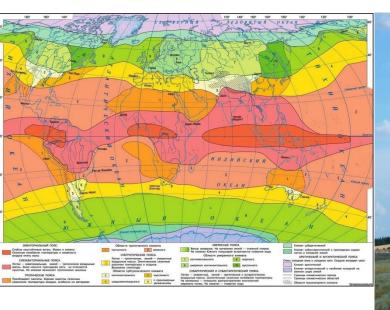
ГЕОГРАФИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

К.С. Дегтярев

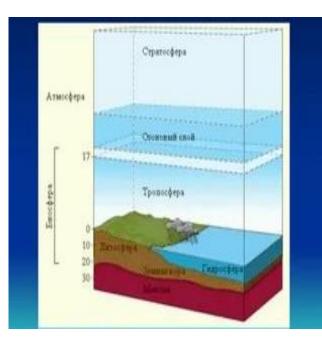
Научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

kir1111@rambler.ru







Публикации по теме

- 1. Берёзкин М. Ю., Дегтярев К. С. Географические особенности развития возобновляемой энергетики. В сборнике:
- 2. География и рациональное использование возобновляемых источников энергии. ИД Энергия Москва, 2019.
- 3. Дегтярев К. С. Географические факторы развития возобновляемой энергетики // Журнал С.О.К. Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2015. № 6. С. 86–95.

ГЕОГРАФИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- возобновляемые источники энергии и их обусловленность географическими факторами, связь возобновляемых энергоресурсов с географической оболочкой, поясностью и зональностью;
- потенциал возобновляемых источников энергии и его распределение по земной поверхности;
- география возобновляемой энергетики, различия между регионами в степени и характере использования возобновляемых энергоресурсов;
- перспективы развития возобновляемой энергетики по регионам мира и России.

ЧАСТЬ 1. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА, ПРИРОДНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

ЧАСТЬ 2. ГЕОГРАФИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ЧАСТЬ 3. ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ

ЧАСТЬ 1. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА, ПРИРОДНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ): «источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества»

Виды возобновляемых источников энергии

Солнечная энергия;

Ветровая энергия;

Гидроэнергия:

- энергия рек, или текучей речной воды;
- энергия океанических приливов;
- волновая энергия;

Биоэнергия:

- естественный прирост биомассы (например, прирост древесины в лесу или торфяных слоёв)
- технические культуры (рапс, подсолнечник);
- отходы лесопереработки;
- отходы сельскохозяйственного производства;
- бытовые отходы;

Геотермальная энергия:

- гидротермальная энергия разогретых подземных вод и водяного пара;
- петротермальная энергия тепло горных пород;
- низкопотенциальная энергия поверхностных слоёв Земли.

Геологические и географические ресурсы

Нефть, газ, уголь, урановая руда

Солнечная, ветровая, гидро- и биоэнергия

Геотермальная энергия





Различия между возобновляемыми и невозобновляемыми

энергетическими ресурсами					
Критерий	Невозобновляемые (геологические, пассивные, статичные) ресурсы	Возобновляемые (географические, активн динамичные) ресурсі			
D. 4	n	D			

нескольких сотен метров

Эндогенное

Возникли в связи с уникальными

и не повторяющимися в

масштабах человеческой

истории геологическими событиями

Как правило, перед

использованием требует

дополнительной подготовки

Производящая

Происхождение

Воспроизводство

Возможность

использования

Тип экономики,

использующей ресурс

ные, Ы Все геосферы Земли: Литосфера, преимущественно, Местонахождение на больших глубинах – от литосфера, атмосфера, гидросфера, биосфера;

преимущественно, в

приземном слое

Экзогенное

Определяется суточными и

сезонными ритмами в

географической оболочке или

ритмами хозяйственной

деятельности

Как правило, можно

использовать в «готовом»

виде

Присваивающая

Использование энергоресурсов разных типов на разных этапах экономического развития

до XVIII-XIX вв.







с XVIII-XIX вв.







