

УДК 911.9:620.92 (477.75)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШОЙ ФЕОДОСИИ

Ильина О.И.¹, Горбунова Т.Ю.^{1,2}, Горбунов Р.В.¹

1 – Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского

2 – Институт сельского хозяйства Крыма

E-mail: gorbunovatyu@gmail.com

Ключевые слова: системы возобновляемой энергетики, потенциал солнечной энергия, солнечные электростанции, ветропотенциал, ветровые электростанции, перспективные территории.



Prospects of using renewable energy systems on the territory of Big Feodosiya. – O. I. Il'yina¹, T. Yu. Gorbunova^{1,2}, R. V. Gorbunov¹. 1 - Taurida National V.I.Vernadsky University; 2 - Institute of Agriculture of Crimea.

The paper analyzes the prospects of using renewable energy systems in Big Feodosia. The estimation of the possibility of using solar energy was made, five priority areas for the construction of solar power plants were identified. The estimation of the possibility of using wind energy was made, three promising land for the construction of wind power plants were identified. The calculation of the environmental effects of the implementation of renewable energy systems was made.

Keywords: renewable energy systems, the potential of solar energy, solar power plants, wind potential, wind power plants, promising territory.

Перспективи використання систем поновлюваної енергетики на території Великої Феодосії. – О. І. Ільїна¹, Т. Ю. Горбунова^{1,2}, Р.В. Горбунов¹. 1 - Таврійський національний університет імені В.І.Вернадського 2 - Інститут сільського господарства Криму.

В роботі проведено аналіз перспектив використання систем поновлюваної енергетики на території Великої Феодосії. Проведена оцінка можливості використання енергії сонця, виділено п'ять пріоритетних територій



для побудови сонячних електростанцій. Проведена оцінка можливості використання енергії вітру, виділено три перспективних ділянки для будівництва вітрових електростанцій. Зроблено розрахунок екологічного ефекту від впровадження систем відновлюваної енергетики.

Ключові слова: системи відновлюваної енергетики, потенціал сонячної енергії, сонячні електростанції, вітропотенціал, вітрові електростанції, перспективні території.

Территория Большой Феодосии – это активно осваиваемая рекреационная зона Юго-Восточного Крыма с развивающимся виноградарством, пищевой и легкой промышленностью, табаководством, историко-культурными объектами и заповедными территориями, сохранившими первозданный ландшафт. В связи с тем, что на территории Феодосийского горсовета развиваются различные отрасли хозяйства, перед муниципалитетами и поселковыми советами ставятся задачи минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду. Поэтому исследование перспектив развития экологически безопасных источников энергии на данной территории является актуальным. В первую очередь речь идет об обеспечении местного населения электроэнергией с использованием систем возобновляемой энергетики.

Целью данной работы является изучение потенциала территории Большой Феодосии для использования систем солнечной и ветровой энергетики.

Территория Большой Феодосии (в административном отношении – Феодосийский городской совет) расположена на юго-восточном побережье Крыма, в рекреационной зоне республики. Она известна в основном своими курортами (г. Феодосия, пгт. Коктебель, пгт. Орджоникидзе, пгт. Курортное). На юго-западе граничит с Судакским городским советом, на северо-западе – с Кировским районом, на северо-востоке – с Ленинским районом. На юго-востоке омывается водами Чёрного моря. Территория Большой Феодосии тянется вдоль Чёрного моря от бухты Чалка до середины Феодосийского залива. Площадь исследуемого региона – 350 км². Население горсовета составляет 105140 человек, из них 69786 проживает в самом городе Феодосии (Феодосийский горсовет..., 2014).

В состав региона входит 1 город – Феодосия и 6 сельских общин, которые объединяют 5 посёлков городского типа и 11 сёл.

Материалы и методики

При проведении исследований были использованы следующие материалы:

- космический снимок Landsat-5 (пространственное разрешение 30 м);
- космический снимок SRTM (пространственное разрешение 90 м);
- топографическая карта «По горному Крыму. Часть 2. Юго-Восточный Крым».

