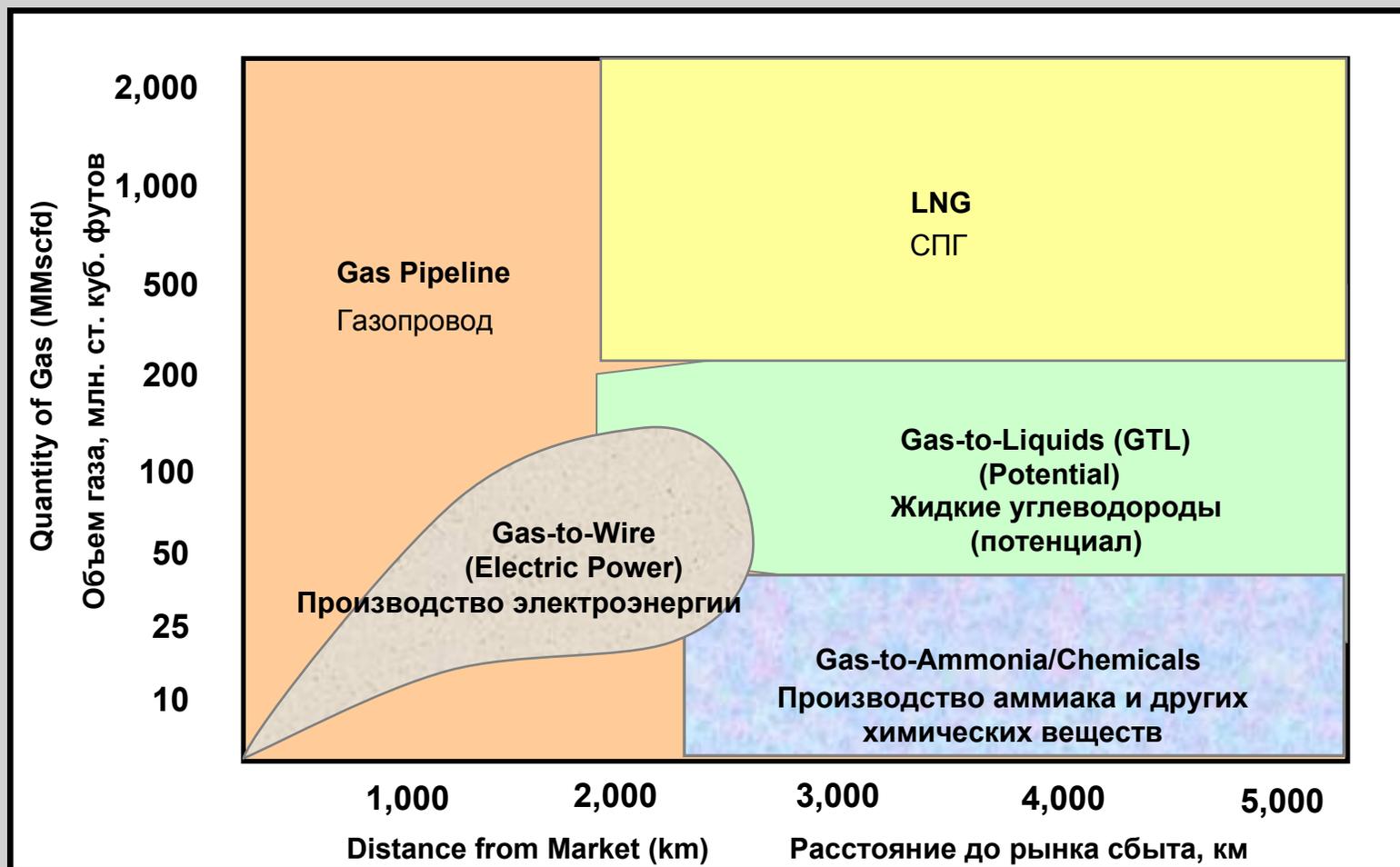
Менеджер по технологиям, СПГ
Московская секция Общества
инженеров-нефтяников

Potential Gas Markets

Потенциальные рынки сбыта газа

Market determined by product value & gas volume / cost

Рынок определяется стоимостью продукта и объемом / ценой газа



Source/ Источник: Zeus Development Corporation

Energy Density

Удельная энергия

- Natural Gas/ Природный газ: 1,000 Btu/ft³
- Oil/ Нефть: 1,000,000 Btu/ft³
- Coal/ Уголь: 500,000 Btu/ft³

- Pipeline/ Трубопровод: 100,000 Btu/ft³
- Hydrates/ Гидраты: 200,000 Btu/ft³
- CNG/ сжатый газ: 300,000 Btu/ft³
- **LNG/ Сжиженный газ: 600,000 Btu/ft³**

Btu/ft³ - куб. фут

Conversion Efficiency Comparison

Сравнение эффективности переработки

Option Вариант	Typical Thermal Efficiency, % Тепловой КПД	Remarks Примечания
Pipeline Трубопровод	>95%	Includes compression Включая компримирование
CNG Сжатый природный газ	93+	Includes loading of natural gas to ships Включая погрузку газа на суда
LNG Сжиженный природный газ	85 – 91	Includes losses during transportation and regasification Включая потери при перевозке и регазификации
FT GTL Жидкие УВ	60 – 65	For fuels based GTL plants Переработка на заводах в жидкое топливо
Methanol Метанол	63 – 66	
Gas to power Эл./энергия	30 – 60	Based on conversion of gas to power. Does not include transmission/other losses

Переработка газа в электроэнергию. Без учета потерь при передаче и т.л.

Thermal efficiency is the ratio of LHV of product and the LHV of feed
Тепловой КПД – отношение низшей теплотворной способности продукта к низшей теплотворной способности сырья

Typical Field Size

Обычные объемы запасов на месторождениях

Вариант переработки газа	Текущие / типовые мощности установок, тыс. т/сут.	Запасы на м/р, трлн. куб. футов	Диапазон запасов на м/р, трлн. куб. футов
Gas Utilization Option	Current/Typical Plant Sizes MTPD	Field size TCF	Field Size Range TCF
Ammonia Аммиак	2000	0.4	0.2 to 0.6
Methanol Метанол	3000	0.7	0.3 to 2
FT GTL Жидкие УВ	6000 (50,000 BPD)	3.1	1.5+
LNG СПГ	14630 (4 MM TPA)	5.5	3+

What is LNG?

Что такое СПГ?

