



РОСАТОМ

AtomEco

Круглый стол «Экологическая безопасность и общественная приемлемость атомной энергетики» в рамках VII Международного Форума «АтомЭко 2013»
30 октября 2013 года, г. Москва

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

Сравнение различных способов генерации электрической энергии, их перспективность и экологическая эффективность

Советник генерального директора
Госкорпорации «Росатом», почетный член
Парламентской Ассамблеи Совета Европы
д.т.н., профессор
В.А.ГРАЧЕВ

Современный расход и прогнозные запасы энергетических ресурсов

СОВРЕМЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОРЕСУРСЫ




Современный ежегодный расход природных энергоресурсов составляет 5 десятитысячных от ресурсов органического топлива (нефти, газа и угля, вместе взятых) или 3 десятитысячных от ресурсов урана. Однако эти исчерпаемые энергоресурсы в сумме не составляют и пятой части годового потока солнечной энергии на Землю, который порождает энергию ветра, гидроэнергию и энергию фотосинтеза. А ведь имеется ещё и огромная геотермальная энергия Земли, крупномасштабное освоение которой только начинается.


Глобальные перспективы развития энергетики



Масса



1 кг



Бозон Хиггса

Энергия

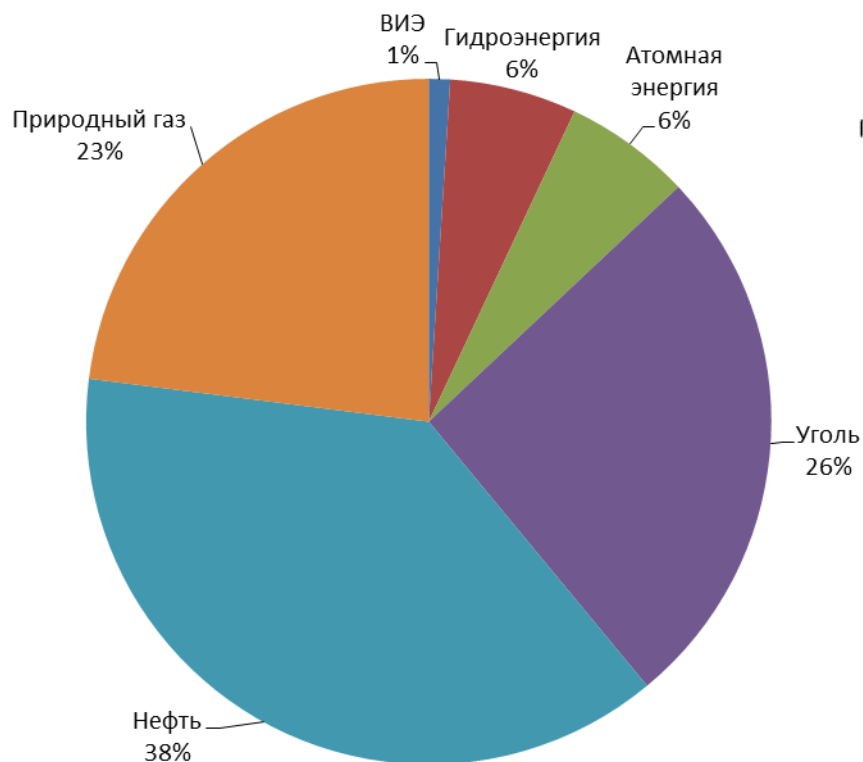
Половина годовой выработки Саяно-Шушенской ГЭС

