Выпускъ № 89.

М. З.

ОТДѢЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

ГИДРОМЕТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ВЪ ТУРКЕСТАНѢ.

Труды метеорологическаго Отдѣла.

Матеріалы по вопросу о зависимости режима туркестанскихъ рѣкъ отъ метеорологическихъ факторовъ

ВЫПУСКЪ ПЕРВЫЙ.

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖИМА Р. ЧИРЧИКА ОТЪ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХЪ ФАКТОРОВЪ.

Э. Ольдекопъ.

ТАШКЕНТЪ.

Service Hydrométrique au Turkestan

TRAVAUX DU BUREAU MÉTÉOROLOGIQUE

Relation entre le regime de la rivière Tchirtchik et les éléments météorologiques

E. Oldekop

Tachkent 1918

ТАШКЕНТЪ
Тип. Краевого Союза Рабоч. Печатнаго Дѣла
1918 года.

Выпускъ № 89.

М. З.

ОТДѢЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

ГИДРОМЕТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ВЪ ТУРКЕСТАНѢ.

Труды метеорологическаго Отдѣла.

Матеріалы по вопросу о зависимости режима туркестанскихъ рѣкъ отъ метеорологическихъ факторовъ

ВЫПУСКЪ ПЕРВЫЙ.

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖИМА Р. ЧИРЧИКА ОТЪ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХЪ ФАКТОРОВЪ.

Э. Ольдекопъ.

ТАШКЕНТЪ.

Service Hydrométrique au Turkestan

TRAVAUX DU BUREAU METÉOROLOGIQUE

Relation entre le régime de la rivière Tchirtchik et les éléments météorologiques

E. Oldekop

Tachkent 1918

ТАШКЕНТЪ
Тип. Краевого Союза Рабоч. Печатнаго Дѣла
1918 года.

Зависимсть Режима Чирчика отъ Метеорологическихъ Факторовъ.

Введеніе.

Предлагаемая въ настоящей статьѣ вниманію лицъ, интересующихся водянымъ хозяйствомъ Туркестана, попытка выяснить зависимость режима р. Чирчика отъ метеорологическихъ факторовъ должна, по предположеніямъ метеорологическаго отдѣла Гидрометрической Части, представлять собою первый выпускъ серіи аналогичныхъ статей, разсматривающихъ всѣ главныя водныя артеріи края. Цѣлью этихъ изслѣдованій является 1) теоретическое освѣщеніе вопроса о зависимости режима туркестанскихъ рѣкъ отъ метеорологическихъ факторовъ, вопроса представляющаго большой научный интересъ и непосредственно входящаго въ кругъ задачъ Гидрометрической Части въ Ташкентѣ, занимающейся всесторонним изученіемъ водныхъ богатствъ края; 2) выясненіе практическаго вопроса о возможности давать прогнозы расходовъ туркестанскихъ рѣкъ для нуждъ сельскаго хозяйства. Всякому знакомому съ той тѣсной связью, которая, благодаря искуственному орошенію, существуетъ между сельскимъ и водянымъ хозяйствомъ въ Туркестанѣ, ясно большое практическое значеніе этого вопроса.*)

Что касается выполненія вышеуказанныхъ задачъ въ настоящей работѣ, то авторъ считаетъ своимъ долгомъ указать на то, что вслѣдствіе крайней скудости матеріаловъ, главнымъ образомъ метеорологическихъ наблюденій, выполненіе это является по необходимости неполнымъ и лишь предварительнымъ. Въ будущемъ, по накопленіи болѣе богатаго матеріала, возможно будетъ гораздо болѣе детальное освѣщеніе даннаго вопроса. Все же авторъ, полагая, что и въ такомъ неполномъ видѣ предлагаемое изслѣдованіе, касающееся столь важнаго въ практическомъ отношеніи вопроса, не будетъ лишено интереса, рѣшается опубликовать его, тѣмъ болѣе, что дожидаться накопленія матеріаловъ для болѣе детальныхъ изслѣдованій пришлось бы многіе годы.

Въ настоящей работѣ авторъ широко пользовался методомъ корреляціи, пріобрѣтающимъ все большее и большее распространеніе въ метеорологіи. Краткое изложеніе основныхъ понятій этого метода, поскольку это необходимо для пониманія дальнѣйшаго, дано въ приложеніи № 1 въ концѣ работы.

---

*) См. статью автора: «Къ вопросу о прогнозѣ расходовъ рѣкъ въ Туркестанѣ». Бюлл. Гидрометрич. Части 1917, № 1—3.

Наконецъ, необходимо еще отмѣтить, что всѣ, какъ метеорологическія, такъ и гидрометрическія данныя въ этой работѣ приведены по новому стилю.

Глава I.

Общія свѣдѣнія о бассейнѣ и водоносности Чирчика

Рѣка Чирчикъ, являющаяся правымъ притокомъ р. Сыръ-Дарьи, стекаетъ со склоновъ Таласскаго Алатау и его юго-западныхъ отроговъ. Площадь бассейна Чирчика равна приблиз. 16.090 кв. килом.; если же разсматривать лишь часть бассейна, лежащую выше Чимбайлыкской гидрометрической станціи (къ этой станціи относятся расходы рѣки, приведенные въ таблицѣ I въ концѣ статьи), то площадь этой части бассейна равняется*) 10.250 кв. верстъ или 11.660 кв. км.

Рѣка Чирчикъ образуется отъ сліянія двухъ рѣкъ, Чаткала съ лѣвой стороны и Пскема съ правой стороны. Ниже сліянія этихъ рѣкъ Чирчикъ не принимаетъ значительныхъ притоковъ, за исключеніемъ Угама, впадающаго въ него справа, выше Чимбайлыкской станціи. Въ низовьяхъ Чирчикъ теряетъ значительную часть своей воды на искусственное орошеніе, такъ какъ имъ орошается большой Ташкентскій оазисъ. Однако головы этихъ арыковъ находятся ниже Чимбайлыкской гидрометрической станціи. Такимъ образомъ режимъ рѣки у этой станціи является еще не искаженнымъ изъятіемъ воды на орошеніе.

Далеко преобладающая часть бассейна Чирчика горista; только въ низовьяхъ рѣки, ниже Чимбайлика рельефъ бассейна принимаетъ холмистый характеръ, а ниже Ташкента переходитъ въ ровную степь. Вся площадь бассейна выше Чимбайлыкской гидрометрической станціи цѣликомъ занята горами, а именно южнымъ склономъ главнаго хребта Таласскаго Ала-тау и простирающимися отъ него въ юго-западномъ направленіи слѣдующими тремя отрогами, носящими названія Чаткальскій, Пскемскій и Угамскій хребты. Таласскій Ала-тау, ограничивающій съ сѣвера бассейнъ Чирчика, представляетъ собою водораздѣлъ между Чирчикомъ и Таласомъ. Чаткальскій хребетъ составляетъ водораздѣлъ между Чирчикомъ и рѣками ферганской долины: Пскемскій хребетъ раздѣляетъ бассейны Чаткала и Пскема, а Угамскій хребетъ въ сѣверной своей части раздѣляетъ бассейны Пскема и Арыса, а въ южной — бассейны Пскема и Угама. Наконецъ, къ бассейну Чирчика принадлежитъ еще и вос-

*) Указанная площадь бассейна найдена на основаніи 10-верстной карты Топографическаго Отдѣла. На основаніи 20-верстной карты, прилагаемой къ этой работѣ, площадь бассейна получается равной 10.540 кв. в. или 12.000 кв. км.

точный склонъ Келесскихъ горъ, составляющихъ водораздѣлъ между Угамомъ и Келесомъ.

Что касается высоты этихъ горныхъ хребтовъ, то она весьма различна для различныхъ хребтовъ и въ общемъ уменьшается въ направленіи сѣверо-востока на юго-западъ. Наибольшая высота достигается въ главномъ хребтѣ, Таласскомъ Ала-тау (въ верховьяхъ Искема), гдѣ отдѣльныя вершины поднимаются до 16—17.000 футовъ. Довольно высокими являются также Искемскій и Угамскій хребты (въ послѣднемъ вершины не ниже 12—12.500 футовъ), между тѣмъ какъ Келесскія горы значительно ниже предшествующихъ хребтовъ, далеко не доходя до снѣговой линіи.

Для характеристики общей многоводности Чирчика приводимъ слѣдующую табличку, показывающую среднія величины мѣсячныхъ полугодовыхъ и годовыхъ расходовъ за періодъ наблюденій съ 1900—1915 (по новому стилю)

Октябрь . .	13. 7	куб. саж въ сек.
Ноябрь . . .	12. 6	„ „ „ „
Декабрь . .	10. 8	„ „ „ „
Январь . . .	9. 8	„ „ „ „
Февраль .	9. 4	„ „ „ „
Мартъ . . .	12. 0	„ „ „ „
Апрѣль . . .	27. 7	„ „ „ „
Май	52. 7	„ „ „ „
Іюнь	67. 5	„ „ „ „
Іюль	51. 9	„ „ „ „
Августъ . .	31. 7	„ „ „ „
Сентябрь . .	18. 8	„ „ „ „
Зимнее полугодіе (X—III):	11. 4	куб. саж. въ сек.
Лѣтнее полугодіе (IV—IX):	41. 7	„ „ „ „
Годъ:	26. 6	„ „ „ „

Годовой ходъ ежедневныхъ среднихъ величинъ расходовъ виденъ изъ графика № 1 въ концѣ статьи, относящагося къ 15-лѣтнему періоду 1900—1914. Какъ видно изъ вышеприведенной таблицы и изъ графика, средній годовой ходъ характеризуется лишь однимъ максимумомъ и однимъ минимумомъ. Максимумъ падаетъ приблизительно на 15 іюня, минимумъ же, значительно менѣе рѣзко выраженный, растягивается на нѣсколько зимнихъ мѣсяцевъ (наименьшій средній суточный расходъ падаетъ на 13 февраля).

Если распредѣлить годовую сумму расходовъ въ видѣ горизонтальнаго слоя по площади, равной площади бассейна Чирчика выше Чимбайлыка (11.660 кв. км.) то находимъ, что въ теченіе года стекаетъ съ поверхности бассейна слой воды толщиною въ 697,5 мм. или, круглымъ счетомъ, 700 мм.

Что касается климатическихъ условій въ бассейнѣ Чаткала, то въ задачи настоящей статьи не входитъ подробный разборъ этого вопроса, тѣмъ болѣе, что, при имѣющемся въ настоящее время матеріалѣ метеорологическихъ наблюденій, ни о какой детальной характеристикѣ климата горной области бассейна Чаткала не можетъ быть и рѣчи. Достаточно продолжительныя и надежныя наблюденія имѣются только на 2-хъ станціяхъ, Ташкентская Обсерваторія и станція въ Ауліе-Ата, данными которыхъ мы и будемъ пользоваться въ нашей работѣ. Изъ нихъ первая расположена въ бассейнѣ Чирчика, но ниже мѣста измѣренія расходовъ (Чимбайлыкской станціи); вторая къ сѣверу отъ бассейна Чирчика на разстояніи около 85 км. отъ водораздѣла (Алатаускаго хребта). Высота первой станціи надъ уровнемъ моря равна 478 м., второй 620 м. Такимъ образомъ обѣ станціи находятся внѣ бассейна питанія, т. е. горной части бассейна Чирчика.

