



# Features of the hydrological regime of The Chatkal River

*student: Kodirov Sobir Mamadiyorovich*

*supervisor: Plink Nikolay Leonidovich,  
professor*

*co-supervisor Sikan Aleksandr Vladimirovich,  
professor*

**Cadiz - 2017**



# The Republic of Uzbekistan



- It is a country in Central Asia.
- area – 447 400 km<sup>2</sup>.
- population – 32, 121 million.
- Capital city – Tashkent.



# The Chatkal River

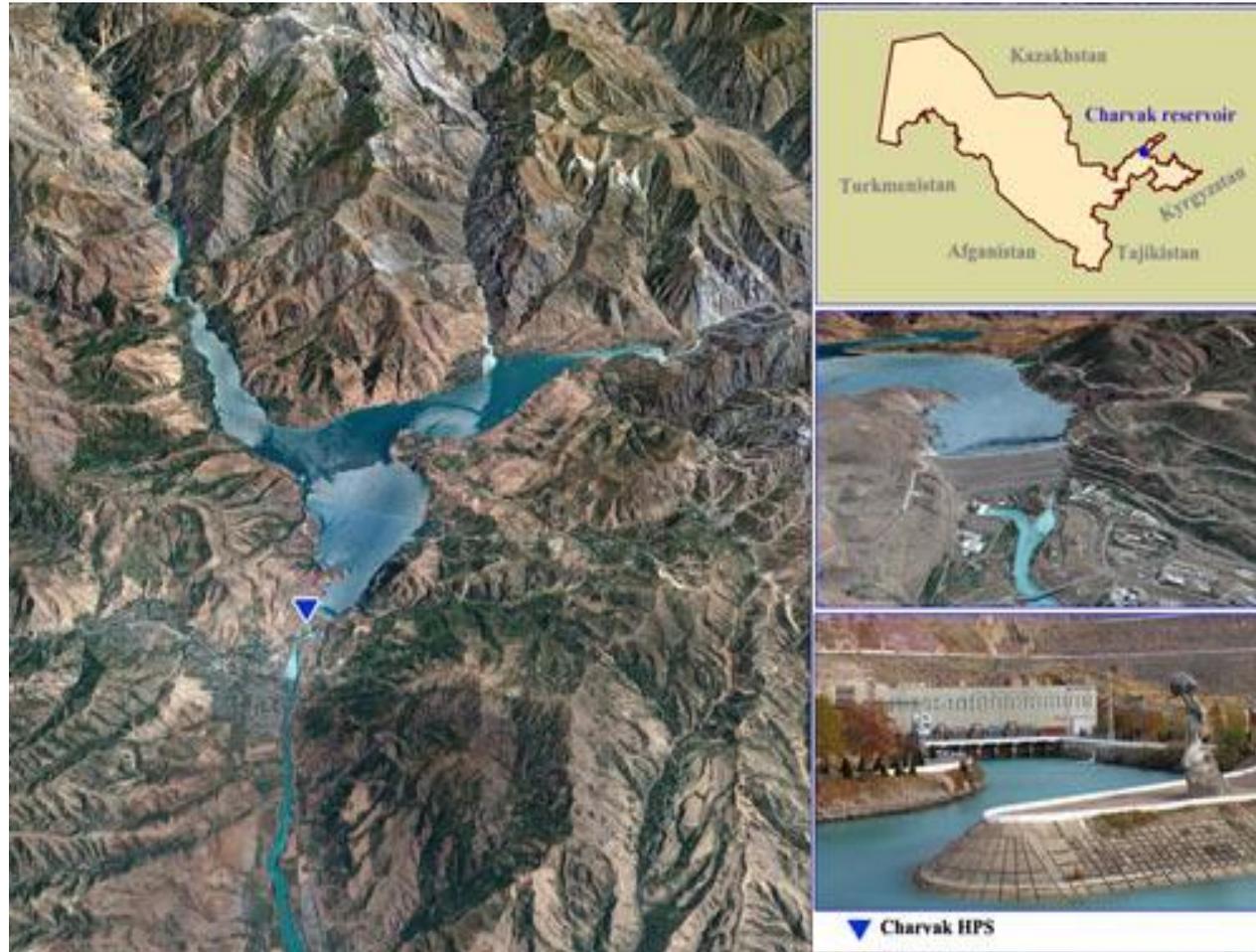
- **Chatkal**– mountain river, flows through Kyrgyzstan and Uzbekistan.
- It begins from unnamed lake in Kyrgyzstan.
- Flows into the Charvak reservoir.
- The length: 223 km
- Drainage area: 6580 km<sup>2</sup>[8]



Chatkal river, about 5-6 km upstream of Charvak reservoir. Picture by Sobir Kodirov.

# Charvak HES:

- Conjunction gate is located in the upstream of the Chirchik River.
- Filling of the Reservoir was completed in 1978.
- Provides seasonal regulation of stream.
- Uses for a complex purposes



The dam of Charvak HES, <http://www.icwc-aral.uz/bwosyr.htm>

# Hydrotechnical parameters of the Charvak HES

The Hydrotechnical unit consists of a stone-earth dam, a complex of spillway structures located on the left bank of the river, and a pressure station structures - on the right of the river bank.

The length of the front pressure line, m	770
Maximum depth, m	148
Maximum flow rate through the structure ( $P = 0,01\%$ ), $m^3/c$	2400
Maximum flow rate through the penstock, , $m^3/c$	500
Total storage volume of the reservoir, million $m^3$	2006
Active storage volume million, $m^3$	1580
Maximum height of the dam, m	168

# Climate:

- The climate of Uzbekistan is sharply continental and heterogeneous.
- In the main part of the country annual precipitation is not more than 200-300 mm.
- However, precipitation in the northeastern foothills reaches on average 500-600 mm.
- In the mountains winter is relatively colder and summer is cooler.
- Warm air masses come from the Atlantic Ocean.
- In winter, a cold air masses invade from the Arctic Ocean and Siberia.
- We used data from four meteorological stations.

