



НИУ «МЭИ»

Каф. «Гидроэнергетика
и Возобновляемые
Источники Энергии»
(ГВИЭ)

Указания по выполнению расчетных заданий по курсу

**«Инженерная гидрология» и «Физические основы
использования возобновляемых источников энергии»**

Лектор:

Евгений Витальевич Игнатьев

к.т.н., ассистент каф. «Гидроэнергетика и
Возобновляемые Источники Энергии» (ГВИЭ)

E-mail:

jeniya_ig@mail.ru

IgnatyevYV@mpei.ru



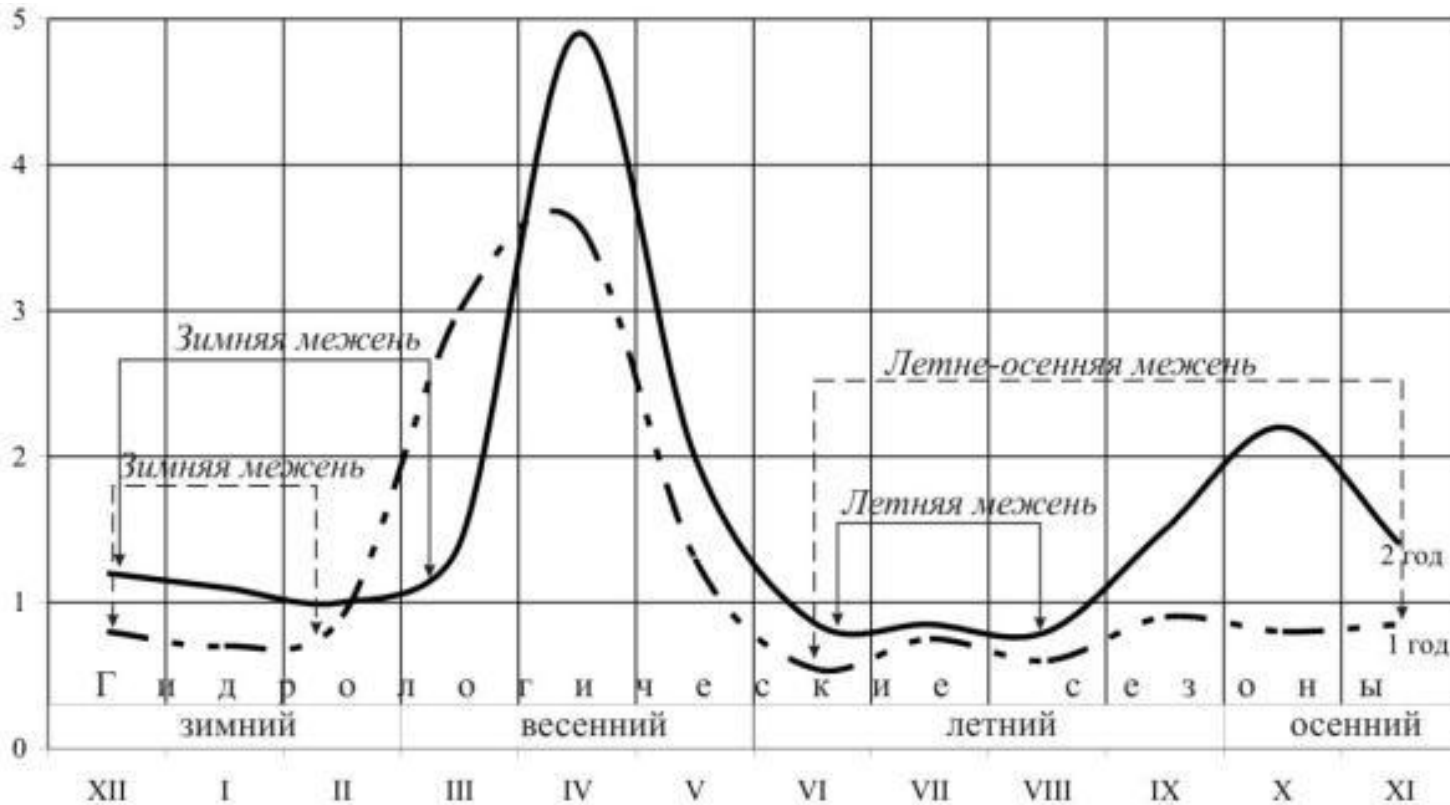
Расчетное задание №1

Расчетное задание №1 «Построение гидрографов, графиков продолжительности и частоты расхода воды реки в заданном створе»

Гидрограф реки

Гидрограф реки – это хронологическая зависимость изменения расхода воды во времени в данном створе реки.

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$



t,
мес.

Типы гидрографов реки

Гидрограф календарного года – с января по декабрь;

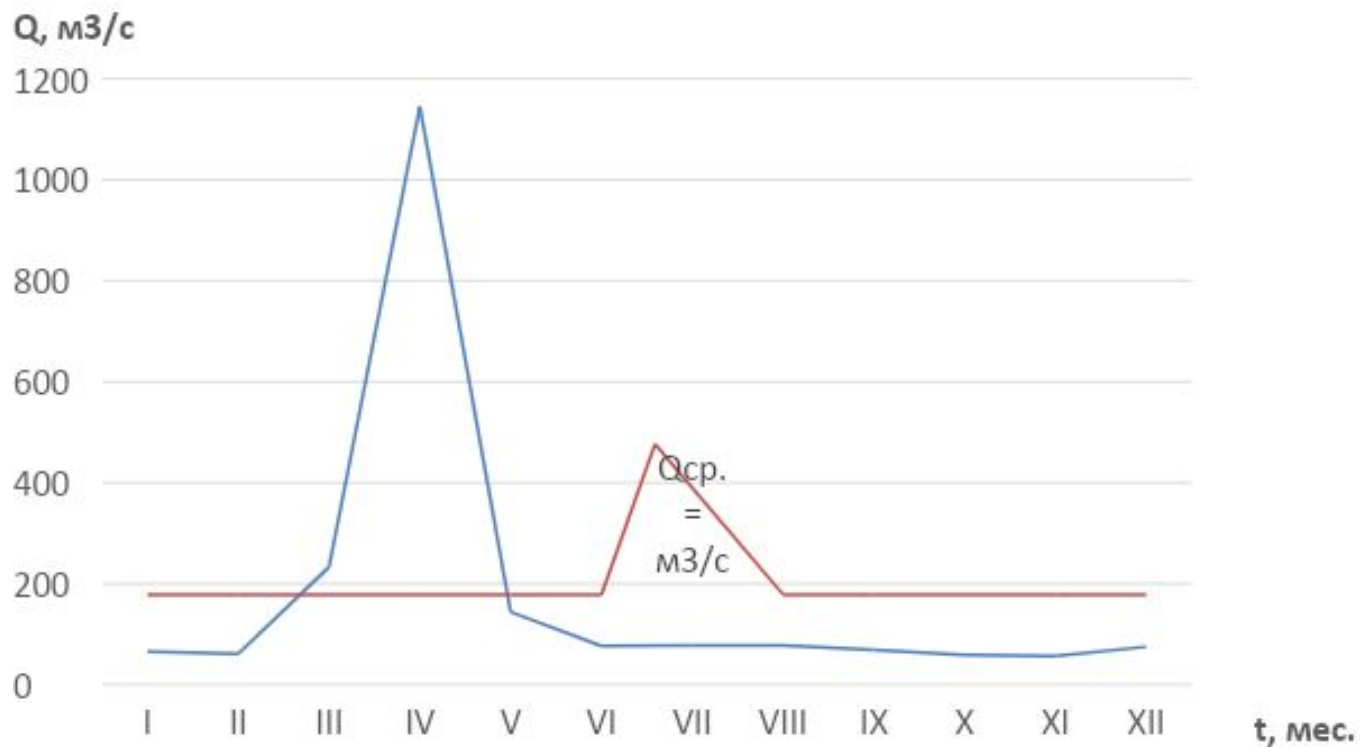
Гидрограф водохозяйственного года – 12 месяцев с начала половодья;

Гидрограф гидрологического года – 12 месяцев с начала

Годы Межень.	Месяцы											
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1906-1907	161	53	80	78	66	66	75	78	66	61	233	1145
1907-1908	144	77	78	78	69	59	57	75	56	95	130	1315

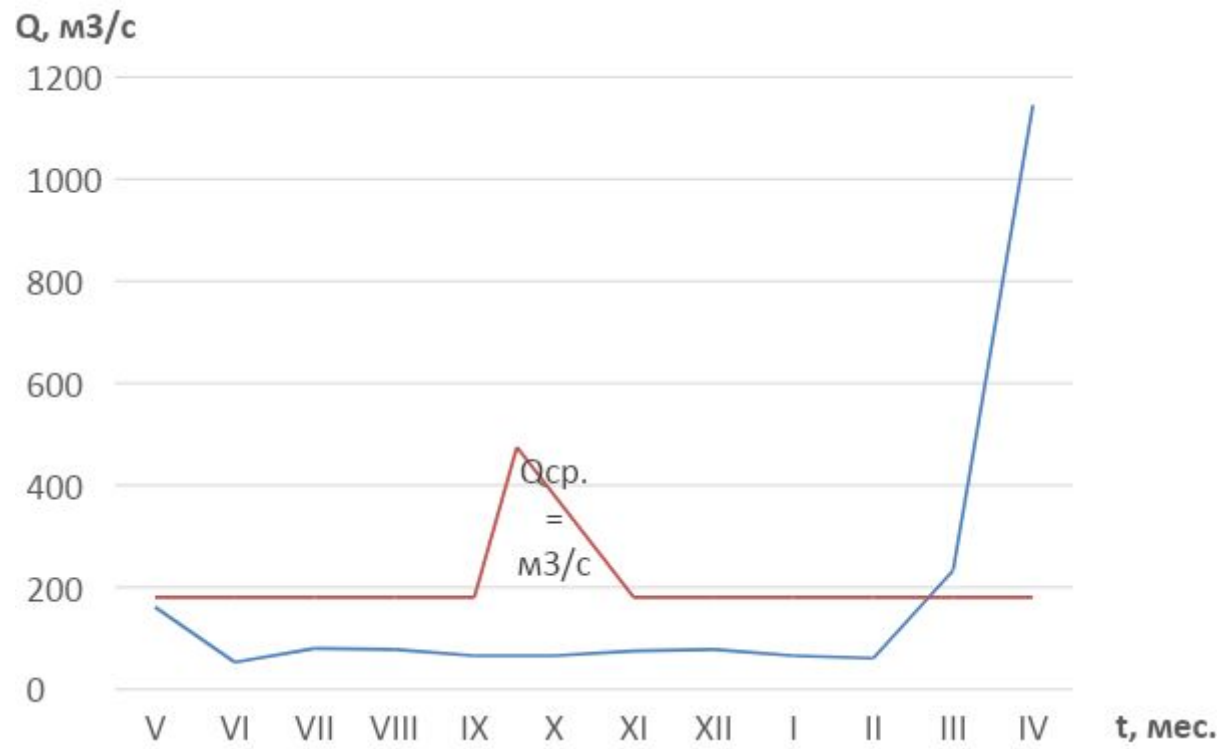
Гидрограф календарного года

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1907	66	61	233	1145	144	77	78	78	69	59	57	75	178,5



