

УДК 551.557

Канд. техн. наук

П.Ж. Кожаметов *

Б.О. Баймагамбетов *

А.Т. Мамытова *

Н.Р. Алиакбарова *

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА ПО ВЕТРОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

СКОРОСТЬ, ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ, КАРТА РАЙОНИРОВАНИЯ

По результатам наблюдений за ветром на метеорологической сети Казгидромета за период с 1971 по 2011 гг., в системе ArcGIS в масштабе 1:5 000 000 построена карта районирования территории Казахстана по ветровым воздействиям. Приведена базовая скорость ветра с повторяемостью 1 раз в 50 лет. Разработаны методы мезоклиматического районирования территории Казахстана по ветровым воздействиям.

Сильные ветры оказывают влияние на движение и работу различных видов транспорта, таких как авиационный, морской, речной, автомобильный, железнодорожный. На прибрежных территориях морей и крупных водоемов ветер вызывает сгонно-нагонные явления, кроме того, сильный ветер оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, животных и сельскохозяйственные растения.

В последние годы в крупных городах Казахстана наблюдается интенсивное строительство высотных зданий и сооружений. Исследование ветровых воздействий на здания, сооружения, конструкции, включая их отдельные элементы, является одной из важных задач строительной механики. Правильный расчет ветровых нагрузок позволяет сохранить строительные объекты и сооружения от воздействия сильного ветра.

Следует отметить, что основные расчетные положения раздела «Ветровые нагрузки» действовавшего ранее СНиП 2.01.07., основаны на материалах, полученных к середине 70-х годов прошлого века [16]. Для расчета ветровой нагрузки принималась скорость ветра с вероятностью превышения раз в 5 лет (20 %-ной обеспеченности).

* РГП «Казгидромет», г. Алматы

До настоящего времени режим сильных ветров изучен слабо в районах с малой плотностью метеорологической сети, к которым можно отнести все горные территории [3].

С целью актуализации и гармонизации СНиП РК с учетом требований Еврокода, КазНИИССА в 2005 г. разработал строительные нормы на основе европейского стандарта, принятого СЕН 9 октября 2002 г., национальное приложение к СН РК EN 1991-1-4:2005/2011 [15]. Для адаптации и внедрения строительных норм РК с учетом требований Европейских нормативов в РГП «Казгидромет» в период 2013...2015 гг. выполнена работа по проекту «Районирование территории Республики Казахстан по климатическим характеристикам». В настоящей статье изложены основные положения работ, выполненных по ветровым нагрузкам.

Авторами для составления карт использованы метеорологические ежегодники за период с 1971 по 2011 г. для 235 метеостанций (М) Казахстана. Перед климатологической обработкой проведена проверка средней скорости ветра на однородность (для января) с помощью 5 тестов: Александерсона, Буишанда, Петита, Фон-Ноймана, Стьюдента [14, 15]. Анализ результатов показал, что тест Александерсона наиболее подходит к тестированию максимальной скорости ветра и соответствует изменчивости исследуемого элемента, разделяя период обработки на две части с определением года неоднородности. Для районирования территории по базовой скорости ветра привлекались только станции однородные по тесту Александерсона. Для каждой станции были нанесены точки максимальной скорости ветра по годам за исследуемый период, построены эмпирические кривые, и сняты с кривой данные максимальной скорости ветра с вероятностью превышения 0,02 или 1 раз в 50 лет.

Кроме этого, станции исследовались на однородность непараметрическим тестом с помощью критериев: Крускала-Уолиса, Вилкоксона, Манна Уитни, Серий. При построении карт, для расчета этих критериев был разработан шаблон. Критерии рассчитывались для тех станций равнинных и горных территорий, расположенных на границах районов, для точности проведения границ для каждого ветрового района. С помощью этой таблицы были откорректированы границы районов с ветровыми нагрузками.

Расчет вероятностных характеристик метеорологических параметров выполнен с помощью программы, разработанной в отделе прикладной климатологии ГГО им. А.И. Воейкова [14]. Значения базовой скорости ветра обеспеченностью 2 % (1 раз в 50 лет) рассчитаны с помощью распределения Гумбеля, Дженкинсона, Вейбула, гамма-распределения и Фишера.

По экстремальным значениям скоростей ветра рассмотрены варианты районирования с использованием расчетов критериев оптимальности по алгоритму Прима-Краскала, Чебышева.

