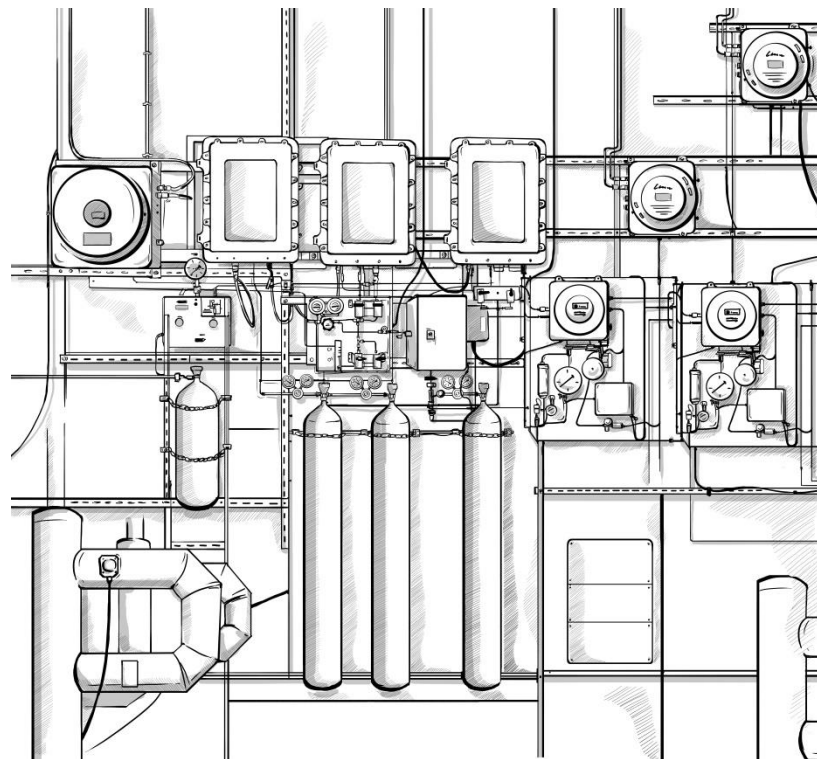


АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА И МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛИЗА СПГ В ПОТОКОВОМ РЕЖИМЕ

Б
А
К
С



История разработки

07.2014 – письмо в адрес НТФ «БАКС» от Департамента ПАО «Газпром» №08/11/2-1235 об организации испытаний системы отбора, подготовки и анализа СПГ на объекте ГРС-4 ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

БАКС – разработка хроматографического комплекса, КД привязки к объекту

01.2018 – 12.2018 – 1-ый, 2-ой этап опытно-промышленных испытаний.

Выявлено высокое содержание CO₂ – пробоотборник импортный «забивается», вследствие чего проба не представительная

01.2019 – 03.2020 – разработка, испытания собственного пробоотборника регазификатора.

02.2021 – 12.2021 – 3-й этап испытаний с собственным пробоотборником

07.2022 – испытания хроматографического комплекса совместно с ВНИИМ

Опыт работ по анализу качества СПГ



2018 – совместно с ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» разработка проекта для КСПГ ПАО «Новатэк»

2020 – опытно промышленные испытания и поставка аналитического комплекса АСГ на объекте ООО «НОВАТЭК-Челябинск» КСПГ г. Магнитогорск»

2021 – Поставка комплекса для ООО "Газпром СПГ Технология», КСПГ «Тобольск»

2022 – Поставка комплекса для ООО "Газпром СПГ Технология», КСПГ «Садилово»


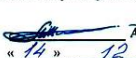
2023- Поставка комплекса для КСПГ Тольятти, КСПН Кашира

СОГЛАСОВАНО Начальник Департамента ПАО «Газпром»	УТВЕРЖДАЮ Главный инженер – первый заместитель генерального директора ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»
 В.К. Геринов « 22 » / 12 2021 г.	 С.В. Трапезников « 30 » / 12 2021 г.

