

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

WIND POWER GENERATION POTENTIAL EVALUATION WITHIN REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

V. O. Cheredov, A. M. Karimov, Sh. D. Abuova

Institute of geohydrology and geocology the name of U. M. Ahmedsafina, Almaty, Kazakhstan

Key words: renewable energy, wind energy, wind turbines (wind generators), scope, GIS, Expo-2017.

Abstract. The perspective way of recycling alternative energy sources is wind energy. Kazakhstan realizes this course through experimental projects, which include the setting of wind turbines in the distant regions. The first wind turbines (wind generators) in Akmola, Almaty, Atyrau, Mangystau and South Kazakhstan regions cannot allow Kazakhstan to be the worldwide producer of wind energy. The amount of wind turbines is not enough. However there is a potential of development this project. If Kazakhstan realizes this project it will increase its economic and progress.

The right estimate of resources and power in this direction can help in concentrating the work to renewable energy. In order to place power stations in an efficient way, it is necessary to analyze climatic conditions and the information about weather and speed of wind in different altitudes. Technical characteristics like: the scope of rotors, power, height of masts, are also important facts in placing wind power stations. In this article considered the basic principles of zoning the territory of Kazakhstan according to efficiency of wind power stations and wind characteristics.

УДК 620.91:662.97

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А. М. Каримов, В. О. Чередов, Ш. Д. Абуова

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), ветровая энергия, ветрогенераторы, площадь ометания, ГИС, ЭКСПО-2017.

Аннотация. Перспективным направлением переработки альтернативных источников энергии является энергия ветра. Стратегия Республики Казахстан по переходу на возобновляемые энергоресурсы воплощается в реализацию пилотных проектов по установке ветрогенераторов в труднодоступных и отдалённых регионах страны. Первые установленные ветрогенераторы в Акмолинской, Алматинской, Атырауской, Мангистауской и Южно-Казахстанской областях пока не позволяют заявлять Казахстану о себе как о промышленном производителе ветровой электроэнергии на мировом энергетическом рынке. Тем не менее, имеется определенный потенциал развития данного и сопутствующего производств, при грамотной реализации которого, страна сможет укрепить свою экономику и упрочить свои позиции на пути ее устойчивого развития.

Правильная оценка своих сил в данном направлении, поможет адекватно сконцентрировать и задействовать работу, направленную на переход к возобновляемым источникам энергии. Для оптимизации подхода к планированию размещения ветровых электростанций, необходим комплексный анализ природно-климатических условий местности, прежде всего метеорологической информации о скоростях ветра на различных высотах, а также о сезонных изменениях скоростей. Помимо этого, важным фактором, определяющим целесообразность размещения ветровых электростанций, являются технические характеристики оборудования: высота мачт, мощность, площади ометания роторов. В статье рассматриваются основные методические принципы районирования территории по энерго- эффективности ветровых электростанций в зависимости от технических характеристик и режимов ветра на примере территории Республики Казахстан.

Согласно экспертным оценкам, выполненным для Республики Казахстан, прогнозные сценарии по выработке ветровой энергии предусматривают выработку около 250 МВт т/ч.год в 2015 г. и около 2000 МВт /ч. год в 2030 г. [1]. Для сравнения, пиковая нагрузка энергосистемы Казахстана в зимний период составляет 15 500 МВт [1].

В европейских странах, таких как Дания, Испании, Португалии и Ирландии доля выработки электроэнергии ветровыми генераторами достигает 13-20 %, от всей производимой мощности электроэнергии [1].

Для установки ветрогенераторов требуется использование информации о скоростях ветра в местах создания ветровых электростанций (ВЭС). Получение информации о ветровом режиме производится с помощью анализа и оценки скоростей ветра, обеспечивающих производство электроэнергии ветрогенераторами включенными в энергетическую сеть. Установка ветрогенераторов в регионах с достаточным ветроэнергетическим потенциалом позволяет вырабатывать объёмы электроэнергии в пределах планируемой производительности, что в определенной мере позволяет формировать уровень развития промышленности и народного хозяйства.

В рамках проекта "Создание Атласа энергетического потенциала возобновляемых источников энергии", реализованного ТОО "Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М.Ахмедсафина", был подготовлен набор карт, характеризующих сезонные колебания скоростей ветра и их среднегодовые значения в пределах республики, а результатом всей работы стала выработка методики оценки ветрового потенциала территории и составления карт энергетического потенциала Казахстана для горизонтов атмосферы 10, 50 и 100 метров.

Ниже изложены основные подходы, заложенные в инструментарий исчисления ветроэнергетического потенциала Республики Казахстан, реализованные на базе ГИС ArcGIS Desktop.

Построение карт производилось при использовании информации о наблюдениях на метеорологических станциях [2], архива Проекта ООН/ГЕФ по возобновляемым источникам энергии [3] и данных НАСА [4]. Все исходные данные визуализированы на картах путем интерполяции.

При составлении карт для высоты 10 м. использованы данные наблюдений на метеостанциях [2] и Проекта ООН/ГЕФ по возобновляемым источникам энергии [3].

При составлении карт для высоты 50 м. использованы данные Проекта ООН/ГЕФ по возобновляемым источникам энергии [3] и данные НАСА [4].

Аналогичный анализ ветра на высоте 80 м. над поверхностью земли производился в процессе реализации проекта ООН по ветроэнергетике. Результаты данного проекта имеются в интернете [5].

