

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Механико-технологические дисциплины»

**Лопатин Е.И. Мельников А.Ю.**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**  
Методичное указание по выполнению курсового проекта

**Рязань  
2020**

**УДК 621.002(075.8)**

**ББК 34.5Я73**

Е.И. Лопатин, А.Ю. Мельников

«Современные проблемы электроэнергетики»: методические указания / Е.И. Лопатин, А.Ю. Мельников Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2020. – 19 с.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения специальностей 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

***Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.***

**УДК**

**621.002(075.8)**

**ББК 34.5Я73**

© Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического  
университета, 2020

## Тема курсовой работы.

Определить установленную мощность и возможную годовую выработку электроэнергии автономной гибридной солнечно-ветровой энергетической установкой (СВЭУ) в зависимости от места ее размещения, если используется ветроагрегат с диаметром ветроколеса «Д» и солнечная батарея, состоящая из «п» солнечных фотоэлектрических модулей пиковой мощностью «р».

### 1. Методические указания по выполнению курсовой работы.

Гибридная солнечно-ветровая энергетическая установка, структурная схема которой представлена на рис. 1, предназначена для электроснабжения автономных потребителей, не имеющих централизованного энергоснабжения.

Приход солнечной радиации и потенциал ветровой энергии сильно зависят от местных климатических характеристик и имеют ярко выраженный сезонный характер. Использование в одной установке двух энергоисточников (солнце и ветер) существенно повышает обеспеченность электроснабжения автономного потребителя. Основными показателями, по которым оценивается эффективность СВЭУ, является установленная мощность и возможная максимальная выработка электроэнергии за год.

Исходные данные, необходимые для выполнения курсовой работы, приведены в таблицах 1 и 2.

Другая необходимая информация дается в приложении, а значения коэффициентов и некоторых физических параметров – непосредственно в пояснениях к расчетным формулам.

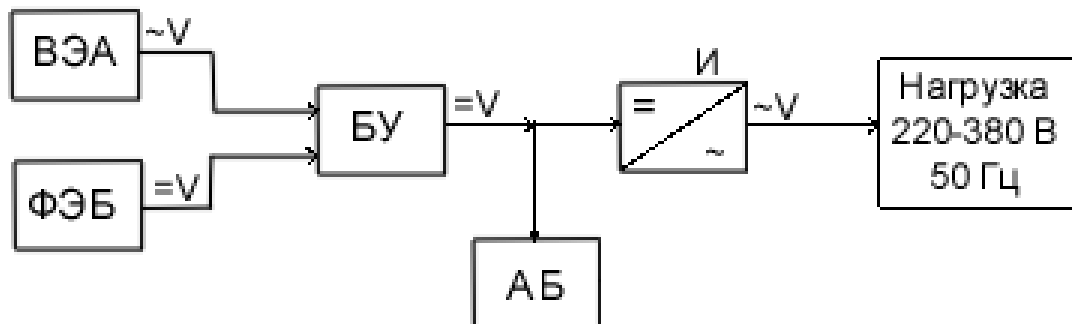


Рис. 1. Структурная схема гибридной СВЭУ для автономного электроснабжения. ВЭА — ветроэлектрический агрегат, ФЭБ — фотоэлектрическая батарея, БУ — блок управления, АБ — аккумуляторная батарея, И — инвертор.

Таблица 1.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ АГРЕГАТУ (ВЭА)  
И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ (ФЭБ).

Показатели	Обозначение	Размерность	Последняя цифра шифра									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Диаметр ветроколеса	D	м	2,5	3	5	6	8	10	12	15	20	25
Расчетная скорость ветра	$\vartheta_p$	м/с	8	8	8	9	9	10	10	12	12	12
Рабочий диапазон скоростей ветра	$\vartheta_n$ $\vartheta_{max}$	м/с	3÷20	3,5÷2 2	3,5÷2 5	4÷25	4÷25	4,5÷2 5	4,5÷2 5	5÷30	5÷30	5÷30
Высота оси ветроколеса	H	м	12	12	15	15	15	18	18	24	24	30
Пиковая мощность фотомодуля	P	Вт	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
Число фотомодулей	n	шт	6	10	16	20	24	30	40	40	50	50

Таблица 2.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ГИБРИДНОЙ УСТАНОВКИ.