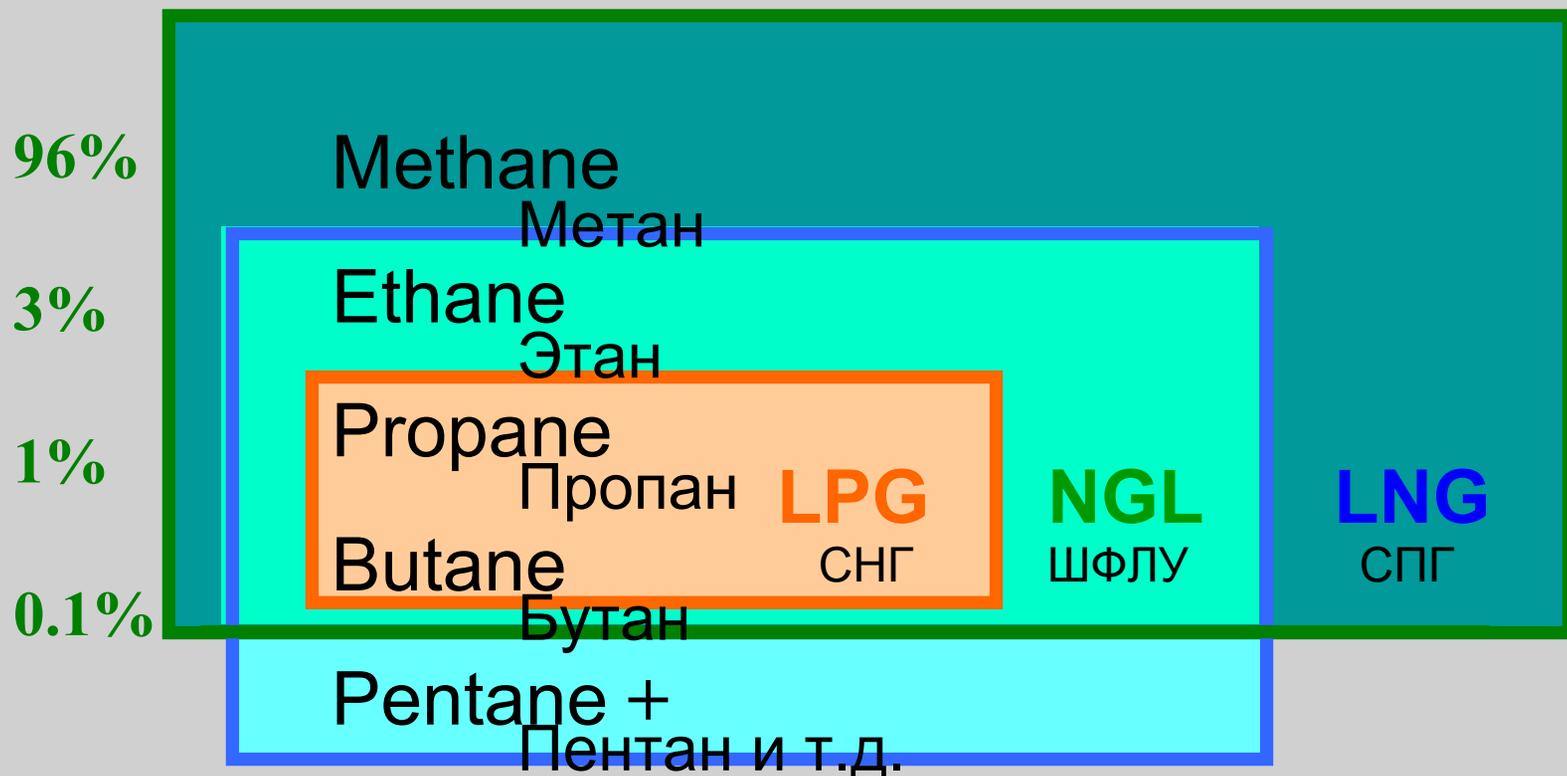
- Liquefied natural gas (LNG)
 - Natural gas cooled & condensed to liquid at -161°C & atmospheric pressure
 - Transported via ship
 - Regasified at receiving terminal
- Сжиженный природный газ (СПГ)
 - Природный газ охлаждается и конденсируется при температуре -161°C и атмосферном давлении
 - Перевозится судами
 - Проходит регазификацию на приемном терминале

Photo: Courtesy of Malaysia LNG Tiga Sdn. Bhd.

Фото предоставлено заводом СПГ «Тига», Малайзия

Definition of Liquid Products

Определение жидких продуктов



LPG – Liquid Petroleum Gas

NGL – Natural Gas Liquids

LNG – Liquid Natural Gas

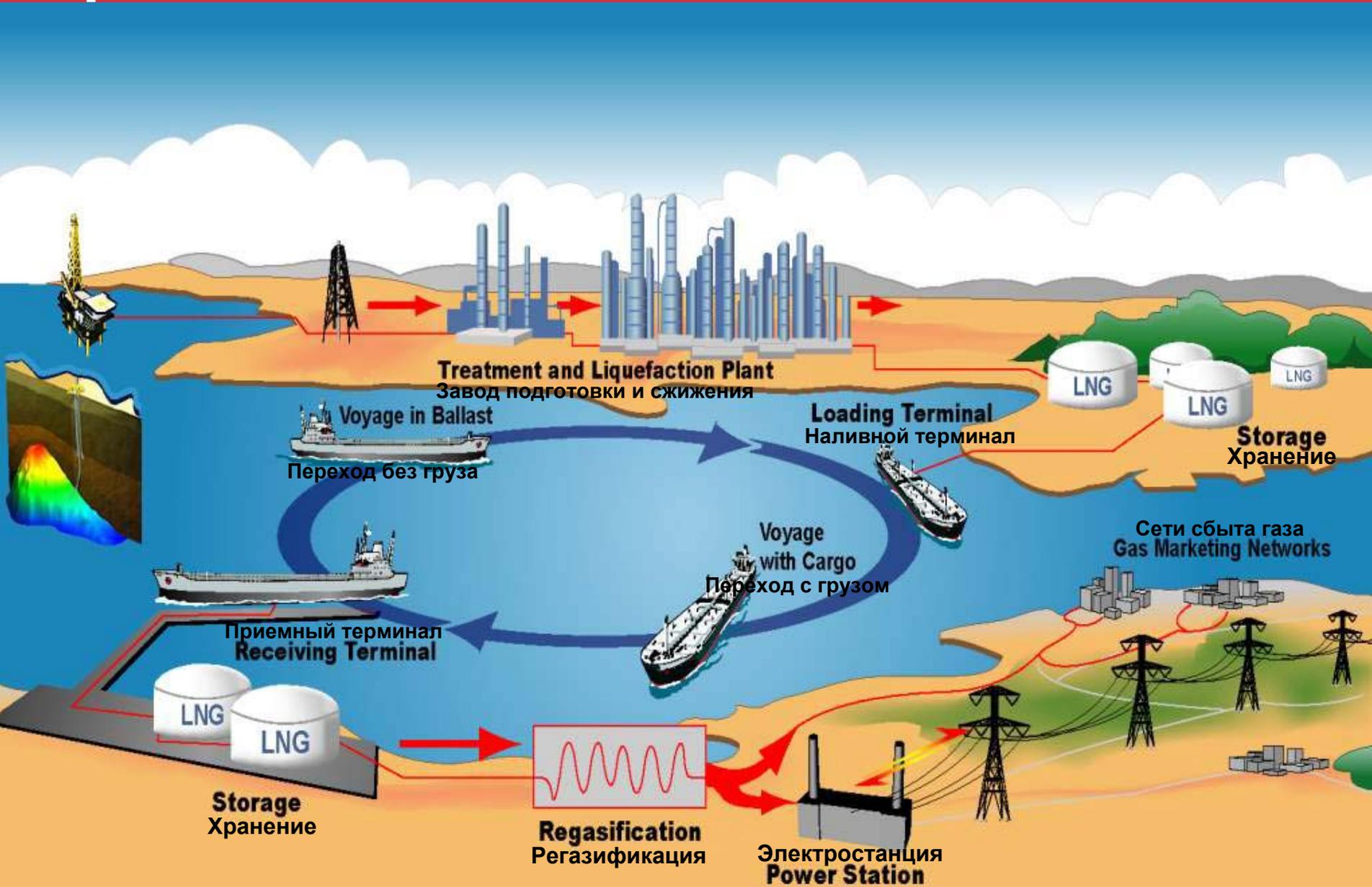
СНГ – Сжиженный нефтяной газ

ШФЛУ – Широкая фракция легких углеводородов

СПГ – Сжиженный природный газ

The LNG Value Chain

Производственно-сбытовая цепь СПГ



LNG Facilities Are Remote

Заводы по производству СПГ располагаются в отдаленных районах



NIGERIA LNG SITE – early 1990's **Завод СПГ в Нигерии – начало 1990-х гг.**

LNG Facilities Are Complex

Заводы по производству СПГ являются сложными комплексами



NIGERIA LNG FACILITY - Trains 1-5, 18 MTPA LNG Capacity
Завод СПГ в Нигерии - Технологические линии 1-5, 18 млн. т. СПГ в год