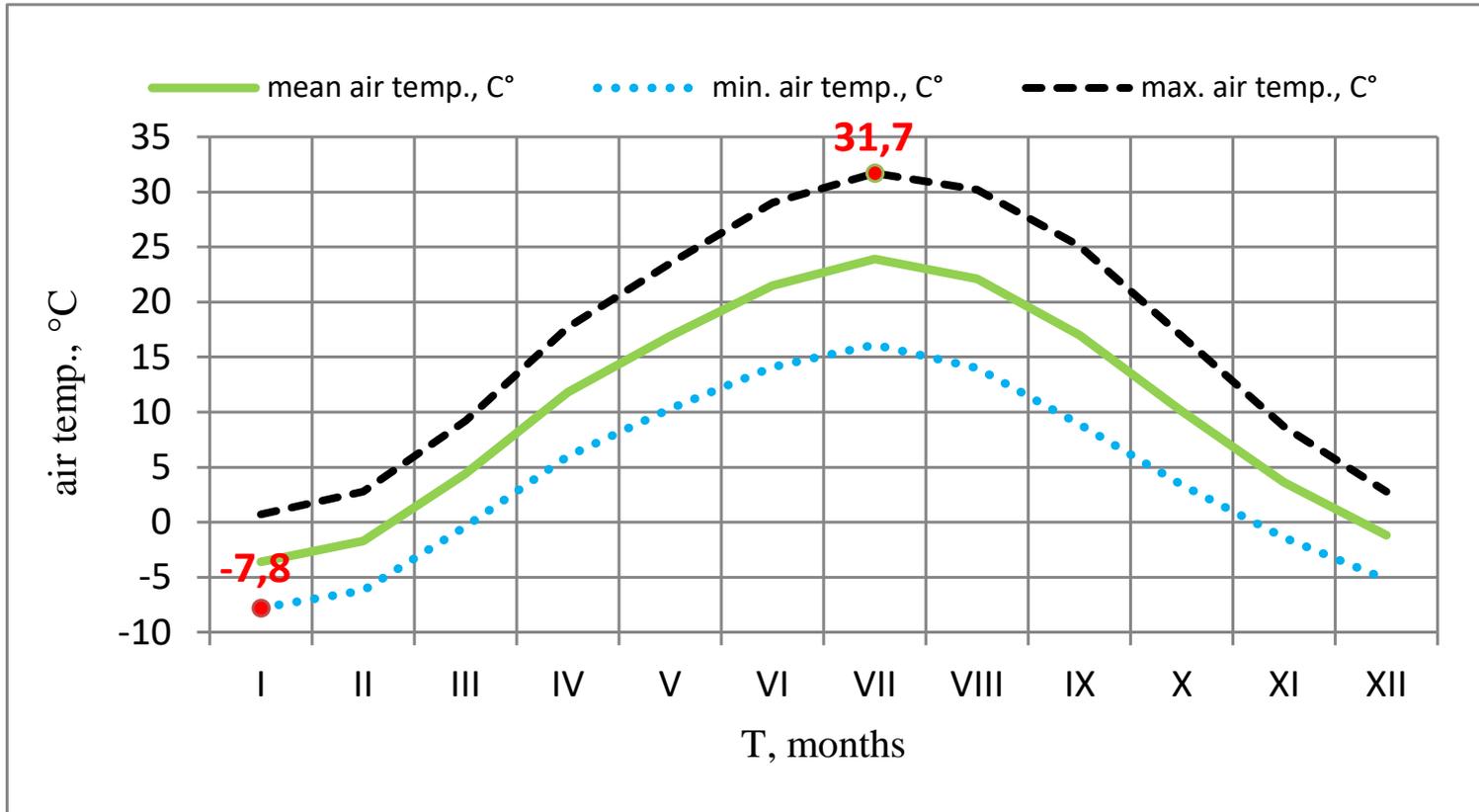
# Meteorological stations:

<b>International Code of the station</b>	<b>Name of the station</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Elevation above the sea level, m</b>	<b>Location</b>
38339	Oigaing	42°10′	70°52′	2175	Uzbekistan
38462	Pskem	41°54′	70°22′	1265	Uzbekistan
38471	Chatkal	41°54′	71°21′	1417	Uzbekistan
38706	Chimgan	41°31′	70°01′	1675	Uzbekistan

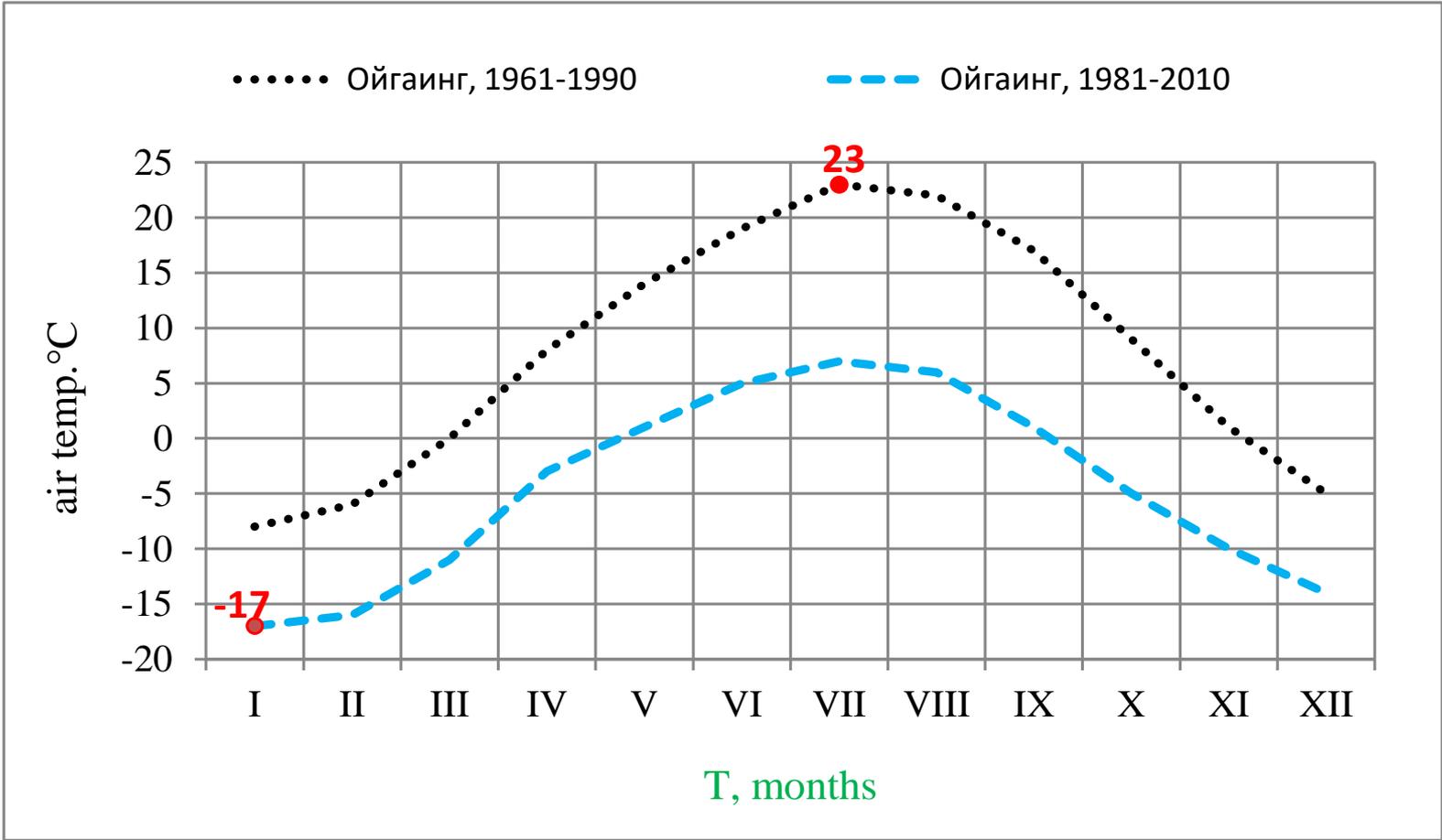
# Map-scheme of the meteorological stations:



# Air temperature:



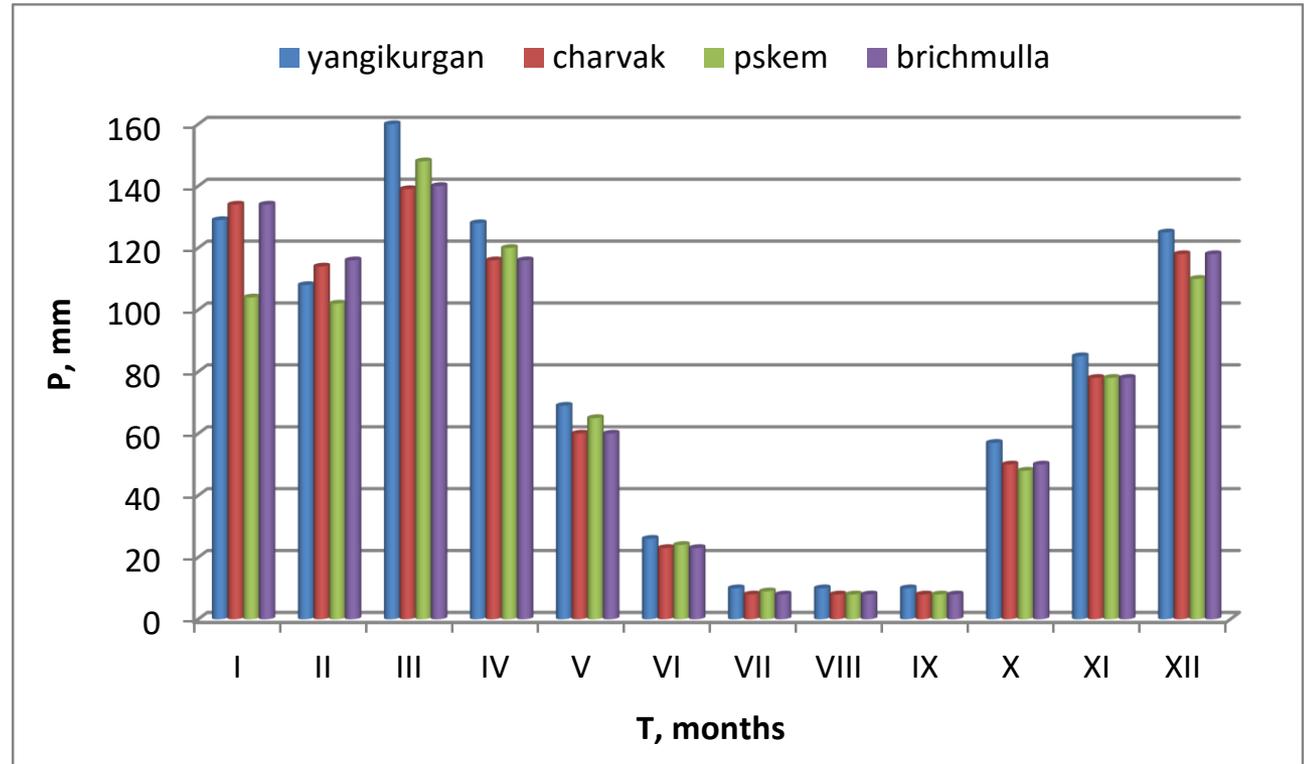
Mean, maximum and minimum air temperatures at meteorological station Chatkal, 1980-2015.



Maximum and minimum air temperatures of meteorological station Oigaing, 1980-2015.

# Precipitation:

- The greatest amount fall from January to May 64-65%;
- the smallest amount fall from June to September 5-6% ;
- 44% of the annual amount falls in liquid form;
- 26% mixed and 30% in the form of snow [12]



Average perennial monthly precipitation at Pskem meteorological station 1981-2010.

## Средний многолетний слой годовых осадков, мм

№	Метеостанция	Слой осадков, мм	
		за период 1961- 1990	за период 1981- 2010
1	Чаткал	555	574
2	Чимган	533	559
3	Пскем	546	572
4	Ойгаинг	523	538

- С 1981-2010 гг., за теплое время осадки растут.
- Рост составляет в пределах 3-5%.



# Приведение рядов к многолетнему периоду

В данной работе для восстановления рядов использовано метод гидрологической аналогии.

Вычислены параметры уравнения линейной регрессии для связи среднегодовых расходов.