Приводимъ ниже мѣсячныя, полугодовыя и годовыя среднія осадковъ и температуры для обѣихъ станцій за 16-ти-лѣтній періодъ наблюденій, съ октября 1899 по сентябрь 1915 г.*)

Мѣсяцы	Осадки въ мм.		Средняя температура	
	Ташкентъ	Ауліе-Ата	Ташкентъ	Ауліе-Ата
Октябрь	32	36	11.9	8.6
Ноябрь	45	34	7.5	3.3
Декабрь	39	20	2.6	—1.2
Январь	54	29	—0.3	—4.3
февраль	35	21	1.6	—3.0
Мартъ	56	36	7.5	2.5
Апрѣль	47	45	14.2	11.2
Май	36	50	20.5	18.1
Іюнь	13	29	25.3	22.4
Іюль	8	8	27.1	24.4
Августъ	1	6	24.8	21.8
Сентябрь	8	12	19.2	15.9
Зимн. полугод.	280	173	5.2	1.0
Лѣтн. полугод.	106	150	21.9	19.0
Годъ	386	325	13.5	10.0

*) Среднія температуры ст. Ауліе-Ата вымѣрены за 15 лѣтъ съ X 1890 по IX 1914

Такъ какъ станціи Ташкентъ и Ауліе-Ата объ являются низинными, то вышеприведенные метеорологическіе элементы ни въ коемъ случаѣ не могутъ характеризовать метеорологическія условія въ горной области. Въ лучшемъ случаѣ они могутъ дать только извѣстное представленіе о годовомъ ходѣ соотвѣтствующихъ элементовъ въ горной части бассейна и то, конечно, только лишь въ самыхъ грубыхъ чертахъ. Въ этомъ отношеніи весьма важно отмѣтить, что осадки почти цѣликомъ выпадаютъ въ теченіе зимы и весны; лѣтніе же мѣсяцы почти совершенно бездождны. Бездождіе лѣтнихъ мѣсяцевъ является характернымъ и для горной части бассейна, хотя и въ менѣе рѣзкой формѣ, чѣмъ въ равнинѣ, насколько объ этомъ позволяютъ судить имѣющіяся скудныя свѣдѣнія.

Отмѣтимъ еще, что абсолютныя количества осадковъ въ горахъ значительно больше, чѣмъ вышеприведенныя количества осадковъ на Ташкентской и Ауліе-Атинской станціяхъ. Сказанное можно подтвердить слѣдующими данными.

1) Существуютъ, хотя и весьма недостаточныя наблюденія на небольшомъ числѣ горныхъ метеорологическихъ станцій. Приводимъ ниже среднія количества осадковъ для двухъ станцій: а) Чимбайлыкъ въ 56 километрахъ къ сѣверовостоку отъ Ташкента, въ долинѣ Чирчика, на высотѣ около 670 м.; б) Акташъ въ 65 километрахъ къ сѣверовостоку отъ Ташкента, на южномъ склонѣ Сапраискаго хребта, на высотѣ 1135 м. (Среднія величины, приведенныя для отдѣльныхъ станцій, не приведены къ общему періоду.)

Для станціи Чимбайлыкъ, въ среднемъ за 4 года съ X/1913 по IX/1916, получаются слѣдующія количества осадковъ (въ мм.)

Октябрь	45
Ноябрь	73
Декабрь	120
Январь	113
Февраль	81
Мартъ	114
Апрѣль	106
Май	26
Іюнь	9
Іюль	5
Августъ	1
Сентябрь	0
Зимн. полугод. . . .	546
Лѣтн. полугод. . . .	148
Годъ	694

Средняя годовая сумма осадковъ на ст. Акташъ за 4-хлѣтіе 1901—1904 равна 1080 мм.*)

Вышеприведенныя данныя подтверждаютъ сказанное относительно увеличенія количества осадковъ въ горахъ, а также относительно безлюдія лѣтнихъ мѣсяцевъ.

2) Извѣстное заключеніе относительно средняго количества выпадающихъ въ бассейнѣ питанія Чирчика осадковъ можно сдѣлать на основаніи средней высоты слоя, стекающей съ поверхности бассейна воды. Какъ мы уже видѣли, слой стекающей воды равняется 700 мм. Если бы мы знали коэффиціентъ стока (т. е. отношеніе стока къ осадкамъ) для бассейна Чирчика, то на основаніи указанной величины стока мы нашли бы точную величину осадковъ. Не зная, однако, истинной величины коэффиціента стока, мы можемъ слѣдующимъ теоретическимъ путемъ найти низшій предѣлъ для искомой величины осадковъ. Келлеромъ,**) на основаніи большого матеріала наблюденій, выведена зависимость между осадками стокомъ и испареніемъ для рѣкъ средней Европы отъ Сѣвернаго и Балтійскаго моря до Альпъ, включительно. Если x = осадки, y = стокъ, Z = испареніе (всѣ величины выражены въ мм. слоя воды), то $Z = 0.058\ x + 405$; $y = 0.942\ x - 405$.

Изъ послѣдней формулы мы находимъ $x = \frac{y + 405}{0.942}$. Подставляя найденную для Чирчика величину $y = 700$ мм: получаемъ $x = 1173$ мм. и на основаніи первой формулы находимъ $Z = 473$ мм. Коэффиціентъ стока или y/x получается равнымъ 0.60.

Относительно вышеприведенныхъ формулъ необходимо замѣтить, что онѣ ***приблизительно*** правильны только для климатическихъ условій Средней Европы. Въ бассейнѣ же Чирчика испаряемость, безъ сомнѣнія, больше, чѣмъ въ условіяхъ Средней Европы: поэтому нужно думать, что найденныя величины x и Z ***меньше истинныхъ***, а коэффиціентъ стока ***больше истиннаго.***

Такимъ образомъ 1200 мм. можно считать за низшій предѣлъ средняго количества осадковъ, выпадающихъ въ бассейнѣ питанія Чирчика. Замѣтимъ что на основаніи „Климатическаго атласа Россійской Имперіи" для бассейна Чирчика получается среднее годовое количество осадковъ, равное всего лишь

---

*) См. Бергъ. Поѣздка на ледники въ верховьяхъ Исфары. Изв. Турк. Отд. Русск. Геогр. Общ. 1907.

**) См. работу автора: „Объ испареніи съ поверхности рѣчныхъ бассейновъ". Сборникъ трудовъ студентовъ, исполненныхъ при метеорологической Обсерваторіи Юрьевскаго Университета. Юрьевъ 1911. стр. 110.

300 мм., т. е. въ нѣсколько разъ меньше истиннаго. Такое расхожденіе объясняется, конечно, отсутствіемъ горныхъ метеорологическихъ станцій.

Глава II.

Снѣга и ледники въ бассейнѣ Чирчика.

Мощные горные хребты, входящіе въ составъ бассейна Чирчика, достигающіе въ наивысшихъ точкахъ громадныхъ высотъ въ 16—17.000 футовъ, мѣстами покрыты обширными фирновыми полями, питающими довольно значительное число ледниковъ. Тѣмъ не менѣе, необходимо признать, что оледенѣніе горныхъ хребтовъ Чирчика въ общемъ не является значительнымъ; при этомъ, конечно, степень оледенѣнія различныхъ хребтовъ весьма различна, въ зависимости отъ ихъ высоты, орографическихъ и климатическихъ условій.

Слабое оледенѣніе горныхъ хребтовъ въ бассейнѣ Чирчика, несмотря на сравнительно большую высоту ихъ, объясняется климатическими условіями, обусловливающими большую высоту снѣговой линіи. Приводимъ ниже встрѣтившіяся намъ въ литературѣ данныя относительно высоты снѣговой линіи въ бассейнѣ Чирчика. Согласно Сѣверцову,*) высота снѣговой линіи на Таласскомъ Алатау въ концѣ іюня равна 3600 м. (= 11.810 ф.). Въ «Туркестанскомъ краѣ» князя Масальскаго для того же хребта указана высота снѣговой линіи не ниже 11.500—12.500 ф. (= 3500—3810 м.). На Чаткальскомъ хребтѣ, согласно Регелю**) снѣговая линія лежитъ на высотѣ 3300—3400 м. (10.790—11.150 ф.) Наиболѣе детально разобранъ вопросъ о высотѣ снѣговой линіи въ Таласскомъ Алатау и его отрогахъ Махачекомъ въ его трудѣ: Der westlichste Tienschan.***) На основаніи большого числа собственныхъ опредѣленій, онъ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ. Въ разематриваемой нами горной области высота снѣговой линіи колеблется въ предѣлахъ отъ 3350 до 4000 м. (10.990—13.120 ф.). При этомъ высота снѣговой линіи замѣтно возрастаетъ по направленію во внутрь горнаго массива, достигая наивысшаго положенія въ сѣверо-восточной части Чаткальскаго хребта. На главномъ хребтѣ Таласскаго Алатау высота снѣговой линіи 3450—3600 м. (11.320—11.810 ф.); на Чаткальскомъ

*) Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin. 1865. Стр. 425. (цитировано по Махачеку).

**) Petermanns Mitteil. 1879. Стр. 380.

***) Peterm. Mitt. Erg.-Heft. № 176. 1912.

хребтѣ 3700—4000 м. (12.140—13.120 ф.) *) Замѣтное повышеніе высоты снѣговой линіи на Чаткальскомъ хребтѣ Махачекъ объясняетъ, главнымъ образомъ, уменьшеніемъ количества осадковъ по направленію во внутрь горнаго массива. Что касается высоты концовъ ледниковъ, то послѣдніе находятся всѣ выше 3000 м. (= 9840 ф.); наиболѣе низко спускающійся ледникъ (Чотанскій № 1), согласно Махачеку, оканчивается на высотѣ 3080 м. (= 10.100 ф.).

На картѣ, приложенной къ статьѣ, сдѣлана попытка показать схематически распространеніе вѣчныхъ снѣговъ и ледниковъ въ бассейнѣ Чирчика. Нанесенныя на картѣ рѣки, составляющія Чирчикъ, скопированы съ карты Махачека, приложенной къ вышеупомянутому его труду. Снѣга же и ледники нанесены, главнымъ образомъ, на основаніи литературныхъ данныхъ,**) отчасти также на основаніи геологической карты Туркестана Мушкетова и орографической карты Сверцова, приложенной къ его труду «Памиръ». Необходимо замѣтить, что данныя нашей карты являются лишь схематическими и, что касается ледниковъ по всей вѣроятности, далеко неполными. Объясняется это, какъ неизслѣдованностью нѣкоторыхъ областей, такъ и отсутствіемъ до настоящаго времени хорошей карты бассейна Чирчика; благодаря многочисленнымъ неточностямъ наиболѣе подробной изъ существующихъ картъ, а именно изданной Военно-Топографическимъ Отдѣломъ.***) согласованіе указаній различныхъ изслѣдователей и *нанесеніе ледниковъ на карту представляется часто весьма затруднительнымъ и возможнымъ только при допущеніи довольно широкаго произвола.* Ввиду вышеизложеннаго отъ нашей карты нельзя требовать точнаго изображенія деталей распредѣленія вѣчныхъ снѣговъ и ледниковъ въ бассейнѣ Чирчика; цѣль карты дать лишь общее представленіе о степени оледенѣнія главныхъ составныхъ частей бассейна Чирчика.

Разсмотримъ теперь вкратцѣ отдѣльные горные хребты бассейна Чирчика

---

*) Отдѣльныя снѣговыя пятна встрѣчаются, конечно, уже значительно ниже «климатической» снѣговой линіи тамъ, гдѣ орографическія условія способствуютъ сохраненію снѣга. Такъ напр., въ ущельѣ рѣки Кара-Касмакъ (одного изъ истоковъ Чаткала) первый снѣговой мостъ черезъ рѣку находился на высотѣ всего 2390 м. = 7800 ф., по опредѣленію автора въ іюлѣ 1912 г.

**) Литература: 1. Machatschek: Der westlichste Tienschan. Peterm. Mitteil. Erg.-Heft № 176. 1912.

2 Федченко: Путешествіе въ западный Тянь-Шань и гипсометрическое описаніе ледниковъ западнаго Тянъ-Шаня. Изв. И. Р. Г. О. т. 34. 1898.

3. Федченко. Въ западномъ Тянь-Шанѣ лѣтомъ 1902. Изв. И. Р. Г. О. т. 35 вып. 5. 1903.

4. Леоновъ. Ледники въ Таласскомъ Алатау. Изв. Турк. Отд. И. Р. Г. О. т. 1 вып. 1. 1898.

5. Кн. Масальскій. Туркестанскій Край 1913.

6. Шкапскій. 2 поѣздки въ горы Ташкентскаго уѣзда. Изв. И. Р. Г. О. т. 42 1906.