LNG Facilities Are Large

Заводы по производству СПГ занимают большую площадь

1 технологическая линия занимает площадь, равную площади 6-7 полей для американского футбола

1 Train is ~ 6 to 7 Football Fields



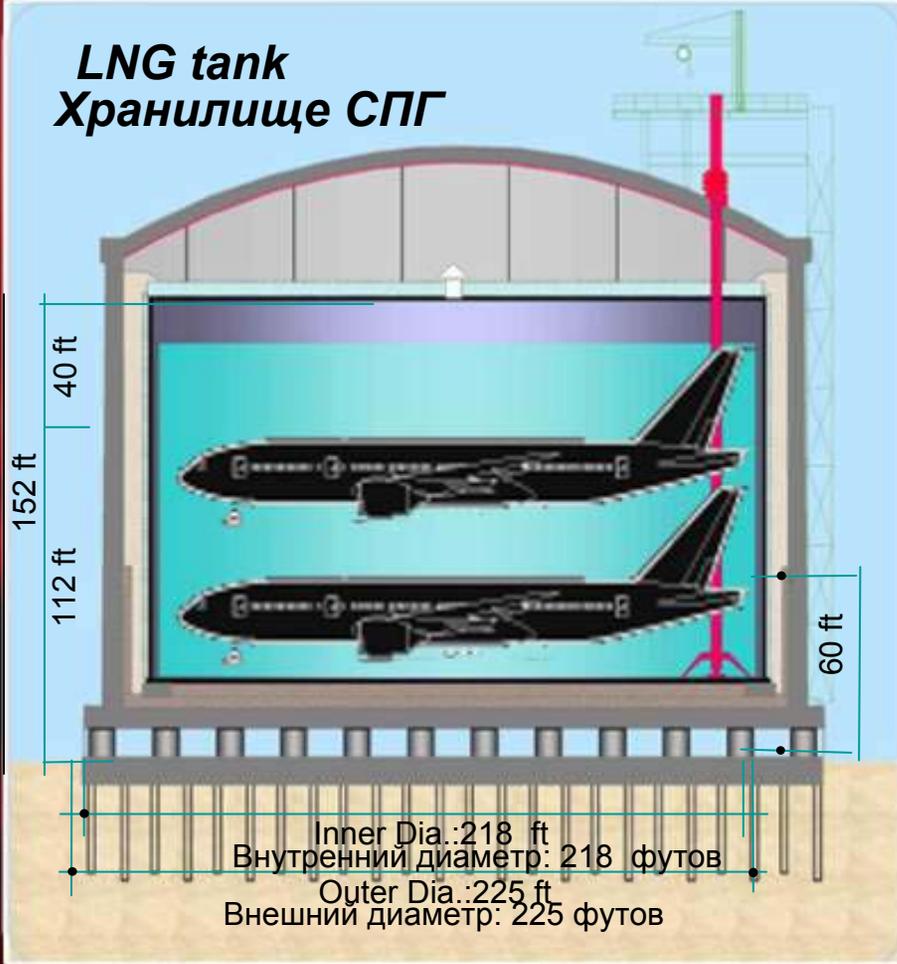
408 NFL playing fields
equal Northwest Shelf
LNG facility plot area

Завод СПГ «Нортвест-Шельф» занимает площадь, равную площади 408 полей для американского футбола

LNG Storage Tanks Are Large

Емкости хранения СПГ имеют большие размеры

LNG tank Хранилище СПГ



Section
Вид сбоку



Plan
Вид сверху

LNG Train

Технологическая линия производства СПГ



Major Cost Issues

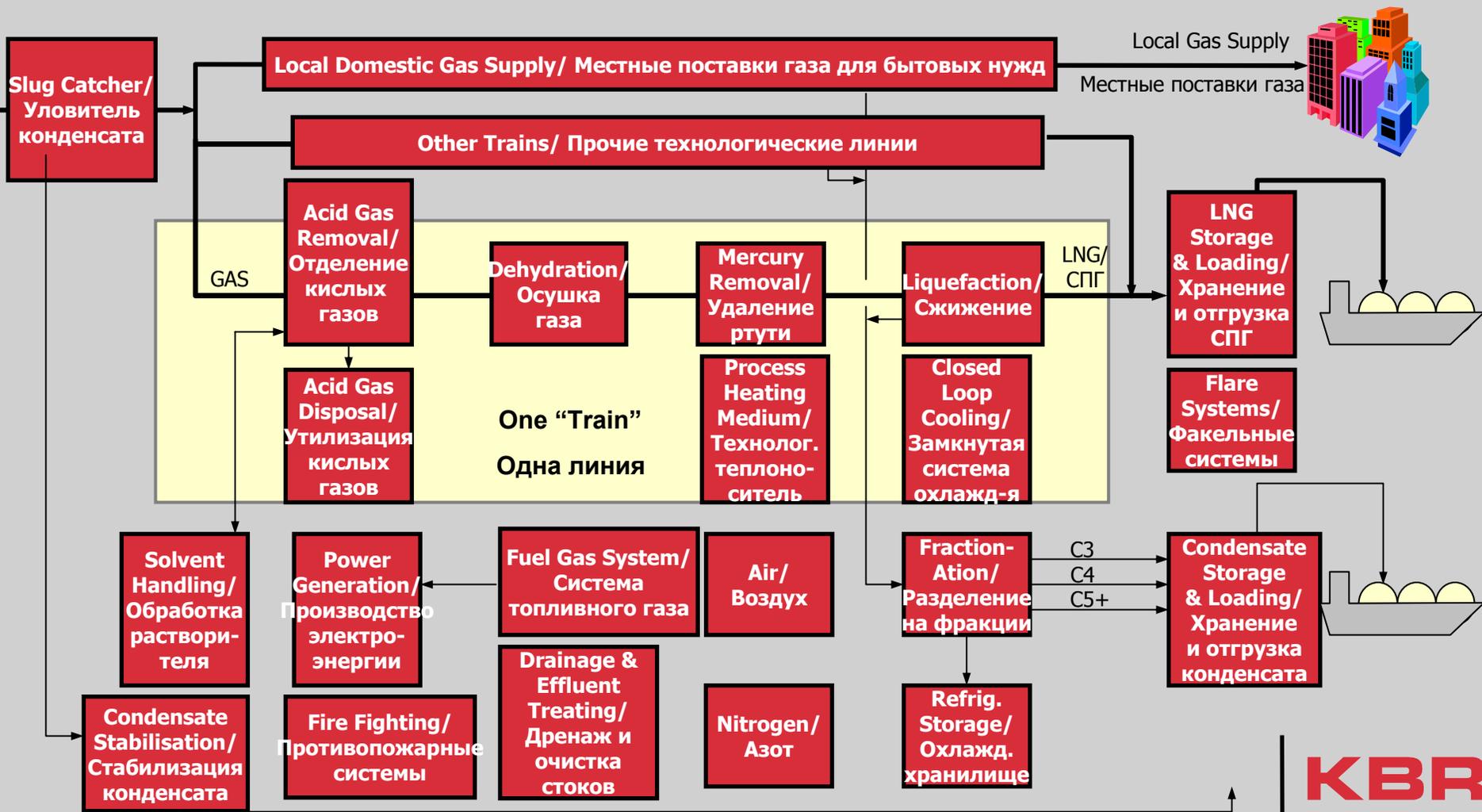
Основные факторы, определяющие размеры затрат