$1 \text{ кг} \times c^2 = 6\,940\,387\,213\,578\,000 \text{ кВт}$

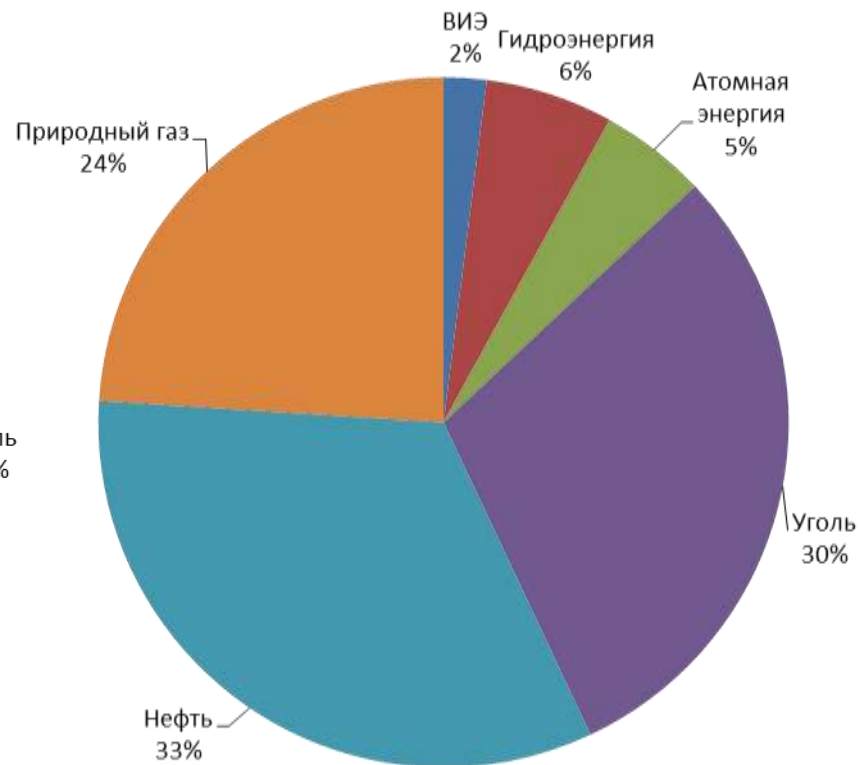
Вклад различных видов энергоносителей в производство электроэнергии в мире