***) Въ горной части бассейна Чирчика, на сколько извѣстно автору, еще не произведено детальной съемки.

въ отношеніи ихъ оледенѣнія. Оледенѣніе Чаткальскаго хребта сравнительно невелико. Начиная съ сѣверовостока, вѣчные снѣга на немъ встрѣчаются на всей сѣверо-восточной части хребта до Афлатуна и нѣсколько къ югу отъ него. Здѣсь, повидимому, оледенѣніе хребта наиболѣе значительное; здѣсь же, согласно Махачеку, находятся два ледника въ верховьяхъ Афлатуна. Ледникъ имѣется также въ верховьяхъ Кара-туку, согласно сообщенію Н. Н. Вальтера, лично бывавшаго въ этихъ мѣстахъ. Часть хребта, отъ перевала Гузъ-ашу и до перевала Джирданъ, безснѣжна. Весьма мало снѣга встрѣчается и въ наиболѣе восточной части хребта, несмотря на большую высоту его (пикъ Самсонова выше 4000 м.); тутъ, очевидно, сказывается вліяніе уменьшенія количества осадковъ съ углубленіемъ во внутрь горной области. Изъ болѣе южныхъ отроговъ Чаткальскаго хребта вѣчные снѣга, но только отдѣльными пятнами, встрѣчаются на хребтѣ между Терсомъ и Чаткаломъ. Нѣсколько больше снѣговъ на хребтѣ Арассанъ, между перевалами Джирданъ и Арассанъ; тамъ же ледникъ (весьма малыхъ размѣровъ) въ верховьяхъ р. Акъ-су, согласно Махачеку.

Далѣе къ западу, на небольшомъ отрогѣ Таласскаго Ала-тау, между Санталашемъ, правымъ притокомъ Чаткала, и Чаткаломъ извѣстно нѣсколько ледниковъ, а именно на западномъ склонѣ хребта въ мѣстности Джитты-Сандалъ, находится, согласно Махачеку, 5 ледниковъ, принадлежащихъ къ бассейну Санталаша.

Наибольшаго развитія оледенѣніе достигаетъ въ верховьяхъ Нскема и его притока Ойганма на главномъ хребтѣ Таласскаго Ала-тау (къ востоку отъ пика Манасъ) и отрогахъ Нскемскаго хребта. На Нскемскомъ хребтѣ, раздѣляющемъ бассейны Нскема и Чаткала (въ сѣверной части онъ представляетъ собою водораздѣлъ бассейновъ Ойганма и Санталаша, лежащихся, соотвѣтственно, притоками Нскема и Чаткала), снѣга и ледники извѣстны на обоихъ склонахъ его. Въ бассейнѣ Санталаша въ верховьяхъ правыхъ его притоковъ извѣстны 8 ледниковъ, а именно, 1) одинъ въ верховьяхъ Чакмака, согласно сообщенію Н. Н. Вальтера; 2) одинъ въ верховьяхъ Ишатульды (по десятиверстной картѣ Ишекъ?), согласно Федченко; 3) 4 ледника въ верховьяхъ р. Кашка-су, согласно Махачеку; 4) 2 ледника въ верховьяхъ Минбулака (по десятиверстной картѣ Кашды?), согласно Махачеку. Далѣе къ югу, на томъ же хребтѣ, у перевала Кульашу, согласно Махачеку, находится нѣсколько обширныхъ фирновыхъ полей, однако, безъ настоящихъ ледниковъ. На противоположной сторонѣ того же хребта, въ верховьяхъ лѣвыхъ притоковъ Ойганма, находятся согласно Федченко, 4 ледника, изъ нихъ два большихъ. Точное мѣстоположеніе ихъ не указано Федченко.

Далѣе къ западу рядъ ледниковъ извѣстенъ въ бассейнѣ Майдантала, праваго истока Пскема (лѣвый истокъ Ойгаимъ). На горномъ хребтѣ между Майданталомъ и Ойгаимомъ извѣстны 10 ледниковъ, изъ нихъ 4 въ верховьяхъ лѣвыхъ притоковъ Майдантала и 6 съ лѣвой же стороны Чотама (притока Майдантала). Всѣ эти ледники весьма незначительны: высоты ихъ концовъ равны, приблизительно 3000—3500 м.

На горномъ хребтѣ между верховьями Майдантала и Чотама извѣстно 5 весьма незначительныхъ ледниковъ, расположенныхъ въ бассейнѣ Майдантала, на правой сторонѣ рѣки. Согласно Махачеку это даже не настоящіе ледники, а скопленія льда, безъ настоящихъ фирновыхъ полей и языковъ. Относительно послѣднихъ ледниковъ показанія отдѣльныхъ авторовъ сильно расходятся между собою. На карту они не нанесены.

Наконецъ, нѣсколько ледниковъ извѣстны еще на Угамскомъ хребтѣ. Въ бассейнѣ Анаульгана, праваго притока Пскема, находятся, повидимому, не менѣе двухъ ледниковъ: одинъ въ верховьяхъ (по картѣ Леонова), другой у перевала Турпакъ-бель, (согласно Махачеку); согласно Федченко, у перевала Турпакъ-бель даже нѣсколько маленькихъ ледниковъ. Впрочемъ, трудно согласовать между собою указанія различныхъ изслѣдователей относительно ледниковъ этой рѣки. Въ верховьяхъ Аю-шура, праваго притока Пскема, находится также ледникъ, согласно Федченко.

Общее число открытыхъ до сихъ поръ въ бассейнѣ Чирчика ледниковъ, согласно вышеизложенному, приблизительно равно 34. Конечно, дѣйствительное число ледниковъ будетъ замѣтно больше, такъ какъ многія мѣстности являются еще недостаточно изслѣдованными.

Что касается размѣровъ ледниковъ, то большинство изъ извѣстныхъ ледниковъ весьма незначительно и даже наибольшіе изъ нихъ, согласно Махачеку, едва ли достигаютъ длины въ 3 км.

На основаніи всего вышеизложеннаго можно, принимая во вниманіе большую площадь бассейна Чирчика, утверждать, что оледѣніе его является, дѣйствительно, незначительнымъ.

Глава III.

Гидрологическій, „гидрометеорологическій" и гидрографическій годы въ режимѣ Чирчика.

Въ гидрологическихъ изслѣдованіяхъ обычно приходится, при разсматриваніи годового періода въ жизни рѣки, выбирать начало года, не совпадающее

съ началомъ гражданскаго года*) при этомъ начало года можетъ быть выбрано различно не только для различныхъ рѣкъ, но и для одной и той же рѣки, въ зависимости отъ тѣхъ условій, которымъ долженъ удовлетворять избранный годовой періодъ. Соображенія, на основаніи которыхъ можно выбирать начало годового періода, могутъ быть, повидимому, слѣдующія:

1) Можно разсматривать режимъ рѣки съ чисто гидрографической точки зрѣнія, т. е. задаваясь только цѣлью описанія режима рѣки, безъ сопоставленія его, напр., съ метеорологическими факторами. Если бы для данной рѣки ежегодно въ опредѣленное время года наблюдался одинъ и тотъ же режимъ, т. е. величина расхода въ этотъ моментъ оставалась бы постоянной изъ года въ годъ, то, съ точки зрѣнія чисто гидрографической, естественно принять этотъ моментъ за начало годового періода въ режимѣ данной рѣки. Такой годъ можно было бы назвать «гидрографическимъ», въ отличіе отъ гидрологическаго, о которомъ будетъ рѣчь ниже. Конечно, въ дѣйствительности, въ режимѣ рѣкъ не существуетъ такого момента, когда изъ года въ годъ повторяется одна и та же величина расходовъ. Все же, какъ извѣстно, для различныхъ мѣсяцевъ колебанія расходовъ изъ года въ годъ или измѣнчивость расходовъ весьма различны. Естественно, поэтому, начало «гидрографическаго» года пріурочить къ тому моменту, когда измѣнчивость расходовъ наименьшая. Обычно, для рѣкъ умѣренныхъ широтъ этотъ моментъ будетъ наступать въ теченіе зимы.

Можно, впрочемъ, дать «гидрографическому» году еще и другое, хотя и менѣе удобное для практическихъ цѣлей, опредѣленіе, а именно, считать за гидрографическій годъ тотъ годовой періодъ, для котораго средняя измѣнчивость *годового* расхода наибольшая т. е. для котораго сумма расходовъ сильнѣе всего колеблется изъ года въ годъ. Легко видѣть, что измѣнчивость годоваго расхода будетъ зависѣть отъ выбора начала года и что она будетъ въ общемъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше измѣнчивость расходовъ въ моментъ, къ которому пріурочено начало года. Сказанное можно подтвердить слѣдующимъ элементар-

---

*) Не считаемъ нужнымъ останавливаться на доказательствѣ того, что для гидрологическихъ изслѣдованій гражданскій годъ является обыкновенно непригоднымъ. Покажемъ только на примѣрѣ Чирчика, насколько неправильный выборъ начала годового періода можетъ затемнить существованіе связи между расходами и осадками. Дѣйствительно, если брать осадки и расходы за гражданскіе годы, то коэффиціентъ корреляціи между ними получится равнымъ + 0.65; если же пріурочить начало года къ 1-му октября (начало гидрологическаго года для Чирчика), то коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ + 0.90; какъ видно разница довольно велика. Данныя эти взяты изъ статьи автора въ отчетѣ Гидрометрической Части за 1911, въ которой спеціально разбирался этотъ вопросъ.

нымъ соображеніемъ. Сравнимъ между собою измѣнчивость расходовъ за годовые періоды, которые получаются, если пріурочить начало года одинъ разъ къ серединѣ паводка, а другой разъ къ зимнему періоду. Въ первомъ случаѣ каждый паводокъ, слѣдовательно и паводокъ съ абсолютнымъ максимумомъ или минимумомъ расходовъ, распредѣляется на два года, между тѣмъ какъ во второмъ случаѣ каждый паводокъ входитъ цѣликомъ въ одинъ годъ. Очевидно, поэтому, можно ожидать, что въ первомъ случаѣ абсолютный максимумъ годового расхода, (который, главнымъ образомъ, зависитъ отъ расхода паводка) будетъ меньше, а абсолютный минимумъ больше, чѣмъ во второмъ, т. е. амплитуда колебанія годовыхъ расходовъ въ первомъ случаѣ меньше, чѣмъ во второмъ. Соотвѣтственно этому, и измѣнчивость годовыхъ величинъ расходовъ будетъ меньшей, если начало года пріурочено къ серединѣ паводка, т. е. къ моменту, когда колебанія расходовъ изъ года въ годъ наибольшія, чѣмъ если начало года пріурочено къ зимнему времени, когда измѣнчивость расходовъ ничтожна.

Такъ какъ, согласно вышеизложенному, измѣнчивость годовыхъ расходовъ въ общемъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше измѣнчивость расходовъ въ моментъ начала года, то можно ожидать, что начало гидрографическаго года, выбранное согласно второму опредѣленію гидрографическаго года, будетъ, въ общемъ, при достаточномъ числѣ лѣтъ наблюденій, совпадать съ началомъ гидрографическаго года, выбраннымъ согласно первому опредѣленію гидрографическаго года.

2) При разборѣ зависимости режима рѣки отъ метеорологическихъ факторовъ, важно правильно выбрать начало годового періода, за который необходимо брать суммы осадковъ, для сопоставленія ихъ съ расходами рѣки. Очевидно, что наиболѣе естественнымъ началомъ года въ данномъ случаѣ слѣдуетъ считать тотъ моментъ, когда начинается накопленіе зимнихъ осадковъ, расходуемыхъ затѣмъ въ теченіе лѣтняго полугодія. Указанный годовой періодъ можно было бы назвать «гидрометеорологическимъ». Очевидно, что начало «гидрометеорологическаго» года будетъ совпадать съ тѣмъ моментомъ, когда приходъ влаги въ бассейнѣ рѣки сравнялся съ расходомъ ея, т. е. когда расходъ рѣки + подземный стокъ + испареніе = количеству выпадающихъ осадковъ.

Что касается температуры, являющейся для рѣкъ, питаемыхъ снѣгами горныхъ областей, не менѣе важнымъ факторомъ, чѣмъ осадки, то для нея выборъ начала года не имѣетъ особаго значенія, ибо, вообще, средняя годовая температура не играетъ большой роли въ гидрологическихъ изслѣдованіяхъ: важной является, преимущественно только лѣтняя температура.

