КУРС • 10 ЛЕКЦИЙ

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ЛЕКЦИЯ 10

Энергетический потенциал вторичных энергоресурсов



РЕСУРСЫ → ЭНЕРГИЯ

Повторное использование энергии • биомасса • биогаз • пиролиз

Что такое вторичные энергоресурсы?

Повторное полезное использование энергии материалов и побочных потоков после основного технологического процесса.



Полезный эффект есть, если извлекаемая энергия превышает собственные затраты процесса.

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ

Еполезн. > Езатрат

Не создаёт энергию из ничего: часть ранее затраченной или накопленной энергии возвращается в полезный оборот.

ЭКОНОМИЯ ПЕРВИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Источник: определение и условие энергетической целесообразности в разделе 10.1 исходной лекции.

Классификация вторичных энергоресурсов

Два независимых признака: происхождение энергии и пространственное размещение отходов.

ПО ИСТОЧНИКУ ЭНЕРГИИ

ИСКУССТВЕННО ПОДВЕДЁННАЯ

Позволяет повторно использовать часть энергии технологического процесса.

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ

Пример: органические остатки с энергией, накопленной при фотосинтезе.

ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ОТХОДОВ

СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ

Опилки и стружка в месте деревообработки: проще собрать и использовать.

РАССРЕДОТОЧЕННЫЕ

Упаковка и использованные изделия: нужны сбор, доставка и сортировка.

Примеры сосредоточенных и рассредоточенных отходов соответствуют разделу 10.1 лекции.

Биомасса — возобновляемый вторичный ресурс

Энергия солнечного излучения накапливается в органическом веществе и может высвобождаться при переработке.



УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ

ВОСПРОИЗВОДСТВО

Изъятие не должно превышать прирост биомассы

ЗАТРАТЫ

Сбор, сушка, транспорт и обработка потребляют энергию

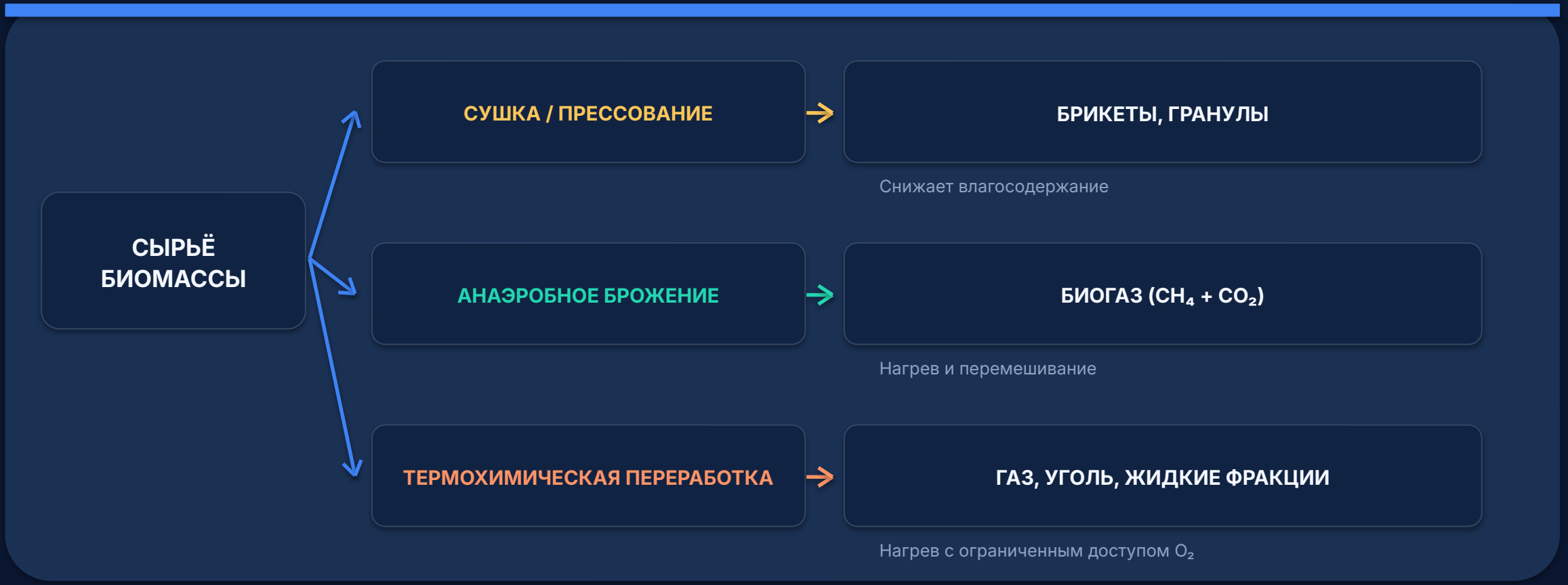
ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Нужна оценка выбросов и воздействия на почву

Раздел 10.1: возобновление биомассы требует времени; экологическая устойчивость не возникает автоматически.

Три пути преобразования биомассы в топливо

Способ подготовки зависит от влажности, состава сырья и требуемого вида конечного топлива.



Структура по рис. 10.1: подготовка сырья требует собственных затрат тепла и механической энергии.

Как оценить полезный энергетический эффект?