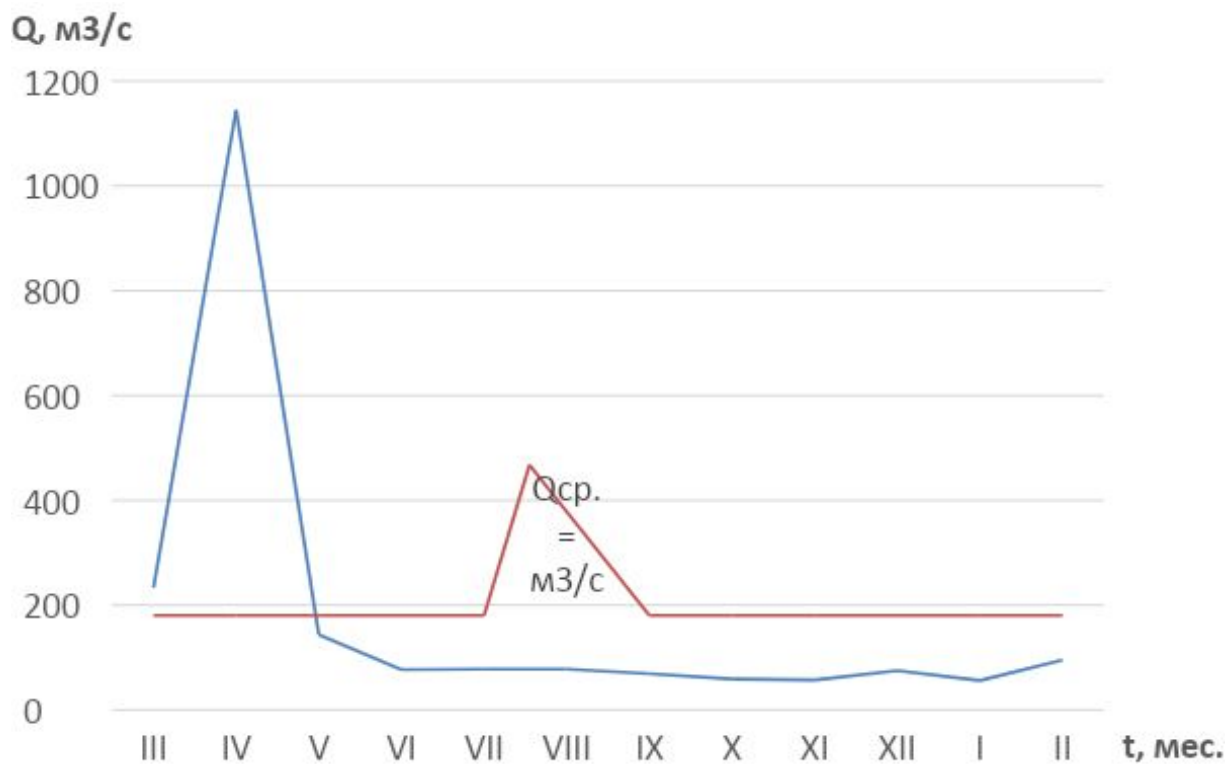
Гидрограф гидрологического года

Год	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
1906-1907	161	53	80	78	66	66	75	78	66	61	233	1145	180,17



Гидрограф водохозяйственного года

Год	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	
1907-1908	233	1145	144	77	78	78	69	59	57	75	56	95	180,50



Построение графика продолжительности и частоты

Пример:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	50	50	50	50	70	100	100	90	60	40	40	40

График продолжительности:

$t_i(Q_i) = n(Q_i) + t_{i-1}(Q_{i-1})$ - в абс. единицах

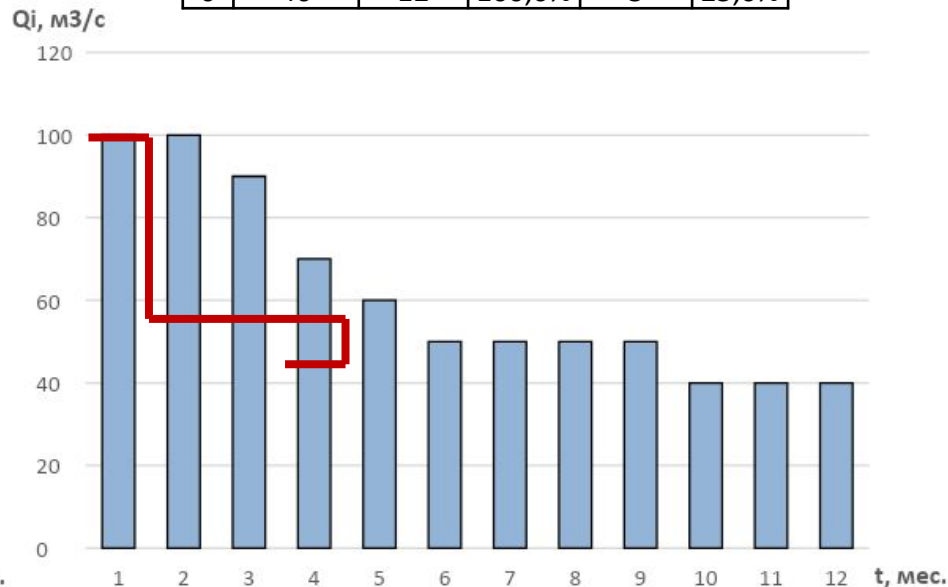
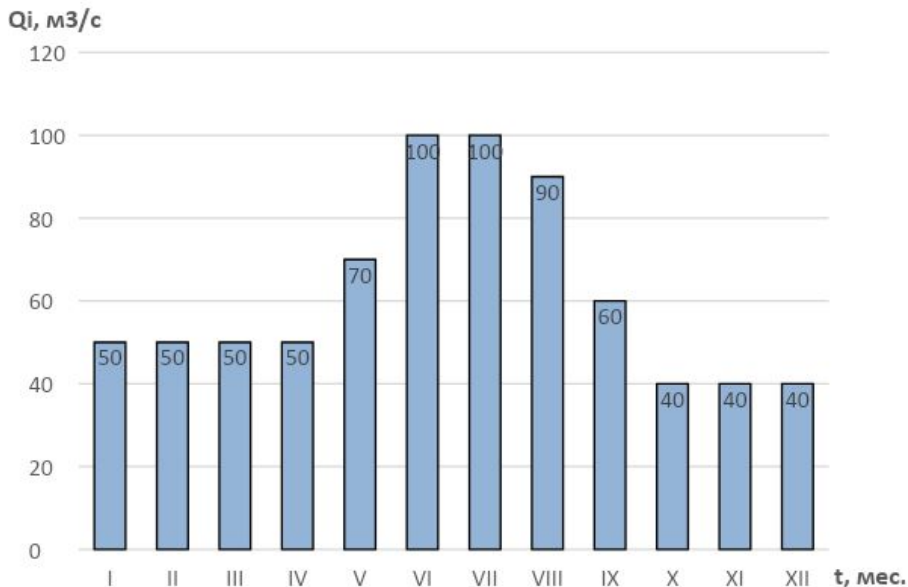
$\frac{t_i(Q_i)}{12} \times 100\%$ - в отн. единицах

График частоты:

$\tau_i(Q_i) = t_i(Q_i) - t_{i-1}(Q_{i-1})$ - в абс. единицах

$\frac{\tau_i(Q_i)}{12} \times 100\%$ - в отн. единицах

№	$Q_i, \text{ м}^3/\text{с}$	Гр-к продолж.		Гр-к частоты	
		$t_i, \text{ мес.}$	$t_i, \%$	$\tau_i, \text{ мес.}$	$\tau_i, \%$
1	100	2	16,7%	-	-
2	90	3	25,0%	1	8,3%
3	70	4	33,3%	1	8,3%
4	60	5	41,7%	1	8,3%
5	50	9	75,0%	4	33,3%
6	40	12	100,0%	3	25,0%





Расчетное задание №2

Расчетное задание №2

**«Расчет годового стока реки заданной обеспеченности
в заданном створе за расчетный период»**

Обработка исходных данных

В качестве исходных данных для расчета годового стока реки заданной обеспеченности используется гидрограф расходов воды за заданный период (исходные данные для выполнения расчетного задания №1).

Годы	Месяцы												
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	
1906-1907	161	53	80	78	66	66	75	78	66	61	233	1145	180,17
1907-1908	144	77	78	78	69	59	57	75	56	95	130	1315	186,08
1908-1909	115	82	84	82	57	62	69	72	62	40	432	819	164,67
1909-1910	145	89	83	57	48	44	46	61	60	105	201	305	103,67
1910-1911	97	71	68	68	68	63	95	67	29	35	465	527	137,75
1911-1912	92	61	80	82	41	56	62	47	87	105	875	485	172,75
1912-1913	115	101	95	85	61	71	85	75	105	85	805	255	161,50
1913-1914	82	60	78	90	77	71	85	95	100	99	215	205	104,75
1914-1915	98	77	80	78	75	72	81	85	58	111	1175	768	229,83
1915-1916	140	88	67	61	58	53	76	95	95	94	331	765	160,25
1916-1917	115	79	53	55	56	63	83	72	93	63	476	1705	242,75
1917-1918	132	85	73	75	97	85	94	97	58	58	608	500	163,50

Расчет статистических показателей

Для каждого заданного года рассчитывается значение среднегодового расхода - $\bar{Q}_{\Gamma i}$, м³/с.