ОТЧЕТ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Аналитического Комплекса «АСГ» для контроля
компонентного состава и физико-химических показателей
качества сжиженного природного газа и отпарного газа

ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ ООО НТФ «БАКС»
(РОССИЯ, Г. САМАРА)

СОГЛАСОВАНО Генеральный директор ООО НТФ «БАКС»	СОГЛАСОВАНО Главный метролог - начальник ПОМО ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»
 Р.К. Бибаев « 08 » / 12 2021 г.	 А.В. Жданов « 14 » / 12 2021 г.

Самара
2021 г.

Назначение комплекса

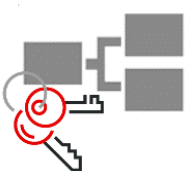
Потоковый анализ компонентного состава и физико-химических показателей **товарного СПГ** в соответствии с **ГОСТ 34894-2022 Газ природный сжиженный. Технические условия** и **отпарного газа** в соответствии с **ГОСТ 56835-2015**, а также потоковый контроль состава технологических сред в процессе производства СПГ.



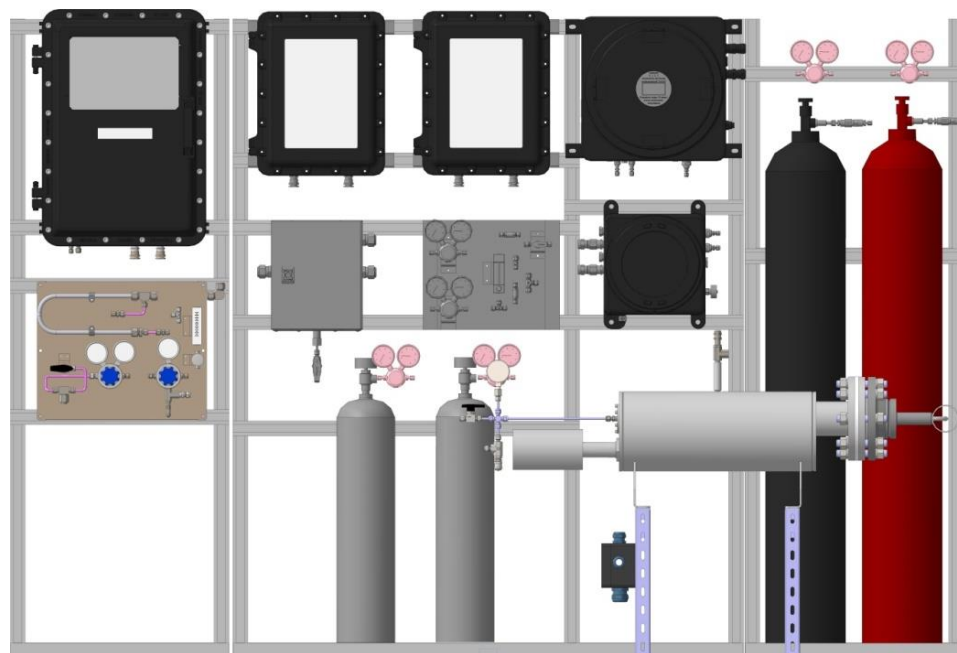
От одного производителя – НТФ «БАКС»



Мы производим **полную линейку** аналитических приборов для **контроля качества** природного газа.



Мы осуществляем **системную интеграцию** и поставляем комплексное решение – блок контроля качества **«под ключ»**.





Пробоотборник потоковый

для отбора и разгазирования проб СПГ
(соответствует ГОСТ Р 56719-2015);



Хроматографы газовые промышленные «МАГ»

для анализа на потоке:

- Компонентного состава СПГ по ГОСТ 31371.7-2020 (ISO 6974);
- Составы отпарного газа по ГОСТ Р 56835-2015;
- Массовой концентрации серосодержащих соединений в СПГ по ГОСТ Р 53367-2009 (ISO 19739), ГОСТ 34723-2021



Анализатор влажности «ГигроСкан» для автоматического измерения массовой концентрации влаги и температуры точки росы (ТТРВ) по воде в СПГ по ГОСТ 20060-2021, ГОСТ Р 53763-2009 (ISO 18453, ISO 6327:1981)



Газоанализатор «АнОкс»

