

Особенности гидрологического режима реки Чаткал

Кодиров Собир Мамадиёрович
Научный руководитель: Сикан
Александр Владимирович, доцент

Санкт-Петербург - 2017



Республика Узбекистан



- Государство – в центральной части Средней Азии.
- Площадь – 447 400 км².
- Население – 32, 121 млн.
- Столица – Ташкент.



Река Чаткал

- **Чаткал** – горная река, протекающая по территории Киргизии и Узбекистана.
- Берёт начало из безымянного моренного озера.
- Впадает в Чарвакское водохранилище.
- *Длина реки: 223 км²*
- *Площадь бассейна: 6580 км²[8]*



Chatkhal river, about 5-6 km upstream of Charvak reservoir. By Sobir Kodirov.

Чарвакская ГЭС:

- Створ гидроузла расположен в верхнем течении реки Чирчик.
- Наполнение водохранилища закончено в 1978 г.
- Обеспечивает сезонное регулирование стока.
- Имеет большое комплексное значение.



Плотина Чарвакской ГЭС, <http://www.icwc-aral.uz/bwosyr.htm>

Характеристики гидроузла Чарвакской ГЭС

Гидроузел состоит из каменно-земляной плотины, комплекса водосбросных сооружений, расположенных на левом берегу реки, и напорно-станционного узла сооружений - на правом.

Длина напорного фронта, м	770
Напор на сооружения максимальный, м	148
Расход воды через сооружения максимальный ($P = 0,01\%$), м ³ /с	2400
в том числе через здание ГЭС, , м ³ /с	500
Полный объем водохранилища, млн. м ³	2006
Полезный объем водохранилища, млн. м ³	1580
Максимальная строительная высота плотины, м	168

Климат:

- Климат в Узбекистане резко континентальный и неоднородный.
- На большей части территории годовое количество осадков не превышает 200-300 мм.
- Осадки в северо-восточных предгорных районах достигают в среднем 500-600 мм.
- В горах зима относительно холоднее и лето прохладнее.
- Теплые воздушные массы приходят с Атлантического океана.
- В зимний период вторгается холодная воздушная масса из Арктики и Сибири.
- Были использованы метеоданные по 4 станциям.

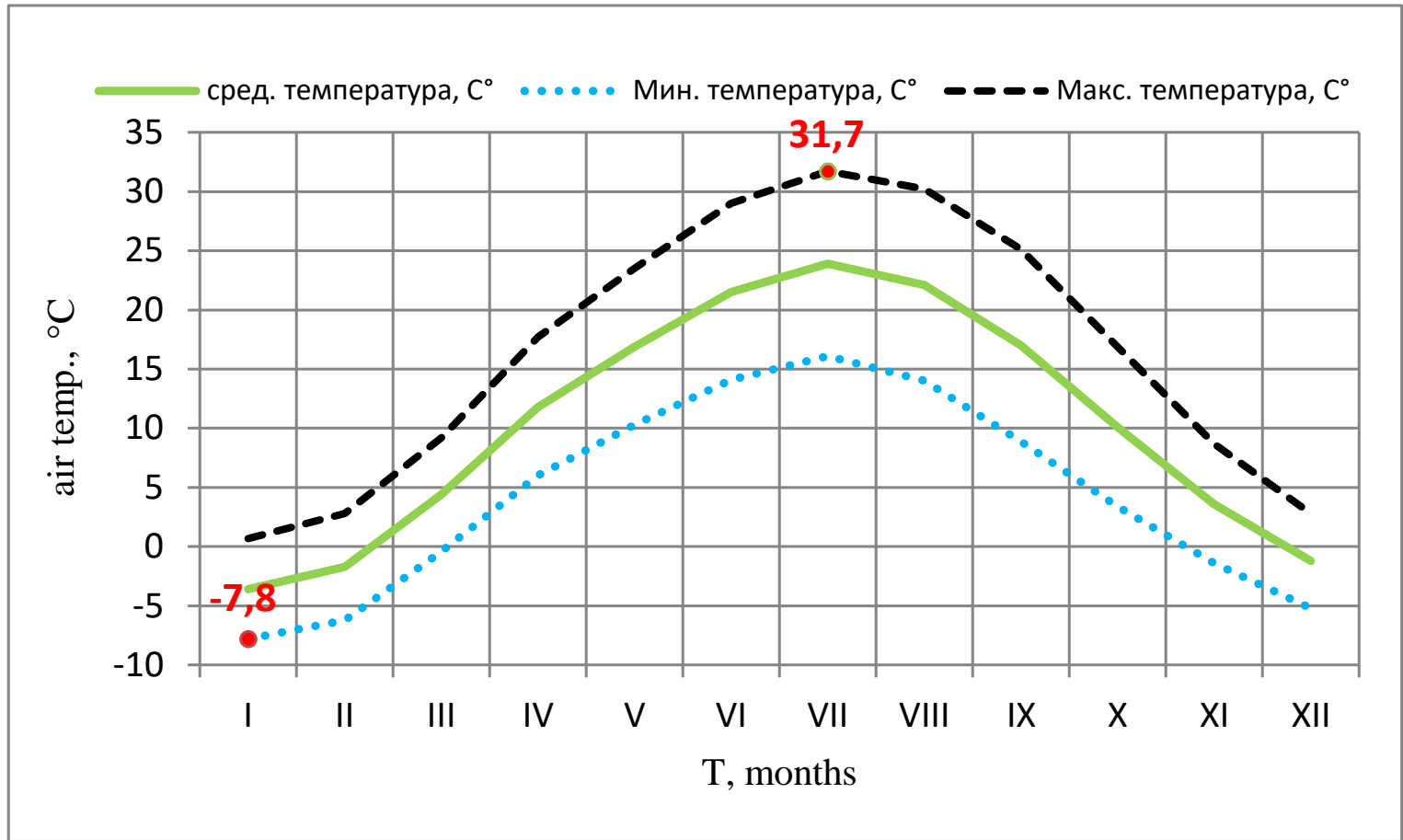
Метеорологические станции:

Международный код станции	Название станции	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря, м	Страна расположение
38339	Ойгаинг	42°10′	70°52′	2175	Uzbekistan
38462	Пскем	41°54′	70°22′	1265	Uzbekistan
38471	Чаткал	41°54′	71°21′	1417	Uzbekistan
38706	Чимган	41°31′	70°01′	1675	Uzbekistan

