



Геотермальная энергетика и МикроГЭС в Центральной Азии

Центральная Азия обладает огромным потенциалом в области геотермальной энергетики и микроГЭС, который до сих пор остается во многом нераскрытым. Данная презентация исследует возможности наращивания мощностей, технологическую готовность ресурсов и способы покрытия энергетических потребностей населения региона.

Геотермальная энергия — это тепло, получаемое из недр Земли. Это возобновляемый источник энергии, который можно использовать для производства электричества и тепла. Геотермальная энергия широко используется в регионах с высокой вулканической активностью или доступом к термальным водам.

Основные понятия:

Источники геотермальной энергии:

Гидротермальные системы — горячие подземные воды и пар.

Геопрессионные системы — высокотемпературные воды в глубоких пластах.

Магматические источники — тепло от застывающей магмы.

Тепло сухих пород — доступ через бурение в глубинные скальные слои.

Ключевые технологии:

Геотермальные электростанции:

Паровые системы (используют естественный пар).

Бинарные системы (испарение вторичного рабочего тела).

Системы прямого использования:

Отопление зданий.

Использование тепла в сельском хозяйстве (теплицы).

Термальные бассейны и спа.

Энергетические показатели:

Температура подземных вод: от 50°C до 400°C.

КПД геотермальных электростанций: 10-17%.

Потенциал геотермальной энергии в мире: около 14 ГВт установленной мощности (2023).

Преимущества геотермальной энергии:

Возобновляемость.

Низкий уровень выбросов CO₂.

Надежность (независимость от погоды).

Долгосрочная стабильность источника.

Недостатки:

Высокая стоимость бурения.

Географическая ограниченность.

Потенциальное воздействие на экосистемы и грунтовые воды.

Распределения мирового потенциала:

Страна	Потенциал (ГВт)	Установленная мощность (ГВт)
США	30	3.7
Индонезия	28	2.3
Филиппины	6	1.9
Кения	7	0.9

Эффективность геотермальных систем в зависимости от температуры:

Температура источника (°C)	КПД (%)
<100	10
100-200	12-15
>200	15-17

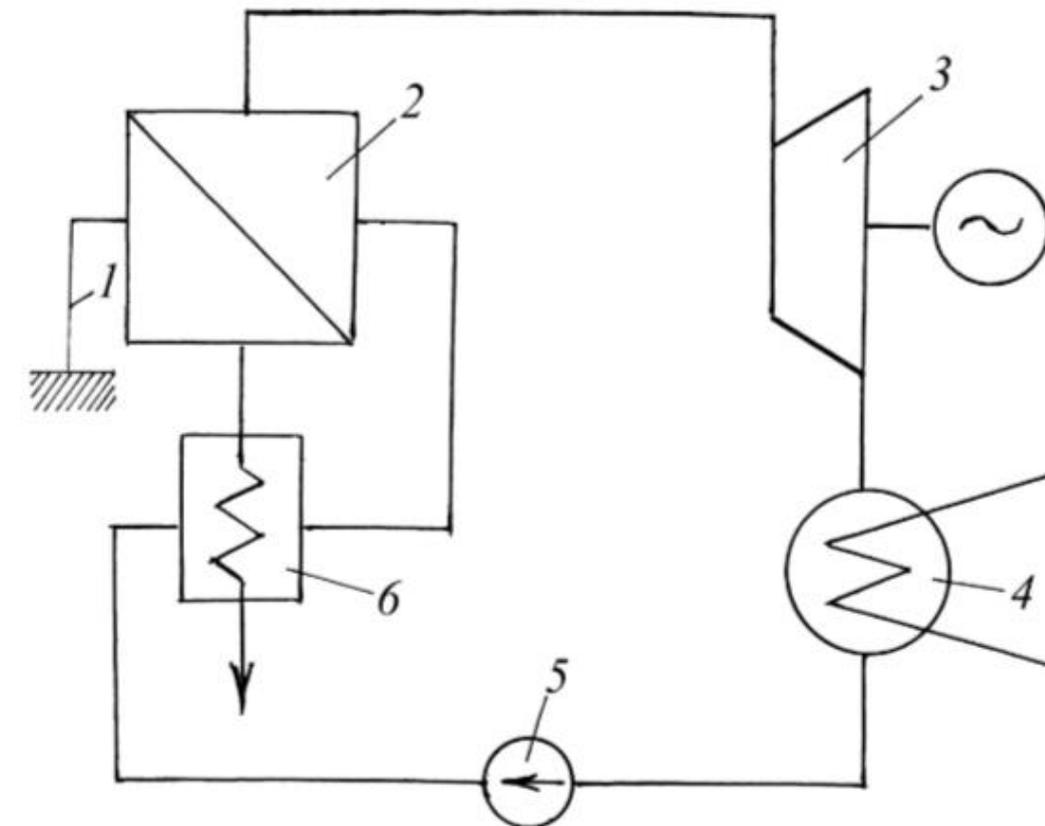
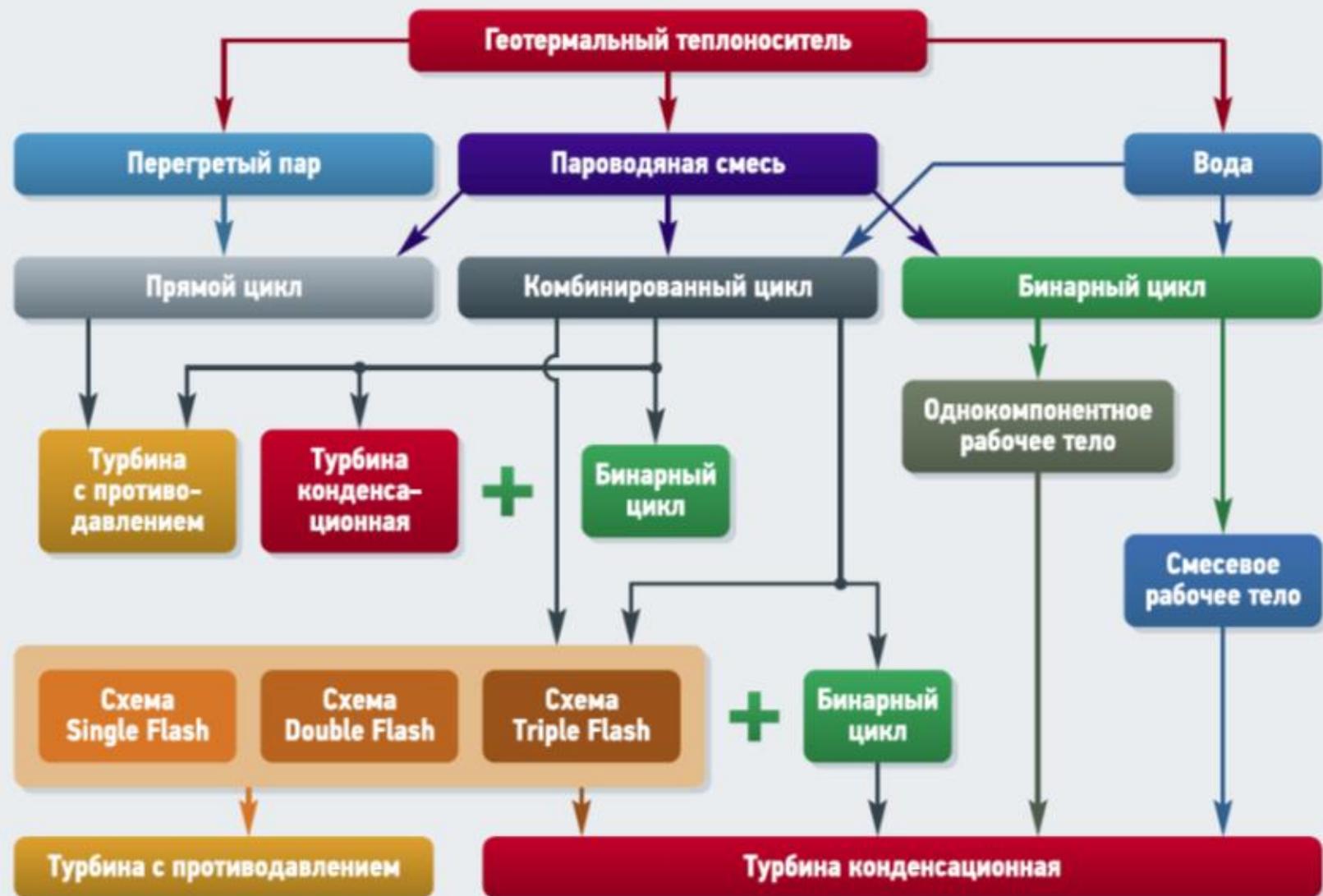
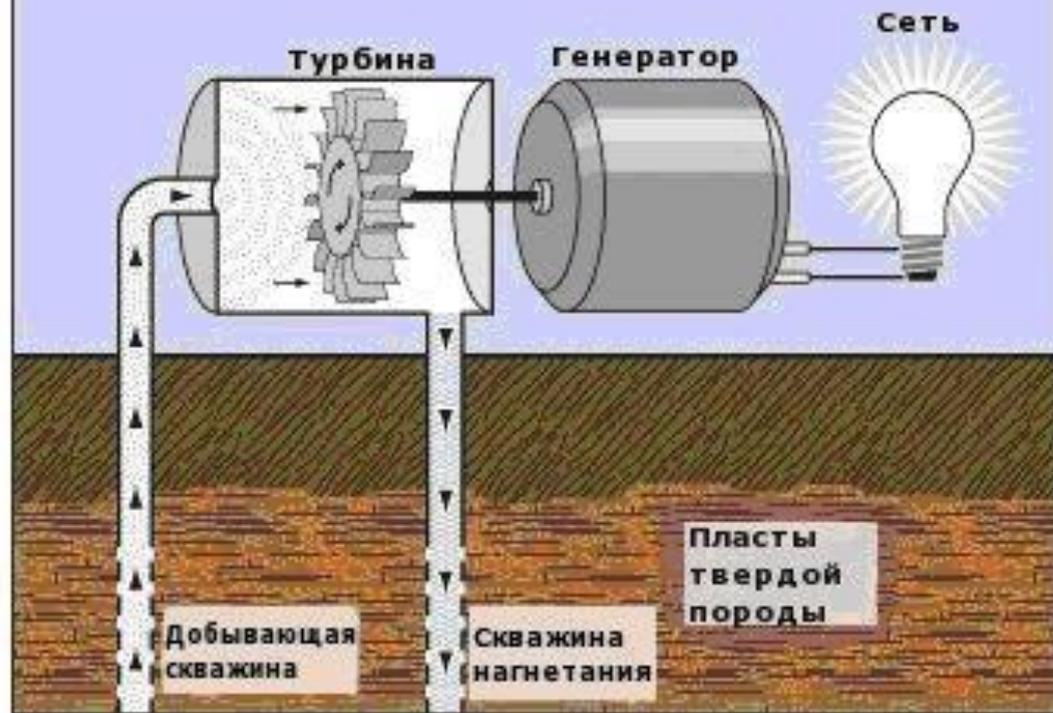


