



Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение Чувашской Республики
**КАНАШСКИЙ ТРАНСПОРТНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ**
Министерства образования и молодежной политики
Чувашский Республики

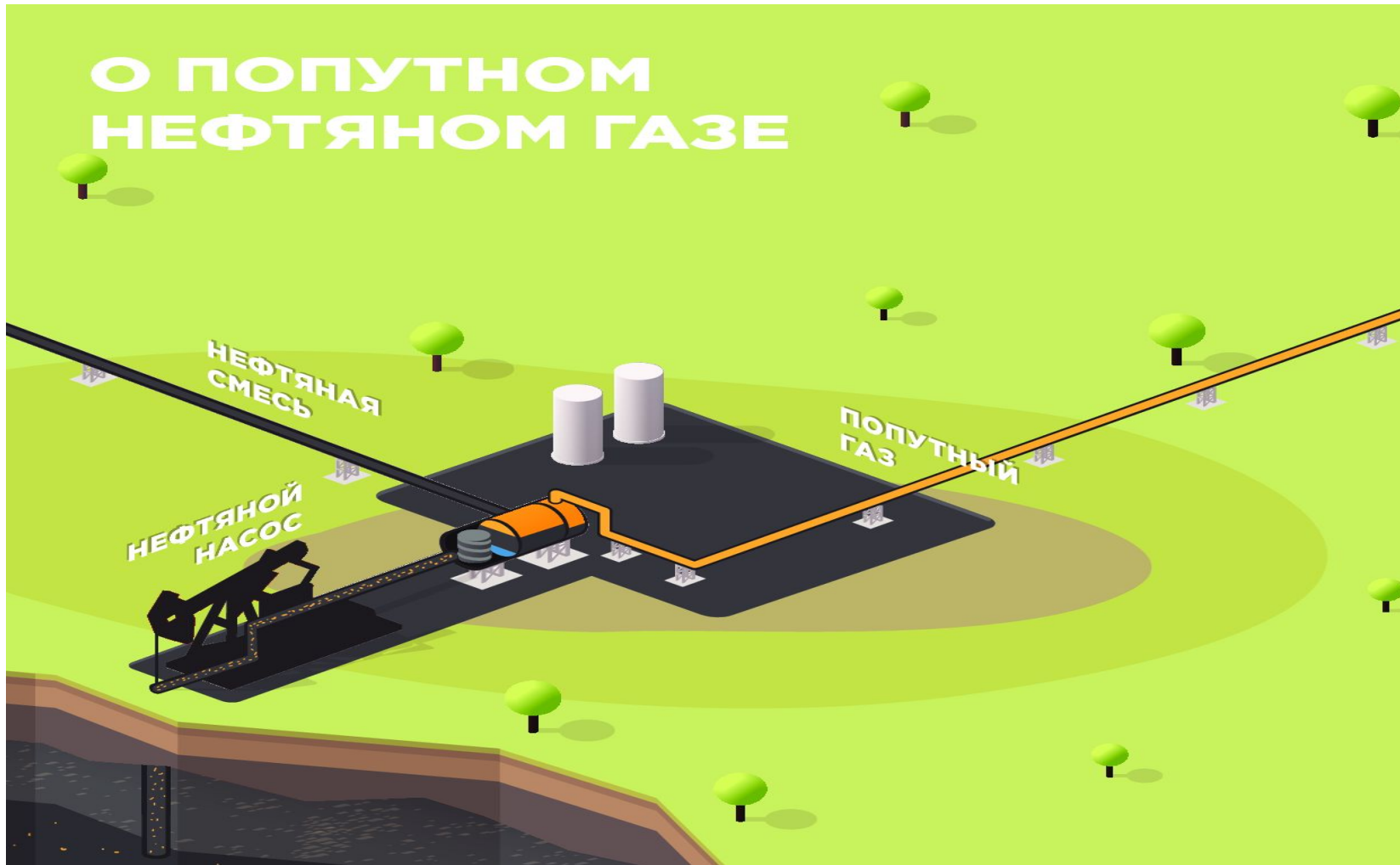
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Утилизация попутного нефтяного
газа»

Автор: Захаров Глеб Олегович
Научный руководитель: Александров А.
Ю.



