

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра электроснабжения горных и промышленных предприятий

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА**

Методические указания по выполнению практических работ  
по дисциплине «Возобновляемые источники энергии»  
для студентов специальности 140211 «Электроснабжение»  
всех форм обучения

Составитель Р.А. Храмцов

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 8 от 1.04.2012

Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальности 140211  
Протокол № 9 от 11.04.2012

Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2012

## 1. Цель занятия

Целью занятия является закрепление полученных теоретических знаний по дисциплине «Возобновляемые источники энергии», овладение методикой расчета основных параметров ветроэнергетических установок и определения возможности их использования на примере климатических условий Кемеровской области. В методических указаниях по выполнению практических работ представлены варианты задач, методика расчета, приведены примеры решения.

## 2. Основные теоретические положения

Ветроэнергетика является наиболее развитой сферой практического использования природных возобновляемых энергоресурсов. Суммарная установленная мощность крупных ветроэнергетических установок (ВЭУ) в мире оценивается сегодня в 44 000 МВт. Единичная мощность наиболее крупных ветряных установок превышает 1 МВт. Во многих странах появилась даже новая отрасль – ветроэнергетическое машиностроение. Мировыми лидерами в ветроэнергетике являются США, Германия, Нидерланды, Дания, Индия и т.д. В частности, Германия планирует к 2030 году производить при помощи ветра до 30 % всей электроэнергии страны.

Таблица 1

Наиболее крупные ветроэнергетические установки

| Страна         | Название установки | Диаметр рабочего колеса (м) | Мощность МВт |
|----------------|--------------------|-----------------------------|--------------|
| США            | WTS-4              | 78                          | 4            |
| Канада         | Eole               | 64                          | 4            |
| ФРГ            | Growian            | 100                         | 3            |
| Великобритания | LSI                | 60                          | 3            |
| Швеция         | WTS-3              | 78                          | 3            |
| Дания          | Elsam              | 60                          | 2            |

Достаточно широкое распространение ветроэнергетических установок объясняется их относительно невысокими удельными капиталовложениями по сравнению с другими возобновляемыми энергоисточниками.

В России к началу нынешнего века использовалось около двух с половиной тысяч ветряков общей мощностью миллион киловатт. После 1917 года ветряные мельницы остались без хозяев и постепенно разрушились. Однако интерес к ветроэнергетике не исчезал и, иногда, предпринимались попытки использовать энергию ветра на научной и государственной основе. В 1931 году в районе Ялты была построена крупнейшая для своего времени ветроустановка на 100 кВт. В СССР разработкой ВЭУ небольшой мощности занималось НПО «Ветроэн» с производственными мощностями в г. Астрахани и г. Фрунзе.

В настоящее время в России возникли новые организации, занимающиеся ветроэнергетикой, постепенно налаживается сотрудничество с зарубежными партнерами. Созданы отечественные образцы ВЭУ мощностью до 100 кВт, например ВЭУ «Радуга». Однако недостаточный объем финансирования научных и опытно-конструкторских разработок не способен обеспечить не только развитие, но и поддержку научно-технического уровня, достигнутого в данной сфере.

Принцип действия всех ветродвигателей заключается во вращении ветроколеса с лопастями под напором ветра. Вращающий момент ветроколеса через систему передач передается на вал генератора, вырабатывающего электроэнергию.

Достоинства ВЭУ:

- **Экологически чистый вид энергии:** Создание электроэнергии с поддержкою «ветряков» не сопровождается выбросами  $\text{CO}_2$  и каких-либо иных газов.

- **Эргономика:** Ветровые электростанции занимают совсем немного места и просто вписываются в любой ландшафт, а также непревзойденно смешиваются с иными видами хозяйственного применения территорий.

- **Возобновляемая энергия:** Энергия ветра, в отличие от ископаемого горючего, неистощима.

– **Ветровая энергетика – лучшее решение для труднодоступных мест:** Для удалённых мест установка ветровых электрогенераторов может быть лучшим и более дешёвым решением.

Недостатки ВЭУ:

– **Непостоянность:** Непостоянность содержится в не гарантированности получения нужного количества электроэнергии. На отдельных участках суши силы ветра может оказаться недостаточно для выработки нужного количества электроэнергии.

– **Условно низкий выход электроэнергии:** Ветровые генераторы резко уступают в выработке электроэнергии дизельным генераторам, что приводит к необходимости установки сходу нескольких турбин. Не считая того, что ветровые турбины неэффективны при пиковых отягощениях.

– **Немалая стоимость:** Стоимость установки, производящей 1 гига watt электроэнергии, около 1 миллиона долларов.

– **Опасность для живой природы:** Вертящиеся лопасти турбины представляют потенциальную опасность для неких видов живых организмов. По статистике, лопасти каждой установленной турбины являются предпосылкой гибели не менее 4 особей птиц в год.

– **Шумовое загрязнение:** Шум, производимый «ветряками», может причинять беспокойство, как животным, так и людям, живущим вблизи.

## 2.1. Рекомендации по выбору ВЭУ

1. Использование электроэнергии от ветра экономически выгодно при среднегодовых скоростях ветра более 5 м/с либо при отсутствии или нерегулярной подаче сетевого электричества.

2. Серийное производство ВЭУ (более 10 шт. в месяц) в настоящее время в России и СНГ отсутствует. Сегодня существует около 10 реальных производителей и еще 10-20, которые пытаются или пробовали ранее изготавливать ВЭУ в РФ.

3. Иностранных производителей ВЭУ можно исключить сразу, так как их цены в несколько раз выше отечественных (и на то много причин).

4. Особое внимание стоит уделять не только мощности ВЭУ (именно ВЭУ, а не инвертора, входящего в комплект), но и при какой скорости ветра эта мощность может быть получена. Некоторые продавцы представляют завышенные показатели. Эта мощность практически зависит только от скорости ветра  $V$  и диаметра винта  $D$ , а все остальные факторы – количество лопастей, их вес, площадь, профиль, крутка, генератор, подшипники и т.д. – второстепенные и большой погрешности не дают.

5. При выборе ВЭУ необходимо иметь в виду, что наиболее экономически эффективную отдачу мощности при ветровых условиях вашей местности можно получить при двукратной среднегодовой скорости ветра, которую можно назвать номинальной.