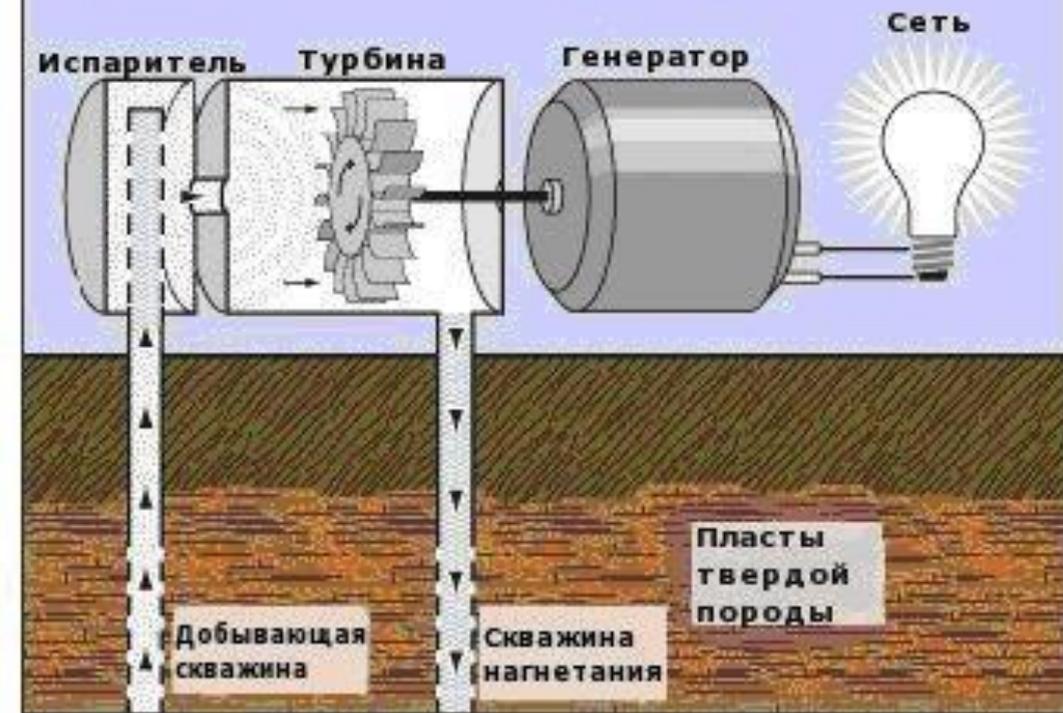
Схема геотермальной электростанции для вулканических районов: 1 - скважина; 2 - паропреобразователь; 3 - турбина; 4 - конденсатор; 5 - насос; 6 - водяной теплообменник

Геотермальная паровая электростанция



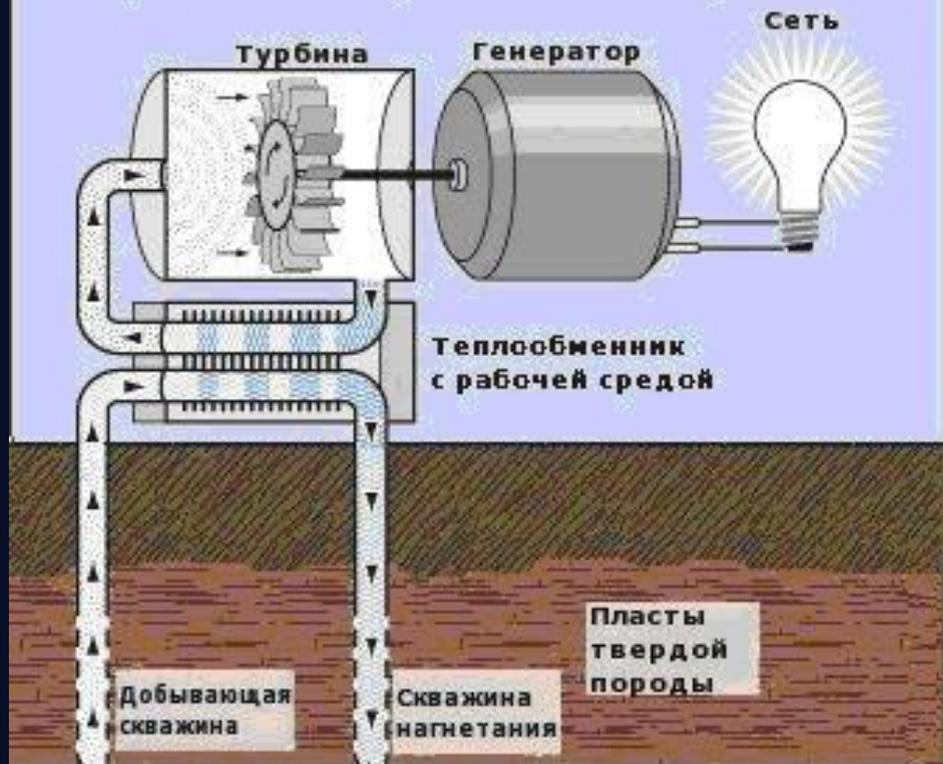
Для производства электричества на таких заводах используются перегретые гидротермы (температура выше 182 °С). Гидротермальный раствор нагнетается в испаритель для снижения давления, из-за этого часть раствора очень быстро выпаривается. Полученный пар приводит в действие турбину. Если в резервуаре остается жидкость, то ее можно выпарить в следующем испарителе для получения еще большей мощности.