О ПОПУТНОМ НЕФТЯНОМ ГАЗЕ



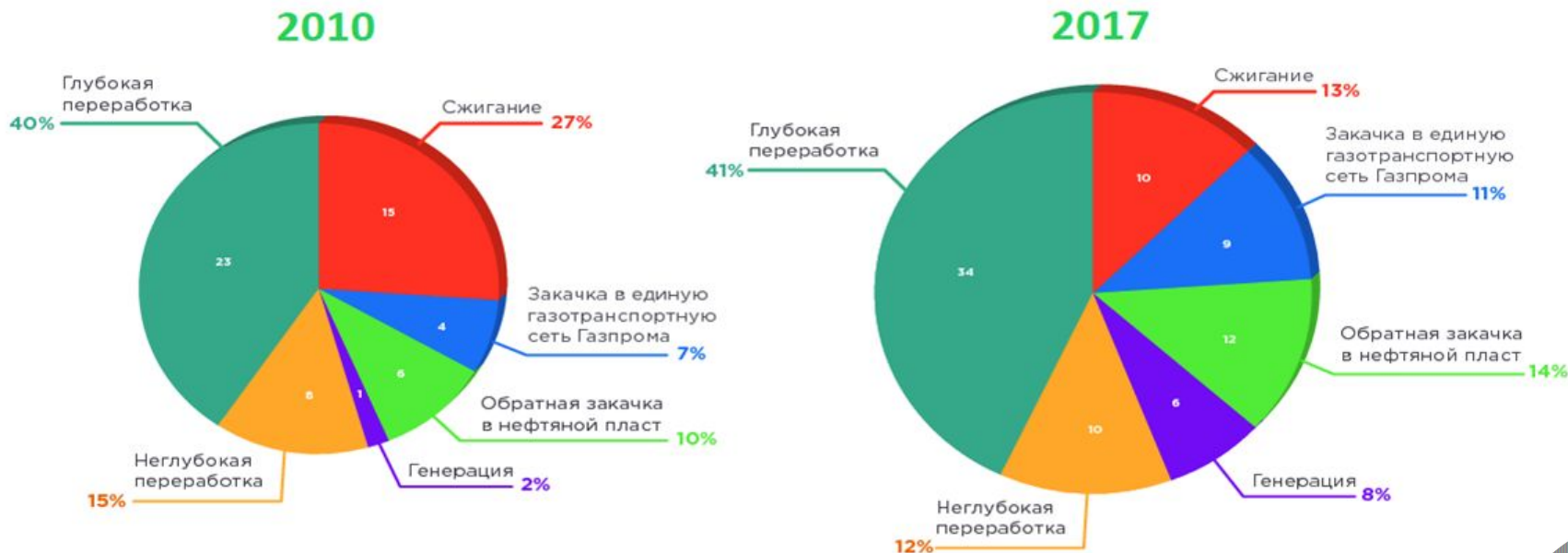


Попутный нефтяной газ, или ПНГ - это газ, растворенный в нефтяной жидкости. В составе этого газа есть метан обычный природный газ, и широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), которая используется либо в качестве топлива, либо сырья для глубокой переработки. Мы рассмотрим все виды утилизации ПНГ с точки зрения удельных затрат, последующей экономической выгоды и влияния на экологию.

