

# Обогащение биогаза

Экологичные технологии для надежного будущего



**Биогаз** производится путем анаэробного брожения органических отходов и состоит в основном из метана, а также примесей в виде углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ), аммиака ( $\text{NH}_3$ ) и водорода ( $\text{H}_2$ ), которые необходимо удалить, чтобы метан стал коммерческим продуктом.

Очищенный **биометан** направляется в газопроводы и используется для производства тепловой, электрической энергии и в качестве топлива для автомобилей.

## Типовая схема производства биометана



# Сырье для получения биогаза

Современные технологии позволяют переработать в биогаз любые виды органического сырья. Наиболее эффективно для переработки подходят ТБО, отходы животноводческих и птицеводческих ферм, предприятий агропромышленного комплекса (АПК) и сточных вод, так как они характеризуются постоянством потока отходов во времени и простотой их сбора.

	Вид сырья	Выход биогаза	% метана	Выход биометана
ТБО	Бытовые твердые отходы	120 Нм <sup>3</sup> /т	57,00% CH <sub>4</sub>	72 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Пищевые отходы и органический мусор	125 Нм <sup>3</sup> /т	64,00% CH <sub>4</sub>	84 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Пищевые отходы супермаркетов	176 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	111 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания	162 Нм <sup>3</sup> /т	58,00% CH <sub>4</sub>	99 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Осадки сточных вод (2-5% VS)	36 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	22 Ст.м <sup>3</sup> /т
ФЕРМА	Жидкие и полужидкие отходы рогатого скота	23 Нм <sup>3</sup> /т	58,00% CH <sub>4</sub>	14 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Навоз	68 Нм <sup>3</sup> /т	58,00% CH <sub>4</sub>	41 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Жидкие и полужидкие отходы свиней	21 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	13 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Жидкий птичий помет	93 Нм <sup>3</sup> /т	65,00% CH <sub>4</sub>	64 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Сухой птичий помет	190 Нм <sup>3</sup> /т	55,00% CH <sub>4</sub>	110 Ст.м <sup>3</sup> /т
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	Солома	383 Нм <sup>3</sup> /т	58,00% CH <sub>4</sub>	233 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Оливковый жмых	153 Нм <sup>3</sup> /т	55,00% CH <sub>4</sub>	84 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Жмых/ выжимки	40 Нм <sup>3</sup> /т	55,00% CH <sub>4</sub>	23 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Травяной силос	183 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	116 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Растительные отходы рапса	612 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	386 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Растительный силос	195 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	123 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Растительные остатки	35 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	22 Ст.м <sup>3</sup> /т
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	Клевер	80 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	50 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Биологические отходы в виде содержимого желудочно-кишечных трактов животных	67 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	42 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Побочные продукты животного происхождения (пастеризованные)	225 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	142 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Отходы бойни	160 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	101 Ст.м <sup>3</sup> /т
	Отходы производства пищевых продуктов	265 Нм <sup>3</sup> /т	60,00% CH <sub>4</sub>	167 Ст.м <sup>3</sup> /т



Наша продукция вносит положительный вклад в охрану окружающей среды, улучшает производственные процессы наших клиентов и удовлетворяет потребностям общества.

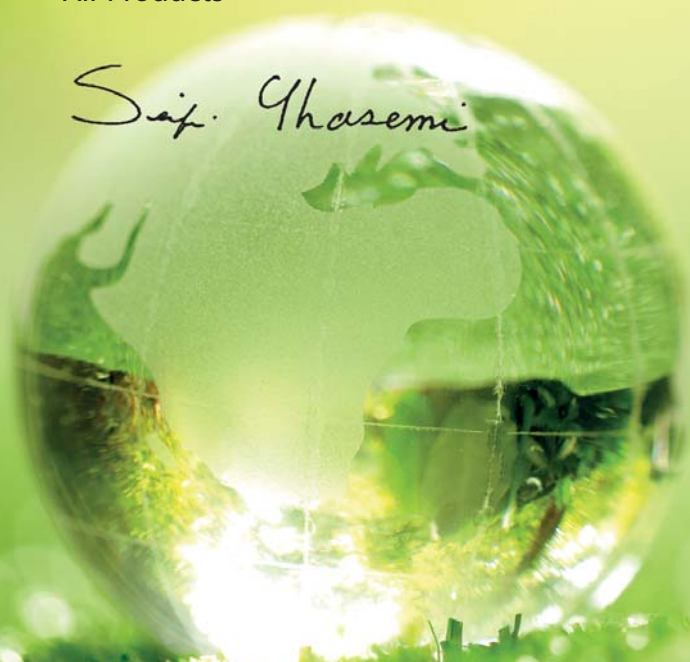
Мы уделяем большое внимание улучшению нашей деятельности для исключения экологических, социальных и управленческих рисков.