Предп ослед няя цифра шифра	Место расположения установки и параметр « $\gamma$ »	Климат ически е характ еристи ки	Размерн ость	Месяц												Год	Высо та флюг ера h, м.
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	г. Астрахань $\gamma=1,5$	$V_{cp}$	м/с	5,2	5,4	5,7	5,6	5,5	4,9	4,2	4,1	4,3	4,5	5,0	5,0	5,0	11,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	56,1	77,9	122,5	161,6	187,8	197,7	184,5	189,9	164,0	124,7	80,2	46,9	1593,6	-
2	п. Джубги $\gamma=1,25$	$V_{cp}$	м/с	7,0	6,5	6,4	4,1	3,7	3,6	3,8	3,8	4,4	5,2	5,8	7,2	5,1	11,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	62,0	80,2	103,5	125,0	163,0	184,9	198,1	197,0	161,6	141,7	92,8	61,7	1571,4	-
3	г. Кашира $\gamma=1,75$	$V_{cp}$	м/с	5,2	5,3	5,0	4,6	4,2	3,7	3,5	3,4	3,9	4,5	5,2	5,3	4,5	11,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	20,6	53,0	108,4	127,6	166,3	163,0	167,7	145,0	104,6	60,7	34,8	22,0	1173,7	-
4	г. Цимлянск $\gamma=1,25$	$V_{cp}$	м/с	5,9	6,3	5,7	5,5	5,0	4,5	4,1	4,4	4,4	5,0	6,5	5,5	5,2	10,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	31,4	46,5	96,5	132,6	186,1	197,7	187,3	172,2	117,4	69,8	36	21	1294,5	-
5	г. Холмск $\gamma=1,5$	$V_{cp}$	м/с	6,8	6,1	6,2	6,9	6,3	4,6	4,3	4,4	5,8	6,8	6,7	5,5	6,0	16,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	102,2	132,7	175,4	149,1	153,7	142,2	136,6	131,5	130,4	124,2	94,8	87,2	1560,2	-
6	г. Махачкала $\gamma=1,5$	$V_{cp}$	м/с	6,2	6,5	6,6	6,7	6,0	5,4	5,1	5,6	5,6	5,8	6,6	6,2	6,0	12,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	32,1	45,1	67,5	86,0	100,1	106,1	100,1	87,1	68,5	52,0	37,0	27,7	809,3	-
7	г. Петрозаводск $\gamma=1,25$	$V_{cp}$	м/с	4,0	3,8	4,0	3,7	3,6	3,5	3,2	3,1	3,5	4,0	4,1	4,1	3,7	11,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	16,8	36,9	116,4	127,7	148,1	166,3	163,7	128,6	77,3	36,7	13,5	2,8	1034,6	-
8	п. Преображение $\gamma=1,5$	$V_{cp}$	м/с	5,0	4,6	4,3	3,9	3,7	3,5	3,0	3,0	3,8	4,1	4,3	4,7	4,0	10,8
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	169,0	171,8	173,0	138,1	127,7	109,6	109,1	121,7	144,1	147,5	130,3	139,5	1681,3	-
9	г. Петропавловск $\gamma=1,25$	$V_{cp}$	м/с	9,1	8,4	9,1	7,6	5,7	4,6	4,7	4,2	5,5	7,6	8,2	9,4	7,0	10,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	70,6	95,9	142,3	148,1	147,4	142,5	137,6	140,9	120,2	118,0	81,6	69,8	1414,9	-