КАК ЭТО УСТРОЕНО

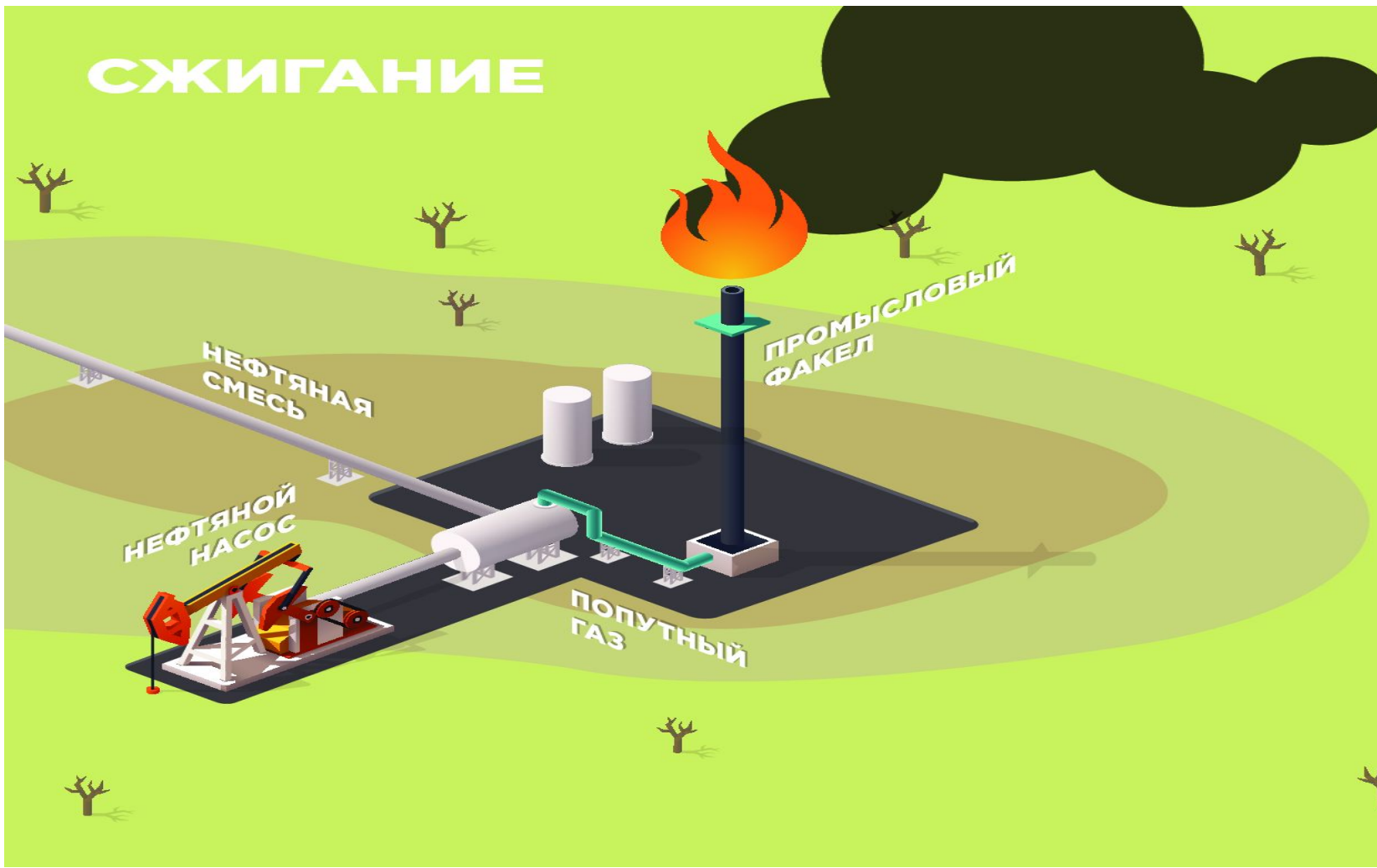
После извлечения нефтяной жидкости из-под земли от нее отделяют все побочные элементы: воду, серу, попутный газ. Без данной операции сырую нефть, по технологическим причинам, не примут в магистральный нефтепровод. При отделении ПНГ от нефти встает вопрос его дальнейшего использования или утилизации. Бесконтрольно взять и выпустить попутный газ в воздух нельзя он может легко воспламениться и даже взорваться.

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ЗА 2010-2017 г. (млрд. м³)





СЖИГАНИЕ











КАК ЭТО УСТРОЕНО

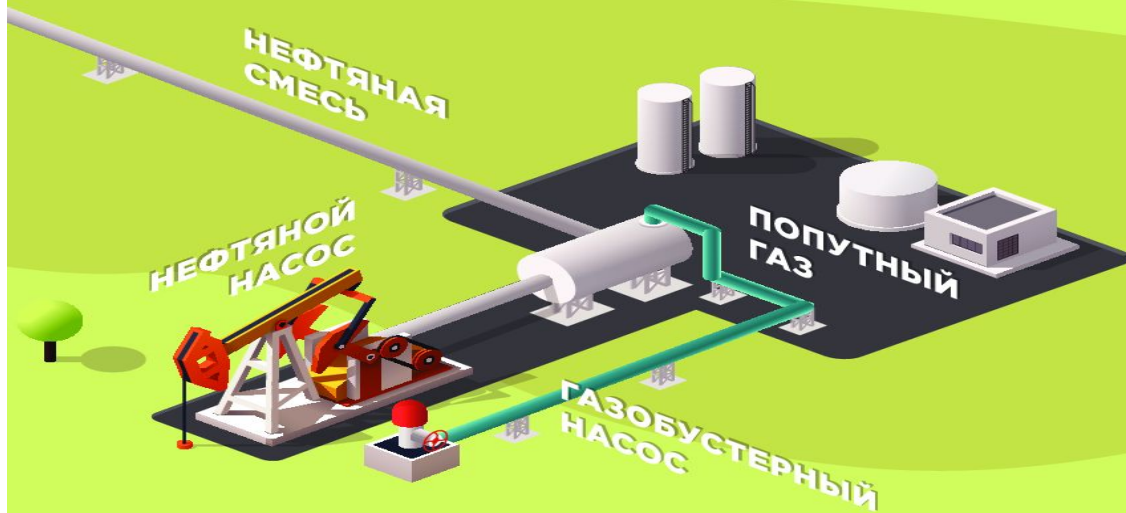
Самый простой способ утилизации попутного газа — построить на нефтяном месторождении факел, с помощью которого его постоянно сжигать.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО-ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ³	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8
Строительство факельной установки и подводящих трубопроводов.						
Экономический эффект руб/м ³	-2,8	0 возможное увеличение нефтеотдачи	3 – 6,1	3,6 – 5,2	7,6 – 10,7	19,8 – 20,1
Ущерб в размере штрафа от сжигания.						
Упущенная выгода руб/м ³	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
Диапазон от экономии на штрафе до дохода от продажи нефтехимических продуктов.						
Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0
Выбросы в атмосферу вредных веществ. Зона загрязнения в радиусе до 80–100 км от факела.						
Источники данных	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	ECOLLUR. Доклад «Чистая энергия»	B2B-Center. Обзор рынков.	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК



ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ











КАК ЭТО УСТРОЕНО

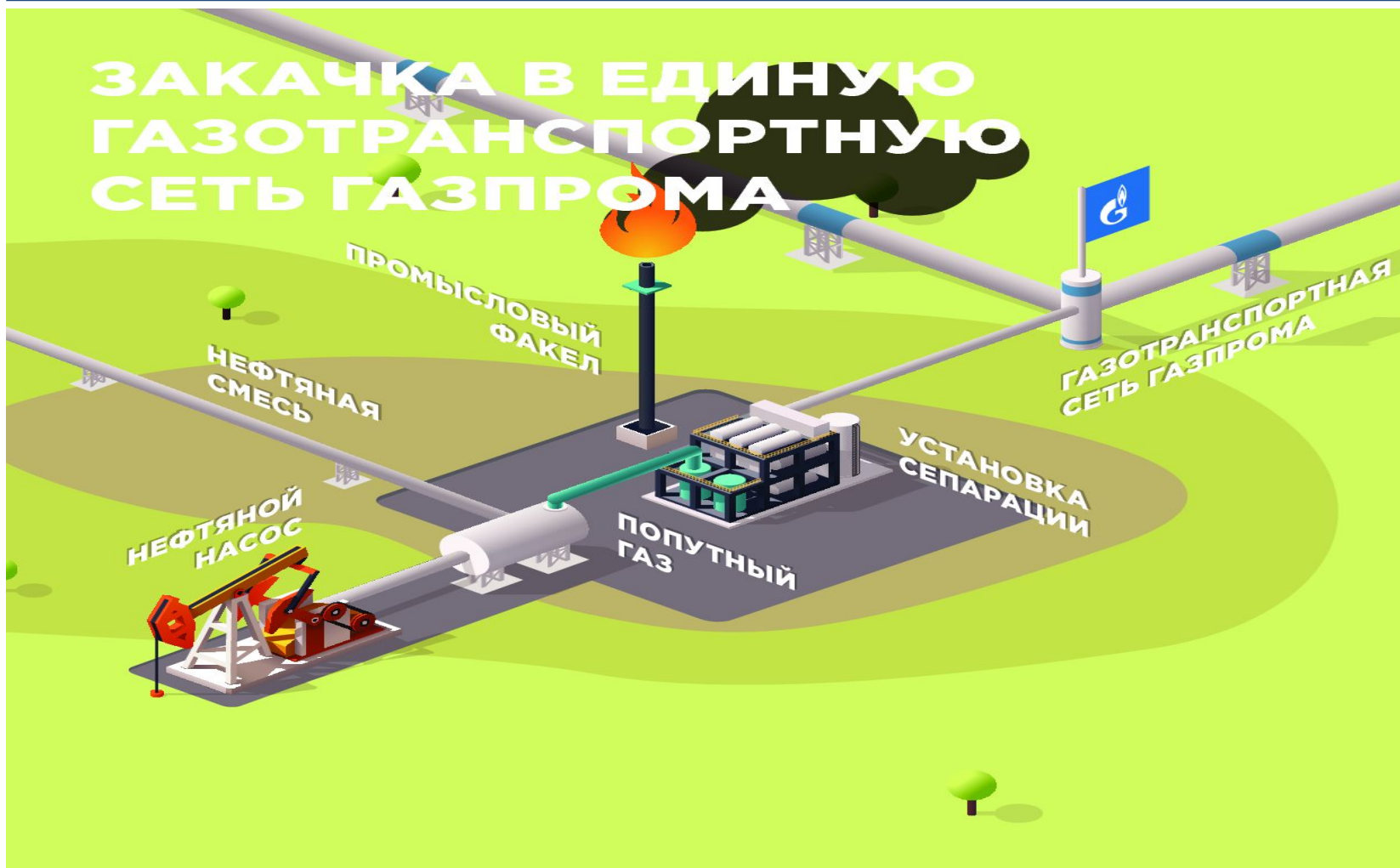
После отделения от нефтяной жидкости ПНГ собирается и закачивается обратно в нефтяной пласт вместе с другими примесями.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО-ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ³	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8
Система сбора и нагнетательные газовые скважины.						
Экономический эффект руб/м ³	-2,8	0 возможное увеличение нефтеотдачи	3 – 6,1	3,6 – 5,2	7,6 – 10,7	19,8 – 20,1
Открытые данные об экономическом эффекте в части возможно роста нефтеотдачи за счет создания давления в нефтяном пласте практически отсутствуют.						
Упущенная выгода руб/м ³	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
Диапазон от экономии на штрафе до дохода от продажи нефтехимических продуктов.						
Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0
Экологически нейтральное решение в случае полезной утилизации в следующем цикле извлечения.						
Источники данных	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	ECOLUR. Доклад «Чистая энергия»	B2B-Center. Обзор рынков.	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК



ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА





КАК ЭТО УСТРОЕНО

Небольшие объемы ПНГ можно направить в магистральный газопровод для продажи потребителям в составе обычного природного газа. Однако закачка ПНГ в газотранспортную сеть связана с рядом технологических ограничений:

- Поток природного газа через ГТС должен существенно превышать объем инжектируемого ПНГ (в 20 – 50 раз).
- ПНГ должен быть осушен, первично очищен от аэрозолей, сероводорода, меркаптанов и большей части тяжелых углеводородов.
- Газ, подаваемый в магистральный газопровод, должен удовлетворять требованиям отраслевого стандарта ОСТ 51.40-93: глубина осушки и очистки газа должна быть такой, чтобы исключались условия появления жидкой фазы в магистральном газопроводе. Для предотвращения этого необходимо, чтобы точка росы газа по влаге и углеводородам была на 5 – 7 К ниже наиболее низкой температуры газа при его транспортировке по газопроводу.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО- ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ³	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8

Организация сбора и строительство сети локальных газопроводов до врезки в магистральный газопровод.
В части сжигания — строительство факельной установки и подводящих трубопроводов.

Экономический эффект руб/м ³	-2,8	0 возможное увеличение нефтеотдачи	3 – 6,1	3,6 – 5,2	7,6 – 10,7	19,8 – 20,1
---	------	--	---------	-----------	------------	-------------

Монетизация ПНГ как обычного топливного газа.

Упущенная выгода руб/м ³	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
---	---------------------	-------------------	---------------------	---------------------	-------	---

Доход от продажи нефтехимических продуктов (за вычетом дохода от неглубокой переработки).

Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0
--	-----	---	-----	-----	---	---

Считается с учетом экономического эффекта.

Источники данных	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	ECOLUR. Доклад «Чистая энергия»	B2B-Center. Обзор рынков.	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК
------------------	--	--	---------------------------------	---------------------------	--	--











КАК ЭТО УСТРОЕНО

ПНГ может использоваться в качестве топлива для выработки электроэнергии непосредственно на нефтяных месторождениях или поблизости от них.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО-ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ²	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8
Система сбора ПНГ, газотурбинные установки.						
Экономический эффект руб/м ²	-2,8	0 возможное увеличение нефтеотдачи	3 – 6,1	3,6 – 5,2	7,6 – 10,7	19,8 – 20,1
Доход от собственной электрогенерации.						
Упущенная выгода руб/м ²	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
Диапазон от дохода от утилизации на мини-ГПЗ (за вычетом дохода от собственной генерации) до дохода от продажи нефтехимических продуктов (за вычетом дохода от собственной генерации).						
Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0

Существенные экологические риски с углеродными выбросами при масштабной электрогенерации на ПНГ с высоким содержанием ШФЛУ.

