

***Об основных итогах совместных
исследования на казахстанской части
бассейна реки Урал***

Ахметов С.К.

23 Июня 2016 года, Астана

Методические основы оценки влияния хозяйственной деятельности на сток рек

- Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановлению его характеристик
- Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным
- Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометеорологических наблюдений
- Определение основных расчетных гидрологических характеристик (СП 33-101-2003)

Критерий выборочных средних (Стьюдента)

- Для оценки однородности выборочных средних используется критерий Стьюдента
- Расчетное значение критерия **Стьюдента** определяется по формуле

$$t = \frac{y_{cpI} - y_{cpII}}{\sqrt{n_1\sigma_I^2 + n_2\sigma_{II}^2}} \sqrt{\frac{n_1n_2(n_1 + n_2 + 2)}{n_1 + n_2}}$$

y_{cpI} , y_{cpII} , σ_I^2 , σ_{II}^2 - средние значения и дисперсии двух последовательных выборок, n_1 и n_2 - объемы выборок

- Расчетное значение критерия Стьюдента определяется по формуле

$$t'_\alpha = C_t t_\alpha$$

t'_α - значение статистики Стьюдента при наличии автокорреляции

t_α - значение статистики Стьюдента для случайной совокупности при том же числе степеней свободы $k = n_1 + n_2 - 2$

Критерий выборочных средних (Стьюдента)

- Если **расчетное** значение критерия Стьюдента меньше **табличного** при заданном уровне значимости гипотеза об однородности не отклоняется
- Если верна нуль гипотеза, то рассматриваемый исходный ряд наблюдений признается однородным по отношению к средним значениям.
- Если же отвергается нуль гипотеза, то признается альтернативная гипотеза неоднородности выборочных средних

Критерий однородности дисперсий Фишера

- Для оценки однородности гидрологических рядов наблюдений по дисперсии часто используется критерий Фишера
- Расчетные значения статистики Фишера определяются по формуле:

$$F = \sigma_j^2 / \sigma_{j+1}^2 \quad \text{при } \sigma_j^2 > \sigma_{j+1}^2$$

σ_j^2 , σ_{j+1}^2 - соответственно дисперсии двух следующих друг за другом частей выборок (j и $j+1$) объемом n_1 и n_2 .

- Гипотеза о стационарности дисперсий принимается при заданном уровне значимости $\alpha(\%)$, если **расчетное** значение критерия меньше критического ($F < F^*$) при заданных степенях свободы и объемах выборок (n_1 и n_2)

Критерий однородности дисперсий Фишера

- Значения статистики Фишера (F^*) определяется в зависимости от по уровню значимости $\alpha(\%)$, коэффициентам внутрирядной ($r(1)$) и межрядной корреляции (R), а также коэффициентах асимметрии выборок
- При объемах выборок n_1 и n_2 больше или равных 25 членам ряда можно использовать классическое F -распределение для нормально распределенных независимых случайных величин с новыми степенями свободы, которые зависят от автокорреляции и асимметрии и определяются по формулам:

$$n_{1F} = \frac{n_1 g}{1 + \frac{2r^2}{1-r^2} \left[1 - \frac{1-r^{2n_1}}{n_1(n_1(1-r^2))} \right]},$$

$$n_{2F} = \frac{n_2 g}{1 + \frac{2r^2}{1-r^2} \left[1 - \frac{1-r^{2n_2}}{n_2(n_2(1-r^2))} \right]},$$

g — коэффициент, учитывающий влияние асимметрии исходной совокупности и определяемый по таблице, **r** - коэффициент автокорреляции между смежными членами ряда

Методы восстановления стока за условно – естественный период

- В случае нарушения однородности ряда наблюдений за стоком воды под влиянием антропогенных факторов производится восстановление значений стока воды за условно – естественный период двумя способами:
- *регрессионными методами с использованием парной и множественной корреляции*
 - *водно-балансовыми методами с учетом изменений всех элементов водного баланса речного водосбора и русла*

Последовательность расчетов

- За условно – естественный период определяется зависимость стока от основных стокообразующих факторов
- По найденной зависимости восстанавливается естественный сток за период с нарушенным водным режимом
- По разности наблюдаемого и восстановленного стока оценивается его изменение под влиянием комплекса факторов хозяйственной деятельности под влиянием комплекса факторов хозяйственной деятельности

**Оценка влияния
хозяйственной
деятельности на сток
реки Урал**

Схема бассейна р. Урал



Уравнение связи между расходами воды в р.Урал на г/п Кушум и г/п Январцево

В ходе выполнения исследований был восстановлен сток р. Урал – п. Январцево уравнением регрессии:

$$y_i = ax_i + b$$

По итогам расчетов, имеем уравнение:

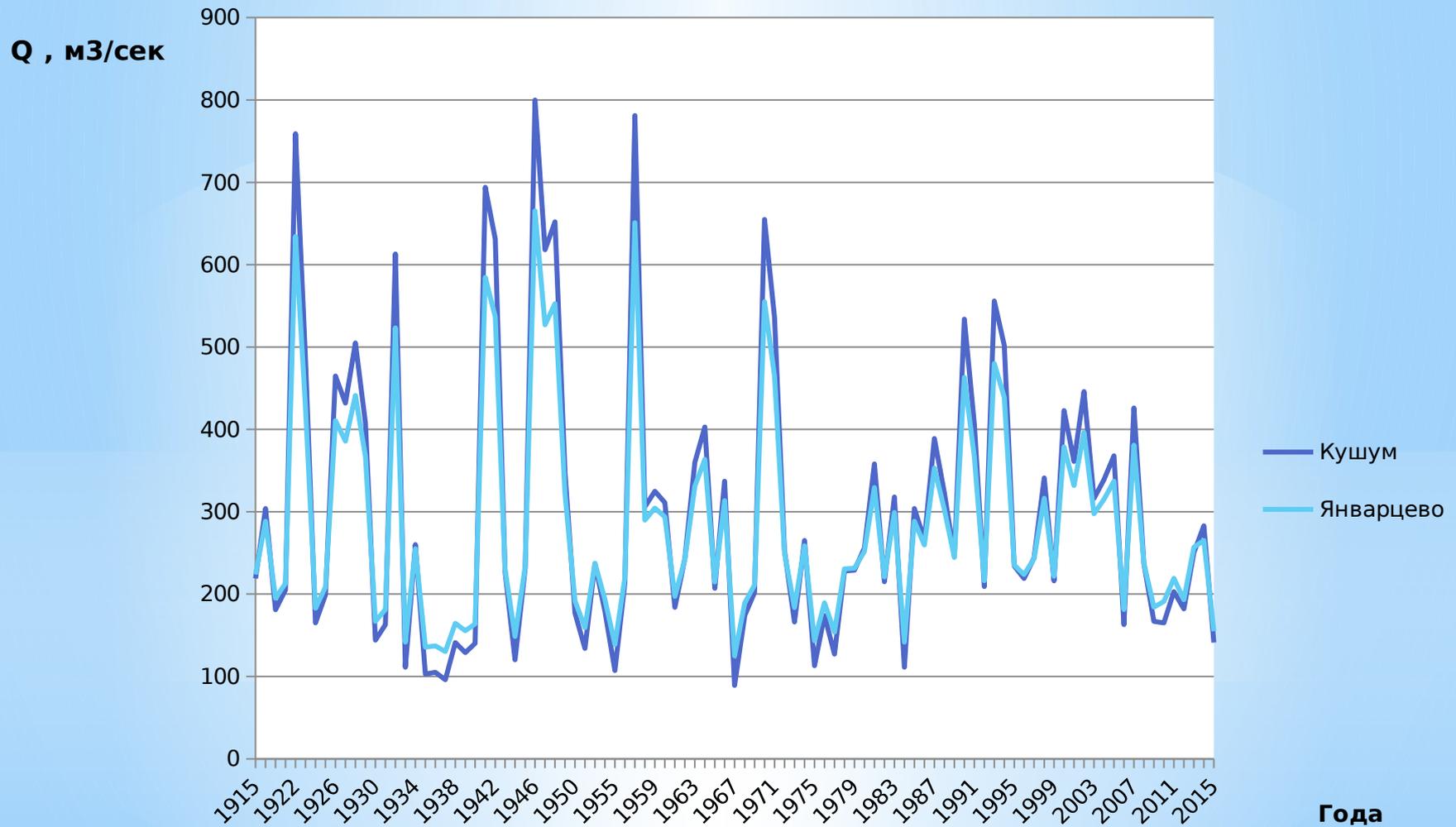
$$Q_{уя} = 0.76 Q_{ук} + 57,33$$

Коэффициент корреляции связи р. Урал с. Кушкм с п. Январцево
 $r = 0,98$, ее ошибка равна $0,01$

График связи среднегодовых расходов р. Урал – с. Кушум и р. Урал – п. Январцево



Гидрографы стока р. Урал – п. Кушум и п. Январцево

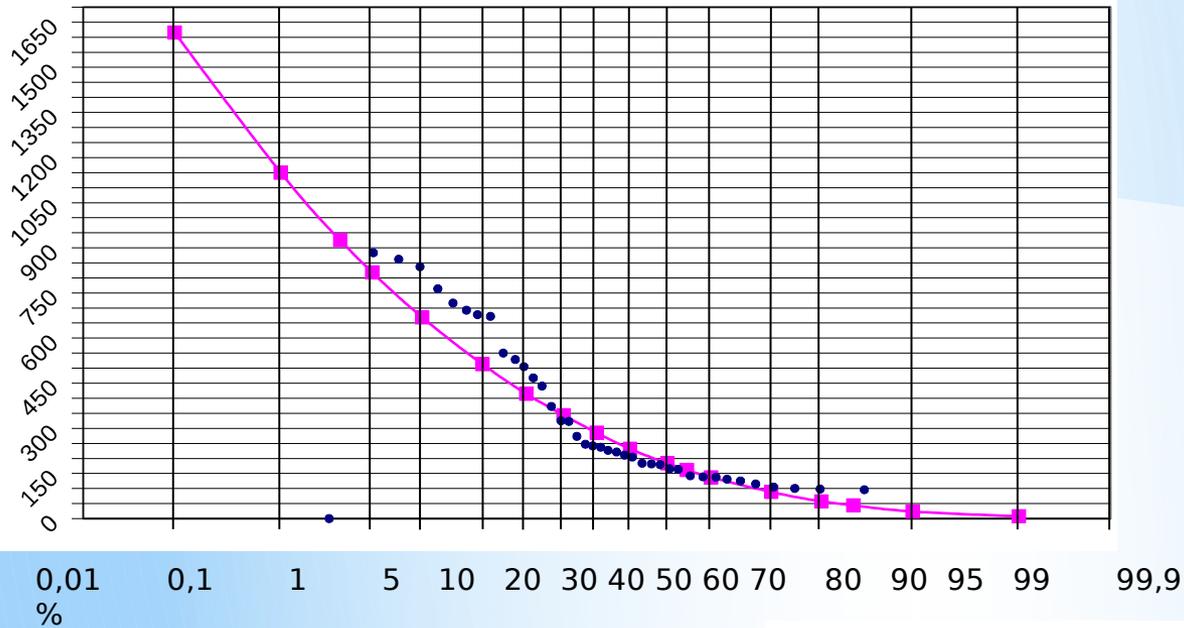


Сведения о крупных водохранилищах на р. Урал

Наименование водохранилища	Место образования водохранилища	Год приема в эксплуатацию	Объем воды, млн.м³
Ириклинское	Р. Урал, Оренбургская обл.	1959	3260
Магнитогорское	Р. Урал, г. Магнитогорск	1931	189
Верхнеуральское	Р. Урал, Челябинская обл.	1960	601

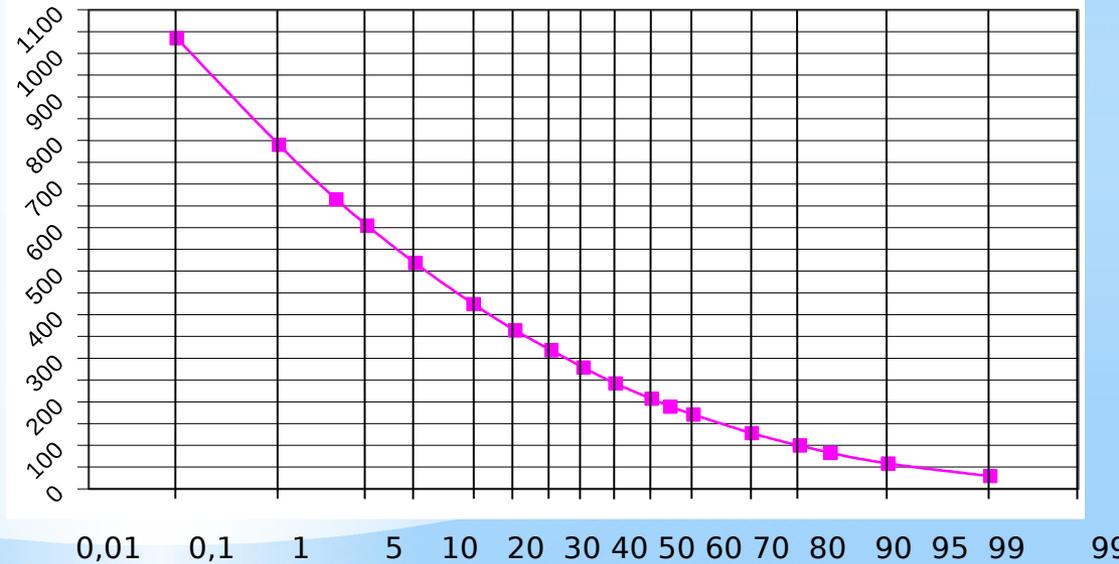
Результаты оценки однородности средних значений и дисперсий рядов

Река - пункт	Оценка средних по Стьюденту			Оценка дисперсии по Фишеру		
	t	t_{α}	Вывод	F	F_{α}	Вывод
р. Урал – п. Январцево (1915-1958, 1966-2015)	0,93	1,98	+	2.97	1,79	-



Кривая обеспеченности (1915-1958гг) р. Урал – п. Январцево

Кривая обеспеченности (1966-2015гг) р. Урал – п. Январцево



0,01 0,1 1 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 99 99,9

Расходы воды в р.Урал – п. Январцево за естественный и нарушенный периоды

Годы	Q _{1%}	Q _{5%}	Q _{10%}	Q _{50%}	Q _{90%}	Q _{95%}	Q _{99%} %
1915 - 1965	1150	818	669	285	88,2	57,3	23,5
1966 - 2015	1030	605	518	278	128	99,2	58,3