$\bar{Q}_{\Gamma i} = \frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^N Q_i$, где Q_i - значение расхода воды в i -й месяц рассматриваемого периода.

Далее проводится расчет трех статистических показателей:

$\bar{Q}_0 = 1/n \times \sum_{i=1}^N \bar{Q}_{\Gamma i}$ - среднемноголетний расход, м³/с;

$C_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (k_i - 1)^2}{n-1}}$ - коэффициент вариации, о.е.;

$C_S = \frac{n \times \sum_{i=1}^N (k_i - 1)^3}{(n-1)(n-2) \cdot C_V^3}$ - коэффициент асимметрии, о.е.;

Где $k_i = \frac{\bar{Q}_{\Gamma i}}{\bar{Q}_0}$ - относительное значение среднегодового расхода, о.е.

Расчет статистических показателей

Рекомендуется вести расчет в табличной форме:

180,17	1,08	0,08	0,01	0,00
186,08	1,11	0,11	0,01	0,00
164,67	0,98	-0,02	0,00	0,00
103,67	0,62	-0,38	0,14	-0,06
137,75	0,82	-0,18	0,03	-0,01
172,75	1,03	0,03	0,00	0,00
161,50	0,97	-0,03	0,00	0,00
104,75	0,63	-0,37	0,14	-0,05
229,83	1,37	0,37	0,14	0,05
160,25	0,96	-0,04	0,00	0,00
242,75	1,45	0,45	0,20	0,09
163,50	0,98	-0,02	0,00	0,00
			$\Sigma 0,68$	$\Sigma 0,03$

$$C_V = 0,24; C_S = 0,26; C_S/C_V \approx 1.$$

Определение расчетного блока модульных коэффициентов

Далее в соответствии с полученным соотношением C_S к C_V определяем модульные коэффициенты (по табл. П.1 из задания):

C_V , о.е.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
P, %	Для $C_S \sim C_V$											
1	1,24	1,49	1,75	2,03	2,31	2,59	2,87	3,15	3,45	3,78	-	-
3	1,19	1,39	1,59	1,81	2,03	2,27	2,51	2,75	3,02	3,32	-	-
5	1,17	1,34	1,52	1,7	1,9	2,1	2,31	2,52	2,76	3,14	-	-
10	1,13	1,26	1,39	1,53	1,68	1,83	1,99	2,16	2,35	2,57	-	-
20	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51	1,59	1,69	1,78	1,88	-	-
...												
90	0,88	0,75	0,63	0,5	0,38	0,26	0,17	0,09	0,04	0,02	-	-
95	0,84	0,68	0,53	0,38	0,26	0,15	0,08	0,04	0,01	0	-	-
97	0,82	0,64	0,48	0,33	0,21	0,11	0,05	0,02	0	0	-	-
99	0,78	0,57	0,38	0,23	0,12	0,05	0,01	0	0	0	-	-

Выбирается наиболее близкое отношение C_S/C_V из имеющегося ряда: 1; 1,5; 2; 3.

В соответствии с соотношением выбирается блок модульных коэффициентов.

Определение расчетного блока модульных коэффициентов

Значение C_V определяется с точностью до двух знаков после запятой - X,XX

Для определения ряда модульных коэффициентов требуется провести линейную интерполяцию ряда (в случае, если C_V не равно X,X0).

C_V , о.е.	0,2	0,24	0,3
P, %	Для $C_S \sim C_V$		
1	1,49	1,59	1,75
3	1,39	1,47	1,59
5	1,34	1,41	1,52
10	1,26	1,31	1,39
20	1,17	1,20	1,25
...
90	0,75	0,70	0,63
95	0,68	0,62	0,53
97	0,64	0,58	0,48
99	0,57	0,50	0,38

Координаты теоретической и эмпирической кривых обеспеченности

● Определяются координаты теоретической кривой обеспеченности (ТКО):

P, %	1	3	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99
K_i , о.е.	1,59	1,47	1,41	1,31	1,20	1,15	1,12	1,05	0,99	0,92	0,87	0,83	0,80	0,70	0,62	0,58	0,50
Q_{Γ_i} , м ³ /с	266	245	236	219	201	193	187	175	166	155	145	139	133	118	104	97	83

$$Q_{\Gamma_i} = K_i \cdot \bar{Q}_0$$

Определяются координаты эмпирической кривой обеспеченности (ЭКО):

Координаты по оси обеспеченности:

$$P(m) = \frac{m}{n+1} \times 100\%,$$

где m – номер значения из ряда \bar{Q}_{Γ_i} ,

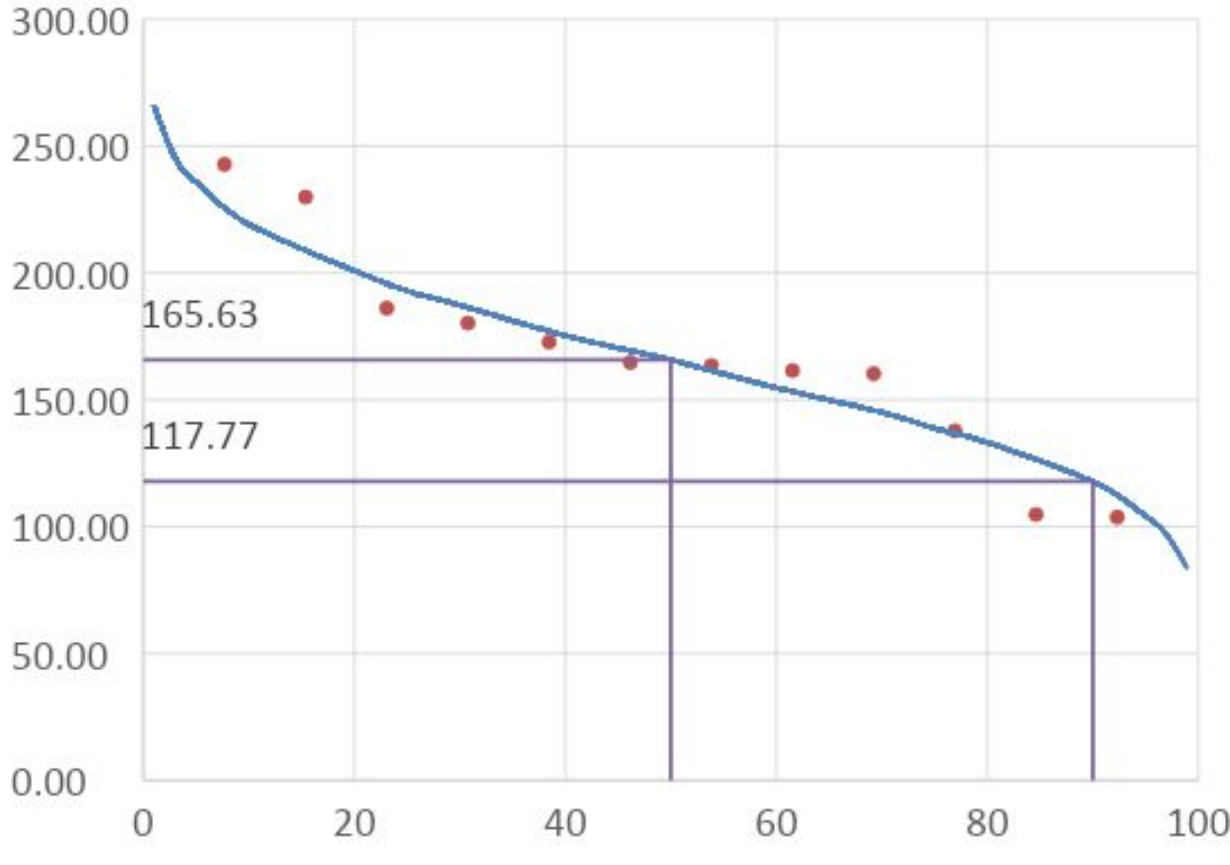
n – число значений в ряду.

m	Год		P(m), %
1	1907-1908	242,75	7,69
2	1909-1910	229,83	15,38
3	1916-1917	186,08	23,08
4	1917-1918	180,17	30,77
5	1912-1913	172,75	38,46
6	1915-1916	164,67	46,15
7	1906-1907	163,50	53,85
8	1911-1912	161,50	61,54
9	1908-1909	160,25	69,23
10	1913-1914	137,75	76,92
11	1910-1911	104,75	84,62
12	1914-1915	103,67	92,31

Координаты теоретической и эмпирической кривых обеспеченности

● Построение ТКО и ЭКО в координатах $\bar{Q}_{\Gamma i}(P)$:

$Q_i, \text{ м}^3/\text{с}$ [сделать вывод о возможности аппроксимации ЭКО с помощью ТКО]



$$Q_{50\%} = 165,63 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{90\%} = 117,77 \text{ м}^3/\text{с}$$



Расчетное задание №3

Расчетное задание №3

«Выбор расчетного маловодного и средневодного года заданной обеспеченности реки в заданном створе за расчетный период»

Обработка исходных данных

В качестве исходных данных для расчета годового стока реки заданной обеспеченности используется гидрограф расходов воды за заданный период (исходные данные для выполнения расчетного задания №1).