2000 год

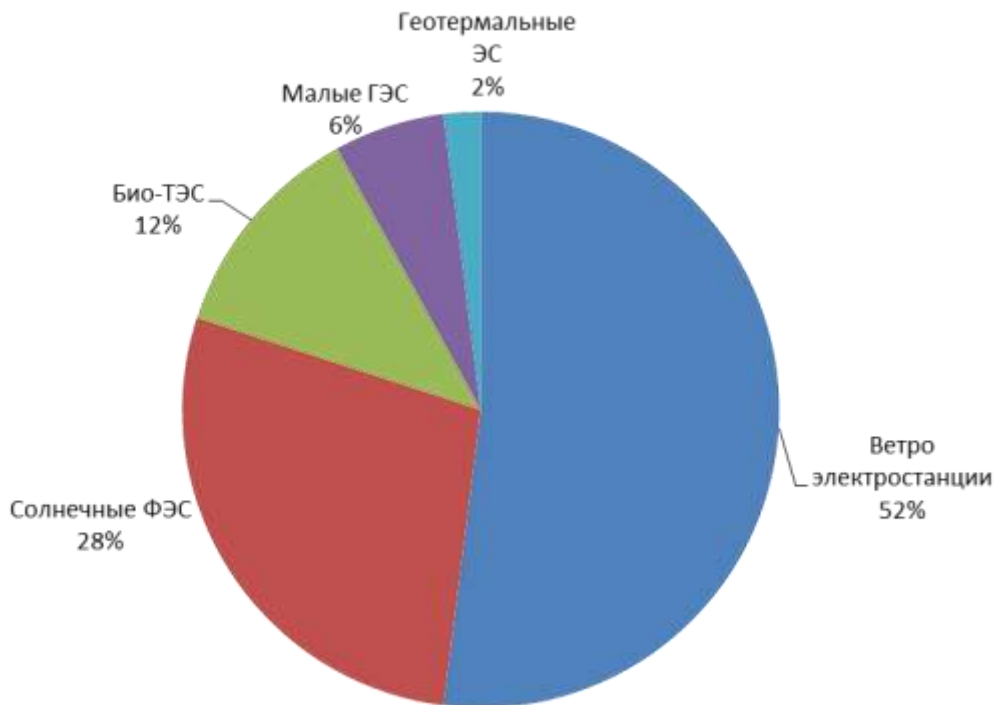


2011 год

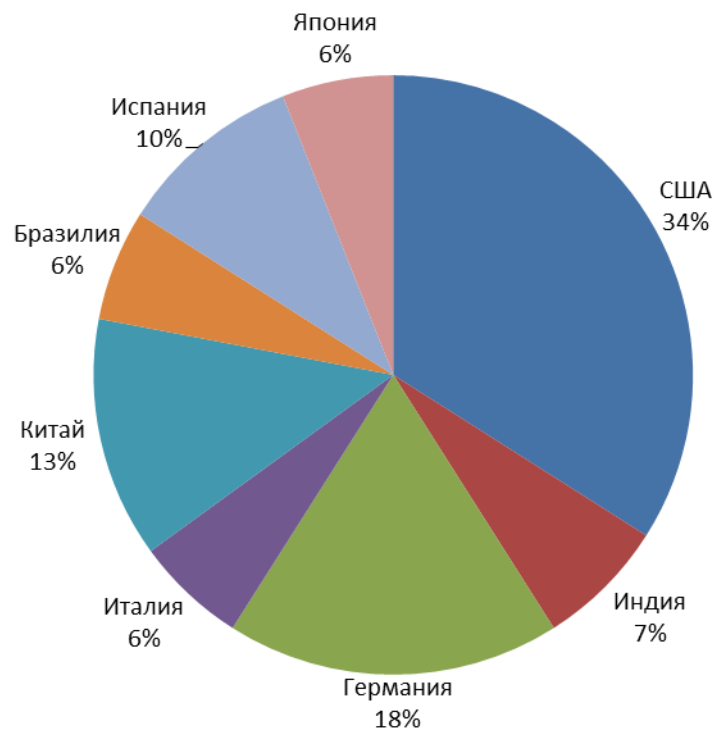


Источник: «BP Statistical Review of World Energy, June 2012».

Структура ВИЭ в мире



Страны-лидеры мирового освоения потенциала ВИЭ в 2011 году



Источник: «BP Statistical Review of World Energy, June 2012».

Потенциал использования возобновляемых источников энергии на территории России (кроме ГЭС мощностью >25 МВт) больше текущего национального потребления электроэнергии в 65 раз



В соответствии с Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики на период до 2030 года предусмотрен ввод свыше 14 ГВт генерирующей мощности на основе использования ВИЭ (доля ВИЭ составит более 8 %), при этом будут преобладать ветровые электростанции. За период 2010 - 2030 гг. планируется ввести до 7 ГВт генерирующих мощностей ВЭС.

До 2030 г. также предполагается ввести примерно 4 ГВт новых мощностей ТЭЦ на биомассе, почти 3 ГВт малых ГЭС, свыше 400 МВт геотермальных электростанций. В этот же период планируется осуществление пилотных проектов сооружения приливной электростанции мощностью 12 МВт.

Развитие возобновляемых источников энергии в России

Сформированы технологические платформы :

- «Перспективные технологии возобновляемой энергетики»;
- «Малая распределённая энергетика»;
- «Биоэнергетика».

Но несмотря на усилия государства в этом направлении, доля ВИЭ в России в настоящее время составляет **менее 1%**.

География энергоресурсов России



Гидроэнергия (средний многолетний сток рек более 5 л/с с 1 кв.км.)



Солнечная энергия - суммарный приход солнечной радиации более 1000 Вт/кв.м в год



Ветровая энергия - среднегодовые скорости ветра более 5 м/с.



Энергия биомассы - избыточная лесообеспеченность куб.м. на 1 человека.