- Site Selection/ Выбор площадки
- Labor Rates/ Стоимость рабочей силы
- Feedstock Compositions/ Состав сырья
- Specifications/ Спецификация
- Plant Layout/ Компоновка завода
- Schedule/ График работ
- LNG Train Capacity/ Производительность технологической линии СПГ
- Type and Number of Compressor Drivers/ Тип и число приводов компрессоров
- Heating and Cooling Medium/ Теплоноситель и хладагент
- Process Technologies/ Применяемые технологии

LNG Production Facilities

Объекты производства СПГ

- Typical Block Flow Diagram/ Типовая блок-схема



Technical Issues

Технические вопросы

- HSE
- Site Evaluation
- Feed and Product Specifications
- Plant capacity
- Fuel composition
- Integration with Other LNG/LPG Facilities Nearby
- Промышленная безопасность и охрана окружающей среды
- Оценка площадки
- Технические требования к сырью и продукции
- Мощность установки
- Состав топлива
- Интеграция с другими объектами производства СНГ / СПГ, расположенными поблизости

LNG Project Fundamentals Pre-treatment Processes

- **Feed Gas
Composition**
- **Acid Gas Removal**
- **Sulphur Recovery**
- **Dehydration**
- **Mercury Removal**
- **Product
Specifications**

Основы проекта производства СПГ Технологии подготовки

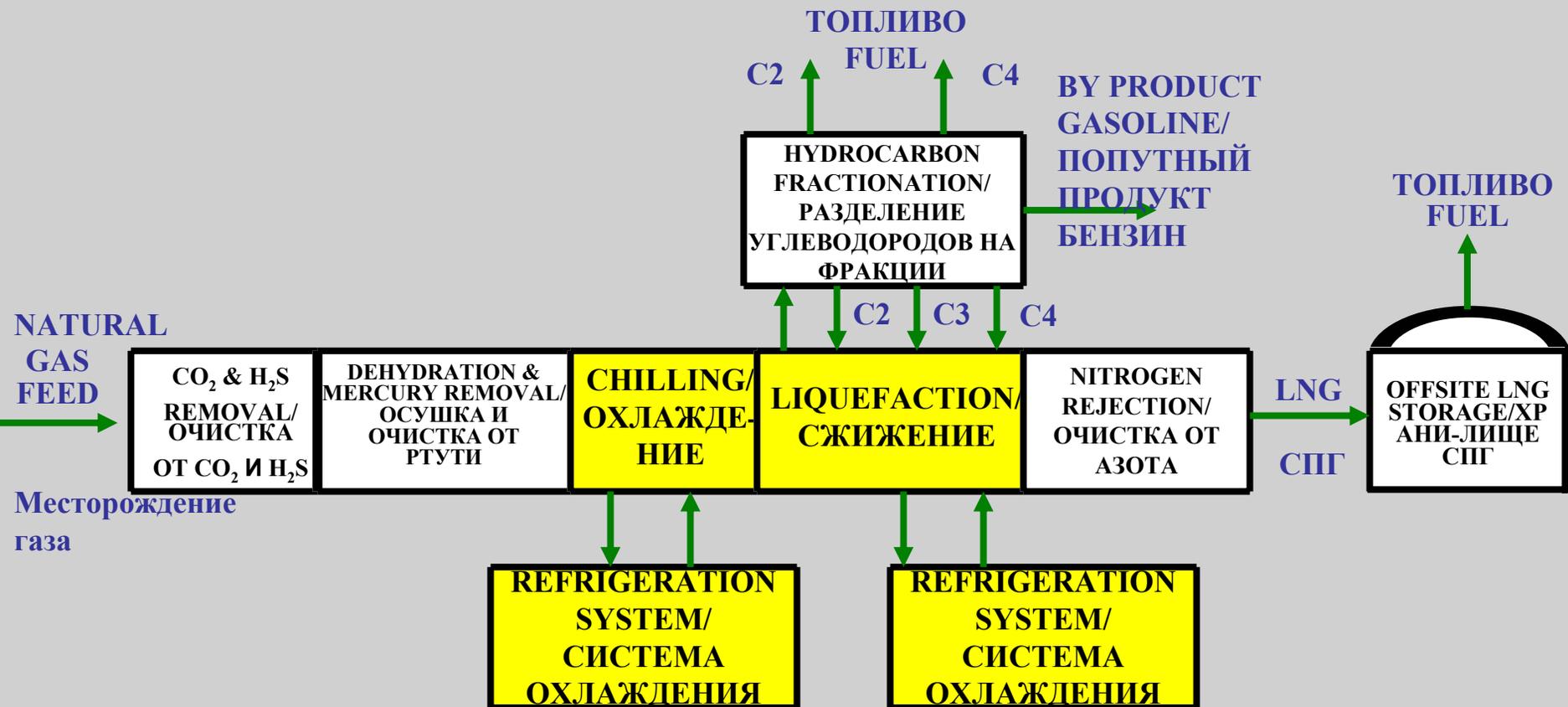
- **Состав
сырьевого газа**
- **Отделение
кислых газов**
- **Очистка от серы**
- **Осушка**
- **Очистка от ртути**
- **Технические
требования к
продукции**

Liquefaction Processes Typical Block Flow Diagram

Процесс сжижения Типовая блок-схема

Liquefaction Plant

Установка сжижения



Liquefaction Process

- Cooling of gas to -161°C using mechanical refrigeration
- Three main types of liquefaction cycles
 - Cascade, mixed refrigerant and expansion cycles
- Key process differences
 - Number of refrigerant system circuits
 - Type of refrigerant(s)
 - Type of exchanger(s)
- Key equipment issues
 - Compressor and driver, type and size

Технологический процесс сжижения

- Охлаждение газа до -161°C с помощью механических систем охлаждения
- Три основных типа циклов сжижения
 - Каскадный, со смешанным хладагентом и расширительный
- Основные различия в технологическом процессе
 - Число контуров системы охлаждения
 - Типы хладагента (хладагентов)
 - Типы теплообменника (теплообменников)
- Основные факторы выбора оборудования
 - Компрессор и привод, тип и мощность

Liquefaction Technologies

- **Single Mixed Refrigerant (SMR)**
- **Dual Mixed Refrigerant (DMR)**
- **Propane Pre-cooled Mixed Refrigerant (C3MR)**
- **Cascade**
- **Nitrogen**
- **AP-X**

Технологии сжижения

- **Одноконтурное охлаждение смешанным хладагентом (SMR)**
- **Двухконтурное охлаждение смешанным хладагентом (DMR)**
- **Охлаждение смешанным хладагентом с предохлаждением пропаном (C3MR)**
- **Каскадное охлаждение**
- **Охлаждение с использованием азота**
- **AP-X**