Годы	Месяцы												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
1956-1957	1780	3250	2020	624	389	910	988	600	163	111	103	102	920,0
1957-1958	988	3200	1500	588	403	417	600	564	229	148	118	106	738,4
1958-1959	1040	3650	3230	808	596	365	513	295	212	156	128	112	925,4
1959-1960	1660	4130	2220	695	486	624	509	168	168	146	123	110	919,9
1960-1961	1070	4650	2710	855	670	732	460	433	209	168	140	145	1 020,2
1961-1962	3740	3750	1910	600	500	960	890	417	276	208	151	145	1 128,9
1962-1963	2460	4180	1150	351	229	193	760	177	165	142	120	127	837,8
1963-1964	849	4000	1520	373	362	926	789	1200	189	153	106	100	880,6
1964-1965	600	5200	1960	532	383	230	330	224	228	178	143	145	846,1
1965-1966	1320	5130	914	254	176	1030	795	365	231	180	127	120	886,8
1966-1967	1080	6890	4570	842	385	210	221	174	157	105	93	100	1 235,6
1967-1968	1790	2830	950	1190	475	605	612	270	145	112	87	248	776,2
1968-1969	1850	2740	610	344	470	278	250	171	140	98	75	93	593,3
1969-1970	1050	6070	3610	434	468	660	1140	568	344	120	95	109	1 222,3
1970-1971	1920	3900	2460	435	560	363	730	300	199	172	101	94	936,2
1971-1972	2150	3450	1660	651	320	279	335	310	127	110	90	101	798,6
1972-1973	2340	3160	1630	1290	740	760	800	482	215	191	147	168	993,6
1973-1974	2860	4250	3000	776	552	212	315	236	151	134	108	109	1 058,6
1974-1975	1660	2810	1030	298	226	891	1310	354	193	141	114	152	764,9
1975-1976	1630	7050	1690	336	339	1050	627	273	176	109	98	82	1 121,7



Состав задания и порядок выполнения

Заданная обеспеченность:

- Расчетный маловодный год – 90%;
- Расчетный средневодный год – 50%.

Состав задания:

Выбор расчетного маловодного и средневодного года заданной обеспеченности (при допущении использования метода реального года).

Порядок выполнения:

1. В каждом году заданного ряда выбрать период половодья и межени.
 2. Принять для всех лет заданного ряда одинаковый период межени и половодья.
 3. Составить ряды среднегодовых, среднемеженных и среднеполоводных расходов.
 4. Рассчитать координаты эмпирических кривых обеспеченностей для составленных рядов средних расходов.
 5. Выбор расчетного маловодного и средневодного года заданной обеспеченности.
-

6. Выполнить сравнение расчетного средневодного и маловодного года.

Выбор периодов половодья и межени (п. 1-3)

$$\bar{Q}_Г \text{ (или } M, \text{ или } \Pi)_i = \frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^N Q_{i}, \text{ Половодье: } Q_{\Pi i} \geq \bar{Q}_{Г i}; \text{ Межень: } Q_{M i} < \bar{Q}_{Г i}.$$

Годы	Месяцы														
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
1956-1957	624	389	910	988	600	163	111	103	102	988	3200	1500	806,5	443,3	1 896,0
1957-1958	588	403	417	600	564	229	148	118	106	1040	3650	3230	924,4	352,6	2 640,0
1958-1959	808	596	365	513	295	212	156	128	112	1660	4130	2220	932,9	353,9	2 670,0
1959-1960	695	486	624	509	168	168	146	123	110	1070	4650	2710	954,9	336,6	2 810,0
1960-1961	855	670	732	460	433	209	168	140	145	3740	3750	1910	1 101,0	423,6	3 133,3
1961-1962	600	500	960	890	417	276	208	151	145	2460	4180	1150	994,8	460,8	2 596,7
1962-1963	351	229	193	760	177	165	142	120	127	849	4000	1520	719,4	251,6	2 123,0
1963-1964	373	362	926	789	1200	189	153	106	100	600	5200	1960	996,5	466,4	2 586,7
1964-1965	532	383	230	330	224	228	178	143	145	1320	5130	914	813,1	265,9	2 454,7
1965-1966	254	176	1030	795	365	231	180	127	120	1080	6890	4570	1 318,2	364,2	4 180,0
1966-1967	842	385	210	221	174	157	105	93	100	1790	2830	950	654,8	254,1	1 856,7
1967-1968	1190	475	605	612	270	145	112	87	248	1850	2740	610	745,3	416,0	1 733,3
1968-1969	344	470	278	250	171	140	98	75	93	1050	6070	3610	1 054,1	213,2	3 576,7
1969-1970	434	468	660	1140	568	344	120	95	109	1920	3900	2460	1 018,2	437,6	2 760,0
1970-1971	435	560	363	730	300	199	172	101	94	2150	3450	1660	851,2	328,2	2 420,0
1971-1972	651	320	279	335	310	127	110	90	101	2340	3160	1630	787,8	258,1	2 376,7
1972-1973	1290	740	760	800	482	215	191	147	168	2860	4250	3000	1 241,9	532,6	3 370,0
1973-1974	776	552	212	315	236	151	134	108	109	1660	2810	1030	674,4	288,1	1 833,3
1974-1975	298	226	891	1310	354	193	141	114	152	1630	7050	1690	1 170,8	408,8	3 456,7
1975-1976	336	339	1050	627	273	176	109	98	82	1780	3250	2020	845,0	343,3	2 350,0

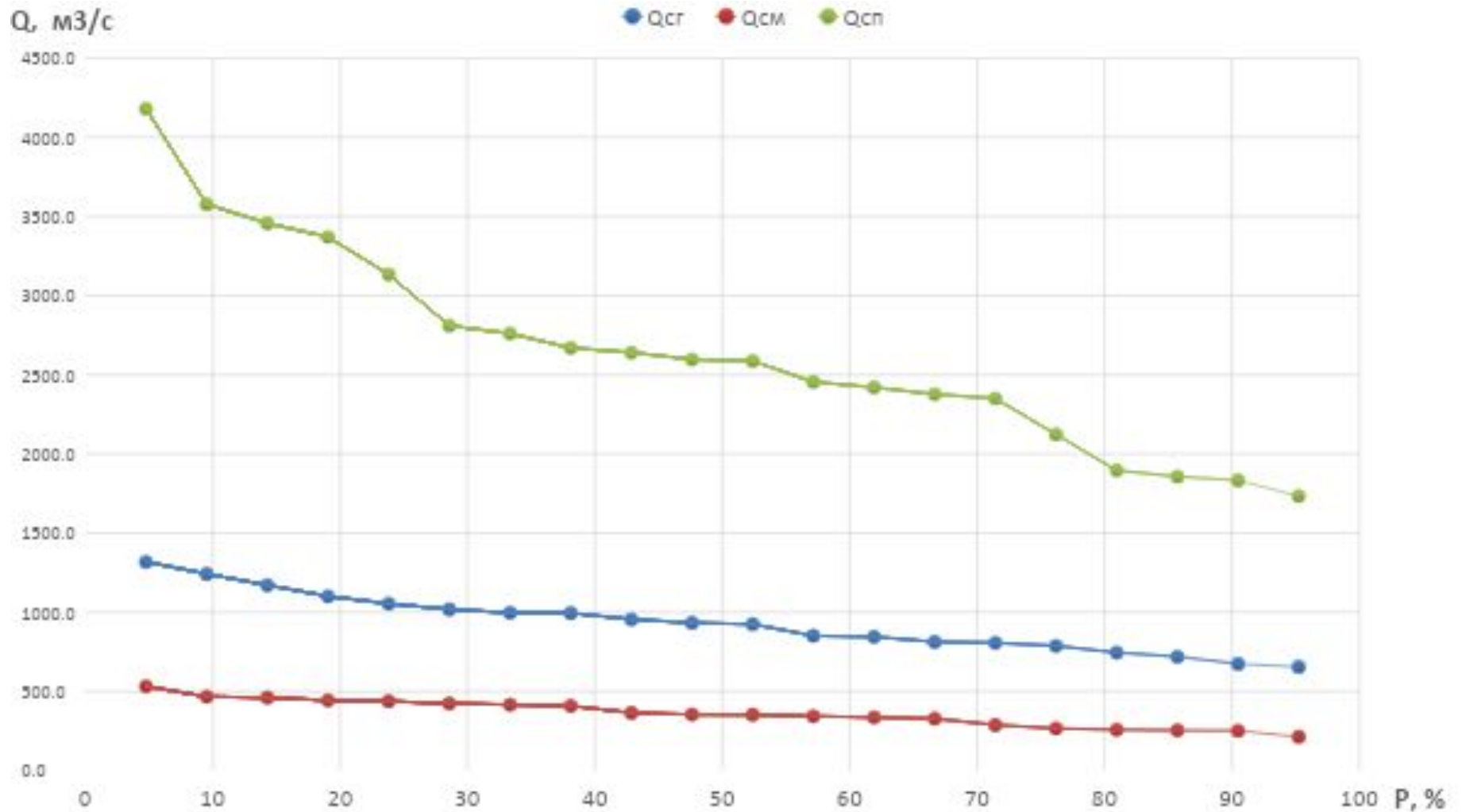
Построение ЭКО (п. 4)

Координаты по оси обеспеченности: $P(m) = \frac{m}{n+1} \times 100\%$, где m – номер значения из ряда \bar{Q}_{Gi} ,

n – число значений в ряду.

m	p(m)		Годы		Годы		Годы
1	4,76	1318,2	1965-1966	532,6	1972-1973	4180,0	1965-1966
2	9,52	1241,9	1972-1973	466,4	1963-1964	3576,7	1968-1969
3	14,29	1170,8	1974-1975	460,8	1961-1962	3456,7	1974-1975
4	19,05	1101,0	1960-1961	443,3	1956-1957	3370,0	1972-1973
5	23,81	1054,1	1968-1969	437,6	1969-1970	3133,3	1960-1961
6	28,57	1018,2	1969-1970	423,6	1960-1961	2810,0	1959-1960
7	33,33	996,5	1963-1964	416,0	1967-1968	2760,0	1969-1970
8	38,10	994,8	1961-1962	408,8	1974-1975	2670,0	1958-1959
9	42,86	954,9	1959-1960	364,2	1965-1966	2640,0	1957-1958
10	47,62	932,9	1958-1959	353,9	1958-1959	2596,7	1961-1962
11	52,38	924,4	1957-1958	352,6	1957-1958	2586,7	1963-1964
12	57,14	851,2	1970-1971	343,3	1975-1976	2454,7	1964-1965
13	61,90	845,0	1975-1976	336,6	1959-1960	2420,0	1970-1971
14	66,67	813,1	1964-1965	328,2	1970-1971	2376,7	1971-1972
15	71,43	806,5	1956-1957	288,1	1973-1974	2350,0	1975-1976
16	76,19	787,8	1971-1972	265,9	1964-1965	2123,0	1962-1963
17	80,95	745,3	1967-1968	258,1	1971-1972	1896,0	1956-1957
18	85,71	719,4	1962-1963	254,1	1966-1967	1856,7	1966-1967
19	90,48	674,4	1973-1974	251,6	1962-1963	1833,3	1973-1974
20	95,24	654,8	1966-1967	213,2	1968-1969	1733,3	1967-1968