0	г. Ростов-на-Дону $\gamma=1,5$	$V_{cp}$	м/с	6,5	7,0	6,8	6,4	5,6	4,6	4,3	4,2	4,4	5,4	7,0	7,0	5,8	13,0
		$E_c$	кВт*ч/м <sup>2</sup>	31,8	47,2	98,0	134,6	189,0	200,8	190,2	174,9	119,2	70,8	36,5	21,4	1314,4	

## 1.1. Мощностная характеристика ВЭА.

### 1.1.1. Расчетная мощность ВЭА.

Расчетная мощность определяется из выражения:

$$N_p = \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot g_p^3 \cdot c_p \cdot \eta_M \cdot \eta_G \cdot 10^{-3} \text{ [Вт]} \quad (1)$$

где  $\rho=1,226 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха;  
 $F=\pi D^2/4$  - ометаемая площадь ветроколеса в м<sup>2</sup>;  
 $g_p$  - расчетная скорость ветра в м/с;  
 $c_p=0,4 \div 0,45$  - коэффициент использования энергии ветра;  
 $\eta_M=0,85 \div 0,9$  - КПД мультипликатора;  
 $\eta_G=0,7 \div 0,95$  - КПД генератора.

Значения  $D$  и  $g_p$  выбираются из таблицы 1.

Меньшие значение  $c_p$ ,  $\eta_M$  и  $\eta_G$  принимаются для ВЭА с  $D \leq 8$  м, а большие – для  $D > 8$  м.

### 1.1.2. Построение мощностной характеристики ВЭА.

Мощностная характеристика ВЭА определяется расчетом:

$$N_{ВЭА} = \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot c_p \cdot \eta_M \cdot \eta_G \cdot g^3 \cdot 10^{-3} \text{ [Вт]} \quad (2)$$

где  $g$  - скорость ветра.

Причем необходимо учитывать специфику работы ВЭУ, которая заключается в том, что при:

$$\begin{aligned} 0 < g \leq g_H &\rightarrow N_{ВЭА} = 0; \\ g_p \leq g \leq g_{\max} &\rightarrow N_{ВЭА} = N_p; \\ g > g_{\max} &\rightarrow N_{ВЭА} \approx 0. \end{aligned}$$

По выражению (2) проводится вычисление  $N_{ВЭА}$ , заполняется таблица 3 и строится (на миллиметровке) график расчетной мощностной характеристики вида  $N_{ВЭА}=f(g)$  (рис.2).

Таблица 3.

ЗНАЧЕНИЯ  $N_{ВЭА}$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА.

$g$ , м/с	0	2	4	6	8	10	12	14
$N_{ВЭА}$ , кВт								
$g$ , м/с	16	18	20	22	24	26	28	30
$N_{ВЭА}$ , кВт								

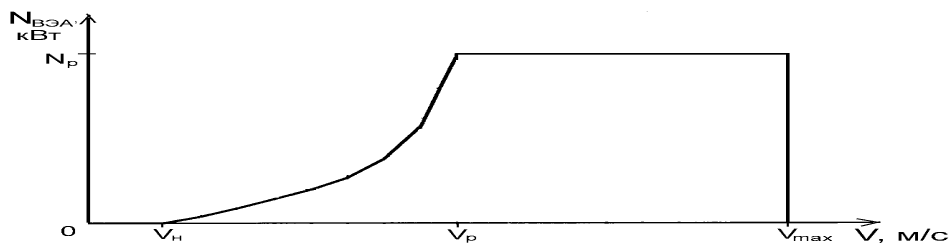


РИС.2. ВИД МОЩНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЭА.

### 1.2. Расчетная мощность ФЭБ.

Расчетная (пиковая) мощность ФЭБ определяется из выражения (3).

$$N_{\text{ФЭБ}} = \frac{n \cdot P_{\text{пик}}}{1000} \text{ кВт} \quad (3)$$

Здесь  $n$  – число фотомодулей в ФЭБ;  $P_{\text{пик}}$  – пиковая мощность фотомодулей (Вт).

