

# КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖАТОГО НАТУРАЛЬНОГО ГАЗА(CNG) НА КОНТЕЙНЕРОВОЗАХ



*Создание технических средств морской транспортировки сжатого натурального газа с использованием научного и технологического потенциала оборонно-промышленного комплекса Украины*



**ЮЖНОЕ**  
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО



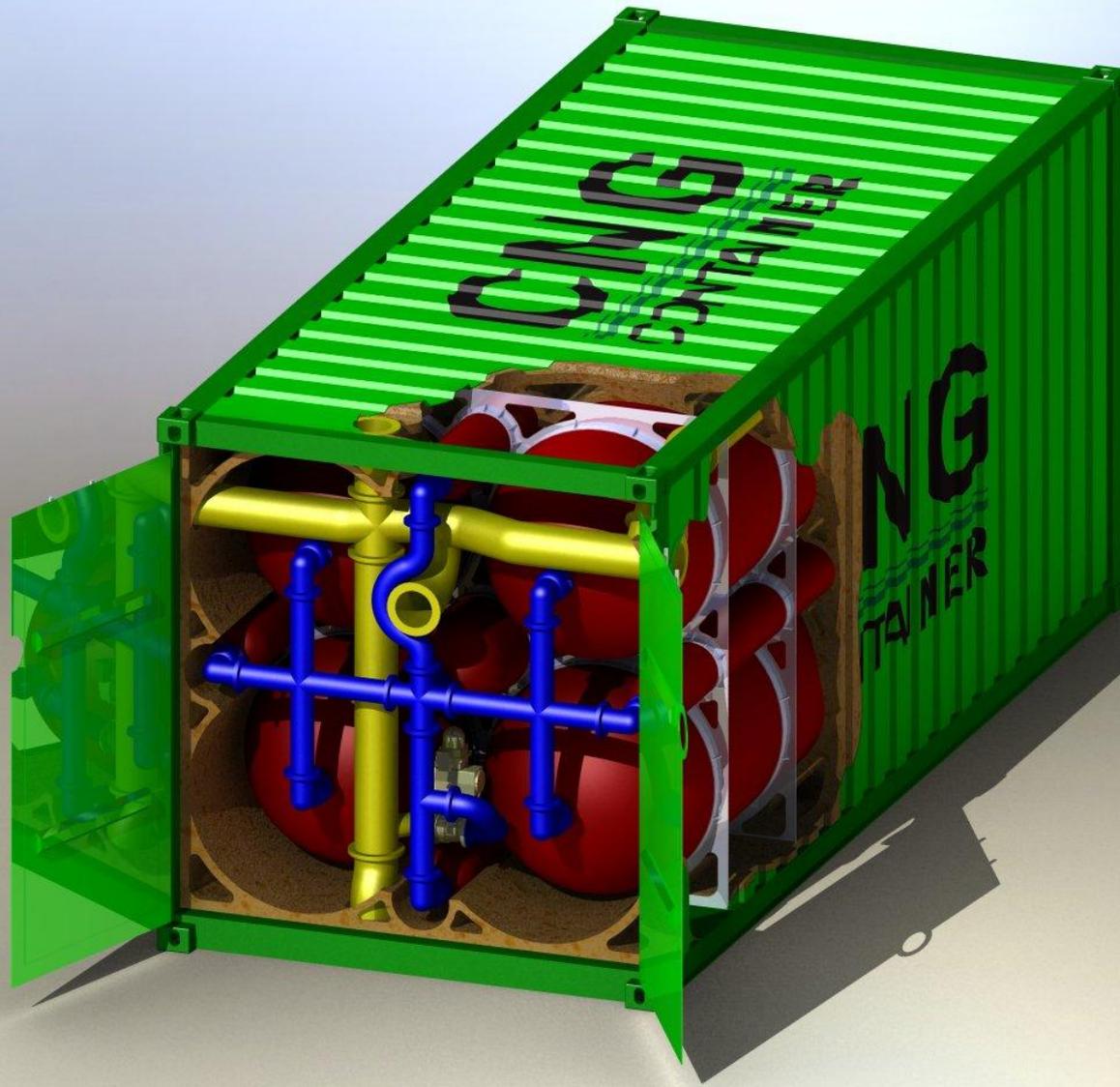
НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ



**ИТЕРА - УКРАИНА**

ТОРГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ  
КОМПАНИЯ

# CNG-МОДУЛЬ



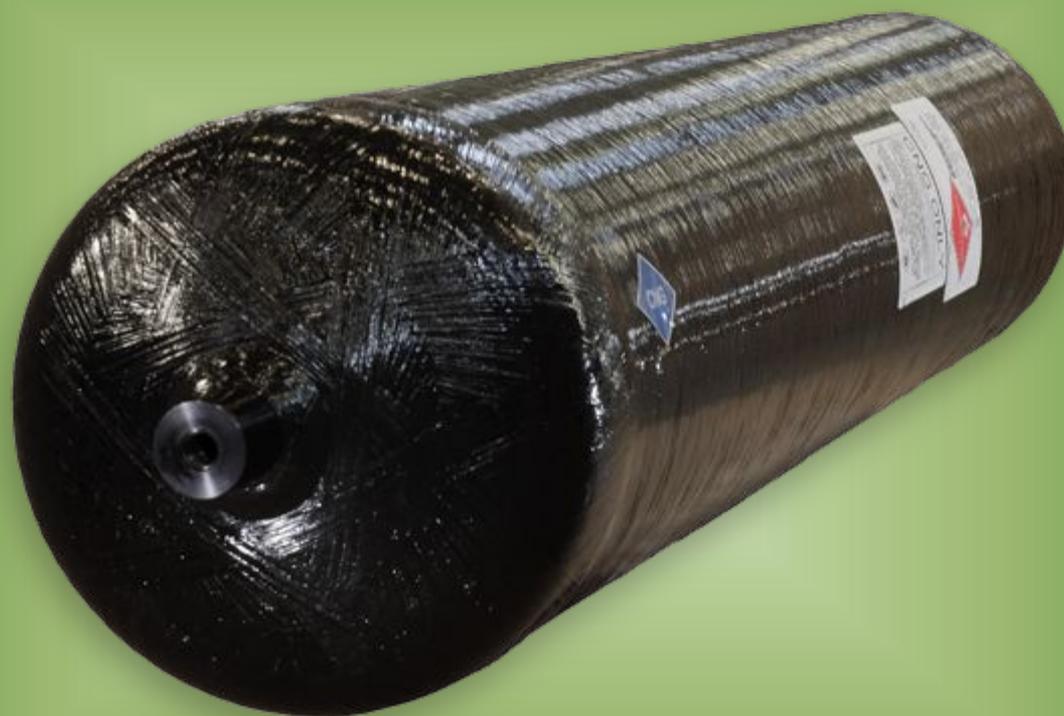
# ВАРИАНТЫ ДОСТАВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА КОНЕЧНОМУ ПОТРЕБИТЕЛЮ



# Концепция транспортировки сжатого природного газа на судах CNG



# КОМПОЗИТНЫЙ БАЛЛОН ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ



# Опыт разработки композитных баков высокого давления

В ГКБ «Южное» созданы корпуса ракетных двигателей на твердом топливе типа «кокон» из полимерных композиционных материалов и комбинированные шаробалоны высокого давления системы наддува полостей топливного отсека и системы обеспечения запуска маршевого двигателя.

Настоящие изделия эксплуатировались в составе ракетных комплексов автомобильного и железнодорожного базирования.

Конструктивно корпус выполнен из силовой оболочки (первого «кокона»), работающей на внутреннее давление и узлов стыка (второго «кокона»), работающих на осевое сжатие и растяжение. Особенность корпусов – безосколочное разрушение.

Разработана технология «мокрой» спиральной намотки корпусов на станках с программным управлением.



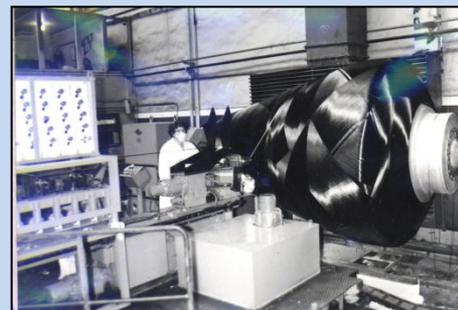
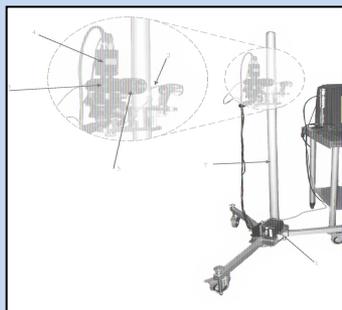
# Технология изготовления КОМПОЗИТНОГО бака

Изготовление лайнера из полиэтилена высокой плотности: полусферические днища изготавливаются литьем под давлением, цилиндрический участок лайнера – экструзией, а соединяются эти составные элементы лайнера между собой термосваркой.

Наружная силовая оболочка выполнена методом геодезической намотки с использованием высокопрочных углеродных волокон и эпоксидного связующего.

Металлическая запорная арматура.