Гидротермальная электростанция

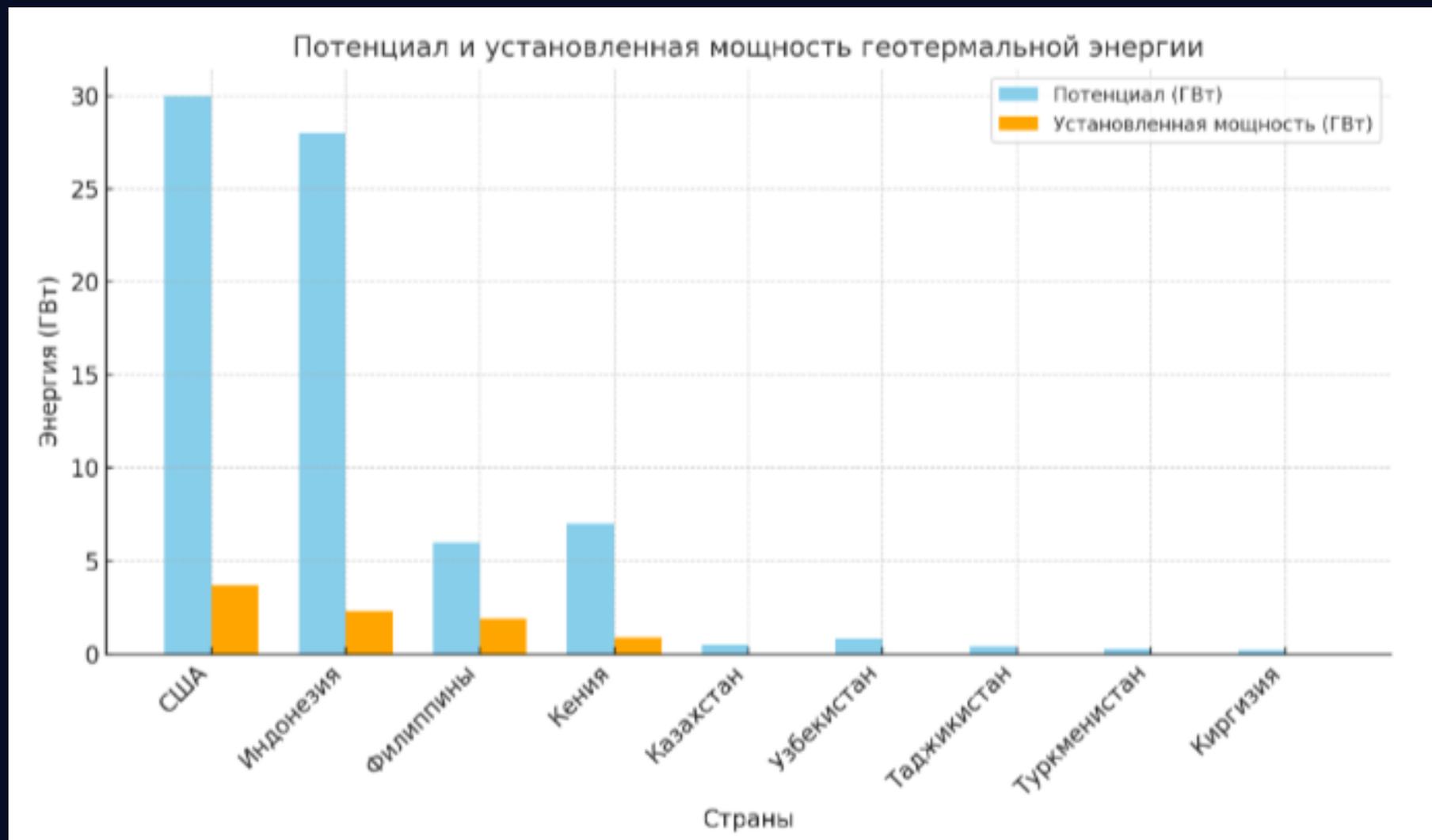


Паровые электростанции работают преимущественно на гидротермальном пару. Пар поступает непосредственно в турбину, которая питает генератор, производящий электроэнергию. Использование пара позволяет отказаться от сжигания ископаемого топлива (также отпадает необходимость в транспортировке и хранении топлива).