3) Если разсматривать режимъ рѣки не съ чисто гидрографической точки зрѣнія, а имѣя въ виду зависимость режима отъ метеорологическихъ факторовъ, то для выясненія истиннаго характера этой зависимости правильный выборъ начала годового періода при вычисленіи расходовъ является не менѣе важнымъ, чѣмъ надлежащій выборъ начала вышеуказаннаго «гидрометеорологическаго года». Годовой періодъ, для котораго получается наиболѣе ясно выраженная зависимость расходовъ рѣки отъ метеорологическихъ факторовъ, можно условитьтя считать за «гидрологическій» годъ. Обычно въ литературѣ не различаютъ между гидрологическимъ и «гидрометеорологическимъ» годомъ, нужно думать, потому, что въ большинствѣ случаевъ «гидрометеорологическій» годъ будетъ совпадать съ гидрологическимъ. Однако, весьма возможно, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ начала этихъ годовыхъ періодовъ не будутъ совпадать. Очевидно, этого можно ожидать для тѣхъ рѣкъ, зимнее питаніе которыхъ происходитъ исключительно на счетъ грунтовыхъ водъ, безъ участія въ немъ зимнихъ осадковъ. Для этихъ рѣкъ начало «гидрометеорологическаго» года, какъ обычно, падаетъ на осень или начало зимы (вообще на моментъ начала накопленія зимняго запаса влаги), между тѣмъ какъ начало гидрологическаго года будетъ совпадать съ моментомъ начала расходованія зимнихъ запасовъ, т. е. придется на весну.

Укажемъ еще на одинъ возможный способъ опредѣленія начала «гидрометеорологическаго» года, дающаго, однако, не совѣмъ точные результаты. Способъ этотъ заключается въ слѣдующемъ. Необходимо опредѣлить температуру воздуха, при которой начинается весною таяніе зимнихъ запасовъ снѣга, выражающееся въ замѣтномъ повышеніи расходовъ рѣки. (При этомъ нѣтъ абсолютной необходимости въ опредѣленіи истинной температуры въ горной области, въ которой происходитъ накопленіе запасовъ снѣга: можно, съ извѣстнымъ приближеніемъ пользоваться наблюденіями и болѣе низкихъ станцій, на которыхъ, однако, ходъ температуры параллеленъ ходу температуры въ указанной болѣе высокой области.) Очевидно, что осенью при наступленіи температуры, равной вышеуказанной весенней, прекращается замѣтное таяніе снѣга въ горахъ. Моментъ наступленія этой температуры осенью можно было бы, по видимому, считать за начало «гидрометеорологическаго» года. Необходимо, однако, оговориться, что указанное правило дастъ, въ общемъ, слишкомъ позднюю дату для начала гидрологическаго года. Дѣйствительно, накопленіе зимнихъ запасовъ снѣга начинается уже тогда, когда приходъ влаги въ бассейнѣ сравняется съ расходомъ ея, что будетъ, въ общемъ, имѣть мѣсто нѣсколько раньше момента

прекращенія таянія, точно такъ же, какъ и снѣжное накопленіе еще не прекращается въ моментъ начала таянія, а продолжается еще нѣкоторое время до тѣхъ поръ, пока расходъ влаги не сравняется съ приходомъ. Ниже мы на частномъ примѣрѣ подтвердимъ правильность вышесказаннаго.

Вышеуказанные три годовыхъ періода, въ общемъ, что касается времени начала ихъ, конечно не совпадаютъ не только для различныхъ рѣкъ, но и для одной и той же рѣки. Если попытаться опредѣлить ихъ для Чирчика, то получаются слѣдующіе результаты.

Для опредѣленія начала «гидрографическаго» года, нами вычислены измѣнчивости*) расходовъ за отдѣльные мѣсяцы въ среднемъ за 16 лѣтъ, показанныя въ слѣдующей таблицѣ:

Январь	±	1.18	куб. саж.
Февраль	±	1.09	« «
Мартъ	±	2.61	« «
Апрѣль	±	8.34	« «
Май	±	11.49	« «
Іюнь	±	12.03	« «
Іюль	±	12.20	« «
Августъ	±	5.95	« «
Сентябрь	±	2.64	« «
Октябрь	±	1.73	« «
Ноябрь	±	2.30	« «
Декабрь	±	1.50	« «

Какъ видно, измѣнчивости мѣсячныхъ расходовъ имѣютъ рѣзко выраженный годовой ходъ съ максимумомъ въ іюлѣ и минимумомъ въ февралѣ. Такъ какъ, согласно вышеприведенному опредѣленію «гидрографическаго» года, начало его должно совпадать съ моментомъ, для котораго измѣнчивость расходовъ является наименьшей, то, очевидно, начало указаннаго года можно пріурочить къ серединѣ февраля. Обыкновенно, впрочемъ, желательно пріурочить начало года къ первому числу какого-нибудь мѣсяца. Въ данномъ случаѣ за начало «гидрографическаго» года слѣдуетъ считать 1-ое февраля. (Такъ какъ измѣнчивость въ январѣ меньше, чѣмъ въ мартѣ, то начало года нужно съ середины

*) Для опредѣленія измѣнчивости брались отклоненія отдѣльныхъ мѣсячныхъ величинъ отъ ариѳметическаго средняго. Среднее изъ этихъ отклоненій, сложенныхъ не обращая вниманія на знакъ, и представляетъ собою измѣнчивость.

февраля перенести въ сторону января, а не въ сторону марта, т. е. на 1-е февраля.)

Можно пытатся опредѣлить начало «гидрографическаго» года, и по второму изъ вышеуказанныхъ способовъ, а именно, на основаніи измѣнчивости среднихъ годовыхъ расходовъ, считая за «гидрографическій» годъ такой годовой періодъ, для котораго эта измѣнчивость наибольшая. Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены измѣнчивости (въ среднемъ за 15 лѣтъ) среднихъ годовыхъ расходовъ для годовыхъ періодовъ съ различной начальной датой.

Годовой періодъ.			Измѣнчивость.
Съ января	по декабрь	. . . . .	± 4.66 куб. саж.
„ февраля	„ январь	. . . . .	± 4.61 „ „
„ марта	„ февраль	. . . . .	± 4.57 „ „
„ апрѣля	„ мартъ	. . . . .	± 4.55 „ „
„ мая	„ апрѣль	. . . . .	± 4.26 „ „
„ іюня	„ май	. . . . .	± 3.76 „ „
„ іюля	„ іюнь	. . . . .	± 3.52 „ „
„ августа	„ іюль	. . . . .	± 3.74 „ „
„ сентября	„ августъ	. . . . .	± 4.16 „ „
„ октября	„ сентября	. . . . .	± 4.37 „ „
„ ноября	„ октябрь	. . . . .	± 4.69 „ „
„ декабря	„ ноябрь	. . . . .	± 4.69 „ „

Какъ видно изъ таблицы, измѣнчивость расходовъ для годовыхъ періодовъ, начинающихся лѣтомъ, значительно меньше, чѣмъ для годовыхъ періодовъ, начинающихся зимою. Максимумъ измѣнчивости получается, если начало года пріурочить къ 1-му ноября или 1-му декабря. Такимъ образомъ, согласно этой таблицѣ, за начало «гидрографическаго» года слѣдуетъ считать 1-е ноября или 1-ое декабря. Однако, измѣнчивости, получающіяся для годовыхъ періодовъ съ началомъ, совпадающимъ, соотвѣтственно съ 1-мъ ноября, 1-мъ декабря, 1-мъ января или 1-мъ февраля такъ мало разнятся между собою, что можно съ почти одинаковымъ правомъ любое изъ этихъ чиселъ считать за начало «гидрографическаго» года. Такимъ образомъ данныя второй таблицы не противорѣчатъ рѣзко результату, найденному по первой таблицѣ, согласно которому за начало гидрографическаго года слѣдуетъ считать 1-ое февраля. Необходимо, конечно, при разборѣ какъ первой, такъ и второй таблицы, имѣть въ виду, что, вслѣдствіе небольшого числа лѣтъ, на основаніи которыхъ онѣ выведены (15—16), найденныя измѣнчивости являются не окончательно еще установленными.

Что касается начала „гидрометеорологическаго" года, то оно должно совпадать съ началомъ накопленія снѣжныхъ запасовъ въ горахъ. Для удобства желательно, конечно, пріурочить начало года къ первому дню какого-либо мѣсяца. Въ такомъ случаѣ, повидимому, представляется выборъ только между 1-мъ октября и 1-мъ ноября. (Первое сентября было-бы слишкомъ раннимъ началомъ года, потому что въ сентябрѣ при нормальныхъ условіяхъ повидимому еще не можетъ быть рѣчи о накопленіи замѣтныхъ запасовъ снѣга въ бассейнѣ Чирчика; первое же декабря было-бы, конечно, слишкомъ поздниъ началомъ года). Повидимому наиболѣе правильнымъ началомъ гидрометеорологическаго года является первое октября. Подтвержденіе сказаннаго будетъ приведено въ дальнѣйшемъ.

Наконецъ, что касается гидрологическаго года, то какъ увидимъ въ главахъ V и VI, за начало этого года слѣдуетъ также считать 1-ое октября.

Глава IV.

Общія замѣчанія относительно зависимости режима Чирчика отъ метеорологическихъ факторовъ.

Въ бассейнѣ Чирчика, лежащемъ выше мѣста измѣренія расходовъ (Чимбайлыкскаго поста), до самаго послѣдняго времени почти совсѣмъ не производились метеорологическія наблюденія. Изъ ближайшихъ къ бассейну питанія Чирчика метеорологическихъ станцій только для двухъ станцій (Ташкентъ и Ауліе-Ата), какъ было указано въ главѣ I, имѣются достаточно продолжительныя и надежныя наблюденія. Конечно, при площади бассейна Чирчика (выше Чимбайлыка), равной 11.660 кв. км, двѣ метеорологическихъ станціи нужно считать крайне недостаточными для сколько-нибудь полнаго освѣщенія метеорологическихъ условій этого бассейна, особенно, если принять во вниманіе, что обѣ станціи расположены внѣ бассейна и обѣ станціи находятся на небольшой высотѣ надъ уровнемъ моря, въ то время, какъ бассейнъ питанія Чирчика относится къ горной, отчасти даже, какъ мы видѣли, къ высокогорной области. Если тѣмъ не менѣе, результаты сопоставленія метеорологическихъ элементовъ съ гидрометрическими являются, какъ мы увидимъ ниже, значительно лучшими, чѣмъ это можно было ожидать при указанной скудости метеорологическихъ данныхъ, то это нужно объяснить 1) удачнымъ мѣстоположеніемъ станцій, находящихся одна къ сѣверу, другая къ югу отъ бассейна, на линіи, дѣлящей бассейнъ пополамъ и расположенной, приблизительно, перпендикулярно къ направленію вѣтровъ, приносящихъ осадки; 2) тѣмъ, что для сопоставленія метеорологическихъ элементовъ съ гидрометрическими мы, въ суш-

ности, не нуждаемся въ знаніи истинныхъ количествъ осадковъ, выпадающихъ въ бассейнѣ питанія рѣки или истинной средней температуры въ бассейнѣ. Въ большинствѣ случаевъ достаточно знать лишь относительныя колебанія этихъ элементовъ изъ года въ годъ, а для этой цѣли требуется, конечно, значительно меньшее число станцій, чѣмъ для опредѣленія истинныхъ среднихъ величинъ. Все же, несмотря на указанныя обстоятельства, число имѣющихся въ нашемъ распоряженіи станцій нельзя не считать весьма недостаточнымъ и это нужно имѣть въ виду при оцѣнкѣ приводимыхъ ниже результатовъ сопоставленій метеорологическихъ и гидрометрическихъ элементовъ. Очевидно, что вліяніе недостаточной точности метеорологическихъ элементовъ скажется въ томъ, что различныя зависимости расходовъ рѣки отъ метеорологическихъ факторовъ въ дѣйствительности будетъ болѣе тѣсными, чѣмъ находимыя нами помощью вычисленій, или, выражаясь математически, истинные коэффиціенты корреляціи будутъ, въ общемъ, нѣсколько больше найденныхъ нами. Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что на настоящую работу слѣдуетъ смотрѣть какъ на предварительную попытку, могущую лишь до извѣстной степени осветить разбираемый вопросъ и долженствующую облегчить производство въ будущемъ болѣе полныхъ изслѣдованій на основаніи болѣе надежнаго матеріала.