Построение ЭКО (п. 4)



Выбор расчетного маловодного и средневодного года заданной обеспеченности (п. 5)

Средневодный год – 50%

1958-59 г.

$$K_M = \frac{Q_M^{1958-59}}{Q_M^{1958-59}} = \frac{353,9}{353,9} = 1$$

$$K_{II} = \frac{Q_{II}^{1961-62}}{Q_{II}^{1958-59}} = \frac{2596,7}{2670,0} = 0,97$$

1957-58 г.

$$K_M = \frac{Q_M^{1957-58}}{Q_M^{1957-58}} = \frac{352,6}{352,6} = 1$$

$$K_{II} = \frac{Q_{II}^{1963-64}}{Q_{II}^{1957-58}} = \frac{2586,7}{2640,0} = 0,98$$

Маловодный год – 90%

1962-63 г.

$$K_M = \frac{Q_M^{1962-63}}{Q_M^{1962-63}} = \frac{254,1}{251,6} = 1,01$$

$$K_{II} = \frac{Q_{II}^{1966-67}}{Q_{II}^{1962-63}} = \frac{1856,7}{2123,0} = 0,98$$

1973-74 г.

$$K_M = \frac{Q_M^{1962-63}}{Q_M^{1973-74}} = \frac{251,6}{288,1} = 0,87$$

$$K_{II} = \frac{Q_{II}^{1973-74}}{Q_{II}^{1973-74}} = \frac{1833,3}{1833,3} = 1$$

Расчетным годом принимается тот K_M и K_{II} наиболее близки к 1.

В примере: расчетный средневодный год – 1957-58, маловодный год – 1962-63.

Выбор расчетного маловодного и средневодного года заданной обеспеченности (п. 5)

Расчетный средневодный год 1957-58 (P=50%) без приведения и с приведением

	Месяц	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Год	1957-58	588	403	417	600	564	229	148	118	106	1040	3650	3230
Привед.	1957-58	588,0	403,0	417,0	600,0	564,0	229,0	148,0	118,0	106,0	1019,2	3577,0	3165,4

$$Q_{1957-58}^{\text{прив.}} = K_{M \text{ или } П} \cdot Q_{1957-58 i}$$

Расчетный маловодный год 1962-63 (P=90%) без приведения и с приведением

	Месяц	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Год	1962-63	351	229	193	760	177	165	142	120	127	849	4000	1520
Привед.	1962-63	354,5	231,3	194,9	767,6	178,8	166,7	143,4	121,2	128,3	832,0	3920,0	1489,6

$$Q_{1962-63}^{\text{прив.}} = K_{M \text{ или } П} \cdot Q_{1962-63 i}$$

Сравнение расчетного средневодного и маловодного года (п. 6)

Все расходы средневодного года должны быть не меньше расходов маловодного года: $Q_i^{\text{среднев.}} \geq Q_i^{\text{малов.}}$

Если данное условие не выполняется, то требуется провести корректировку ряда средневодного года исходя из условия равенства сезонного стока:
 $W^{\text{корр.}} = W^{\text{до корр.}}$

Пример: средневодный год (P=50%) без корректировки и с ней

	Месяц	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
Год	1957-58	588	403	417	600	564	229	148	118	106	1040	3650	3230	М	П
Прив.	1957-58	588,0	403,0	417,0	600,0	564,0	229,0	148,0	118,0	106,0	1019,2	3577,0	3165,4	3173,0	7761,6
Корр.	1957-58	532,1	347,1	361,1	767,6	541,7	229,0	144,8	121,2	128,3	847,7	3920,0	2993,9	3173,0	7761,6
Нехватка:					167,60				3,20	22,27		343,00			

Маловодный год (P=90%)

	Месяц	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Год	1962-63	351	229	193	760	177	165	142	120	127	849	4000	1520
Прив.	1962-63	354,5	231,3	194,9	767,6	178,8	166,7	143,4	121,2	128,3	832,0	3920,0	1489,6

Сравнение расчетного средневодного и маловодного года (п. 6)

Корректировка расходов в период межени:

- В X месяце нехватка $167,6 \text{ м}^3/\text{с}$ компенсируется поровну за счет VII–IX месяцев;
- Во II месяце нехватка $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ компенсируется за счет I месяца;
- В III месяце нехватка $22,27 \text{ м}^3/\text{с}$ компенсируется за счет XI месяца.

Корректировка расходов в период половодья:

- В V месяце нехватка $343,0 \text{ м}^3/\text{с}$ компенсируется поровну за счет IV и VI месяцев.



Расчетное задание №4

Расчетное задание №4

«Определение характерного года в ряду измерений скорости ветра на площадке МС за период 2018–2020 гг.»



Обработка исходных данных

В качестве исходных данных для определения характерного года требуется скачать с сайта «Расписание погоды» (<https://rp5.ru/>) ряд значений скорости ветра на площадке заданной метеостанции (МС) за период трёх полных лет: с 01.01.2018 по 31.12.2020.

Номера и названия метеостанций (МС) даны в рассылочном файле и принимаются в зависимости от номера группы и варианта в БАРС.

Скачивание исходных данных с сайта «Расписание погоды»

1. Перейти на сайт <https://rp5.ru/> ;
2. Ввести в строке поиска название метеостанции по исходным данным;

3. **Погода в Кандалакше** ⌚ Местное время 13:29 📍 См. на карте ✈ Архив погоды в аэропорту (182 км, -3 °С)

📱 Архив погоды на метеодатчике (24 км, +0.6 °С)

0 °С

ощущается как -5 °С

🏠 1 час назад на метеостанции было -0.6 °С, значительная облачность, очень низкое атмосферное давление, высокая влажность (89%), тихий ветер (1 м/с), дующий с юга, порывы 3 м/с. Ливневый снег или ливневый дождь и снег.

🌊 22 часа назад сплочённость морского льда (2 км, в Кандалакше (порт)) была 50%.

Погода в Мурманске ⌚ Местное время 13:31 📍 См. на карте 🏠 Архив погоды на метеостанции (-3.5 °С)

✈ Архив погоды в аэропорту (23 км, -3 °С)

-3 °С

ощущается как -9 °С

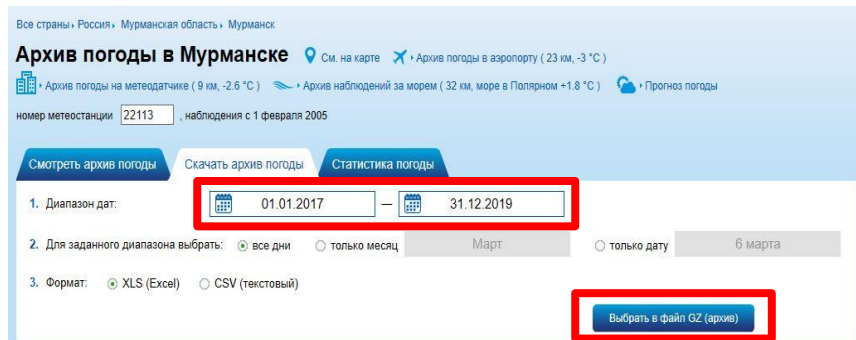
📱 43 минуты назад на метеодатчиках было в среднем -2.8 (-3...-2.6) °С, высокая влажность (87%).

🌊 23 часа назад температура моря (32 км, в Полярном) была +1.8 °С.

Скачивание исходных данных с сайта «Расписание погоды»

4. На странице архива погоды ввести диапазон дат с 01.01.2018 по 31.12.2020;

5. Нажать на кнопку «Выбрать в файл GZ (архив)»;



Все страны • Россия • Мурманская область • Мурманск

Архив погоды в Мурманске

См. на карте | Архив погоды в аэропорту (23 км, -3 °C)

Архив погоды на метеодатчике (9 км, -2.6 °C) | Архив наблюдений за морем (32 км, море в Полярном +1.8 °C) | Прогноз погоды

номер метеостанции 22113, наблюдения с 1 февраля 2005

Смотреть архив погоды | **Скачать архив погоды** | Статистика погоды

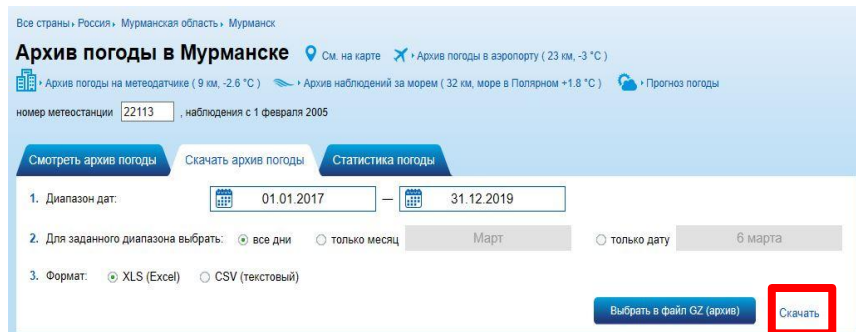
1. Диапазон дат: 01.01.2017 — 31.12.2019

2. Для заданного диапазона выбрать: все дни только месяц Март только дату 6 марта

3. Формат: XLS (Excel) CSV (текстовый)

Выбрать в файл GZ (архив)

6. После загрузки данных нажать «Скачать»;



Все страны • Россия • Мурманская область • Мурманск

Архив погоды в Мурманске

См. на карте | Архив погоды в аэропорту (23 км, -3 °C)

Архив погоды на метеодатчике (9 км, -2.6 °C) | Архив наблюдений за морем (32 км, море в Полярном +1.8 °C) | Прогноз погоды

номер метеостанции 22113, наблюдения с 1 февраля 2005

Смотреть архив погоды | **Скачать архив погоды** | Статистика погоды

1. Диапазон дат: 01.01.2017 — 31.12.2019

2. Для заданного диапазона выбрать: все дни только месяц Март только дату 6 марта

3. Формат: XLS (Excel) CSV (текстовый)

Выбрать в файл GZ (архив) | **Скачать**

7. Сохранить файл .gz и достать оттуда файл .xls.