В основу карты по нагрузкам ветра положены рассчитанные значения давления ветра (q) по формуле:

$$q = \frac{1}{2} \rho V_b^2,$$

где ρ – плотность воздуха, принята равным 1,25, согласно [15], V_b – базовое значение скорости ветра, приведенное к открытому типу местности.

Следует отметить, что для расчета давления ветра нельзя использовать данные о средних скоростях ветра даже за короткий промежуток времени (например, сутки), т.к. это приведет к ошибкам. Нельзя считать, что в местах с высокими скоростями ветра, давление ветра будет высоким.

На рис. 1 приведена зависимость максимальной скорости ветра от средней. Как видим, это плохая зависимость. Это связано с тем, что скорость ветра имеет асимметричное распределение. Так в работе [5] показано, что в предгорных и горных районах Казахстана коэффициент асимметрии скорости ветра может изменяться в широких пределах. Поэтому в тех местах, где средние скорости ветра сравнительно меньше, чем в местах, где средняя скорость ветра выше, ветровая нагрузка может быть выше.

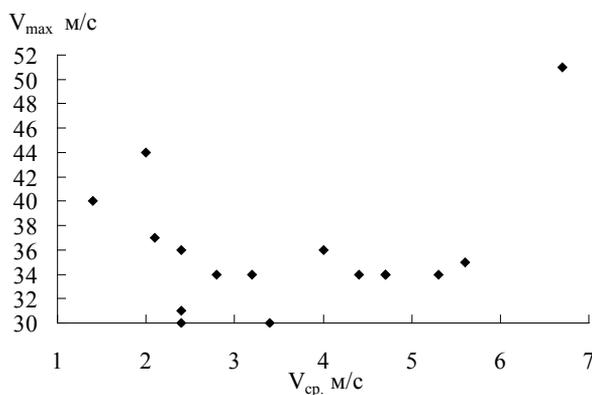


Рис. 1. Зависимость V_{max} от V_{cp} для метеостанций Казахстана за период 1971...2011 гг. при $V_{max} \geq 30$ м/с.

Неравномерное распределение средней скорости и ветровой нагрузки можно увидеть, сравнивая карты, приведенные на рис. 2 и 3. Если рассматривать распределение средней годовой скорости ветра по территории Казахстана [8] (рис. 2), то видно, что к районам с высокими скоростями ветра (≥ 5 м/с) относятся: Прикаспийская низменность, Цен-

тральная часть Казахстана и Жонгарские (Джунгарские) Ворота. А ветровая нагрузка напрямую связана с максимальной скоростью ветра. Поэтому, картина распределения ветровых нагрузок несколько иная.

На новой карте районирования (рис. 3) для базовой скорости ветра 2 % обеспеченности ($V_{b2\%}$) особая упорядоченность не проявляется, но, тем не менее, прослеживается тенденция направления границ районов с северо-запада на юго-восток в Южном, Центральном и Восточном Казахстане. Самые низкие значения скоростей ветра наблюдаются в Южном ($V_{b2\%} = 20$ м/с) и Северном Прибалхашье ($V_{b2\%} = 25$ м/с), в районах, прилегающих к Аральскому морю и Западном Казахстане ($V_{b2\%} = 25$ м/с).

Высокие скорости ветра приурочены к районам, располагающимся перпендикулярно по отношению к преобладающим направлениям ветра (северо-восточные и юго-западные) [6, 10]. Это хребет Каратау ($V_{b2\%} = 50$ м/с) и Шу-Илейские (Чу-Илийские) горы ($V_{b2\%} = 45$ м/с).

Усиление ветра в Жамбылской, Алматинской и Восточно-Казахстанской областях связано с характерными синоптическими процессами. Это Сибирский антициклон, располагающийся над Монголией и Алтайским краем. Отрог от него, как правило, направлен на юго-восточные и центральные районы Казахстана. На высоте 5 км ему соответствует гребень, ось которого ориентирована с юга на север. Над Кавказом и Каспийским морем развивается циклоническая деятельность. Западная периферия Сибирского антициклона при этом разрушается, а центр его перемещается к востоку. При такой синоптической ситуации сильный ветер возникает в долине р. Или (Чилик) и южных районах Казахстана.

Сильные и ураганные ветры в районе гор Каратау возникают, когда холодный воздух переваливает через хребет и вытесняет более легкий теплый воздух.