*«Мы разделяем беспокойство общества по поводу воздействия изменения климата на окружающую среду. И мы остаемся приверженными устойчивому развитию и поставленным целям. **Устойчивое развитие является одной из наших основных ценностей** и лежит в основе того, что мы делаем как компания по производству промышленных газов».*



**Сейфи Гасеми,**  
Председатель правления, президент и генеральный директор  
Air Products

*Saif Ghasemi*



## Устойчивое развитие

### Экологичность в сочетании с прогрессом

Технология обогащения биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу, который влияет на парниковый эффект в 21 раз сильнее, чем CO<sub>2</sub>, и находится в атмосфере на протяжении 12 лет.

Технология обогащения биогаза — эффективный способ предотвращения глобального потепления.

### Применение технологий модернизации биогаза позволит вам:

- ✓ Снизить нагрузку на окружающую среду путем отсутствия выбросов в атмосферу биогаза или продуктов его сгорания
- ✓ Производить новый конечный продукт с добавленной стоимостью из отходов вашего производства для применения на собственном производстве или дальнейшей продажи
- ✓ Внести свой вклад в улучшение экологической обстановки планеты
- ✓ Соответствовать статусу экологически ответственной компании



# Отрасли, где востребована очистка биогаза до биометана

Производите товарный продукт с добавленной стоимостью из отходов вашего производства с минимальными затратами и максимальной прибылью



## Полигоны твердых бытовых отходов (ТБО)

На полигонах в процессе разложения отходов образуется свалочный газ, который, во избежание взрывов, необходимо утилизировать. Чаще всего газ утилизируют путем сжигания. Недостаток этого метода в том, что продукты сгорания выбрасываются в атмосферу.

Мы предлагаем экологичное решение [производства биометана из свалочного газа](#), которое, помимо прочих преимуществ, принесет вам еще и дополнительную прибыль.



## Сельскохозяйственные и пищевые предприятия

В результате деятельности сельскохозяйственных предприятий образуются органические отходы, которые, разлагаясь, выделяют биогаз, загрязняющий окружающую среду.

Мы предлагаем экологичное решение [производства биометана из органических отходов](#), которое принесет вам дополнительную прибыль.



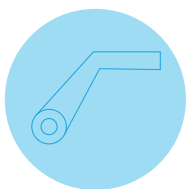
## Водоочистные сооружения

В отстойниках водоочистных сооружений в результате разложения донных осадков в больших количествах образуется биогаз, загрязняющий атмосферу.

Мы предлагаем экологичное решение [производства биометана из осадка сточных вод](#).



# Применение биометана



## Электрическая и тепловая энергия

Полученный биометан направляется в газораспределительную сеть и используется в промышленных и бытовых энергетических установках для выработки электроэнергии и тепла.



## Биотопливо (КПГ/СПГ)

Биометан в виде сжатого природного газа (КПГ) или сжиженного природного газа (СПГ) используется как экологически чистое топливо для автотранспорта.



## Водородное топливо

Комбинация из мембранной установки и водородного генератора производит из биогаза чистый водород, применимый как биологически чистое топливо для автомобилей или энергетических установок.