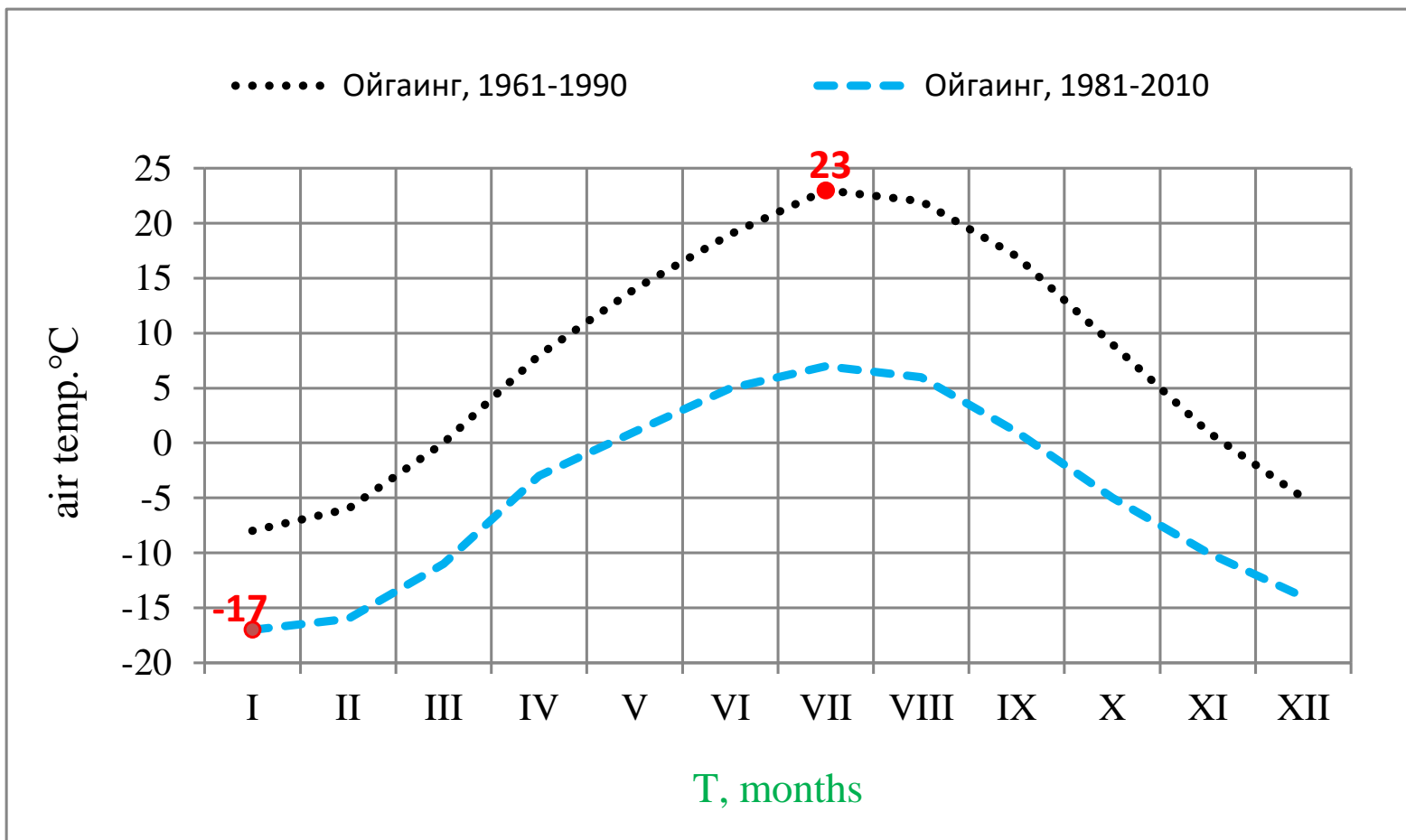
Карта-схема расположения метеорологических станций:



Температура воздуха :



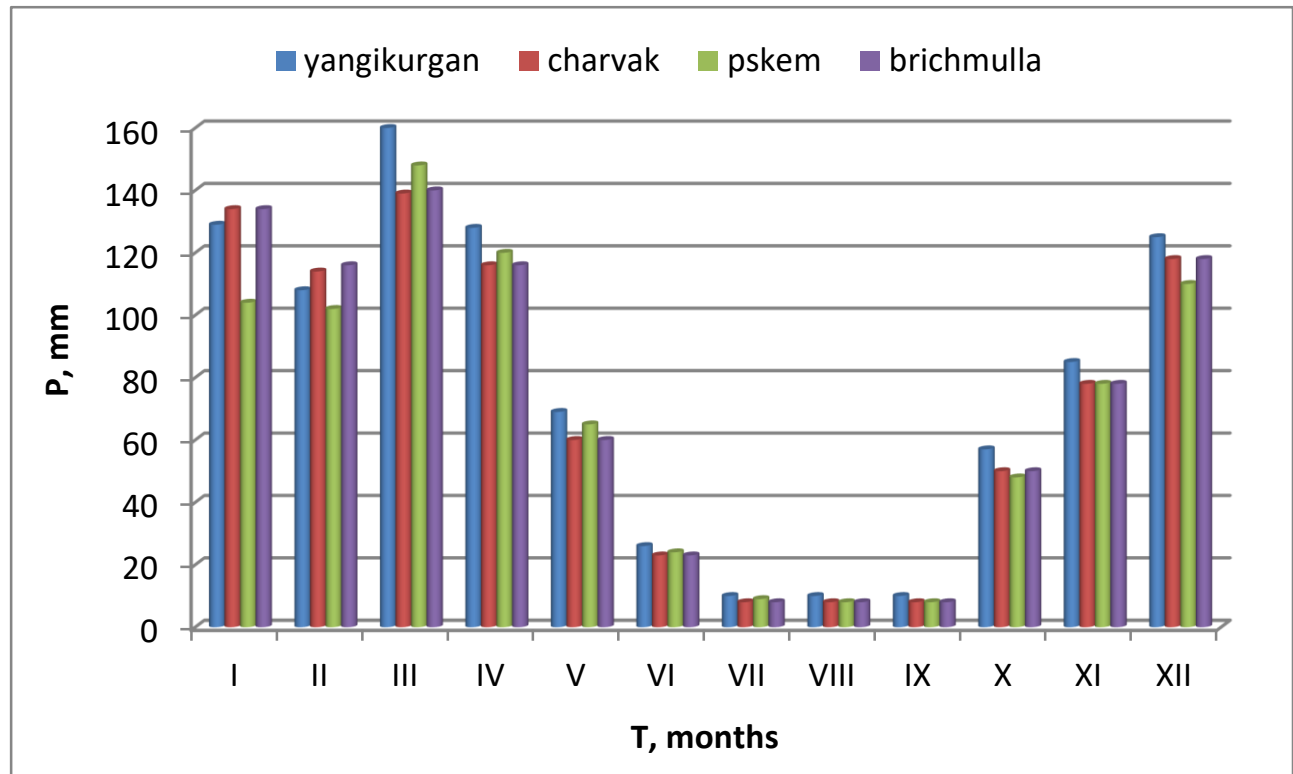
Средняя, максимальная и минимальная месячная температура воздуха по м/с
Чаркал, 1980-2015 г.



