

Energy

Биогаз – анаэробная ферментация шлама СТОЧНЫХ ВОД И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

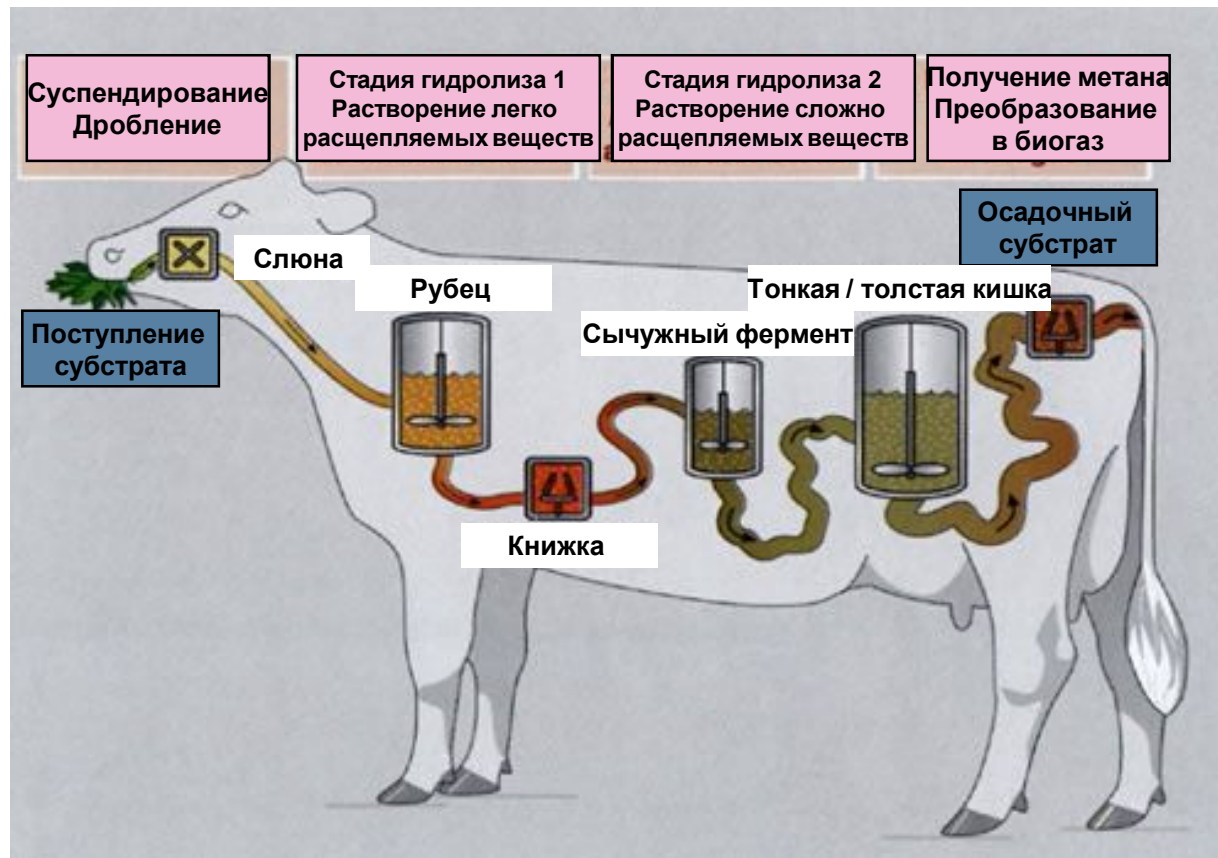
Дирк Фолькманн
Минск, 16 сентября 2009 года

www.german-renewable-energy.com

Содержание

1. Биогаз
2. Биогаз из шлама сточных вод
 - базовый проект Немецкого энергетического агентства dena
 - проект Института керамических технологий и порошковых материалов им. Фраунхофер (IKTS)
3. Биогаз из промышленных отходов
 - EU-Life-проект
4. Биогаз из органических отходов
5. Выводы

1. Схема функционирования биогазовой установки



Источник: <http://www.energy-technology.it/de/biogas.htm>

2. Биогаз из шлама сточных вод

- в Германии ежегодно накапливается примерно 2 млн тонн **шлама сточных вод** около 10000 очистных сооружений
- только около 1/3 шлама сточных вод получают на сельскохозяйственных площадях
- осадок при очистке **сточных вод в промышленности** содержит такие остаточные вещества, как тяжелые металлы, которые, как правило, сжигаются; сжигание в моносжигающих установках затратно.
- в промышленных сточных водах содержится достаточно высокая концентрация химикатов, что требует их предварительной обработки для того, чтобы сточные воды могли быть расщеплены биологическим путем