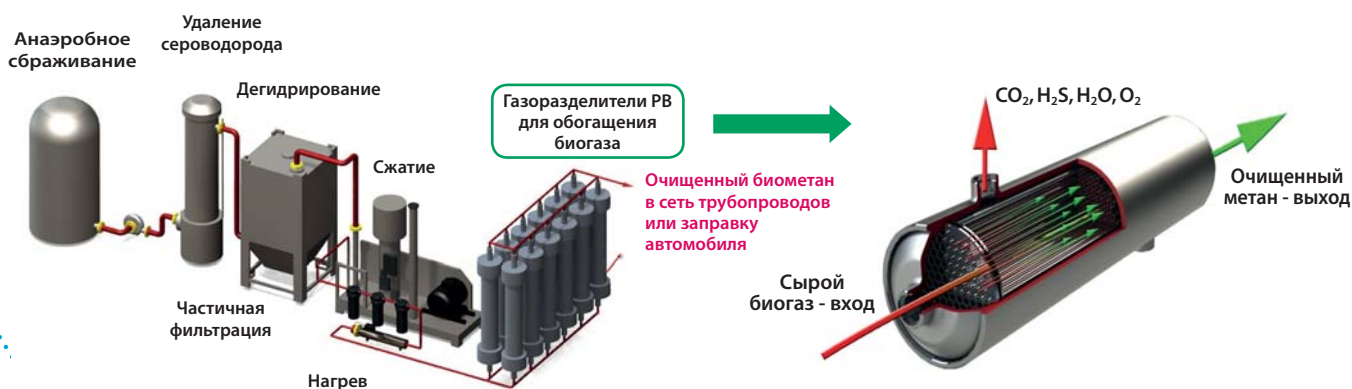
# Технологии производства биометана

## Мембранные газоразделители PRISM® для обогащения биогаза

Мембранные газоразделители PRISM® PB от Air Products — экономически эффективный способ производства биометана. Используя технологию селективного разделения биогаза, эти надежные установки отделяют молекулы метана от углекислого газа, кислорода и водяного пара. На выходе получается очищенный и сухой поток метана, готовый к применению.



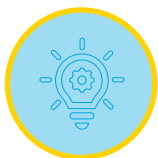
## Типовой поток получения биометана за счет технологии мембранной сепарации газов Air Products



Только для иллюстрации.  
Компоненты представлены не в масштабном соотношении.  
Варианты предварительной обработки зависят от применения.



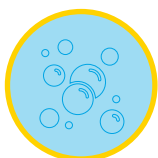
## Обогащение биогаза



Мембранные системы PRISM® от Air Products используют запатентованную технологию полволоконных мембран для выборочного отделения нежелательных компонентов из потока биогаза, полученного в результате процесса анаэробного брожения.



Тысячи крошечных полых волокон вытягиваются из полимеров на нашем современном производственном предприятии и собираются в легких и прочных алюминиевых оболочках.



Биогаз подается в мембранный модуль под давлением и нежелательные молекулы газа избирательно удаляются. В результате получается очищенный поток биометана, который полностью готов для промышленного использования и не требует дополнительной очистки.



Мембранные установки PRISM® для модернизации биогаза содержат тысячи крошечных полых волокон. Молекулы газа меньшего размера, такие как диоксид углерода и водяной пар, проходят через стенки мембраны, в то время как более крупные молекулы метана перемещаются внутри полых волокон до конца модуля.

# Преимущества применения мембран



- "Пассивная" технология с минимальными затратами на техобслуживание
- Система может быть модифицирована путем добавления или удаления "модулей"
- Многоступенчатые системы могут производить метан с чистотой до 99,5%
- Эффективны в удалении содержащейся воды
- Низкие капитальные затраты
- Срок службы мембранных модулей от 8 до 12 лет

