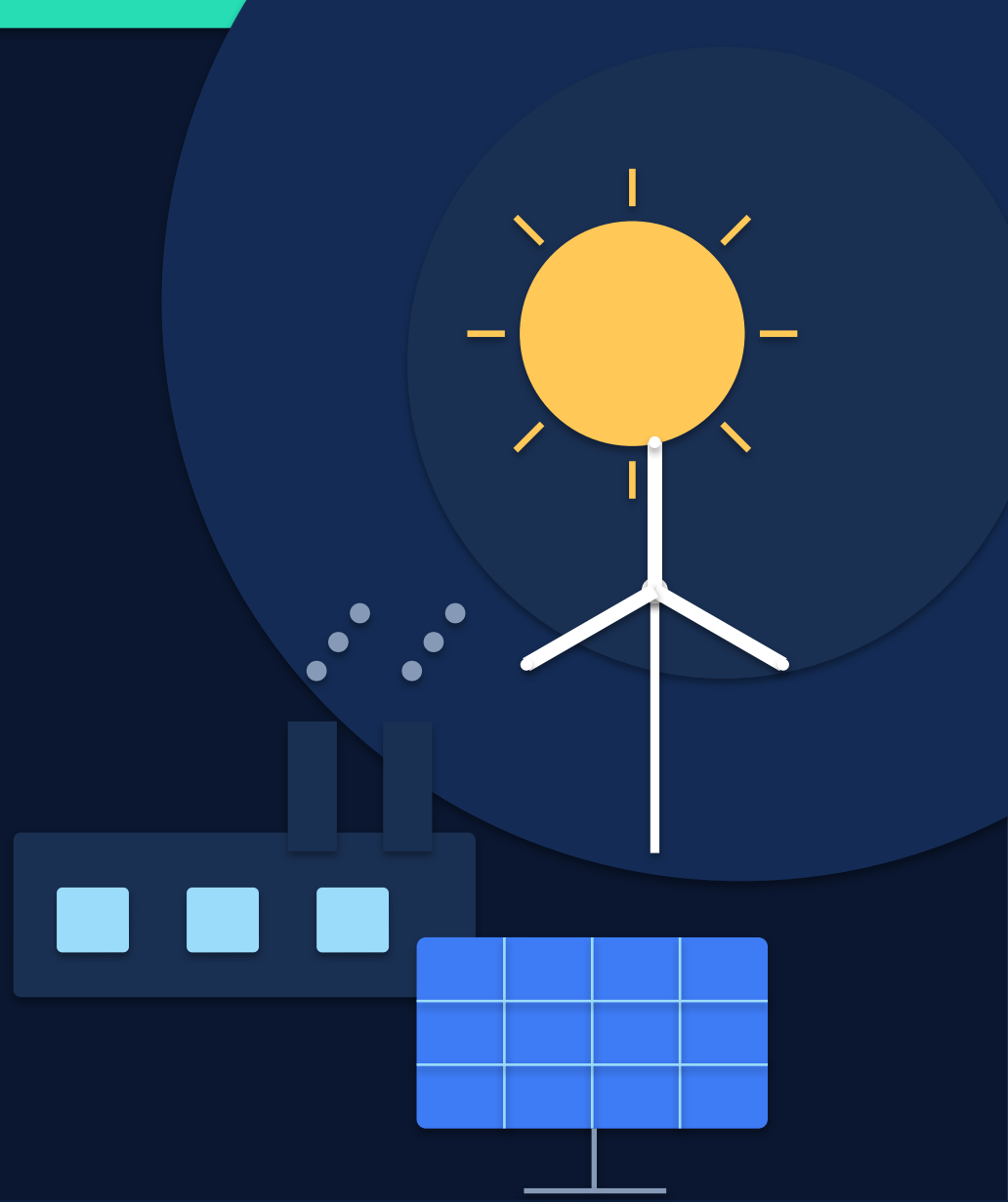
КУРС • 10 ЛЕКЦИЙ

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ЛЕКЦИЯ 02

Проблемы использования энергетических ресурсов



Традиционная энергетика • ВИЭ • энергетический переход

Три вопроса второй лекции

Цель: понять экологические, экономические и технологические ограничения разных источников энергии.

2.1

Традиционная энергетика

Ограниченность ресурсов, стоимость, выбросы и воздействие добычи.