Средняя, максимальная и минимальная месячная температура воздуха по м/с
 Ойгаинг, 1980-2015 г.

Осадки:

- наибольшее количество осадков выпадает с января по май – 64-65% от годовой суммы осадков
- наименьшее за июнь-сентябрь – 5-6%
- 44% годовой суммы осадков выпадают в жидком виде, 26% смежные осадки [12]



Средние многолетние месячные суммы осадков по м/с Пскем, за период 1981-2010 гг.

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

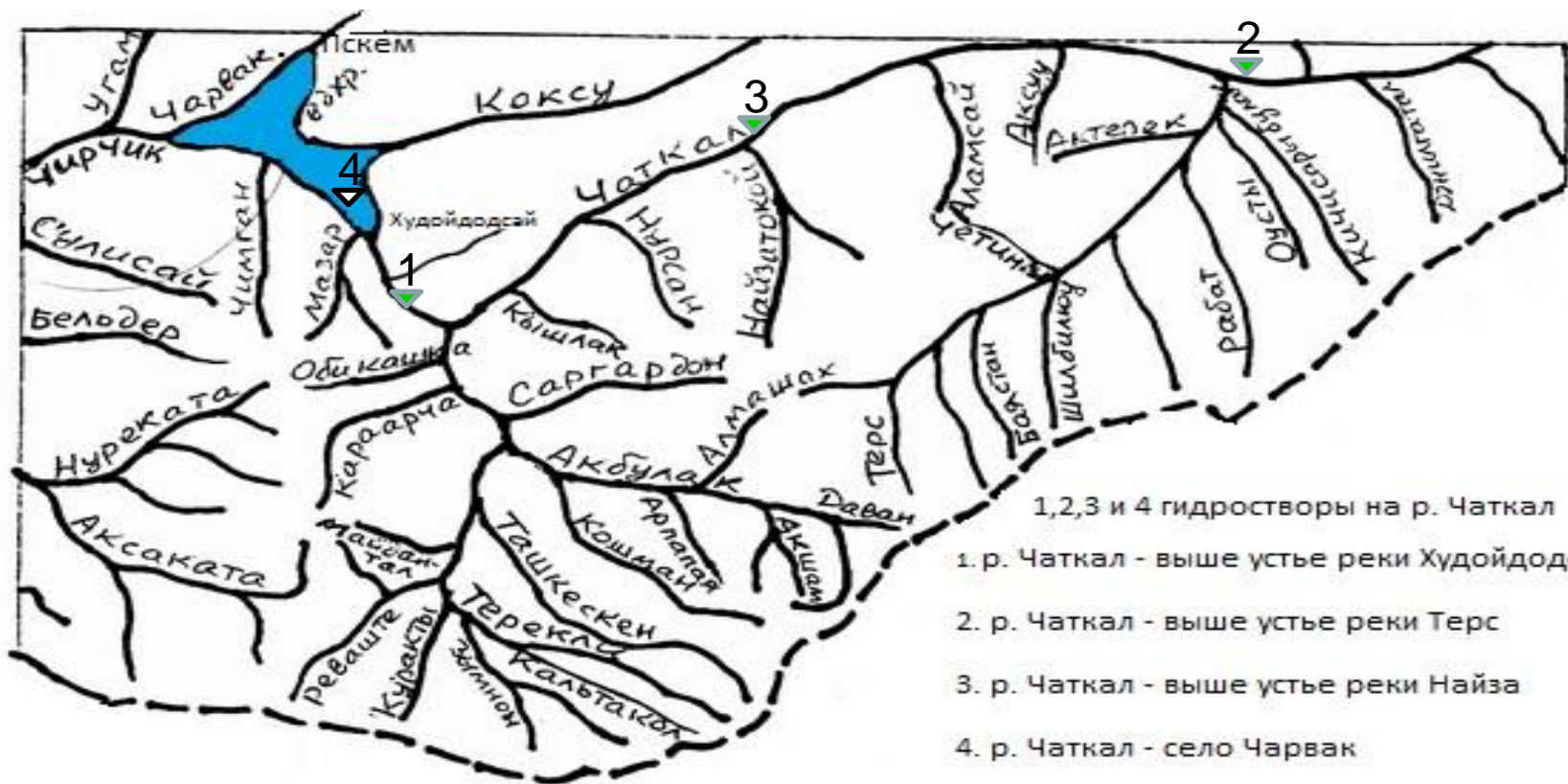
- С 1981-2010 гг., за теплое время осадки растут.
- Рост составляет в пределах 3-5%.

List of gauging stations along Chatkal river.

№	Пост	Период	F, км ²
1	р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай	1932-1964	5520
2	р. Чаткал - в.у.р.Терс	1915-1962	4090
3	р. Чаткал - в.у.р. Худайдодсай	1965-2015	6580
4	р.Чаткал – село Чарвак	1915-1967	7110

Схема расположения гидрологических постов на реке Чаткал:

Map-scheme of Chatkal river basin , scale:1 cm~5 km. <https://www.proza.ru/2011/07/06/252>



- 1,2,3 и 4 гидропосты на р. Чаткал
1. р. Чаткал - выше устья реки Худойдодсай
 2. р. Чаткал - выше устья реки Терс
 3. р. Чаткал - выше устья реки Найза
 4. р. Чаткал - село Чарвак

Приведение рядов к многолетнему периоду

В данной работе для восстановления рядов использовано метод гидрологической аналогии.

Вычислены параметры уравнения линейной регрессии для связи среднегодовых расходов.