Геотермальная электростанция с бинарным циклом



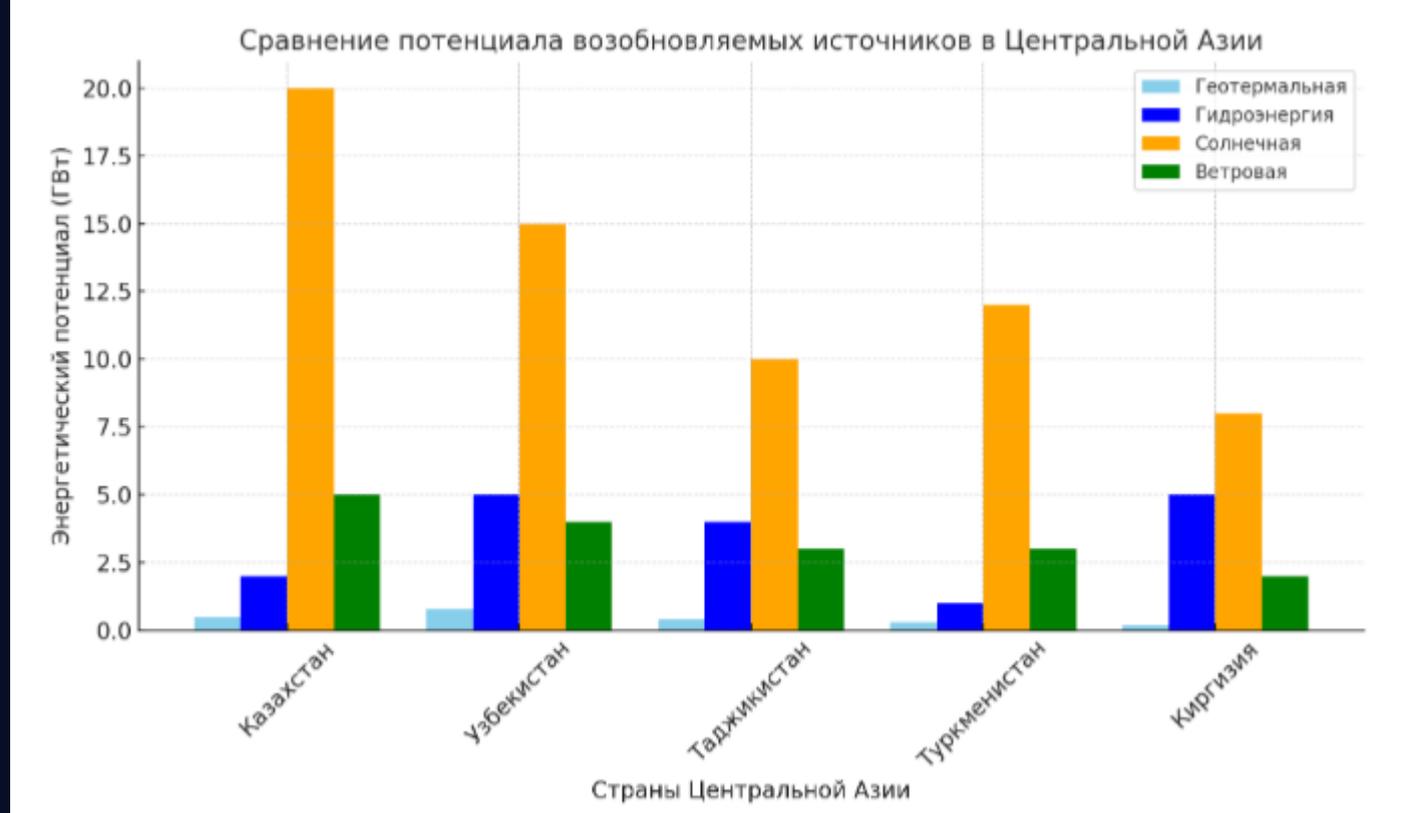
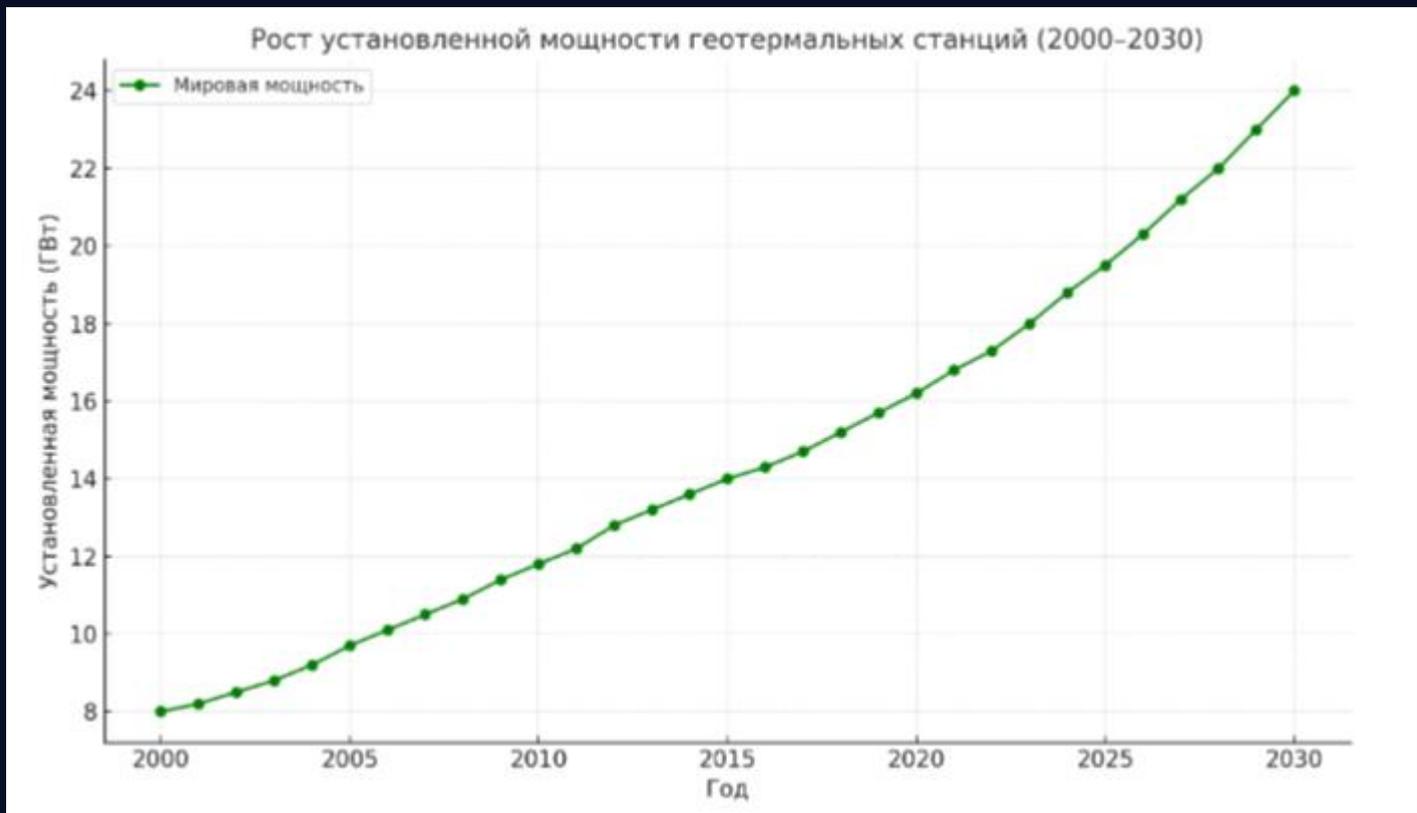
Большинство геотермальных районов содержат воду умеренных температур (ниже 200 °С). На электростанциях с бинарным циклом производства эта вода используется для получения энергии. Горячая геотермальная вода и вторая, дополнительная жидкость с более низкой точкой кипения, чем у воды, пропускаются через теплообменник. Тепло геотермальной воды выпаривает вторую жидкость, пары которой приводят в действие турбины. Так как это замкнутая система, выбросы в атмосферу практически отсутствуют.