При сопоставленіи метеорологическихъ элементовъ и расходовъ мы будемъ въ дальнѣйшемъ придерживаться слѣдующаго порядка. Сначала разсмотримъ расходы за годовые и полугодовые періоды, затѣмъ мѣсячные расходы и, наконецъ, кратковременныя колебанія расходовъ, имѣя при всѣхъ этихъ сопоставленіяхъ въ виду возможность использованія найденныхъ зависимостей для прогноза расходовъ рѣки. Наконецъ, разсмотримъ вопросъ о прогнозѣ расходовъ на основаніи метеорологическихъ факторовъ. Необходимо еще указать на то, что, если нѣтъ оговорки, метеорологическія данныя представляютъ собою всегда ариѳметическое среднее изъ наблюденій въ Ташкентѣ и Ауліе-Ата, а также что всѣ данныя, какъ метеорологическія, такъ и гидрометрическія, относятся къ новому стилю.

Глава V.

Расходы за гидрологическій годъ.

Для выясненія начала «гидрометеорологическаго» года, нами сдѣланы сопоставленія осадковъ съ расходами лѣтняго полугодія, которыя, какъ будетъ показано въ главѣ VII приводятъ къ заключенію, что за начало «гидрометеорологическаго» года для р. Чирчика слѣдуетъ считать 1-ое октября. Что касается

начала гидрологическаго года, то можно сдѣлать слѣдующія два наиболѣе вѣроятныхъ предположенія: или оно совпадаетъ съ началомъ «гидрометеорологическаго» года, или же его нужно пріурочить къ началу весенняго паводка. Первое имѣло бы мѣсто въ томъ случаѣ, если бы осадки зимняго полугодія непосредственно участвовали въ питаніи рѣки въ теченіе этого полугодія, въ противномъ же случаѣ, т. е. въ случаѣ исключительно грунтоваго питанія рѣки зимою, имѣло бы мѣсто второе предположеніе. Какъ увидимъ ниже въ главѣ VI, осадки зимняго полугодія оказываютъ весьма замѣтное вліяніе на зимніе расходы; слѣдовательно, нужно полагать, что начало гидрологическаго года совпадаетъ съ началомъ «гидрометеорологическаго». Сказанное можно еще подтвердить слѣдующими коэффиціентами корреляціи, характеризующими связь между осадками за періодъ съ 1-го октября по 31-ое мая*) съ одной стороны и расходами за годовые періоды, начинающіеся соотвѣтственно, 1-го октября, 1-го декабря, 1-го февраля и 1-го апрѣля, съ другой стороны. Получающіеся при этомъ коэффиціенты корреляціи показаны въ слѣдующей табличкѣ:

1) Годъ съ I/X по 30/IX : $r = +0.92$
2) „ „ I/XII „ 30/XI : $r = +0.91$
3) „ „ I/II „ 31/I : $r = +0.91$
4) „ „ I/IV „ 31/III : $r = +0.90$

Мы видимъ, что хотя разности между приведенными четырьмя коэффиціентами корреляціи и не велики, все же наибольшій коэффиціентъ корреляціи, получается въ первомъ случаѣ, что указывается на то, что начало гидрологическаго года для Чирчика совпадаетъ съ началомъ «гидрометеорологическаго».

Какъ показываетъ величина перваго изъ вышеприведенныхъ коэффиціентовъ корреляціи, весьма близкая къ единицѣ, зависимость расходовъ за гидрологическій годъ отъ осадковъ за періодъ съ октября по май является весьма тѣсной. Въ правильности сказаннаго наглядно убѣждаетъ также и графикъ № IV, на которомъ нанесены въ видѣ ломанныхъ линій колебанія изъ года въ годъ истинныхъ величинъ расходовъ за гидрологическій годъ и расходовъ, вычисленныхъ на основаніи количества осадковъ по формулѣ:

$$y = 0.0671\ x + 6.3;$$

гдѣ y = средній расходъ за гидрологическій годъ въ куб. саж., а x = сумма осадковъ за періодъ съ октября по май въ миллиметрахъ. Формула эта позволяетъ вычислить средній расходъ за гидрологическій годъ со средней квад-

*) Осадки съ іюня по сентябрь не играютъ замѣтной роли въ питаніи рѣки, почему они въ данномъ случаѣ и не приняты во вниманіе.

ратичной ошибкой, равной всего ± 2.06 куб. саж. или 7.7% средней величины расхода за гидрологическій годъ. Для сравненія замѣтимъ, что квадратичная измѣнчивость расходовъ равна ± 5.25 куб. саж.*)

Чтобы познакомиться нѣсколько ближе съ характеромъ зависимости расходовъ отъ осадковъ, возьмемъ осадки не за указанный выше періодъ, а за весь гидрологическій годъ. Въ этомъ случаѣ коэффиціентъ корреляціи между расходами и осадками получается равнымъ + 0.86, т. е. меньшимъ, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ. Этотъ интересный результатъ указываетъ на то, что на расходы Чирчика лѣтніе осадки замѣтнаго вліянія не оказываютъ.

Если же брать осадки за меньшій періодъ, чѣмъ взятый нами періодъ съ октября по май, а именно только за зимнее полугодіе, съ октября по мартъ то, опять-таки, мы находимъ меньшій коэффиціентъ корреляціи, чѣмъ въ первомъ случаѣ, а именно + 0.87.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что на расходы Чирчика вліяютъ не только осадки зимняго полугодія, но и осадки весеннихъ мѣсяцевъ, лѣтніе же осадки на расходы замѣтнаго вліянія не оказываютъ.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что Чирчикъ, несмотря на существованіе ряда ледниковъ въ его бассейнѣ, близко примыкаетъ къ типу „снѣговыхъ" рѣкъ, питаніе которыхъ происходитъ на счетъ запасовъ снѣга, выпадающаго и расходуемаго въ теченіе періода не болѣе года.**)

Что касается вліянія температуры на расходы, то мы его разсмотримъ ниже при разборѣ вліянія метеорологическихъ факторовъ на расходы лѣтняго полугодія.

Глава VI.

Расходы за зимнее полугодіе.

Въ питаніи рѣки Чирчика въ теченіе зимняго полугодія (съ октября по мартъ) весьма замѣтную роль играютъ грунтовыя воды, что можно доказать слѣдующими соображеніями.

---

*) Какъ мы выше указали, осадки вычислялись на основаніи наблюденій двухъ станцій, Ташкентъ и Ауліе-Ата, и представляютъ собою ариѳметическое среднее изъ наблюденій этихъ станцій. Для того, чтобы выяснить, съ какимъ вѣсомъ слѣдовало бы брать данныя каждой станціи, нами вычислены коэффиціенты корреляціи между расходами за гидрологическій годъ и осадками съ октября по май для Ташкента и Ауліе-Ата въ отдѣльности. Для осадковъ Ташкента коэффиціентъ корреляціи равненъ + 0.81; для Ауліе-Ата + 0.84, т. е оба коэффиціента приблизительно равны. Изъ этого слѣдуетъ, что при вычисленіи средней величины осадковъ слѣдуетъ осадки для Ташкента и для Ауліе-Ата брать съ одинаковымъ вѣсомъ, т. е. поступать такъ, какъ мы и поступили.

**) „Снѣговыми" эти рѣки названы въ отличіе отъ ледниковыхъ, питаніе которыхъ происходитъ главнымъ образомъ, на счетъ ледниковъ, т. е. запасовъ „вѣчныхъ" снѣговъ.

1) Характеръ питанія рѣки подземнымъ или поверхностнымъ стокомъ долженъ сказаться на измѣнчивости расходовъ рѣки въ періоды съ преобладаніемъ того или другого способа питанія. Какъ извѣстно, при грунтовомъ питаніи измѣнчивость расходовъ значительно меньше, чѣмъ при питаніи поверхностнымъ стокомъ. Сказанное вполнѣ подверждается и для Чирчика. Какъ видно изъ таблицы въ главѣ III, измѣнчивость расходовъ въ зимніе мѣсяцы во много разъ меньше измѣнчивости въ лѣтніе мѣсяцы. Въ среднемъ измѣнчивость расходовъ за зимнее полугодіе равна $\pm$ 1.60 куб. саж., въ то время какъ измѣнчивость расходовъ за лѣтнее полугодіе равна $\pm$ 8.15 куб. саж.

2) Для зимнихъ мѣсяцевъ возможно и непосредственное приблизительное опредѣленіе величины подземнаго питанія рѣки. Для этого необходимо отобрать періоды, когда, на основаніи низкой температуры воздуха, можно полагать, что поверхностный стокъ воды прекратился; очевидно, что расходъ воды въ рѣкѣ за это время и будетъ представлять собою расходъ грунтовыхъ водъ.*)

Нами отобраны за все время наблюденій всѣ періоды, продолжительностью не менѣе пяти дней, въ теченіе которыхъ средняя суточная температура въ Ташкентѣ не поднималась выше — 6°. Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены эти періоды, а также минимумы суточныхъ расходовъ, наблюдавшіеся въ теченіе этихъ періодовъ.

Періоды съ температурой. ≤ −6°	Минимумъ расходовъ.
1901 : 10/I—14/I	8.6
1902 : 26/I— 2/II	12.0
1903 : 21/I—27/I	11.0
1904 : 8/I—21/I	9.2
1905 : 20/I—30/I	7.7
1906 : 6/I—11/I	8.0
1907 : —	—
1908 : —	—
1909 : —	—
1910 : 27/XI—1/XII	8.0
1911 : —	—
1912 : —	—
1913 : —	—
1914 : 30/XII—3/I	7.8
1915 :	

*) Необходимо замѣтить, что и ледники участвуютъ въ питаніи рѣки зимою, ибо, благодаря теплотѣ земной коры, таяніе ихъ не прекращается и зимою. Однако, если принять во вниманіе незначительное оледенѣніе бассейна Чирчика, то участіемъ ледниковъ въ питаніи Чирчика зимою можно пренебречь.

Ариѳметическое среднее изъ минимальныхъ расходовъ, приведенныхъ въ таблицѣ равно 9.0 куб. саж. Эта величина и представляетъ собою, приблизительно, средній расходъ грунтовыхъ водъ для Чирчика за періодъ съ декабря по январь. Если предположить, что и въ теченіе остальныхъ мѣсяцевъ зимняго полугодія грунтовое питаніе рѣки равно этой же величинѣ, то, такъ какъ средній расходъ за зимнее полугодіе равенъ всего 11.4 куб. саж., на долю поверхностнаго стока въ зимнемъ полугодіи приходится всего 2.4 куб. саж. или 21%. Конечно, этотъ результатъ можетъ считаться лишь приблизительно вѣрнымъ.

Обратимся теперь къ выясненію вопроса, отъ какихъ метеорологическихъ факторовъ зависятъ колебанія изъ года въ годъ средней величины расхода Чирчика за зимнее полугодіе. Вычисляя коэффиціентъ корреляціи между расходами и осадками зимняго полугодія, мы находимъ его равнымъ + 0.72. Значительная величина этого коэффиціента доказываетъ, что расходы за зимнее полугодіе зависятъ главнымъ образомъ отъ осадковъ за зимнее же полугодіе. Зависимость эта выражается въ видѣ слѣдующей формулы:

$$y = 0{,}0194\ x + 7.2,$$

гдѣ x = сумма осадковъ за зимнее полугодіе, а y = средній расходъ за зимнее полугодіе въ куб. саж.

Какъ мы выше указали, расходъ Чирчика за зимнее полугодія складывается изъ подземнаго и поверхностнаго стока. Послѣдній, нужно полагать, играетъ замѣтную роль только въ теченіе наиболѣе теплыхъ мѣсяцевъ зимняго полугодіе, а именно, октября, ноября и марта; въ теченіе же зимы, т. е. съ декабря по февраль, питаніе рѣки, повидимому, происходитъ почти исключительно на счетъ грунтовыхъ водъ. Чтобы выяснить зависимость расходовъ за три зимнихъ мѣсяца отъ осадковъ, вычислимъ коэффиціентъ корреляціи между указанными расходами и осадками за періодъ съ октября по февраль. Коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0.79. Изъ этого можно вывести весьма интересное заключеніе, а именно, что и грунтовое питаніе Чирчика зимою зависитъ отъ осадковъ зимняго же полугодія. Замѣтимъ, что еще большая величина коэффиціента корреляціи получается, если въ суммѣ осадковъ съ октября по февраль осадки за октябрь и ноябрь брать съ двойнымъ вѣсомъ. Коэффиціентъ корреляціи въ этомъ случаѣ равенъ + 0.81. Очевидно, это нужно объяснить тѣмъ, что для грунтового питанія рѣки зимою осадки осеннихъ мѣсяцевъ важнѣе осадковъ зимнихъ мѣсяцевъ, что и слѣдовало ожидать, ибо первые выпадаютъ преимущественно въ жидкомъ, вторые же въ твердомъ состояніи. Сказанное мы можемъ подтвердить еще, вычисляя коэффиціентъ корреляціи между расходами

зимнихъ мѣсяцевъ (декабрь—февраль) и осадками за эти же мѣсяцы. Коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ +- 0.45, т. е. значительно меньше, чѣмъ если принимать во вниманіе, кромѣ осадковъ зимнихъ мѣсяцевъ, еще и осалки осеннихъ мѣсяцовъ.