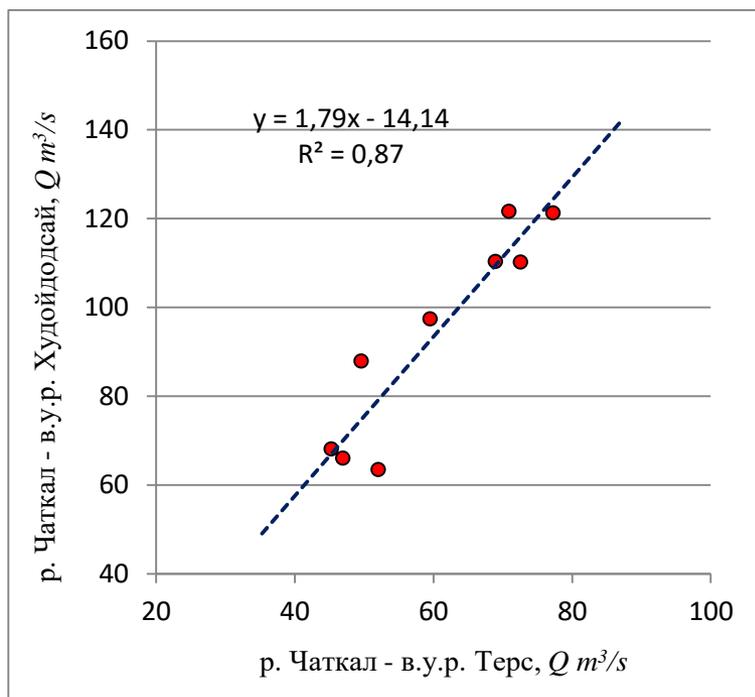
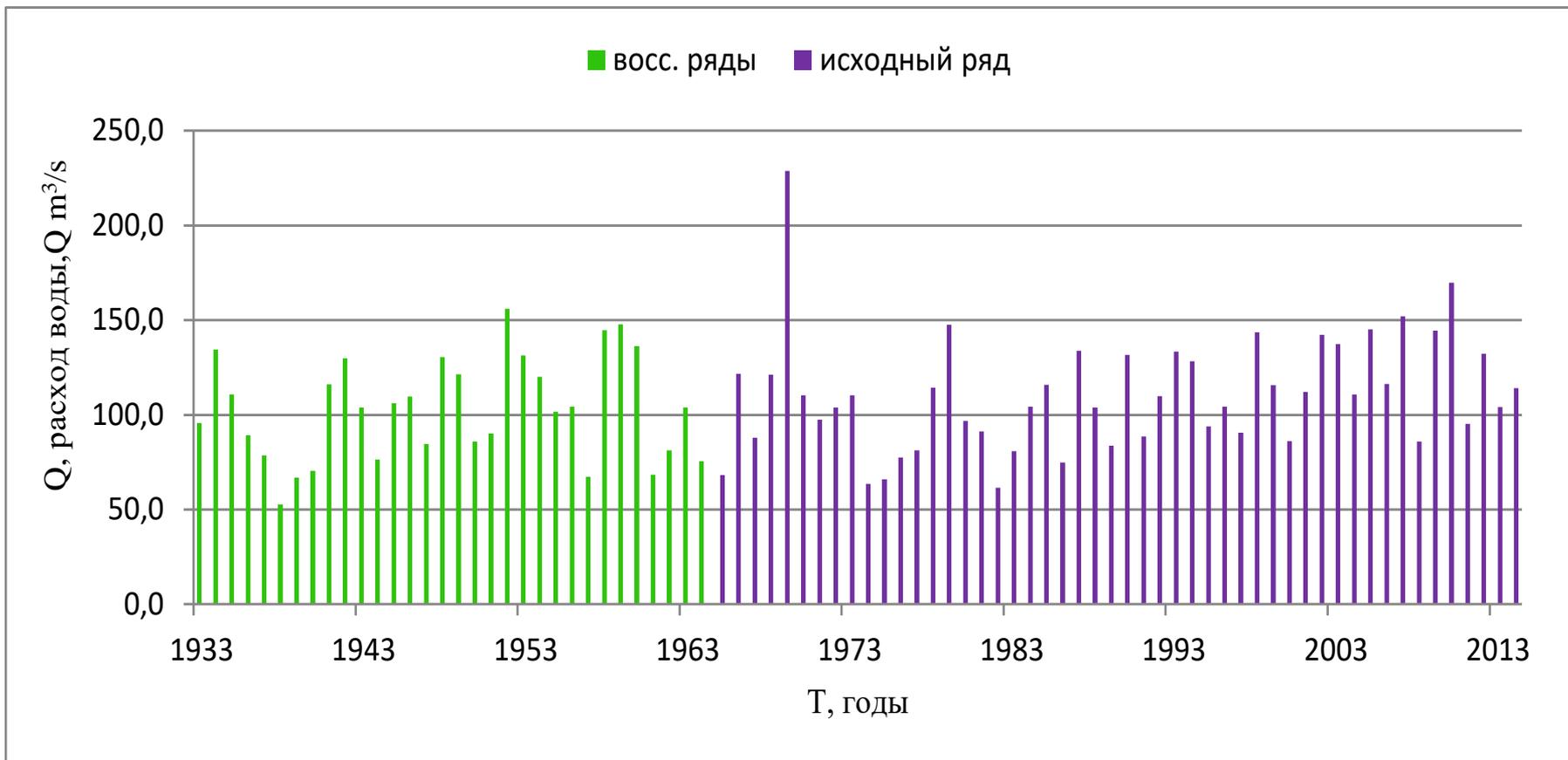


График связи среднегодовых расходов воды реки Чаткал – в.у.р. Худойдодсай и р. Чаткал – в.у.р. Терс

Р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай и р. Чаткал – в.у.р. Терс

Характеристика	Значение
расчетная река (Y)	р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай
река аналог (X)	р. Чаткал – в.у.р. Терс
совмест. период (n)	9
Коеф. Корреляции (R)	0,93
Станд. Ошибка R ( $\sigma_R$ )	0,025
$R/\sigma_R$	36,7
коеф. Регрессии (a)	1,79
Станд. Ошибка a ( $\sigma_a$ )	0,094
$a/\sigma_a$	18,96
свободный член (b)	14,14
Уравнение регрессии	$Y=1,79*x-14,14$

# Хронологический график среднегодовых расходов воды реки Чаткал – в.у.р. Худойдодсай, 1933-2014 гг.



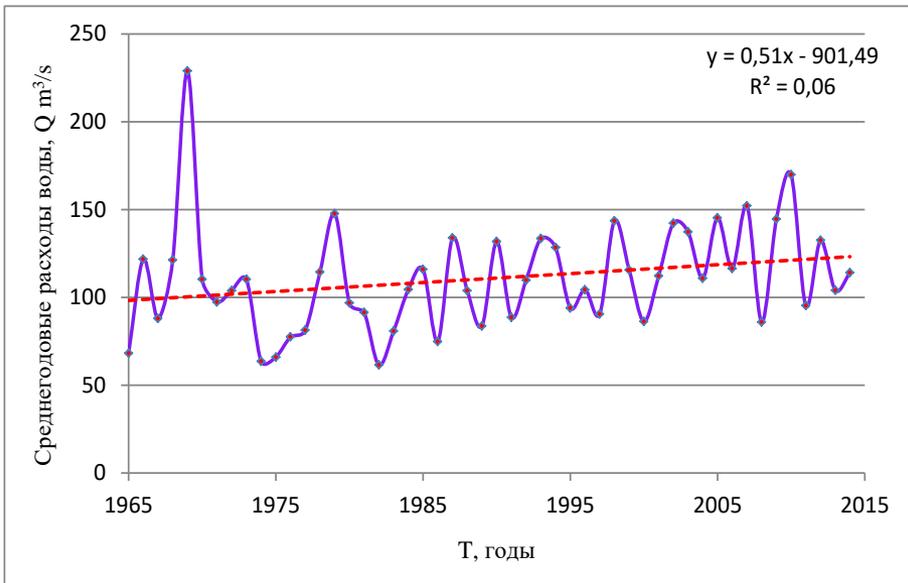
# Оценка временных трендов

- Применялся критерий значимости коэффициента корреляции для зависимости  $x = f(t)$ , где  $t$  – время.
- Уровень значимости принимался  $2\alpha = 5\%$ .

