

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ПО ВЫСОТЕ

Нурпеисова Г.Б.

*Казахский научно-исследовательский институт
механизации и электрификации сельского хозяйства*

Введение Известно, что ветровой поток по высоте распределяется неравномерно. Для определения эффективного соотношения высоты мачты, диаметра ветроколеса и обоснования механизма регулирования ветроколеса необходимо знать закономерности изменения скорости ветра по высоте.

Материалы и методы Для выявления зависимости изменения скорости ветра по высоте необходимо провести экспериментальные исследования. С этой целью разработана лабораторно-полевая установка для одновременного измерения скорости ветра на различной высоте над поверхностью земли. Установка (рисунок 1) состоит из мачты, на которой с шагом 4,0 м по высоте смонтированы датчики ветра и температуры, которые через соединительную коробку подключаются к консоли метеостанции Weather Wizard III, смонтированной на пульте контроля. Данные с них сбрасываются на ноутбук, где установлен программно-аппаратный интерфейс Weather Link. Это позволяет осуществить сбор и обработку метеоданных за длительные промежутки времени. Частота измерений скорости и направления ветра, температуры

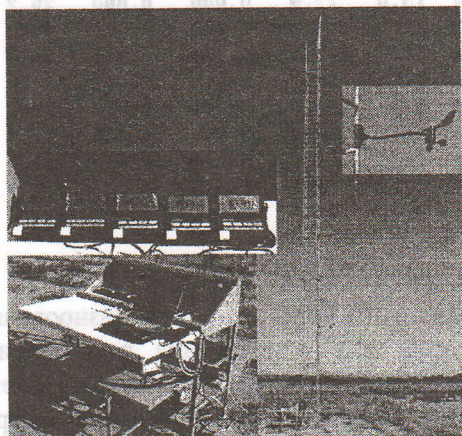


Рисунок 1. Лабораторно-полевая установка для одновременного измерения скорости ветра на различной высоте над поверхностью земли

составляет 6 значений за минуту, в память заносятся усредненное и максимальное значение скорости и температуры и наиболее частое значение направления ветра за данную минуту. В метеостанциях Weather Wizard III предусмотрена возможность автономного питания от элементов «Крона». В ходе экспериментальных исследований установлено, что при заданной частоте записи данных продолжительность работы метеостанции от элемента «Крона» составляет 78 часов, а также в занесенных в память данных наблюдается периодический сбой (отсутствие данных за несколько минут в течение суток). Поэтому рекомендуется предусмотреть аккумуляторную батарею и инвертор для электроснабжения всех метеостанций от одного источника бесперебойного питания.

Перед началом эксперимента необходима настройка всех станций с ноутбука, для этого надо подключить консоль станции к COM-порту ноутбука и запустить программу. После запуска программы в выпадающем меню «File» выбрать «New Station» и в окне «Station Name» задать название станции. В режим настройки станции в первом окне необходимо указать тип метеостанции, в окне «Rain Collector» выбрать «None», т.к. в нашей станции датчик дождя отсутствует. В следующем окне настраивается порт и режим сохранения данных, здесь надо выбрать свободный COM-порт и в нижних окнах выбрать 2400 и 1 мин. В следующем окне настраиваются единицы измерения контролируемых величин. На следующих шагах настраивается интервал передачи данных, калибровка датчиков и время. Для синхронизации полученных данных во времени необходимо на всех консолях и ноутбуке установить точное время. Из-за отсутствия на консолях метеостанций показателя времени в секундах рекомендуется установить время на первой станции по времени на ноутбуке, а на остальных станциях время устанавливается по времени на первой станции.

Результаты исследований В нашей лаборатории были разработаны технические требования и чертежи на лабораторно-полевую установку, установка изготовлена и оснащена 5-ю метеостанцией Weather Wizard III с программно-аппаратным интерфейсом Weather Link. На датчиках и консолях метеостанций нанесены маркировки в соответствие с высотой размещения. Для синхронизации экспериментальных данных по времени, перед началом эксперимента на всех метеостанциях при настройке через ноутбук устанавливалась точное время в диалоговом окне «Set Time & Date». Для этого устанавливался флажок в окошке «Set the PC time also».

Экспериментальные исследования проведены в летний и осенний периоды в крестьянском хозяйстве «Ар» Жетыгенского сельского округа Илийского района Алматинской области. Мачта была смонтирована в ровном поле с высотой травы не более 10 см. В летний период были получены экспериментальные данные по скорости и направлению ветра и температуре воздуха на высоте 20, 16, 12, 8 и 4 м, которые заносились в базу данных в соответствующей станции (рисунок 2).