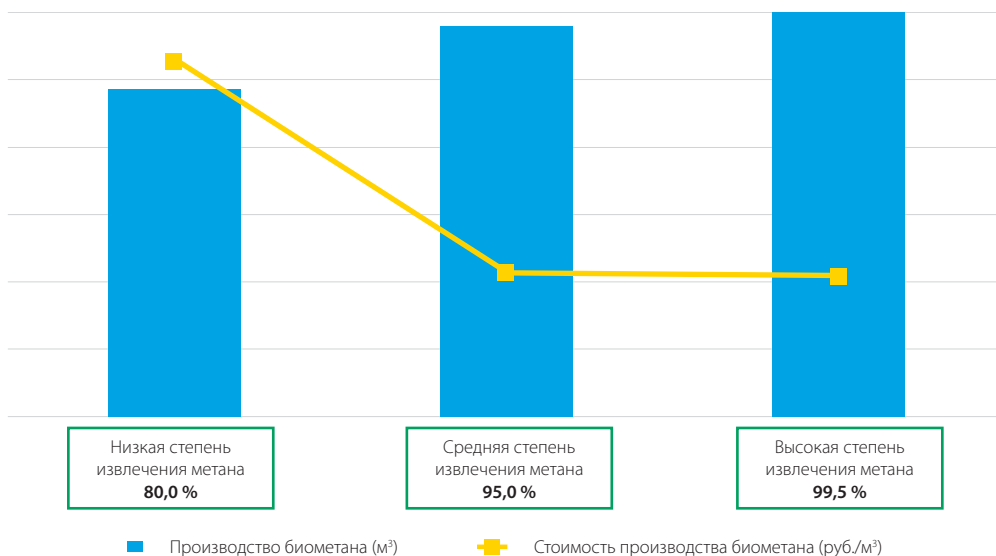


На практике, трехступенчатые системы применяются наиболее часто.

Выбор количества ступеней всегда основан на детальном анализе биогазового сырья.

Различные степени чистоты:

1-я ступень	концентрация метана 88% (неприменимо для подачи в сеть)
2-я ступень	концентрация метана 96-98%
3-я ступень	концентрация метана 99,5%



# Преимущества мембран PRISM®



Стандартная размерный ряд на выбор и высокая степень очистки



Прочная конструкция и модульное исполнение



Защита от аммиака и сероводорода



Простой производственный цикл



Низкие эксплуатационные затраты



Удаление водяного пара



Простая эксплуатация



Ценный вклад в защиту окружающей среды



# Наша стратегия

Мы гибко подходим к предложению опций нашим заказчикам. Выбирайте вариант, который наиболее соответствует стратегии вашей компании.



## Покупка биогаза (модель SOG - Sale Of Gas)

Большое преимущество этого варианта заключается в **отсутствии инвестиций в технологии и оборудование для заказчика**, а также в **отсутствии затрат на обслуживание и эксплуатацию**. В этом случае все расходы берет на себя Air Products, гарантируя бесперебойные поставки газа, работоспособность установки и безопасное производство. Air Products владеет установкой производства газа и эксплуатирует ее, а также поставляет газ заказчику на основании долгосрочного контракта.



## Покупка технологического оборудования (модель SOE - Sale Of Equipment)

Этот вариант заключается в приобретении заказчиком технологии очистки биогаза и производства биометана за свой счет. В этом случае необходимо учитывать, что **все затраты на приобретение технологии и оборудования, как и затраты на эксплуатацию и обслуживание этого оборудования несет заказчик**. В рамках этой модели заказчик владеет оборудованием и эксплуатирует его.