Масштаб 1:50 000 (Топографическая карта..., 2011).

- кадастровая карта. Масштаб 1:100 000 (Публичная кадастровая карта..., 2014).

Картографические расчёты были произведены при помощи специализированной программы ArcGIS 10.

Методика, позволяющая исследовать возможности использования энергии солнца.

Одним из наиболее перспективных направлений использования солнечной энергетики является применение фотоэлектрических систем – систем прямого

преобразования световой энергии солнечного излучения в электричество. Преимущество фотоэлектрических систем прямого преобразования состоит в том, что они не имеют движущихся механических частей, не нуждаются в воде или другом теплоносителе. В зависимости от конструктивного исполнения фотоэлектрические системы практически не нуждаются в обслуживании (Мазинов, Бекиров, 2009).

Для таких фотоэлектрических систем прямого преобразования проводился расчет максимальной потенциальной мощности, которую можно получить на территории Феодосийского горсовета.

В работе с целью анализа теоретического потенциала использования солнечных электростанций на территории Большой Феодосии на основе космического снимка SRTM в программе ArcGIS при помощи функции Area Solar Radiation в инструментах Spatial Analyst были построены карты поступления солнечной радиации в каждом месяце с учетом среднемесячных значений общей облачности за период с 2004 по 2013 гг.

Расчет технического потенциала солнечной энергетики на выделенных участках производился в программе ArcGIS 10 при помощи инструмента зональной статистики. Далее полученные данные умножались на площадь каждого участка. Площадь участков была посчитана в таблице атрибутов каждой территории.

Полученные карты поступления солнечной радиации позволили количественно оценить максимальную мощность энергии, которую можно извлечь с каждой выделенной территории. Для того чтобы это узнать, полученные данные были умножены на 17% – коэффициент эффективности преобразования энергии. Такой коэффициент взят именно потому, что большинство фирм крымского солнечного рынка предлагает фотоэлектрические элементы на пластинах, полученных на сравнительно дешевом «солнечном» кристаллическом кремнии, который позволяет достичь рекордного отношения коэффициента эффективности преобразования энергии к цене (Мазинов, Бекиров, 2009).

В итоге, пересчитав полученные значения на общую площадь потенциально пригодных участков, мы получили значения максимальной потенциальной мощности, которую можно достичь на территории Феодосийского горсовета, используя фотоэлектрические системы прямого преобразования.

Методика, позволяющая исследовать возможности использования энергии ветра.

В работе с целью анализа природного ветропотенциала использованы архивные данные за 10 лет (2004–2013 гг.) по трем метеостанциям, из которых две расположены на территории горсовета – Феодосия, Курортное, а одна – Владиславовка – вне горсовета (данные с сайта gr5.ru).

Анализ возможности использования ветра на территории Большой Феодосии включает в себя несколько этапов:

1. Анализ скорости ветра. Данный этап подразумевает под собой не только анализ среднесуточных и среднемесячных значений скорости ветра, но также и анализ повторяемости наиболее перспективных скоростей ветра на исследуемой территории.

2. Анализ возможности строительства ветроэнергетических станций. Данный этап подразумевает под собой выбор участков, перспективных для строительства.

3. Расчет потенциальной энергии, которую можно получить, используя ветроустановки на приоритетных участках.



В перспективных для использования ветровой энергии районах скорость ветра должна составлять не менее 4 м/с. Однако, учитывая тот факт, что скорость ветра измеряется на метеостанциях на высоте около 12 м (иногда чуть выше или чуть ниже), а современные ветроустановки достигают в высоту 100 м, возникает необходимость расчёта скорости ветра именно на такой высоте. Скорость ветра на любой высоте до 100 м над поверхностью земли вычисляется по формуле (Васько, 2001):

$$V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0} \right)^k,$$

где, V_1 – скорость ветра на высоте 100 м, м/с;
 V_0 – скорость ветра на высоте метеостанции, м/с;
 H_1 – высота оси ротора, м;
 H_0 – высота флюгера на метеостанции, м;
 k – коэффициент, равный 0.167.