При составлении карт для высоты 100 м. использованы данные НАСА о скорости ветра на высоте 100 м при высоте деревьев 35 м. и степенью покрытия вечнозелеными деревьями подстилающей поверхности на уровне 70 % [6].

На сезонных и среднегодовых картах скоростей ветра для слоев атмосферы 10, 50 и 100 метров, изолиниями показаны плотности воздуха.

Анализ полей плотности воздуха на всех высотах произведен по метеорологическим данным НАСА [4].

Плотность воздуха ρ_h на высоте h рассчитывалась из значений плотности формулы 3.4, для которой необходимо значения плотности у поверхности земли [6, 7]:

$$\rho_0 = \frac{p}{RT_B} \quad (3.1)$$

где ρ_0 – плотность воздуха у поверхности земли кг/м^3 ; p – давление воздуха у поверхности земли гПа; R – универсальная газовая постоянная сухого воздуха, равная 286,8 Дж/(кг·°К); T_B – виртуальная температура °К [6, 7].

Виртуальную температуру T_B можно получить из соотношения 3.2 [6, 7]:

$$T_B = T * (1 + 0,378 \frac{E^*}{p}) \quad (3.2)$$

где T – температура воздуха в °К на высоте 50 м. Поскольку, в нижней тропосфере вертикальный градиент (изменение) температуры воздуха с высотой, в среднем, составляет 0,65 °С/100 м высоты, то величиной падения температуры на 0,3 °С, на высоте 50 м. по сравнению с температурой у поверхности земли можно пренебречь; E^* - давление насыщения водяного пара в гПа, которое можно рассчитать по формуле 3.3; p – давление воздуха у поверхности земли гПа.

$$E_* = E_0 \cdot 10^{\frac{7.45t}{235+t}} \quad (3.3)$$

где E_0 – давление насыщения водяного пара при температуре воздуха $t = 0$ °С, равное 6,1 гПа; t – температура воздуха °С.

При подсчете ветроэнергетического потенциала по формуле 3.1, для высот 10, 50 и 100 м от поверхности земли, для соответствующих высот значения плотности определялись по формуле 3.4 [8]:

$$\rho_h = \rho_0 * e^{-cz} \quad (3.4)$$

где ρ_h – плотность воздуха на высоте h , кг/м³; ρ_0 – плотность воздуха у поверхности земли кг/м³; e – основание натурального логарифма 2,71828; c – комплексный коэффициент равный $1,25 \cdot 10^{-4}$; z – толщина слоя от поверхности земли до уровня h м.

На рисунках 1–3 в качестве примера показаны результаты интерполяции среднегодовых скоростей ветра и плотности атмосферного воздуха. Здесь скорости ветра показаны методом отмывки и изолиниями (м/с), а плотности воздуха – изолиниями (кг/м³).

При оценке ветроэнергетического потенциала использовалась формула 3.5 [9]:

$$E_B = \rho_h * S * V^3 * k \quad (3.5)$$

где E_B – Энергия вырабатываемая ветрогенератором, кВт/ч; ρ_h – плотность воздуха на высоте h , кг/м³; S – площадь ометаемая лопастями ветрогенератора, м². При построении карт распределения ветроэнергетического потенциала, значение S принималось равным 1 м²; V – среднегодовая скорость ветра, м/с; k – общий коэффициент характеризующий потери энергии, при выработке энергии и работе ветрогенератора; значение принималось равным 0,35.

При построении карт "Распределение ветроэнергетического потенциала по территории Республики Казахстан на высоте 10 м от земной поверхности", значения площади ометания принималось равным 1 м². Такое же значение площади ометания использовалось при расчётах ветроэнергетического потенциала для высот 50 и 100 м.

В работе с картами ветроэнергетического потенциала и использовании формулы 4.1 для практических расчетов, необходимо значения энергии ветроэнергетического потенциала взятые с