6. Как это не парадоксально, но чем меньше лопастей в ветроколесе, тем выше его КПД. Это проверено как теоретическими исследованиями, так и продувками в аэродинамической трубе, хотя разница между 1, 2, 3 лопастями незначительна.

7. Некоторые производители представляют результаты продувок своих ветроэлектрических установок по мощности в аэродинамической трубе. Это хорошо, и говорит о серьезном подходе к делу. Однако, необходимо учитывать, что мощность в аэродинамической трубе и в природе на ветру отличаются примерно на 10-30 % вследствие идеализации воздушного потока в трубе.

8. Вертикально-осевые ветроустановки имеют право на жизнь, но наукой и опытом давно доказана их очень низкая эффективность по сравнению с горизонтально-осевыми. Это примерно как гребные колеса у дореволюционных пароходов по сравнению с обычным винтом любого современного корабля или катера.

9. При сравнении цен разных производителей обязательно учитывайте состав продаваемого Вам оборудования и его функциональность. Ведь ВЭУ – это целый комплекс, куда обязательно входят:

а) ветроэлектрический агрегат – это генератор, лопасти, узел крепления к мачте; кроме того, сюда может входить регулятор скорости вращения винта (центробежный, механический) и устройство ориентации на ветер (хвост или виндроза);

б) мачта может быть как специальная, так и сооруженная из водопроводной трубы или столба. Здесь можно сэкономить, так как специальная мачта достаточно дорогая.

10. Не стоит увлекаться поиском ВЭУ, начинающих работать на малых скоростях ветра – до 3 м/с, так как на этих скоростях ветра его энергия ничтожно мала. Например, для ВЭУ с диаметром винта 5 м выдаваемая мощность при скорости ветра 2 м/с будет менее 30 Вт минус половина этой мощности уйдет на трение в подшипниках и прочие потери, а оставшиеся 15 Вт – ничто, ведь для зарядки одной аккумуляторной батареи емкостью 50 А/ч необходимо 70 Вт. Так что кроме наслаждения от вращения ВЭУ вы больше ничего не получите.

11. При работе ВЭУ в дождь или снег, выдаваемая мощность снижается на 10...30 %.

12. Шум от работы безредукторной ВЭУ напоминает свист ветра через приоткрытое окно легкового автомобиля на большой скорости. При работе редукторных ВЭУ гудение редуктора может быть значительным, а ресурс намного ниже.

13. Использовать ВЭУ для отопления дома экономически целесообразно только при среднегодовой скорости ветра более 5-6 м/с.

## **2.2. Ветроэнергетические районы**

Россия имеет огромные запасы ветроэнергетических ресурсов. В ряде районов среднегодовая скорость ветра достигает 6 м/с и выше, что делает эти районы перспективными для использования ветроэнергетики (рис. 1).

Кемеровская область располагается на стыке крупных климатических областей, а это обуславливает постоянную циркуляцию воздушных потоков. В целом, в области преобладают ветры западного и юго-западного направлений. Однако бывают периоды, когда подолгу держатся в области северо-западные ветры (эти приносят в область с Колымы и Таймыра сухой, холодный ветер). Согласно результатам наблюдений, использование энергии ветра в Кемеровской области как альтернативного источника энергии, является вполне возможным. Для выбора места установки ветроге-

нераторов и типов наиболее подходящих для данных условий ветряков следует проводить дополнительные исследования.



Рис. 1. Карта ветроэнергетических районов России

Таблица 2

Среднемесячный процент времени скорости ветра  
для Кемеровской области на высоте 50 метров  
над поверхностью земли в заданном диапазоне (%)

| Широта 55.333<br>Долгота 86.067 | 0 – 2 м/с | 3 – 6 м/с | 7 – 10 м/с | 11 – 14 м/с | 15 – 18 м/с |
|---------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| Январь                          | 8         | 80        | 11         |             |             |
| Февраль                         | 17        | 75        | 8          |             |             |
| Март                            | 20        | 76        | 4          |             |             |
| Апрель                          | 16        | 78        | 7          |             |             |
| Май                             | 21        | 72        | 7          |             |             |
| Июнь                            | 27        | 70        | 3          |             |             |
| Июль                            | 30        | 69        | 1          |             |             |
| Август                          | 27        | 71        | 3          |             |             |
| Сентябрь                        | 22        | 74        | 4          |             |             |
| Октябрь                         | 17        | 76        | 7          |             |             |
| Ноябрь                          | 10        | 79        | 12         |             |             |
| Декабрь                         | 6         | 82        | 11         |             |             |
| Среднее за год                  | 18        | 75        | 6          |             |             |

### 2.3. Ветрогенераторы

Крупные производители мощнейших ветрогенераторов мира:

1. Китайский производитель ветрогенераторов Dongfang Electric входит в состав десяти крупнейших поставщиков ветрогенераторов в мире (6,7 % рынка в 2010 году).

2. Индийская компания Suzlon Group (6,9 % рынка в 2010 году) производит ветрогенераторы S88 MARK II DFIG 2.25 MW мощностью 2,25 МВт.

3. Goldwind (Китай) – производитель ветрогенераторов 2.5MW PMDD мощностью 2,5 МВт. В 2010 году компания осуществила 9,5 % поставок электрогенераторов на мировой рынок.

4. Немецкая компания Fuhrländer, занимающая 4 место (4,8 %) среди крупнейших поставщиков ветрогенераторов на рынок Германии, представляет вниманию ветряк FL 2500 мощностью 2,5 МВт.

5. Немецко-датская Siemens Wind Power (5,9 % поставок мире в 2010 году) имеет в своем арсенале ветрогенератор SWT-3.6-120 мощностью 3,6 МВт.

6. Американский производитель GE Wind Energy, который владеет около 9,6 % мирового рынка ветрогенераторов, предлагает оффшорную модель 4.1 – 113 Offshore мощностью 4,1 МВт. Наземные генераторы данной компании не настолько мощны (до 2,75 МВт).

7. Испанская компания Gamesa выпускает генераторы G10X-4.5 MW мощностью 4,5 МВт. Компания осуществляет поставки 6,6 % ветрогенераторов в мире.

8. Китайский титан ветроэнергетики Sinovel в 2010 году был вторым крупнейшим поставщиком ветрогенераторов мира с показателем 11,1 % всех мировых поставок. Их мощнейшая модель – оффшорная SL6000 (6 МВт).