Кромѣ вліянія осадковъ, необходимо выяснить еще и вліяніе температуры на расходы. Вліяніе это могло бы выразиться въ томъ, что при болѣе высокой температурѣ зимняго полугодія, благодаря болѣе частымъ и интенсивнымъ оттепелямъ, расходъ рѣкъ былъ бы повышенъ и наоборотъ. Для выясненія этого вопроса нами вычислены коэффиціенты корреляціи между расходами зимняго полугодія и средней температурой зимняго полугодія какъ средней суточной, такъ и въ 1 ч. д.*) Въ первомъ случаѣ коэффиціентъ корреляціи равенъ — 0.19, во второмъ — 0.32. Отрицательный знакъ этихъ коэффиціентовъ указывалъ бы на существованіе обратной зависимости между температурой и расходами, однако, вслѣдствіе незначительности ихъ абсолютной величины, имъ нельзя придавать какого-либо реальнаго значенія. Можно только сдѣлать выводъ, что между расходами за зимнее полугодіе и температурой зимняго полугодія не существуетъ замѣтной связи.

Можно было бы еще сдѣлать предположеніе, что связь между расходами и температурой сглаживается благодаря существованію обратной зависимости между температурой и осадками. Дѣйствительно, если бы существовала такая зависимость между осадками и температурой зимняго полугодія, то, такъ какъ расходы находятся въ прямой зависимости отъ осадковъ, этимъ могла бы затемняться прямая зависимость расходовъ отъ температуры. Однако, такой зависимости между осадками и температурой не существуетъ, какъ показываетъ ничтожная величина коэффиціента корреляціи: + 0.08. Такимъ образомъ, остается только заключеніе, что, дѣйствительно, колебанія изъ года въ годъ среднихъ величинъ расходовъ зимняго полугодія не зависятъ отъ температуры, а только отъ осадковъ.

Найденный нами результатъ имѣетъ извѣстное значеніе при рѣшеніи вопроса о началѣ гидрологическаго года. Очевидно, что если осадки зимняго полугодія уже отчасти расходуются на зимній стокъ, то начало гидрологическаго года слѣдуетъ пріурочить не къ началу весенняго паводка, а къ началу „гидрометеорологическаго“ года, за которое, какъ мы ниже увидимъ, можно считать 1-ое октября. Сказанное можно подтвердить еще и слѣдующимъ образомъ: если гидрологическій годъ начинается осенью, а не весною, то нужно ожидать, что

*) Для сопоставленій съ колебаніями расходовъ рѣкъ температура въ 1 ч. д. является, повидимому, болѣе пригодной, чѣмъ средняя суточная.

связь между расходами зимняго и слѣдующаго за нимъ лѣтняго полугодія будетъ тѣснѣе, чѣмъ между расходами зимняго и предшествующаго ему лѣтняго полугодія. Для Чирчика коэффиціентъ корреляціи въ первомъ случаѣ равенъ + 0.67, во второмъ + 0.44. Значитъ, дѣйствительно, расходъ за зимнее полугодіе болѣе тѣсно связанъ съ расходомъ за слѣдующее полугодіе и начало гидрологическаго года нужно отнести къ осени.

Глава VII.

Расходы за лѣтнее полугодіе.

На основаніи того, что было выше сказано относительно зависимости расходовъ за гидрологическій годъ отъ осадковъ, можно ожидать, что и между расходами лѣтняго полугодія (съ апрѣля по сентябрь) и осадками должна существовать извѣстная зависимость. Если вычислить коэффиціентъ корреляціи между расходами лѣтняго полугодія и суммой осадковъ за періодъ съ октября по май (за каковой періодъ получалась наиболѣе тѣсная зависимость между осадками и расходами за гидрологическій годъ), то коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ + 0.91. Такая большая величина коэффиціента указываетъ, что средняя величина расходовъ за лѣтнее полугодіе дѣйствительно находится въ тѣсной зависимости отъ осадковъ, выпавшихъ за указанный промежутокъ времени. Зависимость эта математически выражается въ видѣ слѣдующей формулы:

$$y = 0.1152\,x - 7.0,$$

гдѣ x = сумма осадковъ за время съ октября по май въ мм., а y = средній расходъ за лѣтнее полугодіе въ куб. саж. Средняя квадратичная ошибка этой формулы равна 3.85 куб. саж., что составляетъ 9% средней величины расходовъ за лѣтнее полугодіе.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію зависимости расходовъ лѣтняго полугодія отъ зимнихъ осадковъ, взятыхъ за періодъ времени, кончающійся уже мартомъ. Выясненіе этой зависимости является интереснымъ въ связи съ вопросомъ о возможности дать прогнозъ ожидаемой величины расходовъ за лѣтнее полугодіе на основаніи зимнихъ осадковъ. Для того, чтобы установить начало того періода, за который слѣдуетъ брать осадки для того, чтобы получилась наиболѣе тѣсная зависимость между осадками, выпадающими до начала лѣтняго полугодія и расходами за это полугодіе, нами взяты періоды съ сентября по мартъ, съ октября по мартъ и съ ноября по мартъ. Для осадковъ за указанные

періоды и расходовъ за лѣтнее полугодіе получаются слѣдующіе коэффиціенты корреляціи:

1) съ сентября по мартъ: + 0.85.
2) „ октября „ „ + 0.85.
3) „ ноября „ „ + 0.82.

вышеприведенные коэффиціенты корреляціи позволяютъ дѣлать нѣсколько важныхъ выводовъ.

1) Между расходами лѣтняго полугодія и предшествующими имъ по времени зимними осадками существуетъ весьма тѣсная зависимость, какъ видно изъ большого численнаго значенія вышеприведенныхъ коэффиціентовъ корреляціи. Если брать осадки съ октября по мартъ, то эта зависимость математически выражается формулой

$$y = 0.1085\ x + 18.5,$$

гдѣ x = сумма осадковъ, а y = расходы за лѣтнее полугодіе. По этой формулѣ, слѣдовательно, можно давать прогнозъ расходовъ лѣтняго полугодія. Къ этому вопросу мы еще вернемся въ главѣ X.

2) Вышеприведенные коэффиціенты корреляціи оказываются значительно меньшими, чѣмъ коэффиціентъ корреляціи, который мы нашли для осадковъ, взятыхъ за періодъ съ октября по май (= + 0.91). Очевидно, что на основаніи этого можно заключить, что на лѣтніе расходы вліяютъ не только осадки зимняго полугодія, но и осадки за апрѣль и май. Этого слѣдовало ожидать на основаніи аналогичнаго результата, найденнаго для гидрологическаго года.

3) Вышеприведенные коэффиціенты корреляціи позволяютъ также сдѣлать извѣстное заключеніе относительно начала «гидрометеорологическаго» года.*) Хотя разности между указанными коэффиціентами корреляціи незначительны, все же мы находимъ нѣсколько меньшій коэффиціентъ корреляціи, если брать сумму осадковъ, начиная съ ноября, чѣмъ, если ее брать, начиная съ октября. Очевидно, что это говоритъ въ пользу нашего предположенія о томъ, что за начало «гидрометеорологическаго» года слѣдуетъ считать не 1-ое ноября, а 1-ое октября. О томъ, что 1-ое сентября, вслѣдствіе незначительнаго количества осадковъ и высокой температуры въ сентябрѣ, не можетъ считаться за начало «гидрометеорологическаго» года, мы уже выше говорили.

---

*) Считаемъ необходимымъ еще разъ подчеркнуть, что ввиду небольшого числа лѣтъ наблюденій и большихъ вслѣдствіе этого, вѣроятныхъ ошибокъ коэффиціентовъ корреляціи, всѣ выводы, основанные лишь на небольшихъ разностяхъ между отдѣльными коэффиціентами корреляціи, нужно считать не строго доказанными, а лишь болѣе или менѣе вѣроятными.

Тутъ будетъ умѣстно сказать нѣсколько словъ относительно способа опредѣленія начала «гидрометеорологическаго» года, о которомъ мы упоминали въ главѣ III. Способъ этотъ заключается въ томъ, что опредѣляется нормальная температура воздуха, соотвѣтствующая нормальному сроку начала таянія снѣговъ весною. Срокъ наступленія этой температуры осенью и слѣдуетъ считать за начало «гидрометеорологическаго» года. Какъ видно изъ графикъ № 1, представляющаго собою кривую годового колебанія расходовъ Чирчика, начало таянія можно пріурочить къ 21-му марта по нов. ст. Какъ легко найти помощью интерполяціи, на основаніи данныхъ таблицы X, средняя температуравоздуха въ 1 ч. дня 21-го марта равна приблизительно 10°. 5; осенью такая же температура наступаетъ приблизительно 14-го ноября. Этотъ срокъ и слѣдовало бы, если пользоваться изложеннымъ способомъ, считать за начало «гидрометеорологическаго» года для Чирчика. Въ дѣйствительности же, какъ мы видѣли начало „гидрометеорологическаго" года можно отнести къ 1-му октября. Этимъ подтверждается высказанное нами выше предположеніе о томъ, что разсматриваемый способъ даетъ слишкомъ поздній срокъ для начала «гидрометеорологическаго» года.

Чтобы выяснить относительную важность для расходовъ лѣтняго полугодія осадковъ, выпадающихъ за различныя части разсматриваемаго нами періода (съ октября по май), вычислимъ отдѣльно коэффиціенты корреляціи между расходами лѣтняго полугодія и осадками за трехмѣсячные періоды, начинающіеся послѣдовательно съ октября, ноября, декабря, января, февраля и марта. Коэффиціенты эти показаны въ слѣдующей таблицѣ:

1)	осадки съ октября по декабрь:	r	$= +0.72$
2)	„ „ ноября „ январь	r	$= +0.68$
3)	„ „ декабря „ февраль	r	$= +0.63$
4)	„ „ января „ мартъ	r	$= +0.79$
5)	„ „ февраля „ апрѣль	r	$= +0.56$
6)	„ „ марта „ май	r	$= +0.39$

Изъ приведенной таблицы видно, что осадки съ октября по мартъ значительно болѣе тѣсно связаны съ расходами лѣтняго полугодія, чѣмъ осадки за апрѣль и май; (хотя и послѣдніе оказываютъ извѣстное вліяніе, какъ мы уже выше видѣли). Необходимо еще отмѣтить, что, какъ показываетъ сравненіе между собою первыхъ четырехъ коэффиціентовъ корреляціи осадки отдѣльныхъ мѣсяцевъ зимняго полугодія, являются приблизительно одинаково тѣсно связанными съ расходами лѣтняго полугодія; поэтому при вычисленіи зависимости лѣтнихъ расходовъ отъ осадковъ зимняго полугодія нѣтъ надобности брать сами отдѣльныхъ мѣсяцевъ съ различнымъ вѣсомъ.

Интересно выяснить вопросъ, не улучшается ли зависимость лѣтнихъ расходовъ отъ осадковъ, если брать, вмѣсто шести мѣсяцевъ лѣтняго полугодія, пять или семь, соотвѣтственно, отбрасывая сентябрь или же прибавляя октябрь. Выясненіе этого вопроса важно для выбора въ дальнѣйшемъ наиболѣе точной формулы для прогноза лѣтнихъ расходовъ. Коэффиціенты корреляціи, получающіеся при сопоставленіи осадковъ съ октября по май, соотвѣтственно, съ расходами за пять, шесть и семь мѣсяцевъ, показаны въ нижеслѣдующей таблицѣ:

1) расходы съ апрѣля по августъ : = + 0,91;
2) „ „ „ сентябрь: = + 0,91;
3) „ „ „ октябрь : = + 0,91;

Какъ видно изъ таблички, коэффиціенты корреляціи получаются одинаковыми для всѣхъ 3-хъ случаевъ. Такимъ образомъ нѣтъ надобности въ удлиненіи или укороченіи принятаго нами 6-тимѣсячнаго періода.