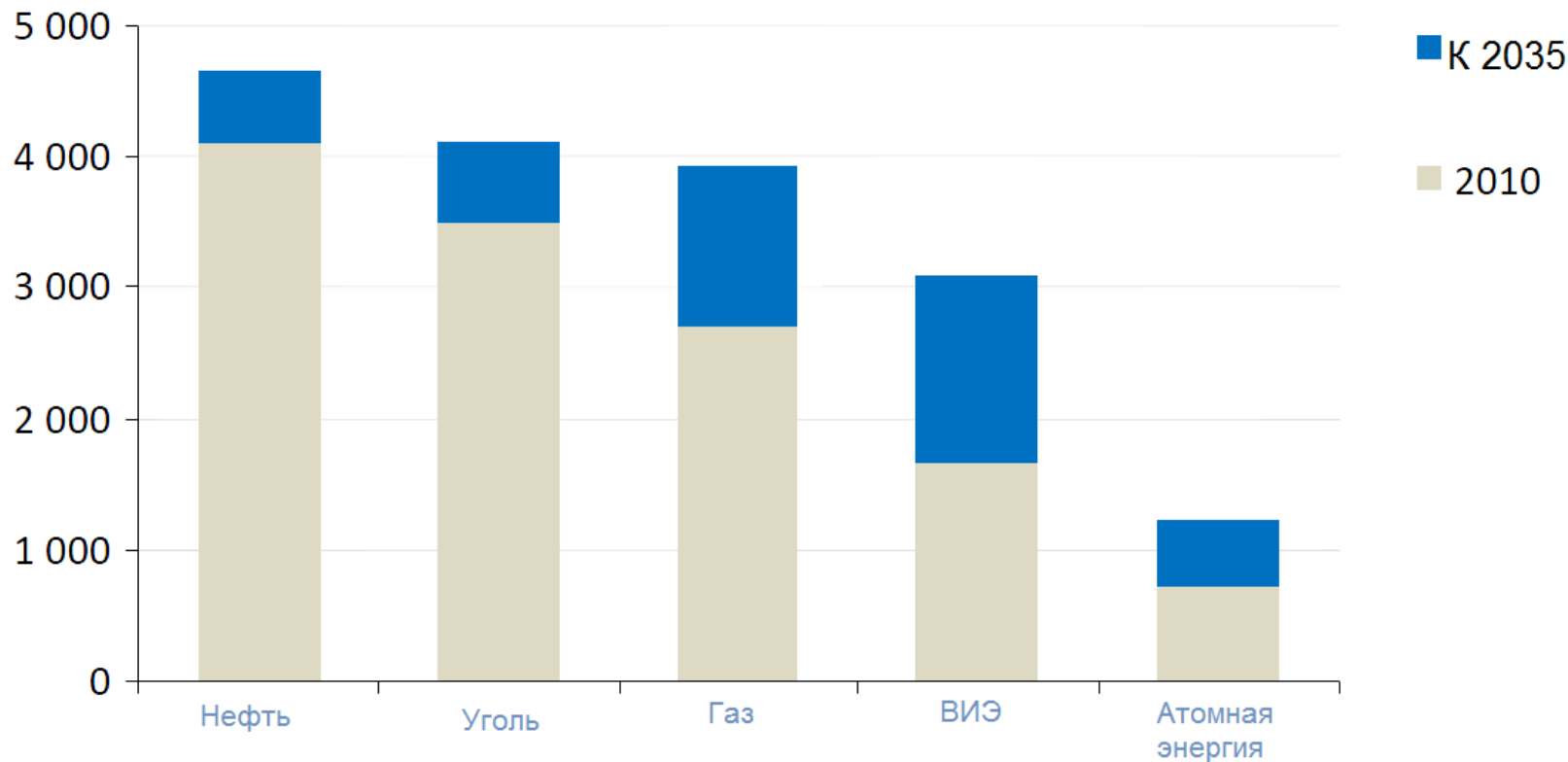
● Волновая энергия
■ Геотермальная энергия

Потребность в природном газе и ВИЭ в мире будет возрастать



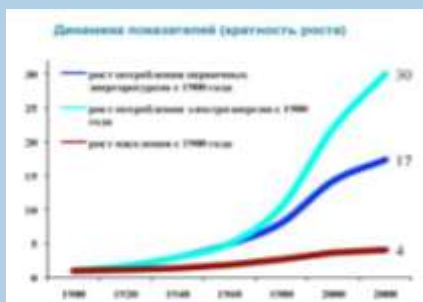
Потребности в первичных энергоресурсах

Млн.т. нефт. эквивалента



Источник: доклад Международного энергетического агентства World energy outlook 2011

Рост энергопотребления

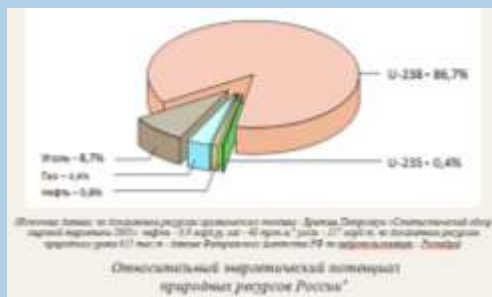


Рост вредных «ОТХОДОВ» (выбросы, сбросы, ТБО, РАО и ОЯТ)

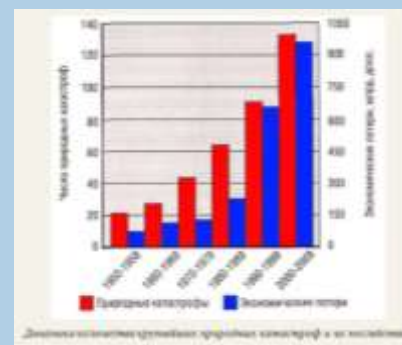
Крупнейшие промышленные предприятия России