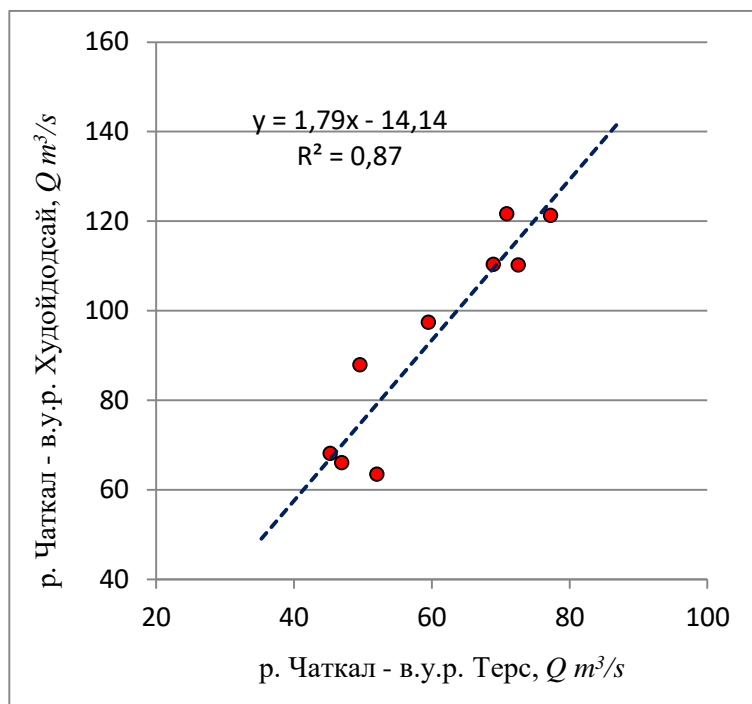
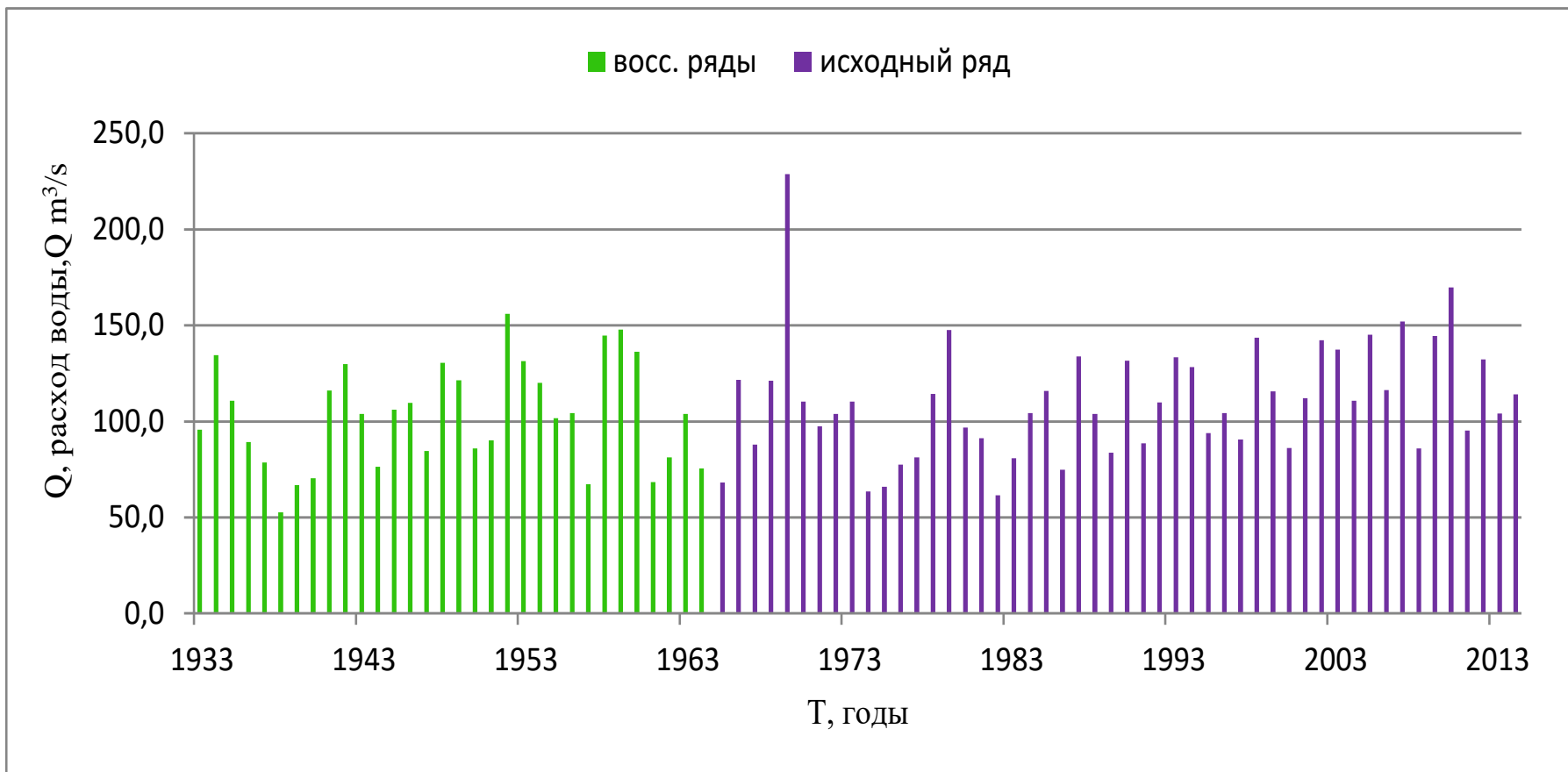


График связи среднегодовых расходов воды реки Чаткал – в.у.р. Худойдодсай и р. Чаткал – в.у.р. Терс

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 (σ_R)	0,025
R/σ_R	36,7
коеф. Регрессии (a)	1,79
Станд. Ошибка a (σ_a)	0,094
a/σ_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.



