

Региональная межвузовская научно-практическая конференция
«2013 год — год Экологии : итоги. 2014 год — год Экологической культуры: развитие»
Тверская областная универсальная научная библиотека им. А.М. Горького

Доклад

Ретроспективный анализ использования энергии ветра в Тверском регионе с учетом практики XIX и XXI веков*

*Исследования выполняются в рамках гранта
РФФИ и Правительства Тверской области № 14-
06-97507 р_центр_a

Докладчики:
О.Е. Лазарев, М.В. Шалаева, В.Г. Щекотилов

Тверь, 2014

Цель, задачи и новизна исследований

Цель работы : исследование перспектив использования энергии ветра в Тверской области на основе российской и зарубежной практики XIX и XXI веков.

Основные задачи исследований :

1. построение карт распределения мельниц по территории Тверской губернии;
2. анализ распределения мельниц по губернии;
3. формирование набора территорий для сравнения по наличию мельниц в XIX в., ветрогенераторов в XXI в. и статистических параметров ветра за год;
4. построение карт-схем с положением мельниц в XIX веке на территории для сравнения в России, Украине, Германии;
5. выбор данных дистанционного зондирования и построение карт-схем;
6. выбор архива метеоданных и статистический анализ данных по ветру за год.

Новизна исследований заключается в следующем:

1. Методика применения картографического метода исследований при сопоставлении карт России XIX в. и современных космических снимков.
2. Методика формирования серии растровых электронных карт различного формата.
3. Отбор космических снимков высокого разрешения для локализации ветрогенераторов на территории полигонов исследования.
4. Комплексование метеоданных по ветру середины XX в. и начала XXI в. в Германии, Украине и России).

Исходные данные и среда исследований

Исходные данные для проведения исследований:

- топографические карты;
- статистические данные по Тверской губернии;
- архив данных по метеостанциям «Сервер «Погода России» (URL: <http://meteo.infospace.ru>)

Картографические данные:

- двухверстная топографическая межевая карта Тверской губернии, съемки А.И. Мендта, 1853 г. издания (**1: 84 000**);
- военно-топографическая карта Европейской России (конец XIX – начало XX вв.)
- топографическая карта Германии (коллекция D. Ramsey)
- интернет-ресурс по архивным картам (URL: <http://boxpis.ru>)

Пространственные данные:

Статистические данные мельниц по ведомости 1847 года (взяты из диссертации Заяц И.А. Водяные и ветряные мельницы северо-западного региона России. История и перспективы сохранения. Автореферат диссертации СПбГАСУ. Санкт-Петербург, 2007.)

Для проведения исследований использовались следующие средства:

- ГИС **MapInfo** для создания растровой электронной карты, слоя границ уездов и слоя ветряных мельниц;
- ГИС **САС.Планета** для формирования слоя мельниц.

Список законодательных актов и документов/программ касающиеся ветроэнергетики

Формирование системы поддержки в РФ не завершено

	2006	2007	2008	2009	2010
▪ Законодательные акты	A				B
▪ Документы/ программы			1	2	3 4 5
					6 7

Законодательные акты

- A** ФЗ об электроэнергетике, № 35-ФЗ от 26 марта 2003 (обновления 2010 года содержат поправки касательно ВИЭ)
– правила, критерии и порядок квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования ВИЭ; субсидии владельцам таких объектов; утверждение порядка ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии; цена энергии, произведенной на функционирующих на основе использования ВИЭ
- B** ФЗ об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ, № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года (обновлен в 2010)
– расширение использования ВИЭ, инвестиции в создание объектов, относящихся в ВИЭ

Подзаконные акты и прочие документы

- 1** ПП РФ от 3 июня 2008 г. № 426 "О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии" – правила и порядок квалификации объектов
- 2** РП РФ от 8 января 2009 г. № 1-р "Об утверждении Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ на период до 2020 г." – цели, принципы и меры реализации политики, нынешняя роль ВИЭ в энергетике
- 3** Энергетическая стратегия России на период до 2030 г., РП РФ от 13 ноября 2009 г. №1715-р – расширение производства энергии на основе ВИЭ, внедрение новых технологий, привлечение инвестиций, контроль и поддержка государства
- 4** Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г., РП РФ от 28 декабря 2009 г. N 2094-р – освоение энергии приливов, строительство биоэлектростанций, развитие геотермальной энергетики, внедрение солнечных коллекторов и малых ГЭС
- 5** Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики на период до 2030 г. – план по реализации программ внедрения и развития электроэнергетики на основе использования ВИЭ
- 6** ПП РФ от 20 октября 2010 г. № 850 – критерии для предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии
- 7** Приказ Минэнерго России от 17 декабря 2010 г. № 607 – Об организации в МЭ РФ работы по формированию схемы размещения генерирующих объектов электроэнергетики на основе использования ВИЭ на территории РФ

Программа Энергоэффективность и развитие энергетики» на 2013-2020 годы

(обсуждение на заседании Правительства 7.03.2013г.)

Подпрограмма 6. «Развитие использования возобновляемых источников энергии»

Задача 3. Развитие использования возобновляемых источников энергии и повышение экологической эффективности энергетики.

Задача 4. Содействие инновационному развитию топливно-энергетического комплекса.

Основные мероприятия программы:

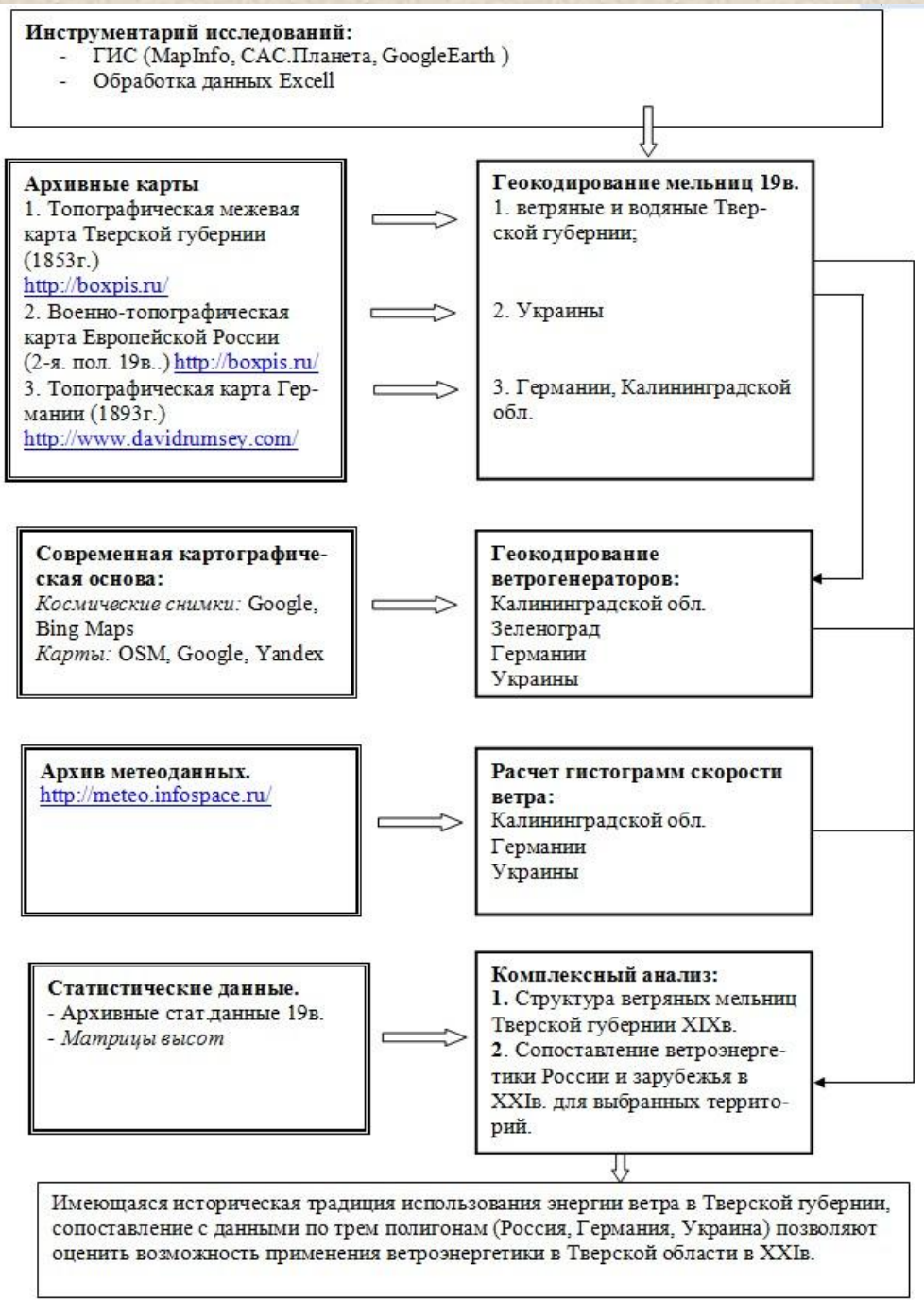
6.1. Строительство генерирующих объектов, функционирующих на основе использования ВИЭ.

6.2. Создание инфраструктурных условий развития использования ВИЭ.

6.3. Развитие мер государственной поддержки в области развития использования ВИЭ в субъектах РФ.

Ожидаемым результатом реализации программы является увеличение производства электрической и тепловой энергии с использованием ВИЭ *до 4.5%* к 2020 году.

Схема исследований



Цель данной работы: исследование перспектив использования энергии ветра в Тверской области на основе Российской и зарубежной практики XIX и XXI в.

Работа базируется на исследовании:

1. практики использования ветряных мельниц в XIX в. в России и за рубежом;
2. практики применения ветрогенераторов в России и за рубежом;
3. статистических характеристик ветра для Тверской области и выбранных полигонов в России и зарубежных государствах.

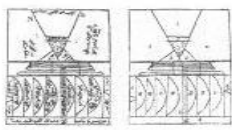

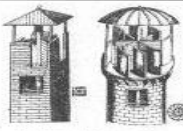



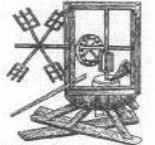
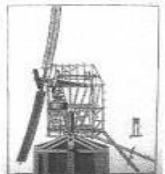


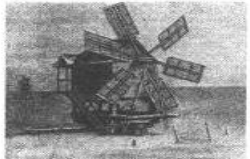



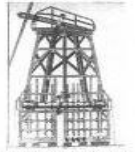







Число мельниц в Тверской губернии по ведомости 1847 г.

7

<u>Уезд</u>	<u>Водяных</u>	<u>Ветряных</u>	<u>Итого</u>
1.Тверской	38	69	107
2.Корчевской	26	90	116
3.Калязинский	19	146	165
4.Кашинский	27	147	174
5.Бежецкий	33	400	433
6.Весьегонский	181	126	307
7.Вышневолоцкий	17	58	75
8.Торжокский	93	60	153
9.Осташковский	25	17	42
10.Ржевский	55	64	119
11.Зубцовский	37	55	92
12.Старицкий	74	62	126
Всего	625	1294	1909

Виды ветряных мельниц

Основные типы ветряных мельниц

	ИСТОРИЯ	РАЗВИТИЕ	МЕЛЬНИЦЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ
Сейтанские (каменные) и башенные мельницы	 <p>Сейтанские ветряные мельницы (XIII в.)</p> 	 <p>Башенные мельницы Ф. Верантия (XVI в.)</p>  <p>Мельница карусельного типа в Воронеже (1703 г.)</p>  <p>Башенная мельница с крыльями-парусами</p>  <p>Башенные мельницы В Консуэгре, Испания</p>	
Козловые (глобные, стержневые) мельницы	 <p>Козловая мельница Я.М. Таволы (1430 г.)</p>  <p>Стержневая мельница Франция. XVII в.</p>	 <p>Козловая мельница Архангельская обл.</p>  <p>Карельская козловая мельница-толчея</p>  <p>Козловая мельница Московской губернии</p>	 
Шатровые (голландские) мельницы	 <p>Шатровая мельница в Воронеже (1703 г.)</p>  <p>Шатровая мельница Франция. XVII в.</p>	 <p>Голландская шатровая мельница в Вардербурге</p>  <p>Шатровая мельница Ивановской обл.</p>  <p>Типология русских шатровых мельниц по Маковецкому</p>	   