для анализа кислорода в СПГ по ГОСТ Р 56834-2015 (ASTM D 7607) в потоковом режиме



Анализатор ртути «МЕРК»

для автоматического измерения массовой концентрации паров ртути в СПГ на потоке

Блок контроля качества товарного СПГ по ГОСТ Р 56021-2014



Промышленный анализатор «Анокс»

Подготовка пробоотборника лабораторного квантового ПЭ-К 01 анализ

Труба 6x4-12/18x107

Подключение лабораторного анализатора к системе КС 501/30-009

Труба 6x4-12/18x107

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар

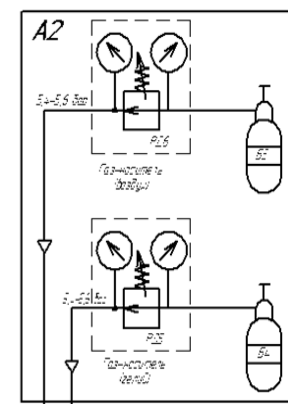
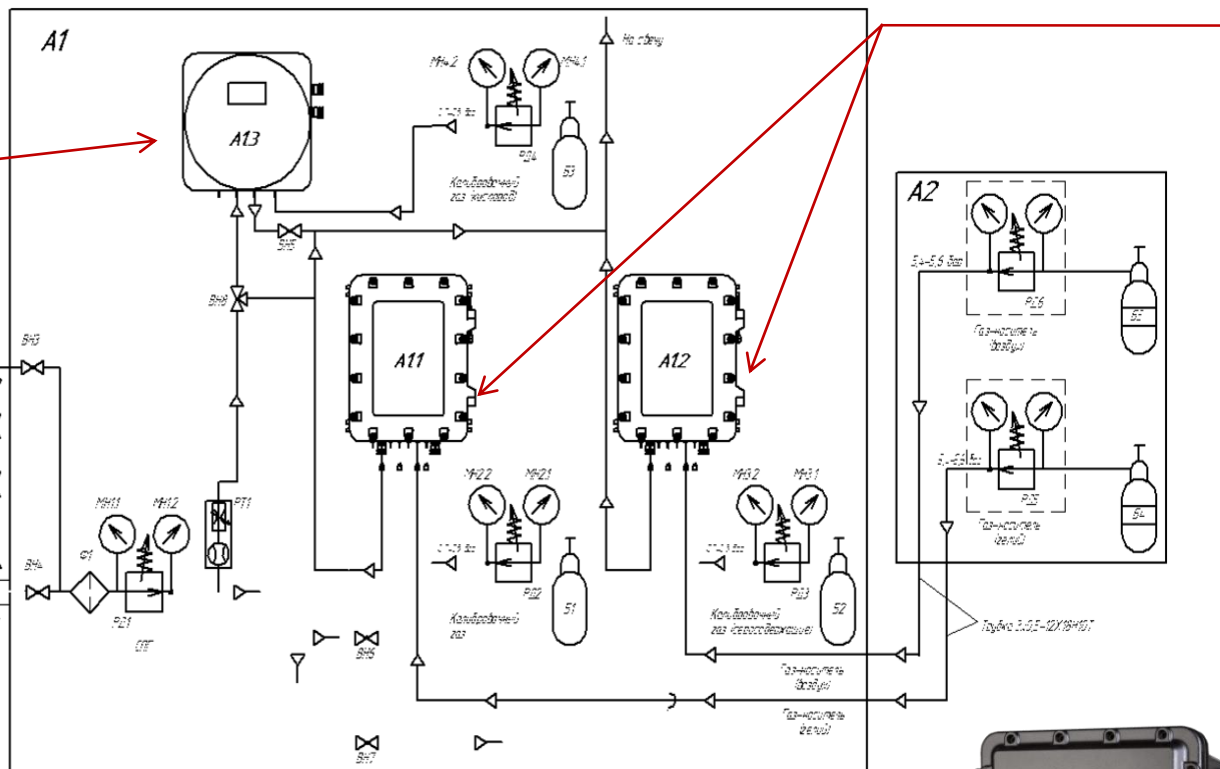
3,5-7 бар