2.2

Возобновляемые источники

Переменность генерации, экологические компромиссы и способы интеграции.

2.3

Роль ВИЭ в энергоснабжении

Электричество, тепло, автономные и гибридные энергетические системы.

Ключевой принцип: сравнивать не только стоимость энергии, но и надёжность, экологичность и условия применения.

Три проблемы традиционной энергетики

Топливные источники обеспечивают управляемую мощность, но создают связанные между собой риски.

01

ОГРАНИЧЕННОСТЬ

Нефть, газ, уголь и уран — конечные геологические запасы.

02

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ

Добыча, транспортировка, колебания цен и импортная зависимость.

03

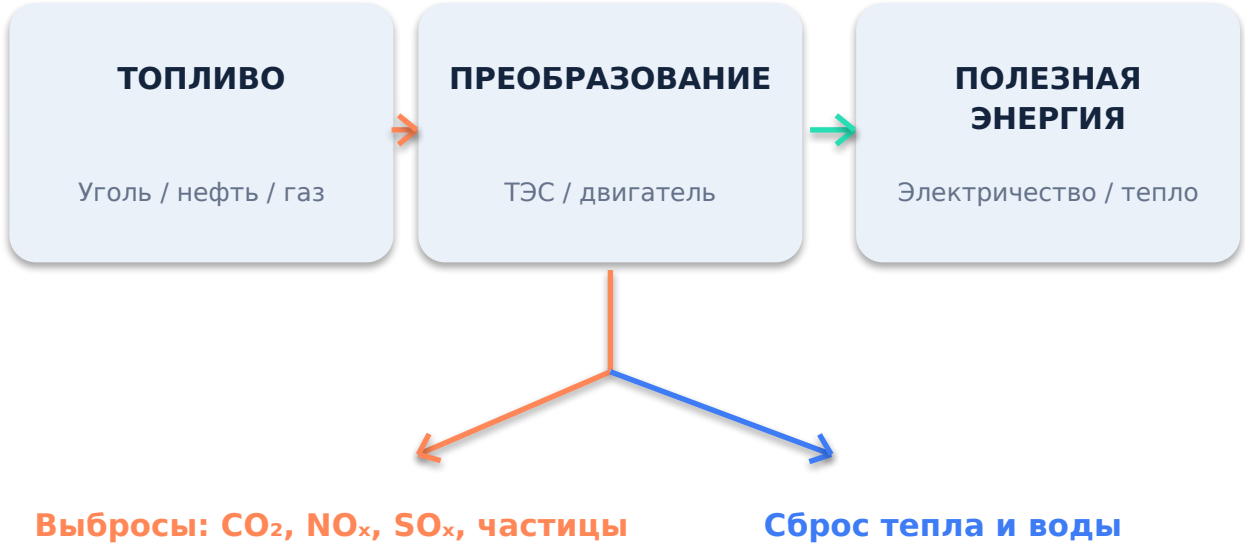
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД

Выбросы, отходы, загрязнение вод и нарушения земель.

ВАЖНО • Прогнозы «исчерпания топлива за 30–40 лет» в исходном тексте исторические, а не установленный срок.

Что происходит при сжигании топлива?

Нужно различать глобальное изменение климата, локальные загрязнения и сброс избыточного тепла.



ЭНЕРГЕТИКА • МИР, 2025

≈38,4

млрд тонн CO_2

Глобальные энергетические выбросы CO_2 в 2025 году (IEA, 2026).

Глобальное потепление в первую очередь связано с накоплением парниковых газов, а не с прямым сбросом тепла.

РАЗДЕЛ 2.1

Цена энергии: от месторождения до станции

Оценка технологии должна учитывать весь жизненный цикл: добычу, выработку, отходы и вывод из эксплуатации.

Ядерная энергетика

ПРЕИМУЩЕСТВО

Низкие прямые выбросы CO_2 при эксплуатации; высокая управляемость мощности.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Аварийная безопасность, радиоактивные отходы, охлаждение и стоимость проекта.

Добыча ископаемого топлива



Скважины → транспортировка → ТЭС / НПЗ

Землепользование, утечки, разливы, загрязнение воды и выбросы на каждом этапе.

Альтернатива не означает отсутствия риска: важно сравнивать масштабы и управляемость воздействий.

РАЗДЕЛ 2.2

Проблемы солнечной и ветровой генерации

Низкая удельная плотность потока и переменность ресурса требуют комплексных инженерных решений.