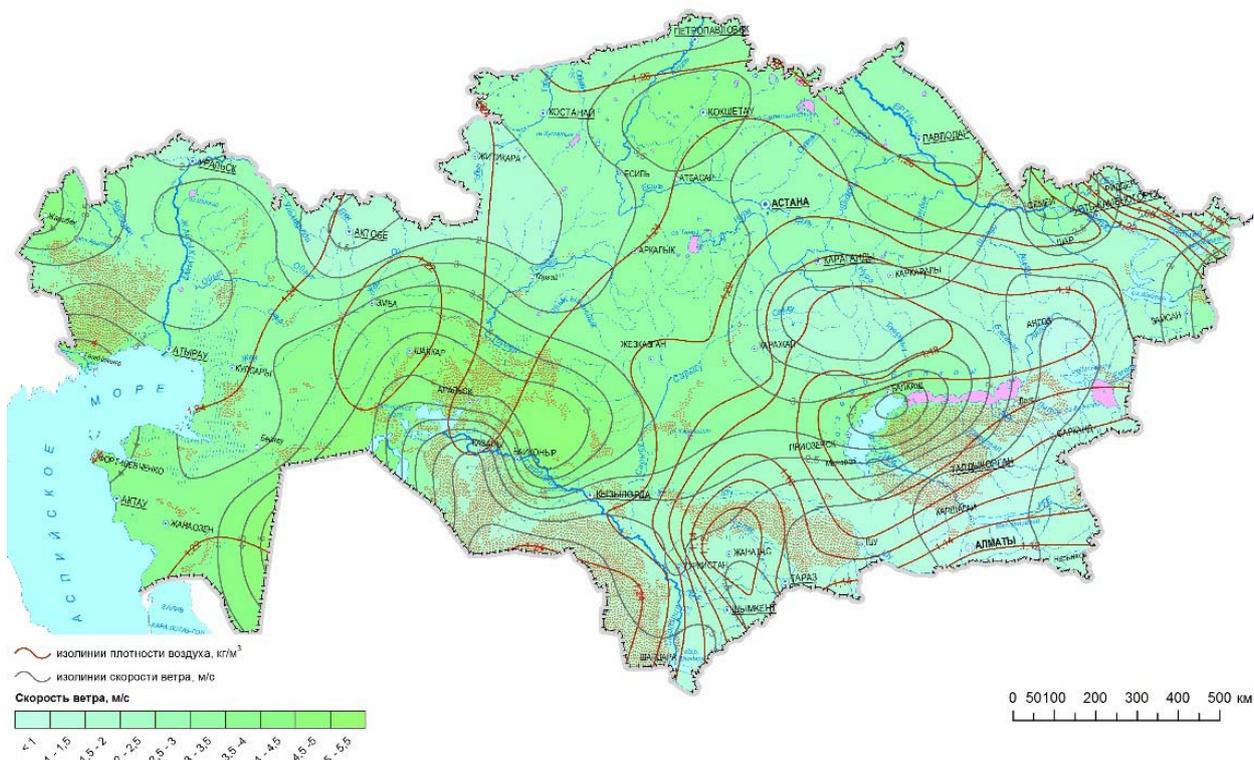


Рисунок 1 – Среднегодовая скорость ветра и плотность воздуха на высоте 10 метров

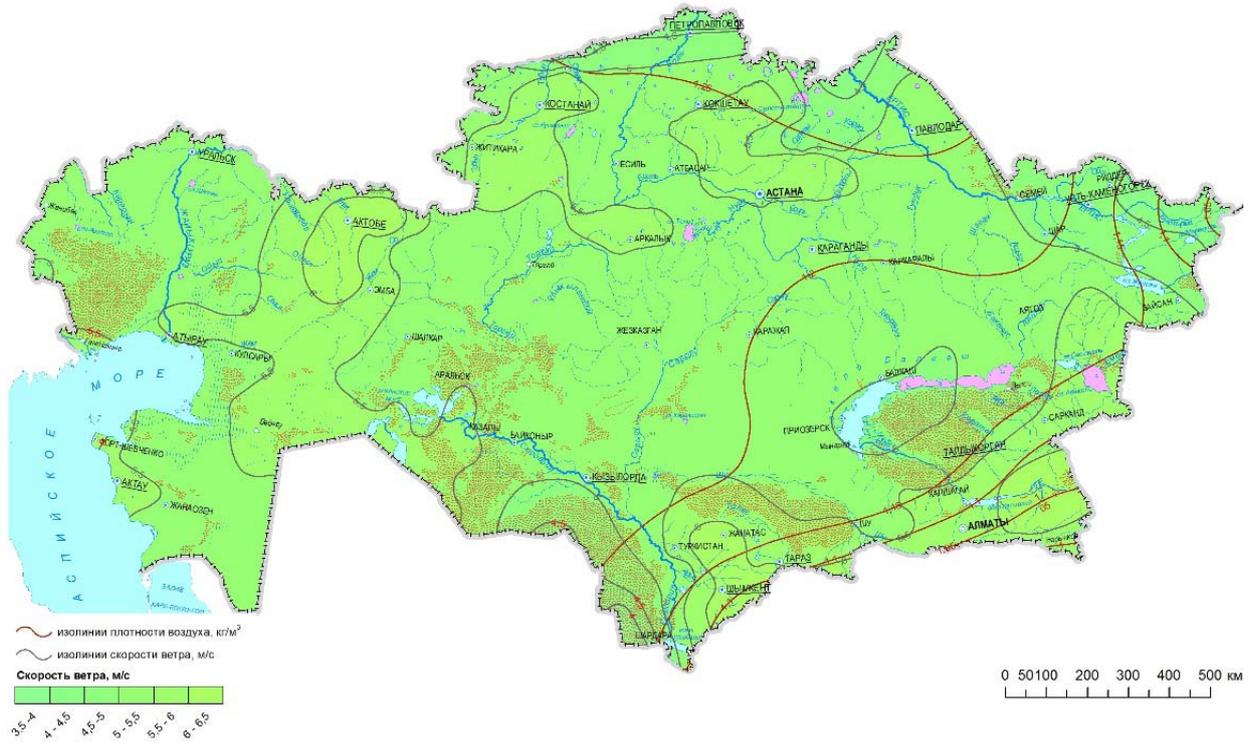


Рисунок 2 – Среднегодовая скорость ветра и плотность воздуха на высоте 50 метров

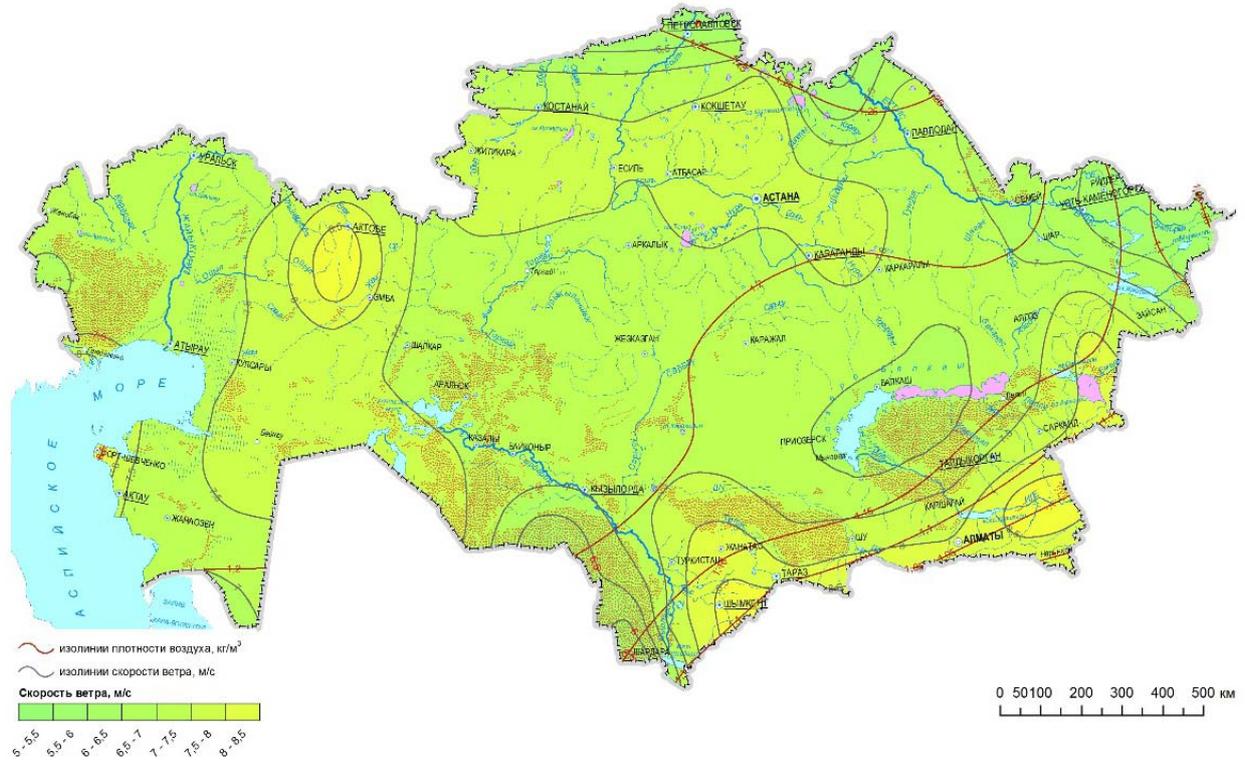


Рисунок 3 – Среднегодовая скорость ветра и плотность воздуха на высоте 50 метров

карты, умножить на площадь ометания лопостями ветрогенератора. Значение площади ометания, может быть найдено как: $S = \pi \cdot r^2$. Здесь: $\pi = 3,14159$; r – радиус площади ометания лопостями ветрогенератора, равный длине лопасти выраженной в метрах.

Построение карт ветроэнергетического потенциала производилось с учетом эффективности работы ветроэлектродгенератора равным $k = 0,35$. Также предусмотрена возможность самостоятельного расчёта потребителем ветроэнергетического потенциала при других значениях коэффициента эффективности, для этого приводятся карты среднесезонных и среднегодовых полей скоростей ветра и плотности воздуха для высот 10, 50 и 100 м (см. рисунки 4–6).

В следующей таблице приводятся площади зон с различным потенциалом энергии ветра для областей Казахстана на высоте 10 метров.