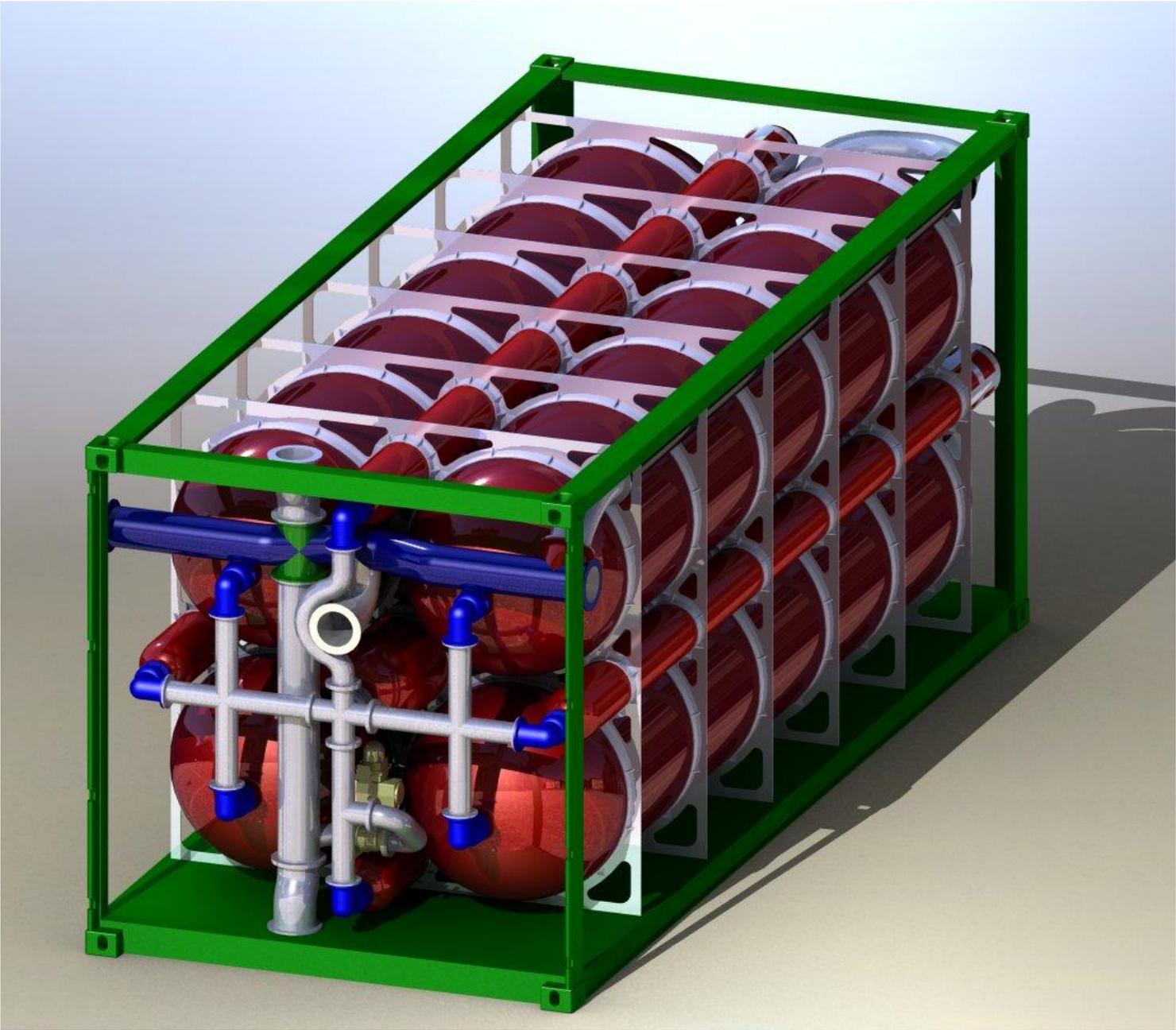
Контроль качества с использованием ширографии, тепловизора и ультразвукового контроля



# CNG Технология – безопасность прежде всего



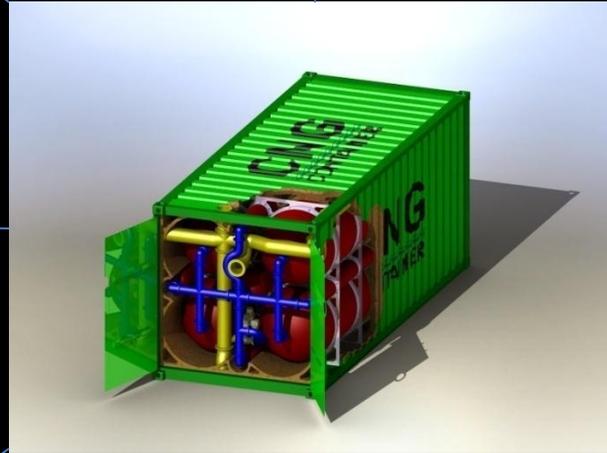
**Композиционный баллон после взрыва**



# Технические характеристики CNG-модуля

- Рабочее давление перевозимого газа – 25 МПа
- Объем перевозимого газа - 5900 нм<sup>3</sup>
- Вместимость (по воде) – 23600 литров
- Удельная масса баллона – 0,4...0,6 кг/литр
- Перевозимые сжатые газы – метан, азот, гелий
- Масса контейнера без давления – 12800 кг
- Масса перевозимого природного газа – 4730 кг
- Габариты, мм – 2370x2590x6100
- Гарантийный срок эксплуатации – 16 лет
- Гарантированное число заправок – 10000
- Виды транспортировки – железнодорожная, автомобильная, морская
- Температура эксплуатации – от минус 60 °С до плюс 50 °С
- Конструкция – внутренний герметичный лейнер из полиэтилена высокой плотности, наружная силовая оболочка из эпоксидного стекло-(угле)пластика, металлическая запорная арматура