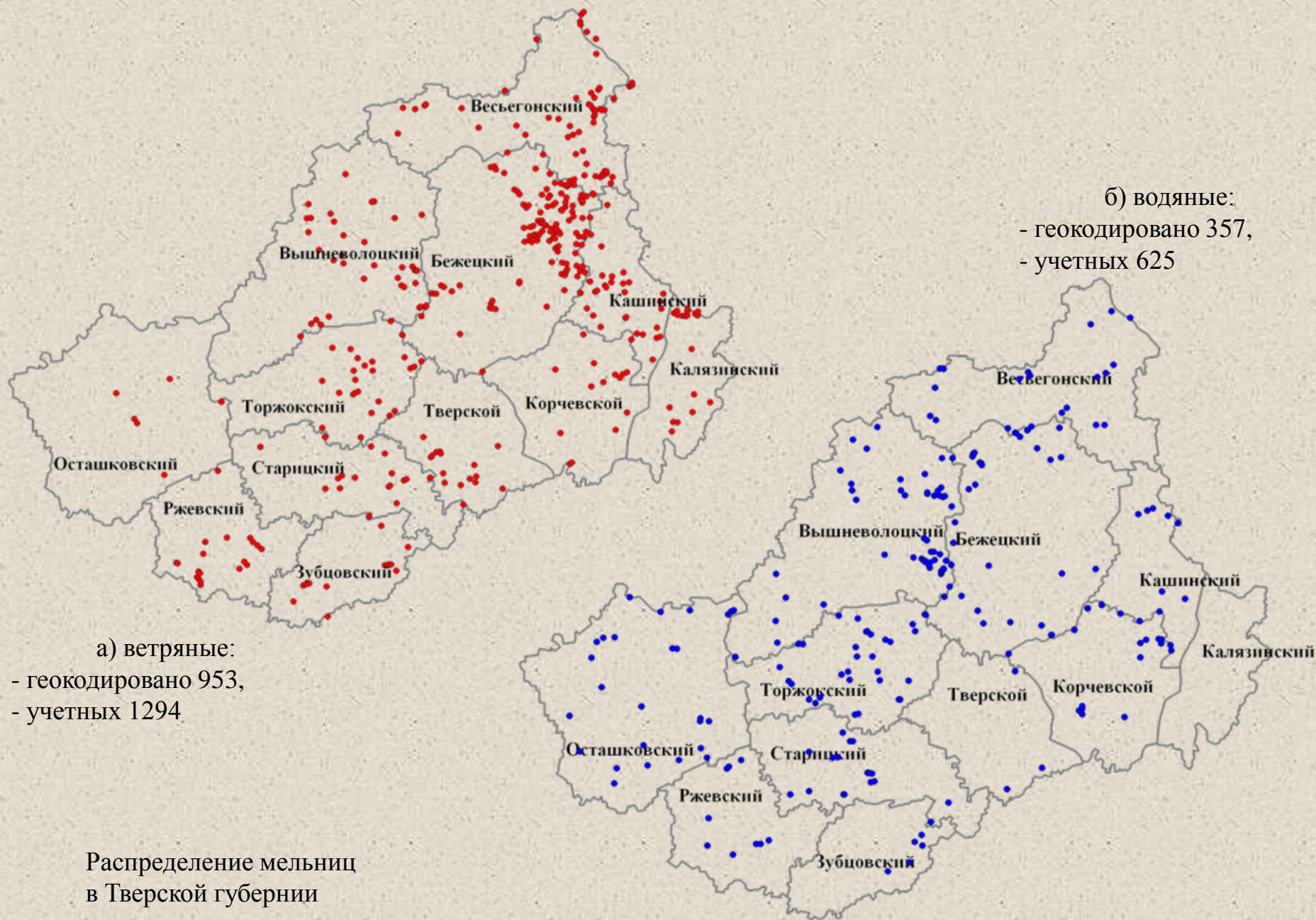
Пример значительного количества мельниц у группы населенных мест: д. Стар. Гвоздево, Пробкино, Грудино.

Аналогично мельницы представлены на одноверстной карте



Архивная карта съемки А.И. Мендта
1: 84 000 (на примере д. Стар. Гвоздево) .

Мельницы Тверской губернии



б) водяные:

- геокодировано 357,

- учетных 625

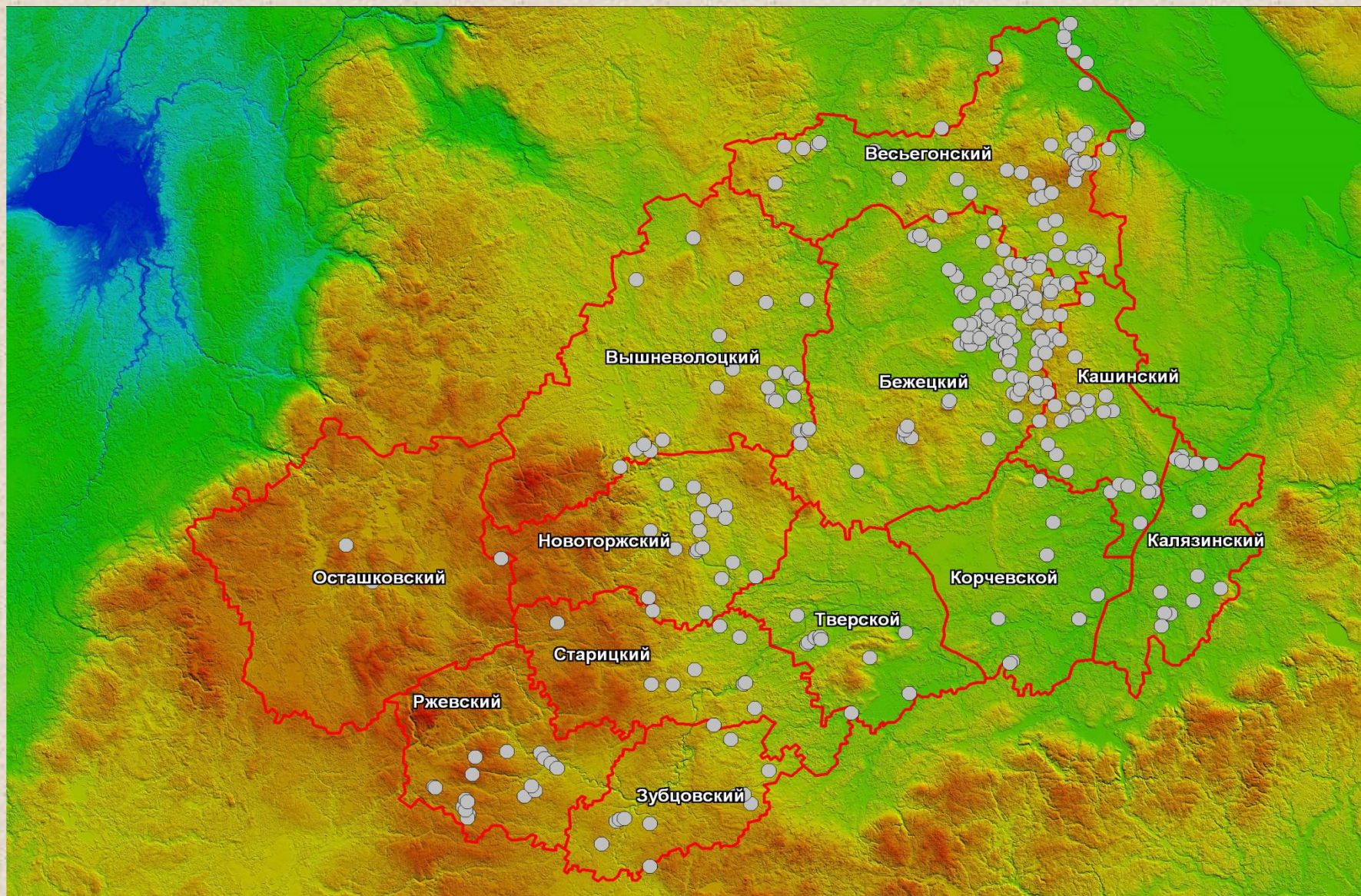
а) ветряные:

- геокодировано 953,

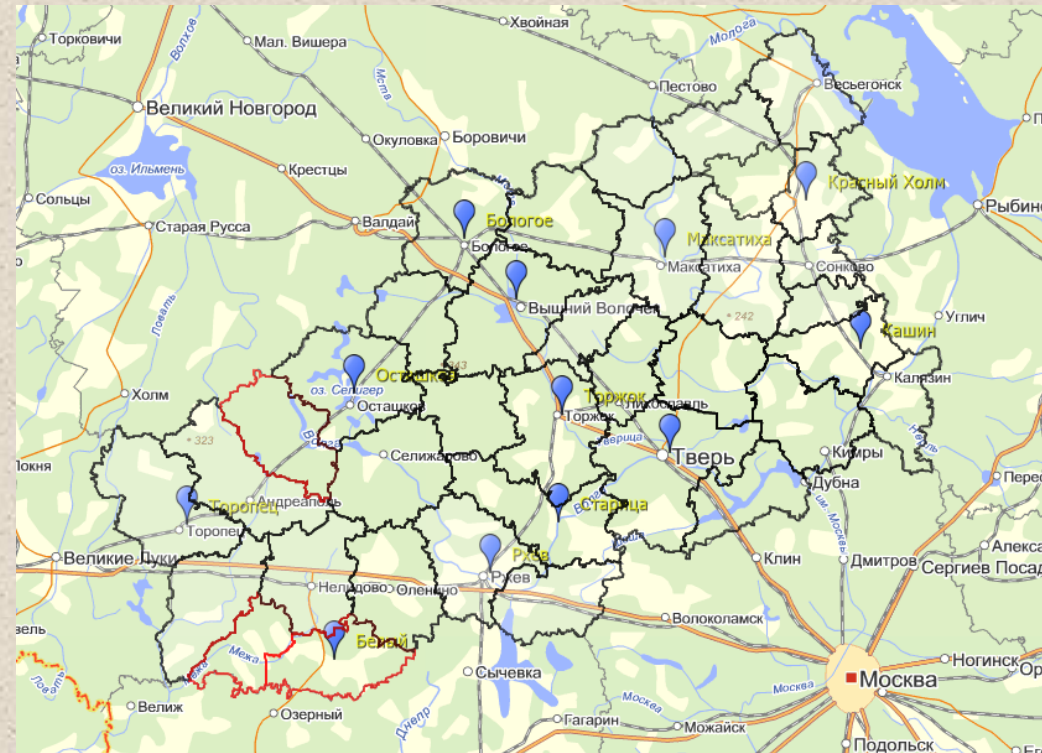
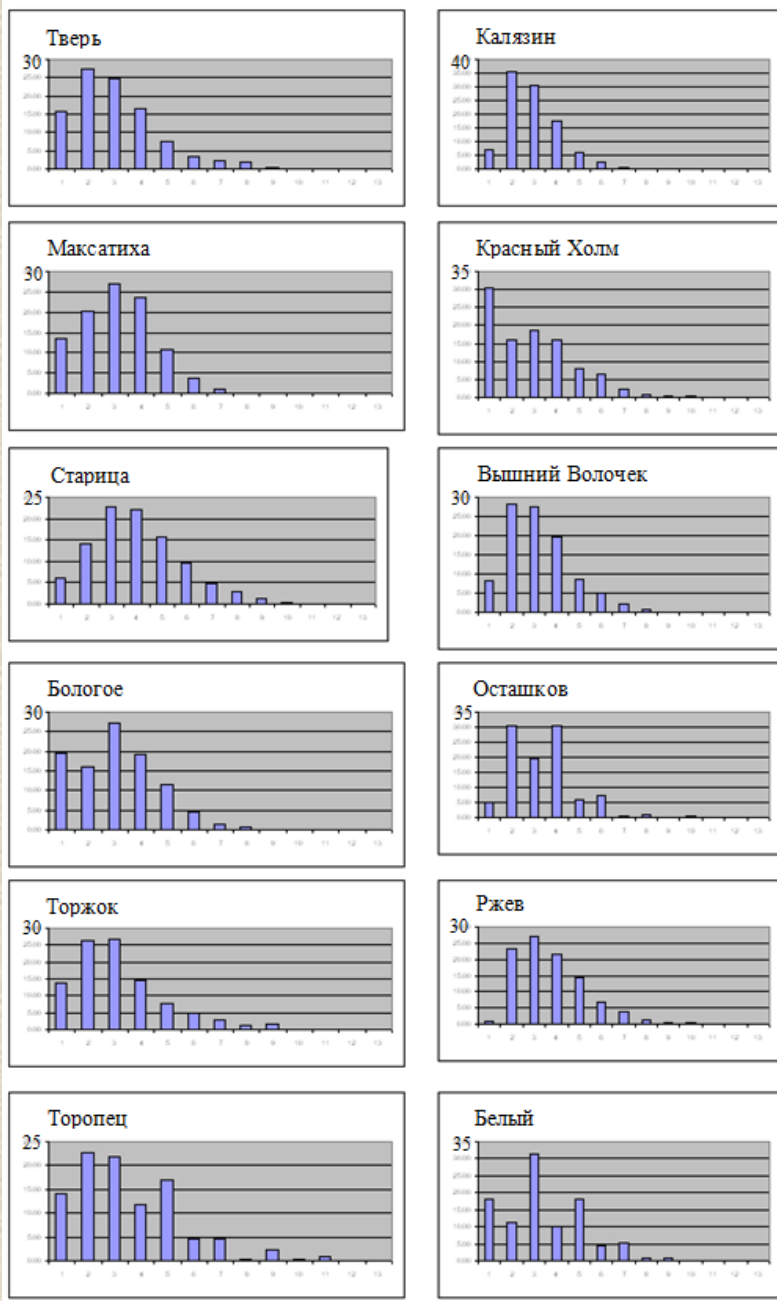
- учетных 1294