Страна	Плотность выбросов, млрд тонн в год, CO ₂	Выбросы на душу населения, т в год, CO ₂
Соединенные Штаты	5,93	24,3
Китай	4,84	3,9
Россия	1,92	13,2
Япония	1,89	5,9
Великобритания	1,52	10,4
Германия	1,01	12,3
Франция	0,87	9,0
Канада	0,84	22,1
Скандинавские страны	0,69	11,3
Италия	0,73	8,2
Весь мир	3,67	6,6

Ресурсы не бесконечны – они истощаются



Рост потерь от катастроф



Взаимосвязь глобальных энергетических и экологических проблем



РОСАТОМ

1

2



Глобальные экологические проблемы



Климат



«Отходы» (выбросы, сбросы, ТБО, РАО, ОЯТ)



Глобальные энергетические проблемы



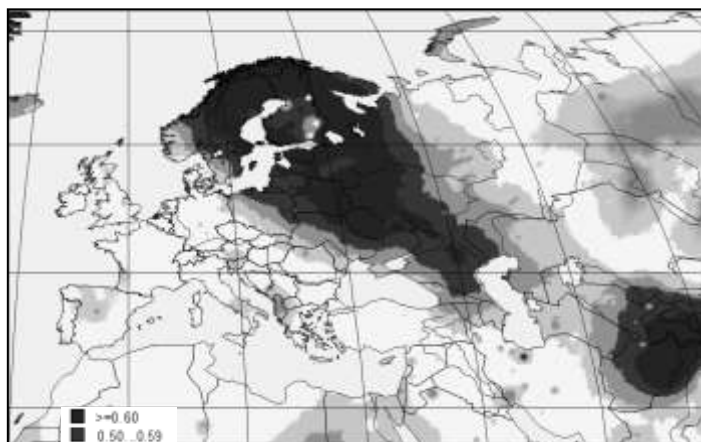
Загрязнение окружающей среды



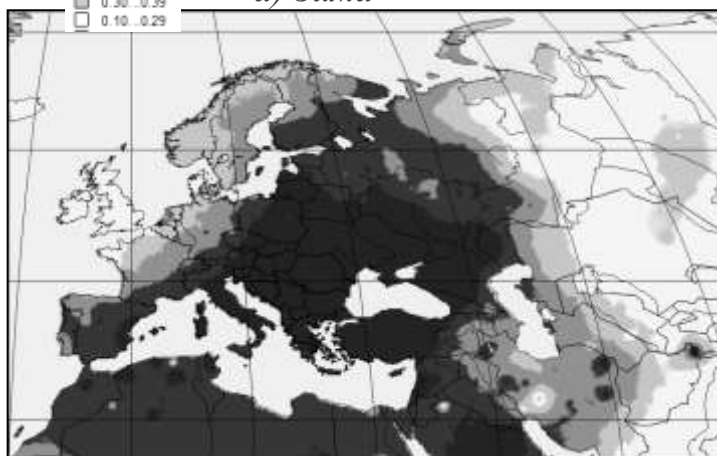
Истощение запасов



Деградация окружающей среды



а) Зима



б) Лето

*Тренды изменения температуры воздуха за
1976-2011 гг. (°C/10 лет)*



*Аномальные морозы и
осадки зимой*



*Пожары в Южной
Европе летом 2012 г.*



*Аномальная жара в
Европе летом 2012 г.*

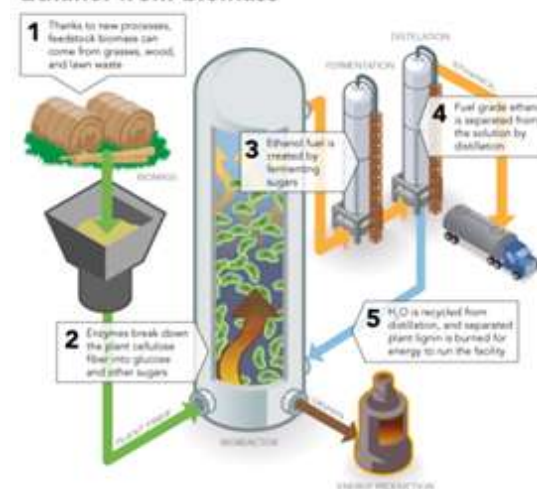
Биомасса

Производят этанол, который применяется в качестве автомобильного топлива. Сырьем служат: кукуруза, пшеница, сахарная свекла, сахарный тростник, маис и т.д. Целесообразно только использование отходов (пищи не хватает).