**Оценка влияния
хозяйственной
деятельности на сток
реки Илек**

Карта – схема бассейна р. Илек



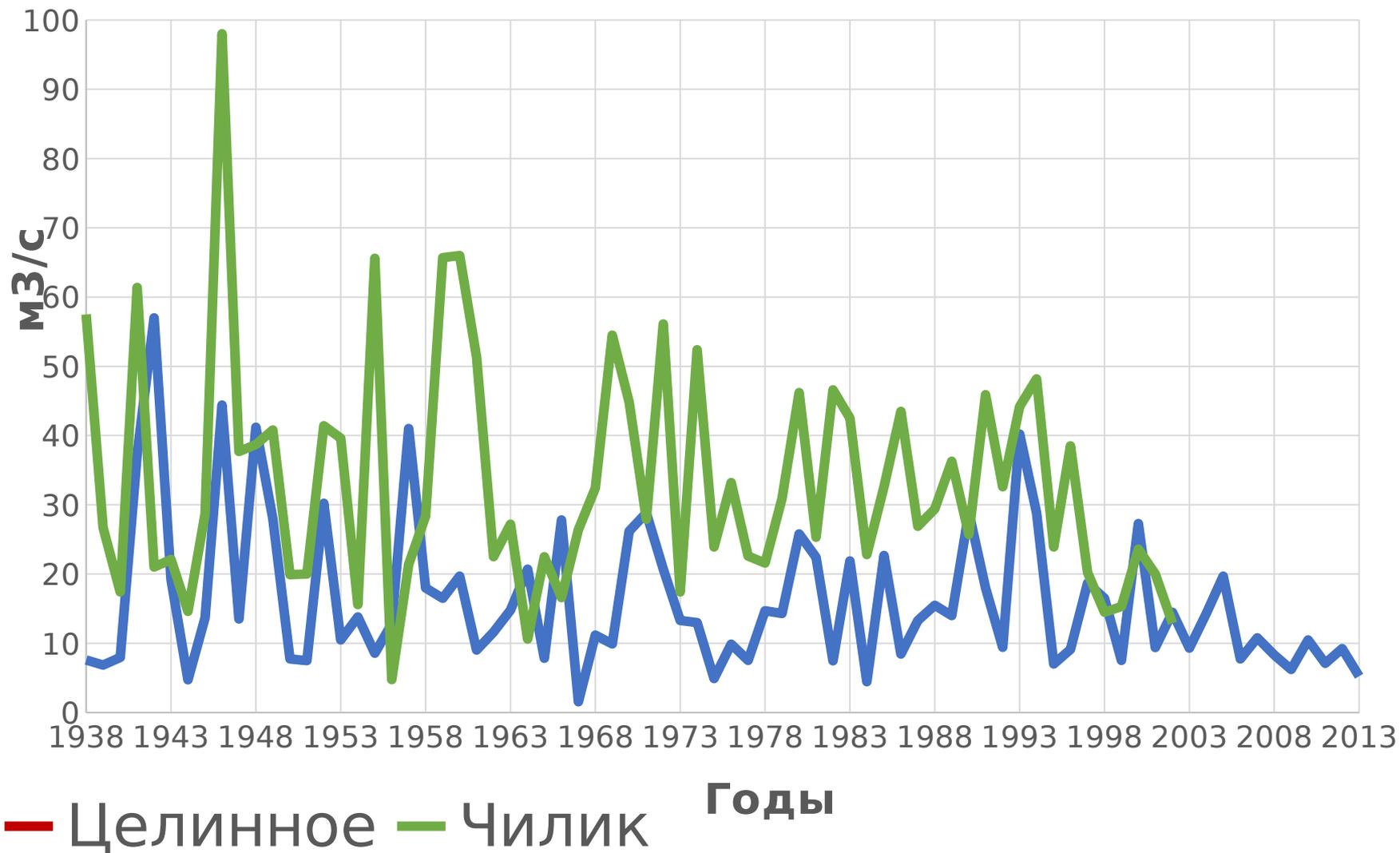
Водохранилища бассейна

Водохран илище	Река	Введено в эксплуата цию, год	Полный объем, млн.м3
Саздинск ое	р. Сазды	1968 г.	8,9 млн.м3
Каргалин ское	р. Жаксы- Каргала	1975 г.	280 млн. м3
Актюбинс кое	р. Илек	1988 г.	245 млн.м3

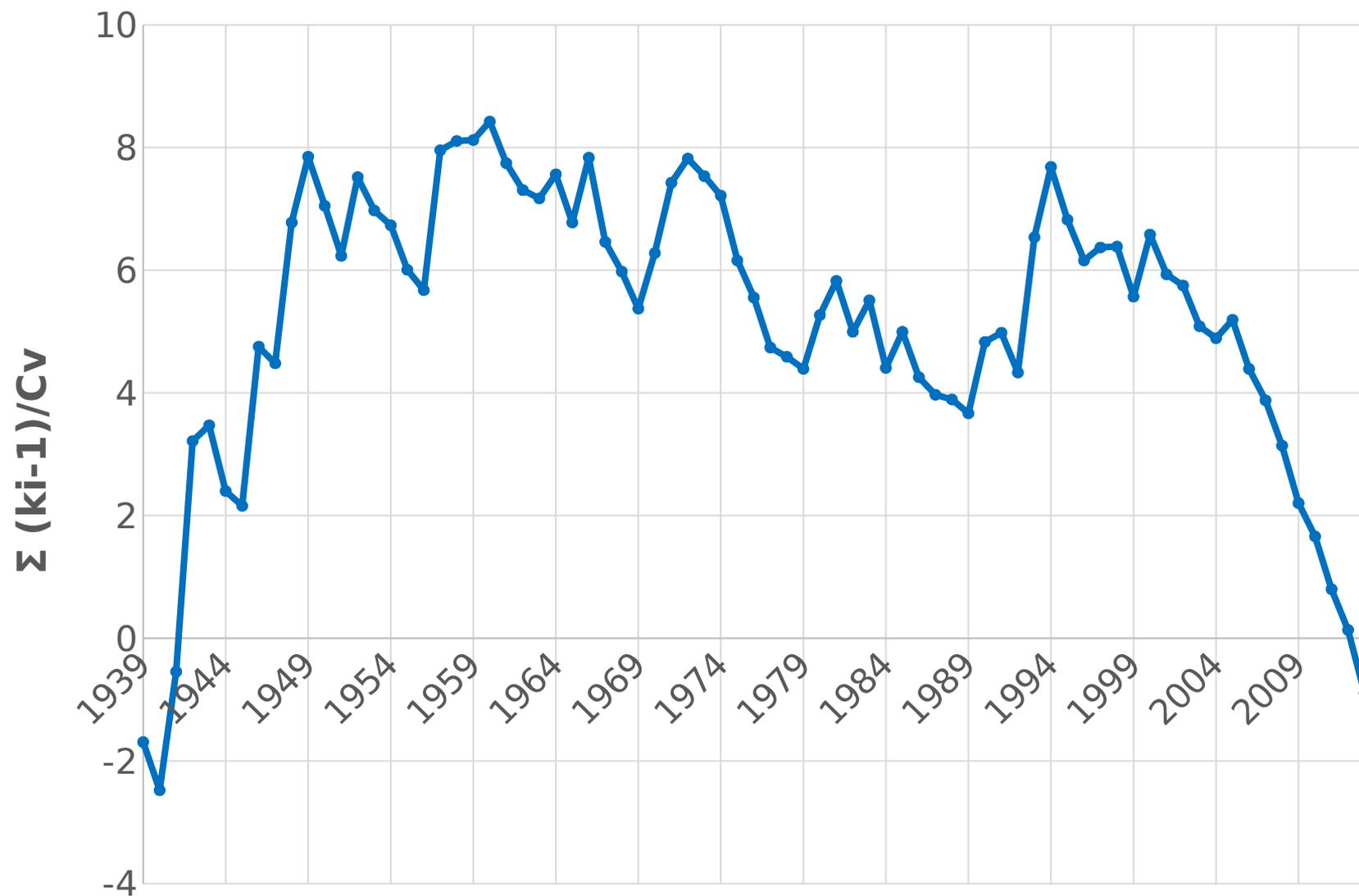
Исходные данные

- Ряды наблюдений расходов воды:
 - г. Актобе (1938-2013гг)
 - с. Чилик (1949-2013 гг)
 - п. Целинное (2002-2013 гг)
 - р. Большая Хобда – с. Кобда (1962-2013 гг)
 - п. Веселое (2000-2015гг)

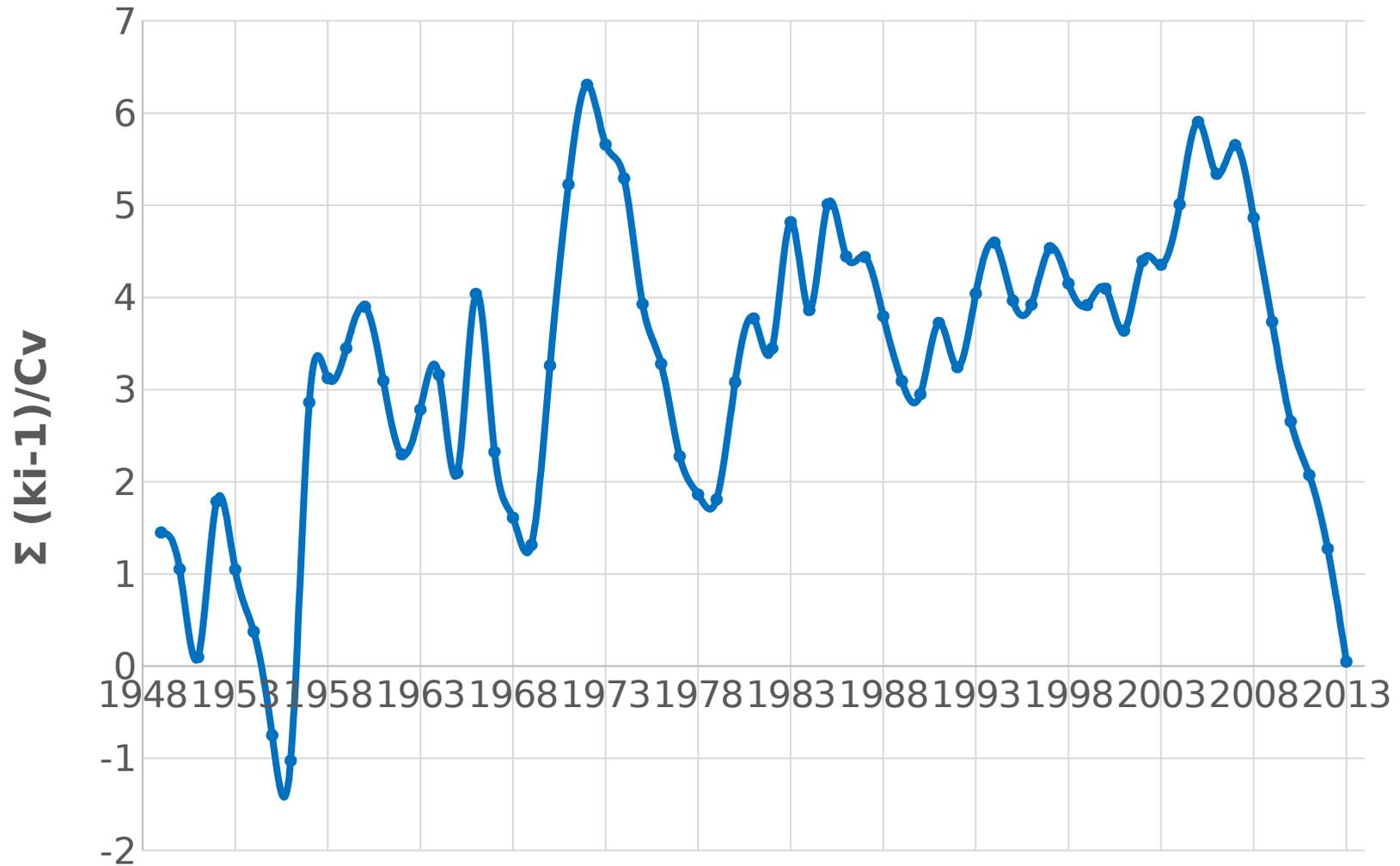
Гидрограф среднегодовых расходов р. Илек



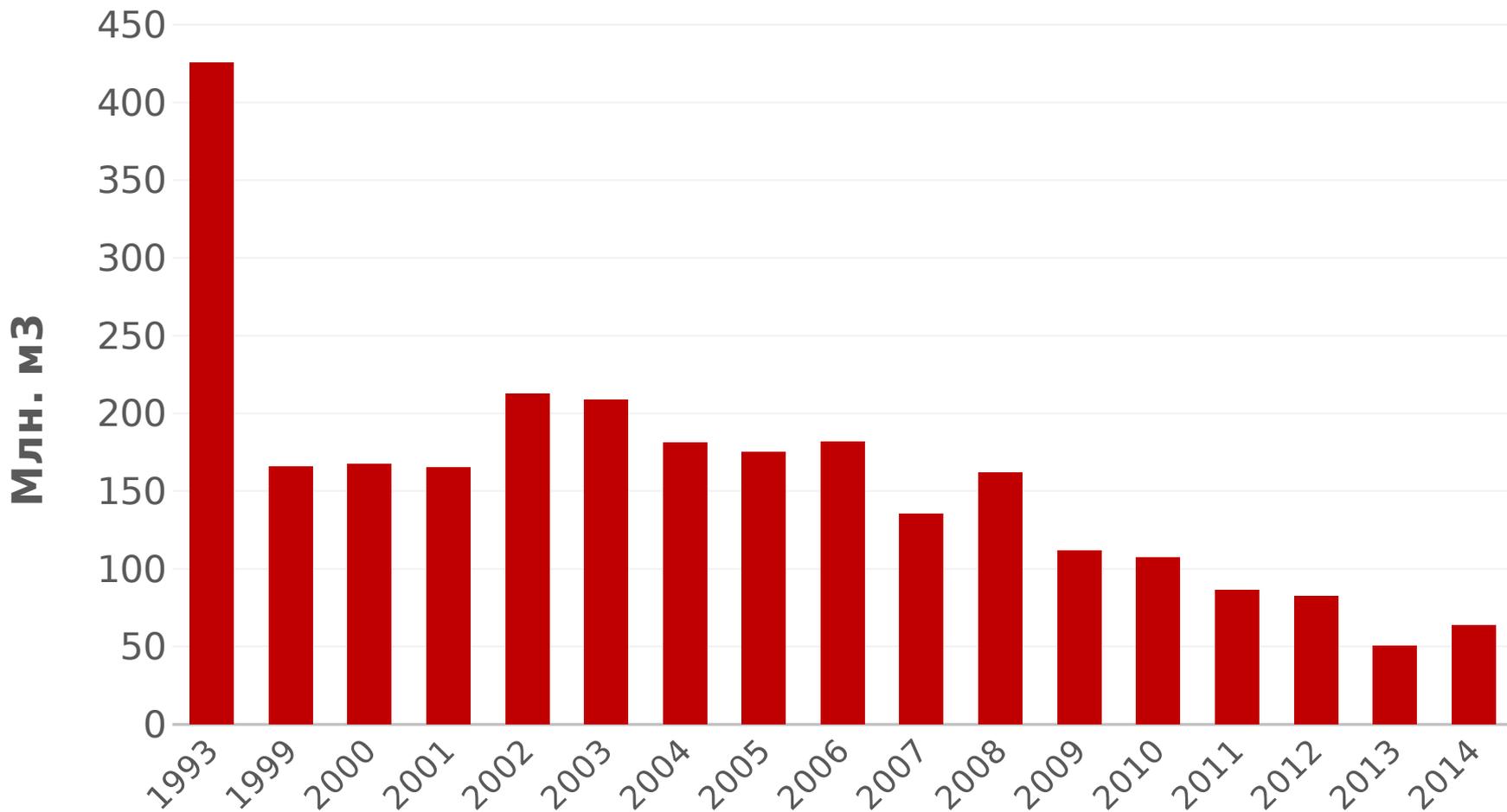
**Интегрально - разностная кривая среднегодовых расходов воды
за 1938-2013 гг. р. Илек – г. Актобе**



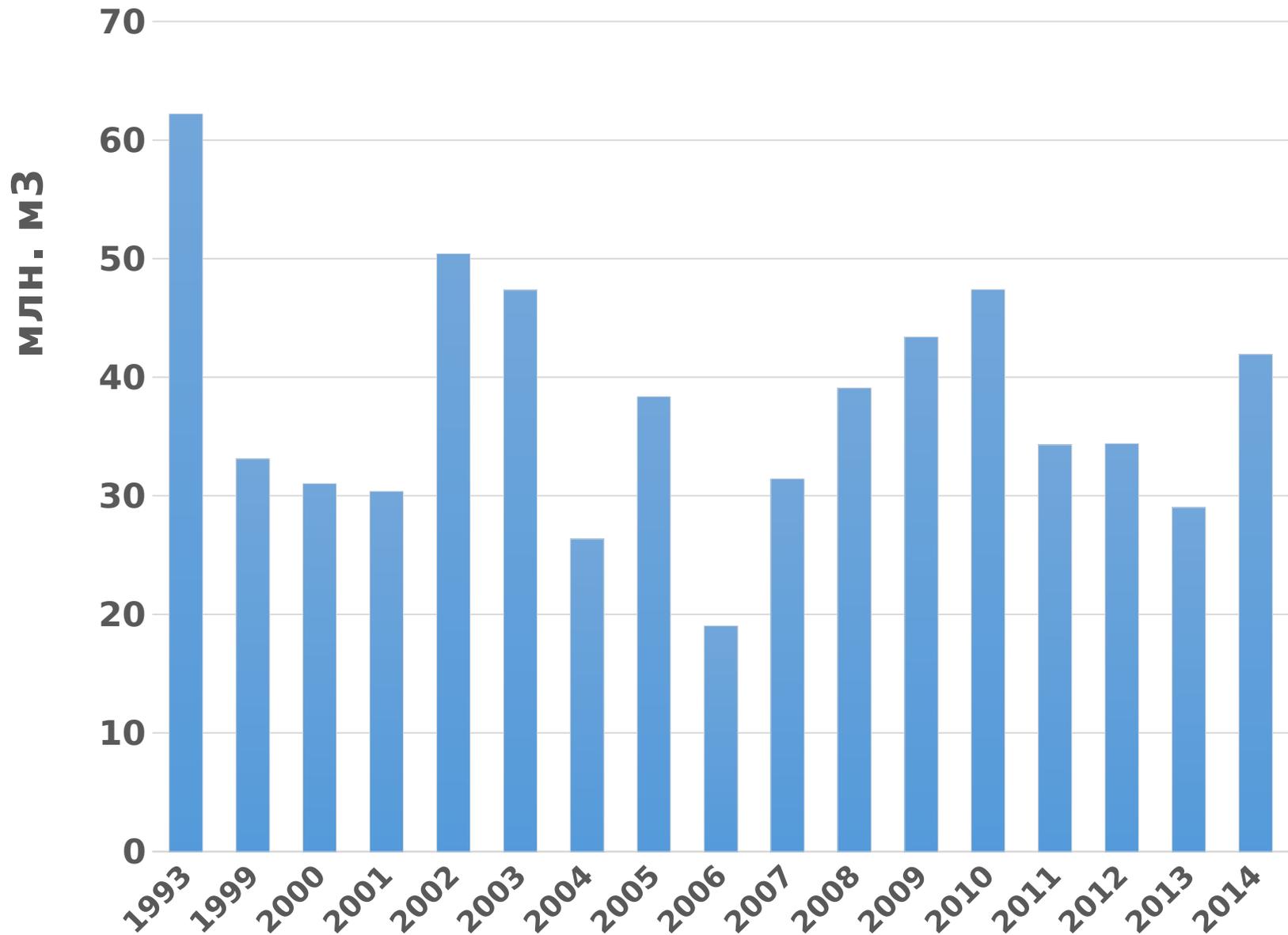
Интегрально - разностная кривая среднегодовых расходов воды за 1949- 2013 р. Илек - с. Чилик



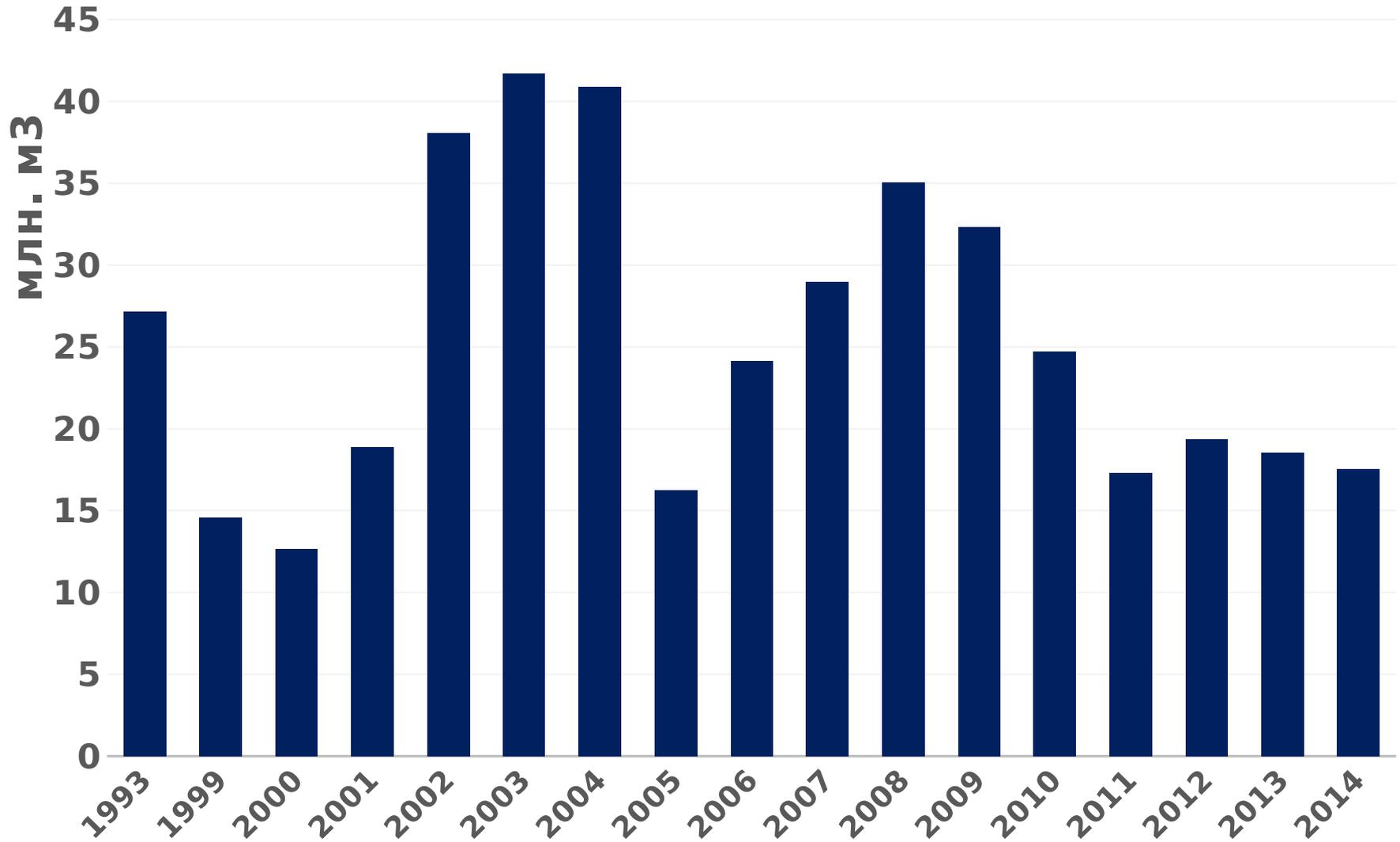
Суммарное водопотребление казахстанской части бассейна р. Илек, млн.м³



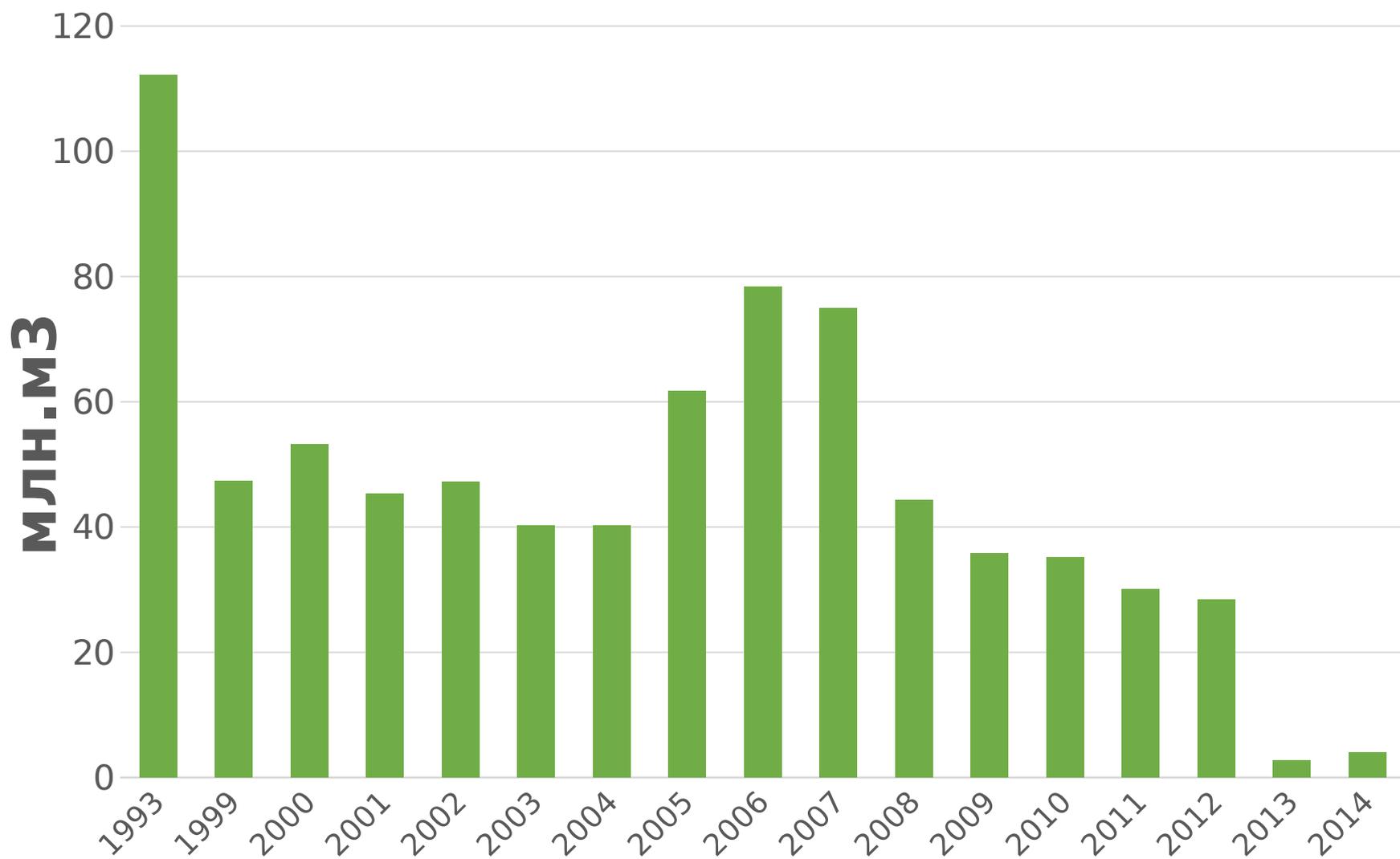
Забор воды на коммунальные нужды млн. м3



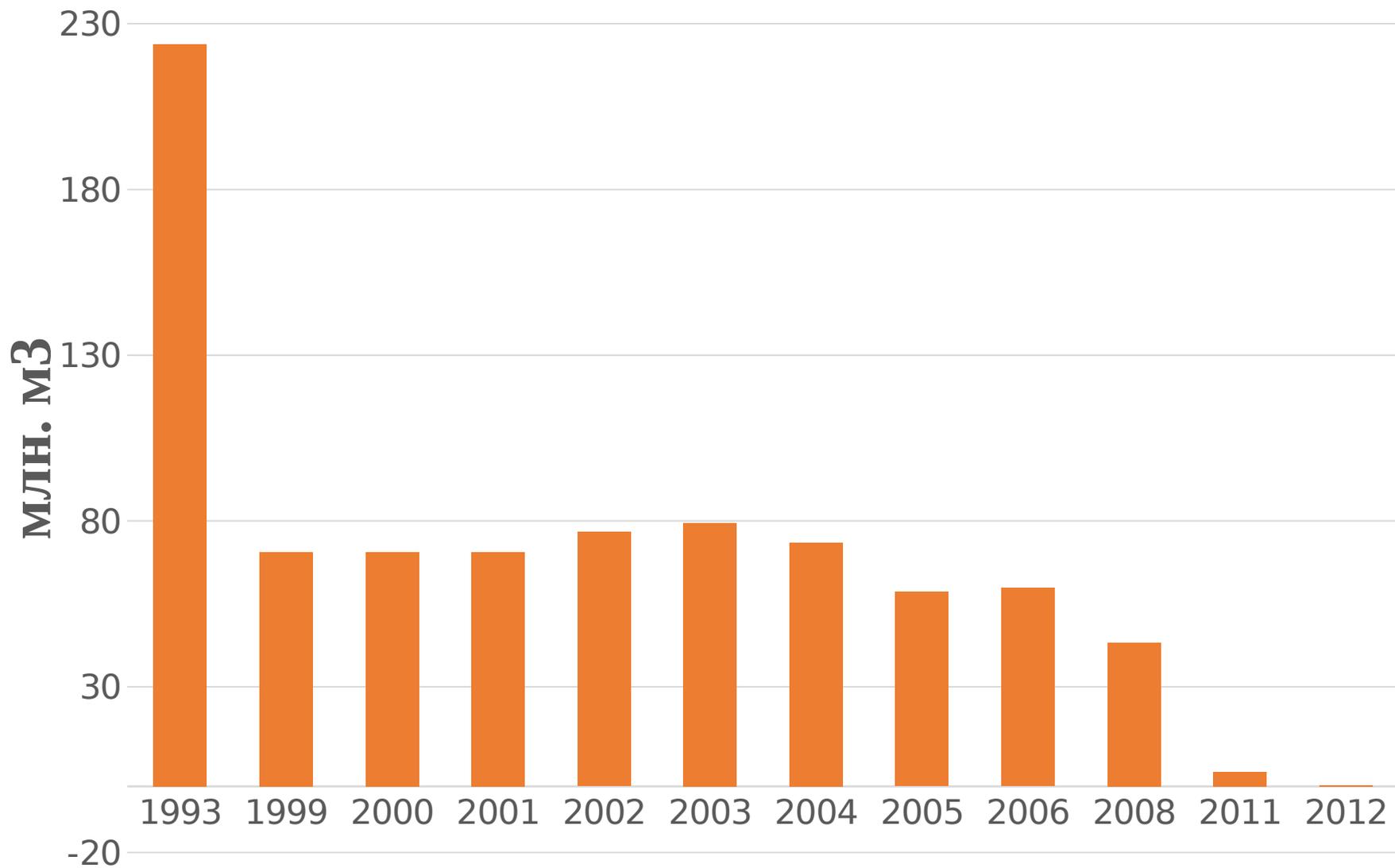
Забор воды на промышленность, млн.м3



Забор воды на регулярное орошение, млн. м3



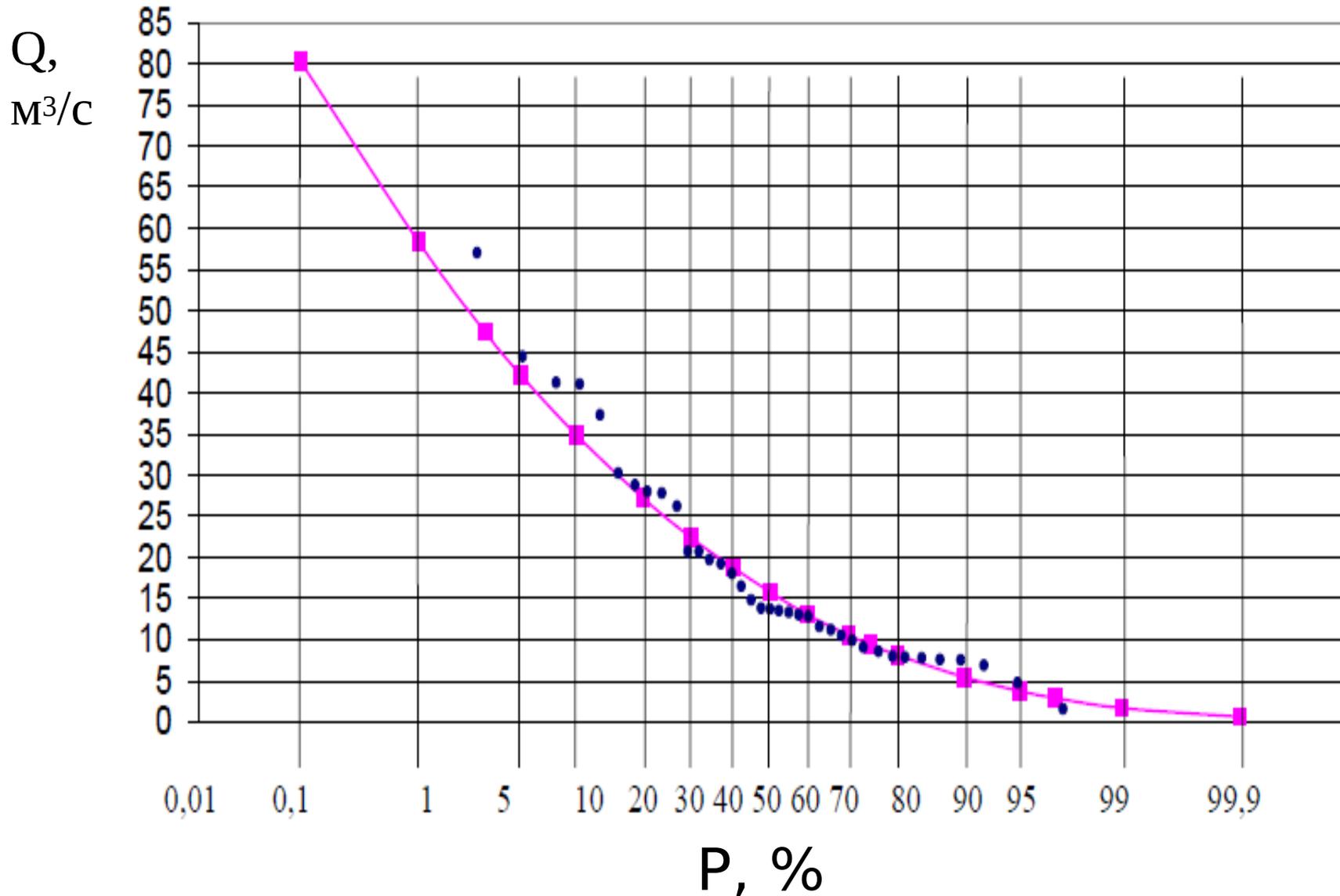
Забор воды на лиманное орошение, млн. м3



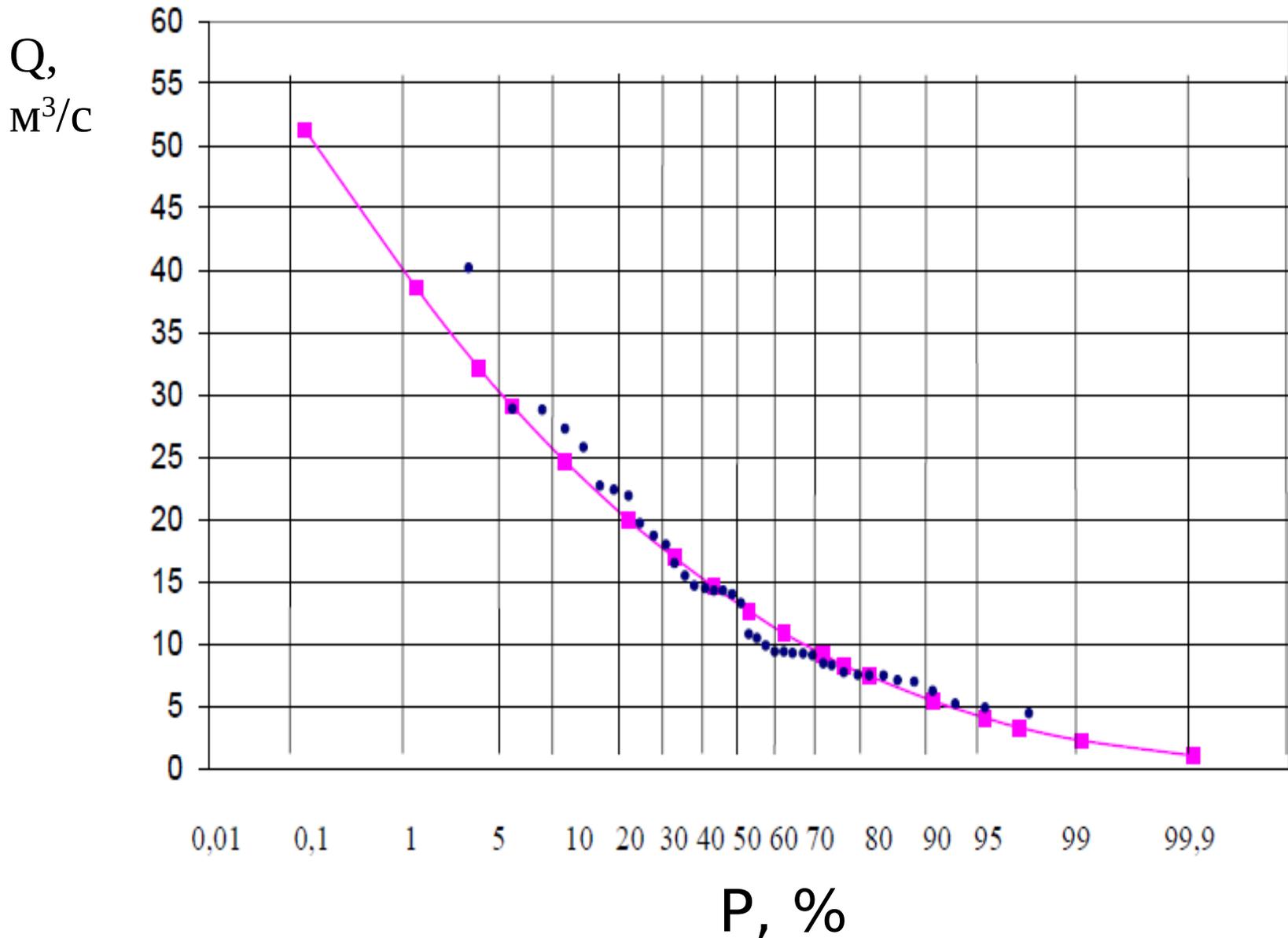
Проверка гидрологических рядов на однородность