## Что мы предлагаем



Берем на себя риски капитальных вложений



Полностью берем на себя эксплуатацию и техобслуживание



Гарантию бесперебойной работы



Опытную команду техподдержки



Контроль качества в режиме он-лайн и дистанционный контроль 24/7



Консультацию опытных экспертов



Сервисное обслуживание 24/7

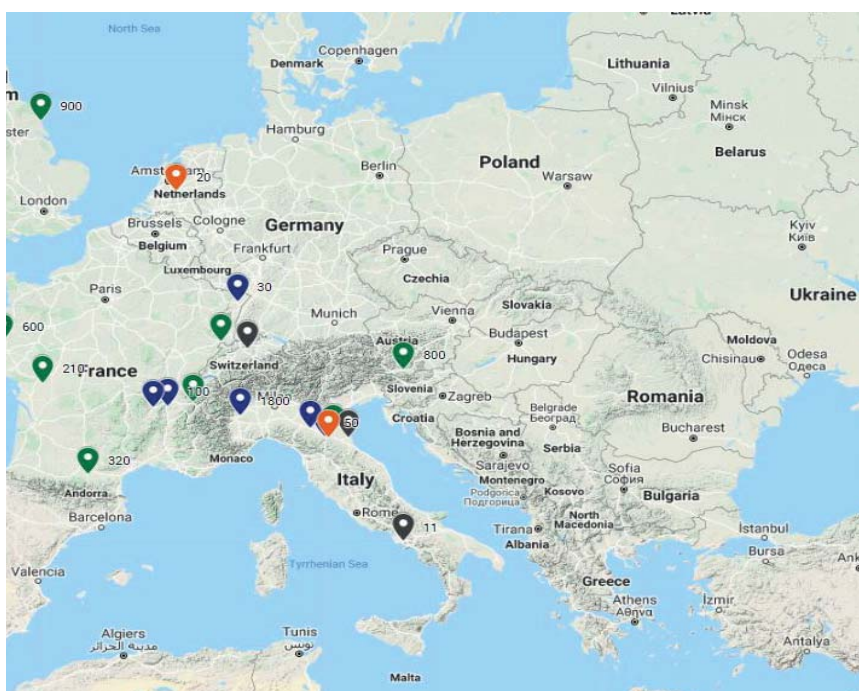


Опыт создания более 60 установок в 16 странах по всему миру

# Референс лист установок с использованием мембранных сепараторов PRISM®

## Европа

Страна	Запуск	Происхождение биогаза	Нм³/ч
Швейцария	1984	Полигон ТБО	110
Италия	1987	Полигон ТБО	11
Австрия	2013	Сельское хозяйство	800
Норвегия	2014	Пищевые отходы	30
Италия	2015	Сточные воды	50
Италия	2015	Сельско-хозяйственные отходы	50
Италия	2017	Сточные воды	100
Италия	2017	Полигон ТБО	100
Франция	2017	Сточные воды	100
Великобритания	2017	Сельско-хозяйственные отходы	900
Франция	2017	Сточные воды	30
Франция	2018	Сельско-хозяйственные отходы	160
Италия	2019	Полигон ТБО	50
Франция	2019	Сельско-хозяйственные отходы	320
Франция	2019	Сельско-хозяйственные отходы	210
Франция	2019	Сельско-хозяйственные отходы	800
Нидерланды	2019	Полигон ТБО	20
Франция	2019	Сельско-хозяйственные отходы	600
Италия	2020	Сточные воды	1800
Франция	2020	Сточные воды	360

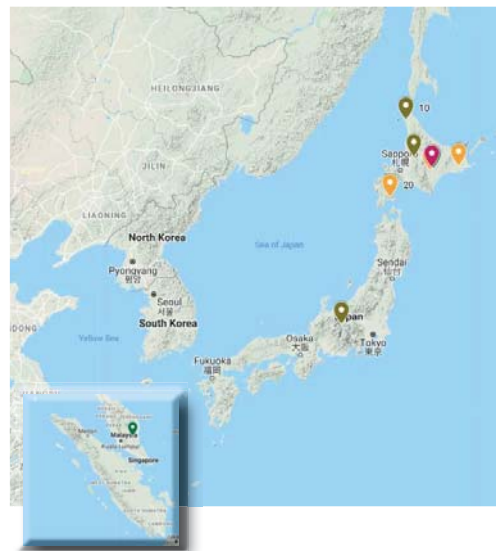


Наши мембраны для модернизации биогаза используются на заводах наших клиентов по всему миру с 1983 года, что подтверждает обширный опыт Air Products по реализации комплексных решений модернизации биогаза.

С нетерпением ждем сотрудничества с вами.