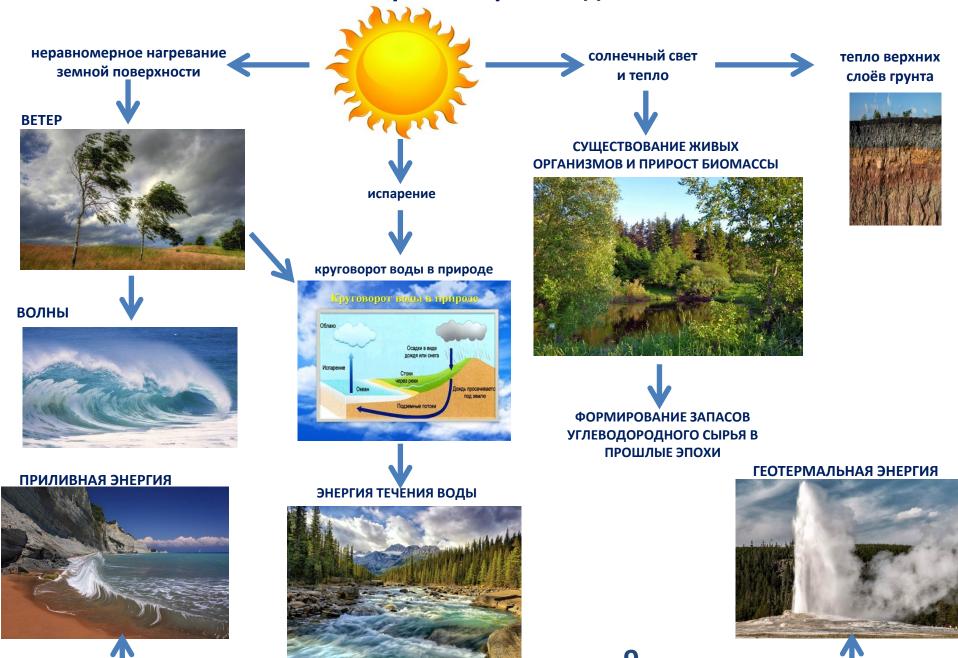
сXX в.







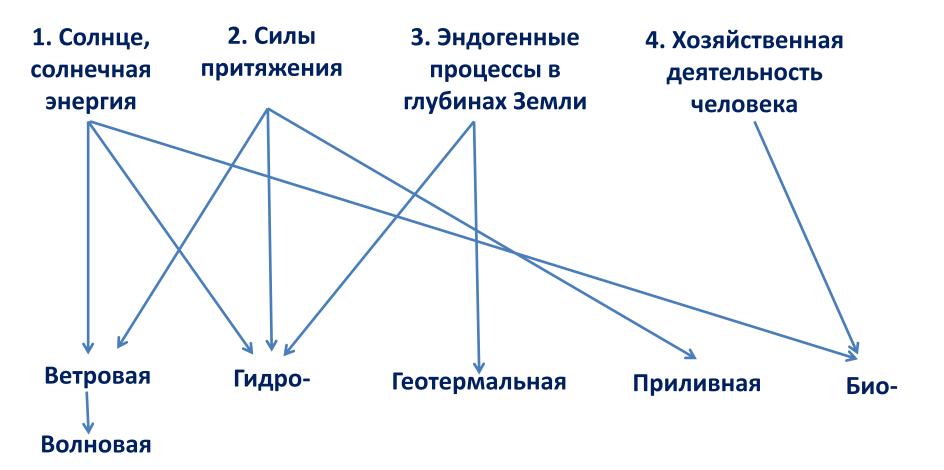
Солнечная энергия и производные от неё



ГРАВИТАЦИЯ

ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Факторы образования потоков возобновляемой энергии



Географическая оболочка, геосферы и ВИЭ

Географическая оболочка, или ландшафтная оболочка: **«целостная и непрерывная оболочка Земли, среда деятельности человека; охватывает нижние слои атмосферы, верхние толщи литосферы, почти всю гидросферу и всю биосферу»**



Гидроэнергия рек, приливная, волновая



Биоэнергия

Климатические пояса и природные зоны Земли

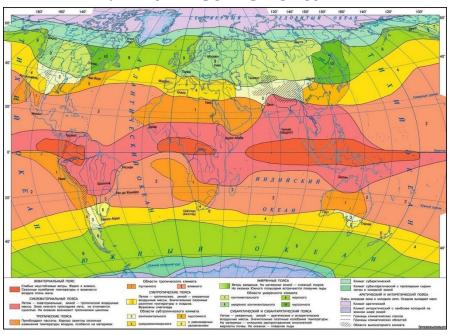
Факторы формирования природных поясов и зон:

1. Угол наклона солнечных лучей (широта)

2. Характер подстилающей поверхности (крупные формы рельефа; соотношение

суши и водной поверхности)

Климатические пояса



Основные пояса:

- Арктический
- Субарктический
- Умеренный
- Субтропический
- Тропический
- Субэкваториальный
- Экваториальный



Основные зоны:

- Арктические пустыни
- Тундра и лесотундра
- Хвойные, смешанные и широколиственные леса
- Лесостепи и степи; полупустыни и пустыни;
- Саванны и редколесья;
- Вечнозелёные субтропические, тропические, субэкваториальные и экваториальные леса;
- Зоны высотной поясности

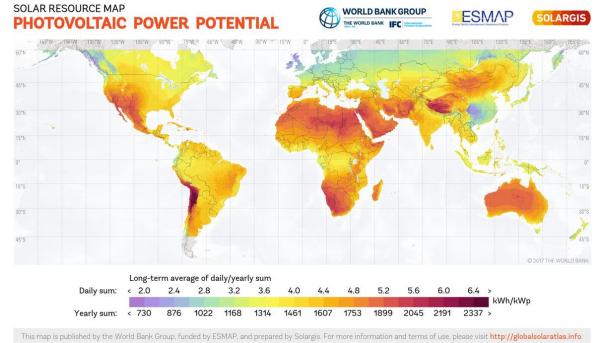
Распределение потенциала солнечной энергии по широтам

Распределение потенциала солнечной энергии по широтам, кВтч/кв.м земной поверхности в сутки

Месяц/Широта	0 0	10 ⁰	20 ⁰	30°	40 ⁰	50°	60°	70 ⁰	80°	90°
1	5,85	4,84	3,72	2,52	1,32	0,50	-	-	-	-
II	6,16	5,35	4,34	3,22	2,01	1,01	0,20	-	-	-
III	6,44	6,05	5,35	4,42	3,41	2,21	1,12	0,31	_	-
IV	6,36	6,36	6,16	5,66	4,93	3,92	2,83	1,71	0,59	0,11
V	5,94	6,36	6,55	6,44	6,16	5,54	4,65	3,64	2,91	2,32
VI	5,54	6,24	6,66	6,86	6,75	6,44	5,93	5,24	4,73	4,44
VII	5,43	6,16	6,66	6,86	6,86	6,50	6,05	5,40	5,04	4,93
VIII	5,74	6,24	6,45	6,55	6,24	5,74	4,95	4,03	3,22	2,76
IX	6,16	6,50	6,24	5,85	5,15	4,34	3,22	2,13	1,01	0,39
X	6,36	6,05	5,54	4,73	3,72	2,63	1,51	0,50	-	-
ΧI	6,16	5,43	4,53	3,53	2,32	1,20	0,39	-	-	-
XII	5,85	4,93	3,84	2,63	1,51	0,50	-	-	-	-
Среднегодовой	5,99	5,85	5,49	4,93	3,92	3,33	2,58	1,90	1,46	1,29
Соотношение между месяцами с максимальным и минимальным значением, раз										
	1,1	1,3	1,8	2,7	5,2	13,0	30,8	-	-	-

Общий потенциал солнечной энергии

Среднее значение — 3,5 кВтч/м² в сутки, или более 1200 кВтч/м² в год. Мировое потребление энергии — около 150 000 ТВтч (в т.ч. 25 000 ТВтч — электроэнергия), в перспективе — 200 000 ТВтч, или 200 трлн. кВтч. Такое количество солнечной энергии приходит ежегодно на 170 млрд. м², или 170 000 км², земной поверхности. Даже если использовать всего 10% поступающей энергии, для полного обеспечения потребности человечества в энергии потребовалось бы отчуждение 1,7 млн. км², или 1,3% площади земной суши, и около 1,0 млн. км² (0,7-0,8%), если солнечные электростанции размещать ниже 30°-40° широты.

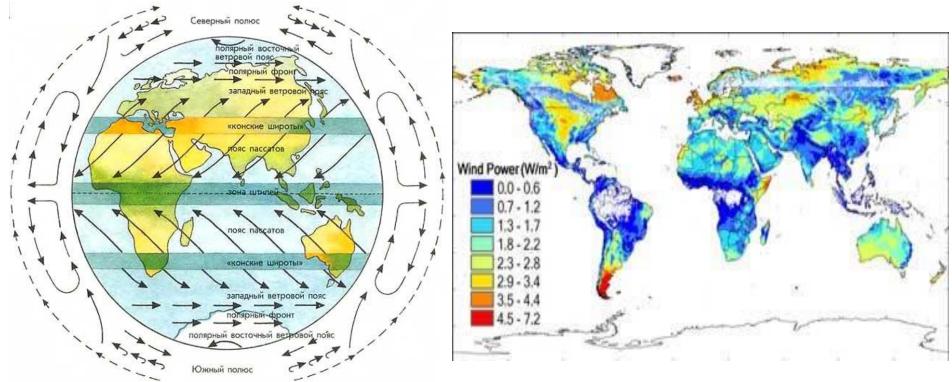


Потенциал других источников оценивать труднее, но, в среднем, это величины на порядки меньшие (кроме геотермальной энергии)

Потенциал ветровой, гидро- и биоэнергии по широтам



Распределение средних скоростей ветра по суше

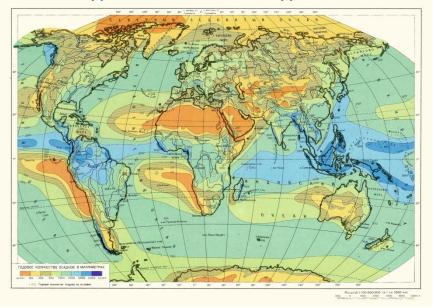


Потенциал ветровой, гидро- и биоэнергии по широтам. Продуктивность биомассы и речной сток

Продуктивность биомассы (т/га в год):

- Тропические и экваториальные леса 20-25
- Леса умеренной зоны 6-10
- Тундры 0,1-2

Годовое количество осадков

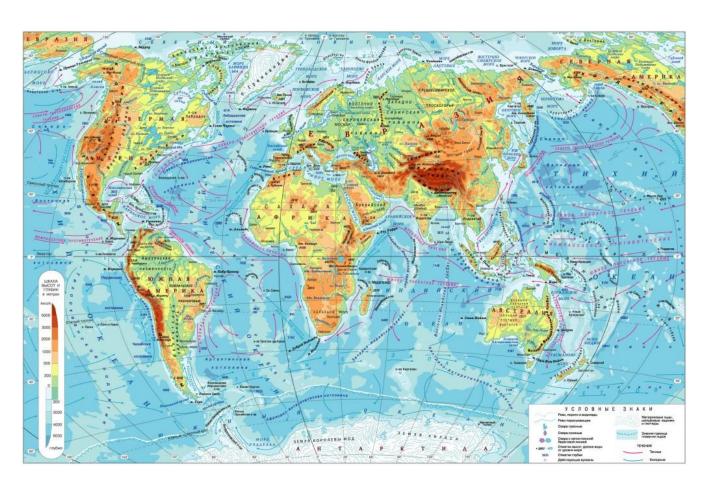


Годовой сток самых полноводных рек

Название	Объём стока за год, км ³	Доля от мирового, %
Амазонка	6 903	18,4%
Конго	1 445	3,9%
Янцзы	1 080	2,9%
Ориноко	913	2,4%
Енисей	624	1,7%
Миссисипи	598	1,6%
Парана	551	1,5%
Лена	536	1,4%
Токантинс	513	1,4%
Замбези	504	1,3%
Меконг	504	1,3%
Ганг	450	1,2%
Остальные реки	22 879	61,0%
Мировой сток	37 500	100,0%

Факторы, определяющие интегральный потенциал ВИЭ:

- 1. Широта.
- 2. Годовое количество осадков; влажность климата.
- 3. Рельеф, перепады высот



Высотная поясность

- это последовательная смена природных зон и ландшафтов с увеличением высоты над уровнем



- Рост ветрового и гидропотенциала в предгорьях;
- Рост солнечного потенциала с высотой

В среднем, максимальный интегральный потенциал ВИЭ — предгорные зоны; в пределах от 200-250 до 500-1000 метров над уровнем моря, в сочетании с низкоширотным положением.

В мире: южные предгорья Гималаев, предгорные районы Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америки, Центральной и Восточной Африки.

В России - предгорные районы Кавказа, а также юга Сибири и Дальнего Востока

Географически зональные и азональные ВИЭ

Зональные:

Солнечная

Ветровая

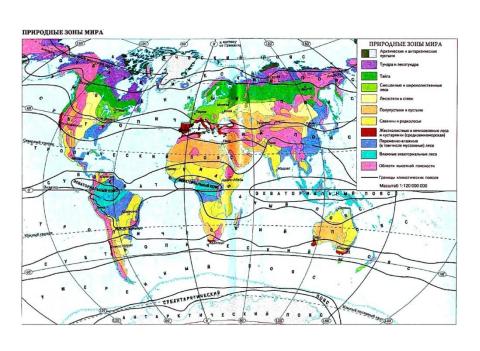
Биоэнергия

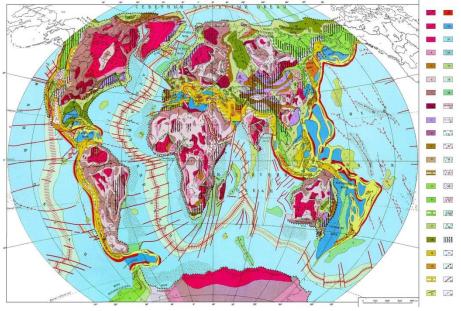
Гидроэнергия рек

Азональные:

Геотермальная

Приливная





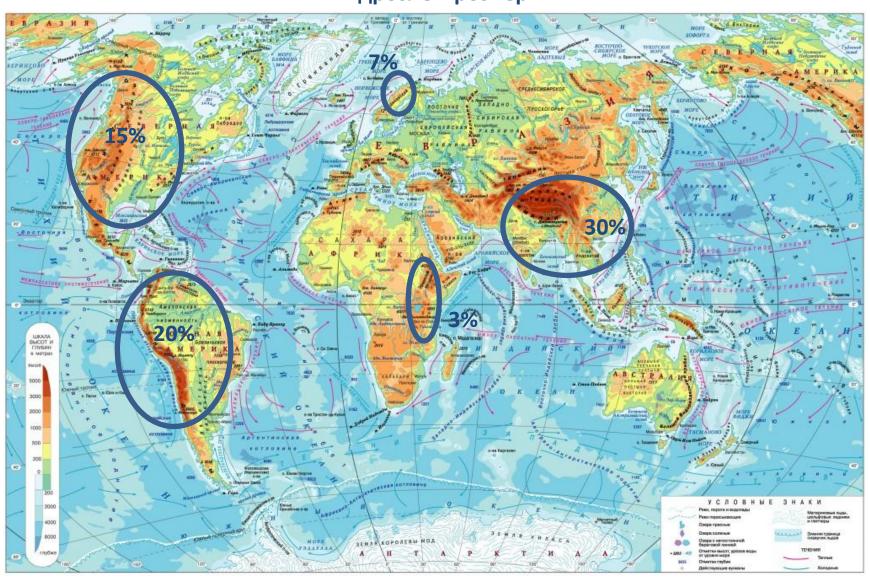
ЧАСТЬ 2. ГЕОГРАФИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Геотермальная энергетика. 10 стран с наибольшей общей мощностью геотермальных станций, МВт (2019)

Страна	МВт	Доля в мировой мощности , %
США	2 555	18,3%
Индонезия	2 131	15,3%
Филиппины	1 928	13,8%
Турция	1 515	10,9%
Новая Зеландия	965	6,9%
Мексика	936	6,7%
Кения	823	5,9%
Италия	800	5,7%
Исландия	735	5,3%
Япония	525	3,8%
Всего 10 ведущих стран	12 913	92,7%
Остальной мир	1 018	7,3%
Весь мир	13 931	100,0%

20

Гидроэнергетика. Доля регионов в мировом производстве гидроэлектроэнергии



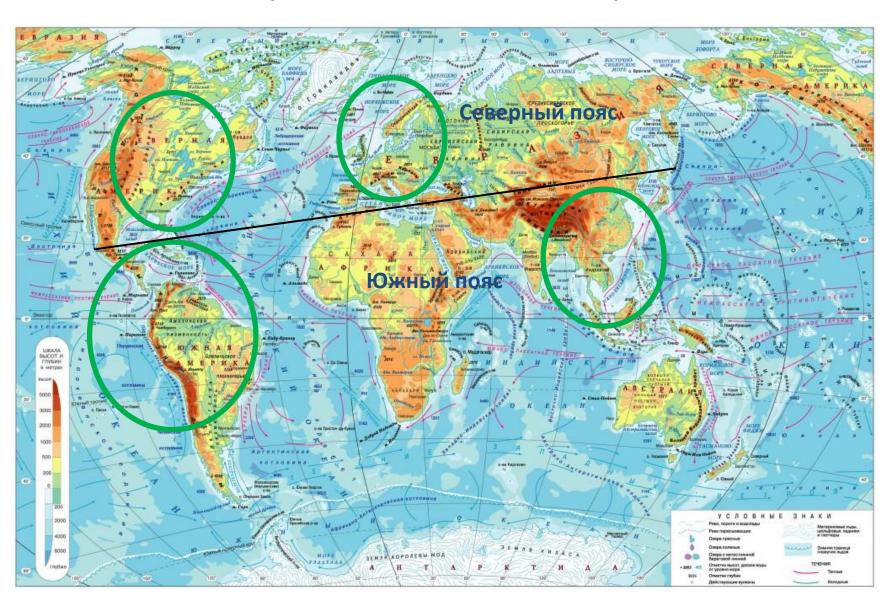
Гидроэнергетика. 10 стран с наибольшей общей мощностью ГЭС, МВт (2019)

Страна	МВт	Доля в мировой, %
Китай	326 113	28,8%
Бразилия	109 092	9,6%
США	83 617	7,4%
Канада	80 879	7,1%
Россия	52 579	4,6%
Индия	45 440	4,0%
Норвегия	32 592	2,9%
Турция	28 503	2,5%
Япония	28 114	2,5%
Франция	24 086	2,1%
Всего 10 ведущих стран	811 015	71,6%
Остальной мир	321 739	28,4%
Весь мир	1 132 754 https://irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic	100,0% :/Capacity-and-Generation/Country-Ranki

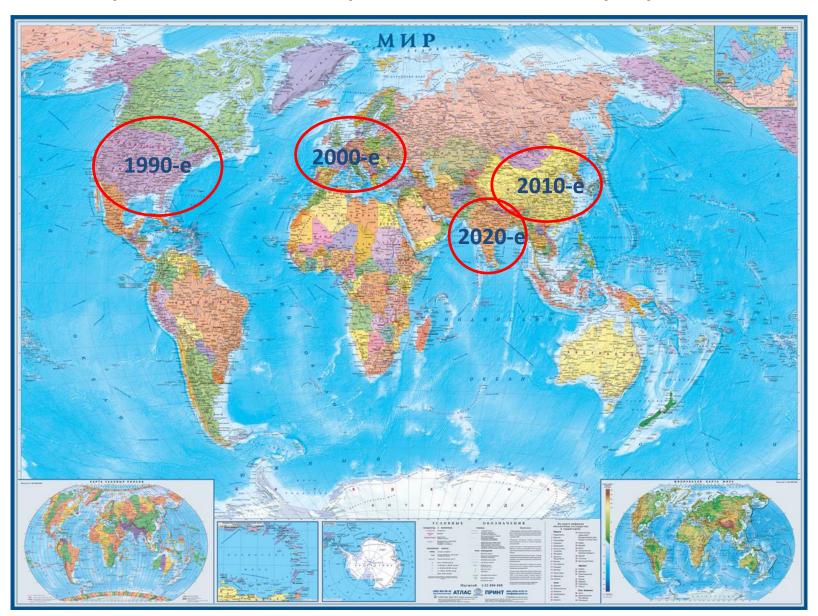
Биоэнергетика. 10 стран с наибольшей общей мощностью станций, МВт (2019)

Страна	МВт	Доля в мировой, %
Китай	16 537	12,7%
Бразилия	14 992	11,5%
США	12 450	9,6%
Индия	10 228	7,9%
Германия	9 972	7,7%
Великобритания	7 006	5,4%
Швеция	5 021	3,9%
Таиланд	4 258	3,3%
Италия	3 891	3,0%
Канада	3 376	2,6%
Всего 10 ведущих стран	87 731	67,5%
Остальной мир	42 269	32,5%
Весь мир	130 000	100,0%

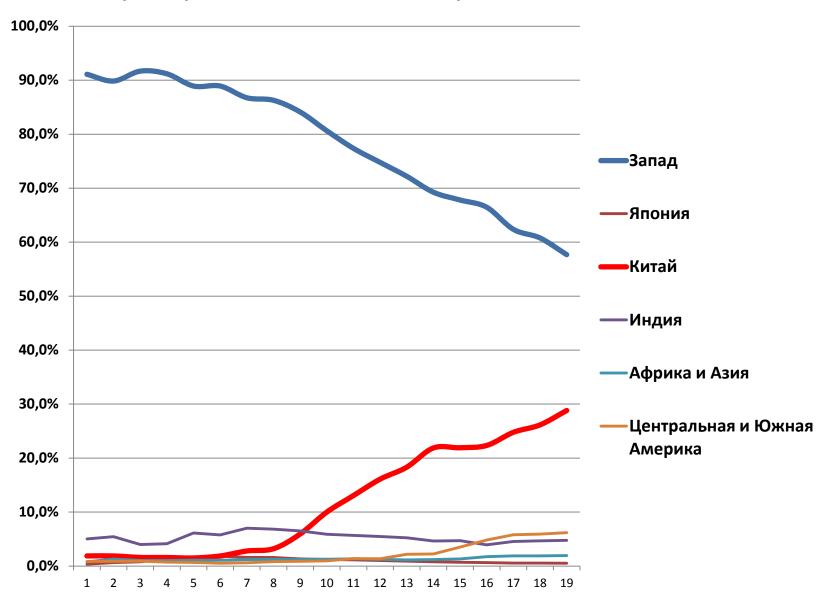
Биоэнергетика. Регионы с наибольшим развитием



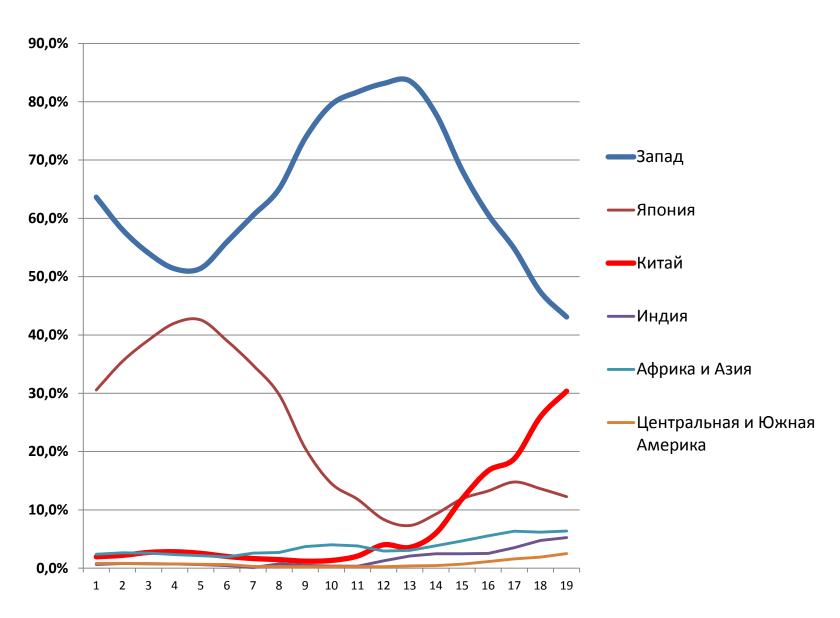
Ветровая и солнечная энергетика. Смещение центров развития



Ветроэнергетика. Изменение доли регионов в 2000-2018 гг



Солнечная энергетика. Изменение доли регионов в 2000-2018 гг



10 крупнейших в мире солнечных электростанций

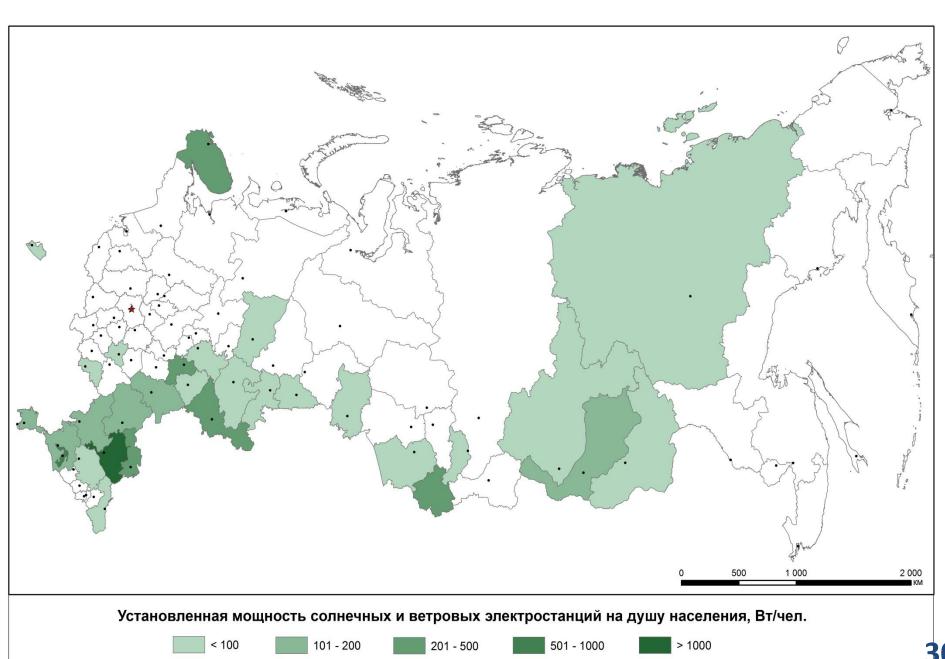
	. ,	•	•	
Название	Страна	Координаты,	Мощность, МВт	Год строительства
электростанции		⁰широты		
Солнечный парк	Индия	22 ⁰ 32′с.ш.	2 245	2020
Бхадла				
Солнечный парк	Индия	14º06′с.ш.	2 050	2019
Павагада				
Солнечный парк	Китай	37 ⁰ 33′с.ш.	1 547	2016
Тенггер				
Солнечный парк	Египет	24 ⁰ 27'с.ш.	1 500	2019
Бенбан				
Нур Абу Даби	ОАЭ	24 ⁰ 27'с.ш.	1 177	2019
Солнечный парк	Индия	15 ⁰ 41'с.ш.	1 000	2017
Курнул				
Солнечная станция	Китай	40 ⁰ 04′с.ш.	1 000	2016
Датонг				
Солнечный парк Кунта	Индия	14 ⁰ 01′с.ш.	900	2020
Солнечный парк	Китай	36 ⁰ 11'с.ш.	850	2015
Лунъянся				
Солнечный парк	Мексика	25 ⁰ 36'с.ш.	828	2018

Вильянуава

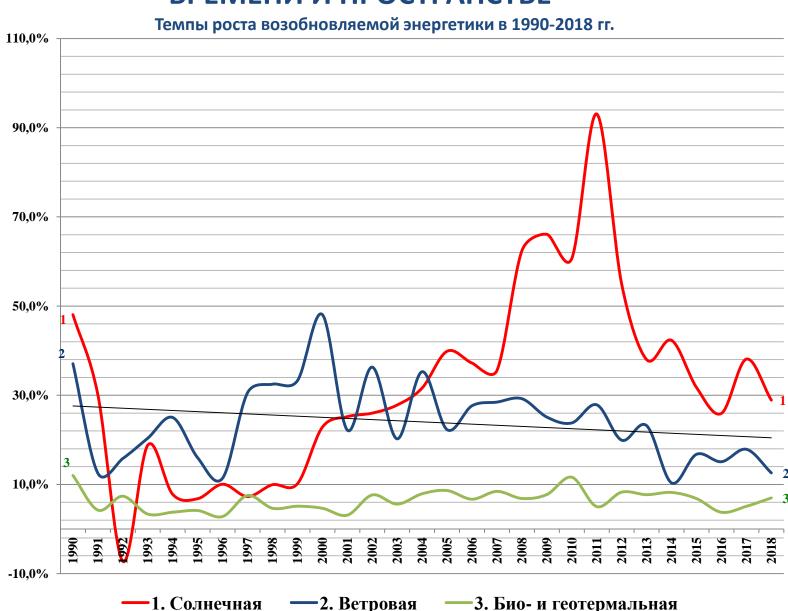
10 крупнейших в мире ветроэлектростанций

Название электростанции	Страна	Координаты, ⁰ широты	Мощность, МВт
Ветропарк Ганьсу	Китай	40 ⁰ 12'с.ш.	7 965
Энергетический центр Альта-Винд	США	35 ⁰ 1′с.ш.	1 548
Ветропарк Муппандал	Индия	26 ⁰ 57'с.ш.	1 054
Ветропарк Джайсалмер	Индия	24 ⁰ 27'с.ш.	1 500
Ветропарк Лос-Вьентос	США	26 ⁰ 20′с.ш.	912
Ветропарк Шефферд-Флэт	США	45 ⁰ 42′с.ш.	845
Ветропарк Маркбюдген	Швеция	65 ⁰ 25′с.ш.	814
Ветропарк Мидоу-Лейк	США	40 ⁰ 36′с.ш.	801
Ветропарк Роско	США	32 ⁰ 16′с.ш.	782
Ветроэнергетический центр Хорс-	США	32 ⁰ 11′с.ш.	736
Холлоу			29

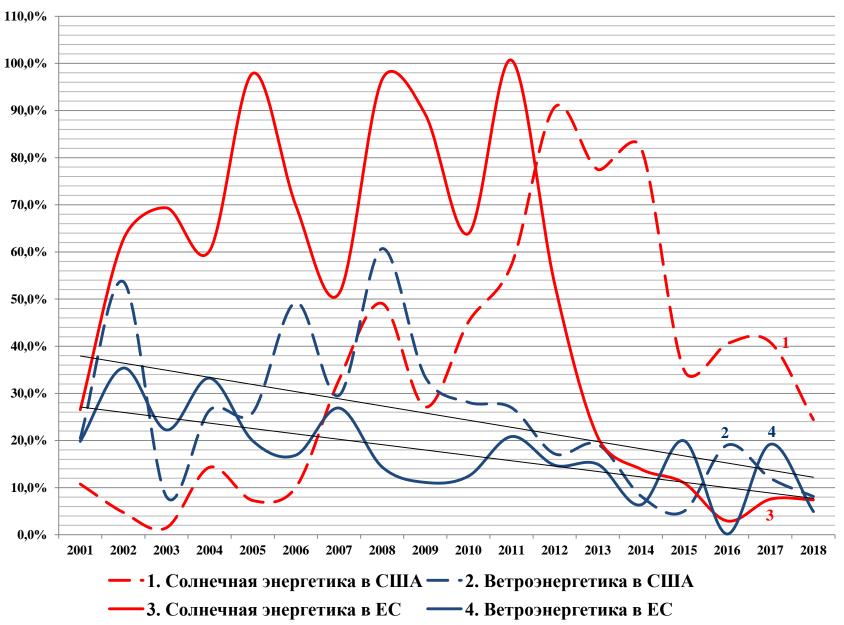
Установленные мощности ветровых и солнечных станций в России



ЧАСТЬ 3. ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ



Темпы роста солнечной и ветроэнергетики в Западной Европе и США в 2000-2018 гг.



Ключевые тенденции развития возобновляемой энергетики мира

- 1. Торможение развития вследствие замедления (в западных странах практически до нуля) роста населения, экономического роста, потребления энергии и падения цен на ископаемые энергоносители.
- 2. Смещение центров развития в низкоширотные регионы Южную Азию (Индия и др.) и Африку
- 3. Рост спроса на автономию, что даёт дополнительные стимулы развития малой автономной энергетики с использованием местных ВИЭ

Перспективы возобновляемой энергетики России

- 1. Малая автономная энергетика, преимущественно в сельских районах
- 2. Развитие технологий, экспорт оборудования и строительство энергетических станций на основе ВИЭ в странах Третьего Мира

География ВИЭ. Дальнейшие направления работы

- География ВИЭ на локальном уровне.
- Экономическая география ВИЭ.
- Геоэкологическая сторона использования виэ.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!