Река-пункт	Оценка средних по Стьюденту			Оценка дисперсии по Фишеру		
	t	$t\alpha$	Вывод	F	$F\alpha$	Вывод
р. Илек - г. Актобе	1,93	1,99	-	2,65	1,96	+
р. Илек - с. Чилик	1,60	1,99	+	3,42	1,96	-

Кривая обеспеченности среднегодовых расходов воды р. Илек – г. Актобе 1938-



Кривая обеспеченности среднегодовых расходов воды р. Илек – г. Актобе 1973-2013 гг.



**Среднегодовой расход воды
различной обеспеченности (Q, м³/с)**

Пост	Годы	5%	25%	50%	75%	95%
Актобе	1938-1972	37,3	26,2	13,7	8,56	4,74
	1973-2013	28,9	18,7	10,8	7,74	4,9
Чилик	1949-1972	66	57,5	28,7	20	14,6
	1973-2013	54,5	42,5	27,2	22,5	12,9

График связи среднегодовых расходов воды р. Илек – г. Актобе и р. Большая Хобда – с. Кобда



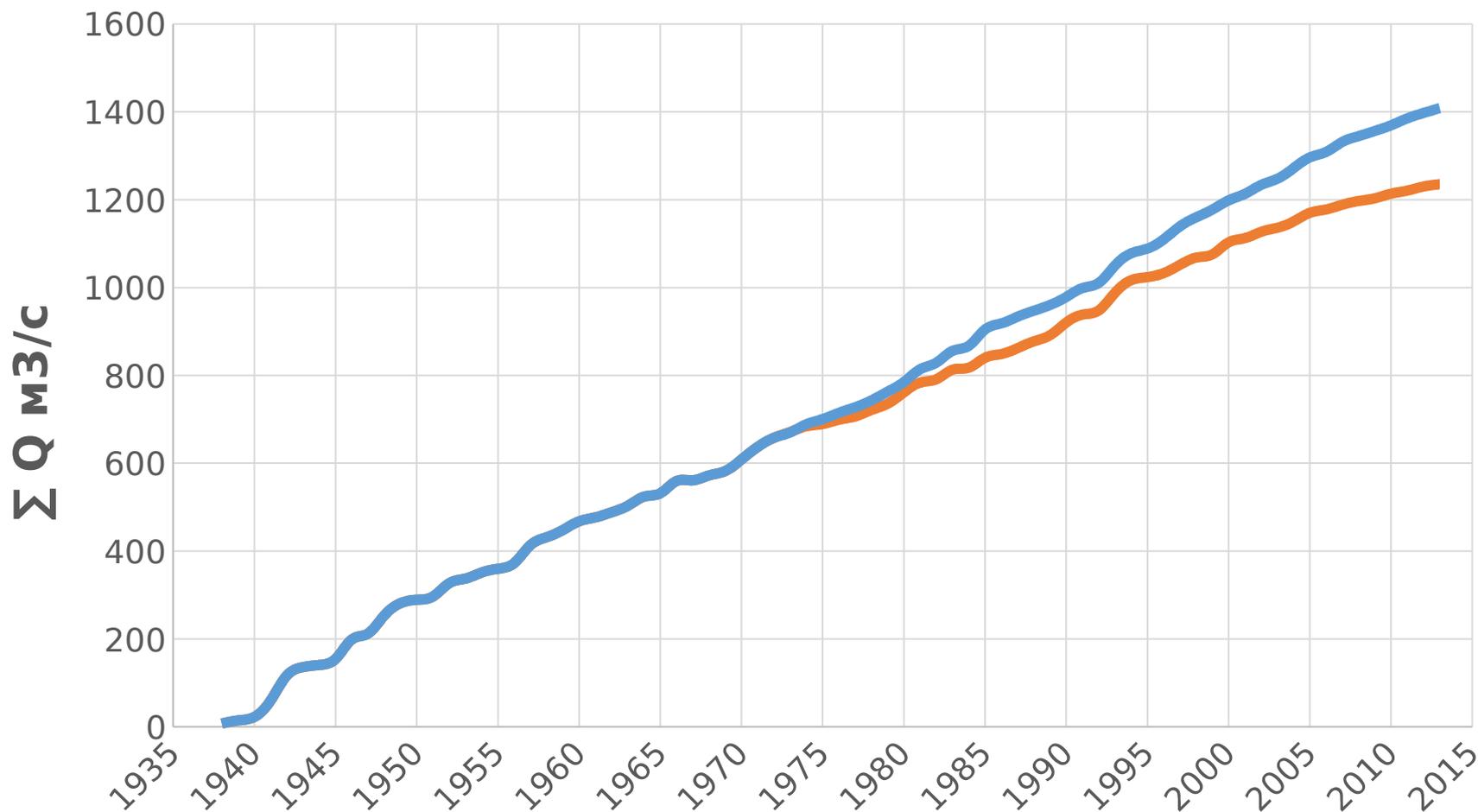
Уравнение имеет вид: $y=1,75x+9,95$

$R = 0,92$

***Средний годовой расход различной обеспеченности
по р.Илек – п. Актобе***

Годы	5%	25%	50%	75%	95%
1938 - 1972	37,3	26,2	13,7	8,56	4,74
1973- 2013	28,9	18,7	10,8	7,74	4,9

Суммарные кривые среднегодовых расходов р. Илек – г.Актобе при относительно-устойчивом водопотреблении и в естественных условиях



***Среднегодовые
расходы воды р.Илек – г.Актобе***

Период наблюдений	Q, м³/с	Cv	Cs
1938-1972	18,8	0,68	1,24
1973 - 2013	<u>14,1</u> 18,2	<u>0,55</u> 0,31	<u>1,33</u> 1,35

Спасибо за внимание!