Источники данных

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК

ESOLUR. Доклад «Чистая энергия»

B2B-Center. Обзор рынков.

По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК

По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК











КАК ЭТО УСТРОЕНО

ПНГ с помощью небольших мобильных технологических установок можно разделить на метан, этан и пропан-бутан. Метан закачивается в газотранспортную сеть, а пропан-бутан закачивается в цистерны и отправляется потребителям.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО- ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ³	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8
Система сбора ПНГ, установки по первичной переработке, газопроводы до магистрального газопровода, транспортировка готовой продукции						
Экономический эффект руб/м ³	-2,8	0 возможное увеличение нефтеотдачи	3 - 6,1	3,6 - 5,2	7,6 - 10,7	19,8 - 20,1
Монетизация сухого отбензиненного газа и ШФЛУ, как топлива.						
Упущенная выгода руб/м ³	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
Доход от продажи нефтехимических продуктов (за вычетом дохода от неглубокой утилизации).						
Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0
Источники данных	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	ESOLUR. Доклад «Чистая энергия»	B2B-Center. Обзор рынков.	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК











КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ПНГ поставляется на крупные газоперерабатывающие заводы, где также разделяется на метан (сухой отбензиненный газ) и широкую фракцию легких углеводородов. Сухой газ поставляется в магистральную газотранспортную сеть. А ШФЛУ, в отличие от неглубокой переработки, направляется на дальнейшие переделы для получения широкой линейки нефтехимических продуктов.

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ УТИЛИЗАЦИИ

	СЖИГАНИЕ 	ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ 	ЗАКАЧКА В ЕДИНУЮ ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ ГАЗПРОМА 	ЭЛЕКТРО- ГЕНЕРАЦИЯ 	НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 	ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА 
Капитальные вложения руб/м ³	0,1	4,4	5	54,2	15	13,8
Максимальные капитальные затраты на создание всего комплекса инфраструктуры: система сбора ПНГ, компрессорные станции и газоперерабатывающие мощности, транспортировка СОГ и ШФЛУ, расходы на дальнейшие переделы						
Экономический эффект руб/м ³	-2,8	0 <small>возможное увеличение нефтеотдачи</small>	3 – 6,1	3,6 – 5,2	7,6 – 10,7	19,8 – 20,1
Усредненный экономический эффект — монетизация метана (сухой отбензиненный газ) как топливного газа, монетизация ШФЛУ как сырья для нефтехимии с дальнейшим производством конечных изделий из полимеров и синтетического каучука. Максимальный экономический эффект для бизнеса и государства.						
Упущенная выгода руб/м ³	от -2,8 до -22,6	от -3 до -19,8	от -2,2 до -16,8	от -2,4 до -14,6	-12,2	0
Экологический ущерб млн тонн CO ₂ -эквивалента/млрд. м ³	7,1	0	1,2	1,2	0	0
Источники данных	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	ECOLUR. Доклад «Чистая энергия»	B2B-Center. Обзор рынков.	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК	По расчетам информационно-аналитического агентства РУПЕК



Полноцикловой пилотный комплекс переработки природного и попутного нефтяного газов в синтетическую нефть



Полноциклового пилотный
комплекс конверсии
природных и попутных
нефтяных газов в
синтетические углеводороды
по методу Фишера-Тропша



$\text{CH}_4 - 4,4$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 12,2$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 67,2$; $\text{n-C}_4\text{H}_{10} - 13,8$; $\text{n-C}_5\text{H}_{12} - 0,5$; $\text{CO}_2 - 1,8$; $\text{H}_2\text{S} - 0,1$

ОСГ, ч ⁻¹	Состав газа, % об.					Конверсия
	C ₂₊	CH ₄	CO	H ₂	CO ₂	углеводородов C ₂₊ , %
250	0,0	31,0	2,6	45,6	20,8	100,0
650	0,1	29,1	2,4	46,6	21,9	99,5
950	0,1	28,6	2,5	49,0	19,8	99,1

ОСГ, ч ⁻¹	Состав газа, % об.				Степень
	CH ₄	CO	H ₂	CO ₂	превращения CH ₄ , %
1000	1,2	25,6	69,9	3,3	93,5

X _{CO} , %	Селективность, %				G _{C5+} , кг/(м ³ ·ч)
	CH ₄	C ₂ -C ₄	C5+	CO ₂	
88,1	16,2	9,2	72,7	1,9	180,0