В Шу-Илейских горах, являющихся водоразделом рек Шу (Чу) и Иле (Или), между горами Киндыктас и хребтом Жетыжол на горном перевале Кордай возникают местные условия орографического усиления ветра.

Воздушные массы, поступающие с запада и северо-запада на территорию Казахстана всем своим объемом не могут полностью перевалить через Уральские горы и часть их огибает хребет Мугалжар с юга, образуя одноименный ветер с $V_{b2\%} = 45$ м/с. Он формируется за счет рельефа и атмосферной циркуляции.

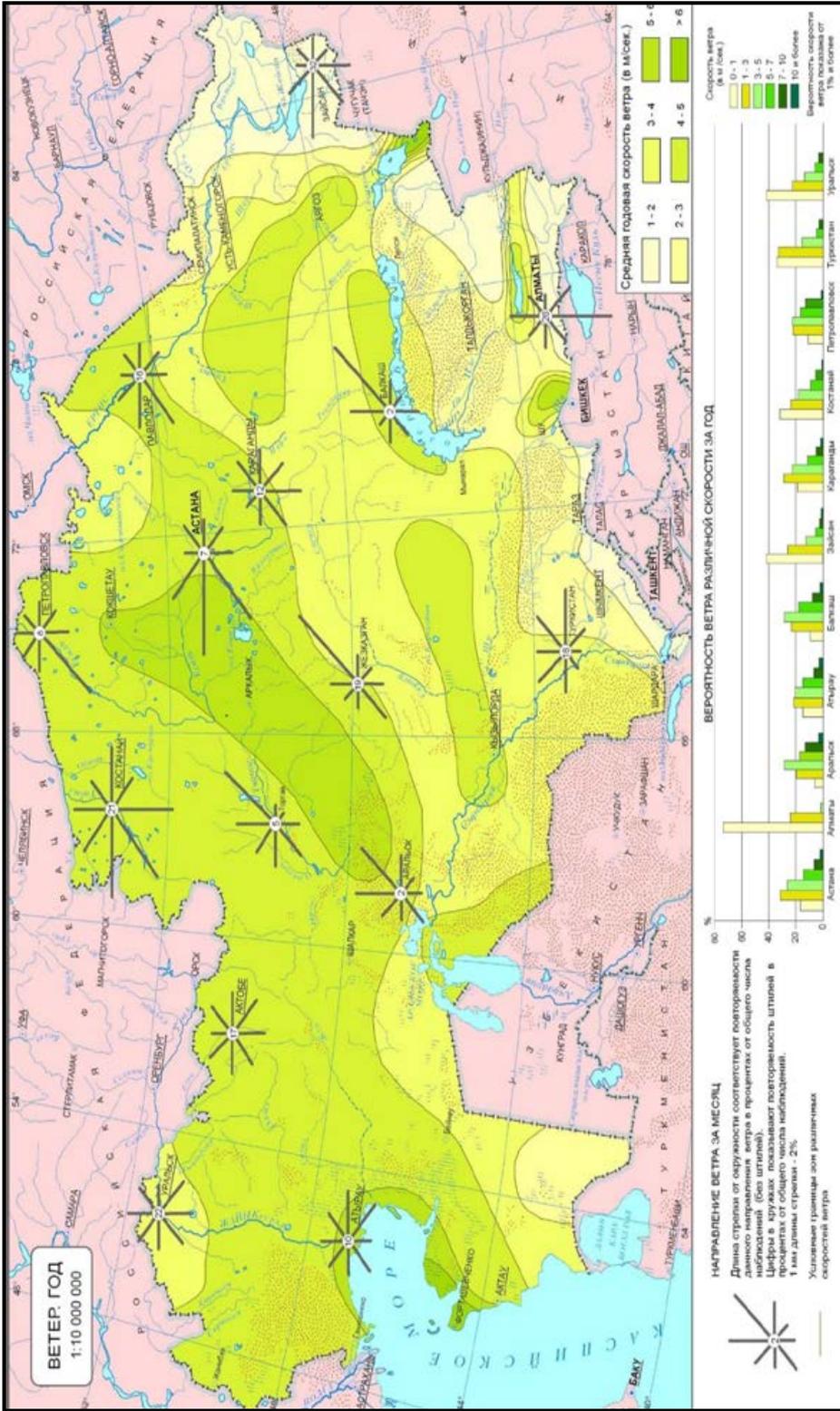


Рис. 2 Средняя годовая скорость ветра по территории Казахстана, м/с [8].