Неблагоприятные воздействия биоэнергетики на экологию:

- выбросы твердых частиц, канцерогенных и токсичных веществ, окиси углерода, биогаза, биоспирта;
- выброс тепла, изменение теплового баланса;
- обеднение почвенной органики, истощение и эрозия почв (для производства из навоза биогаза для выработки 1000 МВт электрической энергии требуются 80 млн. свиней или 800 млн. птиц на площади $80 \div 100 \text{ км}^2$);
- взрывоопасность (биогазоэлектроустановка должна контролироваться и содержаться в исправности в соответствии с инструкциями);
- большое количество отходов в виде побочных продуктов (промывочные воды, остатки перегонки).

Ethanol from Biomass



Наиболее показательные характеристики некоторых видов возобновляемых энергоисточников



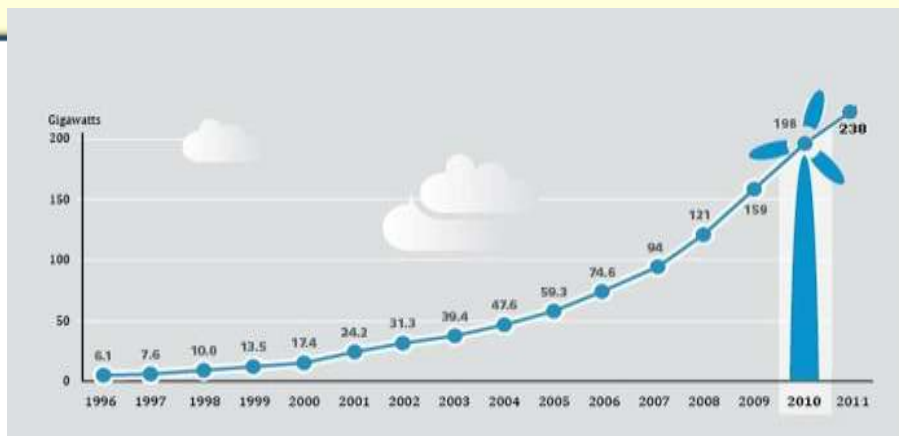
РОСАТОМ

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ветровая энергия

В связи с интенсивным вовлечением возобновляемых источников энергии в практическое использование особое внимание обращается на экологический аспект их воздействия на окружающую среду.

- отчуждение больших земельных площадей (для текущего уровня производства электроэнергии во Франции с применением энергии ветра потребуется 20 тыс. км² земли (4% территории страны);
- ветровая энергетика является нерегулируемым источником энергии.
- шумовые воздействия (установка мощностью 2-3 МВт производит такой шум, что возникает необходимость отключения ее в ночное время);
- помехи для воздушного сообщения и для радио- и телевидения, нарушения путей миграции птиц (установка мощностью 2-3 МВт должна иметь диаметр ветрового колеса 100 м);



Динамика установленной мощности ВЭС в мире за период 1996-2011

Наиболее показательные характеристики некоторых видов возобновляемых энергоисточников



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ветровая энергия

В связи с интенсивным вовлечением возобновляемых источников энергии в практическое использование особое внимание обращается на экологический аспект их воздействия на окружающую среду.

- локальные климатические изменения вследствие нарушения естественной циркуляции воздушных потоков;
- опасность для мигрирующих птиц и насекомых;
- изменение традиционных морских перевозок, неблагоприятные воздействия на морских животных (в целях экономии территорий размещают установки в водной среде);
- ландшафтная несовместимость, непривлекательность, визуальное невосприятие, дискомфортность.



Так будет выглядеть регион, если вместо АЭС
поставить ветрогенераторы

Наиболее показательные характеристики некоторых видов возобновляемых энергоисточников



РОСАТОМ

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Солнечная энергия

экологически чистая
стадия –эксплуатации
СЭС

- интенсивность солнечного излучения для средней полосы европейской части составляет 150 Вт/м^2 , что в 1000 раз меньше тепловых потоков в котлах ТЭС;
- отчуждение больших земельных площадей, их возможная деградация (для СЭС в 1 ГВт (эл) в средней полосе европейской части необходима минимальная площадь при 10% КПД в 67 км^2 , к этому надо добавить еще и земли под различные промышленные предприятия, изготавливающие материалы для строительства и эксплуатации СЭС);
- затемнение больших территорий солнечными концентраторами;
- большая материалоемкость (затраты времени и людских ресурсов в 500 раз больше, чем в традиционной энергетике);



Наиболее показательные характеристики некоторых видов возобновляемых энергоисточников