На графике представлены данные о потенциале и установленной мощности геотермальной энергии для стран, включая государства Центральной Азии.

Потенциал стран Центральной Азии: Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан и Киргизия обладают небольшим геотермальным потенциалом (до 0.8 ГВт).

Отсутствие установленной мощности: Пока что в этих странах не реализованы крупные проекты в области геотермальной энергии.

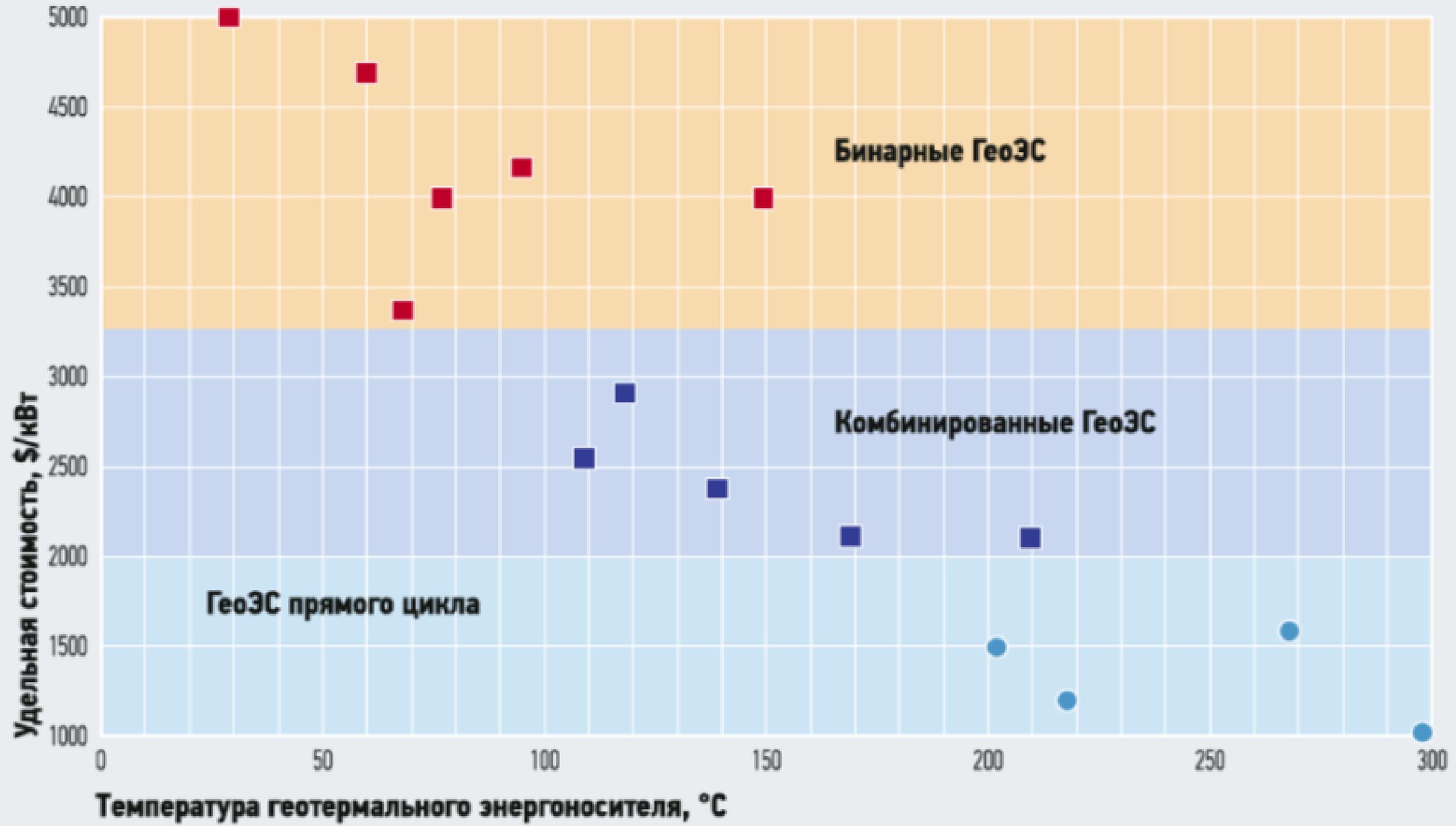


•Рост установленной мощности: График показывает, как мировая мощность геотермальных станций увеличивается с 2000 года, с прогнозом до 2030 года. Видно устойчивый рост, особенно в последние десятилетия.