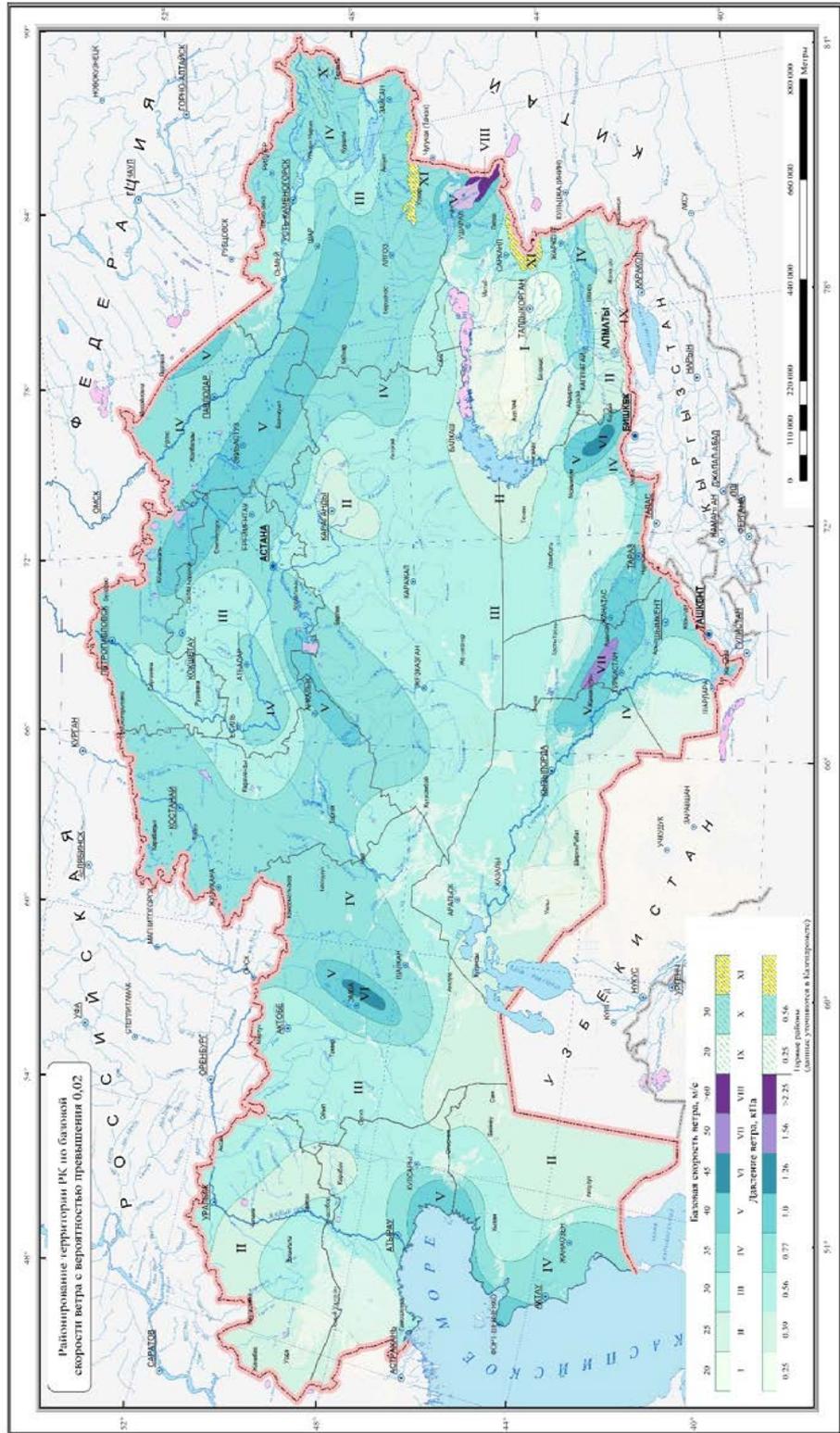


Рис. 3. Районирование территории Казахстана по базовой скорости ветра 2 % обеспеченности.

На карте районирования по силе ветра особо выделяется восточное и северо-восточное побережье Каспийского моря. Здесь значения ветра достигают 40 м/с. Здесь это связано в основном с интенсивным проявлением циклонов, приходящих с запада и юга Каспия. Значительное термическое различие вод Каспия и прилегающих песчаных пустынь в теплое время года в свою очередь приводит к общему повышению скоростей ветра в прибрежной зоне [4].