Обработка исходных данных с сайта «Расписание погоды»

Скачанные данные «Архив погоды в ...» необходимо обработать:

Копировать данные в отдельный файл .xls:

- Столбец «А» – «Местное время в ...»;
- Столбец «Н» – «Ff» (скорость ветра).

Удобнее всего это делать при помощи «быстрого выделения»:

Shift + Ctrl + «↓»

Формат данных: XX.XX.XXXX XX:XX – день.месяц.год часы:
минуты

$$Ff = X,X \underline{м/с}$$

Данные по времени нужно разбить по столбцам (на 4 столбика – день; месяц; год; время). Ставим фильтры на год и месяц – проводим определение показателей (среднемесячная скорость, количество зн-ний)

Обработка исходных данных с сайта «Расписание погоды»

Ryad_MS_Pyalitsa_-_22349_01_01_2014_31_12_2019_1_0_0_ru_utf8_00000000

Поиск на листе

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработчик

Общий доступ

Вставить Вставить Удалить Формат

Числовой

Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили ячеек

Сортировка и фильтр

J3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	# Метеостанция Пялица, Россия, WMO_ID=22349, выборка с 01.01.2014 по 31.12.2019, все дни											
2	# Кодировка: UTF-8											
3	# Информация предоставлена сайтом "Расписание Погоды", rp5.ru											
4	# Пожалуйста, при использовании данных, любезно указывайте названный сайт.											
5	# Обозначения метеопараметров см. по адресу http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=22349&lang=ru											
6	#											
7	Местное время в Пялице	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW
8	31.12.2019 21:00	-8,5	742,3	743,2	0,8	83	Ветер, дующий	4	6		20–30%.	
9	31.12.2019 18:00	-8,3	741,5	742,3	1,0	86	Ветер, дующий	6	8	10	60%.	
10	31.12.2019 15:00	-7,3	740,5	741,3	1,7	86	Ветер, дующий	7	10	11	70 – 80%.	
11	31.12.2019 12:00	-6,0	738,8	739,6	2,2	86	Ветер, дующий	7	9	11	60%.	
12	31.12.2019 09:00	-5,6	736,6	737,4	1,8	87	Ветер, дующий	7	9	12	60%.	
13	31.12.2019 06:00	-4,4	734,8	735,6	1,5	87	Ветер, дующий	7	10	10	10% или мен	
14	31.12.2019 03:00	-3,3	733,3	734,1	2,2	89	Ветер, дующий	5	7	10	20–30%.	Облака в ц
15	31.12.2019 00:00	-1,0	731,1	731,8	2,0	91	Ветер, дующий	6	9	11	100%.	Состояние
16	30.12.2019 21:00	-2,2	729,1	730,0	0,7	97	Ветер, дующий	4	5		100%.	Ливневый
17	30.12.2019 18:00	-0,9	728,4	729,1	-0,4	100	Ветер, дующий	4	6		100%.	Ливневый
18	30.12.2019 15:00	-0,4	728,8	729,5	-2,4	100	Ветер, дующий	5	6	11	100%.	Ливневый
19	30.12.2019 12:00	-0,4	731,2	732,0	-4,2	98	Ветер, дующий	9		17	100%.	Ливневый
20	30.12.2019 09:00	-1,5	735,4	736,3	-5,4	98	Ветер, дующий	13	16	17	100%.	Ливневый
21	30.12.2019 06:00	-1,3	740,8	741,7	-4,1	98	Ветер, дующий	12	15	16	100%.	Ливневый
22	30.12.2019 03:00	-3,3	733,3	734,1	-14,0	89	Ветер, дующий	5	7	10	20–30%.	Облака в ц
23	30.12.2019 00:00	-0,9	747,3	748,1	-1,8	97	Ветер, дующий	13	17	19	100%.	Ливневый
24	29.12.2019 21:00	-1,5	749,1	749,9	-2,5	97	Ветер, дующий	15	19	24	100%.	Ливневый

Архив Погоды rp5 Лист1

Готово

150%

Обработка исходных данных с сайта «Расписание погоды»

Ryad_MS_Pyalitsa_ - 22349_01_01_2014_31_12_2019_1_0_0_ru_utf8_00000000

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработчик

Внешние данные Обновить все Подключения Свойства Изменить связи Сортировка Фильтр Дополнительно Очистить Удалить дубликаты Консолидация Проверка данных Анализ "что если" Сгруппировать Разгруппировать Промежуточные итоги

A1 Местное время в Пялице

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Местное время в Пялице			День	Месяц	Год	Время	Ff					
2	01.01.2014 00:00			1	1	2014	0:00	10					
3	01.01.2014 03:00			1	1	2014	3:00	13					
4	01.01.2014 06:00			1	1	2014	6:00	12					
5	01.01.2014 09:00			1	1	2014	9:00	12					
6	01.01.2014 12:00			1	1	2014	12:00	13					
7	01.01.2014 15:00			1	1	2014	15:00	13					
8	01.01.2014 18:00			1	1	2014	18:00	11					
9	01.01.2014 21:00			1	1	2014	21:00	9					
10	02.01.2014 00:00			2	1	2014	0:00	11					
11	02.01.2014 03:00			2	1	2014	3:00	10					
12	02.01.2014 06:00			2	1	2014	6:00	8					
13	02.01.2014 09:00			2	1	2014	9:00	7					
14	02.01.2014 12:00			2	1	2014	12:00	8					
15	02.01.2014 15:00			2	1	2014	15:00	7					
16	02.01.2014 18:00			2	1	2014	18:00	6					
17	02.01.2014 21:00			2	1	2014	21:00	5					
18	03.01.2014 00:00			3	1	2014	0:00	4					
19	03.01.2014 03:00			3	1	2014	3:00	3					
20	03.01.2014 06:00			3	1	2014	6:00	4					
21	03.01.2014 09:00			3	1	2014	9:00	7					
22	03.01.2014 12:00			3	1	2014	12:00	11					
23	03.01.2014 15:00			3	1	2014	15:00	11					
24	03.01.2014 18:00			3	1	2014	18:00	11					

Архив Погоды гр5 Лист1

Готово 150%

Определение характерного года методом многокритериальной оптимизации

Критерии оптимизации:

1. Максимальное число ($\max\{n_{\text{ИЗМ.}}\}$) и минимальный интервал наблюдений ($\min\{\Delta t\}$);
2. Минимальное число пропущенных значений в ряду измерений ($\min\{n_{\text{проп.}}\}$);
3. Минимальное значение среднеквадратического отклонения годовой вариации скорости ветра от среднемноголетней годовой вариации ($\min\{\sigma_{\text{МН.}}^i\}$).

Определение характерного года методом многокритериальной оптимизации

Окончательный выбор оптимального года производится по средневзвешенному рангу по рассматриваемым критериям:

$R_{opt} = \min\{R_k^{cp}\}$ - оптимальный ранг ряда значений скорости ветра за отдельный год по рассматриваемым критериям, имеющий наименьшее значение;

$R_k^{cp} = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n R_i$ - среднее значение ранга k -го года в составе рассматриваемого ряда значений скорости ветра по n критериям;

R_i – ранг ряда значений скорости ветра за отдельный год по i -му критерию;
 n – число критериев.

При совпадении значений R_k^{cp} считаем, что:

Наиболее значимым критерием является критерий №3 с весовым коэффициентом $k = \{0,5\}$;

Критерии №1-2 считаем равнозначными и имеющими одинаковый вес: $k = \{1\}$.

Определение значений критериев оптимизации

Где i – номер года:

1. Определение $\Delta t_{\text{ИЗМ.}}^i$ для каждого года (может быть однородным, но может и не быть).

Для каждого года определяется $n_{\text{ИЗМ.}}^i = \frac{8760 \text{ (8784 если високосный)}}{\Delta t_{\text{ИЗМ.}}^i}$.

2. Определение $n_{\text{ПРОП.}}^i$ для каждого года

$n_{\text{ПРОП.}}^i = n_{\text{ИЗМ.}}^i - n_{\text{ЗН.}}^i$, где $n_{\text{ЗН.}}^i$ - число значений в ряду (возможно определить с помощью функции = СЧЕТ(...;...)).

Определение значений критериев оптимизации

3. Годовой ход скорости ветра: $v_i, \text{ м/с}$

$$\sigma_{\text{МН.}}^i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{12} (V_k^i - V_k^{\text{МН.}})^2}{12}} - \text{ср. кв. откл.}$$

годов. вариации от среднемноголетн.

$$\sigma_k = (V_k^i - V_k^{\text{МН.}})^2 - \text{откл. ср. мес.}$$

скорости от скорости ср. многолет. мес.

k – номер месяца.