3,5-7 бар

3,5-7 бар



Потоковый пробоотборник-регазификатор



Промышленный хроматограф «МАГ»

Отбор проб товарного СПГ с помощью потокового пробоотборника — регазификатора по ГОСТ Р 56719-2015 с последующим анализом по ГОСТ 31371.7-2020 и по ГОСТ Р 53367-2009 на хроматографах «МАГ»

Требования к составу СПГ согласно ГОСТ 34894-2022

Газ природный сжиженный. Технические условия

Таблица 1 — Физико-химические показатели СПГ

Наименование показателя, единицы измерения	Норма						Метод испытания
	Марка А		Марка Б		Марка В		
	min	max	min	max	min	max	
1 Молярная доля компонентов (компонентный состав), %	Не нормируют, определение обязательно						По 8.2
2 Молярная доля метана, %	99,0	—	80,0	—	75,0	—	По 8.2
3 Молярная доля азота, %	Не нормируют, определение обязательно		—	5,0	—	5,0	По 8.2
4 Молярная доля диоксида углерода, %	—	0,005	—	0,015	—	0,030	По 8.2
5 Молярная доля кислорода, %	—	0,020	—	0,020	—	0,020	По 8.2
6 Молярная доля негорючих компонентов (суммарная), %	Не нормируют, определение не проводят		—	7,0	Не нормируют, определение не проводят		По 8.2

8.2.1 Определение компонентного состава, в том числе молярной доли метана и азота, проводят по любому из методов, изложенных в ГОСТ 31371.3-ГОСТ 31371.7. Определение молярной доли диоксида углерода проводят по любому из методов, изложенных в ГОСТ 31371.4, ГОСТ 31371.6, ГОСТ 31371.7. Определение молярной доли кислорода проводят по ГОСТ 31371.6 или ГОСТ 31371.7. Обязательными для определения являются следующие компоненты СПГ: азот, диоксид углерода, кислород, метан, этан, пропан, бутаны, пентаны, гексаны или С6+

Диапазоны измерения и значения расширенной неопределенности молярной доли компонентов ПГ согласно ГОСТ 31371.7-2020



Определяемый компонент	Метод А		Метод Б		Метод В	
	$x^{1)}, \%$	$U(x)^{2)}, \%$	$x^{1)}, \%$	$U(x)^{2)}, \%$	$x^{1)}, \%^{1)}$	$U(x)^{2)}, \%$
Метан	40—99,97	$-0,0023 \cdot x + 0,29^{3)}$	40—99,97	$-0,0023 \cdot x + 0,29^{3)}$	40—99,97	$0,006 x^{3)}$
Этан	0,0010—15	$0,04 \cdot x + 0,00026$	0,005—15	$0,04 \cdot x + 0,0013$	0,005—15	$0,04 x + 0,0010$
Пропан	0,0010—6,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—6,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—6,0	$0,06 x + 0,0010$
Изобутан	0,0010—4,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—4,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—4,0	$0,06 x + 0,0010$
n-Бутан	0,0010—4,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—4,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—4,0	$0,06 x + 0,0010$
Изопентан	0,0010—2,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—2,0	$0,08 \cdot x + 0,0012$	0,005—2,0	$0,07 x + 0,0009$
n-Пентан	0,0010—2,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—2,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—2,0	$0,07 x + 0,0009$
Неопентан	0,0010—0,05	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—0,05	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—0,05	$0,10 x + 0,0008$
Гексаны	0,0010—1,0	$0,06 \cdot x + 0,00024$	—	—	0,005—1,0	$0,06 x + 0,0010$
C ₆₊	—	—	0,005—1,5	$0,10 \cdot x + 0,001$	0,005—1,5	$0,15 x + 0,0007$
Диоксид углерода	0,005—10	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—10	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—0,025	$0,18 x + 0,0005$
					0,025—10	$0,07 x + 0,0030$
Гелий	0,0010—0,5	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—0,5	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—0,5	$0,09 x + 0,0008$
Водород	0,0010—0,5	$0,06 \cdot x + 0,00024$	0,005—0,5	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—0,5	$0,09 x + 0,0008$
Кислород ⁴⁾	0,005—2,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—2,0	$0,06 \cdot x + 0,0012$	От 0,005 до 0,025 включ.	$0,11 x + 0,0009$
					Св. 0,025 до 2,0 включ.	$0,07 x + 0,0020$
Азот	0,005—15	$0,04 \cdot x + 0,0013$	0,005—15	$0,04 \cdot x + 0,0013$	От 0,005 до 0,025 включ.	$0,11 x + 0,0009$
					Св. 0,025 до 15 включ.	$0,04 x + 0,0025$
Метанол ⁵⁾	0,0010—0,05	$0,08 \cdot x + 0,00022$	0,005—0,05	$0,06 \cdot x + 0,0012$	0,005—0,05	$0,12 x + 0,0007$