При выборе перспективного участка для строительства ветровых электростанций учитывались следующие критерии:

- крутизна поверхности – не более 5;
- современная структура землепользования на исследуемой территории;
- площадь территории не менее 1 км².

Для определения участков, которые наиболее перспективны для строительства ветровых электростанций, использовался космический снимок SRTM. На его основе была построена карта крутизны склонов, переклассифицированная в дальнейшем на 2 класса – уклон наклона менее 5° и более 5°.

Далее на основе топографической карты масштаба 1:50 000 и космического снимка Landsat-5 составлялась карта современной структуры землепользования. Были выделены следующие категории пространственных объектов: территория объектов ПЗФ, леса, поля, неиспользуемая территория, виноградники, водные объекты, территория пляжей. Объекты заповедного фонда выделялись на основании данных, представленных в коллективной монографии “Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети” (2013).

Среди всех указанных категорий пространственных объектов наиболее перспективными для строительства ветровых электростанций являются неиспользуемые территории. Все остальные категории исключались из анализа.

Наложение карты крутизны земной поверхности и карты структуры землепользования позволило выявить территории, которые теоретически можно было бы использовать для строительства ВЭС.

Далее все полученные контуры были оцифрованы и рассчитана их площадь. Территории, площадь которых составила менее 1 км², были исключены из анализа.

При выборе перспективных участков для строительства ветровых электростанций учитывалось шумовое воздействие. Согласно санитарным нормам, допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать 55 дБ в дневное время и 40 дБ ночью (Санитарные нормы..., 1996). На расстоянии 300 м от ветротурбины уровень шума не превышает 40 дБ, тем самым не нарушает установленные нормы (Строительство ВЭС..., 2011). Исходя из требований по размещению ветроустановок (<http://www.ecomuseum.kz/dieret/wind/wind.html>), расстояние между ними должно составлять минимум 4 высоты

ветроустановки. Таким образом, была получена карта участков, наиболее перспективных для строительства ВЭС на территории Большой Феодосии.

Был произведен расчет количества энергии, которую можно получить, используя всю площадь приоритетных территорий. Расчет технически достижимой выработки электроэнергии производился по формуле (Мазинов и др., 2009):

$$E_{\text{мес}} = P_0 \cdot t \cdot \tau$$

где $E_{\text{мес}}$ – технически достижимая выработка электроэнергии;

P_0 – номинальная мощность ветроустановки;

t – количество часов за каждый месяц;

τ – % количества дней со скоростью ветра > 4 м/с.

Результаты и их обсуждение

Возможность использования энергии солнца.

В ходе анализа территории были выделены 5 перспективных участков для строительства солнечных электростанций, которые соответственно располагаются на территории Приморского поссовета, Береговского сельсовета, г. Феодосия, Насыпновского сельсовета, Коктебельского поссовета (рис. 1).



Рис. 1. Территории, перспективные для строительства солнечных электростанций.

Fig. 1. Territories, perspective for construction solar power stations.



С целью определения самостоятельного обеспечения электроэнергией были подсчитаны площади внутри каждого населенного пункта. Участки выбирались с учетом данных земельного кадастра территории (Публичная кадастровая карта..., 2014). При помощи карт поступления суммарной солнечной радиации был рассчитан теоретический и технический потенциал поступления электроэнергии на перспективные участки территории для строительства солнечных электростанций за каждый месяц и за год в целом.

Значения теоретического потенциала представлены в табл. 1. Расчет получаемой энергии на территории населенных пунктов представлен в табл. 2.

Таблица 1. Теоретический потенциал использования солнечной энергии на выделенных участках.