Распределение мельниц
в Тверской губернии

Расположение ветряных мельниц на карте рельефа



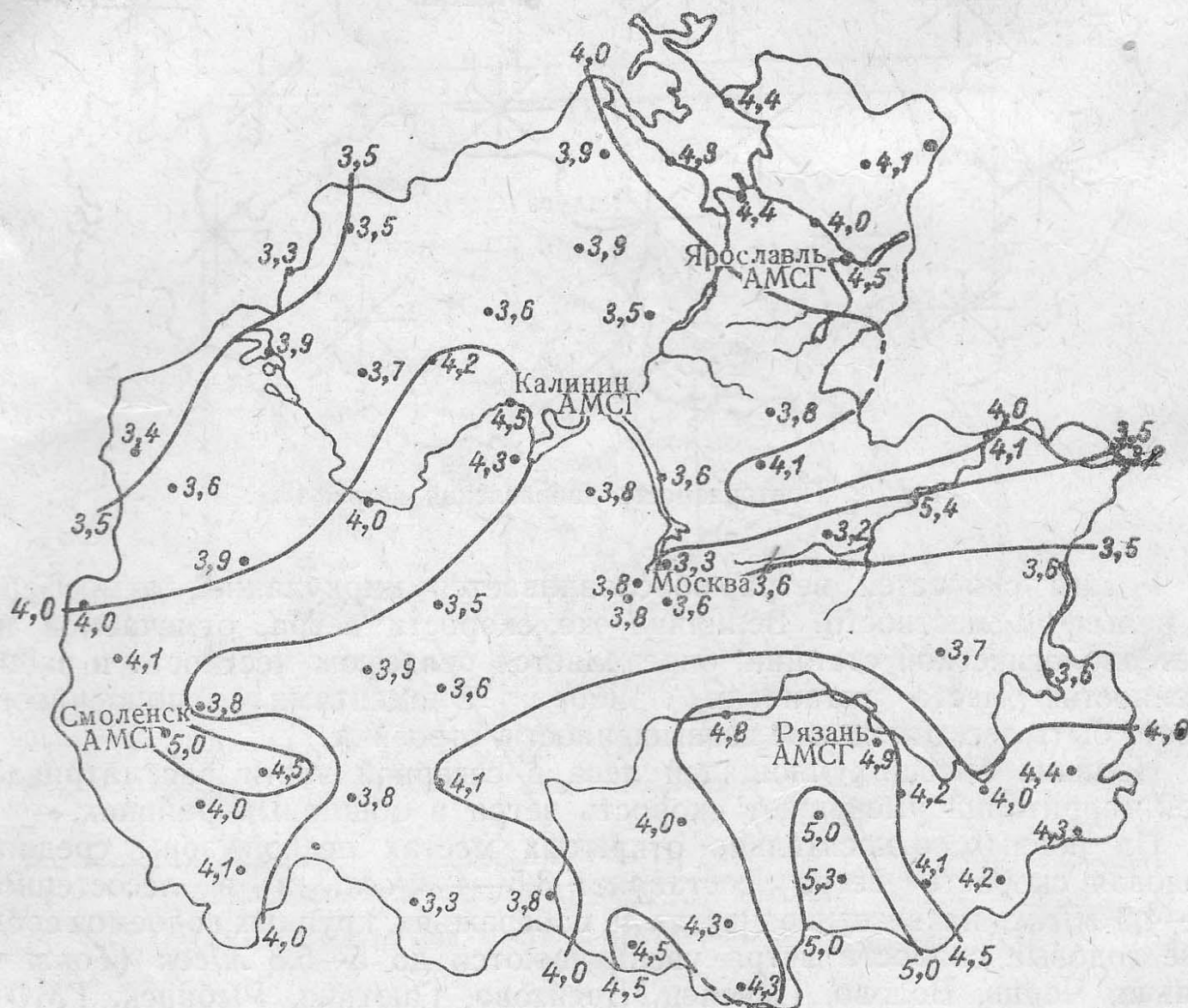
Параметры ветра



Расположение метеостанций Тверской области

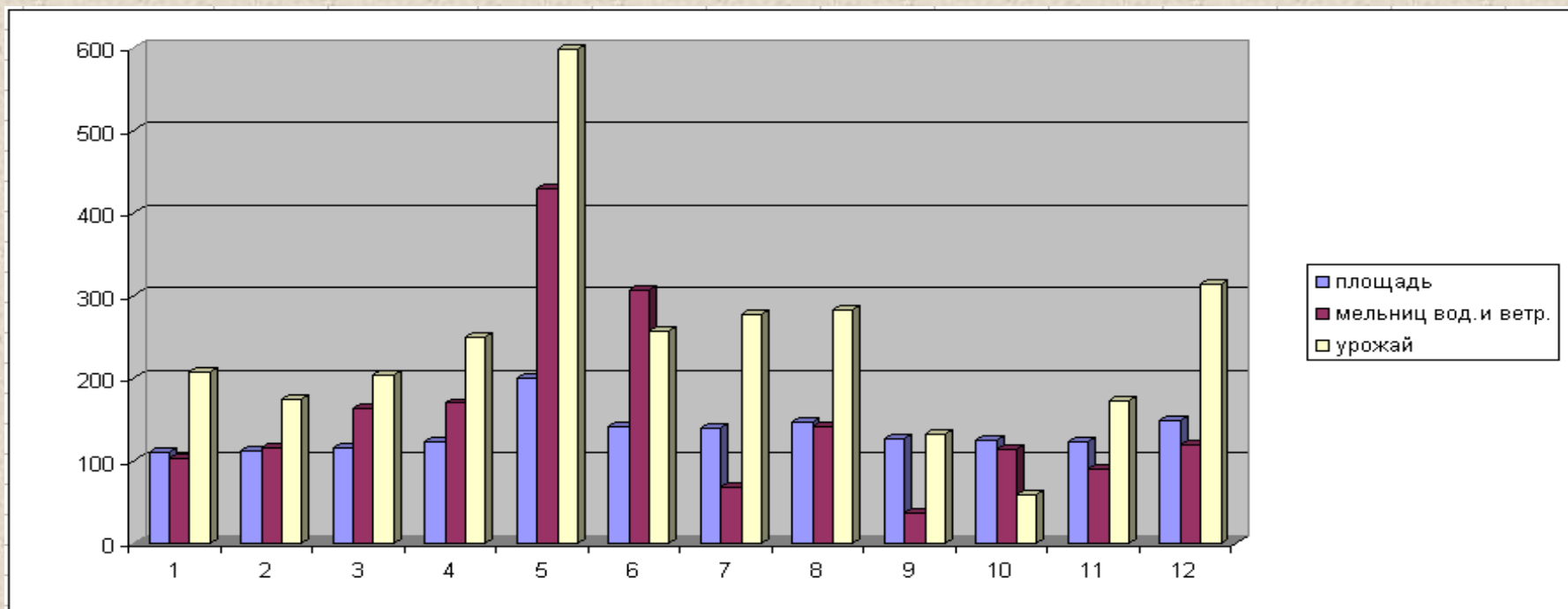
Тверь, Кашин; Максатиха, Кр.Холм; Старица, В.Волочек;
Бологое, Осташков; Торжок, Ржев; Торопец, Белый;