Перечень определяемых компонентов газа горючего природного	Диапазон молярной доли компонента, %	Расширенная абсолютная неопределенность, $U(x)^{АСГ-СПГ}$, при коэффициенте охвата $k=2$
Метан по разности	90 – 100	Согласно формуле 25 ГОСТ 31371.7
Этан	1,4 - 4,35	$0,08 \cdot x + 0,0026$
Пропан	0,46 – 1,86	$0,12 \cdot x + 0,0024$
Изобутан	0,08-0,3	$0,12 \cdot x + 0,0024$
н-Бутан	0,08-0,3	$0,12 \cdot x + 0,0024$
Изопентан	0,005– 0,02	$0,12 \cdot x + 0,0024$
н-Пентан	0,003 – 0,02	$0,12 \cdot x + 0,0024$
Неопентан	0,0005 – 0,003	$0,12 \cdot x + 0,0024$
Гексаны (C_{6+} высшие)	0,001 – 0,003	$0,2 \cdot x + 0,002$
СО ₂	0,001-0,3	$0,12 \cdot x + 0,0024$
Азот (суммарный пик с кислородом и аргоном)	0,125 – 0,5	$0,08 \cdot x + 0,0026$

Молярная доля диоксида углерода может быть определена на другом хроматографе и учитываться как вносимый компонент.

Основные испытания комплекса АСГ для анализа СПГ проводились с 2017 г на объекте ГРС-4 ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург». Было разработано и испытано несколько типов пробоотборников. Последняя модель пробоотборника СПГ показала наилучший результат. Отчет об опытно промышленных испытаниях был подписали в 2021 г.

1. В результате испытаний сделан вывод, что по некоторым компонентам в частности CO₂ и C₆+ отсутствует требуемая сходимость, это обусловлено нарушением технологии получения СПГ (очистка, осушка). Но в настоящее время на объекте ГРС-4 была произведена замена абсорбента для очистки от CO₂ природного газа при подготовке к сжижению, последние результаты анализов показывают, что значения молярной доли углекислого газа не превышают нормативных требований.

2. При разработке **ГОСТ 34894-2022** в основу были взяты результаты измерений компонентного состава СПГ полученные с использованием лабораторного пробоотборника. Считаем, что некорректно сравнивать потоковый и лабораторный анализ. Фактически мы сравниваем результаты полученные при разгазировании серии анализов СПГ из одного лабораторного пробоотборника, сходимость между которыми несложно добиться с результатами анализа полученными в потоковом режиме. В случае в потоковым измерением нет возможности провести анализ стандартного образца СПГ известного состава, а при анализе СПГ в потоке, постоянно меняется состав и в принципе невозможно достичь сходимости между анализами в соответствии с ГОСТ 31371.7-2020.

3. Для утверждения типа комплекса АСГ необходимо провести испытания по всем диапазонам определяемых компонентов, но найти такие образцы СПГ в концентрациями компонентов соответствующим низшей и высшей точкам диапазонов измерения в соответствии ТУ на СПГ не представляется возможным.