Базовый проект dena (Leiber GmbH, Bramsche) - 2. Preis Energy Efficiency Award 2008 -

- **ранее:** очистка сточных вод путем расщепления мусора с помощью аэробных бактерий; большие количества ила и шлама, которые отделялись от воды и утилизировались химическим путем
- **сегодня:** анаэробные установки очистки сточных вод с удвоенной мощностью и сокращенным уровнем применения химикатов и тока, а также меньшим объемом получаемых при этом отходов
- полученный биогаз преобразуется на блочной электростанции в электроэнергию и тепло; ток подводится к сети, тепло используется в производстве

Базовый проект dena

<p>Выработка энергии на блочной электростанции при производстве биогаза (номинальная мощность: 190 кВт электрической мощности и 240 кВт тепловой мощности)</p> <p>Электроэнергия</p> <p>Тепло</p> <p>Доходы: подача тока (по электроэнцефалограмме) подача тепла третьим лицам и внутрипроизводственное потребление</p>	<p>1.115.000 кВт-ч/год</p> <p>641.000 кВт-ч/год</p> <p>147.000 €/год</p> <p>22.000 €/год</p>
<p>Экономия стоимости электроэнергии через реализацию мер по энергоэффективности</p> <p>Экономия на других производственных издержках (меньшие объемы внедрения химикатов, сокращение объемов отходов)</p>	<p>26.000 €/год</p> <p>81.000 €/год</p>
<p>Сокращение выброса CO₂</p>	<p>1.109 т/год</p>
<p>Инвестиции</p>	<p>850.000 €</p>
<p>Прибыль на вложенный капитал</p>	<p>> 30 %</p>

Проект IKTS

IKTS - Институт керамических технологий и порошковых материалов им. Фраунхофера, г. Дрезден

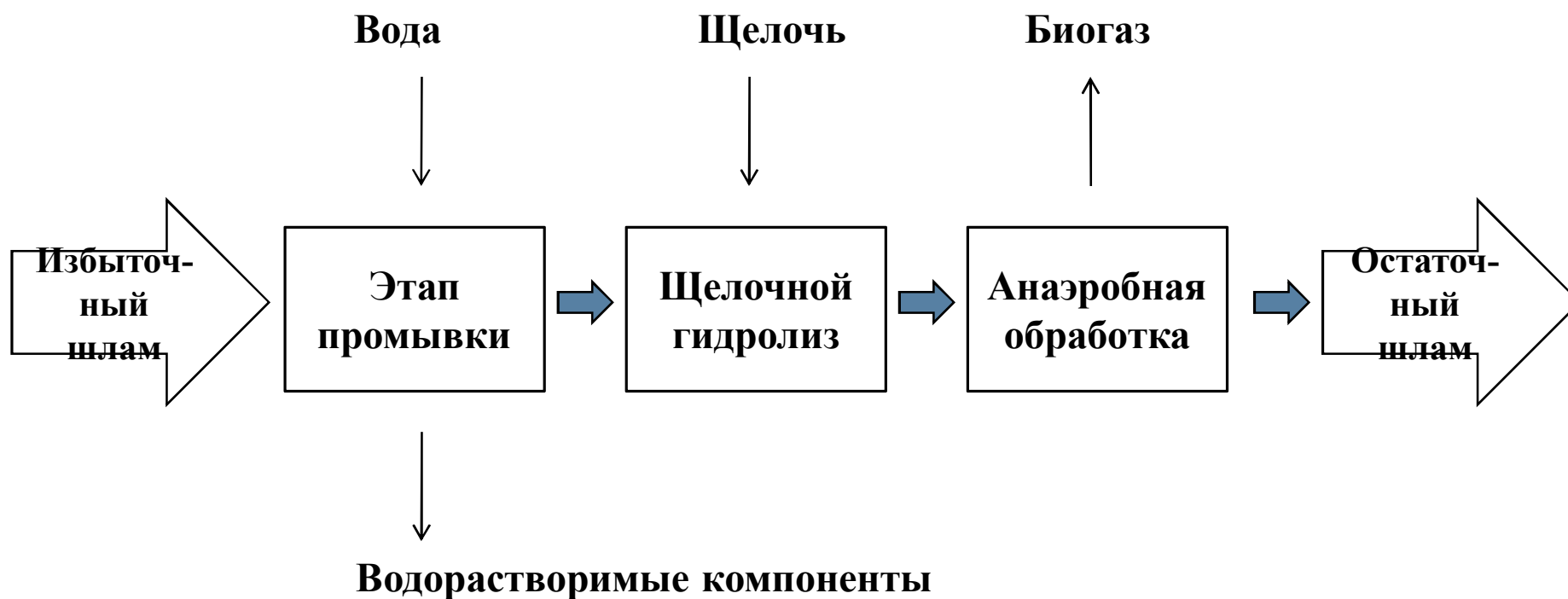
еще до сгнивания часть отходов подвергается обработке ультразвуком (создание взрывающих пузырьков) и механически измельчается