# ПРИМЕНЕНИЕ CNG - МОДУЛЕЙ



Военные гарнизоны,  
погранзаставы



Заглушенные  
скважины



## Попутный газ



Во многих нефтяных регионах, натуральный газ получаемый вместе с нефтью (попутный газ), имеет сравнительно с нефтью небольшой объем. В действительности, утилизация попутного газа для добывающих компаний является слишком затратной и в некоторых регионах проблема сжигания попутного газа является серьезной экологической проблемой.

Попутный газ продолжает создавать для нефтяников серьезные проблемы потому что:

- Добыча нефти постоянно перемещается на все большие глубины, где применение трубопроводов становится невозможным или слишком затратным.

- Традиционным эффективным способом утилизации этого газа было сжигание в атмосфере. Однако, этот способ становится неприемлемым по соображениям экологической безопасности.
- Другие технические решения, как закачивание газа в скважину, являются дорогостоящими и часто невозможными по геологическим или другим соображениям.
- Компании, занимающиеся разведкой новых нефтеносных регионов тратят годы и инвестируют миллиарды долларов в эти проекты. При этом попутный газ в этих долгосрочных программах создает огромные проблемы для нефтеразведчиков.

Если такой газ мог бы быть собран и доставлен до трубопровода, это было бы наиболее предпочтительное решение существующей проблемы.

Данный пример мог бы рассматриваться для большинства нефтяных регионов, где отсутствует инфраструктура трубопроводов.

Морская транспортировка CNG попутного газа может быть особенно привлекательным решением для таких проектов. CNG предлагает следующие выгоды от его применения:

- CNG может быть дешевым решением проблемы доставки при добыче на больших и сверхбольших глубинах.
- CNG является многократно используемым решением, когда одно и то же оборудование может перемещаться на новые месторождения. «Постоянные» решения, такие как подводные трубопроводы, не могут быть эффективными по причине множества мест разведки и короткого срока разведывательного бурения.
- CNG может доставляться потребителям, находящимся на расстоянии нескольких сотен миль от места добычи и от магистральных газопроводов.
- CNG система хорошо адаптирована для использования попутного газа и его более тяжелых углеводородов.
- CNG поможет конвертировать попутный газ из чисто затратной составляющей для нефтяников в приносящую доход.

# CNG АГНКС



Поставка газа CNG – модулями– идеальное решение для АГНКС

# Потребители, расположенные в отдаленных районах (селения в горах, пустынях, джунглях, военные гарнизоны, погранзаставы и др.)



**CNG – модули могут обеспечивать потребителей в отдаленных районах и вдалеке от магистральных газопроводов. Такой подход гарантирует надежное и постоянное давление потребителям. Также может обеспечивать временное газоснабжение трубопроводов, находящихся в плановых или внеплановых ремонтах.**

## Конструкция CNG терминалов



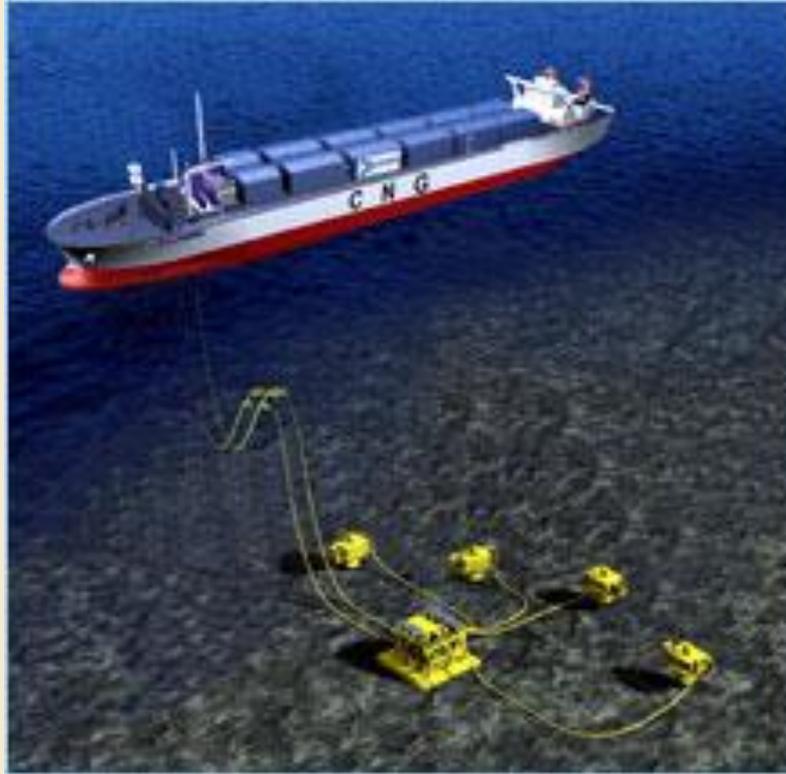
Требования к расположению (В море или на суше), наземная подготовка, требования экологии будут диктовать рекомендации к конструкции CNG терминалов. Наземные заправочные устройства для закачки CNG унифицированы и могут быть использованы при погрузке или разгрузке перевозимого газа.