Долгосрочные наблюдения. Климат СССР



*Среднегодовая
скорость ветра, м/с*

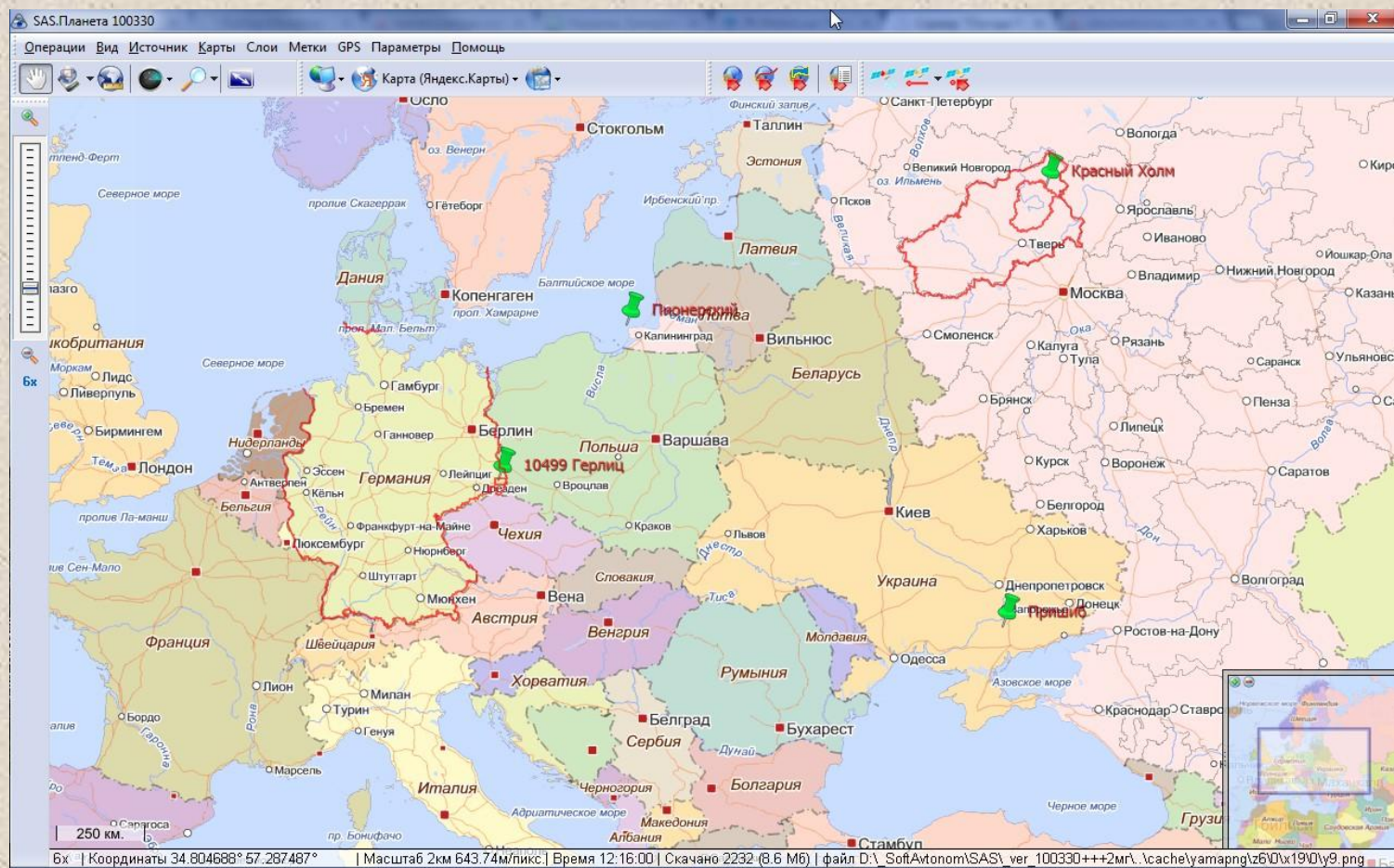
Производство зерна и мельницы в Тверской губернии



Сравнение пахотных земель, количества мельниц и урожая по уездам

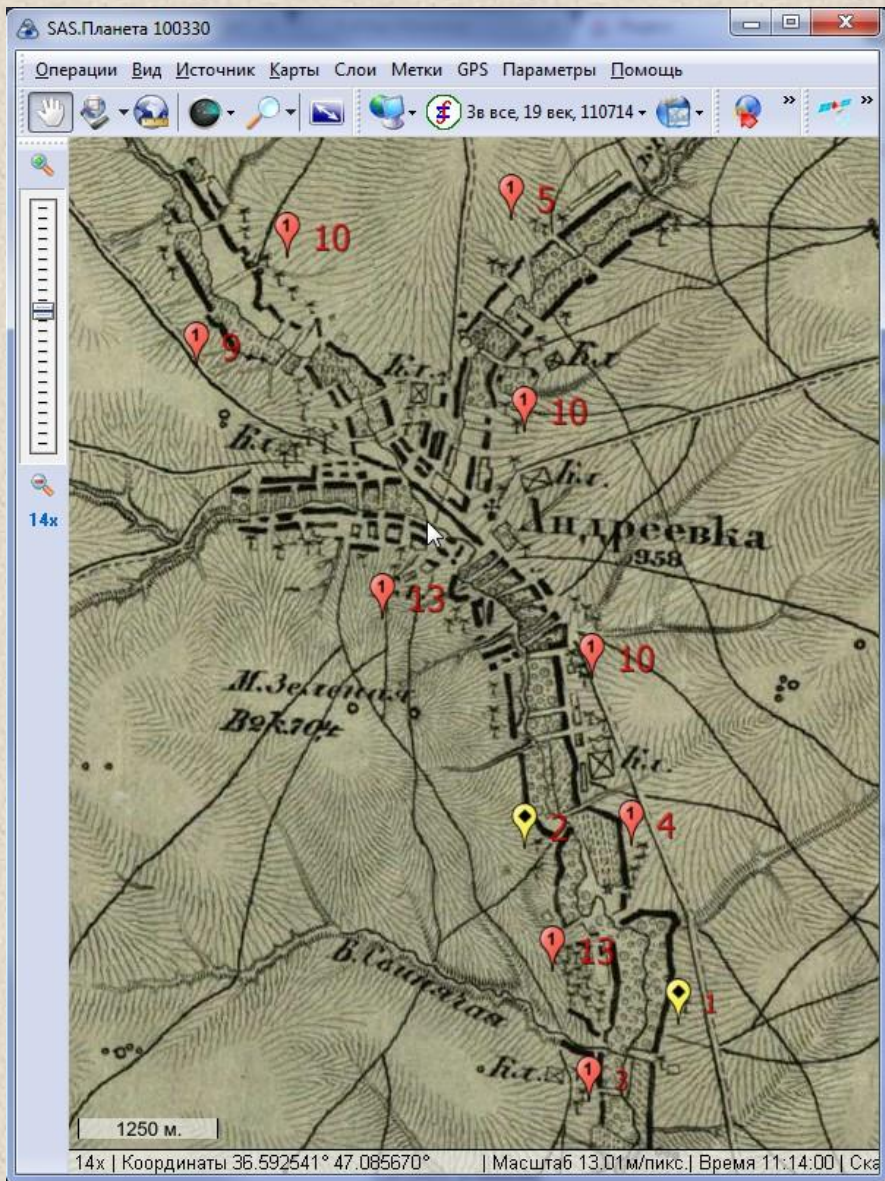
1 - Тверской, 2 – Корчевской, 3 – Калязинский, 4 – Кашинский,
5 – Бежецкий, 6 – Весьегонский, 7 – Вышневолоцкий, 8 – Торжокский,
9 – Осташковский, 10 – Ржевский, 11 – Зубцовский, 12 – Старицкий.