Численное значение  $n$  и  $P_{\text{пик}}$  выбираются из табл. 1.

## 2. Расчет годовой выработки электроэнергии гибридной СВЭУ.

Среднегодовая выработка электроэнергии гибридной СВЭУ определяется как сумма выработанной электроэнергии по месяцам от двух независимых энергоисточников ВЭА и ФЭБ. Потому задача сводится к определению среднемесячной выработки электроэнергии каждым источником с последующим суммированием результата для получения вероятного значения годовой выработки электроэнергии автономной СВЭУ.

### 2.1. Годовая выработка электроэнергии ВЭА.

Для расчета годовой выработки электроэнергии требуется иметь мощностную характеристику ВЭА (рис.2) и дифференциальную

$$t_i(\vartheta_i), i = 1, \dots, n.$$

повторяемость скоростей ветра вида

Среднепериодные скорости ветра (табл.2) должны быть пересчитаны на заданную высоту ВЭА ( $H$ ) по формуле:

$$\vartheta_H = \vartheta_n \left( \frac{H}{h} \right)^{\bar{m}}, \quad \bar{m} = 0,6 \bar{\vartheta}^{0,77},$$

где

$\bar{\vartheta}$  - среднепериодная скорость ветра на высоте флюгера ( $h$ ).

Значение  $t_i(\vartheta_i)$  принимается из условия распределения Вейбулла в зависимости от значения параметра ( $\gamma$ ) (см. Приложение 1÷3).

Среднепериодные скорости ветра (среднемесячные и среднегодовые) и параметр ( $\gamma$ ) приведены в табл. 2 и берутся согласно вариантов задания на курсовую работу.



Из расчетной мощностной характеристики ВЭА (рис.2) следует, что в диапазоне скоростей ветра  $\vartheta_H \geq \vartheta_i \geq \vartheta_{\max}$  его мощность равна нулю.

Собственная выработка ВЭА в течении каждого месяца ( $N_{\text{ВЭА}}^{\text{мес}}$ ) и года ( $N_{\text{ВЭА}}^{\text{год}}$ ) по формулам:

$$W_{\text{ВЭА}}^{\text{мес}} = \sum_{i=1}^k N_{\text{ВЭА}}(V_i) \cdot t_i(V_i) \cdot T_{\text{мес}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{мес}}$  – число часов в расчетном месяце.

$$W_{\text{ВЭА}}^{\text{год}} = \sum_{i=1}^k W_{\text{ВЭА}}^{\text{мес}} \quad (5)$$

или

$$W_{\text{ВЭА}}^{\text{год}} = \sum_{i=1}^k N_{\text{ВЭА}}(V_i) \cdot t_i(V_i) \cdot T_{\text{год}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{год}} = 8760$  час.

На основании данных таблицы Приложения 2 определим число часов простоя ВЭА в год ( $t_{\text{пр}}$ ), число часов работы ВЭА ( $t_{\text{раб}}$ ) и числа часов использования установленной мощности ( $t_{\text{уст}}$ ):

$$t_{\text{пр}} = \left( \sum_{v=1}^{v \leq v_H} t_i(v_i) + \sum_{v=25}^{v > v_{\max}} t_i(v_i) \right) T_{\text{год}} \quad (7)$$

$$t_{\text{раб}} = T_{\text{год}} - t_{\text{пр}} \quad (8)$$

$$t_{\text{уст}} = \frac{W_{\text{ВЭА}}^{\text{год}}}{N_{\text{уст}}} \quad (9)$$

Полученные результаты расчета  $W_{\text{ВЭА}}^{\text{мес}}$  и  $W_{\text{ВЭА}}^{\text{год}}$  занести в таблицу 4.

Количество электрической энергии, вырабатываемой солнечной фотоэлектрической батареей.