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	$V_0, \text{ м/с}$
2020	6,17	6,99	6,10	5,01	4,48	5,20	5,04	4,81	6,52	6,55	5,59	7,17	5,80
2019	6,58	6,32	4,96	4,90	4,00	4,47	4,22	4,37	4,15	5,02	4,59	6,98	5,05
2018	6,15	6,20	5,23	4,45	3,79	5,56	4,79	5,19	5,78	5,30	6,12	5,87	5,37
Ср. знач.	6,30	6,50	5,43	4,79	4,09	5,08	4,68	4,79	5,48	5,62	5,43	6,67	5,41
	$\sigma \text{ I}$	$\sigma \text{ II}$	$\sigma \text{ III}$	$\sigma \text{ IV}$	$\sigma \text{ V}$	$\sigma \text{ VI}$	$\sigma \text{ VII}$	$\sigma \text{ VIII}$	$\sigma \text{ IX}$	$\sigma \text{ X}$	$\sigma \text{ XI}$	$\sigma \text{ XII}$	
2020	0,02	0,23	0,44	0,05	0,15	0,02	0,13	0,00	1,08	0,86	0,02	0,25	0,52
2019	0,08	0,03	0,22	0,01	0,01	0,37	0,21	0,18	1,78	0,36	0,71	0,09	0,58
2018	0,02	0,09	0,04	0,11	0,09	0,23	0,01	0,16	0,09	0,11	0,47	0,65	0,42

Анализ критериев, ранжирование и определение характерного года

Привести таблицу: Характеристики выбранных рядов значений скорости ветра за отдельные годы рассматриваемого периода

		Полнота ряда					
2020	3ч	96%	0,52	1	3	2	2,00
2019	3ч	97%	0,58	1	2	3	2,00
2018	3ч	98%	0,42	1	1	1	1,00

Сделать вывод о характерном годе (в примере – 2018 г., т.к. $\min\{R_k^{cp}\}$)

Расчетное задание №5

Расчетное задание №5

«Расчет изменения максимальной суточной прямой солнечной радиации в течение года и потока солнечной радиации за год на горизонтальную площадку»

Состав задания

В рамках расчетного задания требуется определить следующие параметры:

1. Значения суммарного годового прихода солнечной радиации:
 $R_{\text{сумм. год.}}$, кВт·ч/м²·год;
2. Значения суточного прихода солнечной радиации: $R_{\text{сут.}}$, кВт·ч/м²·сут для характерных суток каждого месяца n_i . Построить графики изменения значения суточного прихода солнечной радиации в течение года: $R_{\text{сут.}}(n_i)$;
3. Определить продолжительность солнечного сияния $t_{\text{СС}}$, ч по месяцам (для характерных суток каждого месяца – по моделированному ряду и аналитически) и за год. Построить график $t_{\text{СС}}(t)$.



Обработка исходных данных

В качестве исходных данных требуется скачать с сайта «POWER Data Access Viewer» (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

Не исключается возможность временной недоступности сайта через обычные браузеры, поэтому рекомендуется установить браузер «TorBrowser».

Номера и названия точек, для которых производится определение данных, необходимых в расчетном задании, даны в рассылочном файле и принимаются в зависимости от номера группы и варианта в БАРС.



Скачивание исходных данных с сайта «POWER Data Access Viewer»

Как скачать данные:

В поле POWER Single Point Data Access:

1. Choose a User Community -> SSE-Renewable Energy
2. Choose a Temporal Average -> Climatology
3. Enter Lat/Lon or Add a Point to Map -> ввести координаты из задания
4. Select Time Extent -> no date needed
5. Select Output File Formats -> галочку на CSV
6. Select Parameters -> в папке Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 21 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 18 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 15 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 12 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 09 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 06 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 03 GMT
 - All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface at 00 GMT
7. Submit and Process -> Submit

Скачивание исходных данных с сайта «POWER Data Access Viewer»

The screenshot displays the 'POWER Single Point Data Access' web application interface, showing four browser tabs. The main content area is divided into several steps for configuring data retrieval:

- 1. Choose a User Community:** A dropdown menu is set to 'SSE-Renewable Energy'.
- 2. Choose a Temporal Average:** Radio buttons are selected for 'Daily', 'Interannual', and 'Climatology'.
- 3. Enter Lat/Lon or Add a Point to Map:** Latitude is entered as 55.7549 and longitude as 37.7082.
- 4. Select Time Extent:** Start Date is 01/01/2015 and End Date is 03/05/2015.
- 5. Select Output File Formats:** 'Select All' is checked, and 'ASCII', 'CSV', 'GeoJSON', and 'NetCDF' are all selected.
- 6. Select Parameters:** A search bar is present. A tree view shows categories like 'Meteorology (Temperature)', 'Thermal Applications', and 'Index'. Under 'Thermal Applications', 'All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface' is selected for multiple time intervals (00 GMT, 03 GMT, 06 GMT, 09 GMT, 12 GMT, 15 GMT, 18 GMT, 21 GMT).
- 7. Submit and Process:** A 'Submit' button is visible at the bottom right.

Скачивание исходных данных с сайта «POWER Data Access Viewer»

POWER Single Point Data Access

Back ←

NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER)
Higher Resolution Daily Time Series $1/2 \times 1/2$ degree
Climatology Resource for SSE-Renewable Energy

[Acknowledgements Please](#) | [Parameter Definitions](#) | [Methodology](#)

Output Files

CSV

Parameter Charts

All Sky Insolation Incident On A Horizontal Sur ⇅

Latitude: 55.7549 **Longitude:** 37.7082

Time Extent:

22 Year Solar Climatological Averages (Jul 1983 - Jun 2005)

30 Year Meteorology Climatological Averages (Jan 1984 - Dec 2013)

Elevation: 172.42 meters

В блоке «Output Files» нажимаем на кнопку «CSV» и сохраняем файл
.xls.

Скачивание исходных данных с сайта «POWER Data Access Viewer»

POWER_SinglePoint_Climatology_055d75N_037d71E_5c62d8c5

Поиск на листе

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработчик

Общий доступ

Вставить Вставить Удалить Формат

Ж К Ч

Общий

Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили ячеек

Вставить Удалить Формат

Сортировка и фильтр

A1 fx -BEGIN HEADER-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	-BEGIN HEADER-																
2	NASA/POWER SRB/FLASHFlux/MERRA2/ 0.5 x 0.5 Degree Climatologies																
3	22-year Additional Solar Parameter Monthly & Annual Climatologies (July 1983 - June 2005), 30-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 1984 - December 2013)																
4	Location: Latitude 55.7549 Longitude 37.7082																
5	Elevation from MERRA-2: Average for 1/2x1/2 degree lat/lon region = 172.42 meters Site = na																
6	Climate zone: na (reference Briggs et al: http://www.energycodes.gov)																
7	Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999																
8	Parameter(s):																
9	ALLSKY_SFC_SW_DWN_15_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 15 GMT (W m-2)																
10	ALLSKY_SFC_SW_DWN_09_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 09 GMT (W m-2)																
11	ALLSKY_SFC_SW_DWN_06_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 06 GMT (W m-2)																
12	ALLSKY_SFC_SW_DWN_18_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 18 GMT (W m-2)																
13	ALLSKY_SFC_SW_DWN_03_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 03 GMT (W m-2)																
14	ALLSKY_SFC_SW_DWN_00_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 00 GMT (W m-2)																
15	ALLSKY_SFC_SW_DWN_21_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 21 GMT (W m-2)																
16	ALLSKY_SFC_SW_DWN_12_GMT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident On A Horizontal Surface at 12 GMT (W m-2)																
17	-END HEADER-																
18	LAT,LON,PARAMETER,JAN,FEB,MAR,APR,MAY,JUN,JUL,AUG,SEP,OCT,NOV,DEC,ANN																
19	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_21_GMT,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999,-999																
20	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_18_GMT,-999,-999,-999, 0.00, 9.65, 9.65, 9.65, 0.00,-999,-999,-999,-999,-999																
21	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_15_GMT, 0.00, 9.65, 48.23, 106.10, 173.61, 202.55, 192.90, 144.68, 48.23, 9.65, 0.00,-999,-999																
22	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_12_GMT, 77.16, 173.61, 279.71, 356.87, 434.03, 434.03, 443.67, 395.45, 260.42, 144.68, 67.52, 38.58,-999																
23	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_09_GMT, 135.03, 250.77, 376.16, 434.03, 501.54, 472.61, 491.90, 453.32, 327.93, 212.19, 144.68, 106.10,-999																
24	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_06_GMT, 19.29, 67.52, 173.61, 270.06, 376.16, 376.16, 356.87, 299.00, 192.90, 106.10, 38.58, 9.65,-999																
25	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_03_GMT,-999,-999, 0.00, 38.58, 96.45, 115.74, 96.45, 48.23, 9.65, 0.00,-999,-999,-999																
26	55.75491,37.70821,ALLSKY_SFC_SW_DWN_00_GMT,-999,-999,-999,-999, 0.00, 0.00, 0.00,-999,-999,-999,-999,-999,-999																
27																	

POWER_SinglePoint_Climatology_0

Готово

110%



Обработка исходных данных в файле «Генератор_ряда.xlsm»

Открываем файл «Генератор_ряда.xlsm»

Полученные значения прихода солнечной радиации на горизонтальную площадку вставляем во вкладку «NASA_3h_to_1h» в ячейки B3:M10 по смыслу.

Указываете часовой пояс в формате GMT+ в вашей точке в ячейке D12.

Нажимаете на кнопку «Сгенерировать график прихода CP с учётом часового пояса».



Обработка исходных данных в файле «Генератор_ряда.xlsm»

Microsoft Excel interface showing the 'Generator_ryada' workbook. The ribbon includes 'Главная', 'Вставка', 'Разметка страницы', 'Формулы', 'Данные', 'Рецензирование', 'Вид', and 'Разработчик'. The active cell is A1, containing the formula: `=Приход суммарной солнечной радиации за трёхчасовые интервалы времени по БД NASA SSE`.

The spreadsheet displays two tables of solar radiation data. The first table, 'Приход суммарной солнечной радиации за трёхчасовые интервалы времени по БД NASA SSE', shows monthly totals for January through December. The second table, 'Приход суммарной солнечной радиации за часовые интервалы времени (интерполяция)', shows hourly data for the same months. A dialog box is open with the text: 'Генерировать графики прихода СР с учётом часового поиска'.