Полигоны исследований



Полигоны исследования на Яндекс картах с использованием SAS.Планета

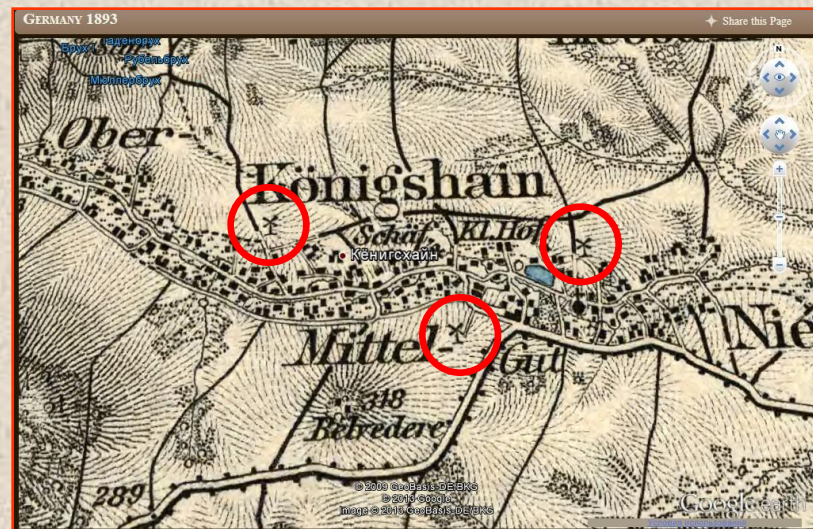
Использование архивных карт



а) Украина, трехверстная Европейской России



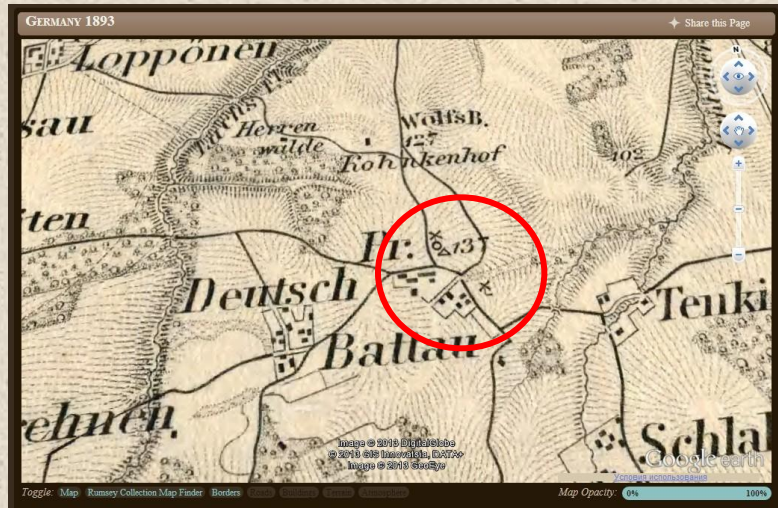
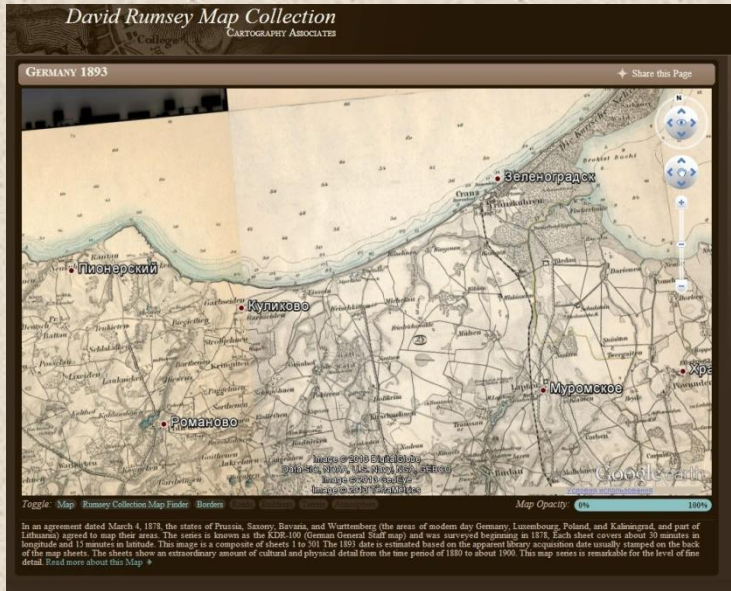
б) Калининградская обл.



в) Германия

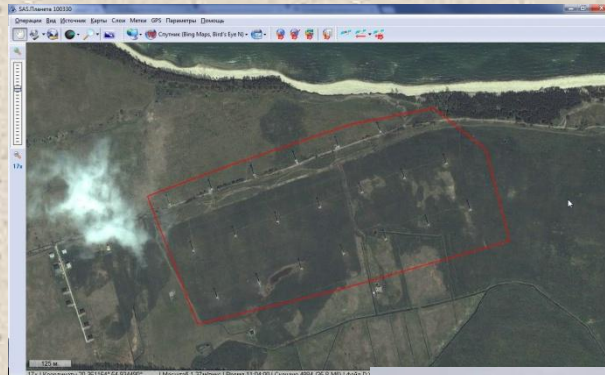
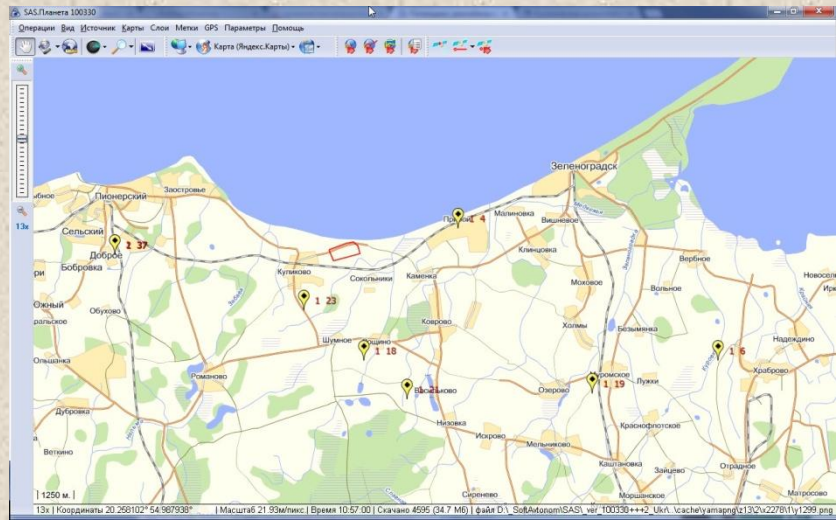
Карта Германии из коллекции Д. Рамсея