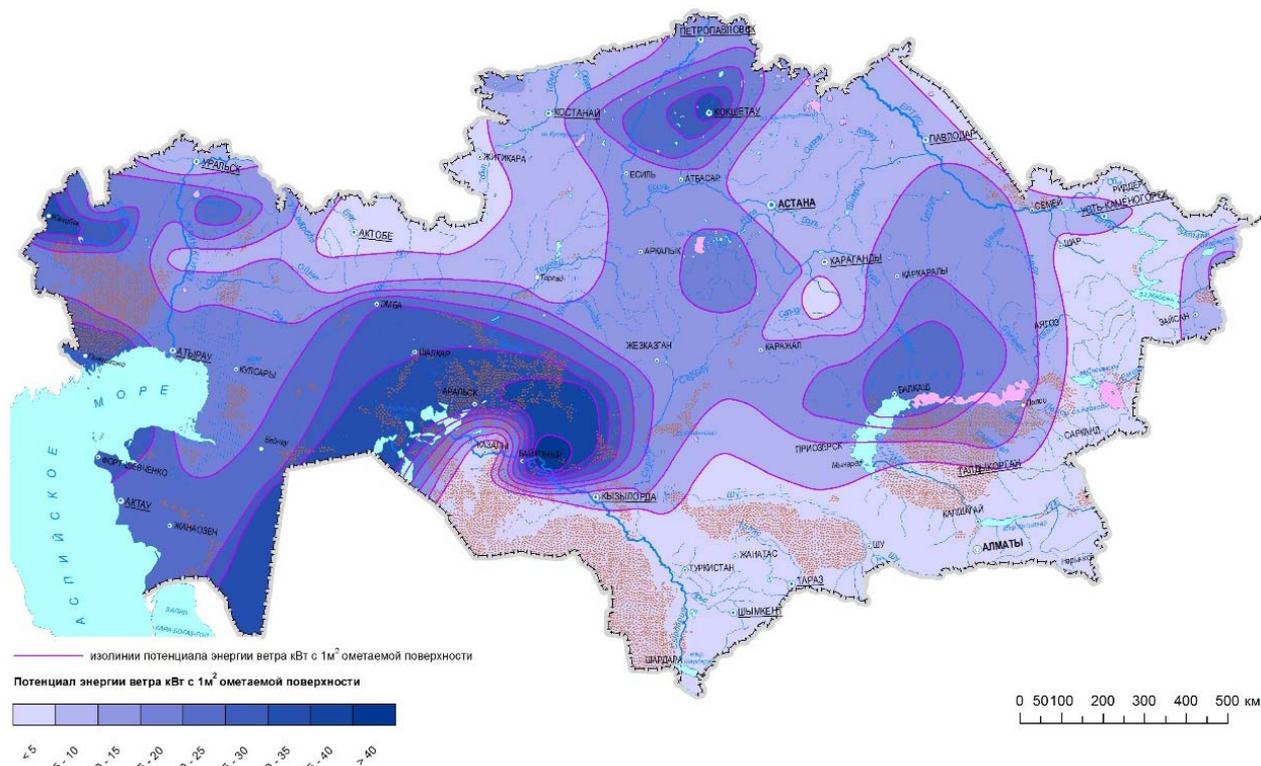


Рисунок 4 – Ветроэнергетический потенциал с 1 м² площади ометания, на высоте 10 м от земной поверхности, кВт*м²/год

Таблица 1 – Соотношение площадей ветроэнергетического потенциала на 10 метрах по областям республики

Область	Площади зон, км ²								
	< 5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	> 40
Акмолинская область		56425	62463	15688	4781	4075	3203		
Актюбинская область	41163	56749	32102	23089	36819	55977	53420	664	
Алматинская область	141201	34856	30489	12256	4305				
Атырауская область	255	20168	73222	9765	11019				
Восточно-Казахстанская область	132562	69806	60609	16816	1550				
Жамбылская область	113918	28870	1408						
Западно-Казахстанская область		24783	34599	56578	18994	10636	5333		
Карагандинская область	7199	71705	196604	75494	47783	6673	6490	14188	
Костанайская область	16103	118672	51510	8085	1769				
Кызылординская область	95049	19539	16522	15330	12550	12661	31930	16320	6407
Мангыстауская область				24019	93204	17698	28773		
Павлодарская область	10567	84201	30003						
Северо-Казахстанская Область		15325	34378	19134	23141	5779	293		
Южно-Казахстанская область	101448	11882	3858						

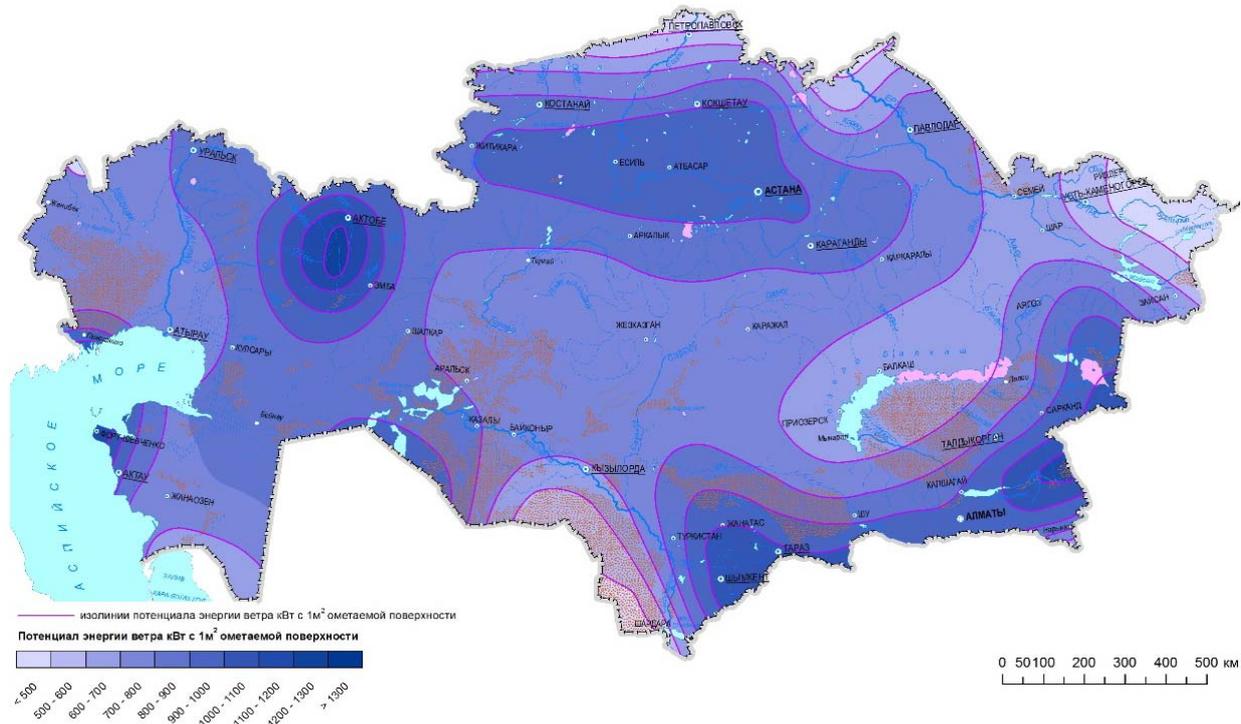


Рисунок 4 – Ветроэнергетический потенциал с 1 м² площади ометания, на высоте 50 м от земной поверхности. кВт*м²/год

В таблице 2 приведено соотношение площадей зон с различным энергетическим потенциалом по административным областям республики на высоте 50 метров.