Большое влияние на ветровой режим Алакольской и Илейской впадин оказывают ветропроводящие коридоры [6]. Самые высокие (ураганные) скорости ветра $V_{b2\%} > 60$ м/с наблюдаются в районе Алакольских озер. Горный проход Жонгарские ворота отделяет Жетысуский Алатау от горных поднятий Балык и Майли, соединяя Балхаш-Алакольскую (РК) и Эби-Нурскую (КНР) впадины. Общая протяженность его составляет около 200 км, а ширина 12...40 км. В самой узкой части (12...25 км) протяженность прохода составляет 80 км. Вдоль Жонгарских ворот ветер неоднороден ни по скорости, ни по направлению.

Ураганные ветры в северной и южной оконечностях возникают не одновременно и имеют противоположные направления. В северной части преобладает юго-восточное направление (евгей), в южной – северо-западное (сайкан). Наибольшие значения ветра приходится на холодный период года, особенно с октября по февраль [13].

Сайкан образуется при наличии определенного градиента давления у поверхности земли между Восточным Казахстаном и северо-западным Китаем. Такого рода перепад давления создается в период северных и северо-западных холодных вторжений на территорию Восточного Казахстана.

Евгей (эби) возникает при понижении давления над Жонгарскими воротами в направлении с юго-востока на северо-запад. Эти условия создаются, когда над Жонгарскими воротами располагается юго-западная или западная периферия азиатского антициклона, а над Казахстаном и Центральной Азией – область пониженного давления. При этом происходит накопление воздуха с южной стороны Жонгарских ворот и его движение через сравнительно узкий горный проход. Перемещение воздуха в сторону гор сопровождается ростом давления в предгорной части, а конвергенция потока при входе в горный проход – увеличением вертикальной мощности холодного воздуха. В связи с тем, что этот циркуляционный процесс развивается в зимнее время, то упорядоченные восходящие движения воздуха обуславливаются только орографией. Следовательно, в районе входа, горный проход закрывается холодным плотным воздухом и евгей в южной части горного прохода является холодным, а в северной

части – сайкан, наоборот, теплым. На выходе из Жонгарских ворот воздушная масса растекается, верхняя ее граница понижается. Давление здесь становится меньше, а скорость ветра больше, чем у входа. Все это создает эффект насоса [13]. Наибольшая скорость ветра за период наблюдений с 1966 по 2011 гг., на М Жаланашколь была зафиксирована в январе и марте, и составила 60 м/с, с порывами до 70 м/с. Сайкан зимой сопровождается сильными снежными бурями и метелями, иссушает почву, разрушает дороги, наносит урон животноводству, рыболовству, осложняет работу транспорта.

Река Или образуется слиянием рек Кюнес и Каш, которые берут начало с ледников Тянь-Шаня на территории КНР и на протяжении около 580 км течет с востока на запад в межгорной долине. При западном и северо-западном вторжениях, при формировании определенных синоптических процессов, в долине р. Или возникают сильные ветры ($V_{b2\%} = 40$ м/с). Между р. Иртыш (Ертис) и северо-восточными склонами хребтов Казахского мелкосопочника, начиная от озера Зайсан до Кокшетауской возвышенности, образуется ветер $V_{b2\%} = 45$ м/с. Ветер образуется при различных синоптических процессах, в том числе, когда центр антициклона располагается над северным Казахстаном или югом Западной Сибири. Антициклон может быть как стационарным, так и подвижным. Подвижный антициклон образуется при холодных вторжениях на территорию Казахстана под областью сходимости высотной фронтальной зоны. Сильный ветер восточной четверти возникает на южной периферии антициклона [4].

Циклоны, образующиеся над Баренцевым или Карским морем под меридиональной высотной фронтальной зоной, и быстро смещающиеся на Центральный и Восточный Казахстан, вызывают усиление ветра как в передних, так и в тыловых частях. Этим объясняется возникновение ветра в долине р. Иртыш и в районе хребтов Арганаты, Улытау ($V_{b2\%} = 45$ м/с).

Новая карта, в целом, соответствует карте опасности сильных ветров ЧС РК [1] и карте районирования предгорных и горных районов Казахстана, построенной в ГГО им. Воейкова [10].

Карты районирования территории Казахстана по ветровым воздействиям построены с помощью ArcGIS-технологий и методики районирования по ветровым воздействиям.