Table 1. Theoretical potential of using solar energy on selected areas.

| Месяц Month | Участок / Plot | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | № 1, кВт·ч № 1, kWh | № 2, кВт·ч № 2, kWh | № 3, кВт·ч № 3, kWh | № 4, кВт·ч № 4, kWh | № 5, кВт·ч № 5, kWh |
| Январь / January | 14.2 | 13.8 | 13.6 | 15.9 | 16.3 |
| Февраль / February | 28.8 | 27.9 | 27.5 | 31.5 | 32.6 |
| Март / March | 89.6 | 86.7 | 85.9 | 95.3 | 97.9 |
| Апрель / April | 156.7 | 152.9 | 151.9 | 163.1 | 166.1 |
| Май / May | 221.1 | 218.9 | 218.2 | 226.8 | 228.9 |
| Июнь / June | 238.6 | 237.6 | 236.7 | 243.9 | 244.4 |
| Июль / July | 268.0 | 266.2 | 265.3 | 272.1 | 273.5 |
| Август / August | 251.4 | 246.0 | 245.0 | 256.7 | 260.8 |
| Сентябрь / September | 159.5 | 152.5 | 150.6 | 168.6 | 172.6 |
| Октябрь / October | 75.4 | 71.5 | 70.4 | 81.5 | 84.3 |
| Ноябрь / November | 26.9 | 25.6 | 25.1 | 29.6 | 30.7 |
| Декабрь / December | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 10.4 | 10.6 |
| Сумма / Sum | 1539.5 | 1508.6 | 1499.1 | 1595.4 | 1618.7 |
| Площадь, км ² Area, km ² | 4.82 | 6.33 | 2.48 | 15.68 | 3.18 |

Таблица 2. Мощность, получаемая при использовании солнечных электростанций на выделенных участках на территории населенных пунктов Феодосийского горсовета.

Table 2. Power generated by using solar power on selected areas in the residential areas of the Feodosiya city council.

| Месяц / Month | A | B | C | D | E |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Январь / January | 5.7 | 8.8 | 14.8 | 11.6 | 42.3 |
| Февраль / February | 11.6 | 17.6 | 30.0 | 23.6 | 84.0 |
| Март / March | 36.2 | 52.9 | 93.3 | 73.4 | 254.0 |
| Апрель / April | 64.0 | 89.8 | 164.6 | 128.4 | 434.8 |
| Май / May | 92.0 | 123.8 | 235.6 | 181.1 | 604.6 |
| Июнь / June | 99.8 | 132.1 | 255.7 | 195.5 | 650.0 |
| Июль / July | 111.9 | 147.9 | 286.4 | 219.6 | 725.3 |
| Август / August | 103.3 | 141.0 | 264.7 | 206.0 | 684.2 |
| Сентябрь / September | 63.5 | 93.3 | 164.1 | 130.7 | 449.3 |

Продолжение таблицы 2.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Октябрь / October | 29.7 | 45.6 | 76.9 | 61.8 | 217.2 |
| Ноябрь / November | 10.6 | 16.6 | 27.5 | 22.0 | 78.8 |
| Декабрь / December | 3.7 | 5.8 | 9.7 | 7.6 | 27.6 |
| Сумма за год / Sum for the year | 632.0 | 875.2 | 1623.3 | 1261.4 | 4252.1 |

Примечания: А - г. Феодосия, кВт·ч; В - Коктебельский поссовет, кВт·ч; С - Береговской сельсовет, кВт·ч; D - Приморский поссовет, кВт·ч; E - Насыпновский сельсовет, кВт·ч.

Notes: A - Feodosiya, kWh; B - Koktebel settlement council, kWh; C - Beregovskoi village council, kWh; D - Primorsky settlement council, kWh; E - Nasipnovsky village council, kWh.

Возможность использования энергии ветра.

На основе представленного выше алгоритма была получена карта участков, наиболее перспективных для строительства ветровых электростанций на территории Большой Феодосии (рис. 2).



Рис. 2. Территории, перспективные для строительства ветровых электростанций.

Fig 2. Territories, perspective for construction wind power stations.



Таблица 3. Технически достижимая выработка электроэнергии при использовании ветровых электростанций.