9. Датская компания Vestas, занявшая в 2010 году первое место в мире на рынке ветроэнергетики (14,8 % всех поставок) и второе место в Германии (31,6 % немецкого рынка) Оффшорная V164-7.0 MW мощностью 7 МВт.

10. Компания Enercon (7,2 % мирового рынка и 61 % рынка Германии). Детище компании – гигант E-126/7.5 MW мощностью 7,5 МВт.



В качестве примера рассмотрим технические данные ВЭС Micon M1500 производства Датской фирмы NEG Micon.

### **Ротор генератора:**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Диаметр                 | 43 м  |
| Сметаемая площадь       | 1452 м <sup>2</sup>                         |
| Скорость вращения       | 41,5 об/мин.                                |
| Направление вращения    | по часовой стрелке                          |
| Аэродинамический тормоз | да, поворот лопастей во флюгерное положение |
| Вес                     | 12,5 т                                      |

### **Лопаст:**

|          |                                   |
|----------|-----------------------------------|
| Материал | армированный поли-эфирный пластик |
| Длина    | 19,1 м                            |
| Вес(шт.) | 1,9 т                             |

### **Мачта:**

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Тип               | Трубчатый |
| Высота            | 45 м      |
| Количество секций | 4         |
| Вес               | 36 т      |

### **Генератор:**

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Тип                                 | Асинхронный |
| Мощность основного генератора       | 600 кВт     |
| Напряжение                          | 400 В       |
| Частота                             | 50 Гц       |
| Стартовая скорость ветра            | 4 м/с       |
| Номинальная скорость ветра          | 15 м/с      |
| Предельно допустимая скорость ветра | 60,8 м/с    |
| Вес                                 | 3,6 т       |

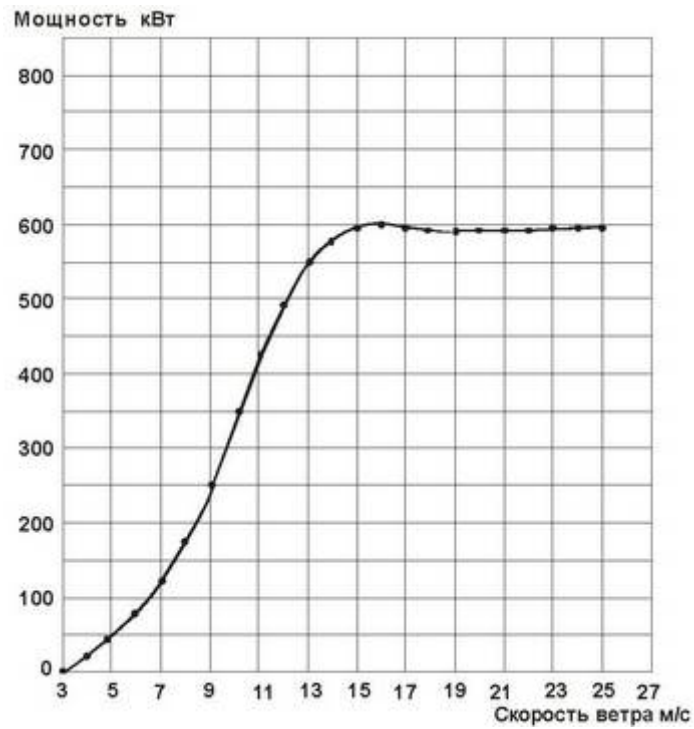


Рис. 2. Кривая мощности ВЭС Micon M1500

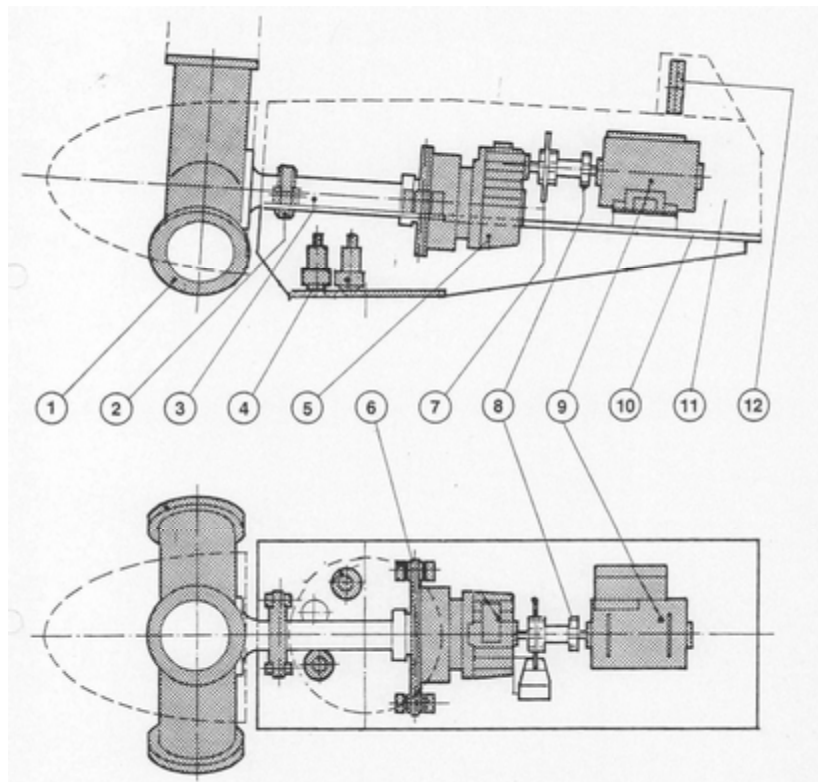


Рис. 3. Устройство ВЭС Micon M1500: 1 – ротор; 2 – главный подшипник; 3 – главный вал; 4 – поворотный механизм; 5 – редуктор; 6 – крепление редуктора; 7 – тормоз

### 3. Выполняемое задание

Задание № 1. Определить количество энергии, которую может выработать ветроэнергетическая установка за год с учетом повторяемости скоростей ветра по градациям в заданном районе Кемеровской области. Данные для расчета представлены в табл. П.1, повторяемость скоростей ветра в табл. П.2. приложения.