При разработке метода районирования ветровых воздействий для территории Казахстана изучен международный опыт и методическая литература. Также учтены результаты исследований Института географии [1, 7,

8, 9, 10, 11, 12, 14, 15], рекомендации, руководства и публикации разных авторов [3, 4, 5, 15, 17].

Авторами разработаны методы мезоклиматического районирования по ветровым воздействиям, а именно базовой скорости ветра с годовой обеспеченностью 0,02 и давлению ветра. Сформулированы рекомендации для построения карт районирования, на основании которых будут созданы детализированные карты, дающие наглядное представление о режиме ветра на территории Казахстана.

Следует отметить, что карты разработаны в масштабе 1:5 000 000, т.е. произведено макрорайонирование. Для горных районов микрорайонирование необходимо проводить на картах более крупного масштаба, так как здесь значения ветровых нагрузок изменяются на близких расстояниях. Детальное микроклиматическое районирование в горных районах рекомендуется проводить на основе изыскательских работ, согласно «Руководству по специализированному климатологическому обслуживанию экономики» п.4.2.3.1.4. [12, 14].

Карта районирования (рис. 3), с повторяемостью ветров 1 раз в 50 лет, публикуется впервые и может быть использована при проектировании различных зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. – Алматы: 2010. – 264 с.
2. ГКИНП-05-050-77. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. Часть 2. – М.: Редакционно-издательский отдел ВТС, 1980. – 128 с.
3. Есеркепова Т.А. Сильные ветры над Центральным и Восточным Казахстаном // Труды КазНИГМИ. – 1965. – Вып. 23. – 80 с.
4. Климат Казахстана. / Под ред. А.С. Утешева – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 367 с.
5. Кожаметов П.Ж. Аппроксимация распределения скорости ветра в предгорных и горных районах Казахстана для ветроэнергетики. // Тр. КазНИГМИ. – 1990. – Вып. 106. – С. 38-42.
6. Кожаметов П.Ж. Характеристика режима ветра в предгорных и горных районах Казахстана. // Труды ГГО. – 1986. – Вып. 502. – С. 150-159.
7. Природные условия и ресурсы. Атлас Казахской ССР. Том 1. – М.: 1982. – 81 с.
8. Природные условия и ресурсы. Нац. атлас РК. Том 1. – Алматы: 2010. – 149 с.

9. РД 52.04.275-89. Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок. – М.: Госкомгидромет СССР, 1990. – 30 с.
10. Рекомендации по определению климатических характеристик ветроэнергетических ресурсов / ГГО им. А.И. Воейкова – Л.: Гидрометеиздат, 1989 – 80 с.
11. РКР-3. Составление и подготовка к изданию топографической карты масштаба 1:1000000. Часть 3. – М.: Редакционно-издательский отдел ВТС, 1985. – 112 с.
12. Романова Е.Н., Гобарова Е.О., Жильцова Е.Л. Методы использования систематической климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций, – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 159 с.
13. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. 2. Вып. 4. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – 35 с.
14. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. / Под ред. Н.В. Кобышевой – СПб.: Росгидромет, 2008. – 334 с.
15. СН РК EN 1991-2007/2011. Воздействия на несущие конструкции. – Астана: Агентство РК по делам строительства и ЖКХ, 2012. – 67 с.
16. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия – М.: 2001. – 44 с.
17. Чупахин В.М. Природное районирование Казахстана – Алмата: Наука, 1970. – 264 с.

Поступила 29.11.2015

Техн. ғылымд. канд.

П.Ж. Кожаметов
 Б.О. Баймағамбетов
 А.Т. Мамытова
 Н.Р. Алиакбарова

ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫН ЖЕЛ ЫҚПАЛЫ БОЙЫНША АУДАНДАСТЫРУ

ЖЕЛ ЖЫЛДАМДЫҒЫ, ЖЕЛ ЖҮКТЕМЕЛЕРІ, АУДАНДАСТЫРУ КАРТАСЫ

Қазгидрометтің метеорологиялық торап бақылаулары нәтижелері бойынша ArcGIS жүйесінде 1:5 000 000 масштабында Қазақстан территориясын жел ықпалы бойынша аудандастыру картасы құрастырылған: 50 жылда 1 рет болатын желдің базалық жылдамдығы бойынша аудандастыру жасалынды. Қазақстан аумағын жел ықпалы бойынша мезоклиматтық аудандастыру әдісі жасалған.