•Сравнение потенциала возобновляемых источников в ЦА: Второй график демонстрирует, что в Центральной Азии самый высокий потенциал у солнечной энергии, затем следуют гидроэнергия и ветровая энергия. Геотермальный потенциал относительно низкий.

•Карта геотермального потенциала: На карте выделены зоны с геотермальной активностью в Центральной Азии, включая ключевые области и природные ориентиры.





Характеристика	Описание
Температура источника (°C)	От 50°C (низкотемпературные) до >300°C (высокотемпературные).
Тип теплоносителя	Горячая вода, пар, насыщенный или перегретый пар.
Давление теплоносителя (МПа)	От 0.1 до 2.5 МПа (зависит от глубины залегания).
Минерализация (г/л)	От 1 до 50 г/л, может включать соли, кремний, сероводород.
Химический состав	Сульфатные, хлоридные или карбонатные растворы; наличие сероводорода (H ₂ S).
Глубина залегания (м)	От 50 м (поверхностные) до >3000 м (глубокие).
Дебит (м ³ /ч)	10-500 м ³ /ч, зависит от месторождения.
Технологии извлечения	- Прямое использование (отопление, теплицы). - Электростанции (паровые, бинарные).
Коэффициент полезного действия (КПД)	От 10% до 17% (для преобразования в электроэнергию).
Ресурсное время эксплуатации	До 30-50 лет (при устойчивой эксплуатации и реинжекции).
Побочные продукты	Тепло, CO ₂ , сероводород, иногда редкоземельные элементы (литий, рубидий).
Экологическое воздействие	Низкий уровень выбросов, но возможны сейсмические эффекты и загрязнение воды.
Применение	Электроэнергия, отопление зданий, теплицы, туристические зоны (спа).

•Низкотемпературные ресурсы (50-150°C) лучше подходят для отопления и прямого использования.

•Высокотемпературные (>200°C) — для выработки электроэнергии.

•Минерализация может ограничивать использование воды, требуя очистки.

Данные о геотермальных источниках из некоторых известных месторождений.

Анализ данных:

Температура источников: Наиболее эффективны для электроэнергии ресурсы >200°C (США, Камчатка, Кения, Филиппины).

Минерализация:

Низкоминерализованные воды (Исландия, США) проще в использовании, а высокоминерализованные требуют очистки.

Месторождение	Температура (°C)	Минерализация (г/л)	Тип теплоносителя	Давление (МПа)	Применение	Особенности
Гейзеры (США, Калифорния)	250-300	<1	Перегретый пар	0.8-1.5	Электростанции (725 МВт)	Крупнейшая в мире геотермальная электростанция.
Исландия (Хенгидль)	150-200	0.5-3	Горячая вода и пар	0.5-1	Электростанции, отопление	Используется для отопления 90% домов в Исландии.
Камчатка (Мутновское)	250-275	2-10	Перегретый пар	1.0-2.0	Электростанции (62 МВт)	Высокая активность, развитые гидротермальные системы.
Турция (Гермеслер)	120-180	1-2	Горячая вода	0.2-0.6	Электроэнергия, теплицы	Быстро растущая мощность (более 1.6 ГВт).
Узбекистан (Ташкентская обл.)	80-100	2-5	Горячая вода	0.1-0.3	Теплицы, отопление	Перспективное месторождение для местных нужд.
Киргизия (Иссык-Куль)	60-90	1-3	Горячая вода	0.1-0.2	Термальные курорты	Популярное направление для туризма.
Филиппины (Тонгонон)	250-300	5-15	Перегретый пар	1.5-2.5	Электростанции (112 МВт)	Вулканическая активность, высокая надежность ресурсов.
Кения (Олкария)	200-250	0.5-2	Горячая вода и пар	0.8-1.2	Электростанции (870 МВт)	Один из крупнейших проектов в Африке.

Давление: Зависит от глубины залегания и структуры геотермальной системы.

Применение: Турция и Исландия показывают успешное сочетание электрогенерации и прямого использования.

Таблица с характеристиками геотермальных источников в странах Центральной Азии:

Страна	Месторождение	Температура (°C)	Минерализация (г/л)	Тип теплоносителя	Давление (МПа)	Применение	Особенности
Казахстан	Алма-Атинское	80-110	1-2	Горячая вода	0.1-0.3	Теплицы, отопление	Разработаны проекты для локального отопления.
Узбекистан	Ташкентская область	60-90	2-5	Горячая вода	0.1-0.2	Отопление, теплицы	Перспективы для геотермальных насосов.
Таджикистан	Гарм	70-100	3-4	Горячая вода	0.1-0.3	Теплицы, медицинское использование	Области активной сейсмичности.
Туркменистан	Ашхабадское	60-80	2-3	Горячая вода	0.1-0.2	Курортное использование	Используется в санаторно-курортных зонах.
Киргизия	Иссык-Куль	50-70	1-3	Горячая вода	0.05-0.1	Туризм, термальные курорты	Популярное место для туристов и отдыха.

Анализ данных:

Применение:

Центральная Азия в основном использует низкотемпературные геотермальные ресурсы для отопления, теплиц, и медицинского применения. Туристический потенциал (курорты, санатории) широко используется в Киргизии и Туркменистане.

Температура и давление:

Ресурсы преимущественно низкотемпературные (50-110°C), что ограничивает их использование для электроэнергии.

Особенности региона:

Высокая сейсмическая активность (Таджикистан) и месторождения с богатой минерализацией требуют осторожного подхода к эксплуатации.