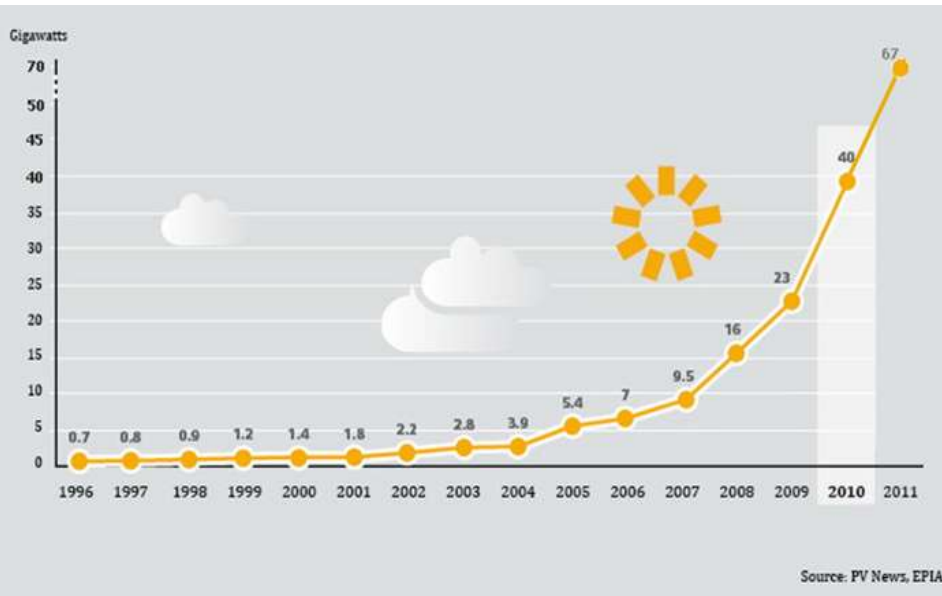
РОСАТОМ

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Солнечная энергия

экологически чистая
стадия –эксплуатации
СЭС

- возможные утечки рабочих жидкостей, содержащих хлораты и нитриты;
- перегрев и возгорание систем, загрязнение продукции токсичными веществами при использовании солнечных систем в сельском хозяйстве;
- изменение теплового баланса, влажности, направления ветра в районе расположения станции;
- воздействию на климат космических СЭС;
- передача энергии на Землю в виде микроволнового излучения, опасного для живых организмов и человека.



Динамика установленной мощности ФЭС в мире за период 1996-2011 гг.



Реальные отходы при использовании солнечных батарей

Гидроэнергия

Из всех видов ВИЭ только гидроэнергия в настоящий момент вносит заметный вклад во всемирное производство электроэнергии (17 %). В большинстве промышленно развитых стран незадействованным на сегодня остался лишь незначительный по объему гидроэнергетический потенциал.

Неблагоприятное воздействие гидроэнергетики на окружающую среду в основном сводится к следующему:

- затопление сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов,
- нарушение водного баланса, что ведет к изменению существования флоры и фауны,
- климатические последствия (изменение теплового баланса, увеличение количества осадков, скорости ветра, облачности и т.д.).
- заиливание водоема и эрозии берегов, ухудшение самоочищения проточных вод и уменьшению содержания кислорода, затрудняет свободное движение рыб;
- гидроэнергетические сооружения в потенциале несут в себе опасность крупных катастроф. Так, в 1979 году авария на плотине в Морви (Индия) унесла около 15 тысяч жизней, в Европе в 1963 году авария плотины в Вайонт (Италия) привела к гибели 3 тысяч человек, авария на Саяно-Шушенской ГЭС – 75 человек.



Геотермальная энергетика

Экономически эффективна только в районах активной вулканической деятельности с многочисленными гейзерами (Камчатка, Курилы, острова Японского архипелага). Доля в энергетике Филиппин -19%, Мексики - 4%, США - около 1%. Геотермальные ресурсы Камчатки оцениваются в 5000 МВт, всего в России на ГеоТЭС вырабатывается чуть более 80 МВт установленной мощности и около 450 млн. кВт·ч годовой выработки.

Неблагоприятные экологические воздействия геотермальной энергетики на экологию:

- отчуждение земель;
- изменение уровня грунтовых вод, оседание грунтов, заболачивание;
- подвижки земной коры, повышение сейсмической активности;
- эмиссия отравляющих газов (пары ртути, метан, водород, азотсероводорода, аммиака, двуокиси и окиси углерода, метана);
- выброс тепла в атмосферу или в поверхностные воды;
- сброс отравленных вод и конденсата, загрязненных в небольших количествах аммиаком, ртутью, кремнеземом;
- загрязнение подземных вод и водоносных слоев, засоление почв;
- выбросы больших количеств рассолов при разрыве трубопроводов.