Обращаясь къ разбору вопроса о вліяніи температуры на величину средняго расхода за лѣтнее полугодіе, замѣтимъ, что если бы въ бассейнѣ Чирчика совершенно отсутствовали запасы вѣчныхъ снѣговъ, т. е. если бы весь запасъ снѣга, выпавшій зимою, безъ остатка стекалъ въ теченіе лѣтняго полугодія, то можно было бы, утверждать, что о вліяніи температуры на величину расхода за лѣтнее полугодіе не можетъ быть и рѣчи.*)

Но такъ какъ въ бассейнѣ Чирчика существуютъ извѣстные запасы вѣчнаго снѣга (какъ мы видѣли въ главѣ II), то можно ожидать, что температура будетъ оказывать извѣстное вліяніе на общую сумму расходовъ за лѣтнее полугодіе. Однако, уже на основаніи вышеизложеннаго можно ожидать, что это вліяніе не можетъ быть значительнымъ. Это слѣдуетъ изъ весьма тѣсной зависимости между расходами лѣтняго полугодія и зимними осадками, благодаря которой лѣтніе расходы почти цѣликомъ зависятъ отъ зимнихъ осадковъ. Чтобы подтвердить это, достаточно указать на то, что коэффиціентъ корреляціи между расходами лѣтняго полугодія и среднею температурою лѣтняго полугодія въ I ч. д. равенъ всего — 0.02. Ничтожная величина этого коэффиціента указываетъ на отсутствіе замѣтной связи между указанными величинами. Отсутствіе связи между температурой и общей суммой расходовъ нужно объяснить незначительностью запасовъ вѣчныхъ снѣговъ въ бассейнѣ Чирчика. Повидимому

*) Мы имѣемъ тутъ въ виду, конечно, только вліяніе температуры на общую сумму лѣтнихъ расходовъ, а не на колебанія расходовъ въ теченіе отдѣльныхъ лѣтнихъ мѣсяцевъ. Послѣднія, какъ увидимъ ниже, безъ сомнѣнія зависятъ отъ колебаній температуры.

запасы „вѣчныхъ" снѣговъ весьма незначительны по сравненію съ запасами „сезонныхъ" снѣговъ, если такъ называть снѣга, цикъ выпаденія и таянія которыхъ ограничивается періодомъ времени меньшимъ года. На счетъ этихъ „сезонныхъ" снѣговъ и происходитъ главнымъ образомъ питаніе рѣки Чирчика.

Какъ видно изъ предшествующаго, между зимними осадками и расходами лѣтняго полугодія существуетъ весьма тѣсная связь. Однако, сказанное нами въ началѣ этой главы относительно недостаточности имѣющихся въ нашемъ распоряженіи матеріаловъ по осадкамъ, заставляетъ думать, что въ дѣйствительности между указанными элементами существуетъ еще болѣе тѣсная связь. Такъ какъ въ цѣляхъ прогноза расходовъ важно, по возможности, увеличить точность формулъ, по которымъ вычислялись бы лѣтніе расходы, то желательно найти еще зависимости между лѣтними расходами и другими факторами, съ своей стороны связанными съ зимними осадками. Введеніе этихъ величинъ въ формулы, служащія для вычисленія лѣтнихъ расходовъ, увеличило бы ихъ точность.

Мы уже выше, при разсмотрѣніи расходовъ зимняго полугодія, которые также зависятъ отъ зимнихъ осадковъ, указали на зависимость, существующую между расходами зимняго полугодія и расходами слѣдующаго за нимъ лѣтняго полугодія. Коэффиціентъ корреляціи въ данномъ случаѣ равенъ + 0,67. Нѣсколько болѣе тѣсная зависимость существуетъ между расходами марта и расходами лѣтняго полугодія, какъ указываетъ величина коэффиціента корреляціи + 0,72.

Если искать зависимостей между расходами лѣтняго полугодія и метеорологическими элементами (помимо осадковъ и лѣтней температуры), то естественно, прежде всего обратиться къ числу дней съ осадками, которое, конечно, тѣсно связано съ количествомъ осадковъ. Дѣйствительно, между лѣтними расходами Чирчика и числомъ дней съ осадками за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ существуетъ тѣсная связь, характеризуемая коэффиціентомъ корреляціи равнымъ + 0.75.

Можно также ожидать, что между барометрическимъ давленіемъ въ теченіе зимняго полугодія и лѣтними расходами должна существовать извѣстная зависимость, ибо съ колебаніями барометрическаго давленія (при прохожденіи циклоновъ) связано выпаденіе осадковъ. Однако, какъ видно изъ нижеслѣдующаго, мы не могли найти такой зависимости. Для выясненія этого вопроса вычислены слѣдующіе коэффиціенты корреляціи:

1) между расходами лѣтняго полугодія и среднимъ барометрическимъ давленіемъ въ Ташкентѣ за зимнее полугодіе;

2) между тѣми же расходами и среднею амплитудою колебанія барометра въ Ташкентѣ за зимнее полугодіе, причемъ средняя амплитуда колебанія барометра вычислялась какъ среднее ариѳметическое изъ амплитудъ колебанія барометра за отдѣльные мѣсяцы зимняго полугодія.

Коэффиціентъ корреляціи въ первомъ случаѣ получился равнымъ +0,29, во второмъ +0,36. Незначительныя численныя значенія этихъ коэффиціентовъ указываютъ на отсутствіе замѣтной связи между указанными величинами.

Наконецъ, можно указать еще на одну весьма интересную зависимость, а именно, между средними расходами за лѣтнее полугодіе и среднею разностью между температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ въ Ташкентѣ за зимнее полугодіе, причемъ эта разность вычислялась какъ ариѳметическое среднее изъ соотвѣтствующихъ разностей для отдѣльныхъ мѣсяцевъ зимняго полугодія. Соотвѣтствующій коэффиціентъ корреляціи равенъ —0,74.* Какъ указываетъ значительная абсолютная величина коэффиціента, зависимость между указанными величинами вполнѣ ясно выражена.

Между температурой въ 1 ч. д. за зимнее полугодіе и расходами за лѣтнее полугодіе не существуетъ зависимости: коэффиціентъ корреляціи равенъ —0,17.

Что касается зависимости между облачностью зимняго полугодія (въ Ташкентѣ) и расходами лѣтняго полугодія, то хотя и получается положительный коэффиціентъ корреляціи (какъ и слѣдовало ожидать), однако величина его (+0,48) слишкомъ незначительна для того, чтобы указанной зависимостью можно было пользоваться для вычисленія лѣтнихъ расходовъ.

Въ главѣ о прогнозахъ мы попытаемся воспользоваться нѣкоторыми изъ вышеприведенныхъ зависимостей для улучшенія точности формулы прогноза лѣтнихъ расходовъ на основаніи зимнихъ осадковъ.

Глава VIII.

Расходы за отдѣльные мѣсяцы.

При разборѣ зависимостей расходовъ Чирчика за гидрологическій годъ, а также за отдѣльныя полугодія, отъ метеорологическихъ факторовъ, можно, какъ мы выше видѣли, оставить въ сторонѣ температуру и принимать во вниманіе только осадки. Легко видѣть, однако, что при разсмотрѣніи расходовъ за отдѣль-

*) Такая же обратная зависимость существуетъ между разсматриваемой величиной и суммой осадковъ (среднее для Ташкента и Ауліе-Ата) за зимнее полугодіе: коэффиціентъ корреляціи равенъ —0,71. Результатъ этотъ можно формулировать слѣдующимъ образомъ: въ дождливыя зимы амплитуда суточнаго колебанія температуры мала, въ сухія—велика. Очевидно, этого и слѣдовало ожидать.

ные мѣсяцы температура не можетъ быть оставлена безъ вниманія. Дѣйствительно, хотя общая сумма расходовъ за гидрологическій годъ или лѣтнее полугодіе и не зависитъ отъ температуры, все же распредѣленіе расходовъ между отдѣлеными мѣсяцами будетъ зависѣть и отъ осадковъ и отъ температуры, потому что температурой обусловливается болѣе или менѣе энергичный процессъ таянія снѣга въ теченіе даннаго мѣсяца.

Попытаемся найти какое-нибудь математическое выраженіе зависимости расходовъ отъ указанныхъ величинъ. Очевидно, что факторы, отъ которыхъ зависитъ расходъ даннаго лѣтняго мѣсяца (если оставить безъ вниманія вліяніе осадковъ даннаго мѣсяца), будутъ слѣдующіе: 1) запасъ снѣга въ бассейнѣ къ концу предшествующаго мѣсяца; 2) температура даннаго мѣсяца; 3) грунтовое питаніе. Если обозначить расходъ даннаго мѣсяца черезъ q, запасъ снѣга черезъ e, температуру черезъ τ*), грунтовое питаніе черезъ C_0, то $q = F[e, \tau] + C_0$. Такъ какъ $q - C_0$ обращается въ нуль и для $e = 0$ и для $\tau = o$, то естественно предположить, что $F[e, \tau]$ можно представить въ видѣ произведенія двухъ функцій $f[e]$, $\varphi[\tau]$, изъ которыхъ каждая зависитъ только отъ одного перемѣннаго. Для бассейновъ „снѣговыхъ" рѣкъ, въ которыхъ нѣтъ большихъ запасовъ вѣчнаго снѣга, можно повидимому сдѣлать предположеніе, что, при прочихъ равныхъ условіяхъ, расходъ будетъ пропорціональнымъ запасу влаги, т. е. что $f[e] = c_1 e$, гдѣ c_1 — постоянная величина.

Что касается зависимости расходовъ отъ температуры, т. е. функціи $\varphi[\tau]$, то это повидимому не линейная функція; однако, ввиду того, что среднія температуры даннаго мѣсяца изъ года въ годъ колеблются въ сравнительно небольшихъ предѣлахъ, то въ качествѣ перваго приближенія можно и эту зависимость считать за линейную, т. е. положить, что $\varphi[\tau] = C_2 \tau$, гдѣ $C_2 = \text{const}$. Наконецъ, что касается третьяго члена формулы, а именно грунтового питанія $[C_0]$, то можно, вѣроятно, безъ большой ошибки предполагать, что эта величина для даннаго мѣсяца мало мѣняется изъ года въ годъ, т. е. считать эту величину за постоянную.

---

*) Такъ какъ температура, выводимая на основаніи наблюденій отдѣльныхъ станцій, въ общемъ, не будетъ представлять собою истинной температуры воздуха для бассейна, то вмѣсто первой температуры необходимо брать разность между этой температурой и той, при которой начинается таяніе снѣговъ въ бассейнѣ. Эту разность Imbeaux называетъ „эффективной" температурой. Для бассейна Чирчика, какъ мы выше указали, таяніе снѣговъ начинается, приблизительно, при температурѣ 10°,5 въ 1 ч. д. въ среднемъ для станцій Ташкентъ и Ауліе-Ата. Поэтому, если оперировать съ температурой въ 1 ч. д., взятой для указанныхъ станцій, то изъ этой температуры надо вычесть 10,5.

Такимъ образомъ мы находимъ слѣдующую формулу, выражающую зависимость расходовъ даннаго мѣсяца отъ метеорологическимъ факторовъ:

$$q = cr + C_0$$

Прежде, чѣмъ попытаться примѣнить вышеприведенную формулу, разсмотримъ сначала зависимость расходовъ различныхъ мѣсяцевъ отдѣльно отъ температуры и отъ осадковъ.

Что касается зависимости расходовъ отъ температуры, то въ нижеприведенной таблицѣ даны коэффиціенты корреляціи между расходами за отдѣльные мѣсяцы и температурою въ 1 ч. д. за эти мѣсяцы. (Замѣтимъ, что если мы разматриваемъ зависимость расходовъ отъ одной только температуры, то, конечно, безразлично, будемъ ли мы брать „эффективную“ или обычную температуру: величина коэффиціента корреляціи отъ этого не будетъ мѣняться).