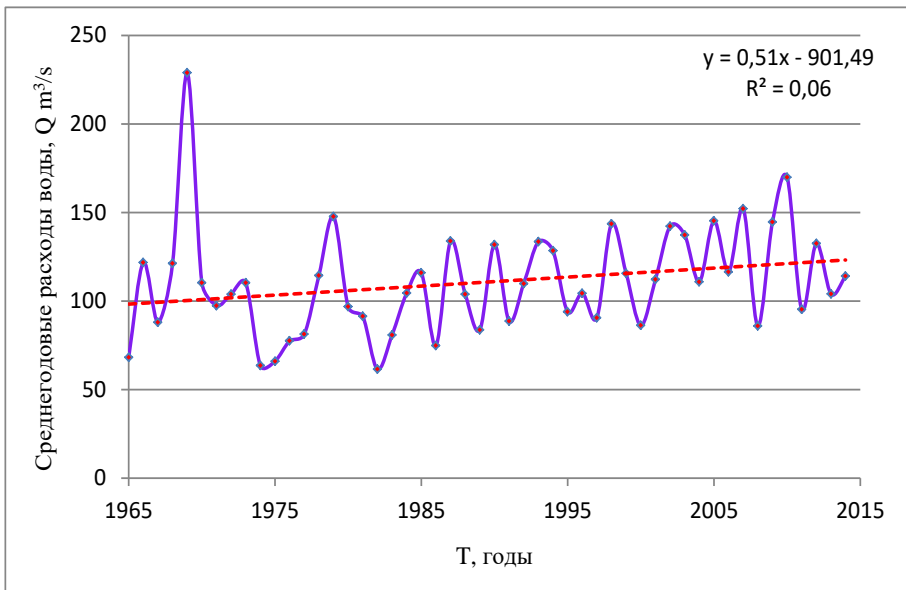
Оценка временных трендов

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

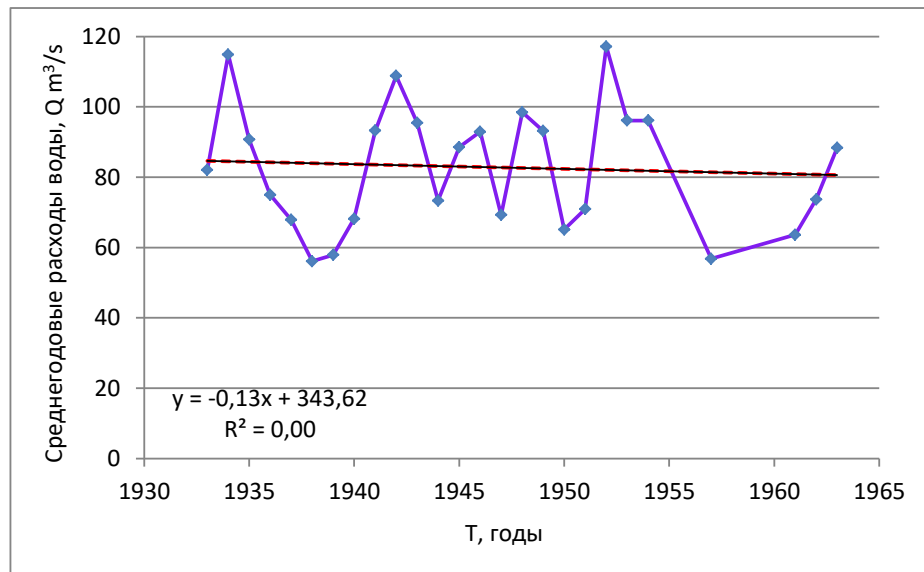
№	Река. пункт	R	σ_R	R/σ_R	$H_0: R = 0$
1	р. Чаткал - выше устье реки Найзатукай	0.004	0.066	0.326	тренда нет
2	р. Чаткал - выше устье реки Терс	0.005	0.164	0.028	тренда нет
3	р. Чаткал - выше устье реки Худайдодсай	0.243	0.141	1.717	тренда нет
4	Р.Чаткал – село Чарвак	0.327	0.155	1.988	тренда нет

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

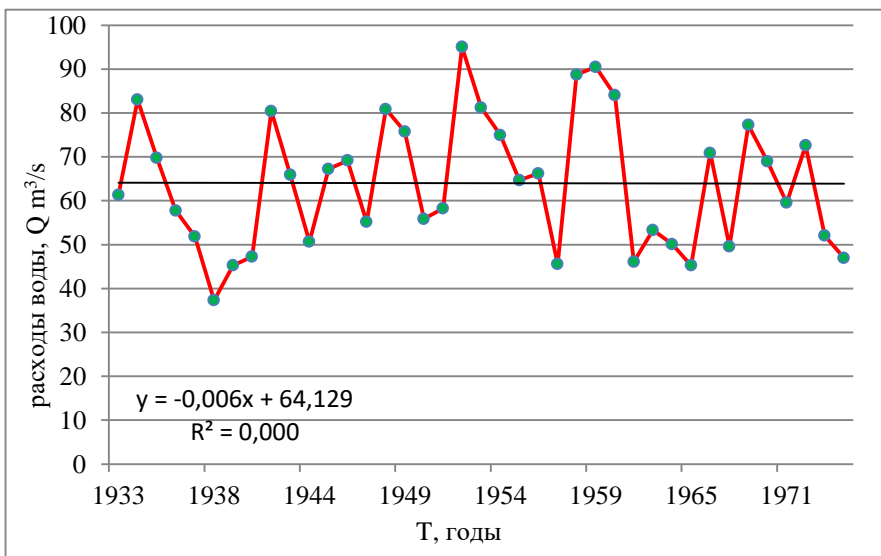
Оценка временных трендов



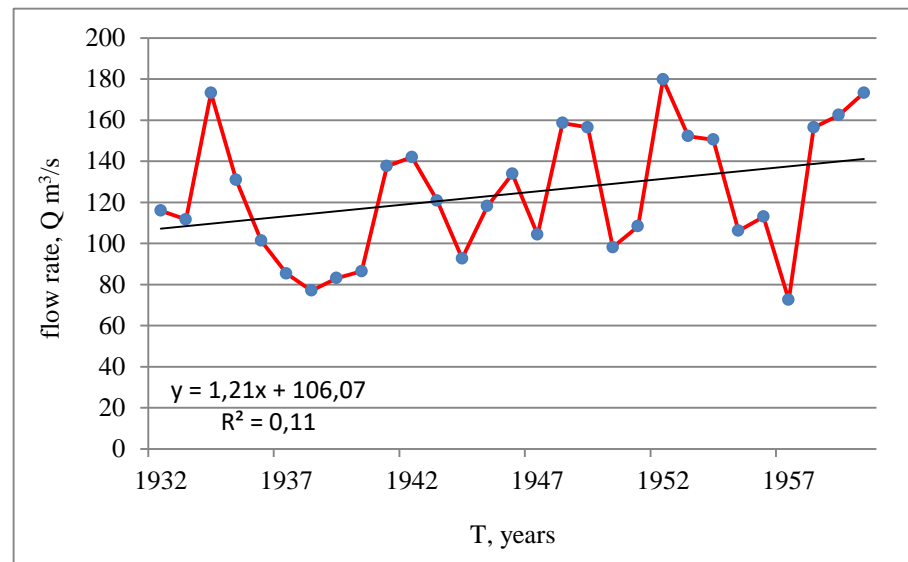
Р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай, тренда нет.



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:

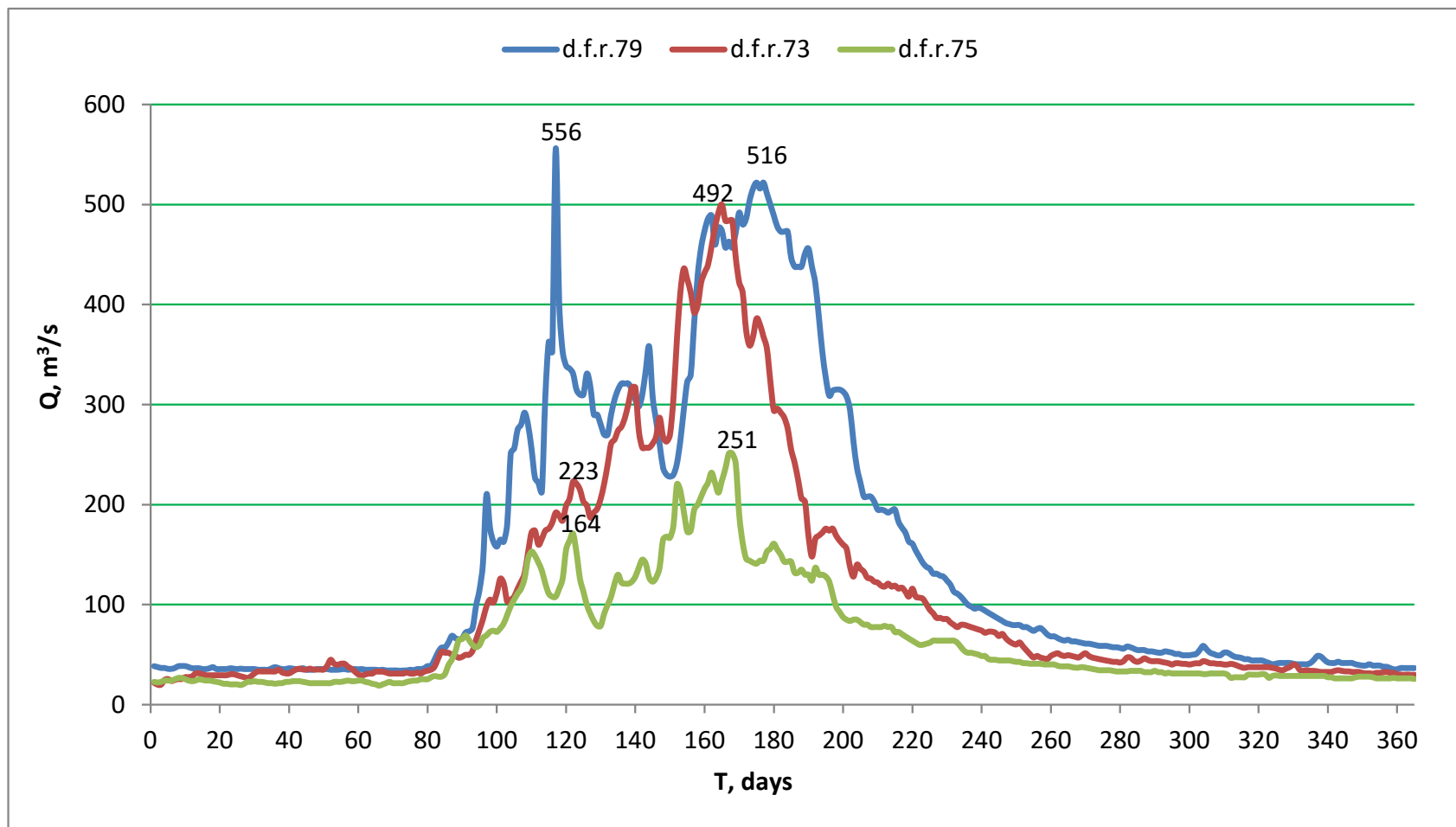
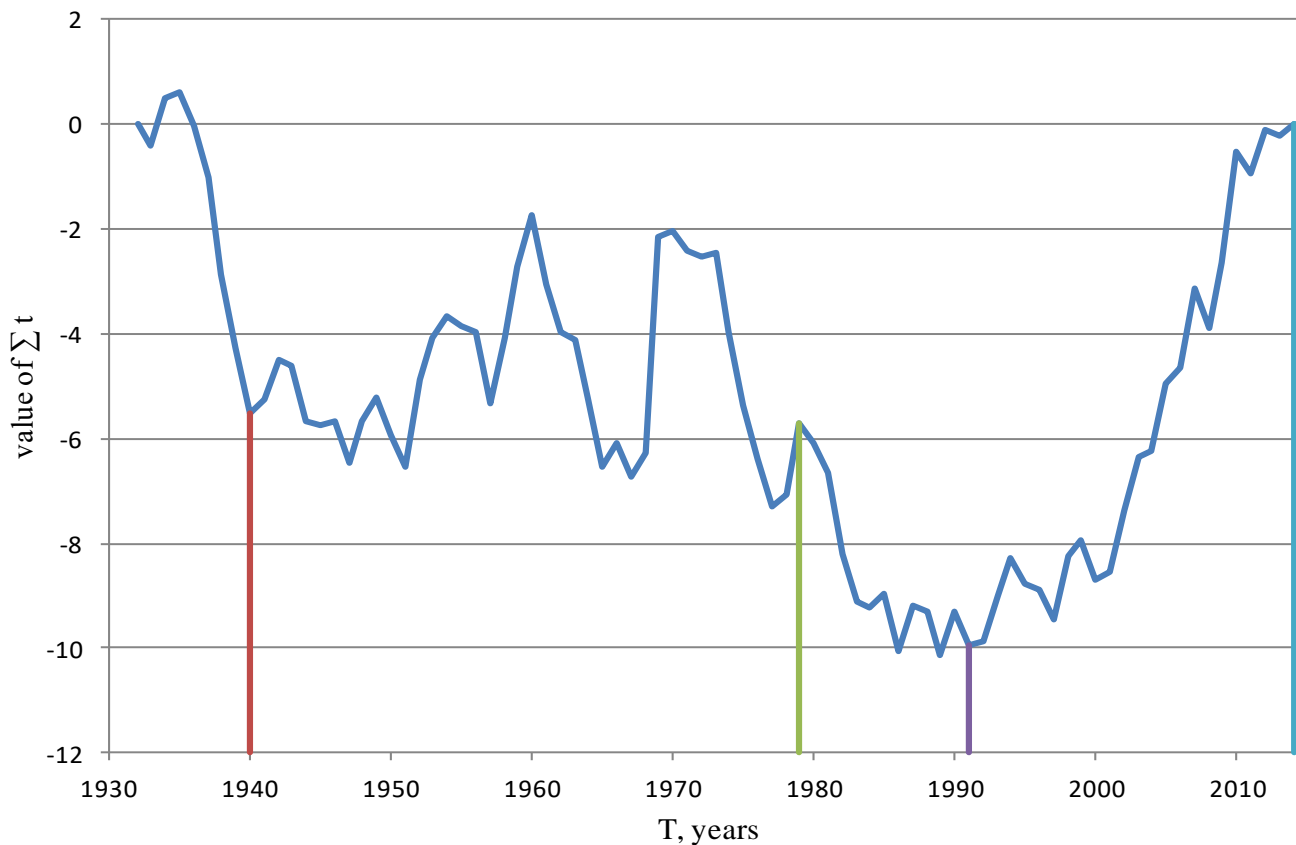


График ежедневных расходов воды показывает что у р. Чаткал в течении года наблюдаются два пика, в апреле и в июне. В качестве примера выбраны три разные годы с что соответствуют к периодам маловодный (1975 г.), средний (1973 г.) и многоводный (1979 г.) по водности. р.Чаткал – в.у.р. Худойдодсай.

Разностные интегральные кривые на гидрологических постах реки Чаткал

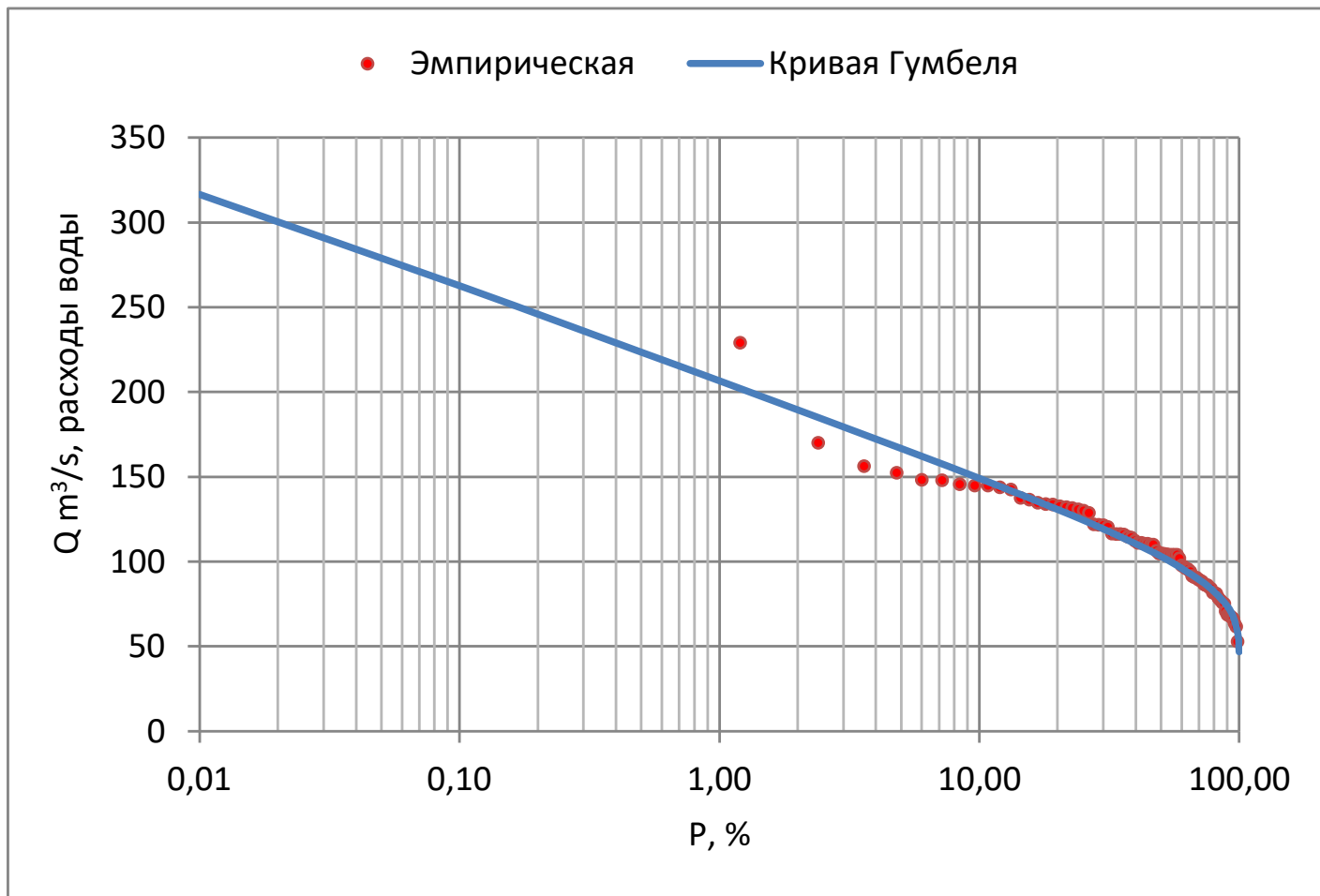
Разностно-интегральная кривая среднегодовых расходов воды, р. Чаткал - в.у.р. Худойдодсай



- 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, $C_v = 0.27$, $C_s = 0.87$, $Q_{cp} = 108 m^3/s$.

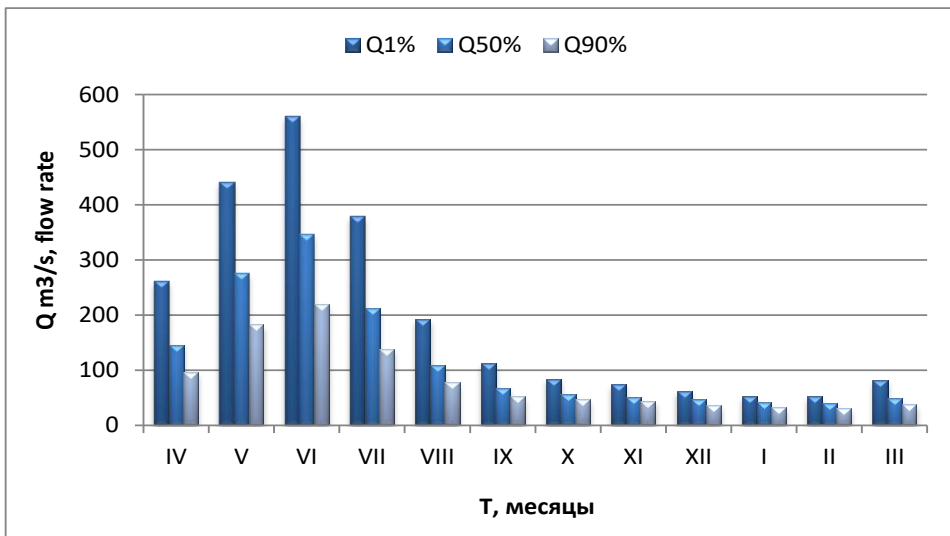
Основные статистические характеристики рядов годового стока реки Чаткал

Гидрологический пост	Площадь водосбора, км ²	$Q_{\text{ср}}$, м ³ /с	$q_{\text{ср}}$, л /с км ²	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	-	-	16	0,24	0,39	1,53	5,15	11,57	71,5