Час суток	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	9,65	9,65	9,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	9,65	48,23	106,10	173,61	202,55	192,90	144,68	48,23	9,65	0,00	0,00
9	77,16	173,61	279,71	356,87	434,03	434,03	443,67	395,45	260,42	144,68	67,52	38,58
12	135,03	250,77	376,16	434,03	501,54	472,61	491,90	453,32	327,93	212,19	144,68	106,10
15	19,29	67,52	173,61	270,06	376,16	356,87	299,00	192,90	106,10	38,58	9,65	
18	0,00	0,00	0,00	38,58	96,45	115,74	96,45	48,23	9,65	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Час суток	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	3,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	6,4	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	9,7	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	3,2	16,1	35,4	64,3	74,0	70,7	48,2	16,1	3,2	0,0	0,0
5	0,0	6,4	32,2	70,7	119,0	138,3	131,8	96,5	32,2	6,4	0,0	0,0
6	0,0	9,7	48,2	106,1	173,6	202,6	192,9	144,7	48,2	9,7	0,0	0,0
7	25,7	64,3	125,4	189,7	260,4	279,7	276,5	228,3	119,0	54,7	22,5	12,9
8	51,4	119,0	202,6	273,3	347,2	356,9	360,1	311,9	189,7	99,7	45,0	25,7
9	77,2	173,6	279,7	356,9	434,0	434,0	443,7	395,5	260,4	144,7	67,5	38,6
10	96,5	199,3	311,9	382,6	456,5	446,9	459,7	414,7	282,9	167,2	93,2	61,1
11	115,7	225,1	344,0	408,3	479,0	459,8	475,8	434,0	305,4	189,7	119,0	83,6
12	135,0	250,8	376,2	434,0	501,5	472,6	491,9	453,3	327,9	212,2	144,7	106,1
13	96,5	189,7	308,6	379,4	459,7	440,5	446,9	401,9	282,9	176,8	109,3	74,0
14	57,9	128,6	241,1	324,7	418,0	408,3	401,9	350,4	237,9	141,5	73,9	41,8
15	19,3	67,5	173,6	270,1	376,2	376,2	356,9	299,0	192,9	106,1	38,6	9,7
16	12,9	45,0	115,7	192,9	282,9	289,4	270,1	215,4	131,8	70,7	25,7	6,4
17	6,4	22,5	57,9	115,7	189,7	202,5	183,3	131,8	70,7	35,4	12,9	3,2
18	0,0	0,0	0,0	38,6	96,5	115,7	96,5	48,2	9,7	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	25,7	64,3	77,2	64,3	32,2	6,4	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	12,9	32,2	38,6	32,2	16,1	3,2	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Обработка исходных данных в файле «Генератор_ряда.xlsm»

Открываете вкладку Разработчик, нажимаете иконку «Visual Basic», в папке «Модули» открываете «Module2».

Ищете строку: Open "/Users/evgenyignatiew/Desktop/nt.txt"
For Output As #1

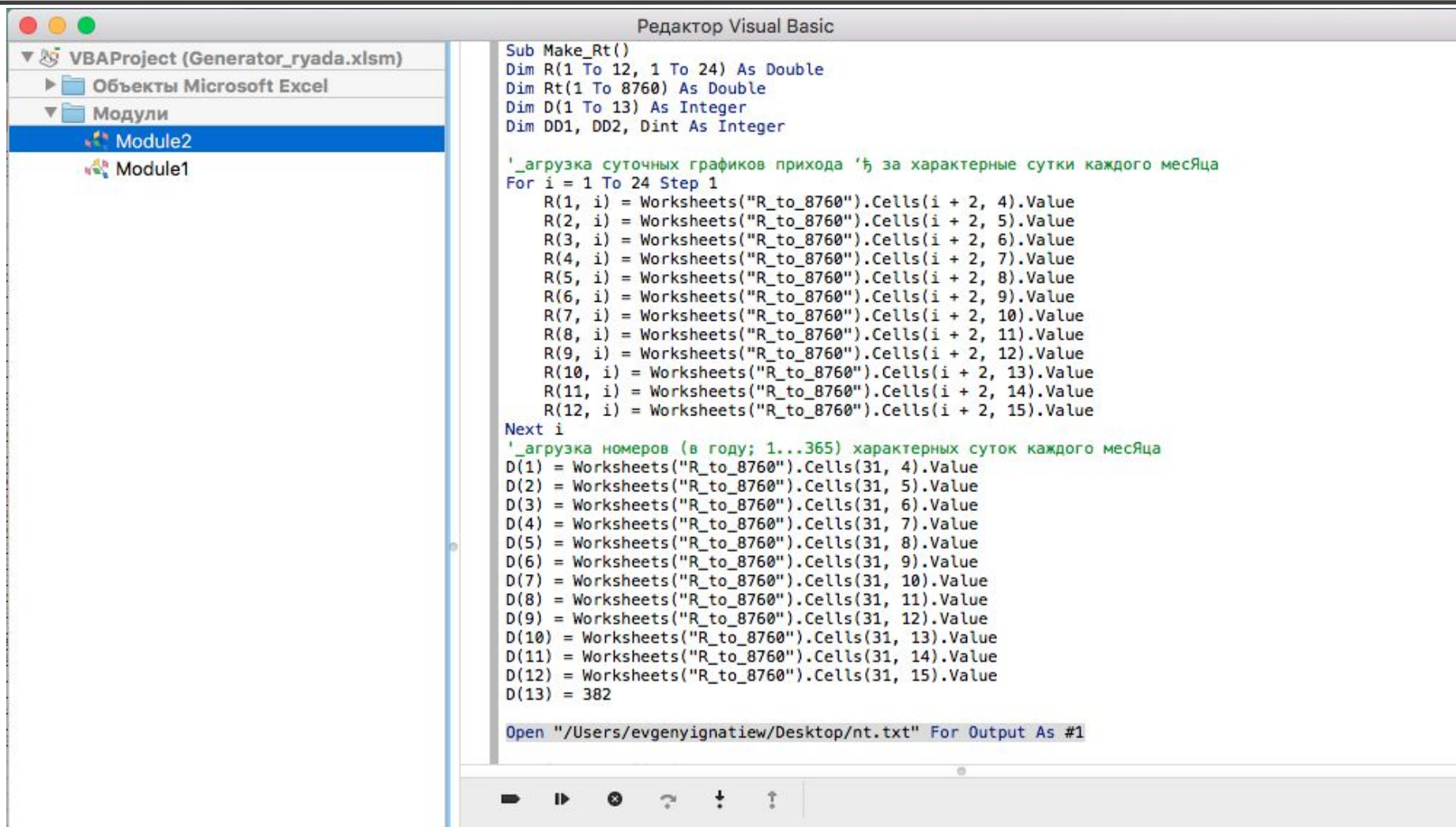
Создаёте на десктопе файл «nt.txt» (или где вам удобно) и указываете к нему путь в этой строке (не забудьте сохранить).

Переходите во вкладку «R_to_8760», нажимаете кнопку «Сформировать ряд среднечасовых значений мощности».

Файл «nt.txt» открыть через Excel и скопировать ряд значений вставить в отдельный файл.

Формат данных: 4 столбца – номер дня; номер часа в году; номер часа в сутках; приход солнечной радиации на горизонтальную площадку, Вт/м².

Обработка исходных данных в файле «Генератор_ряда.xlsm»



Редактор Visual Basic

VBAProject (Generator_ryada.xlsm)

- Объекты Microsoft Excel
- Модули
 - Module2
 - Module1

```
Sub Make_Rt()  
Dim R(1 To 12, 1 To 24) As Double  
Dim Rt(1 To 8760) As Double  
Dim D(1 To 13) As Integer  
Dim DD1, DD2, Dint As Integer  
  
'_агрузка суточных графиков прихода 'ђ за характерные сутки каждого месяца  
For i = 1 To 24 Step 1  
R(1, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 4).Value  
R(2, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 5).Value  
R(3, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 6).Value  
R(4, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 7).Value  
R(5, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 8).Value  
R(6, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 9).Value  
R(7, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 10).Value  
R(8, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 11).Value  
R(9, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 12).Value  
R(10, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 13).Value  
R(11, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 14).Value  
R(12, i) = Worksheets("R_to_8760").Cells(i + 2, 15).Value  
Next i  
  
'_агрузка номеров (в году; 1...365) характерных суток каждого месяца  
D(1) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 4).Value  
D(2) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 5).Value  
D(3) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 6).Value  
D(4) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 7).Value  
D(5) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 8).Value  
D(6) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 9).Value  
D(7) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 10).Value  
D(8) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 11).Value  
D(9) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 12).Value  
D(10) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 13).Value  
D(11) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 14).Value  
D(12) = Worksheets("R_to_8760").Cells(31, 15).Value  
D(13) = 382  
  
Open "/Users/evgenyignatiew/Desktop/nt.txt" For Output As #1
```

Определение искомых параметров

1. Значение суммарного годового прихода солнечной радиации определяется как: $R_{\text{сумм. год.}} = \text{СУММ}(R_i)/1000$, кВт·ч/м²·год, где R_i - значения прихода солнечной радиации в каждый час моделированного года;
2. Значения суточного прихода солнечной радиации: $R_{\text{сут.}}$, кВт·ч/м²·сут для характерных суток каждого месяца n_i .

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ц	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344

(Определяется как сумма 24 значений прихода солнечной радиации R_i , кВт/м²).

Построить графики изменения значения суточного прихода солнечной радиации в течение года: $R_{\text{сут.}}(n_i)$;

Определение искомых параметров

3. Определить продолжительность солнечного сияния t_{CC} , ч по месяцам и за год.

Статистический расчет t_{CC} по моделированному ряду:

$$t_{CC} = \text{СЧЕТЕСЛИ}(XX; "> 0"), \text{ ч}$$

Где XX – ряд значений прихода солнечной радиации за моделированный год либо за рассматриваемые характерные сутки n_i .

Аналитический расчет t_{CC} : (выполняется только по месяцам)

По формуле Купера определяется склонение солнца в характерные сутки n_i : $\delta(n_i) = \delta_0 \cdot \text{Sin}(360^\circ \cdot (284 + n_i)/365)$, где $\delta_0 = 23,45^\circ$ для северного полушария, а n_i - номер рассматриваемых характерных суток.

Продолжительность солнечного сияния в рассматриваемые характерные сутки определяется как: $t_{CC}^{\text{аналитич.}} = 2/15 \cdot \arccos(-tg\varphi^0 \cdot tg\delta^0)$.

Определение искомых параметров

Построить графики $t_{CC}^{\text{статистич.}}(t)$ и $t_{CC}^{\text{аналитич.}}(t)$ в одних осях:

