



«Ветроэнергетика как инструмент ресурсосбережения и улучшения экологической обстановки в Республике Татарстан»

Ермоленко Г.В., Ермоленко Б.В., Фетисова Ю.А.

**Центр развития ВИЭ,
Институт Энергетики, НИУ ВШЭ**

**XVII Международный симпозиум «Энергоресурсоэффективность и
энергосбережение- 2017»**

14-16 марта 2017 г., Казань

Энергообеспечение Республики Татарстан на основе ископаемых органических топлив

Название показателя	ед. измерения	Значение показателя, 2015 год
Площадь территории	тыс.км ²	67,836
Количество населения	млн.чел.	3,869
Плотность населения	чел/км ²	57,035
Расход условного топлива на производство электроэнергии	млн т у.т./год	5,143
Расход топлива на производство электроэнергии и тепловой энергии	млн т у.т./год	11,686
Потребление газа на энергетические цели (условного топлива)	млн.т.у.т./год	11,297
Потребление газа на энергетические цели (натурального топлива)	млн.м3/год	9789,428
Потребление печного мазута (условного топлива)	млн.т.у.т./год	0,2094
Потребление печного мазута (натурального топлива)	млн.т/год	0,1528
Потребление угля на энергетические цели (условного топлива)	млн.т.у.т./год	0,0016
Потребление угля на энергетические цели (натурального топлива)	млн.т/год	0,0021
Потребление дизельного топлива на энергетические цели (условного топлива)	млн.т.у.т./год	0,0018
Потребление дизельного топлива на энергетические цели (натурального топлива)	млн.т/год	0,0012

Нужна ли Республике Татарстан новая генерация?

Согласно данным стратегии развития ТЭК до 2030, все четыре энергорайона республики (Казанский, Нижнекамский, Уруссинский и Буинский) являются дефицитными. Наиболее проблемный район — Казань. Зимой генерация бывает в 2,3 раза меньше потребности, а летом — в 5,8 раза. Несколько лучше ситуация в Нижнекамском энергорайоне с его мощной промышленностью и в Уруссинском энергорайоне. В Буинском энергорайоне своей генерации нет вообще. Порядка 22% от потребления — уже сегодня приходится импортировать извне республики.

В соответствии с прогнозом потребление электроэнергии в Татарстане к 2020 году увеличится еще на 9,1%, к 2025 году — на 15,8%, а к итоговому по стратегии 2030-му — на 23,2%.

К 2019 году предполагаются к выводу 2804 МВт мощностей, то есть почти 40% имеющихся в Татарстане. 2610 МВт — приходится на объекты Генерирующей компании, 33 МВт — ОАО «ТГК-16», 161 МВт — ЗАО «ТГК Уруссинская ГРЭС».

Исходные данные для оценки технического потенциала ветроэнергетики

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

Цифровые массивы раздела «Ветер» БД NASA SSE. Модель ассимиляции NASA/GMAO GEOS версия 1 (GEOS-1) на основе данных спутниковых наблюдений за десятилетний период 01.07.1983 – 30.06.1993 для сетки $2^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ рассчитывает статистические характеристики ветра на высоте 50 м над поверхностью земли. Полученные результаты затем интерполировались на сетку $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ (64800 ячеек).

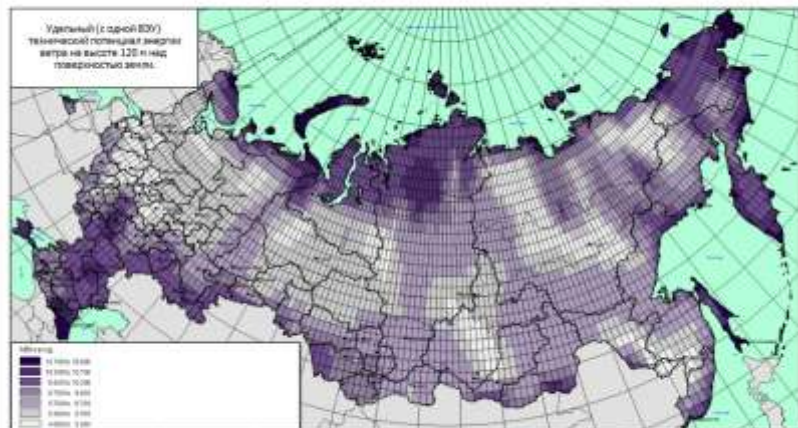
ДОСТУПНЫЕ ЗЕМЛИ

Земли сельхоз назначения: "Растениеводство: 20-м широколиственные листопадные деревья (10%) & пшеница».

Потенциально доступная площадь территории: 43 145 кв. км. – 64% от общей территории Республики Татарстан.

РАССМАТРИВАЕМЫЕ МОДЕЛИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

1. Высота: 30 м. Модель ВЭУ: VERGNET GEV MP R 275 kW,
Количество ВЭУ: 421 338 шт
2. Высота: 50 м. Модель ВЭУ: GAMESA G58-850 kW,
Количество ВЭУ: 128 255 шт.
3. Высота: 100 м/120 м/140 м. Модель ВЭУ: ENERCON E-101 3050 kW,
Количество ВЭУ: 42 295 шт.



Ветроэнергетический потенциал Республики Татарстан на высоте 30 м.

Технический потенциал энергии ветра, млн. МВт·час/год: 69,42

Широта	Долгота	Удельн. ТП, МВт·час/год	КИУМ	Затишье, %
		30 м	30 м	30 м
53	53	224	0,09	45
54	47	137	0,06	59
54	48	174	0,07	53
54	49	217	0,09	47
54	50	232	0,10	44
54	51	223	0,09	45
54	52	218	0,09	47
54	53	190	0,08	51
55	47	133	0,06	59
55	48	140	0,06	58
55	49	150	0,06	58
55	50	153	0,06	57
55	51	154	0,06	57
55	52	157	0,06	56
55	53	150	0,06	57
55	54	142	0,06	58
56	48	127	0,05	61
56	49	125	0,05	63
56	50	123	0,05	63
56	51	124	0,05	62
56	52	130	0,05	61
56	53	131	0,05	61

Ветроэнергетический потенциал Республики Татарстан на высоте 50 м.

Технический потенциал энергии ветра, млн. МВт·час/год: 132,65

Широта	Долгота	Удельн. ТП, МВт·час/год	КИУМ	Затишье, %
		50 м	50 м	50 м
53	53	1362	0,18	29
54	47	885	0,12	42
54	48	1091	0,15	36
54	49	1313	0,18	31
54	50	1401	0,19	29
54	51	1356	0,18	29
54	52	1323	0,18	31
54	53	1175	0,16	34
55	47	869	0,12	42
55	48	907	0,12	42
55	49	949	0,13	41
55	50	970	0,13	41
55	51	978	0,13	40
55	52	990	0,13	40
55	53	957	0,13	40
55	54	913	0,12	41
56	48	832	0,11	44
56	49	806	0,11	46
56	50	795	0,11	47
56	51	808	0,11	45
56	52	841	0,11	45
56	53	848	0,11	44

Ветроэнергетический потенциал Республики Татарстан на высоте 50 м.

Технический потенциал энергии ветра субъекта, млн. МВт·час/год:

100 м - 246,82

120 м - 276,94

140 м - 303,44

Широта	Долгота	Удельн. ТП, МВт·час/год			КИУМ			Затишье, %		
		100 м	120 м	140 м	100 м	120 м	140 м	100 м	120 м	140 м
53	53	7496	8347	9085	0,28	0,31	0,34	3	3	3
54	47	5102	5758	6342	0,19	0,22	0,24	7	5	5
54	48	6139	6883	7537	0,23	0,26	0,28	5	5	5
54	49	7214	8033	8743	0,27	0,30	0,33	4	5	5
54	50	7669	8527	9269	0,29	0,32	0,35	3	5	5
54	51	7467	8317	9054	0,28	0,31	0,34	3	5	5
54	52	7286	8116	8836	0,27	0,30	0,33	4	5	5
54	53	6558	7335	8015	0,25	0,27	0,30	5	5	5
55	47	5044	5704	6293	0,19	0,21	0,24	7	6	6
55	48	5219	5887	6481	0,20	0,22	0,24	7	6	6
55	49	5402	6076	6673	0,20	0,23	0,25	7	6	6
55	50	5505	6187	6789	0,21	0,23	0,25	7	6	6
55	51	5562	6255	6867	0,21	0,23	0,26	6	6	6
55	52	5618	6313	6927	0,21	0,24	0,26	6	6	6
55	53	5459	6144	6750	0,20	0,23	0,25	7	6	6
55	54	5246	5916	6511	0,20	0,22	0,24	7	6	6
56	48	4818	5447	6007	0,18	0,20	0,22	8	6	6
56	49	4653	5254	5790	0,17	0,20	0,22	9	6	6
56	50	4600	5198	5731	0,17	0,19	0,21	9	6	6
56	51	4686	5300	5848	0,18	0,20	0,22	8	6	6
56	52	4847	5471	6026	0,18	0,20	0,23	8	6	6
56	53	4899	5533	6097	0,18	0,21	0,23		6	6

Потенциал ресурсосбережения на основе ветрогенерации

Название группы показателей	Название показателя	Единица измерения	VERGNET GEV MP R 275 kW	GAMESA G58-850 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW
			30 м	50 м	100 м	120 м	140 м
Технический потенциал ветра	Электроэнергетический	млн.кВт*час/год	69424,00	132655,00	246824,59	276935,22	303441,38
	Топливный	млн.т.у.т./год	23,92	45,70	85,03	95,40	104,54
	Теплоэнергетический	млн.Гкал/год	160,95	307,53	572,21	642,02	703,47
Потенциал ресурсосбережения	Количество газа (натурального топлива)	млн.м3/год	20724,93	39601,08	73683,77	82672,60	90585,40
	Стоимость газа	млн. руб./год	31418,99	60035,24	111704,60	125331,67	137327,47
	Количество печного мазута (натурального топлива)	млн.т/год	17,457	33,357	62,066	69,638	76,303
	Стоимость печного мазута	млн. руб./год	126023,205	50555,152	1453056,276	0,000	0,000
	Количество угля (натурального топлива)	млн.т/год	31,141	59,505	110,718	124,224	136,114
	Стоимость угля	млн. руб./год	47196,607	90183,018	167799,079	188269,227	206288,938
	Количество дицеельного топлива	млн.т/год	16,494	31,517	58,642	65,796	72,093
	Стоимость дизельного топлива	млн. руб./год	386150,144	737853,587	1372887,654	1540368,995	1687801,496

Название группы показателей	Название показателя	Единица измерения	VERGNET GEV MP R 275 kW	GAMESA G58-850 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW
			30 м	50 м	100 м	120 м	140 м
Технический потенциал ветра	Электроэнергетический	млн.кВт*час/год	69424,00	132655,00	246824,59	276935,22	303441,38
	Топливный	млн.т.у.т./год	23,92	45,70	85,03	95,40	104,54
	Теплоэнергетический	млн.Гкал/год	160,95	307,53	572,21	642,02	703,47
Экологический потенциал замещения газового топлива	Масса выбросов SOx (SO2)	тыс.т/год	0,207	0,396	0,737	0,827	0,906
	Масса выбросов NOx (NO2)	тыс.т/год	165,799	316,809	589,470	661,381	724,683
	Масса выбросов CO	тыс.т/год	0,104	0,198	0,368	0,413	0,453
	Масса выбросов CO2	тыс.т/год	41449,858	79202,162	147367,543	165345,208	181170,804
	Масса выбросов золы печного мазута	тыс.т/год	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Масса выбросов золы угля	тыс.т/год	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Суммарная приведенная масса выбросов в СО-эквиваленте	тыс.усл.т/год	4310,978	8237,393	15326,910	17196,670	18842,606