Таблица 2 – Соотношение площадей ветроэнергетического потенциала на 50 метрах по областям республики

Область	Площади зон, км ²								
	< 500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200	>1200
Акмолинская область				4955	26982	114698			
Актюбинская область				56230	125496	58075	33539	20780	5861
Алматинская область			53418	44967	39012	57528	23990	4194	
Атырауская область				65525	44183	4173	550		
Восточно-Казахстанская область	34701	37573	109530	64096	19767	14473	1208		
Жамбылская область			18316	44570	35370	31690	14287		
Западно-Казахстанская область	1116			95048	53667	1092			
Карагандинская область			66631	275834	79545	4087			
Костанайская область		1648	8302	57607	80624	47959			
Кызылординская область	139	24612	34674	108330	46341	12211			
Мангыстауская область			17331	60509	76583	5945	1860	1466	
Павлодарская область	2784	15111	19851	61987	25037				
Северо-Казахстанская Область	7065	13942	19549	28059	17381	12053			
Южно-Казахстанская область	8858	9348	9137	23645	31981	18535	15683		

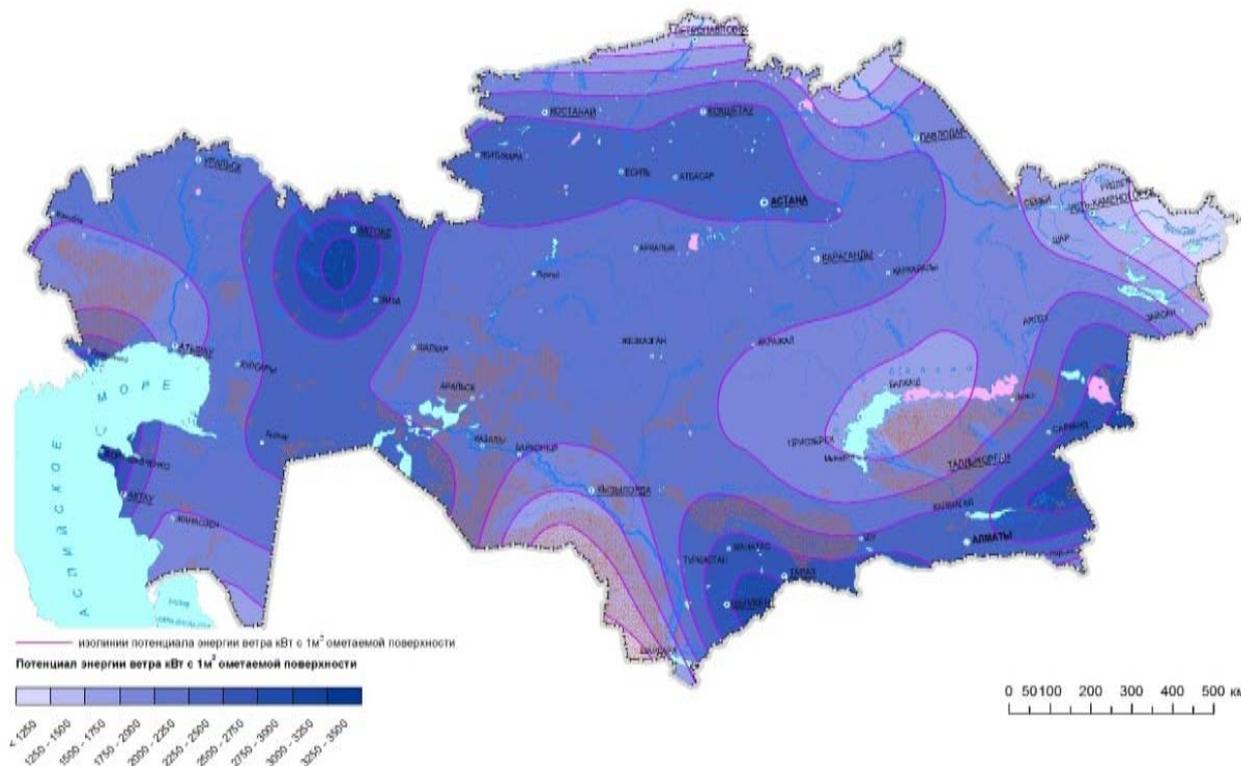


Рисунок 6 – Ветроэнергетический потенциал с 1м² площади ометания, на высоте 100 м от земной поверхности. кВт*м²/год

В таблице 3 приведено соотношение площадей зон с различным энергетическим потенциалом по административным областям республики на высоте 100 метров.