CNG буи также унифицированы и могут использоваться для заправки на море:

- Портовое заправочное устройство
- Заправка на бочке (SALM -- Single-Anchor Leg Mooring): небольшие глубины, спокойное море
- Заправка на одном якорю (SPM -- Single-Point Mooring): любые глубины, сложные условия, ограниченное время
- Башенная заякоренная добывающая система (STL -- Submerged Turret Loading): любые глубины, сложные условия, длительное время
- причальный буй якорного типа (CALM -- Catenary Anchor Leg Mooring): небольшие глубины, спокойное море

Эти CNG буи позволяют загружать и разгружать суда в различных условиях и на разных глубинах.

## Система сбора и транспортировки газа (ССТ)



Контейнеровоз с контейнерными модулями может использоваться для сбора и транспортировки газа с морских и наземных скважин. Эта технология исключает использование дорогостоящего оборудования для сжатия газа и протяженных трубопроводов в любой среде, включая отдаленные, глубоководные и арктические районы. Система ССТ состоит из флота CNG контейнеровозов, каждый из которых имеет на борту оборудование для приема газа из скважины его сепарации и сжатия для хранения в модулях.

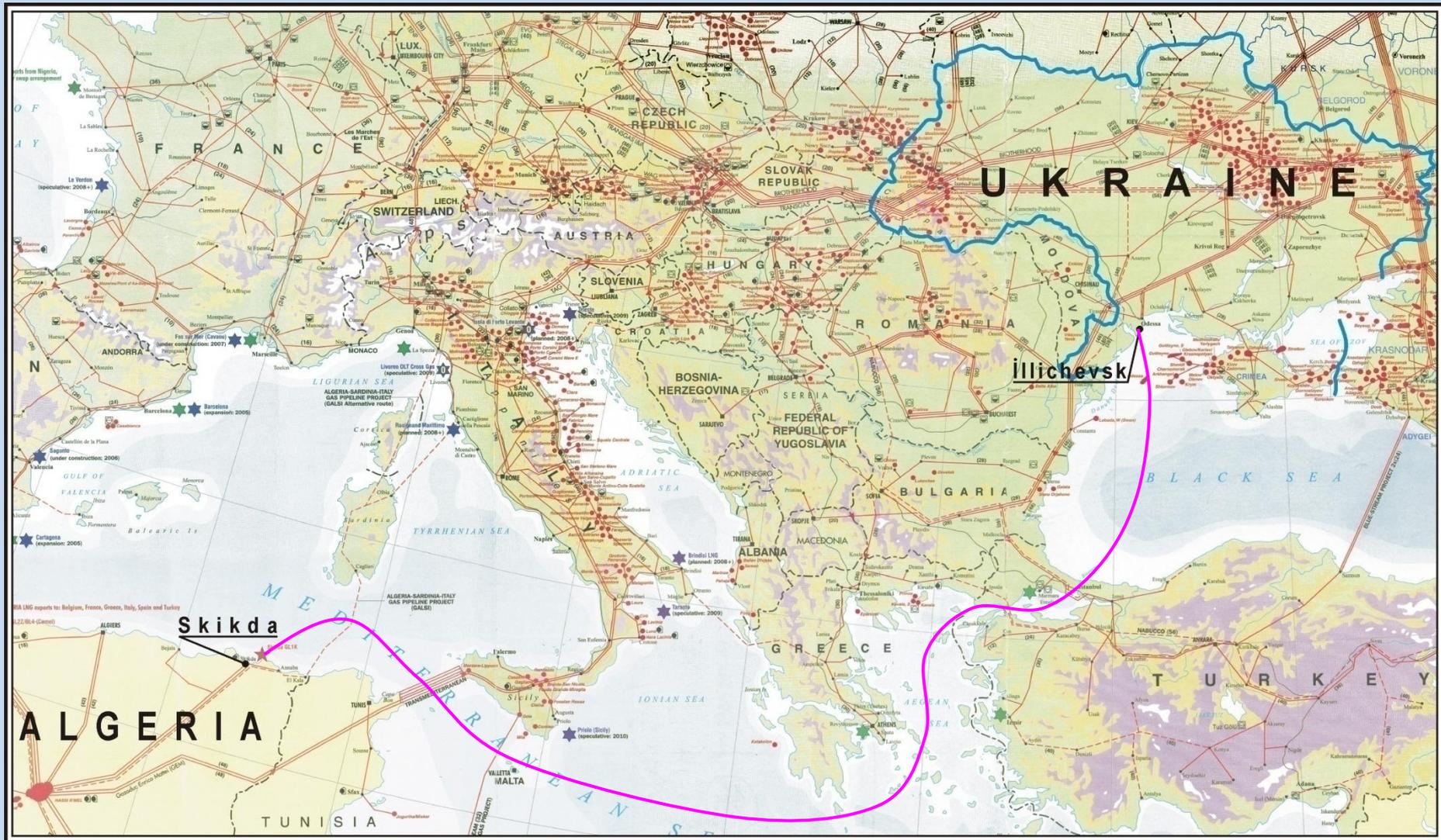
Система ССТ может использоваться для:

- Любого неперспективного месторождения для отбора газа и доставки потребителям CNG контейнеровозами.
- Отбора газа из глубоководных скважин и скважин, находящихся под льдом, без создания дорогостоящей инфраструктуры.
- Продолжительные исследования (от 6-18 месяцев до 3-5 лет) производительности скважины для определения ее перспективности.

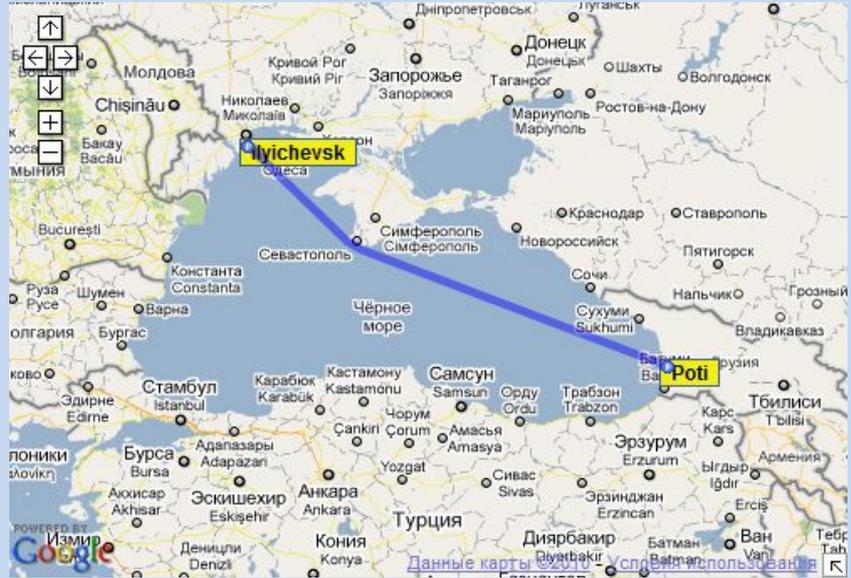
Основные преимущества системы ССТ:

- Газ добывается непосредственно на контейнеровоз
- Производится сепарация добываемого газа, сжатие и хранение в модулях
- Транспортировка CNG непосредственно потребителям
- Применима для больших глубин, сложных морских условий
- Идеальна для удаленных скважин

# Маршрут транспортировки газа Шкикда (Алжир) – Ильичевск (Украина)



# Маршрут транспортировки газа Поти (Грузия) – Ильичевск (Украина)



# Маршруты транспортировки газа Набуко и Белый поток



# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАРШРУТОВ

Порт загрузки	Порт разгрузки	Расстояние, миль	Скорость, узл.	Количество судов	Цена транспортировки, USD/1000 м <sup>3</sup> .	Стоимость модульного парка, млн. USD	Приведенные затраты, USD/1000 м <sup>3</sup> .	Транспортный тариф на перевозку CNG, USD/ 1000 м <sup>3</sup> *100 км
Грузия (Кулеви)	Ильичевск	546	24	4	10,06	1 527	32,97	3,26
Грузия (Кулеви)	Севастополь	403	24	3	9,74	1 222	28,06	3,76
Грузия (Кулеви)	Феодосия	324	24	3	9,56	1 222	27,88	4,65
Египет (Дамиэтта)	Ильичевск	1145	24	6	11,40	2 138	43,47	2,05
Египет (Дамиэтта)	Черноморск	1144	24	6	11,40	2 138	43,47	2,05
Египет (Дамиэтта)	Феодосия	1206	24	6	11,56	2 138	43,63	1,95
Ливия (Эль Брега)	Ильичевск	1146	24	6	11,40	2 138	43,47	2,05
Ливия (Эль Брега)	Черноморск	1145	24	6	11,40	2 138	43,47	2,05
Ливия (Эль Брега)	Феодосия	1207	24	6	11,56	2 138	43,63	1,95
Алжир (Шкикда)	Ильичевск	1535	24	7	12,27	2 443	48,92	1,72
Алжир (Шкикда)	Черноморск	1534	24	7	12,27	2 443	48,92	1,72
Алжир (Шкикда)	Феодосия	1596	24	8	12,43	2 749	53,66	1,82
Алжир (Алжир)	Ильичевск	1713	24	8	12,70	2 749	53,93	1,70
Алжир (Алжир)	Черноморск	1712	24	8	12,70	2 749	53,93	1,70
Алжир (Алжир)	Феодосия	1775	24	8	12,89	2 749	54,12	1,65