Экологический потенциал замещения печного мазута на основе ветрогенерации

Название группы показателей	Название показателя	Единица измерения	VERGNET GEV MP R 275 kW	GAMESA G58-850 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E-101 3050 kW
			30 м	50 м	100 м	120 м	140 м
Технический потенциал ветра	Электроэнергетический	млн.кВт*час/год	69424,00	132655,00	246824,59	276935,22	303441,38
	Топливный	млн.т.у.т./год	23,92	45,70	85,03	95,40	104,54
	Теплоэнергетический	млн.Гкал/год	160,95	307,53	572,21	642,02	703,47
Экологический потенциал замещения печного мазута	Масса выбросов SOx (SO2)	тыс.т/год	733,209	1401,011	2606,792	2924,800	3204,740
	Масса выбросов NOx (NO2)	тыс.т/год	174,573	333,574	620,665	696,381	763,033
	Масса выбросов CO	тыс.т/год	0,873	1,668	3,103	3,482	3,815
	Масса выбросов CO2	тыс.т/год	52372,047	100072,221	186199,429	208914,274	228909,972
	Масса выбросов золы печного мазута	тыс.т/год	26,186	50,036	93,100	104,457	114,455
	Масса выбросов золы угля	тыс.т/год	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Суммарная приведенная масса выбросов в СО-экв.	тыс.усл.т/год	48660,789	92980,770	173004,717	194109,912	212688,649

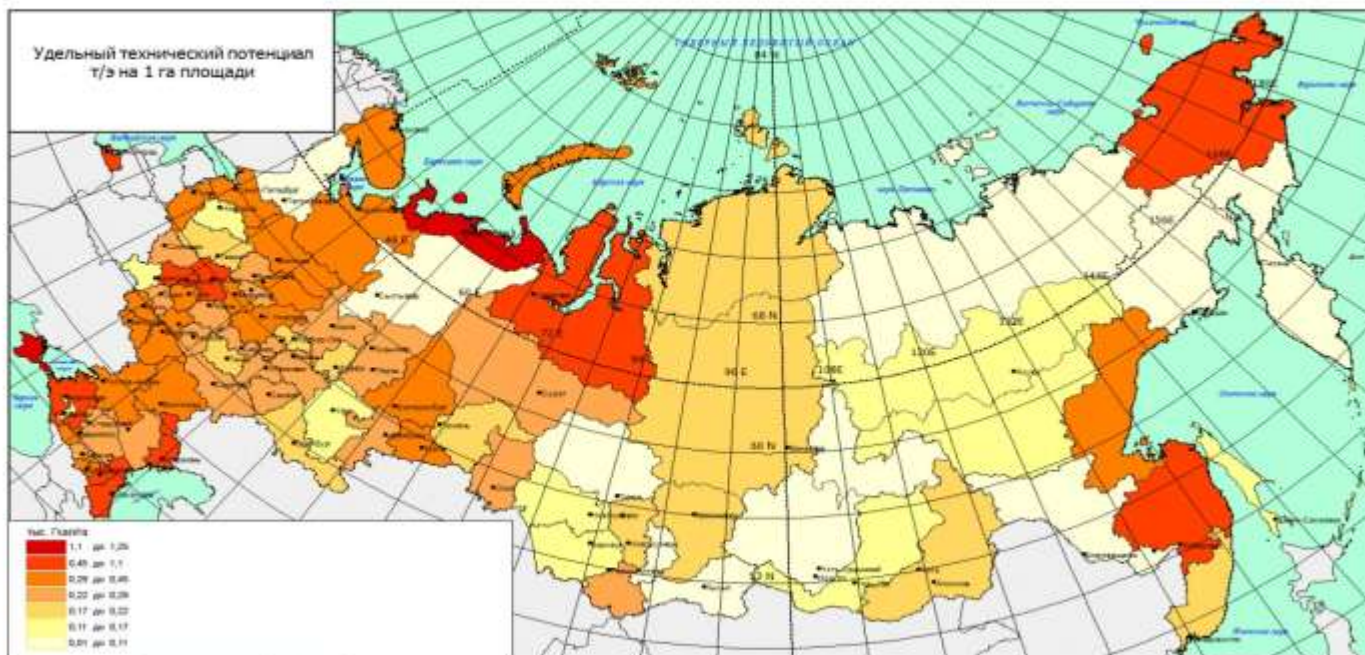
Экологический потенциал замещения угля на основе ветрогенерации

Название группы показателей	Название показателя	Единица измерения	VERGNET GEV MP R 275 kW	GAMESA G58-850 kW	ENERCON E-101 3050 kW	ENERCON E- 101 3050 kW	ENERCON E- 101 3050 kW
			30 м	50 м	100 м	120 м	140 м
Технический потенциал Ветра	Электроэнергетический	млн.кВт*час/год	69424,00	132655,00	246824,59	276935,22	303441,38
	Топливный	млн.т.у.т./год	23,92	45,70	85,03	95,40	104,54
	Теплоэнергетический	млн.Гкал/год	160,95	307,53	572,21	642,02	703,47
Экологический потенциал замещения угля	Масса выбросов SOx (SO2)	тыс.т/год	1401,4	2677,714	4982,289	5590,089	6125,130
	Масса выбросов NOx (NO2)	тыс.т/год	311,4	595,047	1107,175	1242,242	1361,140
	Масса выбросов CO	тыс.т/год	14,01	26,777	49,823	55,901	61,251
	Масса выбросов CO2	тыс.т/год	80967,6	154712,348	287865,610	322982,918	353896,407
	Масса выбросов золы печного мазута	тыс.т/год	9342,4	17851,425	33215,263	37267,260	40834,201
	Масса выбросов золы угля	тыс.т/год	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	Суммарная приведенная масса выбросов в СО-экв.	тыс.усл.т/год	11475580,4	21927476,3	40799370,1	45776567,7	50157955,5

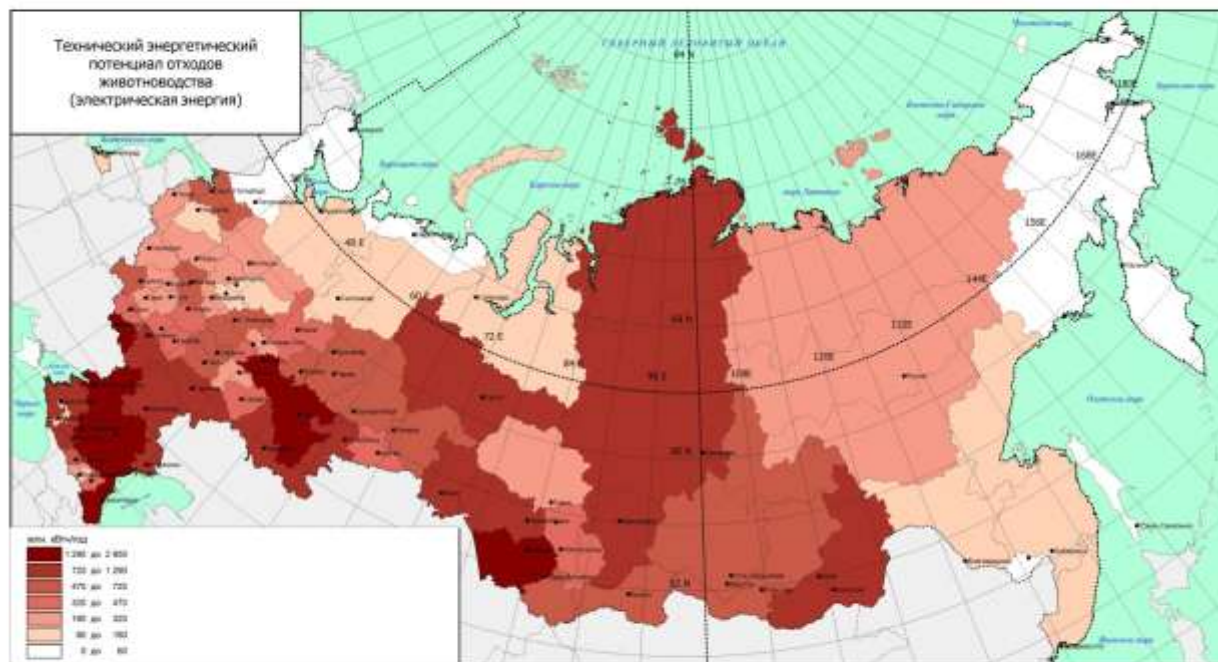
1. Исходя из оценок ветроэнергетического потенциала на основе спутниковых измерений Республику Татарстан можно отнести к зоне рискованного развития ветроэнергетики. В соответствии с выполненными расчетами средний показатель КИУМ по территории Республики Татарстан на высоте 100 м составляет 0,22, что хорошо согласуется с данными, полученными на основе метеорологических и аэрологических данных и приведенными в [*Ресурсное и технико-экономическое обоснование широкомасштабного развития ветроэнергетики в России. Николаев В.Г. М.: АТМОГРАФ. 2011.504 с.*] - 0,24.
2. При реализации проектов ветрогенерации необходимо проводить полномасштабную компанию ветромониторинга, т.к. КИУМ $> 0,27$ наблюдается на меньшей части доступной территории на высотах ≥ 100 м.
3. Реализация технического ветроэнергетического потенциала Республики Татарстан целесообразна при использовании ветрогенераторов мегаваттного класса для ветров III класса на высотах ≥ 100 м.
4. Наличие зон с КИУМ $> 0,27$ указывает на возможность экономии не менее 25% газа, идущего на энергетические нужды и снизить на 25% экологическую нагрузку в республике.
5. С учетом планируемого вывода более 2ГВт традиционной генерации и необходимости снижения дефицита республики целесообразно рассмотреть вопрос комплексного энергоснабжения республики с использованием и других возобновляемых источников энергии.

Технический энергопотенциал солнца регионов России

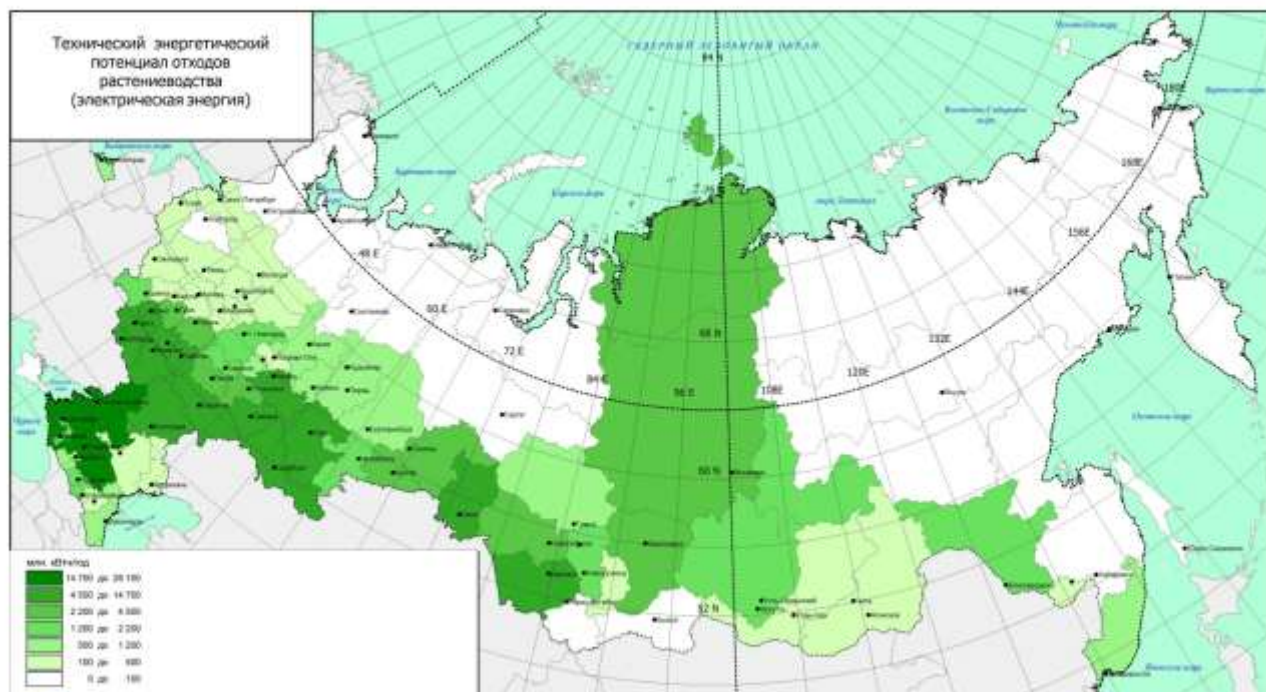
Регион	Электроэнергия, млн. кВтчас	Тепло, млн. ГКал	Электроэнергия, t кВтч/га	Thermal, tsd. ГКал/га
Россия	87 972 023.23	219 402.23	51.9892	0.22355
Республика Татарстан	26 148.76	112.44	33.5585	0.1443



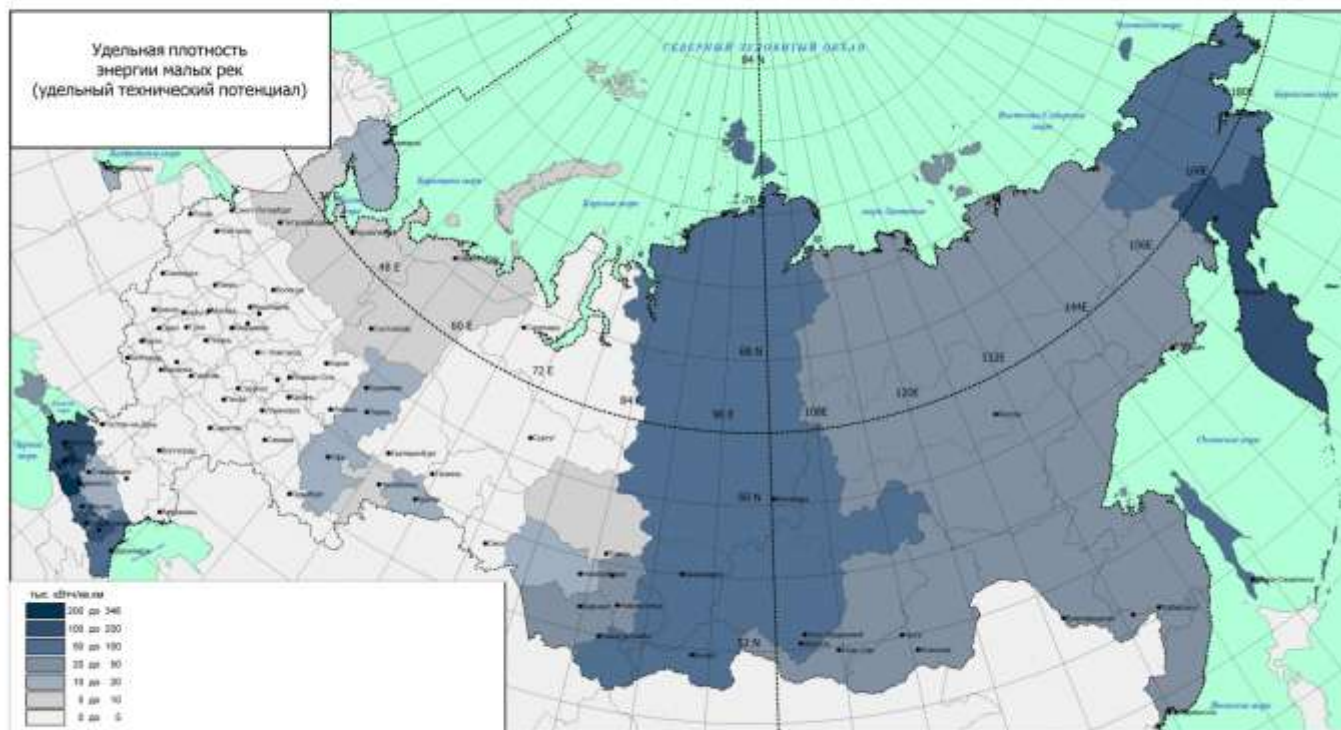
Энергопотенциал отходов животноводства регионов России



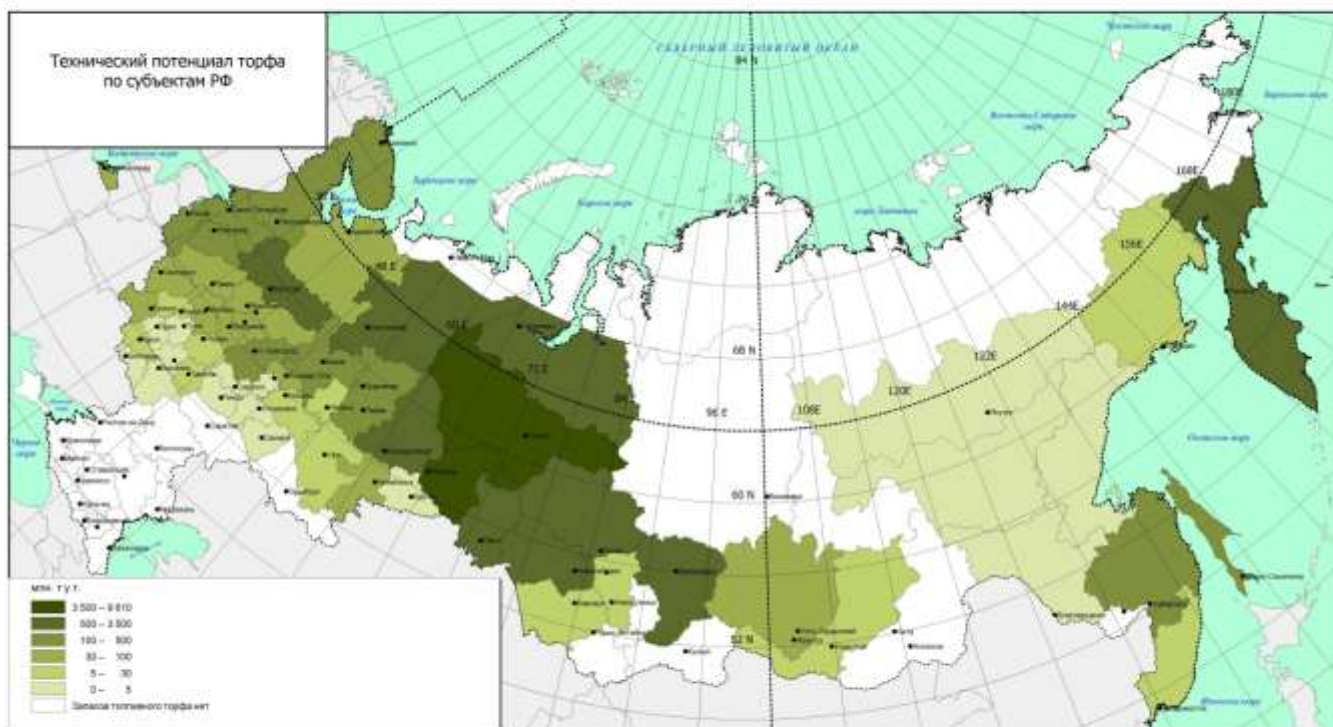
Энергопотенциал отходов растениеводства регионов России



Энергопотенциал малых рек регионов России



Энергопотенциал торфа регионов России



Направления развития и международного сотрудничества в области ВИЭ в странах ЕАЭС и СНГ.

- ✓ Гармонизация нормативно-правовой базы в области развития возобновляемых источников энергии и энергоэффективности.
- ✓ Стандартизация в области развития возобновляемых источников энергии и энергоэффективности.
- ✓ Финансово-экономические механизмы сотрудничества государств – участников СНГ в сфере ВИЭ, рекомендации по разработке схем и программ финансирования проектов и программ развития ВИЭ и энергоэффективности. в том числе рассмотрению вопроса о целесообразности создания межгосударственного фонда развития ВИЭ в СНГ в рамках
- ✓ Координационно-аналитического центра СНГ по использованию ВИЭ.
- ✓ Развитие и внедрение инновационных решений, направленных на повышение энергетической эффективности ВИЭ, организация локализации в СНГ производства передового наукоемкого оборудования в области ВИЭ.
- ✓ Разработка предложений по предоставлению мер государственной поддержки организациям, реализующим проекты в сфере ВИЭ и энергоэффективности.
- ✓ Организация обмена знаниями и опытом в области развития ВИЭ между организациями. и специалистами, работающими в области использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
- ✓ Организация совместной подготовки и повышения квалификации специалистов в сфере использования ВИЭ.
- ✓ Развитие общего информационного пространства в сфере использования ВИЭ, разработка и актуализация Информационной Системы ВИЭ СНГ.

Спасибо за внимание!

germolenko@hse.ru