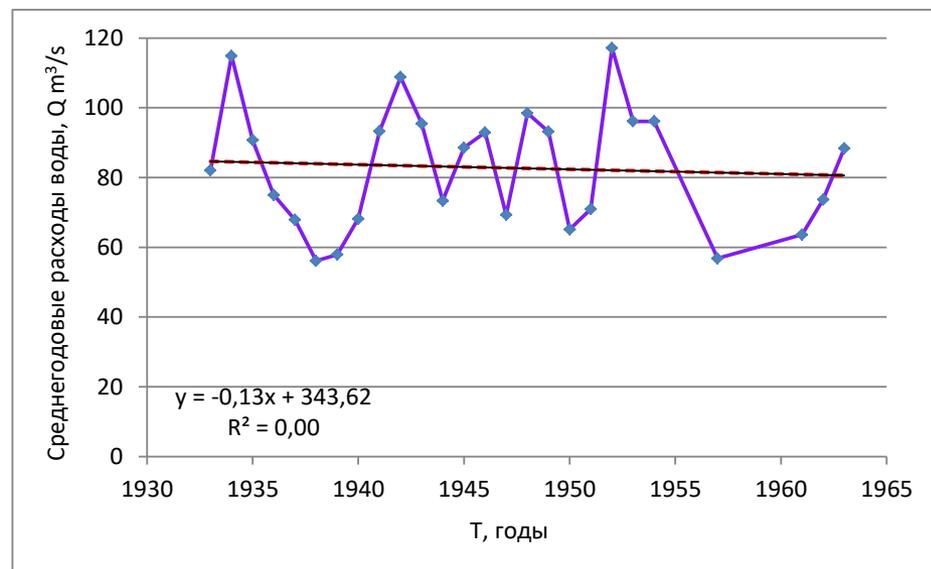
№	Река. пункт	$R$	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$	$H_0: R = 0$
1	р. Чаткал - выше устье реки Найзатукай	0.004	0.066	<b>0.326</b>	тренда нет
2	р. Чаткал - выше устье реки Терс	0.005	0.164	<b>0.028</b>	тренда нет
3	р. Чаткал - выше устье реки Худайдодсай	0.243	0.141	<b>1.717</b>	тренда нет
4	Р.Чаткал – село Чарвак	0.327	0.155	<b>1.988</b>	тренда нет

Оценка значимости линейных трендов в рядах среднегодовых расходов по 4-ом гидрологическим постам реки Чаткал

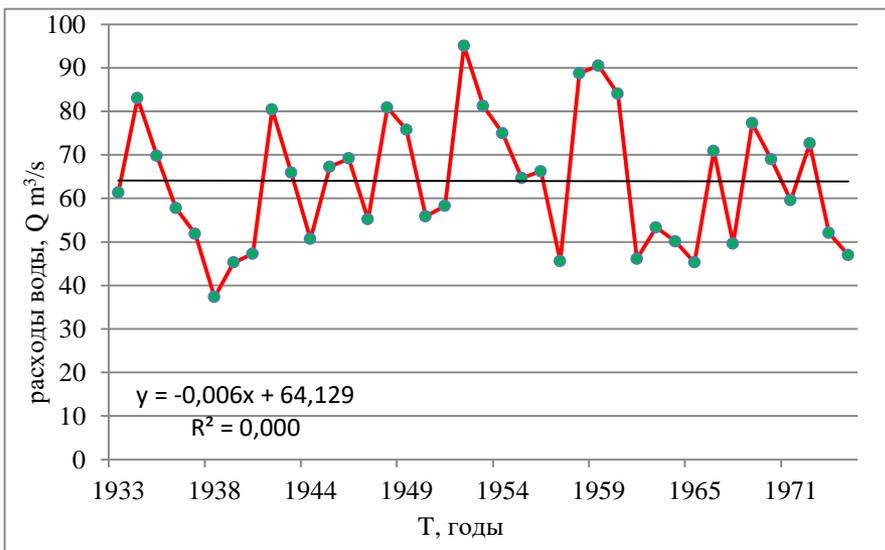
# Оценка временных трендов



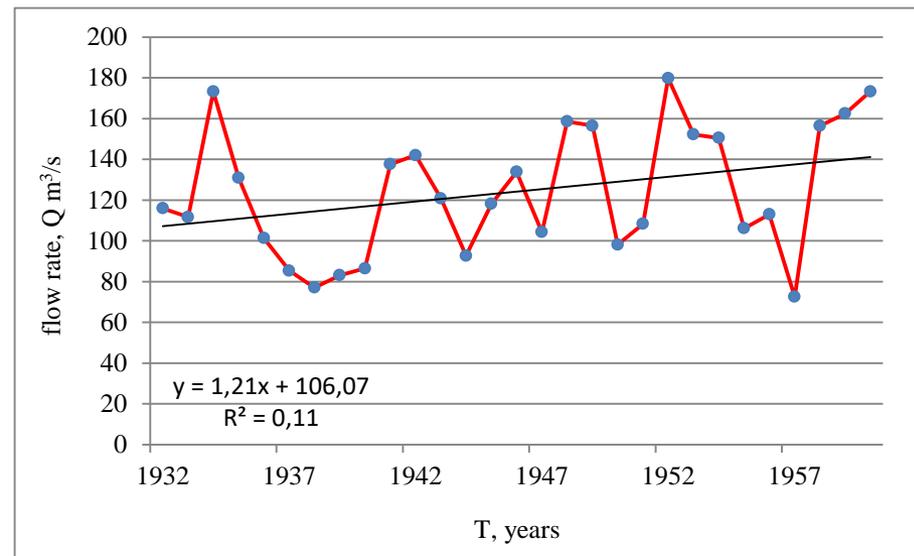
Р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай, тренда нет.



Р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай, тренда нет.



Р. Чаткал – в.у.р. Терс, тренда нет.



Р. Чаткал – с. Чарвак, тренда нет.

# Проверка на однородность рядов среднегодовых расходов воды реки Чаткал

№	Гидрологический пост	N, лет	$ t^* $	$t_{2\alpha=5\%}$	$H_0: Q_1 = Q_2$	$F^*$	$F_{2\alpha=5\%}$	$H_0: D_1 = D_2$
1	р. Чаткал - в.у.р. Найзатукай	26	-0.10	2.06	Не опров.	1.06	3.28	Не опров.
2	р. Чаткал - в.у.р. Терс	39	0.19	2.03	Не опров.	1.02	2.55	Не опров.
3	р. Чаткал - в.у.р. Худойдодсай	82	-0.87	1.99	Не опров.	1.50	1.88	Не опров.
4	р.Чаткал - с.Чарвак	35	-1.01	2.03	Не опров.	1.48	2.74	Не опров.