Table 3. Technically achievable electricity generation when using wind power stations.

| Месяц / Month | А | В |
|---|----------|----------|
| Январь / January | 10713.6 | 16963.2 |
| Февраль / February | 9676.8 | 14938.6 |
| Март / March | 10267.2 | 19083.6 |
| Апрель / April | 5616.0 | 11080.8 |
| Май / May | 35712.0 | 5937.1 |
| Июнь / June | 21600.0 | 4924.8 |
| Июль / July | 17856.0 | 8481.6 |
| Август / August | 17856.0 | 7209.3 |
| Сентябрь / September | 25920.0 | 9439.2 |
| Октябрь / October | 5803.2 | 8057.6 |
| Ноябрь / November | 6912.0 | 9028.8 |
| Декабрь / December | 7588.8 | 13146.5 |
| Сумма за год Sum for the year | 175521.6 | 128291.0 |
| Площадь, км ² Area, km ² | 15.78 | 15.21 |

Примечания: А - Насыпновский сельсовет, МВт·ч; В - Береговской сельсовет, МВт·ч.

Notes: А - Beregovskoi village council, MWh; В - Nasipnovsky village council, MWh.

Проанализировав полученную карту территорий, приоритетных для использования ветровой энергии, можно сказать, что полученные области располагаются на территории Насыпновского и Береговского сельсоветов. Наибольшим по площади является участок Насыпновского сельсовета, хотя скорости ветра в нем наименьшие среди рассматриваемых участков.

Поскольку перспективные территории для постройки ветровых электростанций расположены ближе всего к метеостанциям Феодосии и Приморского, то технически достижимая выработка электроэнергии была посчитана по данным этих двух метеостанций, при условии, что на выделенных территориях расположатся 39 ветроустановок: 20 в Насыпновском сельсовете и 19 – в Береговском сельсовете. Данные представлены в табл. 3.

Перспективы использования солнечных и ветровых электростанций.

В табл. 4 приведено соотношение потребности населения Феодосийского горсовета в электроэнергии и рассчитанных данных возможной выработки электроэнергии с солнечных и ветровых электростанций.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что Большая Феодосия потребляет в год 56830.2 МВт·ч электроэнергии. Её возможная выработка за год предложенными системами возобновляемой энергетики составляет 303819.78 МВт·ч. Полученные данные дают нам основание утверждать, что при застройке солнечными и ветровыми электростанциями выделенных территорий, Большая Феодосия сможет обеспечить местное население электроэнергией, так как выработка её названными типами электростанций превышает в 5,3 раза количество электроэнергии, которое потребляет местное население.

Поскольку в некоторых административно-территориальных единицах Большой Феодосии годовая выработка электроэнергии системами возобновляемой энергетики отсутствует, то они не могут самостоятельно обеспечить себя электроэнергией. Поэтому возможно перераспределение части энергии с вырабатываемых участков.

Таблица 4. Соотношение потребностей в электроэнергии и потенциала территории населенных пунктов Большой Феодосии по выработке электроэнергии системами возобновляемой энергетики.

Table 4. The ratio of the electricity needs and potential of the area Big Feodosiya in electricity generation by renewable energy systems.

| Населенные пункты Settlements | N | Нормы потребления, МВт·ч в год Rates of consumption, MWh·year | Возможная выработка электроэнергии за год Possible power generation for the year | | |
|---|-------|--|---|------------------------------|---------------------------|
| | | | СЭС, МВт·ч SPS, MWh | ВЭС, МВт·ч WPS, MWh | Сумма МВт·ч Sum MWh |
| г. Феодосия Feodosiya | 69786 | 41871.6 | 0.63 | 0 | 0.63 |
| Береговской сельсовет Beregovskoi village council | 2506 | 1503.6 | 0.16 | 128291.0 | 128291.16 |
| Коктебельский поссовет Koktebel settlement council | 3397 | 2038.2 | 0.88 | 0 | 0.88 |
| Насыпновский сельсовет Nasipnovsky village council | 6813 | 4087.8 | 4.25 | 175521.6 | 175525.85 |
| Орджоникидзевский поссовет Ordzhonikidzievsky settlement council | 2995 | 1797 | 0 | 0 | 0 |
| Приморский поссовет Primorsky settlement council | 4374 | 2624.4 | 1.26 | 0 | 1.26 |
| Щебетовский поссовет Schebetovsky settlement council | 4846 | 2907,6 | 0 | 0 | 0 |
| Общая сумма The total sum | 94717 | 56830.2 | 7.18 | 303812.6 | 303819.78 |

Примечание: N - численность населения, тыс. чел.