где  $P_{\text{пик}}$  - пиковая мощность ФЭБ;  
 $P_{\text{с.пик}}=1000 \text{ Вт/м}^2$  - пиковая мощность солнечной радиации при стандартных условиях;  
 $\eta$  - эквивалентная средняя эффективность преобразования солнечной энергии;  
 $\eta_{\text{эт}}$  - КПД эталонного фотоэлектрического модуля;  
 $E_{\text{с}}$  - среднепериодная суммарная энергетическая освещенность в плоскости фотоэлектрического модуля определяется из таблицы 2.  
 Если обозначить:

$$E_{\Phi \Delta B} = K_p \cdot T_{col} \cdot P_{\text{ник}} \quad \text{TO} \quad (11)$$

Большие значения  $K_p$  соответствуют работе ФЭБ в условиях горной местности и больших значениях энергетической освещенности  $E_c$ .

Провести вычисления, заполнить таблицу 4 помесечной и среднегодовой выработки электроэнергии гибридной ветро-солнечной установкой и построить гистограмму выработки электроэнергии по месяцам в течение года (рис.3).

Таблица 4.

**ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ГИБРИДНОЙ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ  
УСТАНОВКОЙ.**

[illegible]



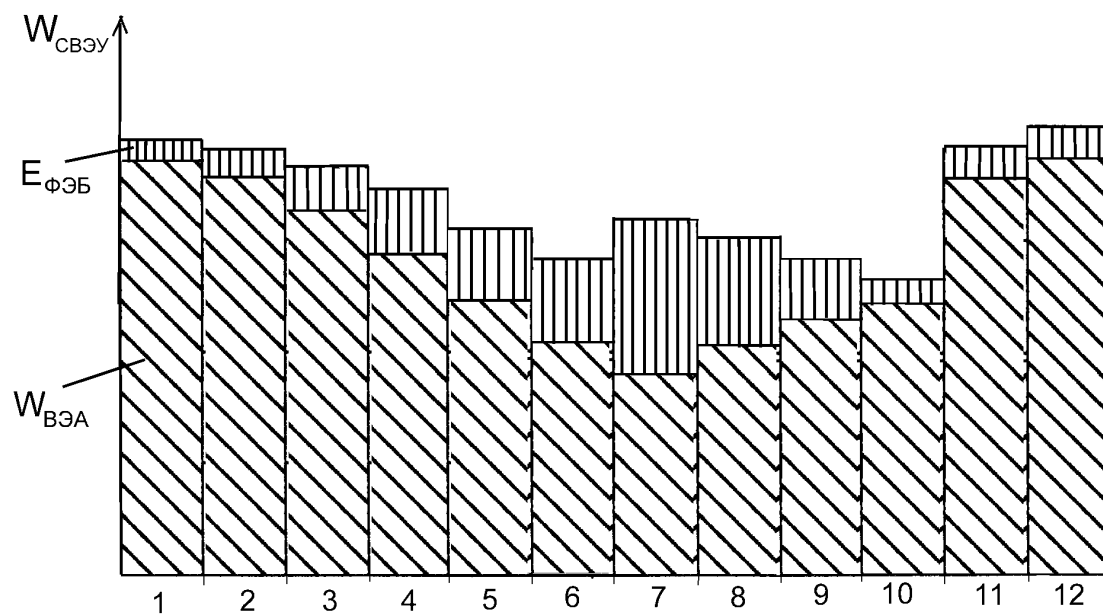


РИС. 3. ГИСТОГРАММА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПО МЕСЯЦАМ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## ПОВТОРЯЕМОСТИ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПО ВЕЙБУЛЛУ И $\gamma=1.25$

[illegible]