#### 3.1. Методика расчета

1. Рассчитывается количество энергии, которое может быть выработана ветроустановкой для каждого месяца с удельной ометаемой площади с учетом повторяемости скоростей для заданного района:

$$W_{уд}^M = \beta T \left( \sum_{V_{min}}^{V_P} V_i^3 t^* + V_P^3 \sum_{V_P}^{V_{max}} t^* \right), \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2, \quad (1)$$

где  $\beta = 2 \cdot 10^{-4}$  – коэффициент, учитывающий характеристики ветра;  $T$  – число часов работы ВЭУ в месяце, ч;  $V_i$  – средняя скорость в градации, м/с;  $V_P$  – рабочая скорость ветроустановки, м/с;  $V_{max}$  – максимальная скорость ветроустановки, м/с;  $V_{min}$  – минимальная скорость ветроустановки, м/с;  $t^*$  – повторяемость скорости ветра для данной градации.

2. Определяется полная вырабатываемая энергия для каждого месяца

$$W_{ВЭУ}^M = W_{уд}^M \frac{\pi D^2}{4}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр ветроколеса, м.

3. Определяется полная энергия, вырабатываемая ветроустановкой за год

$$W_{ВЭУ}^Г = \sum_{i=1}^n W_{ВЭУ}^M, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (3)$$

4. Построить зависимость выработанной ветроустановкой мощности от времени года  $W_{ВЭУ}^M = f(\text{месяц})$ . Определить максимум выработки энергии.

### 3.2. Пример расчета

Исходные данные:

Район Кемеровской области – город Юрга;

Тип ВЭУ – ЛМВ-500;

Номинальная мощность,  $P_{ВЭУ} = 0,5$  кВт;

Минимальная скорость вращения  $V_{\min} = 3,0$  м/с;

Рабочая скорость вращения  $V_P = 7,0$  м/с;

Максимальная скорость вращения  $V_{\max} = 30$  м/с;

Диаметр ветроколеса,  $D = 3,0$  м.

Количество энергии с удельной ометаемой площади, которую может выработать ВЭУ в январе в районе г. Юрги с учетом повторяемости ветра в этом районе:

$$W_{\text{уд}}^1 = \beta T \left( \sum_{V_{\min}}^{V_P} V_i^3 t + V_P^3 \sum_{V_P}^{V_{\max}} t^* \right) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 31 \cdot 24 \times \\ \times \left[ \left( 3^3 \cdot 0,31 + 4,5^3 \cdot 0,14 + 6,5^3 \cdot 0,05 \right) + \right. \\ \left. + 7^3 (0,05 + 0,02 + 0,01 + 0 + 0 + 0) \right] = 9,2 \text{ кВт.ч/м}^2$$

Для других месяцев расчет ведется аналогично.

Полная энергия, вырабатываемая ВЭУ в январе:

$$W_{ВЭУ}^1 = W_{\text{уд}}^1 \frac{\pi D^2}{4} = 9,2 \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 64,998 \text{ кВт.ч.}$$

Для других месяцев расчет аналогичный.

Полная энергия, которая может быть выработана ВЭУ за год в районе г. Юрга определяется суммой энергий за каждый месяц.

**Задание № 2.** Рассчитать мощность, вырабатываемую горизонтально-осевой ветроустановкой и построить зависимость вырабатываемой мощности от скорости ветра для заданного района Кемеровской области. Данные для расчета взять из табл. П.2 приложения.

Мощность, вырабатываемая ветроустановкой, отличается от мощности, развиваемой ветроколесом, на величину потерь при преобразовании утилизируемой энергии ветра в полезную энергию.

Выбор мощности ВЭУ определяется электрической нагрузкой электропотребителей, которые используются в рассматри-

ваемом объекте. При этом следует учитывать, что все они практически никогда не включаются одновременно. Поэтому расчет ведется по средним показателям электропотребления. Кроме этого, потребление электроэнергии зависит и от времени суток. Например, в ночное время суток энергопотребление, как правило, снижается, а работа ветроустановки продолжается. Таким образом, следует предусмотреть аккумулирующие установки, позволяющие накапливать энергию в период снижения потребления и далее использовать накопленную энергию в период пиковых нагрузок.

### 3.3. Методика расчета

1. Площадь, ометаемая ветроколесом равна

$$A = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ м}^2, \quad (4)$$

где  $D$  – диаметр ветроколеса, м.

2. Определяется мощность, вырабатываемая ветроустановкой:

$$P_{ВЭУ} = \rho \frac{A}{2} V_p^3 \zeta \eta_n, \text{ Вт}, \quad (5)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха, равная  $1,23 \text{ кг/м}^3$ ;  $V_p$  – рабочая скорость ветра, м/с;  $\zeta$  – коэффициент использования энергии ветра;  $\eta_n$  – коэффициент, учитывающий потери при передаче мощности от вала ветроколеса до рабочей машины (КПД ВЭУ), который определяется

$$\eta_n = \eta_p + \eta_g, \quad (6)$$

где  $\eta_p$  – КПД редуктора (механический КПД);  $\eta_g$  – КПД генератора. Для расчетов принимаем  $\eta_n = 0,8$ .

3. Мощность, вырабатываемая ветроустановкой, рассчитывается для всего диапазона скоростей, указанных в технической характеристике ВЭУ. Данные расчета мощности в интервале от  $V_{\min}$  до  $V_p$  занести в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета зависимости мощности ВЭУ от скорости ветра

|                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $V, \text{ м/с}$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $P, \text{ Вт}$  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

По данным табл. 3 построить зависимость  $P = f(V)$ , указав на ней характерные точки:  $V_{\min}, P_{\min}, V_p, P_p, V_{\max}$ .

Определить годовую выработку электроэнергии  $W_{\Gamma}$  за счет ВЭУ.

$$W_{\Gamma} = \frac{P_{\text{ВЭУ}} T}{1000} \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (7)$$

где  $T$  – время работы ветроустановки в год, ч.

4. Определить среднегодовую обеспеченность электроэнергией частного дома от ВЭУ:

$$\Xi_{\text{э}} = \frac{W_{\Gamma}}{P_{\Gamma}} 100 \%. \quad (8)$$

Данные по годовому потреблению электроэнергии частным домом  $P_{\Gamma}$  взять из расчета 5760 кВт·ч/год.

5. Сделать выводы о целесообразности использования ВЭУ для заданного района.

### 3.4. Пример расчета

Исходные данные аналогичны задаче 1.

Площадь, ометаемая ветроколесом:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 9}{4} = 7,06 \text{ м}^2.$$

Мощность, вырабатываемая ветроустановкой при рабочей скорости вращения ветроколеса:

$$P = \rho \frac{A}{2} V_p^3 \zeta \eta_n = 1,23 \frac{7,06}{2} 7^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 500,4 \text{ Вт}.$$

Аналогичным образом считается мощность для других скоростей ветра в диапазоне от  $V_{\min}$  до  $V_p$  с интервалом в 1,0 м/с.

Данные заносятся в табл. 3, по которым строится зависимость  $P = f(V)$ .

Годовая выработка электроэнергии  $W_{\Gamma}$  за счет ВЭУ при условии постоянства среднегодовой скорости ветра  $V = 7$  м/с.

$$W_{\Gamma} = \frac{P_{\text{ВЭУ}} T}{1000} = \frac{500 \cdot 8760}{1000} = 4380 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Среднегодовая обеспеченность электроэнергией частного дома от ВЭУ:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}} = \frac{W_{\Gamma}}{W_{\Gamma}} 100 \% = \frac{4380}{5760} 100 \% = 76 \%.$$

То есть потребность в электроэнергии электробытовых приборов в частном доме на 76 % может быть обеспечена за счет ветроэнергетической установки.

#### 4. Контрольные вопросы

1. Как создается ветровая энергия?
2. Что характеризует шкала Бофорта?
3. Ветроэнергетика в России.
4. Минусы и плюсы ветроэнергетики.
5. Каков ваш взгляд как эколога на ВЭС?
6. Перечислите типы электродвигателей.
7. Устройство ветроэнергетической установки
8. Что необходимо предусмотреть при проектировании ветроэнергетической установки?
9. Принципы измерения параметров ветра.
10. Основные типы ветроустановок.
11. Комбинированные ветроэнергетические системы.
12. Определение мощности ветроустановки.
13. Что такое коэффициент использования установленной мощности и отчего он зависит?
14. Что называется техническим потенциалом ветровой энергии?
15. Что называется экономическим потенциалом ветровой энергии?
16. Что такое оффшорные ветряные электростанции?

## Список использованной литературы

1. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость / П.П. Безруких. – М.: Лесная страна, 2007. – 120 с.
2. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: справочник-учебное пособие / сост. Ю.С. Васильев, П.П. Безруких, В.В. Елистратов, Г.И. Сидоренко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 250 с.
3. Кирпичникова, И.М. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие к практическим занятиям / И.М. Кирпичникова, Е.В.Соломин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 50 с.
4. Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>, свободные. – Загл. с экрана.
5. Комплексный подход в энергоэффективности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://complexeffect.com>, свободные. – Загл. с экрана.
6. Кемеровская область – метеостатистика региона [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kemerovo-meteo.ru/>, свободные. – Загл. с экрана.
7. Энергоэффективная Россия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://energohelp.net>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Группа компаний «АйТри». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.itree.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.



## Приложение

Таблица П.1

## Исходные данные для решения задания № 1

| № варианта | Район Кемеровской области | Тип ВЭУ        | Номинальная мощность, $P_n$ , кВт | Минимальная скорость вращения, $V_{\min}$ м/с | Рабочая скорость вращения, $V_p$ , м/с | Максимальная скорость вращения, $V_{\max}$ , м/с | Число лопастей | Диаметр ветроколеса, $D$ , м | Высота мачты $h$ , м |
|------------|---------------------------|----------------|-----------------------------------|---|--|--|----------------|------------------------------|----------------------|
| 0          | Юргинский                 | УВЭ-40         | 0,07                              | 3   | 6,5                                    | 25   | 3              | 1,5                          | 4                    |
| 1          | Беловский                 | ЛМВ-250        | 0,25                              | 3   | 8                                      | 30   | 3              | 1,7                          | 9                    |
| 2          | Ленинск-Кузнецкий         | ВЭУ-1          | 1                                 | 3   | 7                                      | 40   | 1              | 3                            | 10                   |
| 3          | Таштагольский             | ЛМВ-500        | 0,5                               | 3   | 7                                      | 30   | 2              | 3                            | 8                    |
| 4          | Тисульский                | ВЭТЭН-0,16     | 0,16                              | 3,5   | 7                                      | 25   | 3              | 1,6                          | 4,5                  |
| 5          | Чебулинский               | Радуга-001     | 1                                 | 3   | 8                                      | 25   | 3              | 2,2                          | 4,3                  |
| 6          | Новокузнецкий             | УВЭ-300/24-2,2 | 0,55                              | 3   | 8                                      | 25   | 3              | 2,2                          | 4,3                  |
| 7          | Междуреченский            | ВЭУ-02         | 0,2                               | 3   | 8                                      | 40   | 1              | 1,6                          | 6                    |
| 8          | Гурьевский                | УВЭ-500        | 0,5                               | 3   | 12                                     | 25   | 3              | 2,2                          | 4,5                  |
| 9          | Танай                     | ВЭС-1          | 1                                 | 3   | 7                                      | 40   | 3              | 3,6                          | 8                    |

Таблица П.2

## Эмпирическая повторяемость скоростей ветра в зоне Кузбасса

| Месяц      | Градации скоростей ветра, м/с |             |             |             |             |             |             |             |             |
|------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            | 0-1                           | 2-3         | 4-5         | 6-7         | 8-9         | 10-11       | 12-13       | 14-15       | более 16    |
|            | <b>Юргинский район</b>        |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Январь     | 0,3                           | 0,32        | 0,23        | 0,08        | 0,05        | 0,01        | 0,01        | 0           | 0           |
| Февраль    | 0,3                           | 0,33        | 0,22        | 0,09        | 0,04        | 0,01        | 0,01        | 0           | 0           |
| Март       | 0,27                          | 0,29        | 0,25        | 0,12        | 0,05        | 0,01        | 0,01        | 0           | 0           |
| Апрель     | 0,28                          | 0,3         | 0,22        | 0,1         | 0,08        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Май        | 0,27                          | 0,29        | 0,23        | 0,1         | 0,08        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Июнь       | 0,27                          | 0,31        | 0,22        | 0,1         | 0,08        | 0,02        | 0           | 0           | 0           |
| Июль       | 0,27                          | 0,29        | 0,24        | 0,1         | 0,07        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Август     | 0,28                          | 0,29        | 0,22        | 0,1         | 0,08        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Сентябрь   | 0,28                          | 0,3         | 0,24        | 0,1         | 0,05        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Октябрь    | 0,27                          | 0,29        | 0,24        | 0,1         | 0,07        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Ноябрь     | 0,28                          | 0,3         | 0,23        | 0,1         | 0,06        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0           |
| Декабрь    | 0,29                          | 0,31        | 0,23        | 0,09        | 0,06        | 0,01        | 0,01        | 0           | 0           |
| <b>Год</b> | <b>0,39</b>                   | <b>0,34</b> | <b>0,19</b> | <b>0,05</b> | <b>0,01</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    |
|            | <b>Беловский район</b>        |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Январь     | 0,04                          | 0,06        | 0,07        | 0,08        | 0,09        | 0,16        | 0,13        | 0,01        | 0,27        |
| Февраль    | 0,07                          | 0,08        | 0,09        | 0,1         | 0,18        | 0,12        | 0,1         | 0,07        | 0,19        |
| Март       | 0,1                           | 0,1         | 0,1         | 0,1         | 0,1         | 0,15        | 0,14        | 0,07        | 0,14        |
| Апрель     | 0,06                          | 0,09        | 0,1         | 0,13        | 0,12        | 0,17        | 0,12        | 0,06        | 0,15        |
| Май        | 0,08                          | 0,13        | 0,17        | 0,18        | 0,15        | 0,14        | 0,07        | 0,04        | 0,04        |
| Июнь       | 0,08                          | 0,1         | 0,18        | 0,17        | 0,14        | 0,17        | 0,09        | 0,04        | 0,03        |
| Июль       | 0,11                          | 0,16        | 0,19        | 0,19        | 0,15        | 0,13        | 0,05        | 0,02        | 0           |
| Август     | 0,08                          | 0,16        | 0,16        | 0,17        | 0,16        | 0,12        | 0,07        | 0,03        | 0,02        |
| Сентябрь   | 0,06                          | 0,11        | 0,11        | 0,18        | 0,17        | 0,15        | 0,1         | 0,04        | 0,05        |
| Октябрь    | 0,06                          | 0,1         | 0,1         | 0,16        | 0,14        | 0,16        | 0,12        | 0,06        | 0,08        |
| Ноябрь     | 0,04                          | 0,08        | 0,08        | 0,11        | 0,1         | 0,15        | 0,18        | 0,07        | 0,18        |
| Декабрь    | 0,04                          | 0,07        | 0,07        | 0,1         | 0,09        | 0,15        | 0,14        | 0,07        | 0,29        |
| <b>Год</b> | <b>0,07</b>                   | <b>0,09</b> | <b>0,13</b> | <b>0,14</b> | <b>0,13</b> | <b>0,15</b> | <b>0,11</b> | <b>0,06</b> | <b>0,12</b> |

## Продолжение табл. П.2

| Месяц      | Градации скоростей ветра, м/с  |            |             |              |             |              |              |              |          |
|------------|--------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|
|            | 0-1                            | 2-3        | 4-5         | 6-7          | 8-9         | 10-11        | 12-13        | 14-15        | более 16 |
|            | <b>Ленинск-Кузнецкий район</b> |            |             |              |             |              |              |              |          |
| Январь     | 0,19                           | 0,34       | 0,27        | 0,13         | 0,06        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Февраль    | 0,19                           | 0,39       | 0,25        | 0,11         | 0,05        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Март       | 0,19                           | 0,47       | 0,22        | 0,08         | 0,03        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Апрель     | 0,14                           | 0,34       | 0,29        | 0,16         | 0,06        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Май        | 0,14                           | 0,38       | 0,27        | 0,13         | 0,05        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        |
| Июнь       | 0,19                           | 0,41       | 0,25        | 0,1          | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Июль       | 0,24                           | 0,46       | 0,21        | 0,07         | 0,02        | 0            | 0            | 0            | 0        |
| Август     | 0,23                           | 0,47       | 0,2         | 0,07         | 0,02        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Сентябрь   | 0,2                            | 0,39       | 0,26        | 0,11         | 0,03        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Октябрь    | 0,16                           | 0,38       | 0,27        | 0,14         | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Ноябрь     | 0,15                           | 0,37       | 0,28        | 0,12         | 0,05        | 0,03         | 0            | 0            | 0        |
| Декабрь    | 0,18                           | 0,36       | 0,28        | 0,13         | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| <b>Год</b> | <b>0,18</b>                    | <b>0,4</b> | <b>0,25</b> | <b>0,11</b>  | <b>0,04</b> | <b>0,02</b>  | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b> |
|            | <b>Таштагольский район</b>     |            |             |              |             |              |              |              |          |
| Январь     | 0,46                           | 0,25       | 0,15        | 0,08         | 0,04        | 0,01         | 0,005        | 0,005        | 0        |
| Февраль    | 0,48                           | 0,26       | 0,15        | 0,06         | 0,03        | 0,01         | 0,005        | 0,004        | 0,001    |
| Март       | 0,45                           | 0,29       | 0,15        | 0,06         | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        |
| Апрель     | 0,35                           | 0,29       | 0,19        | 0,08         | 0,06        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        |
| Май        | 0,31                           | 0,32       | 0,19        | 0,1          | 0,05        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        |
| Июнь       | 0,35                           | 0,34       | 0,19        | 0,08         | 0,04        | 0            | 0            | 0            | 0        |
| Июль       | 0,42                           | 0,34       | 0,16        | 0,05         | 0,03        | 0            | 0            | 0            | 0        |
| Август     | 0,43                           | 0,33       | 0,17        | 0,05         | 0,02        | 0            | 0            | 0            | 0        |
| Сентябрь   | 0,41                           | 0,29       | 0,17        | 0,07         | 0,04        | 0,02         | 0            | 0            | 0        |
| Октябрь    | 0,35                           | 0,3        | 0,18        | 0,09         | 0,05        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        |
| Ноябрь     | 0,39                           | 0,29       | 0,17        | 0,08         | 0,04        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        |
| Декабрь    | 0,51                           | 0,25       | 0,13        | 0,06         | 0,03        | 0,01         | 0,01         | 0            | 0        |
| <b>Год</b> | <b>0,41</b>                    | <b>0,3</b> | <b>0,16</b> | <b>0,072</b> | <b>0,04</b> | <b>0,012</b> | <b>0,005</b> | <b>0,001</b> | <b>0</b> |

## Продолжение табл. П.2

| Месяц                    | Градации скоростей ветра, м/с |             |             |             |              |              |              |          |             |
|--------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|-------------|
|                          | 0-1                           | 2-3         | 4-5         | 6-7         | 8-9          | 10-11        | 12-13        | 14-15    | более<br>16 |
|                          | <b>Тисульский район</b>       |             |             |             |              |              |              |          |             |
| Январь                   | 0,53                          | 0,24        | 0,17        | 0,04        | 0,01         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Февраль                  | 0,55                          | 0,22        | 0,16        | 0,04        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Март                     | 0,49                          | 0,29        | 0,16        | 0,05        | 0,01         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Апрель                   | 0,39                          | 0,28        | 0,21        | 0,09        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Май                      | 0,4                           | 0,3         | 0,2         | 0,07        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Июнь                     | 0,41                          | 0,3         | 0,2         | 0,07        | 0,02         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Июль                     | 0,44                          | 0,32        | 0,19        | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Август                   | 0,46                          | 0,3         | 0,18        | 0,05        | 0,01         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Сентябрь                 | 0,48                          | 0,27        | 0,2         | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Октябрь                  | 0,42                          | 0,28        | 0,2         | 0,07        | 0,02         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Ноябрь                   | 0,49                          | 0,28        | 0,16        | 0,05        | 0,02         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| Декабрь                  | 0,62                          | 0,22        | 0,11        | 0,04        | 0,01         | 0            | 0            | 0        | 0           |
| <b>Год</b>               | <b>0,47</b>                   | <b>0,28</b> | <b>0,18</b> | <b>0,05</b> | <b>0,014</b> | <b>0,005</b> | <b>0,001</b> | <b>0</b> | <b>0</b>    |
| <b>Чебулинский район</b> |                               |             |             |             |              |              |              |          |             |
| Январь                   | 0,24                          | 0,28        | 0,21        | 0,13        | 0,07         | 0,04         | 0,02         | 0,01     | 0           |
| Февраль                  | 0,24                          | 0,32        | 0,23        | 0,1         | 0,05         | 0,03         | 0,02         | 0,01     | 0           |
| Март                     | 0,24                          | 0,4         | 0,23        | 0,07        | 0,02         | 0,01         | 0,01         | 0,01     | 0,01        |
| Апрель                   | 0,22                          | 0,29        | 0,26        | 0,13        | 0,06         | 0,02         | 0,01         | 0,01     | 0           |
| Май                      | 0,18                          | 0,29        | 0,27        | 0,14        | 0,07         | 0,03         | 0,01         | 0,1      | 0           |
| Июнь                     | 0,16                          | 0,33        | 0,27        | 0,13        | 0,06         | 0,03         | 0,01         | 0,01     | 0           |
| Июль                     | 0,21                          | 0,41        | 0,25        | 0,09        | 0,03         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Август                   | 0,21                          | 0,37        | 0,26        | 0,1         | 0,05         | 0,01         | 0            | 0        | 0           |
| Сентябрь                 | 0,18                          | 0,34        | 0,26        | 0,13        | 0,05         | 0,03         | 0,01         | 0        | 0           |
| Октябрь                  | 0,18                          | 0,35        | 0,26        | 0,12        | 0,06         | 0,03         | 0            | 0        | 0           |
| Ноябрь                   | 0,15                          | 0,34        | 0,3         | 0,12        | 0,04         | 0,03         | 0,01         | 0        | 0,01        |
| Декабрь                  | 0,18                          | 0,32        | 0,26        | 0,12        | 0,06         | 0,04         | 0,01         | 0,01     | 0           |
| <b>Год</b>               | <b>0,2</b>                    | <b>0,34</b> | <b>0,26</b> | <b>0,12</b> | <b>0,05</b>  | <b>0,03</b>  | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b>    |

Продолжение табл. П.2

| Месяц                       | Градации скоростей ветра, м/с |             |             |             |             |             |             |             |          |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
|                             | 0-1                           | 2-3         | 4-5         | 6-7         | 8-9         | 10-11       | 12-13       | 14-15       | более 16 |
|                             | <b>Новокузнецкий район</b>    |             |             |             |             |             |             |             |          |
| Январь                      | 0,43                          | 0,12        | 0,14        | 0,1         | 0,09        | 0,07        | 0,03        | 0,01        | 0,01     |
| Февраль                     | 0,4                           | 0,15        | 0,14        | 0,1         | 0,08        | 0,08        | 0,03        | 0,01        | 0,01     |
| Март                        | 0,32                          | 0,16        | 0,19        | 0,13        | 0,07        | 0,08        | 0,03        | 0,02        | 0        |
| Апрель                      | 0,25                          | 0,16        | 0,22        | 0,11        | 0,1         | 0,1         | 0,04        | 0,02        | 0        |
| Май                         | 0,2                           | 0,18        | 0,24        | 0,14        | 0,1         | 0,1         | 0,03        | 0,01        | 0        |
| Июнь                        | 0,24                          | 0,2         | 0,25        | 0,13        | 0,1         | 0,06        | 0,02        | 0           | 0        |
| Июль                        | 0,27                          | 0,21        | 0,23        | 0,13        | 0,07        | 0,07        | 0,02        | 0           | 0        |
| Август                      | 0,29                          | 0,22        | 0,24        | 0,11        | 0,06        | 0,05        | 0,02        | 0,01        | 0        |
| Сентябрь                    | 0,29                          | 0,18        | 0,23        | 0,12        | 0,08        | 0,08        | 0,02        | 0           | 0        |
| Октябрь                     | 0,23                          | 0,15        | 0,022       | 0,13        | 0,1         | 0,11        | 0,04        | 0,02        | 0        |
| Ноябрь                      | 0,25                          | 0,16        | 0,19        | 0,11        | 0,1         | 0,11        | 0,06        | 0,01        | 0,01     |
| Декабрь                     | 0,43                          | 0,13        | 0,15        | 0,09        | 0,07        | 0,08        | 0,03        | 0,02        | 0        |
| <b>Год</b>                  | <b>0,3</b>                    | <b>0,17</b> | <b>0,2</b>  | <b>0,12</b> | <b>0,09</b> | <b>0,08</b> | <b>0,03</b> | <b>0,01</b> | <b>0</b> |
| <b>Междуреченский район</b> |                               |             |             |             |             |             |             |             |          |
| Январь                      | 0,27                          | 0,29        | 0,17        | 0,12        | 0,07        | 0,05        | 0,02        | 0,01        | 0        |
| Февраль                     | 0,24                          | 0,31        | 0,21        | 0,12        | 0,07        | 0,03        | 0,02        | 0           | 0        |
| Март                        | 0,24                          | 0,3         | 0,23        | 0,12        | 0,06        | 0,03        | 0,02        | 0           | 0        |
| Апрель                      | 0,18                          | 0,29        | 0,24        | 0,15        | 0,08        | 0,03        | 0,02        | 0,01        | 0        |
| Май                         | 0,18                          | 0,3         | 0,24        | 0,15        | 0,08        | 0,04        | 0,01        | 0           | 0        |
| Июнь                        | 0,23                          | 0,33        | 0,23        | 0,12        | 0,06        | 0,02        | 0,01        | 0           | 0        |
| Июль                        | 0,25                          | 0,36        | 0,23        | 0,1         | 0,04        | 0,02        | 0           | 0           | 0        |
| Август                      | 0,26                          | 0,4         | 0,19        | 0,1         | 0,03        | 0,01        | 0,01        | 0           | 0        |
| Сентябрь                    | 0,23                          | 0,34        | 0,23        | 0,11        | 0,07        | 0,02        | 0           | 0           | 0        |
| Октябрь                     | 0,17                          | 0,3         | 0,22        | 0,15        | 0,1         | 0,04        | 0,02        | 0           | 0        |
| Ноябрь                      | 0,21                          | 0,26        | 0,22        | 0,16        | 0,09        | 0,04        | 0,02        | 0           | 0        |
| Декабрь                     | 0,29                          | 0,28        | 0,22        | 0,11        | 0,05        | 0,03        | 0,01        | 0,07        | 0,03     |
| <b>Год</b>                  | <b>0,23</b>                   | <b>0,31</b> | <b>0,22</b> | <b>0,13</b> | <b>0,07</b> | <b>0,03</b> | <b>0,01</b> | <b>0</b>    | <b>0</b> |

## Продолжение табл. П.2

| Месяц        | Градации скоростей ветра, м/с |             |             |             |             |             |             |          |          |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
|              | 0-1                           | 2-3         | 4-5         | 6-7         | 8-9         | 10-11       | 12-13       | 14-15    | более 16 |
|              | <b>Гурьевский район</b>       |             |             |             |             |             |             |          |          |
| Январь       | 0,27                          | 0,29        | 0,17        | 0,12        | 0,07        | 0,05        | 0,02        | 0,01     | 0        |
| Февраль      | 0,24                          | 0,31        | 0,21        | 0,12        | 0,07        | 0,03        | 0,02        | 0        | 0        |
| Март         | 0,24                          | 0,3         | 0,23        | 0,12        | 0,06        | 0,03        | 0,02        | 0        | 0        |
| Апрель       | 0,18                          | 0,29        | 0,24        | 0,15        | 0,08        | 0,03        | 0,02        | 0,01     | 0        |
| Май          | 0,18                          | 0,3         | 0,24        | 0,15        | 0,08        | 0,04        | 0,01        | 0        | 0        |
| Июнь         | 0,23                          | 0,33        | 0,23        | 0,12        | 0,06        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Июль         | 0,25                          | 0,36        | 0,23        | 0,1         | 0,04        | 0,02        | 0           | 0        | 0        |
| Август       | 0,26                          | 0,4         | 0,19        | 0,1         | 0,03        | 0,01        | 0,01        | 0        | 0        |
| Сентябрь     | 0,23                          | 0,34        | 0,23        | 0,11        | 0,07        | 0,02        | 0           | 0        | 0        |
| Октябрь      | 0,17                          | 0,3         | 0,22        | 0,15        | 0,1         | 0,04        | 0,02        | 0        | 0        |
| Ноябрь       | 0,21                          | 0,26        | 0,22        | 0,16        | 0,09        | 0,04        | 0,02        | 0        | 0        |
| Декабрь      | 0,29                          | 0,28        | 0,22        | 0,11        | 0,05        | 0,03        | 0,01        | 0,07     | 0,03     |
| <b>Год</b>   | <b>0,23</b>                   | <b>0,31</b> | <b>0,22</b> | <b>0,13</b> | <b>0,07</b> | <b>0,03</b> | <b>0,01</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |
| <b>Танай</b> |                               |             |             |             |             |             |             |          |          |
| Январь       | 0,42                          | 0,21        | 0,16        | 0,1         | 0,06        | 0,02        | 0,02        | 0,01     | 0        |
| Февраль      | 0,38                          | 0,23        | 0,14        | 0,1         | 0,08        | 0,05        | 0,02        | 0        | 0        |
| Март         | 0,44                          | 0,25        | 0,15        | 0,1         | 0,03        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Апрель       | 0,36                          | 0,26        | 0,17        | 0,1         | 0,08        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Май          | 0,34                          | 0,27        | 0,17        | 0,1         | 0,09        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Июнь         | 0,32                          | 0,27        | 0,21        | 0,1         | 0,05        | 0,03        | 0,01        | 0,01     | 0        |
| Июль         | 0,37                          | 0,31        | 0,19        | 0,1         | 0,03        | 0           | 0           | 0        | 0        |
| Август       | 0,38                          | 0,31        | 0,18        | 0,08        | 0,04        | 0,01        | 0           | 0        | 0        |
| Сентябрь     | 0,33                          | 0,29        | 0,2         | 0,1         | 0,05        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Октябрь      | 0,36                          | 0,28        | 0,2         | 0,1         | 0,03        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| Ноябрь       | 0,37                          | 0,25        | 0,16        | 0,1         | 0,08        | 0,03        | 0,01        | 0        | 0        |
| Декабрь      | 0,35                          | 0,25        | 0,18        | 0,1         | 0,09        | 0,02        | 0,01        | 0        | 0        |
| <b>Год</b>   | <b>0,37</b>                   | <b>0,27</b> | <b>0,18</b> | <b>0,1</b>  | <b>0,06</b> | <b>0,02</b> | <b>0</b>    | <b>0</b> | <b>0</b> |

Составитель

Храмцов Роман Анатольевич

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА**

Методические указания по выполнению практических работ  
по дисциплине «Возобновляемые источники энергии»  
для студентов специальности 140211 «Электроснабжение»  
всех форм обучения

Рецензент В.М. Ефременко

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 29.06.2012. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 26 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.