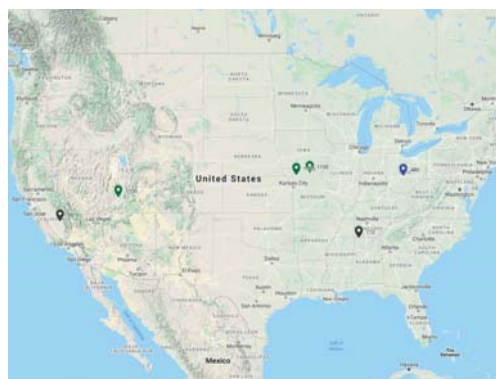
## Азия

Страна	Запуск	Происхождение биогаза	Нм <sup>3</sup> /ч
Япония	2008	С/х отходы + сточные воды	10
Япония	2009	С/х отходы + сточные воды	10
Япония	2009	Пищевые отходы	10
Япония	2010	Сельско-хозяйственные отходы	10
Япония	2011	Пищевые отходы	30
Япония	2012	Сельско-хозяйственные отходы	10
Япония	2012	Пищевые отходы	10
Япония	2012	Сельско-хозяйственные отходы	20
Япония	2013	С/х отходы + сточные воды	20
Малайзия	2015	Сельско-хозяйственные отходы	660
Япония	2016	С/х отходы в водород	60



## Северная Америка

Страна	Запуск	Происхождение биогаза	Нм <sup>3</sup> /ч
Алабама	1983	Полигон ТБО	110
Калифорния	1984	Полигон ТБО	30
Огайо	2012	Муниципальные отходы	480
Миссури	2019	Сельско-хозяйственные отходы	1100
Юта (3)	2020	Сельско-хозяйственные отходы	1100





### Биометан из свалочного газа

Мембранная установка PRISM® для обогащения биогаза на одном из полигонов ТБО нашего клиента в Италии перерабатывает биогаз в количестве 150 Нм<sup>3</sup>/ч. Получаемый в результате биометан используется для производства электроэнергии, а также в качестве топлива для автобусного парка в одном из итальянских городов.



### Биометан из отходов животноводства

Мембранная установка PRISM® для обогащения биогаза установлена на ферме в Италии и производит биометан из продуктов брожения навоза и силоса с потоком сырого биогаза 250 Нм<sup>3</sup>/ч.



### Биометан из осадка сточных вод

На водоочистных сооружениях нашего клиента в Италии при помощи мембранной установки PRISM® производят биометан из осадка сточных вод с потоком сырого биогаза 150 Нм<sup>3</sup>/ч. Очищенный биометан используется в качестве топлива для автомобилей компании благодаря заправочной станции в составе установки.



Таким образом мы помогли нашему клиенту решить проблему отходов производства, загрязнения окружающей среды и перенаправили готовую продукцию в виде биометана для заправки автомобилей, что позволяет существенно экономить на топливе.





## Водородное топливо из биогаза

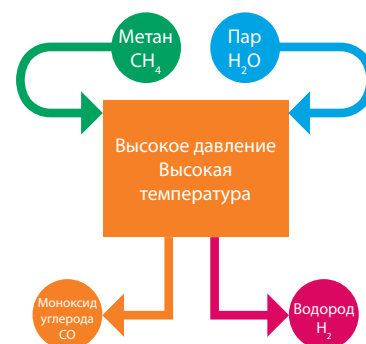
Мембранные газоразделители для обогащения биогаза используются на первой водородной заправочной станции в Сикаои, Япония, где в качестве топлива применяется водород, произведенный из биогаза.



## Топливо будущего – чистая и возобновляемая энергия

Мембранная технология Air Products на основе мембран PRISM® PB позволяет создавать экологически чистое топливо на основе водорода из возобновляемых источников, а не синтезировать его с использованием ископаемого топлива.

В Shikaoi Hydrogen Farm® - первая водородная заправочная станция в Сикаои, Япония, где используется поток органических сельскохозяйственных отходов, которые сбраживаются в резервуаре с выделением больших объемов биогаза. Очищенный биометан используется как исходное сырье для синтеза водорода.



## Первый в своем роде

Водородная ферма в Сикаои (Shikaoi Hydrogen Farm®) - это пятилетний бизнес-проект, порученный Министерством охраны окружающей среды Японии в области низкоуглеродной водородной энергетики. Проект демонстрирует интегрированную цепочку поставок энергии на основе водорода, используя местные возобновляемые источники энергии для производства, хранения, транспортировки и использования водорода. Водород возвращается местным животноводам и соседним предприятиям в качестве источника возобновляемой энергии и топлива. На ферме Хоккайдо установлена первая водородная автозаправочная станция, которая снабжает топливом автомобили, работающие на водороде.