# Годовой ход ежедневных расходов воды:

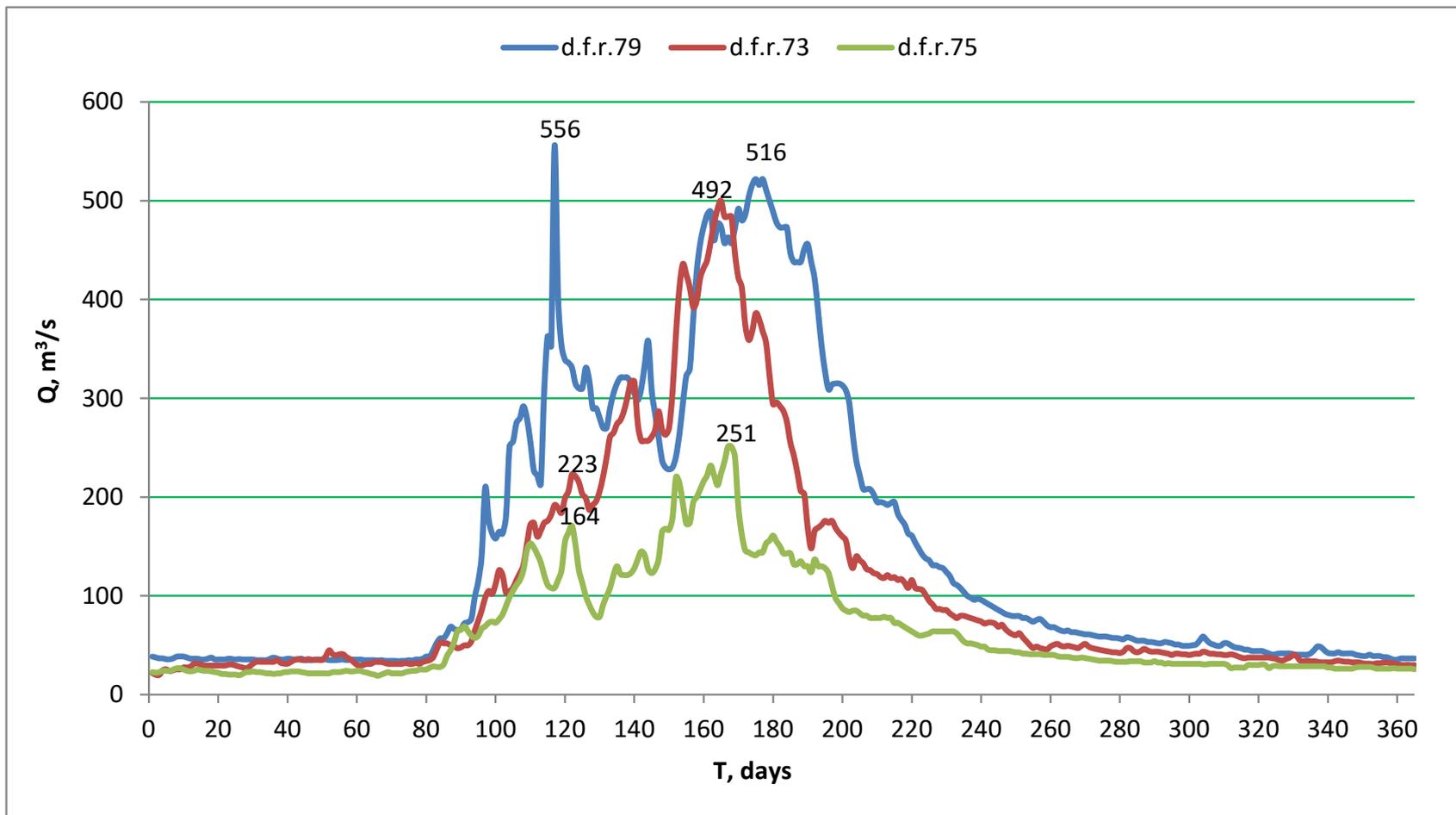
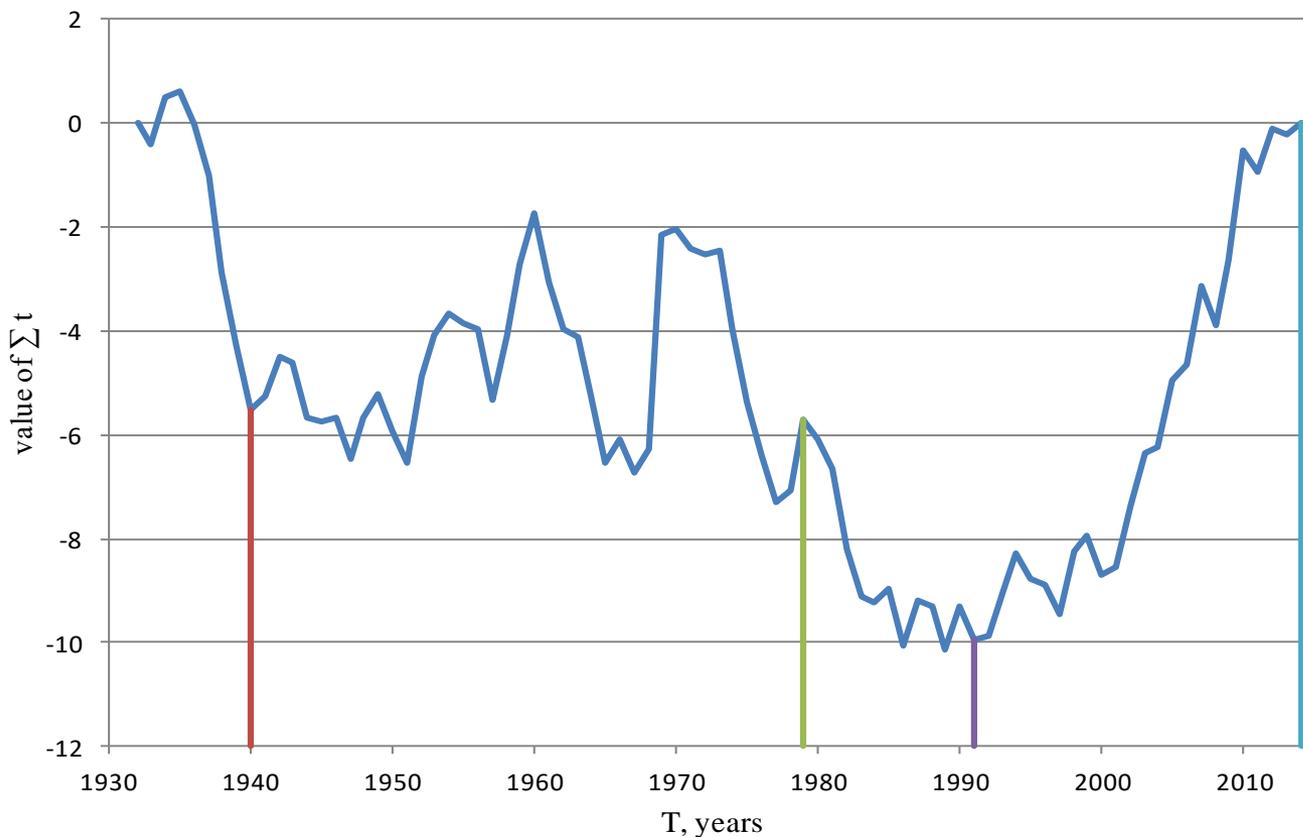


График ежедневных расходов воды показывает что у р. Чаткал в течении года наблюдаются два пика, в апреле и в июне. В качестве примера выбраны три разные годы с что соответствуют к периодам: маловодный (1975 г.), средний (1973 г.) и многоводный (1979 г.) по водности. р.Чаткал – в.у.р. Худойдодсай.