Калининградская ВЭС



Мельницы на архивной карте

Карта коллекции Д. Рамсея

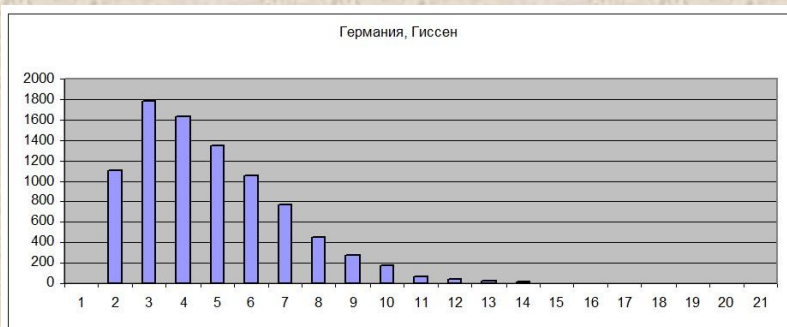


ВЭС



Положение мельниц в XIX и XXI вв.

Распределение ветра в 2011 г.



а) Гиссен, Германия



в) Пришиб, Украина



б) Пионерский, Калининградская обл.



г) Красный Холм, Тверская обл.

Ветрогенераторы вертикальной оси



Ветрогенераторы вертикальной оси (ниже скорость ветра, надежность при сильных скоростях)

В большинстве районов СНГ «лопастники» как правило стоят или работают в пол-силы.

Исключение составлять будут прибрежные районы.

Об этом же говорят и отзывы потребителей – часто ветроагрегаты не оправдывают ожидания потребителей.

Мощность оказывается недостаточной на больших промежутках времени.

По многолопастным и стаксельным ветрякам опыта эксплуатации меньше.

Расчетные показатели и тот опыт что есть говорят о более высокой эффективности на большей территории СНГ.

1. Показана равная информативность в части отображения мельниц на одно- и двухверстной топографической межевой карте Тверской губернии съемки А.И. Менде 1853г. По двухверстной карте сформированы векторные карты местоположения ветряных и водяных мельниц (953 ветряных и 357 водяных мельниц).
2. В части распределения ветряных мельниц можно отметить следующее:
 - наибольшее число в северо-восточной части Бежецкого уезда (большое производство зерна);
 - значительное число в юго-восточной части Весьегонского, юго-западной части Кашинского, центральной части Вышневолоцкого, восточной части Торжокского, юго-западной Тверского, южной части Ржевского;
 - малое количество в Осташковском уезде.
3. Наибольшее количество ветряных мельниц находится по западной и северной части Сонковской возвышенности, что можно объяснить рельефом и большим производством зерна на данной территории.
4. Для сравнительного анализа ситуации по историческим традициям и современной практике использования энергии ветра **были выбраны следующие территории:**
 - д. Старое Гвоздево, метеостанция Красный Холм;
 - Калининградская ВЭС в п. Куликово, метеостанция Пионерский;
 - Ботиевская ВЭС в Украине, метеостанция Пришиб
 - окрестности Вайсберга в Германии, метеостанция Гиссен.
5. Сравнение гистограмм скорости ветра, полученных за 2011г. (исключение – метеостанция Украины – 2004г.) показало наибольшие значения по скорости ветра: Пионерский, Гиссен, Пришиб, Красный Холм.
6. Для выбранных полигонов подтверждено наличие в районах установки ветрогенераторов в XXI в. мельниц в XIX в., т.е. показана историческая преемственность.
7. Получены статистические характеристики по скорости ветра для метеостанций Тверской области и в районе полигонов исследования:
 - средняя годовая скорость ветра (по данным Справочника по климату СССР, м/с): Торжок – 4.2; Калинин – 4.5; Старица – 4.0; Тургиново – 4.3; Ржев – 4.0; Красный Холм – 3.7; Бежецк – 3.9; Ботево (Украина) – 4.0.
 - для Тверской области (от Твери до Ржева и далее) повышенная средняя скорость ветра – более 4.0 м/с;
 - для 2011 г. (по данным архива с Сервера «Погода России») произведен расчет гистограмм скоростей ветра для метеостанций Тверской области и в районе полигонов исследования.

Обобщающие результаты исследований

- 1.** Использование энергии ветра имеет богатые традиции по данным в Тверской губернии, России, Украине, Германии.
- 2.** Продолжается увеличение масштабов использования энергии ветра как в России, так и за рубежом (рассмотрена Украина и Германия).
- 3.** В настоящее время меньшая положительная динамика наблюдается в России.
- 4.** Применительно к Тверской области, несмотря на относительно низкие показатели скорости ветра, можно рассматривать использование ветрогенераторов вертикальной оси для индивидуального применения.
- 5.** Созданная среда исследования крупномасштабных архивных картографических произведений XIX в. и современных космических снимков высокого разрешения, а также разновременных пространственных данных, в том числе и архивов метеоданных, может использоваться для иных научных и практических исследований в области географии и истории.

Результаты исследований применительно к Тверской области

1. В регионе существуют богатые исторические традиции использования ВИЭ (в середине XIX века было около 2000 мельниц).
2. Обработка годовых данных по метеостанциям Тверской области показывает потенциальную возможность использования ВИЭ в области.
3. Сравнительный анализ полигонов исследований: Калининградская область, Германия, Украина показал, что характеристики ветра по метеостанциям Красный Холм (Тверская область) и Пришиб (Украина, Ботиевская ВЭС) близки и следовательно в области так же может рассматриваться вопрос создания ВЭС.
4. Показано, что ветряные мельницы в XIX веке больше использовались на территориях высокого производства зерна (Бежецкий уезд), а не на территориях с более высокими показателями скорости ветра (Весьегонский, Старицкий, Ржевский, Тверской уезды). Соответственно современное использование энергии ветра так же может быть обусловлено практическими потребностями.
5. Наиболее благоприятными с физико-географической точки зрения (среднегодовая скорость ветра) территории Весьегонского, Калининского, Старицкого, Ржевского, Бельского, Зубцовского районов.
6. Предпосылками использования ВИЭ в Тверской области является динамичное развитие конструкции ветрогенераторов с понижением требований к скорости ветра (генераторы вертикальной оси, новые модели генераторов горизонтальной оси).
7. Применительно к Тверской области для выработки электроэнергии коллективного пользования предпочтительными являются территории с повышенными скоростями ветра и горизонтальный тип ветрогенераторов.
8. По всей территории можно использовать ветрогенераторы вертикальной оси (стартовая скорость 1 метр в секунду), при ограниченных объемах потребления (индивидуальное потребление, освещение автодорог).
9. В области развивается практика установки ветрогенераторов для индивидуального пользования (район Селигера).