- путем кавитации из микроорганизмов высвобожденные и активированные энзимы ускоряют и улучшают расщепление органических веществ
- вместе с тем выход газа увеличивается до 45%
- меньший расход энергии и дополнительных веществ; время сгнивания сокращается

3. Комбинированный метод обработки для шлама сточных вод в промышленности (EU-Life Projekt)

1.	Удаление растворимых веществ с помощью воды, вымывание сульфата (во избежание образования сероводорода)
2.	Разрушение хлопьев шлама раствором едкого натра ($T = > 90^{\circ} \text{C}$)
3.	Расщепление органических компонентов (белков, жиров, углеводов) и преимущественно преобразование в водорастворимые вещества > Растворение шлама
4.	Нейтрализация введенной щелочи для анаэробной обработки
5.	Окисление шламов при температуре 35°C специальными микроорганизмами; сначала появляются карбоновые кислоты с длинной цепью, затем – с короткой цепью
6.	Преобразование карбоновых кислот в биогаз (60% метан, 40% CO_2)

Биогаз из шлама сточных вод: концепция процесса

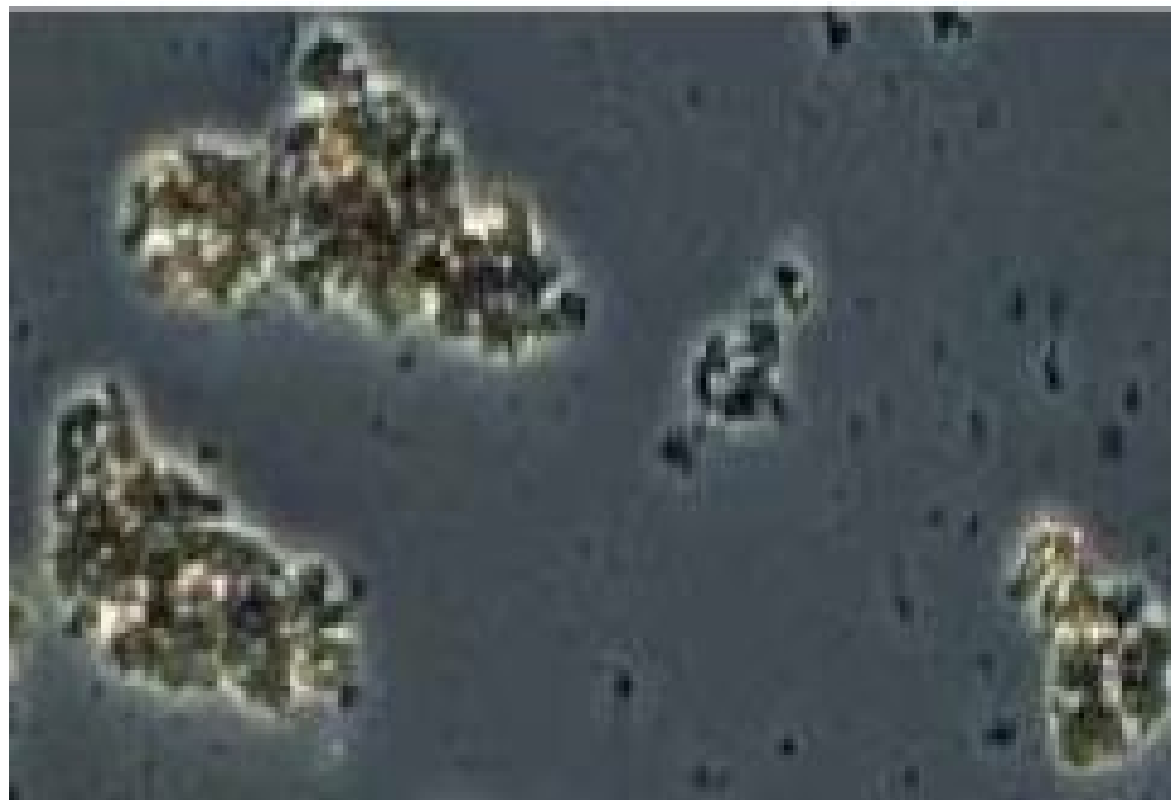


Биогаз из шлама сточных вод : микроскопия

Необработанный
шлам

Шлам после
гидролиза

Шлам из
анаэробного
реактора



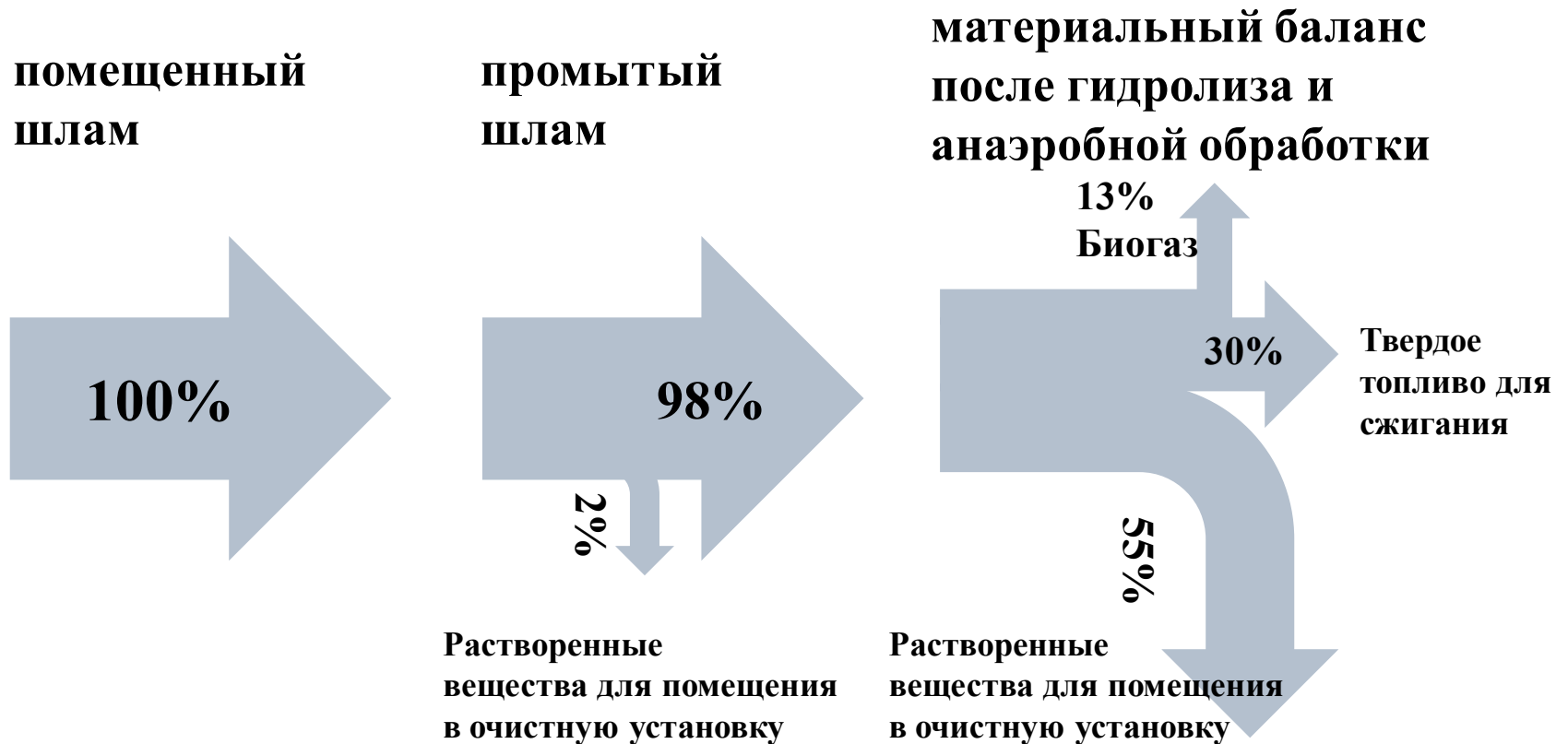
Источник: Currenta, Leverkusen

Биогаз из шлама сточных вод

- хлопья шлама практически полностью растворились после гидролиза
- оставшаяся часть преобразуется частично в газ в процессе последующего сбраживания
- остаточный шлам обезвоживается и сжигается
- сульфатные растворы и отработанная после анаэробной обработки вода очищаются в очистных установках