Liquefaction Technologies

Технологии сжижения

	Trains	%		Capacity	%	
• APCI C3/MR	63	78	(7)	143.9	80.5	(30.8)
• APCI APX			(5)			(39)
• Phillips Cascade	7	9	(2)	23.2	13.0	(6.4)
• TEAL Cascade	3	4		1.1	0.6	
• PRICO	3	4		3.6	2.0	
• TEALARC	3	4		2.9	1.6	
• Shell C3/MR	1	1	(1)	4.2	2.3	(4.2)
• Shell DMR			(2)			(9.6)
• Statoil / Linde MFC			(1)			(4.3)
• Axens Liquefin						
• BHP N2						
TOTAL/ ВСЕГО	80	100	(18)	178.9	100.0	(80.2)

LNG Contractors EPC Experience

Опыт подрядчиков по проектированию, поставке и строительству заводов СПГ

	Trains	%		Capacity	%
• KBR & JGC	36	45	(5)	87.8	49.1
• KBR (Kellogg Brown & Root)	30	38	(5)	79.8	44.6
• JGC	26	33	(5)	72.8	40.7
• Bechtel	24	30	(2)	48.4	27.1
• Chiyoda	16	20	(9)	41.3	23.1
• Technip	11	14	(9)	21.9	12.2
• Snamprogetti	9	11	(2)	29.9	16.7
• Pritchard	6	8		4.7	2.6
• Procon	5	6		6.5	3.6
• Foster Wheeler	3	4	(1)	9.9	5.5
• Linde	0	0	(1)	0.0	0.0
• Tecnicas Reunidas	1	1		5.0	2.8

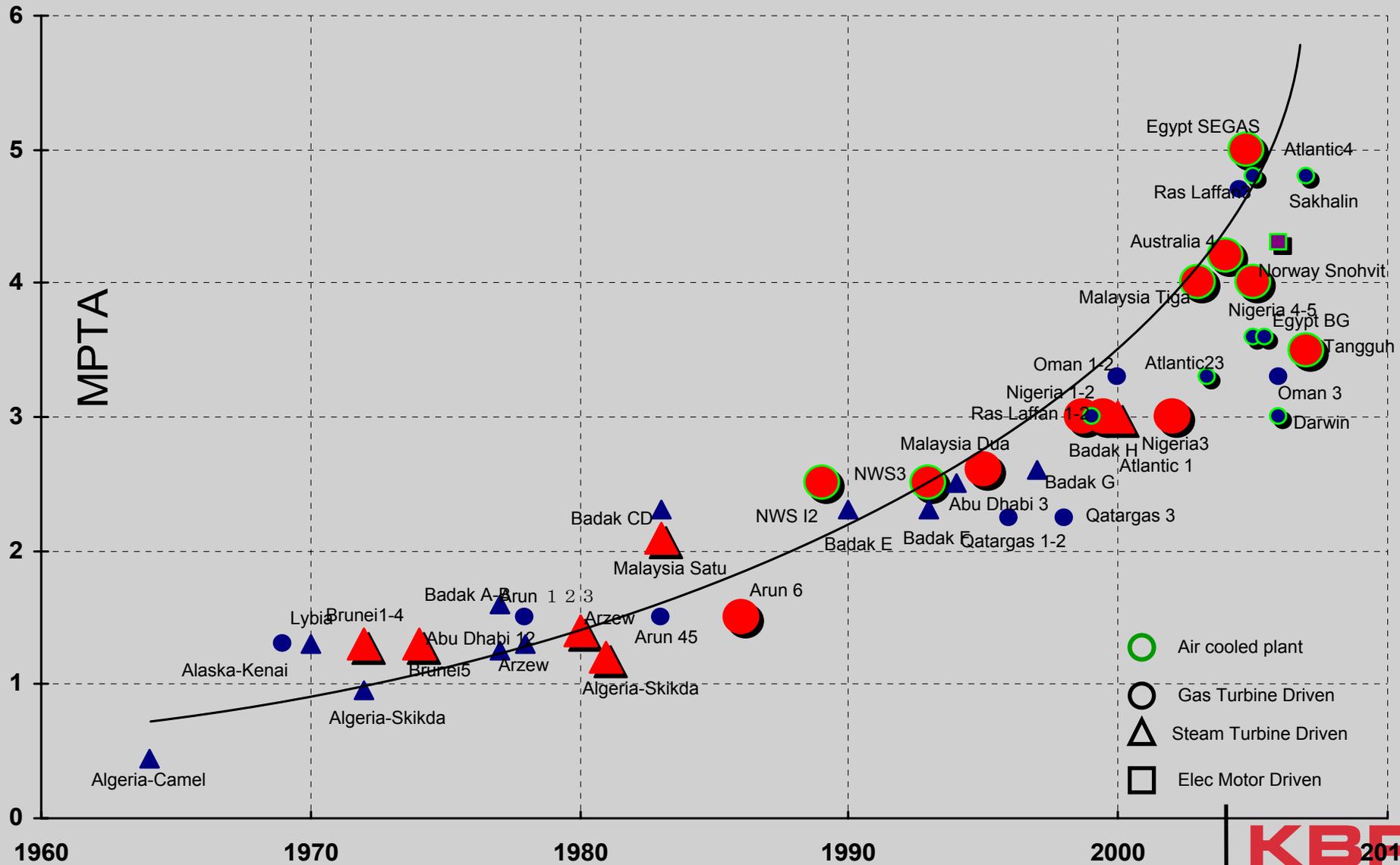
Alone and in Joint Venture

() under construction

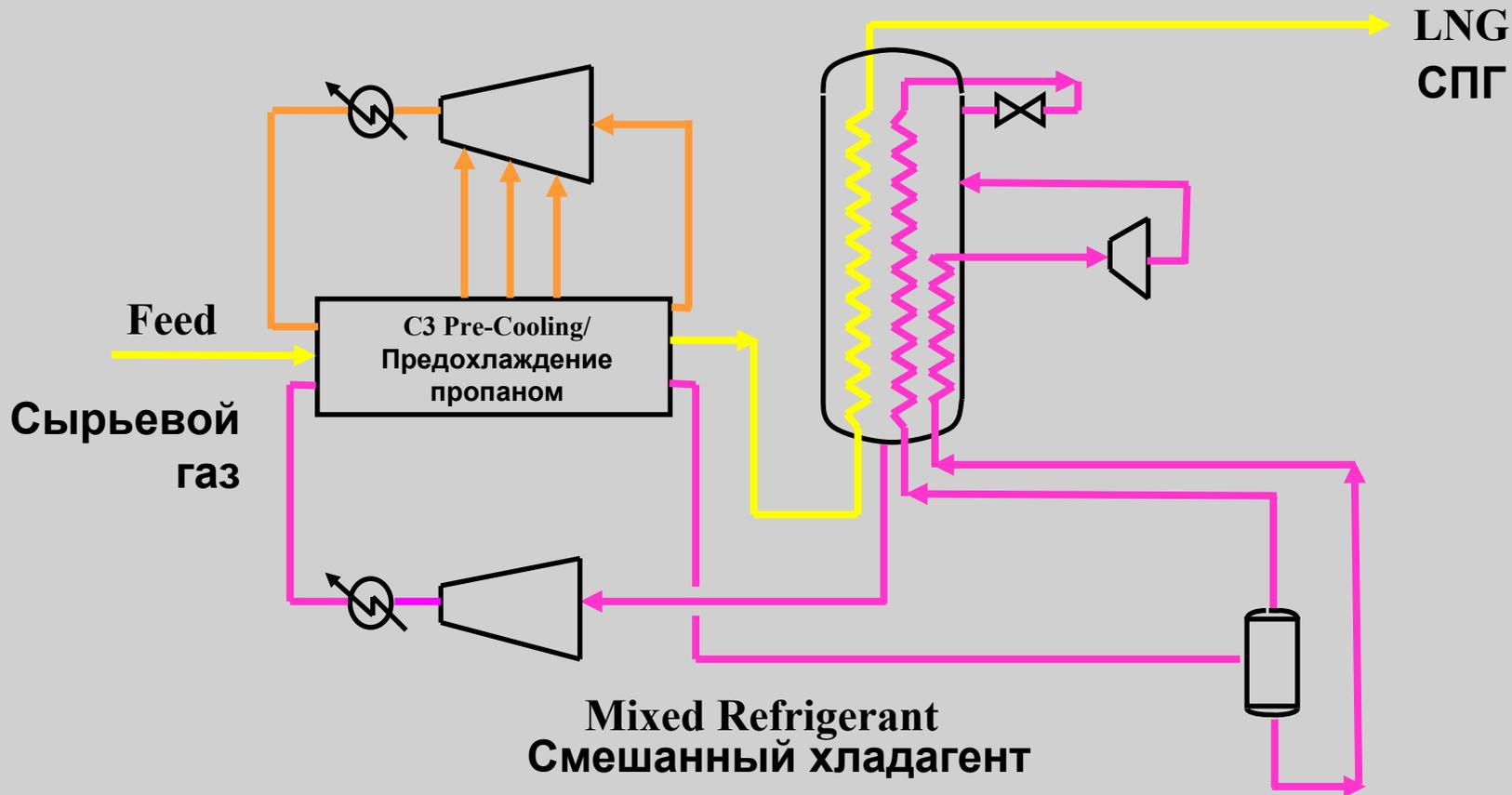
KBR

Liquefaction Plant Capacity

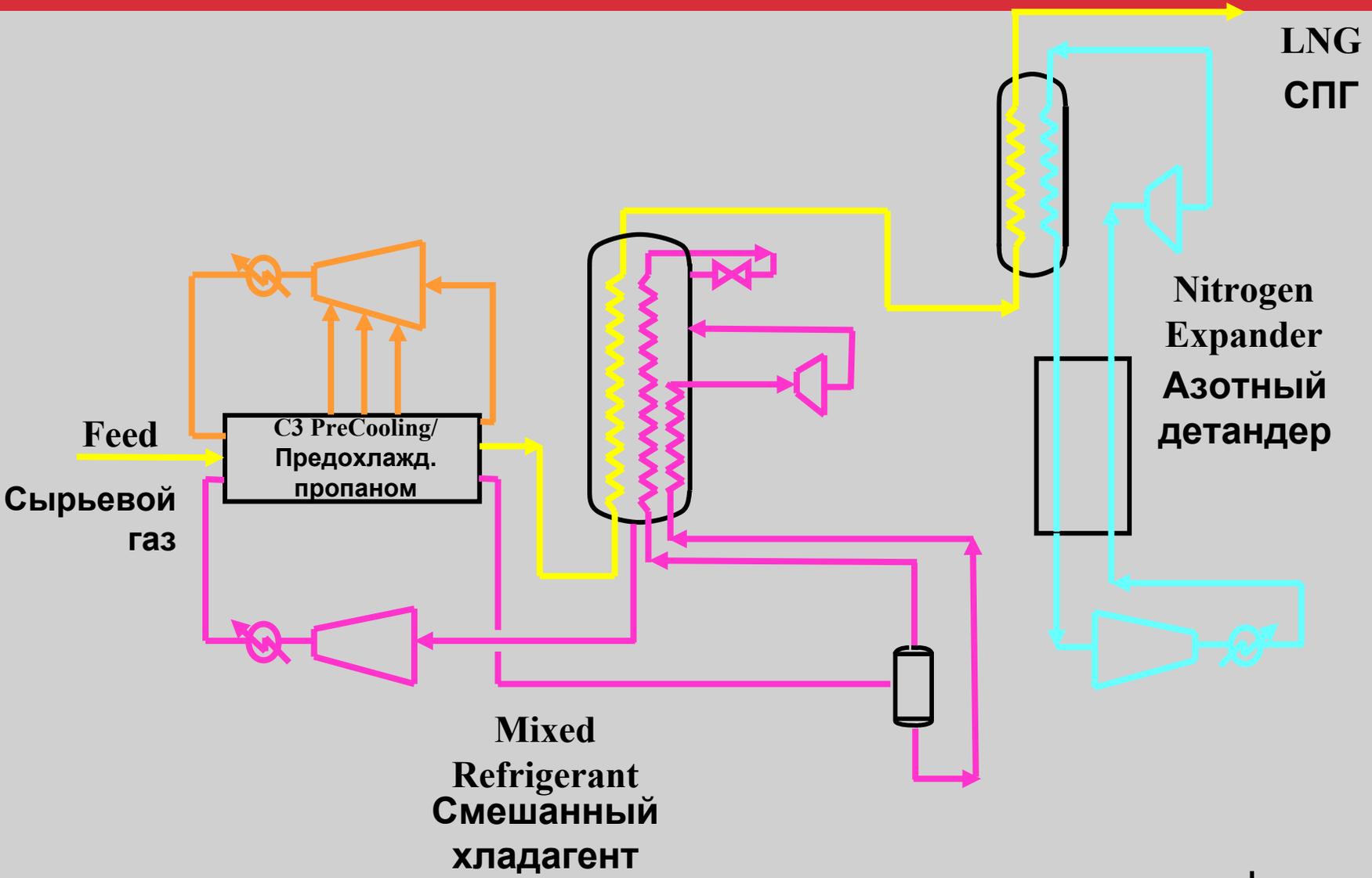
Мощность заводов сжижения газа



APCI C3MR Process/ Технология

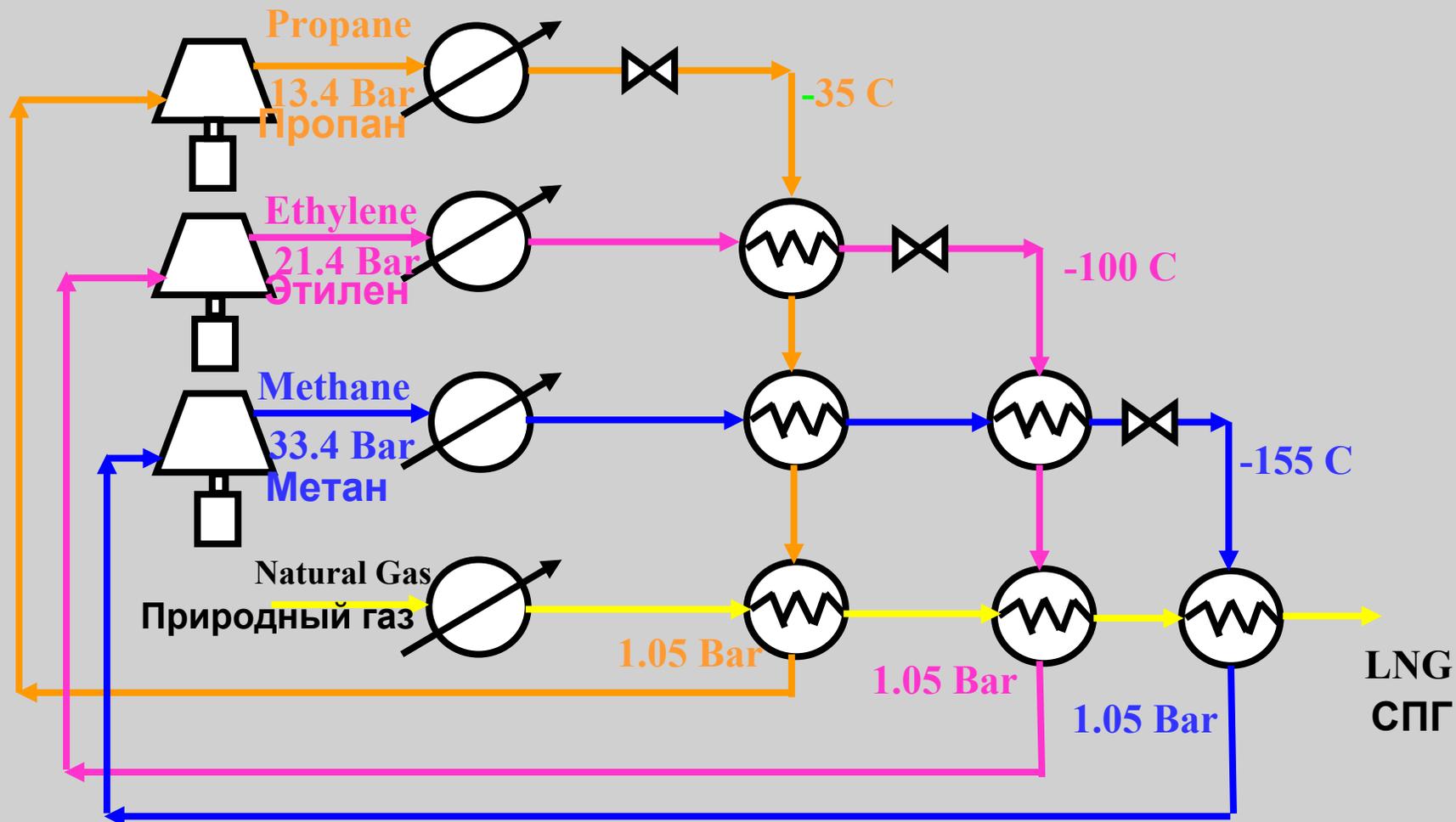


AP-X™ Process

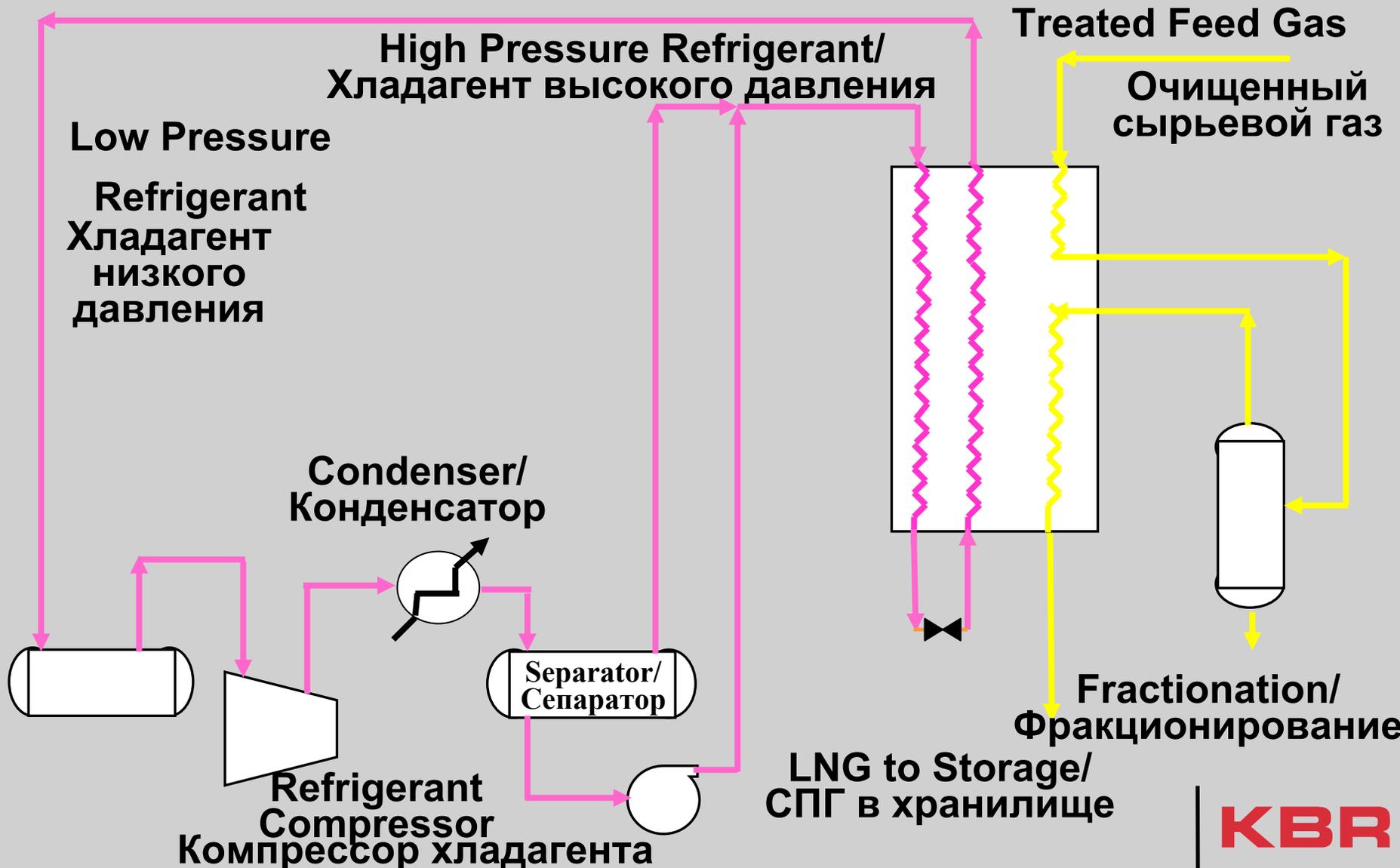


Theoretical Classical Cascade