Таблица с характеристиками геотермальных источников Кыргызстана:

Месторождение	Температура (°C)	Минерализация (г/л)	Тип теплоносителя	Давление (МПа)	Применение	Особенности
Иссык-Кульская зона	50-70	1-3	Горячая вода	0.05-0.1	Туризм, курорты	Популярные термальные источники для отдыха.
Джалал-Абадская обл.	60-90	2-4	Горячая вода	0.1-0.2	Медицинское использование	Используются для бальнеологии и лечения.
Ошская область	50-80	1-3	Горячая вода	0.05-0.15	Теплицы, отопление	Перспективы для локального использования.
Чуйская долина	60-80	1-2	Горячая вода	0.05-0.2	Туризм, отопление	Возможности для развития тепловых насосов.

Текущее состояние геотермальной энергетики в регионе

Установленные мощности

В настоящее время в Центральной Азии функционируют несколько геотермальных станций общей установленной мощностью около 100 МВт.

Технические решения

Большинство существующих объектов используют технологию бинарных циклов для преобразования энергии подземного тепла в электричество.

Ключевые проекты

Наиболее крупные геотермальные станции расположены в Казахстане, Узбекистане и Кыргызстане.

Потенциал роста

Аналитики оценивают возможность наращивания установленных мощностей до 1-2 ГВт в среднесрочной перспективе.

CENTRAM ASO CENTRAM CYUA

Centrals of tel rage at tem daring of stars with
enthranal ade propes the highs tempercentral
es.



Потенциал развития геотермальной энергетики и МикроГЭС

1 Глубокие ресурсы

Центральная Азия располагает обширными запасами глубинного геотермального тепла, доступного для промышленной разработки.

2 Поверхностные ресурсы

Регион богат горячими источниками, гейзерами и другими проявлениями термальной активности на поверхности.

3 МикроГЭС

Небольшие гидроэлектростанции могут стать эффективным дополнением к геотермальным проектам в удаленных районах.

4 Синергия технологий

Комбинация геотермальной энергетики и МикроГЭС обеспечит надежное и устойчивое энергоснабжение сельских сообществ.

Технологические решения и инновации

Бинарные циклы

Технология бинарных циклов позволяет эффективно использовать геотермальные источники с относительно невысокими температурами.

Скважинные ГеоТЭС

Скважинные геотермальные станции становятся более компактными и мобильными, идеально подходя для удаленных районов.

ГеоТермические Насосы

Геотермические тепловые насосы обеспечивают высокую эффективность и экологичность систем отопления и охлаждения.

Интеграция с МикроГЭС

Комбинирование геотермальной энергетики и малых гидроэлектростанций повышает общую надежность энергоснабжения.



Оценка ресурсной базы и технологической готовности

Геологическая оценка

Комплексные геологоразведочные работы позволяют оценить ресурсный потенциал регионов в деталях.

Энергетические нужды

Оценка энергетических потребностей населения определяет необходимые мощности генерации.

Технологический скрининг

Анализ технологических решений выявляет наиболее подходящие варианты для освоения геотермальных ресурсов.

Экономическая модель

Экономический анализ позволяет оценить рентабельность геотермальных проектов и привлекательность для инвестиций.

Экономика и бизнес-модели

Капитальные затраты

Высокие первоначальные инвестиции в разведку и бурение скважин являются основным барьером для проектов.

Операционные издержки

Однако эксплуатационные расходы геотермальных станций значительно ниже, чем у традиционных ТЭС.

Возобновляемый ресурс

Долгосрочный характер геотермальных ресурсов позволяет окупить первоначальные вложения.

Государственная поддержка

Программы субсидирования, налоговые льготы и другие меры помогают улучшить экономику проектов.



Социальные и экологические аспекты

Доступность энергии

Геотермальная энергетика расширяет доступ к электричеству для сельских и удаленных районов.

Экологичность

Геотермальная энергия является возобновляемым и чистым источником энергии, не производящим выбросов парниковых газов.

Местные сообщества

Проекты геотермальной энергетики создают рабочие места и поддерживают экономическое развитие регионов.

Устойчивость

Комплексный подход к развитию геотермальной энергетики обеспечивает долгосрочные экономические, социальные и экологические выгоды.

Государственная политика и меры поддержки

Законодательство

Совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей геотермальную энергетику, является ключевым фактором для ее развития.

Инвестиционные стимулы

Предоставление налоговых льгот, субсидий и гарантий существенно повышает привлекательность геотермальных проектов для инвесторов.

НИОКР и инновации

Государственная поддержка научно-исследовательских работ ускоряет технологическое развитие отрасли.

Международное сотрудничество

Обмен опытом и реализация совместных проектов с другими странами укрепляют геотермальный сектор в Центральной Азии.

Барьеры и вызовы

Геологические риски

Высокие геологические риски и неопределенности в оценке ресурсного потенциала являются серьезной проблемой.

Доступ к финансированию

Привлечение инвестиций для реализации высоко капиталоемких геотермальных проектов представляет значительный вызов.

Инфраструктурные ограничения

Нехватка инфраструктуры для транспортировки и распределения энергии в удаленных районах сдерживает развитие.

Институциональные барьеры

Несовершенство нормативно-правовой базы и отсутствие координации между заинтересованными сторонами также препятствуют росту.





Выводы и рекомендации

Колоссальный потенциал

Центральная Азия обладает значительными геотермальными ресурсами, способными радикально преобразовать региональную энергетику.

Государственная поддержка

Целенаправленные меры по стимулированию инвестиций и НИОКР ускорят коммерциализацию технологий.

Комплексный подход

Сочетание геотермальной энергетики и МикроГЭС позволит покрыть потребности даже самых удаленных сообществ.

Международное сотрудничество

Обмен опытом и реализация совместных проектов с другими странами укрепят геотермальный сектор Центральной Азии.