Таблица 3 – Соотношение площадей ветроэнергетического потенциала на 50 метрах по областям республики

Область	Площади зон, км ²								
	<1250	1250-1500	1500-1750	1750-2000	2000-2250	2250-2500	2500-2750	2750-3000	>3000
Акмолинская область				1384	43498	101754			
Актюбинская область					108550	106501	46386	29014	9528
Алматинская область			31607	48234	36587	58325	37926	10431	
Атырауская область				41636	52605	18542	1639		
Восточно-Казахстанская область	23747	35781	52909	121225	26202	16050	5169	264	
Жамбылская область			3832	35355	43161	31089	26977	3745	
Западно-Казахстанская область				35193	105536	10193			
Карагандинская область			33664	110981	278262	3265			
Костанайская область		831	5016	16833	95009	78451			
Кызылординская область		12978	30967	55728	104808	21827			
Мангыстауская область			5546	38087	78896	35033	3663	1552	913
Павлодарская область		9712	18527	51460	44916	154			
Северо-Казахстанская Область	3821	12083	16984	27134	25046	12983			
Южно-Казахстанская область	3295	8842	10896	8127	40062	25535	13938	6494	

Среднегодовые значения ветроэнергетического потенциала на высотах 10, 50 и 100 метров, рассчитанные для основных населенных пунктов республики Казахстан приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднегодовые значения ветроэнергетического потенциала

Наименование н.п.	Ветроэнергетический потенциал с 1 м ² площади ометания. кВт*м ² /год		
	10 м	50 м	100 м
1	2	3	4
АТЫРАУ	16,09	728	1967
Балкаш	27,78	637	1686
КЫЗЫЛОРДА	6,87	681	1797
Мынарал	6,85	659	1756
УСТЬ-КАМЕНОГОРСК	6,37	548	1460
Аксу-Аюлы	5,18	771	2027
АКТАУ	22,10	945	2501
АКТОБЕ	2,66	1124	2870
АЛМАТЫ	0,11	932	2431
Аральск	34,91	792	2092
АРКАЛЫК	12,58	820	2162
Арыс	3,48	920	2404
АСТАНА	9,59	870	2293
Атбасар	15,05	874	2305
АЯГОЗ	4,02	755	1994
БАЙКОНЫР	26,60	765	2005
Баканас	0,29	739	1963
Бейнеу	27,38	868	2278
Ганюшкино	33,26	952	2489
ЕКИБАСТУЗ	8,79	784	2065
Ерейментау	10,45	846	2227
Ертис	6,52	561	1511
Есиль	10,90	872	2300
Жанакорган	4,33	742	1936
ЖАНАОЗЕН	26,76	745	1977
ЖАНАТАС	3,64	996	2584
Жанибек	31,15	767	2022
Жаркент	1,34	1108	2842
ЖЕЗКАЗГАН	14,71	773	2039
Житикара	5,86	893	2340
Зайсан	5,71	624	1647
Индербор	10,10	745	1972
Казалы	4,22	805	2124
КАПШАГАЙ	1,10	911	2393
КАРАГАНДЫ	8,00	832	2188
КАРАЖАЛ	11,38	760	2004
Каркаралы	9,09	792	2081
Катонкарагай	3,68	431	1151
КОКШЕТАУ	30,05	866	2268

Продолжение таблицы 4			
1	2	3	4
КОСТАНАЙ	9,12	846	2212
Кулсары	20,73	819	2157
Куршим	3,41	606	1607
Лепси	4,76	737	1962
Мойынкум	2,55	780	2070
Нарынкол	2,24	818	2168
Ойыл	14,04	940	2483
ПАВЛОДАР	7,58	750	1950
ПЕТРОПАВЛОВСК	10,16	506	1363
ПРИОЗЕРСК	11,79	638	1697
РИДДЕР	3,26	499	1320
Сарканд	3,20	897	2383
СЕМИПАЛАТИНСК	6,64	665	1752
ТАЛДЫКОРГАН	3,10	839	2233
ТАРАЗ	1,79	1029	2699
Тасты	5,90	850	2231
Торгай	7,67	790	2088
ТУРКИСТАН	3,51	851	2224
УРАЛЬСК	6,10	816	2144
Уржар	0,36	921	2373
Ушарал	2,76	911	2418
Форт-Шевченко	41,72	1200	3076
Чапаев	16,45	800	2106
Шалкар	21,88	816	2170
Шар	5,75	652	1728
ШАРДАРА	2,79	593	1621
Шелек	1,52	999	2583
Шу	1,04	883	2331
ШЫМКЕНТ	2,22	1042	2696
Эмба	22,08	1024	2666

Современные компьютерные технологии, такие как геоинформационные системы, позволяют построить инструментарий, обеспечивающий частичную автоматизацию вычисления для построения БГД и карт инсоляции больших территорий. Однако, для построения инструментария на основе ГИС-технологий потребовалось проведение комплексного анализа долговременных метеорологических данных и разработка методологического обеспечения процесса их обработки и интерполяции.

Эффективность освоения энергии ветра обусловлена научно обоснованным определением оптимального месторасположения станций, и выбором оптимальной высоты мачт энергетических установок.

Использование описанной методологии позволило в краткие сроки оценить эффективность использования ветряных электростанций и создать карты ветроэнергетического потенциала всей территории Казахстана для горизонтов атмосферы 10, 50 и 100 метров.