# Разностные интегральные кривые на гидрологических постах реки Чаткал

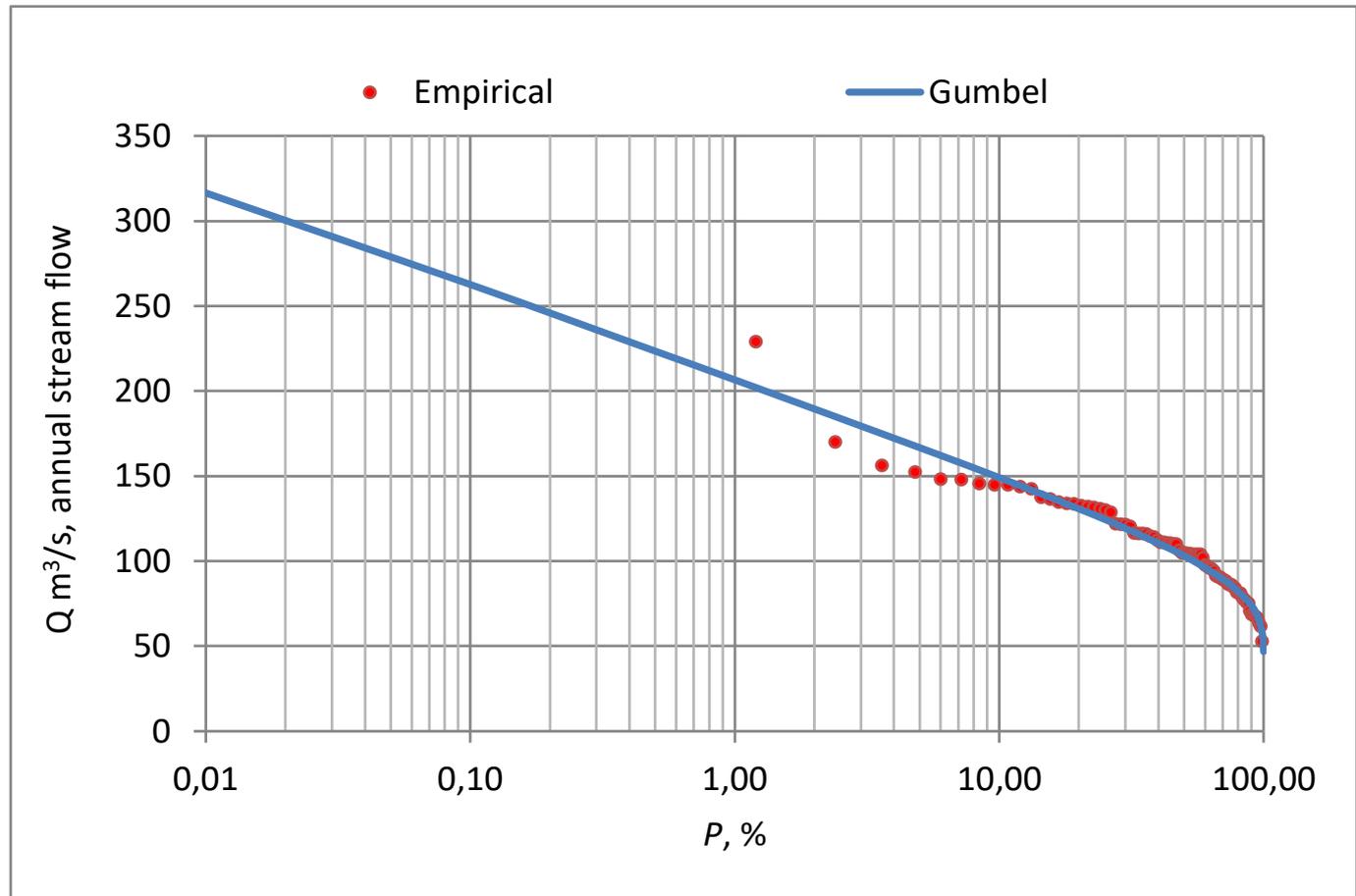
Разностно-интегральная кривая среднегодовых расходов воды, р. Чаткал - в.у.р. Худойдодсай



- С 1940 года по 1979 период близкий по водности к среднему
- С 1980 года по 1991 маловодный период
- С 1992 по настоящее время многоводный период

# Расчет среднегодовых расходов различной обеспеченности

В качестве аналитической кривой выбрана кривая Гумбеля.



Кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды - эмпирическая и Гумбеля, р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай,  $C_v - 0.27$ ,  $C_s - 0.87$ ,  $Q_{cp} - 108$  м<sup>3</sup>/с.

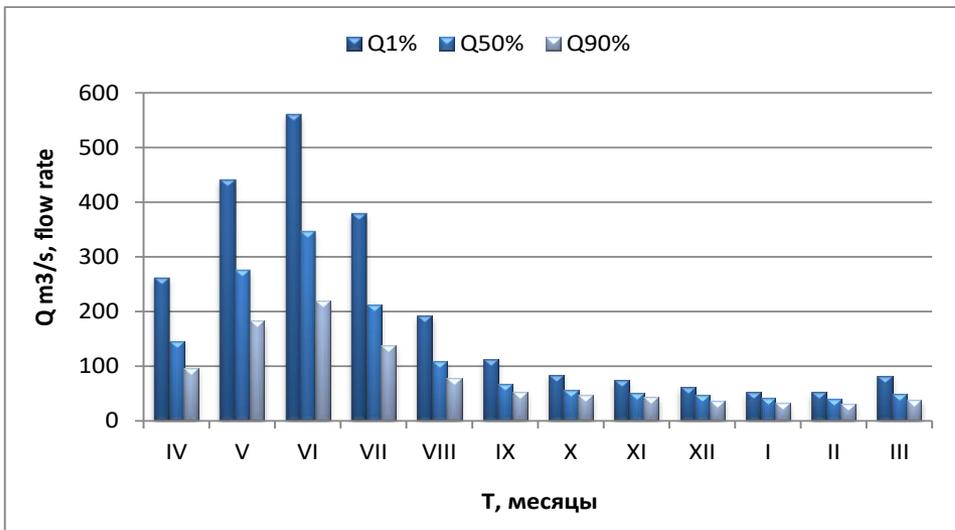
# Основные статистические характеристики рядов годового стока реки Чаткал

Гидрологический пост	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	$Q_{\text{ср}}$ , м <sup>3</sup> /с	$q_{\text{ср}}$ , л /с км <sup>2</sup>	$C_v$	$C_s$	$C_s / C_v$	Относительная погрешность, %		
							$Q_{\text{ср}}$	$C_v$	$C_s$
р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай	5520	82,8	15,0	0,21	0,22	1,03	4,2	14,2	108
р. Чаткал - в.у.р. Терс	4090	64,0	15,6	0,23	0,26	1,12	4	12	61
р. Чаткал в.у.р. Худайдодсай	6580	108	16,4	0,27	0,87	3,21	8,7	8,1	32
Р.Чаткал - с.Чарвак	7110	121	17,0	0,25	0,22	0,85	4	12	85
Среднее значение	-	-	<b>16</b>	<b>0,24</b>	<b>0,39</b>	<b>1,53</b>	<b>5,15</b>	<b>11,57</b>	<b>71,5</b>