Y=1.25

Скорост ь ветра	СРЕДНЕПЕРИОДНЫЕ СКОРОСТИ ВЕТРА													
	6.75	7	7.25	7.5	7.75	8.0	8.25	8.5	8.75	9	9.25	9.5	9.75	10
1	0.096	0.092	0.089	0.086	0.082	0.079	0.076	0.074	0.071	0.069	0.067	0.065	0.063	0.061
2	0.102	0.098	0.095	0.092	0.089	0.086	0.083	0.081	0.078	0.076	0.074	0.071	0.069	0.068
3	0.099	0.096	0.093	0.091	0.088	0.085	0.083	0.081	0.079	0.076	0.075	0.073	0.071	0.069
4	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.076	0.074	0.073	0.071	0.069	0.068
5	0.084	0.082	0.081	0.079	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.065
6	0.075	0.074	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064	0.063	0.062
7	0.066	0.065	0.065	0.065	0.064	0.064	0.063	0.062	0.062	0.061	0.060	0.060	0.059	0.058
8	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.056	0.056	0.056	0.055	0.055	0.054
9	0.049	0.050	0.050	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.050	0.050	0.050
10	0.042	0.043	0.044	0.044	0.045	0.045	0.045	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
11	0.036	0.037	0.038	0.038	0.039	0.040	0.040	0.041	0.041	0.041	0.041	0.042	0.042	0.042
12	0.030	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.035	0.036	0.036	0.037	0.037	0.037	0.038	0.038
13	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.032	0.033	0.033	0.034	0.034	0.034
14	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.028	0.029	0.030	0.030	0.030	0.031
15	0.017	0.018	0.020	0.021	0.022	0.023	0.023	0.024	0.025	0.026	0.026	0.027	0.027	0.028
16	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.024	0.025
17	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.020	0.020	0.021	0.022	0.022
18	0.010	0.011	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.018	0.019	0.019	0.020
19	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.017
20	0.006	0.007	0.008	0.009	0.009	0.010	0.011	0.012	0.012	0.013	0.014	0.014	0.015	0.015
21	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.009	0.009	0.010	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.014
22	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011	0.012
23	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009	0.009	0.010	0.011
24	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009	0.009
25	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008
26	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007
27	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
28	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005
29	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005
30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

# ПОВТОРЯЕМОСТИ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПО ВЕЙБУЛЛУ И $\gamma=1.5$

[illegible]

Y=1.5

Скорость ветра	СРЕДНЕПЕРИОДНЫЕ СКОРОСТИ ВЕТРА													
	6.75	7	7.25	7.5	7.75	8.0	8.25	8.5	8.75	9	9.25	9.5	9.75	10
1	0.070	0.066	0.063	0.060	0.057	0.055	0.052	0.050	0.048	0.046	0.044	0.043	0.041	0.040
2	0.090	0.086	0.082	0.079	0.075	0.072	0.069	0.067	0.064	0.062	0.059	0.057	0.055	0.053
3	0.099	0.095	0.091	0.087	0.084	0.081	0.078	0.075	0.072	0.070	0.068	0.065	0.063	0.061
4	0.099	0.096	0.093	0.090	0.087	0.084	0.081	0.079	0.076	0.074	0.072	0.069	0.067	0.065
5	0.095	0.093	0.090	0.088	0.085	0.083	0.081	0.079	0.077	0.075	0.073	0.071	0.069	0.067
6	0.088	0.086	0.085	0.083	0.081	0.080	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072	0.070	0.068	0.067
7	0.078	0.078	0.077	0.076	0.076	0.075	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069	0.068	0.066	0.065
8	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.068	0.068	0.067	0.066	0.066	0.065	0.064	0.063	0.062
9	0.059	0.060	0.060	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.060	0.060	0.059	0.059
10	0.049	0.051	0.052	0.053	0.054	0.054	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
11	0.041	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.049	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
12	0.033	0.035	0.037	0.038	0.040	0.041	0.042	0.043	0.043	0.044	0.045	0.045	0.045	0.046
13	0.027	0.029	0.030	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039	0.040	0.040	0.041	0.041
14	0.021	0.023	0.025	0.026	0.028	0.029	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.035	0.036	0.037
15	0.017	0.018	0.020	0.021	0.023	0.024	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.033
16	0.013	0.014	0.016	0.017	0.019	0.020	0.021	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029
17	0.010	0.011	0.012	0.014	0.015	0.016	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025
18	0.007	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022
19	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019
20	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016
21	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014
22	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.008	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012
23	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.008	0.008	0.009	0.010
24	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.008
25	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007
26	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006
27	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
28	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