Разработанный подход позволяет в значительной мере упростить процессы вычислений, что, в свою очередь, позволит оценивать потенциал возобновляемых источников энергии в Республики Казахстан в относительно короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Х. Холттинен, С. Уски-Йоутсенвуо, Ю. Кивилуома. Оценка энергосистемы для целей развития ветроэнергетики в Казахстане. Финальный отчет. ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ООН
- [2] Проект ПРООН/ГЭФ и Правительства Казахстана. Казахстан-инициатива развития рынка ветроэнергетики. Январь 2011, Астана. 65 стр.
- [3] «Погода в 243 странах мира». Интернет-ресурс <http://rp5.kz/>
- [4] Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0) Интернет-ресурс <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
- [5] Ветроэнергетика в Казахстане (архив проекта ПРООН/ГЭФ) Интернет-ресурс http://windenergy.kz/vetrovye_dannye.html
- [6] Веб-версия Ветрового Атласа Казахстана на высоте 80 м над уровнем земли <http://www.atlas.windenergy.kz/>
- [7] Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат 1984 г. 751 с.
- [8] Хромов С. П. Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат 1974 г. 569 с.
- [9] Гисина Ф. А., Лайхтман Д. Л., Мельникова И. И., Палагин Э. Г., Подольская Э. Л., Радикевич [10] В. М., Юргенсон А. П. Динамическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат 1976 г. 608 с.
- [10] Статья: Дом питаемый ветрами. <http://energorus.com/dom-pitaemyj-vetrami-raschyot-vetrogeneratora/>

REFERENCES

- [1] H. Holttinen, S. Uski-Youtsenvuo, Yu. Kiviluoma. Evaluation grid for wind energy development in Kazakhstan. Final Report. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. (in Russ.).
- [2] The UNDP / GEF and the Government of Kazakhstan. Kazakhstan-Wind Power Market Development Initiative. January 2011, Astana. 65 p. in Russ.).
- [3] "The weather in 243 countries around the world." Internet resource <http://rp5.kz/>
- [4] Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0) Internet resource <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.
- [5] Wind power in Kazakhstan (archive of the UNDP / GEF) Internet resource http://windenergy.kz/vetrovye_dannye.html.
- [6] The Web version of Wind Atlas of Kazakhstan at a height of 80 m above ground level <http://www.atlas.windenergy.kz/>.
- [7] L.T. Matveev. General meteorology course. The physics of the atmosphere. L.: Gidrometeoizdat, 1984, 751 p. in Russ.).
- [8] S.P. Khromov, Mamontova L.I. Meteorological dictionary. L.: Gidrometeoizdat, 1974, 569 p. in Russ.).
- [9] Gisina F.A., Laikhtman D.L., Melnikova I.I., Palagin E.G., Podolskaya E.L., Radikevich V.M., Jurgenson A.P. Dynamic meteorology. L.: Gidrometeoizdat, 1976, 608 p. in Russ.).
- [10] Article: Home fueled by winds. <http://energorus.com/dom-pitaemyj-vetrami-raschyot-vetrogeneratora/>.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ КӨЛЕМІНДЕ ЭЛЕКТР ҚУАТЫН ӨНДІРУ ҮШІН ЖЕЛ ӘЛЕУЕТІНЕ БАҒА БЕРУ

А. М. Каримов, В. О. Чередов, Ш. Д. Абуова

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: қуатты жаңғырту көздері (ҚЖК), жел қуаты, жел генераторлары, желдің соғу ауданы, ГАЖ, ЭКСПО-2017.

Аннотация. Жел қуаты - қуаттың балама көздерін қайта өндірудің болашағы бар бағыты болып табылады. Қазақстан Республикасының жаңғыртылған қуат қорларына көшу стратегиясы, еліміздің жолдары қиын шалғай аудандарына жел генераторларын орнату жөніндегі жобалардың жаңа бастамаларын орындау арқылы жүзеге асады. Ақмола, Алматы, Атырау, Маңғыстау және Оңтүстік Қазақстан облыстарында орнатылған алғашқы желгенераторлары, дүниежүзілік қуат көздерін өндіру нарығында, әзірге Қазақстанды жел электрқуатын өнеркәсіптік өндіруші ретінде айтуына мүмкіндік бермейді. Алайда, еліміз өзінің экономикасын нығайтуды және оның тұрақты дамуы жолындағы ұстанымын бекітуді, сауатты түрде жүзеге асырса, аталған және бірге жүретін өндірісті дамытудың айқын әлеуеті бар.

Осы бағытта жаңғыртылған қуат көздеріне көшуге арналған жұмыстарды теңдей жинақтап әрекет жасау кезіндегі өз күштерімізге дұрыс баға беру. Жел электрстанцияларын орналастырудың тиімді жолын жоспарлау үшін, жергілікті жердің табиғи-климаттық жағдайларын, соның ішінде әртүрлі биіктіктерде желдің жылдамдығы, сонымен қатар әр маусымдағы жел жылдамдығының өзгерістері туралы метеорологиялық ақпараттарды кешенді талдау қажет. Одан да басқа, маңызды дәлелдердің бірі, жел электрстанцияларын орналастырудың тұтастығын анықтайтын құрал-жабдықтардың техникалық сипаттамалары: мұнара биіктігі, ротордың айналу ауданы, қуаты.

Мақалада, мысал ретінде Қазақстан Республикасының аймақтарындағы техникалық сипаттамалары және жел режимдеріне байланысты жел электрстанцияларының тиімді қуаты бойынша аймақтарды аудандаудың негізгі әдістемелік принциптері қарастырылады.

Поступила 10.02.2016 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.02.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,0 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.