Теоретическая схема классической каскадной системы

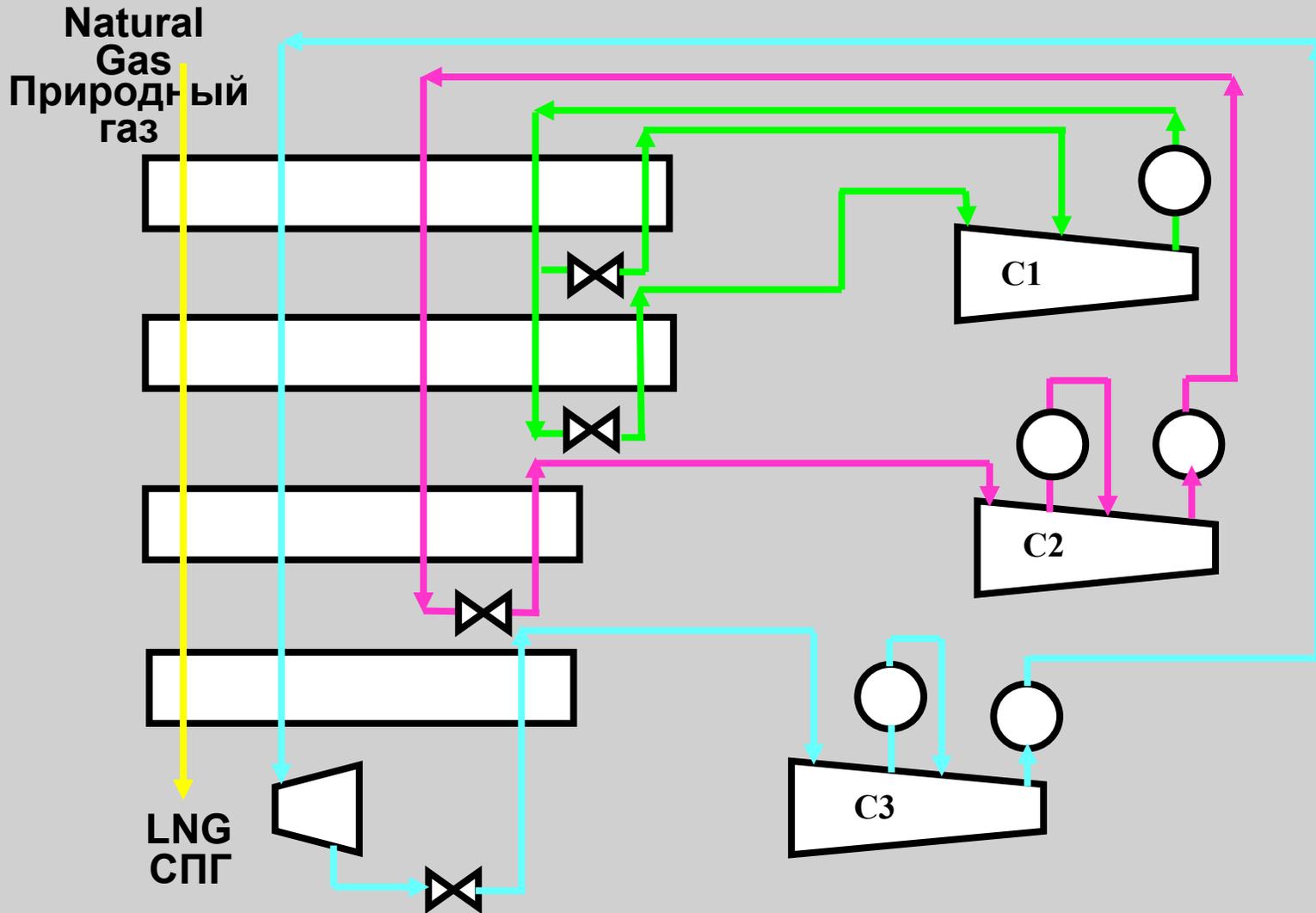


PRICO SMR Process



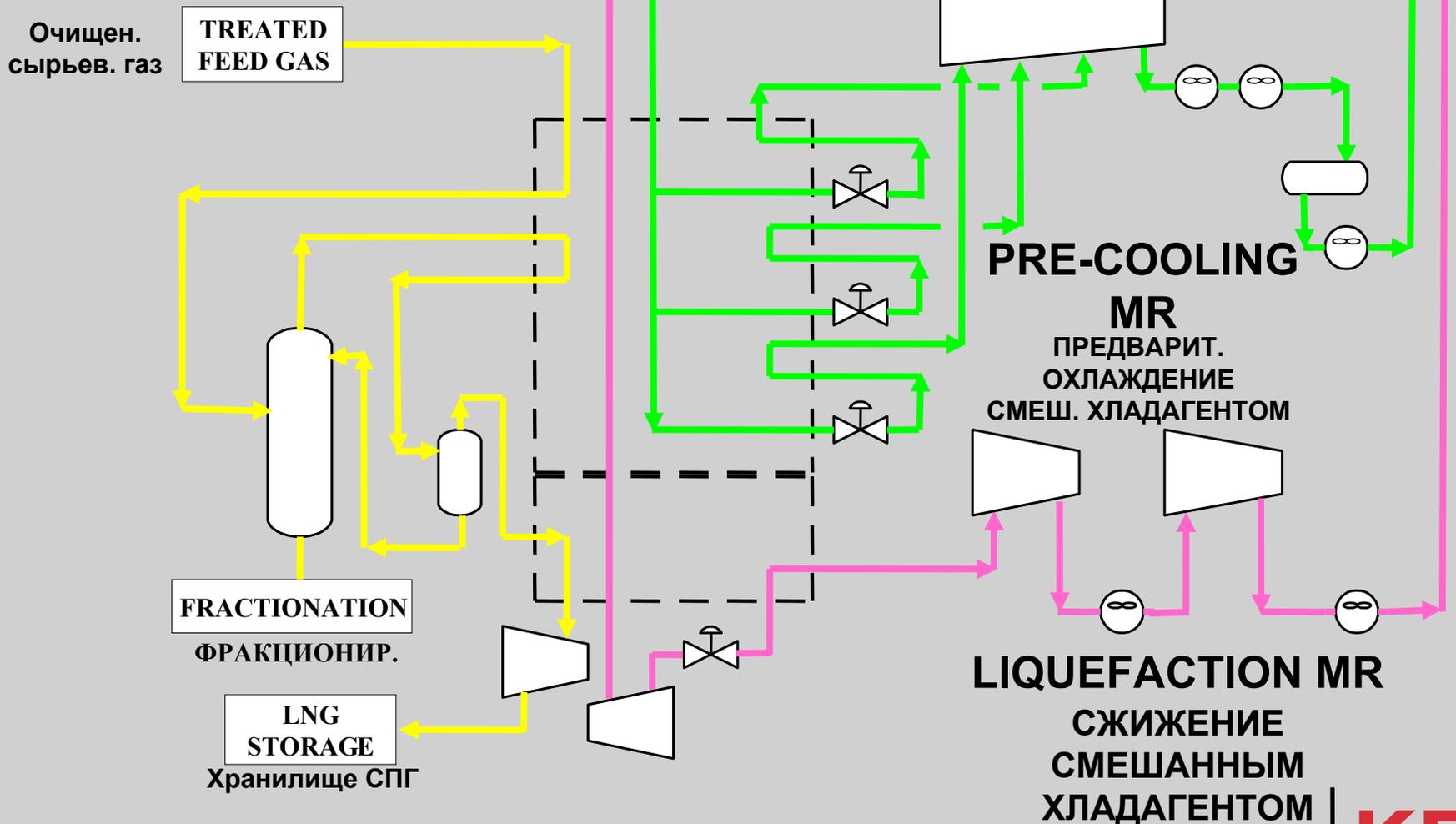
Mixed Fluid Cascade Process

Каскадный процесс со смешанным жидким хладагентом



Axens DMR Process

Процесс DMR компании Axens



Equipment Selection

Выбор оборудования

Equipment selection and desired capacity are the primary factors for process technology selection for any particular LNG project.

Выбор и необходимая мощность оборудования определяют выбор технологического процесса для каждого конкретного проекта строительства завода СПГ.

Major Equipment

Основное оборудование

- Compressor Drivers
- Refrigerant Compressors
- Exchangers

- Приводы компрессоров
- Компрессоры хладагента
- Теплообменники