Date	Time	Temp Out	Hi Temp	Low Temp	Wind Speed	Wind Dir	Wind Run Speed	Hi Wind Chill	Wind Chill	Heat D-D	Cool D-D	In Temp	Arc. Int.
23.10.09	16:38	18.3	18.4	18.2	12.1	N	0.72	14.3	14.2	0.000	0.000	20.6	1
23.10.09	16:39	18.1	18.1	18.1	11.6	N	0.70	13.4	14.1	0.000	0.000	20.5	1
23.10.09	16:40	18.0	18.1	17.9	10.7	N	0.64	13.0	14.1	0.000	0.000	20.4	1
23.10.09	16:41	17.9	17.9	17.9	10.3	N	0.62	13.4	14.2	0.000	0.000	20.3	1
23.10.09	16:42	17.8	17.8	17.8	10.7	N	0.64	13.0	13.9	0.000	0.000	20.2	1
23.10.09	16:43	17.8	17.8	17.8	11.2	N	0.67	13.9	13.8	0.000	0.000	20.1	1
23.10.09	16:44	17.7	17.8	17.7	10.3	N	0.62	12.5	13.9	0.000	0.000	20.0	1
23.10.09	16:45	17.7	17.7	17.6	9.4	N	0.56	11.6	14.1	0.000	0.000	19.9	1
23.10.09	16:46	17.6	17.6	17.6	11.6	N	0.70	13.0	13.5	0.001	0.000	19.8	1
23.10.09	16:47	17.6	17.6	17.6	10.7	N	0.64	12.1	13.7	0.001	0.000	19.7	1
23.10.09	16:48	17.5	17.6	17.4	10.7	N	0.64	12.5	13.6	0.001	0.000	19.6	1
23.10.09	16:49	17.4	17.4	17.4	11.2	N	0.67	13.4	13.4	0.001	0.000	19.5	1
23.10.09	16:50	17.6	17.7	17.6	13.0	N	0.78	16.1	13.3	0.001	0.000	19.4	1

Рисунок 2. Базы данных на метеостанции Weather Wizard III

Полученные данные были экспортированы в Microsoft Excel и синхронизированы по времени. Они составили матрицу 5288x70, из которой для определения закономерности распределения скорости ветра по высоте была выделена матрица размером 5288x14, т.е. создана база данных, которая содержит информацию по средней и максимальной скорости ветра и температуре воздуха со всех 5 датчиков за 88,13 часов. В осенний период в дополнение к вышеуказанным датчикам был установлен датчик на высоте 10 метров. Полученные данные были экспортированы в Microsoft Excel и обработаны вышеизложенным методом.

Обсуждение результатов Все данные были отсортированы по возрастанию скорости ветра и проведены расчеты для определения распределения скоростей ветра на различных высотах. На рисунке 3 приведен график распределения скоростей ветра в осенний период на высоте 8, 10 и 12 м. Суммарное время наблюдения 67,7 часов (средняя скорость 3,6 м/с). Как видно из графика, на высоте 8 м повторяемость скоростей ветра менее 3 м/с за осенний период составляет 63% от общего времени, скорости ветра 3...9 м/с наблюдались 32% времени, скорости ветра более 9 м/с наблюдались не более 5% от общего времени; на высоте 10 м эти величины распределились следующим образом: менее 3 м/с – 56%, 3...9 м/с – 37%, более 9 м/с – не более 5%, на 12 м эти величины распределились следующим образом: менее 3 м/с – 52 %, 3... 9 м/с – 41 %, более 9 м/с – 7%.