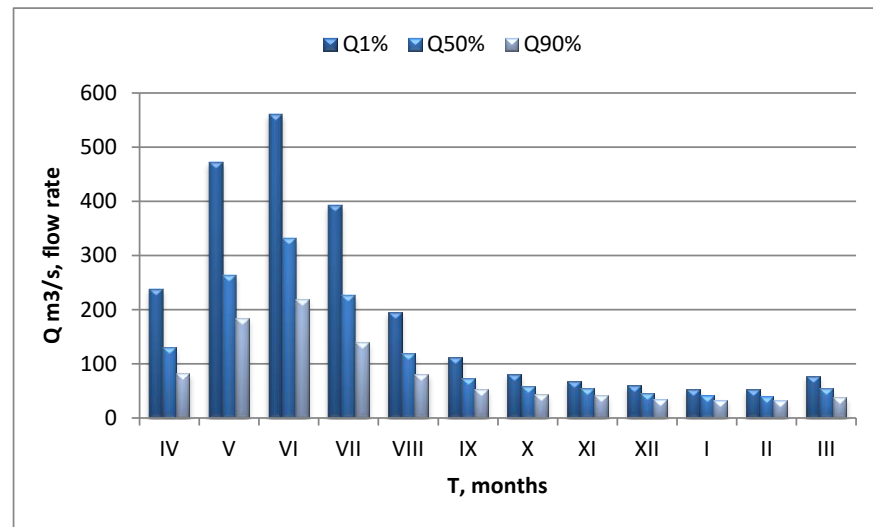
Внутригодовое распределение стока реки Чаткал

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
среднее:	76	24	80	20	83	17

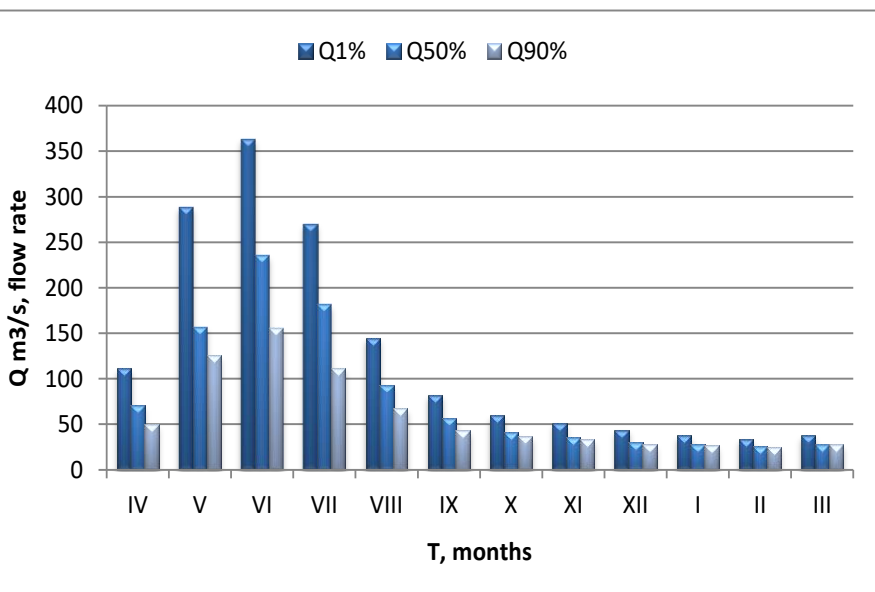
Внутригодовое распределение стока реки Чаткал



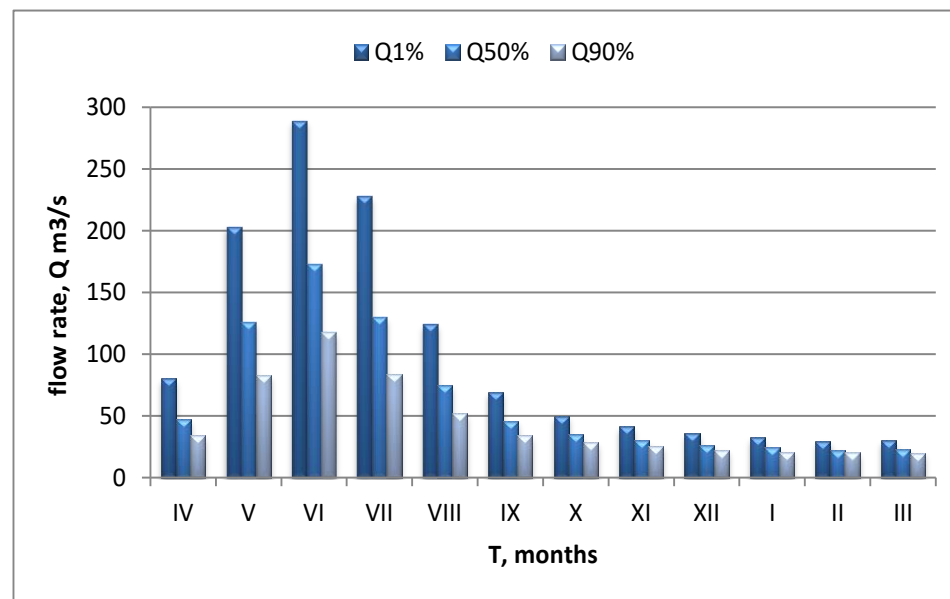
р. Чаткал – в.у.р. Худойдодсай.



р. Чаткал – с. Чаткал.



р. Чаткал – в.у.р. Найзатукай.



р. Чаткал – в.у.р. Терс.

Результаты и выводы:

- Дана краткая физико-географическая и климатическая характеристика района исследований.
- 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 значение 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%.

Источники:

1. <https://www.gazeta.uz/ru/2017/01/16/population/>
2. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Almaty%20workshop/pdf/breakout_session/surface/Chirchik_Ahmadjonov_UZB_rus.pdf
3. <http://geografiya.uz/fizicheskaya-geografiya-uzbekistana/9991-chirchik-ahangaranskiy-fiziko-geograficheskiy-rayon.html>
4. <http://spox.ru/uploads/imagemanager/cache/2802737.jpeg>
5. <https://www.proza.ru/2011/07/06/25>
6. <http://wikimapia.org/13305662/ru>
7. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Toshkent_viloyati.jpg
8. А.М. Владимиров. Гидрологические расчеты. – Л.; Гидрометеиздат,– 1990. - 364 с.
9. В.Г. Орлов, А.В. Сикан. Основы инженерной гидрологии. – СПб.; изд. РГГМУ. – 2003. 187 с.
10. А.В. Сикан. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. - СПб.; изд. РГГМУ. – 2007. 279 с.
11. А.В. Сикан. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. - СПб.; изд. РГГМУ. – 2007. 279 с.
12. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Выпуск 19, - Л.; Гидрометеиздат»,– 1967.
13. В.Л.Щульц. Реки Средней Азии. Л.; Гидрометеиздат»,– 1965. - 588 с.



**Спасибо за внимание и
вопросы!!!**