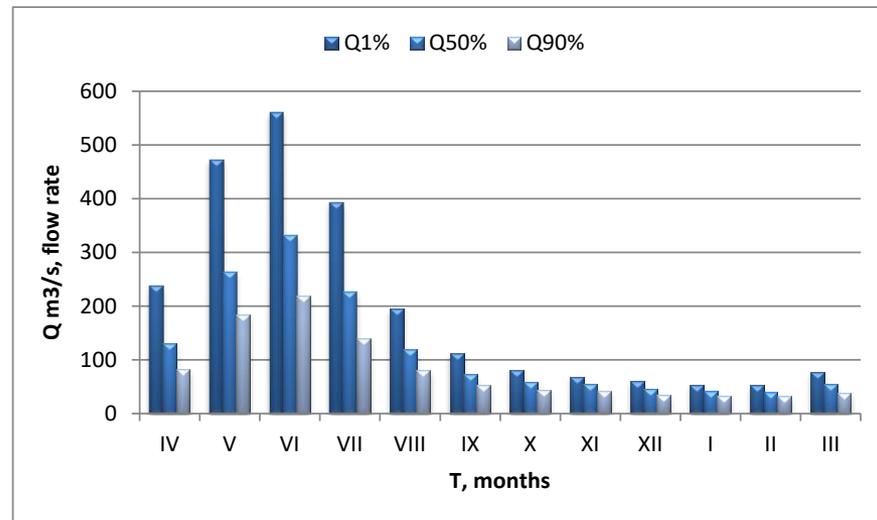
# Внутригодовое распределение стока реки Чаткал

Гидрологический пост, продолжительность ряда, год	Внутригодовое распределение стока (среднее по <u>маловодной</u> группе)		Внутригодовое распределение стока (среднее по <u>средне водной</u> группе)		Внутригодовое распределение стока (среднее по <u>многоводной</u> группе)	
	многоводный период, % (IV- IX)	маловодный период, % (X- III)	многоводный период, % (IV- IX)	маловодный период, % (X- III)	многоводный период, % (IV- IX)	маловодный период, % (X- III)
р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай, 30	76	24	81	19	83	17
р. Чаткал - в.у.р Терс, 38	75	25	79	21	82	18
р. Чаткал - в.у.р Худайдод-сай, 48	77	23	80	20	83	17
р.Чаткал - с.Чарвак,40	77	23	79	21	83	17
<b>среднее:</b>	<b>76</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>83</b>	<b>17</b>

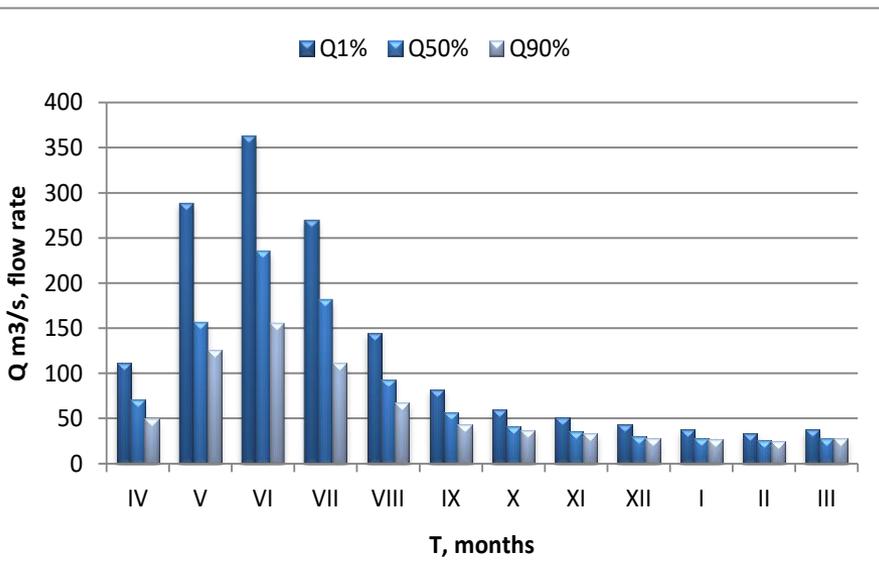
# Внутригодовое распределение стока реки Чаткал



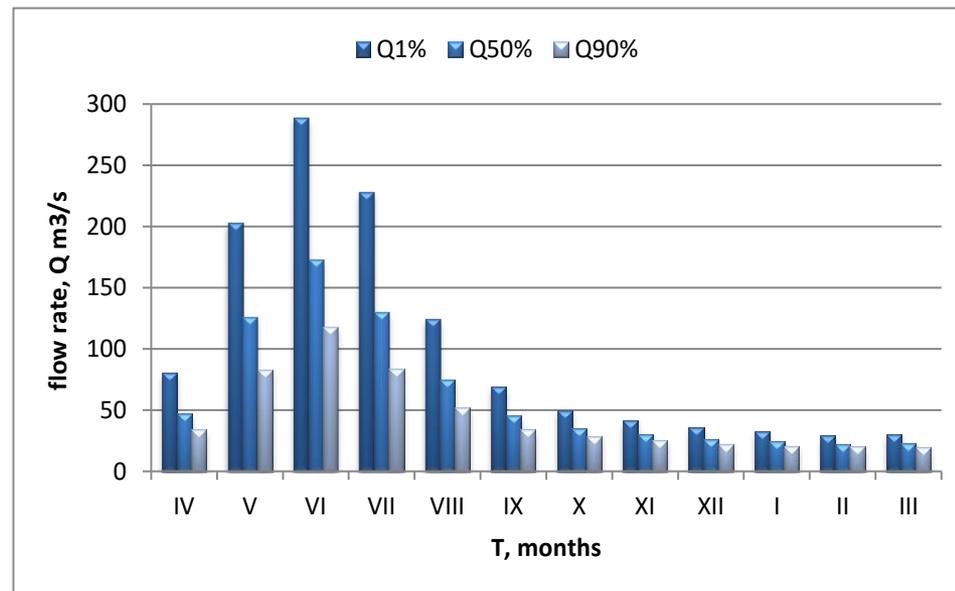
р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай.



р. Чаткал – с. Чаткал.



р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай.



р. Чаткал – в.у.р. Терс.

# Результаты и выводы:

- Выполнено приведение рядов годового стока к многолетнему периоду.
- Проведена проверка рядов на однородность и наличие трендов.
- Установлено, что ряды годового стока являются однородными и стационарными.
- Анализ разностной интегральной кривой показал, что начиная с 90-х годов прошлого века по настоящее время на реке Чаткал наблюдается многоводный период. Это связано с увеличением годовых сумм осадков.
- Установлено, что в течение года наблюдается два пика максимальных расходов воды: в апреле и в июне. Первый связан с таянием сезонного снега и второй с таянием многолетних снегов и ледников.
- Для всех рядов рассчитаны статистические характеристики и их погрешности, для среднего значения погрешность не превышает 10%, для коэффициента вариации погрешность не превышает 15%.
- Построены эмпирические и аналитические кривые обеспеченностей. В качестве аналитической кривой выбрана кривая Гумбеля.
- Выполнен расчет внутригодового распределения стока для трех групп водности – многоводной маловодной и средней.
- Установлено, что независимо от водности года на многоводный период приходится 80% годового стока на маловодный 20%.

Спасибо за внимание  
вопросы!!!