# ПОВТОРЯЕМОСТИ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПО ВЕЙБУЛЛУ И $\gamma=1.75$

[illegible]

	<b>Y=1.75</b>													
Скорость ветра	СРЕДНЕПЕРИОДНЫЕ СКОРОСТИ ВЕТРА													
	<b>6.75</b>	<b>7</b>	<b>7.25</b>	<b>7.5</b>	<b>7.75</b>	<b>8.0</b>	<b>8.25</b>	<b>8.5</b>	<b>8.75</b>	<b>9</b>	<b>9.25</b>	<b>9.5</b>	<b>9.75</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0.049	0.046	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035	0.033	0.031	0.030	0.029	0.027	0.026	0.025
<b>2</b>	0.077	0.073	0.069	0.065	0.062	0.059	0.056	0.053	0.051	0.048	0.046	0.044	0.042	0.041
<b>3</b>	0.094	0.090	0.085	0.081	0.077	0.074	0.070	0.067	0.064	0.062	0.059	0.057	0.054	0.052
<b>4</b>	0.103	0.099	0.094	0.090	0.087	0.083	0.080	0.077	0.074	0.071	0.068	0.066	0.063	0.061
<b>5</b>	0.104	0.101	0.097	0.094	0.091	0.088	0.085	0.082	0.079	0.076	0.074	0.071	0.069	0.067
<b>6</b>	0.100	0.097	0.095	0.093	0.090	0.088	0.085	0.083	0.081	0.078	0.076	0.074	0.072	0.070
<b>7</b>	0.091	0.090	0.089	0.088	0.086	0.085	0.083	0.081	0.079	0.078	0.076	0.074	0.072	0.071
<b>8</b>	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.079	0.078	0.077	0.076	0.075	0.073	0.072	0.071	0.070
<b>9</b>	0.068	0.069	0.070	0.071	0.071	0.072	0.071	0.071	0.071	0.070	0.069	0.069	0.068	0.067
<b>10</b>	0.056	0.058	0.060	0.061	0.062	0.063	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.063
<b>11</b>	0.045	0.047	0.050	0.052	0.053	0.055	0.056	0.057	0.057	0.058	0.058	0.058	0.059	0.058
<b>12</b>	0.035	0.038	0.040	0.042	0.044	0.046	0.048	0.049	0.050	0.051	0.052	0.052	0.053	0.053
<b>13</b>	0.027	0.029	0.032	0.034	0.036	0.038	0.040	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048
<b>14</b>	0.020	0.022	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.036	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042
<b>15</b>	0.014	0.016	0.019	0.021	0.023	0.025	0.027	0.028	0.030	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037
<b>16</b>	0.010	0.012	0.014	0.016	0.017	0.019	0.021	0.023	0.025	0.026	0.028	0.029	0.031	0.032
<b>17</b>	0.007	0.008	0.010	0.012	0.013	0.015	0.017	0.018	0.020	0.021	0.023	0.024	0.026	0.027
<b>18</b>	0.005	0.006	0.007	0.008	0.010	0.011	0.013	0.014	0.016	0.017	0.019	0.020	0.021	0.023
<b>19</b>	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.010	0.011	0.012	0.014	0.015	0.016	0.018	0.019
<b>20</b>	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015
<b>21</b>	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.013
<b>22</b>	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010
<b>23</b>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008
<b>24</b>	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006
<b>25</b>	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
<b>26</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004
<b>27</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
<b>28</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
<b>29</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
<b>30</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001