Приливная энергетика

Неблагоприятные экологические последствия в приливной энергетике:

- периодическое затопление прибрежных территорий, изменение землепользования в районе ПЭС, флоры и фауны акватории;
- строительное замутнение воды, поверхностные сбросы загрязненных вод.

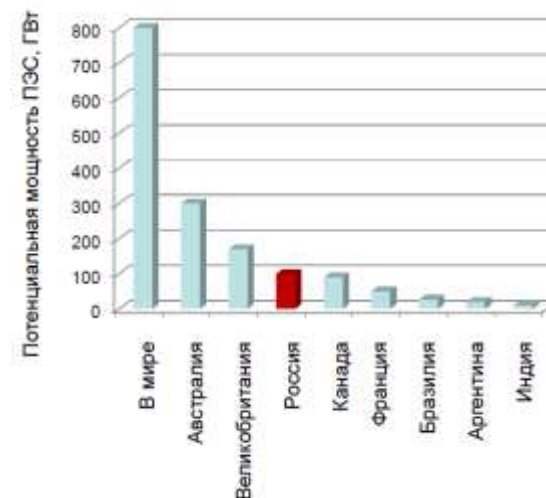
Неблагоприятные экологические последствия в

волновой энергетике:

- эрозия побережья, смена движения прибрежных песков;
- значительная материалоемкость;
- изменение сложившихся судоходных путей вдоль берегов;
- загрязнение воды в процессе строительства, поверхностные сбросы.



Максимальная амплитуда прилива (в метрах)



Потенциальная мощность ПЭС в мире – 811 ГВт, в том числе в России – 110 ГВт. В настоящее время используется менее 500 МВт или порядка 0,06%.

Водородная энергетика

➤ Это экономичное и экологическое направление выработки энергии, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми, транспортной инфраструктурой и различными производственными процессами. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе, теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания является вода (которая вновь вводится в кругооборот водородной энергетики). Основная проблема водородной энергетики - это производство исходного топлива - водорода.

➤ Производство водорода

В настоящее время существует множество методов промышленного производства водорода: из природного газа, газификация, электролиз воды, водород из биомассы, за счет атомной энергии.

Ведутся работы по созданию атомных электростанций следующего поколения, которые могут быть источником водорода



1. На современном этапе в мировой экономике нефть остается доминирующим энергоносителем, обеспечивая более 1/3 суммарных потребностей и, прежде всего, – транспортного сектора, хотя в наступившем веке глобальная добыча данного ресурса повышалась достаточно низкими темпами (менее 1% в год); в новом десятилетии нарастает сложность технологических усилий (и финансовых затрат) по добыче.

2. Технический прогресс в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволил достичь достаточно высоких темпов прироста производства «зеленой» энергии (17 – 19% в год). Тем не менее, использование ветровой, солнечной, геотермальной и других видов возобновляемой энергии из-за высокой начальной капиталоемкости обеспечивает пока менее 2% коммерческого энергоснабжения и сосредоточенно в сравнительно небольшом круге стран. Половина мировых мощностей ВИЭ расположена в четырех государствах – США, Германии, Китае и Испании.

3. Расширение применения ВИЭ – объективная реальность современного мира, которая отражает ориентацию ведущих стран мира.

4. Глобальные экологические проблемы - это КЛИМАТ, ОТХОДЫ, ЧИСТОТА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА и МИРОВОГО ОКЕАНА. Их влияние и их количество нарастают, и компенсаторные возможности резко падают. Для решения этих глобальных проблем необходимо много энергии, а она сама становится проблемой из-за истощения запасов и роста ее вредности.

5. Природный газ будет еще долгие годы использоваться в качестве основной технологии при переходе к полномасштабному использованию экологически безопасных возобновляемых источников энергии.

6. Развитие ВИЭ будет базироваться на инновациях, а не на технологиях вчерашнего дня. В ближайшем будущем (перспектива на текущее столетие) возможная роль возобновляемых источников энергии не выходит за пределы вспомогательного энергоресурса, решающего локальные проблемы.

7. С использованием новых видов энергии возникают новые виды экологических последствий, которые могут привести к изменению природных условий, как региональных так и глобальных.



ROCATOM

Спасибо за внимание!