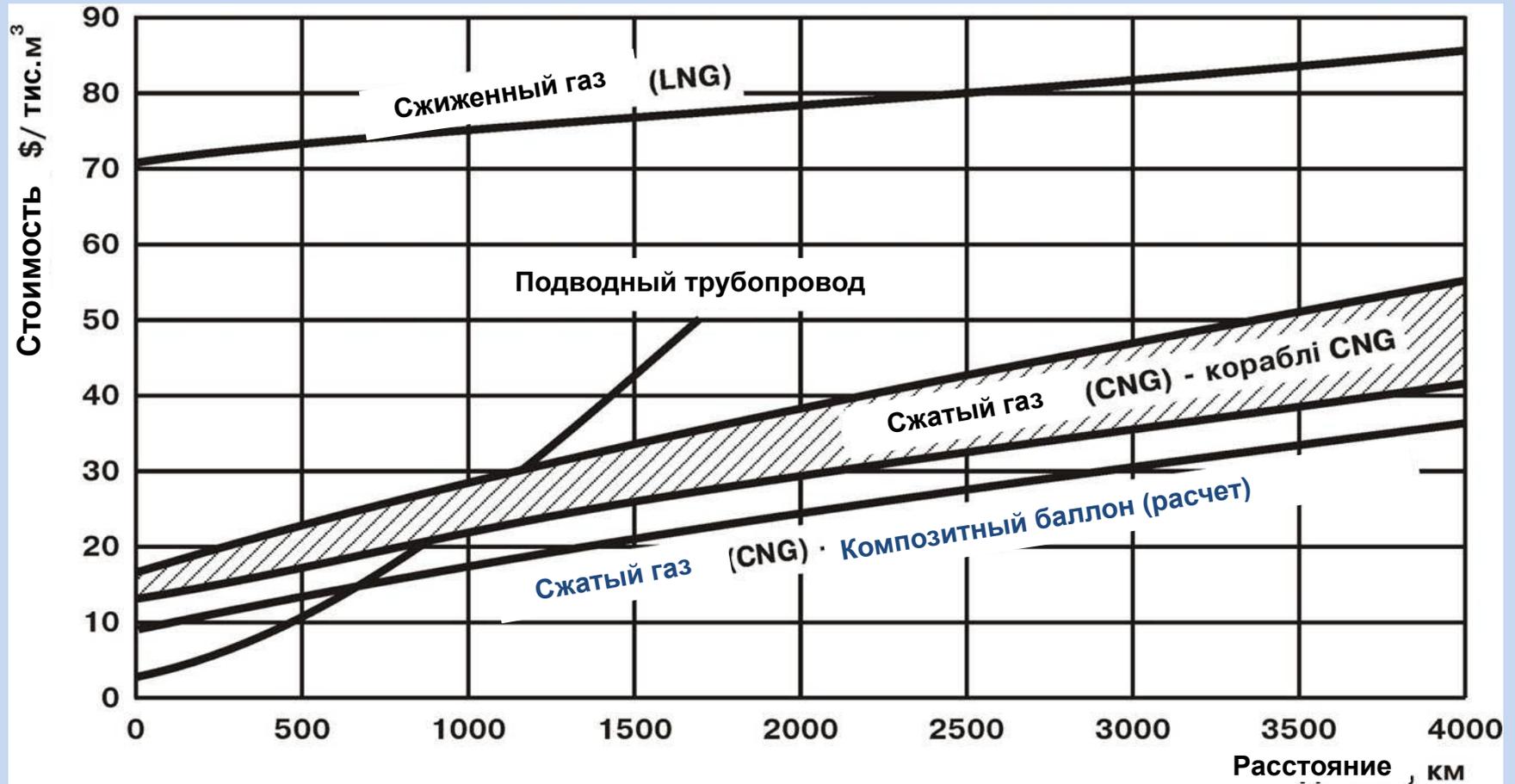
**Грузовместимость каждого судна**

**4480 контейнеров**

**Объем поставки**

**10 млрд.м<sup>3</sup>/год**

# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ТАРИФЫ ПЕРЕВОЗКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА



При объемах поставки более чем 5 млрд. м<sup>3</sup> в год на расстояние от 500 до 2 000 миль газ выгоднее везти в виде CNG, а не LNG.

# Характеристики CNG-контейнеровоза



Длина	–	280 м
Ширина	–	55 м
Осадка	–	14 м
Скорость	–	25 уз
Количество модулей	–	4480 шт.
Провозоспособность за один рейс	–	26,4 млн.м <sup>3</sup>

# Преимущества контейнерной транспортировки CNG морем

## Конструкторско-технологические преимущества

- За счет применения аэрокосмических технологий и современных композитных материалов при изготовлении газовых баллонов предусмотрено достижение рабочего давления в баллоне 250 атм. При этом за счет применения стандартных 20-ти футовых морских контейнеров и значительного снижения веса баллонов резко повышается показатель эффективности транспортировки **CNG**
- Компримирование - наименее энергозатратная технология промышленной обработки и подготовки газа. По данным фирмы Chart-Ferox, энергозатраты на компримирование составляют примерно 0,58 кВт\*час/кг газа, а на сжижение - 1,37 кВт\*час/кг, или в 2,4 раза выше
- Выполнение требований к подготовке и очистке газа, отделению фракций C<sub>2+</sub>, для технологий **CNG** гораздо проще, чем для производства LNG. Это ведет к существенному упрощению и удешевлению технологии

- Береговые приёмные терминалы **CNG** также будут проще и дешевле, чем терминалы **LNG**. Они могут даже не иметь хранилищ газа большого объёма, так как доставленная партия сжатого газа может быть направлена непосредственно в трубопроводную газотранспортную систему, как правило, имеющую большую ёмкость
- Возможность быстрого самостоятельного проектирования, испытания и строительства контейнеровозов и баллонов высокого давления
- Наличие опыта проектирования и строительства судов-контейнеровозов и собственного научно-технического сопровождения
- Увеличение объема перевозимого газа в 1,7 раза за счет увеличения давления газа без доработки традиционных средств транспортировки

## Преимущества по безопасности

- Разгерметизация судовых систем хранения **CNG** представляет собой гораздо меньшую опасность, чем разлив LNG на борту танкера. Отсюда высокая сложность и стоимость систем безопасности, предупреждения и ликвидации утечек для LNG по сравнению с **CNG**
- С точки зрения навигационной безопасности, стойкость судово-контейнеровозов любых типов к внешним воздействиям значительно выше, чем у систем криогенных мембранных или шаровых ёмкостей для LNG
- Пониженный уровень экологической опасности
- Безосколочное разрушение баллонов в аварийных ситуациях в случае применения огнестрельного оружия, терактов

## Экономические преимущества

- Капитальные вложения в объекты для **CNG** в несколько раз ниже, чем в объекты для LNG. По оценке ряда экспертов, в проектах морской транспортировки **CNG**, затраты на танкерный флот составят до 80% общей стоимости, а стоимость промысловых и приёмных объектов - 20%. Для LNG это соотношение составляющих затрат обратное: 10 - 20% затрат идут на танкеры, а 80 - 90% на промысловые и береговые сооружения
- Проекты с морской транспортировкой **CNG** имеют более низкий порог экономической целесообразности: минимальная производительность комплекса может составлять 1,5 - 3,0 млн. н.м<sup>3</sup> в день (0,5 - 1,0 млрд. н. м<sup>3</sup> в год). Такую же величину имеет и "дискретность" наращивания производительности системы в случае развития проекта. При этом конкретный объем определяется вместимостью танкера расстоянием доставки
- Хранение **CNG** в сосудах различной конструкции позволяет приспособить под носитель практически любое грузовое судно. LNG - танкеры ни для чего другого применяться не могут

## Преимущества по транспортировке

- Стоимость транспортировки **CNG** ниже в сравнении с глубоководными трубопроводами и **LNG**
- Отсутствие необходимости строительства завода регазификации в порту розгрузки
- Отсутствие энергозатрат на регазификацию
- Нет необходимости в проектировании и строительстве дорогих и технически сложных судов-газовозов для перевозки сжиженного газа
- Возможность доставки модулей с газом из порта выгрузки в любую точку Украины автомобильным, воздушным и железнодорожным транспортом
- Значительное снижение веса транспортных средств для перевозки **CNG**

## Преимущества использования

- Технологическая простота транспортировки **CNG** позволяет осуществить не крупные пилотные проекты с минимальными финансовыми рисками и в достаточно короткие сроки
- Технология морской транспортировки **CNG** может оказаться самым оптимальным вариантом вовлечения попутного нефтяного газа морских глубоководных месторождений в товарный оборот энергоносителей
- Возможность эффективной разработки малоперспективных газовых месторождений без прокладки трубопроводов
- Широкая сфера применения контейнерных модулей (заправка автотранспорта, отдаленные населенные пункты, воинские части, зоны чрезвычайных происшествий и т.д.)
- Возможность перевозки различных типов газов (азот, гелий, водород)

- Широкий диапазон использования контейнеров для различных климатических условий (от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ )
- **CNG** -технологии адаптивны к сочетанию таких ограничительных факторов, как:
  - время жизни проекта (размеры извлекаемых запасов газа);
  - геополитическая ситуация в газодобывающих и импортирующих регионах;
  - изменение локальной или глобальной конъюнктуры, объёмов спроса и предложения;
  - общеэкономические кризисные явления и т.п.

# ***ИТЕРА – УКРАИНА***

+38 044 2015991

+38 063 4594545

+38 050 3303308

E-mail: [wslavko@gmail.com](mailto:wslavko@gmail.com)

Стратегическое шоссе, 18

Киев

Украина