Note: N - Population, thousand people

Экологический эффект от внедрения систем возобновляемой энергетики.

Расчет экологического эффекта позволяет выявить, насколько возможно сократить выбросы CO₂ в атмосферу при сооружении солнечных и ветровых электростанций. Основываясь на полученных ранее данных и методике расчёта выбросов CO₂, представленной в работе С. О. Кудри (2012), была рассчитана масса углекислого газа, способная выделиться при производстве эквивалентного количества электроэнергии при использовании систем традиционной энергетики.

Рассчитано, что при полной застройке солнечными и ветровыми электростанциями выделенных перспективных территорий Большой Феодосии появится возможность сократить выбросы углекислого газа в атмосферу на 813 тыс. т/год.



Выводы

В ходе исследований была проведена оценка возможности использования энергии солнца. На её основе выделены пять территорий для строительства солнечных электростанций. Они располагаются в Коктебельском, Приморском поссоветах, Насыпновском, Береговском сельсоветах и в г. Феодосии, и для них был рассчитан теоретический и технический потенциал поступления электроэнергии. Так энергия, получаемая за год на территории Коктебельского поссовета, составляет 875.2 кВт·ч, Насыпновского сельсовета – 4252.1 кВт·ч, Береговского сельсовета – 1623.3 кВт·ч, Приморского поссовета – 1261.4 кВт·ч, г. Феодосии – 632 кВт·ч.

На основании оценки, раскрывающей возможности использования энергии ветра, и с учетом анализа полученных данных были выделены 3 перспективных участка для строительства ВЭС, которые располагаются вблизи г. Феодосии, с. Береговое и пгт. Приморский. Годовая выработка электроэнергии составляет в Насыпновском сельсовете 175521.6 МВт·ч, а в Береговском сельсовете – 128291.0 МВт·ч.

Предложено районирование территории Большой Феодосии, принимая во внимание границы населенных пунктов, на территории которых выделены перспективные участки для строительства солнечных и ветровых электростанций, с учетом земельного кадастра.

Произведен расчет экологического эффекта от внедрения систем возобновляемой энергетики, который показал, что при застройке выделенных территорий солнечными и ветровыми электростанциями возможно сокращение выбросов углекислого газа в атмосферу на 813 тыс. т/год.

Литература

- Васько П.Ф. Разрахунок показників технічної ефективності застосування вітроелектричних установок за результатами строківих вимірювань швидкості вітру // Технічна електродинаміка, 2001. – №6. – С. 45 – 49.
- Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
- Мазинов А.С., Бекиров Э.А. Фотоэлектрические преобразователи и системы // Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма. – Симферополь : ДОЛЯ, 2009. – С. 120 – 137.
- Мазинов А.С., Ветрова Н.М., Смирнов В.О. Модель использования возобновляемой энергии в рекреационных учреждениях // Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма. – Симферополь: Изд-во «ДОЛЯ», 2009. – С. 203–206.
- Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / отв. ред. д.б.н. С.П. Иванов. – К. : Изд-во, 2013. – 272 с.
- Публичная кадастровая карта Украины. Масштаб 1:100000. С изменениями от 27 мая 2014 г.
- Санитарные нормы 2.2.4 / 2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, Минздрав России. Москва.
- Строительство ВЭС, ВЭУ. Шум, место строительства, площадь для ветровых станций [Электронный ресурс]: 2011 – Режим доступа: <http://vetrodvig.ru/?p=1342>
- Топографическая карта «По горному Крыму. Часть 2-я. Юго-Восточный Крым». Масштаб 1:50 000. – Симферополь: НПЦ «Союзкарта», 2011.
- Феодосийский горсовет [Электронный ресурс]: 2014 – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Феодосийский_горсовет
- Энергия ветра // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ecomuseum.kz/dieret/wind/wind.html>