1. Предлагаем провести повторные испытания комплекса АСГ на объекте ГРС-4 ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Дополнительно мы готовы предоставить данные с других объектов, где уже эксплуатируются комплексы для контроля качества СПГ.
2. Результаты испытаний использовать для разработки Методики выполнения измерений определения компонентного состава СПГ методом газовой хроматографии.
3. В итоге необходимо разработать отдельный ГОСТ для определения компонентного состава СПГ с погрешностями учитывающими вклад процесса разгазирования СПГ в потоковом режиме.

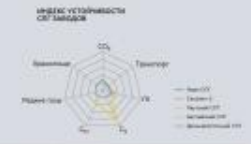
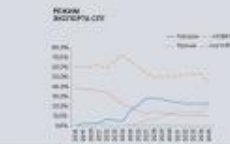
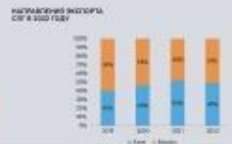
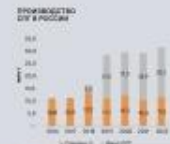
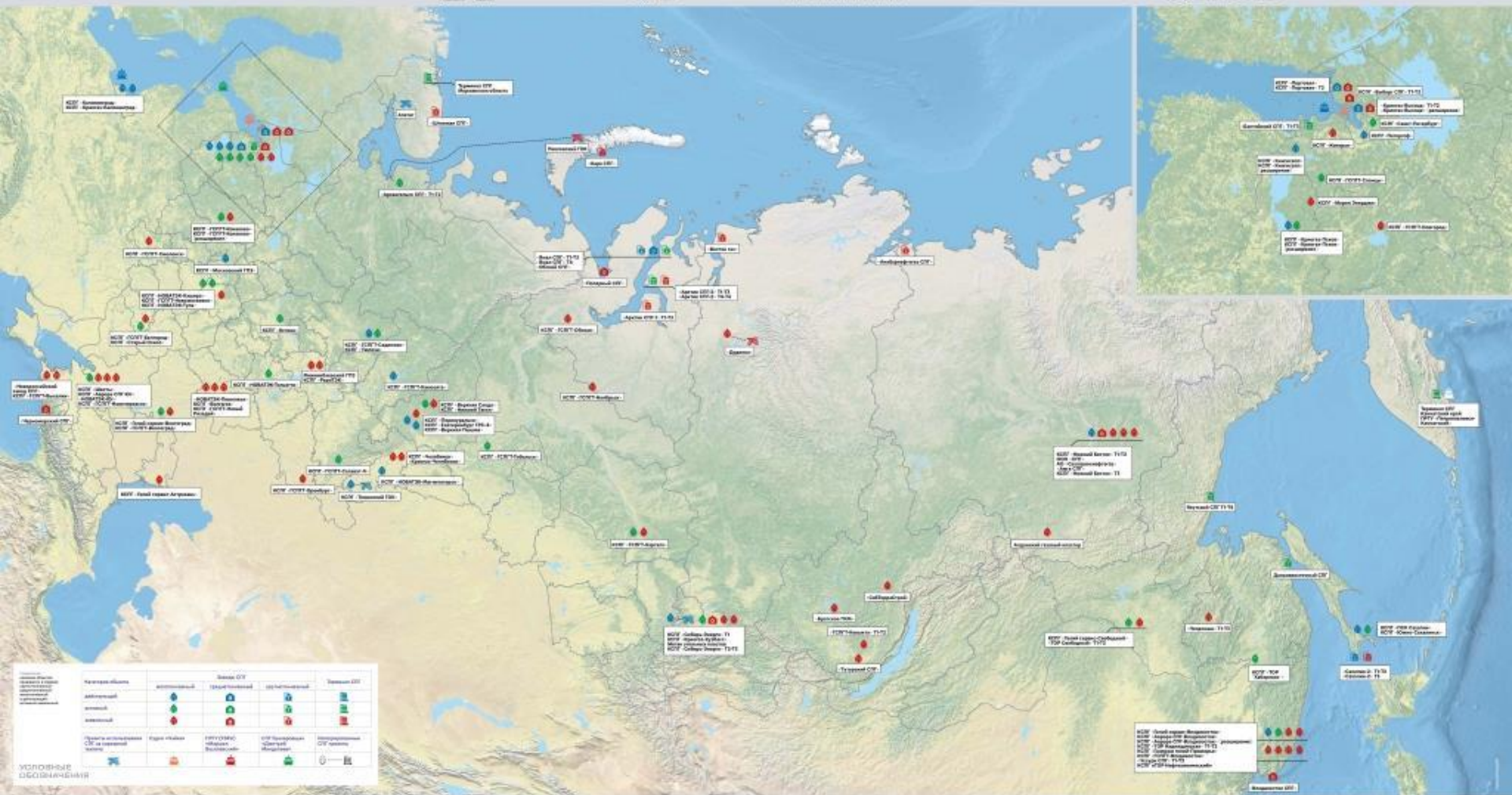