Наличие шламсодержащих веществ по отношению к сухим субстанциям



4. Биогаз из органических отходов

- на протяжении ок. 25 лет в Германии биогенные отходы собираются отдельно
- сегодня: ок. 13 млн тонн биоотходов
- немецкие домохозяйства выбрасывают 4 млн тонн органики в специальные каналы
- 1 млн тонн биоотходов - коммунальные и промышленные (которые не сбраживаются, а перерабатываются механико-биологическим путем или добавляются к шламу сточных вод)
- 3-4 млн тонн - высококалорийные остатки пищи, отходы при убое скота и остатки производства продуктов питания

Органические отходы

		оСВ* / % СВ (*- органическое сухое вещество)	Выход биогаза л/кг оСВ	Содержание CH ₄ %
Коммунальные отходы	Биомусор	50 - 70	150 - 600	58 - 65
	Кухонные отходы	80 - 98	200 - 500	45 - 61
	Скошенная трава	82 - 92	550 - 680	55 - 62
	Отходы с рынков	50 - 80	450	62
Отходы от убоя скота	Каныга	80 - 90	200 - 400	58 - 62
Агропромышленные отходы	Остатки от жироотделения	75 - 93	700	60 - 72
Производство пива	Пивная дробина	80	580 - 750	60
Переработка овощей	Яблочный жмых	85 - 90	660 - 680	65 - 70
Переработка картофеля	Картофельная мезга	90	650 - 750	52 - 65
Производство алкоголя	Зерновая барда	83 - 88	430 - 700	58 - 65
Производство сахара	Меласса	85 - 90	360 - 490	70 - 75

Quelle: Eder, Schulz: Biogaspraxis

Органические отходы

- подходят преимущественно для сбраживания и коферментации в соединении с животными экскрементами
- при ферментируемых моносубстратах
- существенной предпосылкой при сбраживании моносубстратов является достаточная обеспеченность микроорганизмов питательными веществами и микроэлементами

Физико-химические минимальные требования для метаногенеза

Факторы окружающей среды	
pH-Оценка	6,5 – 8,0
Содержание соли (проводимость)	2,5 до 25 мСсм
Температура	8 до 55°C
Элементы	Концентрация
Кислород	< 1 ppm
Водород	6 Pa
Углерод	0,2 до 50 г/л ХПК
Натрий / калий / магний	45 - 200 ppm / 75 - 250 ppm / 10 - 40 ppm
Сера / железо / никель	50 – 100 ppm / 10 – 200 ppm / 0,5 – 30 ppm
Кобальт / молибден, вольфрам, селен / цинк	0,5 – 20 ppm / 0,1 – 0,35 ppm / 0 – 3 ppm
Химические соединения: фосфат	50 – 150 ppm
Количественное соотношение C : N : P : S	2.000 : 15 : 5 : 3 (совокупный процесс)

Quelle: Eder, Schulz: Biogaspraxis

Пригодность биогенных отходов

- Не все пригодны: органическая масса из домашних отходов, собираемая не отдельно, не пригодна, т.к. высокое содержание ядовитых веществ делает невозможным возврат отходов в круговорот веществ



- Пригодны: отходы скотобоен, молочных ферм, пивоварен, остатки пищи в пунктах общественного питания, отелях, больницах и продукты с истекшим сроком годности из пунктов торговли продуктами питания
- Наибольшие шансы: зеленый мусор и отходы садоводства сегодня идут на компостирование, при этом на 85% энергетически не используются (в Германии: 12 млн тонн)

Предварительная обработка органических отходов

Техники процесса предварительной обработки	
Отделение примесей	просеивание, пневмосортировка, циклон, магнитный сепаратор, прессование, ручная сортировка
Подготовка субстрата	механическая (миксер, дробилка) химическая (добавление кислот, выщелачивание), биологическая (добавление ферментов), термическая (гигиенизирование)
Комбинированный процесс	Общее отделение осадочных и флотационных продуктов и механическая очистка

Источник: Eder, Schulz: Biogaspraxis

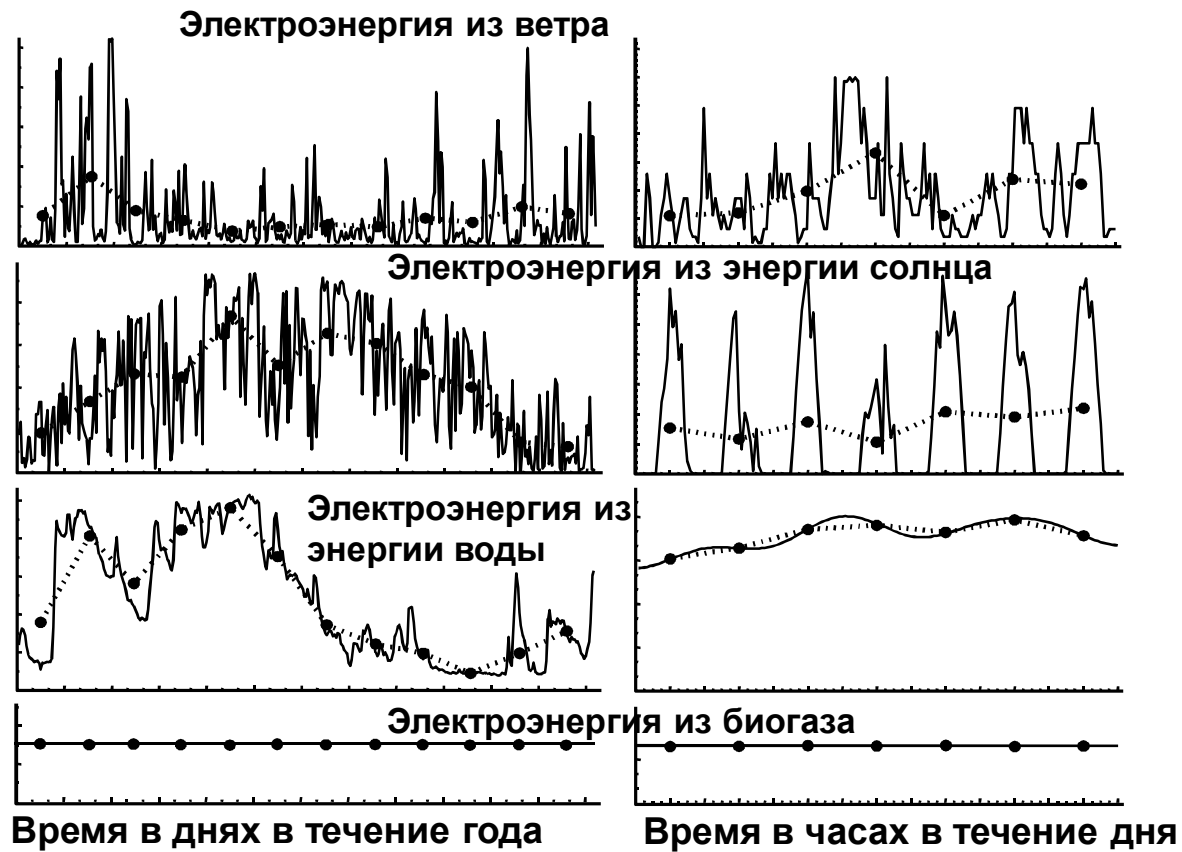
5. Выводы

- выход биогаза – и вместе с тем производство тока и тепла – в значительной степени определяет экономический результат установки
- максимальный выход биогаза не гарантирован и определяется множеством величин, на показания которых частично оказывает (может оказывать) влияние человек, управляющий работой установки
- цель – максимизировать выход биогаза через оптимальное сочетание биологических факторов и подходящей техники

5. Выводы

- Биогаз в отличие от других ВИЭ имеет большой потенциал: хранение газа относительно выгодно и позволяет гибкое производство электроэнергии именно когда это необходимо, также и в периоды максимальной нагрузки, независимо от внешних факторов, таких, как солнечные лучи или ветер

Системное сравнение с другими ВИЭ



Energy

Volkman Consult

- Corporate Advisors -

Joachimstrasse 24

D – 40545 Düsseldorf

dirk@volkman-consult.de

www.volkman-consult.de