РЕСУРС

Непостоянный

Солнце: день/ночь, облачность.
Ветер: порывы и сезонность.

ТЕХНОЛОГИЯ

Баланс энергии

Нужны прогнозирование, регулирование, накопители и резерв.

СИСТЕМА

Качество питания

Необходимо поддерживать частоту, напряжение и надёжность.

Баланс мощности в энергосистеме $P_{ген} + P_{разр.нак} = P_{потр} + P_{зар.нак} + P_{потерь}$

Возобновляемые ≠ без экологического следа

ВИЭ значительно различаются по характеру воздействия на местные экосистемы и ресурсам.

ГЭС

РИСК Затопление земель, изменение стока, барьеры для миграции рыб.

МЕРА Экологические расходы воды, рыбопропускные сооружения.

Биомасса

РИСК Землепользование, выбросы при сжигании, конкуренция с продовольствием.

МЕРА Отходы и устойчивое воспроизводство сырья.

Солнце и ветер

РИСК Занимаемая площадь, материалы, локальные воздействия.

МЕРА Размещение на крышах, выбор площадок, переработка.

Гео- и приливная

РИСК Зависимость от геологии, водоёмов и подходящих участков.

МЕРА Оценка площадки и экологический мониторинг.

От природного потока — к полезной энергии

При выборе источника следует учитывать физическую форму первичной энергии и нужды потребителя.

ИСТОЧНИК	ПЕРВИЧНАЯ ЭНЕРГИЯ	ОСНОВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
Солнце	Излучение	Тепло, электроэнергия
Ветер	Кинетическая энергия воздуха	Механическая работа, электричество
Реки / приливы	Энергия движущейся воды	Вращение турбин, электричество
Биомасса	Химическая энергия	Тепло, двигатели, электричество
Геотермия	Тепловая энергия недр	Теплоснабжение, гео-ТЭС

Где ВИЭ наиболее эффективны?

Локальная генерация и гибридные комплексы дополняют крупную энергосистему, а не обязательно заменяют её.

Централизованно

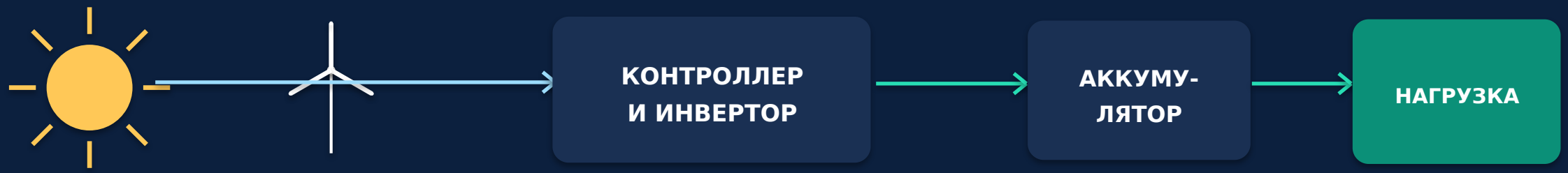
Электростанции + сети

Автономно

Локальный источник + накопитель

Гибридно

Солнце + ветер + сеть / резерв



IRENA (2026): более 90% новых крупных проектов ВИЭ, введённых в 2025 г., имели более низкий LCOE, чем новые аналоги на ископаемом топливе.

Пять выводов и вопросы для обсуждения

Сформулируйте инженерные критерии устойчивой энергетической системы.

ГЛАВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Традиционные источники: управляемая мощность, но конечный ресурс и выбросы.
- Климатический эффект энергетики главным образом связан с парниковыми газами.
- ВИЭ снижают топливную зависимость, но нуждаются в системной интеграции.
- ГЭС, биомасса, ветер и солнце имеют разные экологические ограничения.
- Выбор определяется местом, нагрузкой, стоимостью и надёжностью.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

01 Почему ресурс не тождествен экономически извлекаемому запасу?

02 Чем CO_2 отличается от CO и оксидов серы и азота?

03 Почему переменная генерация требует накопления энергии?

04 Когда автономная или гибридная система выгоднее сети?

Источники: Лекция 2 (исходный материал); IPCC (2023); IEA (2026); IRENA (2026). Устаревшие прогнозы лекции не рассматриваются как текущая статистика.