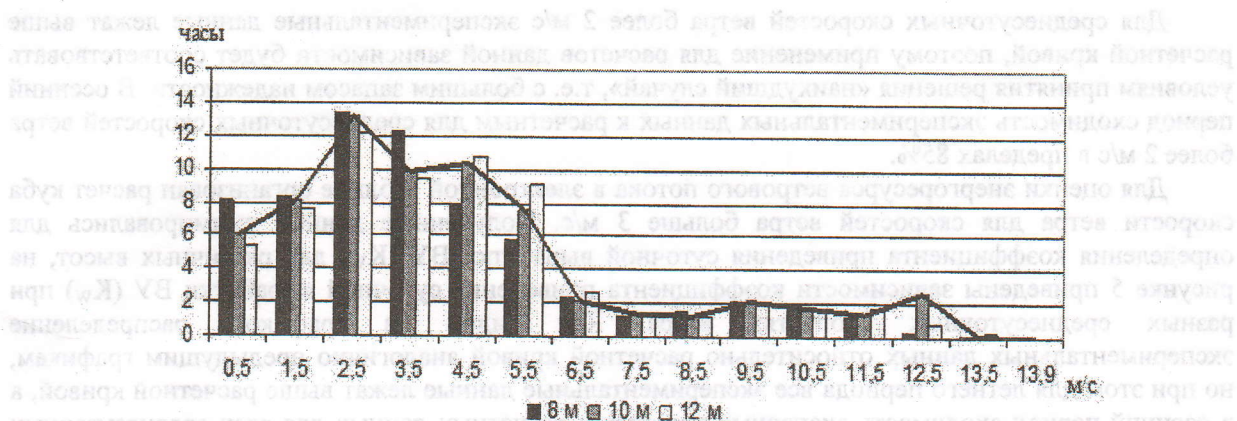
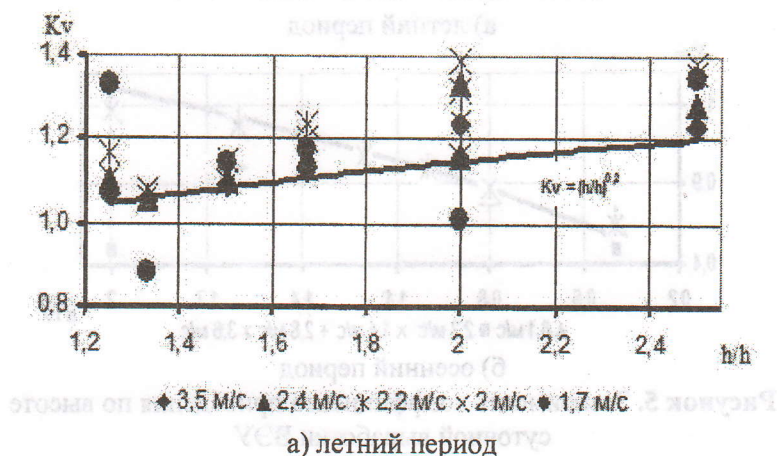


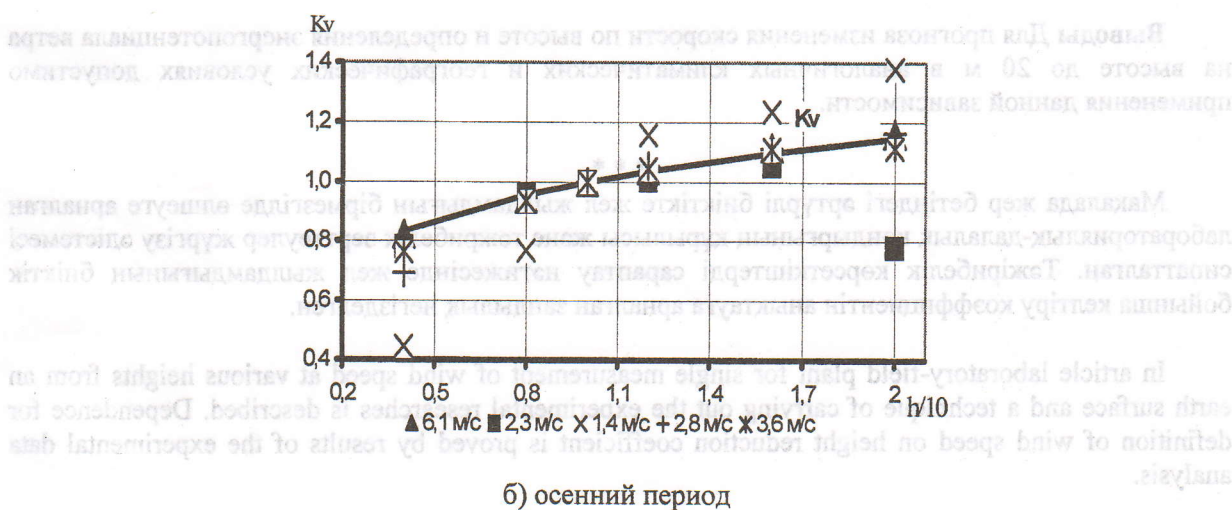
Рисунок 3. Распределение скоростей ветра по высоте

Для определения коэффициента приведения скорости ветра по высоте (K_v) все данные были отсортированы по возрастанию скорости ветра на высоте 10 м, т.к. на метеостанциях обычно замер скорости ветра осуществляется на этой высоте. В полученной базе данных в среде Microsoft Excel проведены расчеты значений коэффициента приведения скорости ветра для различных высот. Полученные зависимости коэффициентов приведения скорости ветра по высоте в летний и осенний период при разных среднесуточных скоростях ветра приведены на рисунке 4.