Теплотворная способность топлива — ещё не итоговая энергия: нужно учитывать КПД и собственные нужды установки.

$$E_{нетто} = m \cdot q \cdot \eta - E_{подг.}$$

ОБОЗНАЧЕНИЯ

m	масса топлива, кг
q	удельная теплота сгорания, МДж/кг
η	КПД использования тепловой энергии
Eподг.	сушка, подогрев, перемешивание и прочие затраты

УЧЕБНЫЙ РАСЧЁТНЫЙ ПРИМЕР

m = 500 кг q = 15 МДж/кг
η = 0,70 Eподг. = 500 МДж

500 × 15 × 0,70 − 500 =

4750 МДж

≈ 1,32 МВт·ч полезной энергии

Числа на слайде — условный учебный пример, не результаты измерений из лекции.

Биогаз: получение метана без доступа кислорода

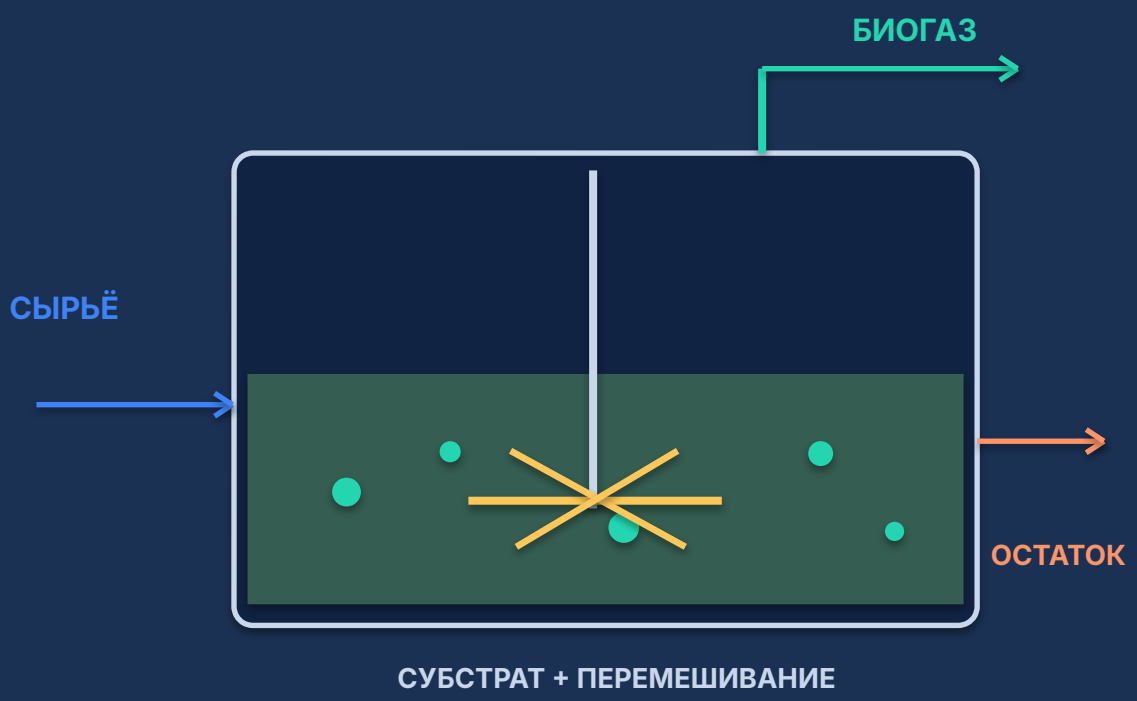
Анаэробная переработка влажной биомассы включает нагрев, перемешивание, сбор газа, очистку и хранение.



Схема по рис. 10.2–10.3 лекции; блок органического остатка дополнен для пояснения материального баланса.

Устройство и работа биогазового реактора

Схематический разрез позволяет проследить путь сырья, газа и вспомогательной энергии.



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

1. Удаление доступа кислорода
2. Подогрев и перемешивание
3. Микробное образование биогаза
4. Отвод, очистка и хранение газа

Схема упрощена • не в масштабе

Раздел 10.2 и рис. 10.3 исходной лекции: модель реактора, а не конструкторская документация.

Пиролиз: термохимическое преобразование биомассы

При нагреве с ограниченным доступом кислорода образуются газ, углеродистый остаток и конденсируемые продукты.

ЧЕТЫРЕ СТАДИИ ПО ИСХОДНОЙ ЛЕКЦИИ

100–120 °C →	Удаление влаги
≈ 275 °C →	Появление газов, масел и смол
280–350 °C →	Выход летучих компонентов
350–600 °C →	Газы H_2 / CH_4 / CO и древесный уголь

ПОТОКИ ПРОДУКТОВ

ТВЁРДЫЙ
древесный уголь

ГАЗООБРАЗНЫЙ
горючие газы

ЖИДКИЙ
смолы и масла

Метанол требует дальнейшей переработки

Температурные диапазоны из лекции (с. 6–7); границы стадий условны и зависят от состава сырья и технологии.

Как выбрать технологию для вторичных ресурсов?

Рациональное использование требует сопоставить свойства сырья, полезный энергетический выход и технологические затраты.

КРАТКИЙ ВЫБОР МАРШРУТА

СУХИЕ ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ

сушка → брикеты / гранулы

ВЛАЖНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ

анаэробная переработка → биогаз

ПОДГОТОВЛЕННАЯ СУХАЯ БИОМАССА

пиролиз → газ, уголь и жидкие фракции

Критерий: полезный выход – затраты – экологический эффект

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют вторичными энергоресурсами?
2. Как классифицируют вторичные ресурсы?
3. Почему биогаз получают без доступа O_2?
4. В чём различие брикетирования и пиролиза?
5. Как учесть собственные нужды в энергобалансе?

Основа презентации: Лекция 10 «Энергетический потенциал вторичных энергоресурсов», разделы 10.1–10.2.