ТАБЛИЦА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Показатель	2022	2021	2020	2019	2018
Производство газа (млрд куб. м)	25,0	23,5	22,0	20,5	18,0
Экспорт газа (млрд куб. м)	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0
Импорты газа (млрд куб. м)	7,0	6,5	6,0	5,5	4,0
Экспорт газа в % к производству	72,0	72,0	73,0	73,0	78,0
Импорты газа в % к производству	28,0	28,0	27,0	27,0	22,0



Объект: КСПГ малотоннажного завода на ГРС «Тобольская»



Блок входных устройств и коммерческий узел учёта природного газа, поступающего в комплекс сжижения природного газа (КСПГ) и выходящего из комплекса (отпарной газ) с блоком контроля качества



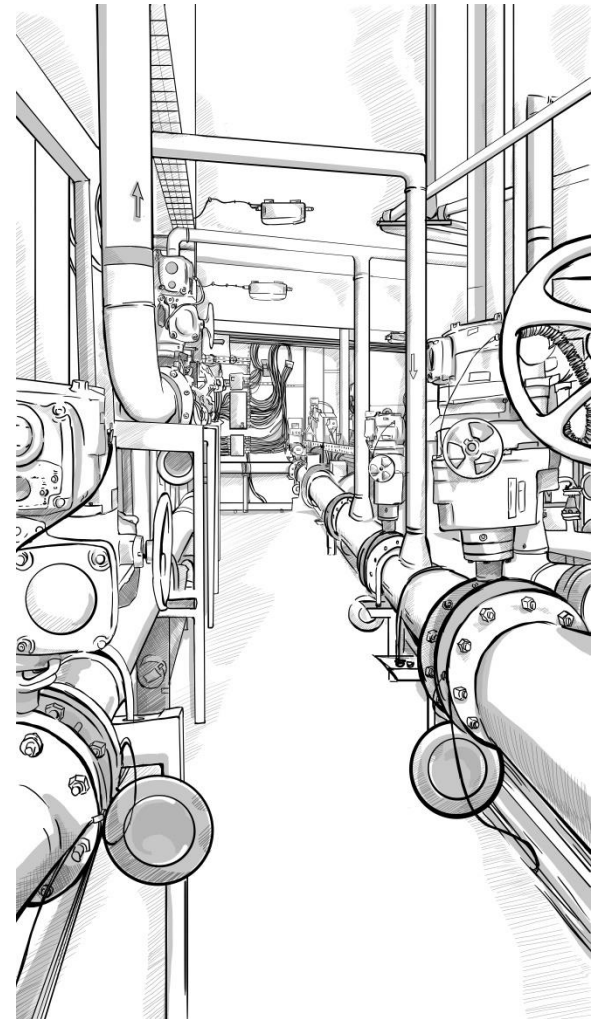
Объект: Завод по сжижению природного газа производительностью 5тн/час ООО «НОВАТЭК-Челябинск»



Узлы измерения расхода с потоковым газовым хроматографом МАГ для определения компонентного состава в обогреваемом блок-боксе



Б
А
К
С



ООО НТФ «БАКС»

Адрес: 443022, г. Самара, Пр-т Кирова, 22

Телефон: +7 (846) 267-38-12 (-13 / -14)

E-mail: info@bacs.ru, kom@bacs.ru

Web: www.bacs.ru