Как видно из графиков, в летний период коэффициенты приведения скорости ветра по высоте существенно отличаются от расчетных. При этом для среднесуточной скорости ветра 1,7 м/с значения коэффициента приведения по высоте лежат и ниже, и выше расчетной кривой, здесь существенное влияние оказывает температура воздуха (максимальный суточный ход температуры воздуха составил 35,2 °C).



а) летний период



б) осенний период

Рисунок 4. Зависимость коэффициента приведения скорости ветра от высоты

Для среднесуточных скоростей ветра более 2 м/с экспериментальные данные лежат выше расчетной кривой, поэтому применение для расчетов данной зависимости будет соответствовать условиям принятия решения «наихудший случай», т.е. с большим запасом надежности. В осенний период сходимость экспериментальных данных к расчетным для среднесуточных скоростей ветра более 2 м/с в пределах 85%.

Для оценки энергоресурса ветрового потока в электронной таблице организован расчет куба скорости ветра для скоростей ветра больше 3 м/с. Полученные данные суммировались для определения коэффициента приведения суточной выработки ВУ (K_w) для различных высот, на рисунке 5 приведены зависимости коэффициента приведения суточной выработки ВУ (K_w) при разных среднесуточных скоростях ветра. Как видно из графиков, распределение экспериментальных данных относительно расчетной кривой аналогично предыдущим графикам, но при этом для летнего периода все экспериментальные данные лежат выше расчетной кривой, а в осенний период сходимость экспериментальных и расчетных данных для всех среднесуточных скоростей ветра не ниже 95%.

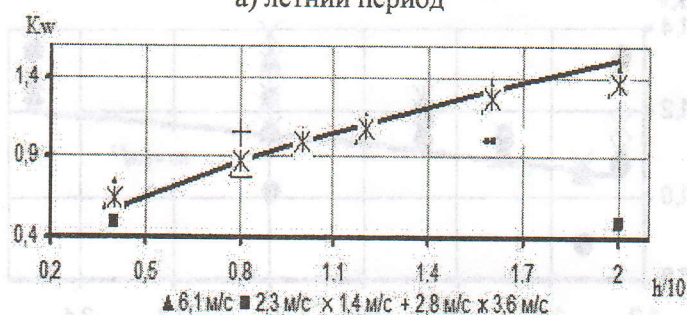
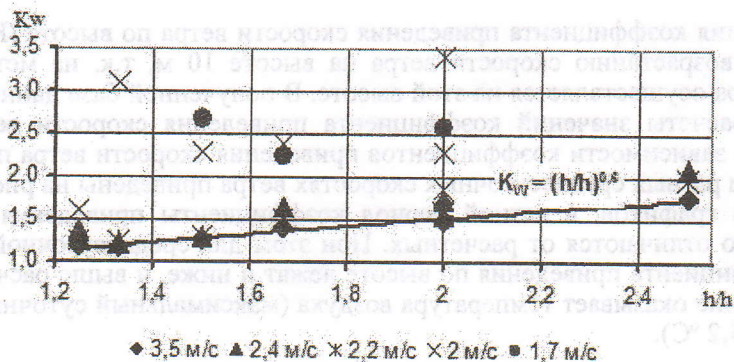


Рисунок 5. Зависимость коэффициента приведения по высоте суточной выработки ВЭУ

Выводы Для прогноза изменения скорости по высоте и определения энергопотенциала ветра на высоте до 20 м в аналогичных климатических и географических условиях допустимо применения данной зависимости.

Мақалада жер бетіндегі әртүрлі биіктікте жел жылдамдығын бізмезгілде өлшеуге арналған лабораториялық-далалық қондырғының құрылысы және тәжірибелік зерттеулер жүргізу әдістемесі сипатталған. Тәжірибелік көрсеткіштерді сараптау нәтижесінде жел жылдамдығының биіктік бойынша келтіру коэффициентін анықтауға арналған заңдылық негізделген.

In article laboratory-field plant for single measurement of wind speed at various heights from an earth surface and a technique of carrying out the experimental researches is described. Dependence for definition of wind speed on height reduction coefficient is proved by results of the experimental data analysis.