Октябрь:	— 0,36
Ноябрь:	— 0,21
Декабрь:	+ 0,07
Январь:	— 0,12
Февраль:	+ 0,11
Мартъ:	+ 0,19
Апрѣль:	+ 0,44
Май:	— 0,01
Іюнь:	+ 0,27
Іюль:	+ 0,15
Августъ:	— 0,21
Сентябрь:	+ 0,09

Какъ видно, всѣ коэффиціенты корреляціи по абсолютной величинѣ незначительны. Изъ этого можно вывести важное заключеніе, а именно, что расходы Чирчика за отдѣльные мѣсяцы непосредственно отъ температуры не зависятъ и, слѣдовательно, на основаніи одной только температуры невозможно сдѣлать какое-либо заключеніе относительно расходовъ даннаго мѣсяца.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію зависимости расходовъ отдѣльныхъ мѣсяцевъ отъ однихъ только осадковъ. Очевидно, что мы въ данномъ случаѣ должны сопоставить расходы даннаго мѣсяца со всей суммой осадковъ, начиная съ начала „гидрометеорологическаго“ года по данный мѣсяцъ, включительно. Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены соотвѣтствующіе коэффиціенты корреляціи, а также указано съ осадками за какой періодъ сопоставлялись расходы каж-

даго мѣсяца При вычисленіи суммъ осадковъ. осадки лѣтнихъ мѣсяцевъ, съ іюня по сентябрь не принимались во вниманіе, ибо, какъ мы выше видѣли, они не оказываютъ вліянія на общую сумму расходовъ. Расходы октября сопоставлялись не только съ осадками за октябрь, но и съ осадками за предшествующій гидрологическій годъ (съ октября по май). Точно также расходы ноября сопоставлялись и съ осадками за октябрь и ноябрь и съ осадками за предшествующій гидрологическій годъ.

Октябрь	[осадки за октябрь]	= + 0.44
„	[осадки за X—V предшествующаго гидрометеорологическаго года]	= + 0.60
Ноябрь	[осадки X—XI] . .	= — 0,84
„	[осадки X—V предшествующаго гидрометеорологическаго года] . . .	= + 0.45
Декабрь	[осадки X—XII] . .	= + 0,79
Январь	[осадки X—I] . .	= + 0.84
Февраль	[осадки X—II] . .	= + 0,79
Мартъ	[осадки X—III] . .	= + 0.64
Апрѣль	[осадки X—IV] .	= + 0,64
Май	[осадки X—V] . .	= + 0.90
Іюнь	[осадки X—V] . .	= + 0,89
Іюль	[осадки X—V] . .	= — 0,76
Августъ	[осадки X—V] . .	= + 0,60
Сентябрь	[осадки X—V] . .	= + 0,73

Какъ показываютъ вышеприведенные коэффиціенты корреляціи, для всѣхъ мѣсяцевъ зависимость расходовъ отъ суммы осадковъ. считаемой съ начала „гидрометеорологическаго" года, весьма ясно выражена. Исключеніе представляетъ лишь октябрь, для котораго еще весьма замѣтно вліяніе осадковъ предшествующаго гидрометеорологическаго года.

Прежде чѣмъ обратиться къ разсмотрѣнію зависимости расходовъ отъ двухъ независимыхъ перемѣнныхъ, запаса влаги и температуры, замѣтимъ, что всѣ попытки болѣе детально выяснить зависимость расходовъ Чирчика отъ метеорологическихъ факторовъ чрезвычайно затрудняются тѣмъ, что въ нашемъ

распоряженіи лишь весьма недостаточный, какъ мы уже выше указывали, матеріалъ метеорологическихъ наблюденій. Очевидно, что несомнѣнныя отклоненія колебаній наблюденныхъ метеорологическихъ элементовъ отъ соотвѣтствующихъ истинныхъ величинъ для бассейна Чирчика должны затемнять собою зависимости между метеорологическими элементами и расходами. Чтобы, хоть отчасти, устранить это неудобство и имѣть возможность оперировать съ величинами болѣе близкими къ дѣйствительности, мы можемъ суммы осадковъ исправить слѣдующимъ образомъ. Какъ мы выше видѣли, между суммой осадковъ съ октября по май и расходами за гидрологическій годъ существуетъ весьма тѣсная зависимость, характеризуемая коэффиціентомъ корреляціи равнымъ + 0,92. Не можетъ подлежать сомнѣнію, что между указанными расходами и истинными*) суммами осадковъ существуетъ еще болѣе тѣсная, т. е. почти математически строгая линейная зависимость. Исходя изъ этого, мы можемъ, обратно, вычислять по расходамъ суммы осадковъ. Среднія между вычисленными такимъ путемъ и наблюденными величинами осадковъ будутъ, нужно полагать, ближе къ истиннымъ, чѣмъ наблюденныя. Будемъ ихъ называть „исправленными" величинами осадковъ.

Вычисленіе осадковъ (съ октября по май) по расходамъ (за гидрологическій годъ) нами производилось слѣдующимъ образомъ. Если обозначить черезъ x сумму осадковъ, черезъ x_0 ариѳметическое среднее этихъ величинъ, черезъ Δx отклоненія ихъ отъ средняго (т. е. $\Delta x = x - x_0$), а черезъ ε среднюю квадратичную измѣнчивость величинъ x (т. е. $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta x^2}{n}}$, гдѣ n — число наблюденій), и если соотвѣтствующія величины для расходовъ обозначить черезъ y, y_0, Δy, ε_y, то зависимость между Δx и Δy выражается формулою $\Delta x = a \Delta y$**), гдѣ $a = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_y}$, а зависимость между x и y слѣдующею формулою.

$$x = ay + x_0 - ay_0.$$

---

*) Подъ „истинными" суммами осадковъ мы будемъ подразумѣвать такія суммы осадковъ, колебанія которыхъ были бы строго параллельными колебаніямъ среднихъ для всего бассейна суммъ осадковъ, хотя бы онѣ и отличались по абсолютной величинѣ отъ указанныхъ среднихъ величинъ.

**) Указанная формула получена по способу, указанному проф. Срезневскимъ (см. Мет. Вѣстн. 1914.) Быть можетъ, въ данномъ случаѣ слѣдовало бы пользоваться формулою, полученною по способу наименьшихъ квадратовъ и имѣющей слѣдующій видъ: $x = 12{,}601\ y - 33{,}3$. Впрочемъ разница между обѣими формулами невелика и на дальнѣйшіе выводы не можетъ оказать вліянія.

Подставляя численныя значенія $x_0 = 301.9$; $\sigma_x = 71,96$; $y_0 = 26.59$; $\sigma_y = 5,75$, мы получаемъ для вычисленія величины x слѣдующую формулу:

$$x = 13,70\ y - 62,4.$$

Обозначимъ черезъ x наблюденныя суммы осадковъ (съ октября по май), черезъ x' вычисленныя по вышеприведенной формулѣ и черезъ x'' ариѳметическое среднее изъ этихъ величинъ: $x'' = {}^1/_2\ (x + x')$. Значенія этихъ величинъ приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

	x	x'	x''
1899 00	341	349	345
1900/01	279	263	271
1901/02	436	409	423
1902 03	385	391	388
1903/04	219	236	228
1904/05	279	265	272
1905/06	209	223	216
1906/07	293	346	319
1907/08	419	453	436
1908/09	271	264	267
1909/10	224	244	234
1910/11	259	211	235
1911 12	265	291	278
1912/13	255	244	250
1913 14	394	336	365

Величинами x'', представляющими собою „исправленныя" суммы осадковъ, мы и будемъ въ дальнѣйшемъ пользоваться. Какъ мы уже выше указали, нужно полагать, что колебанія изъ года въ годъ этихъ величинъ ближе соотвѣтствуютъ колебаніямъ истинныхъ суммъ осадковъ въ бассейнѣ Чирчика, чѣмъ колебанія наблюденныхъ величинъ. (Но, конечно, исправленная сумма по абсолютной величинѣ не равна истинной средней суммѣ осадковъ въ бассейнѣ).

Въ приведенную выше формулу, выражающую зависимость расходовъ даннаго мѣсяца отъ метеорологическихъ факторовъ, входитъ не сумма осадковъ а запасъ снѣга въ бассейнѣ въ концу предшествующаго мѣсяца. Очевидно, что запасъ снѣга не равенъ количеству выпавшихъ съ начала „гидрометеорологическаго" года до конца предшествующаго мѣсяца осадковъ, а меньше этого количества на величину стока и испаренія за указанный промежутокъ времени.

Если бы мы знали дѣйствительный слой осадковъ, выпавшихъ въ бассейнѣ, а также истинную величину испаренія, то запасъ снѣга мы получили бы вычитаніемъ изъ величины осадковъ, величинъ испаренія и стока, выражая всѣ величины въ мм. толщины слоя воды, распредѣленной по всему бассейну. На самомъ же дѣлѣ ни дѣйствительныя количества осадковъ, ни испареніе намъ не извѣстны. Чтобы все же получить величины, колебанія которыхъ, хотя бы приблизительно, соотвѣтствовали бы колебаніямъ дѣйствительныхъ запасовъ влаги, мы можемъ поступать подобно тому, какъ мы поступали при вычисленіи „истинныхъ" количествъ осадковъ. Формула $x = 13{,}70\ y - 62{,}4$, которая служила для вычисленія на основаніи годовыхъ расходовъ соотвѣтствующаго слоя осадковъ, эквивалентнаго годовому стоку и испаренію, можетъ служить и для вычисленія слоя осадковъ, эквивалентнаго расходамъ и испаренію за болѣе короткіе промежутки времени. Конечно, въ послѣднемъ случаѣ необходимо измѣнить числовыя значенія коэффиціентовъ, входящихъ въ формулу. Запасъ же снѣга получится какъ разность между общей суммой осадковъ за данный періодъ и вычисленнымъ по формулѣ слоемъ осадковъ, эквивалентнымъ стоку и испаренію за этотъ же періодъ. Очевидно, что если требуется найти слой осадковъ, эквивалентный стоку и испаренія не за 12 мѣсяцевъ, а, напримѣръ, за 8 мѣсяцевъ, то правую часть формулы слѣдуетъ еще умножить на 8/12, т. е. формула въ этомъ случаѣ приняла бы видъ $x = 9{,}12\ y - 41{,}6$.

Приложимъ теперь нашу формулу $y = cv + c_0$ къ частному случаю, а именно къ расходамъ іюня. Въ данномъ случаѣ v представляетъ собою разность между „исправленной" суммой осадковъ съ октября по май и вычисленнымъ по указанной выше формулѣ слоемъ осадковъ, эквивалентнымъ стоку и испаренію за этотъ же періодъ. Такъ какъ для вычисленія этого запаса снѣга служили „исправленные" осадки, то будемъ его называть „исправленнымъ" запасомъ снѣга. Температура τ, согласно вышеизложенному, представляетъ собою температуру іюня въ 1 ч. д., уменьшенную на 10,5°. Вычисляя коэффиціенты по способу наименьшихъ квадратовъ, мы находимъ слѣдующую формулу, выражающую зависимость іюньскихъ расходовъ отъ „исправленныхъ" запасовъ снѣга и эффективной температуры въ 1 ч. д.

$$y = 0{,}01733\ v\tau + 12{,}2;$$

Коэффиціентъ корреляціи между y и $v\tau$ равенъ $+0{,}94$ и формула позволяетъ вычислять расходы іюня со средней квадратичной ошибкой равной всего лишь 5,0 куб. саж. или 7,3% средней величины іюньскихъ расходовъ. Если принять во вниманіе неточность исходныхъ величинъ, какъ запасовъ

нѣга, такъ и температуръ, благодаря чему, конечно, уменьшается точность результатовъ, то найденная величина коэффиціента корреляціи позволяетъ думать, что вышеприведенная формула, дѣйствительно, болѣе или менѣе правильно выражаетъ зависимость мѣсячныхъ расходовъ отъ метеорологическихъ факторовъ.

Для сравненія съ вышеприведенной наиболѣе точной формулой, приводимъ еще нѣсколько менѣе точныхъ формулъ, выражающихъ также зависимость іюньскихъ расходовъ отъ тѣхъ или иныхъ метеорологическихъ факторовъ.

1) $y = 0{,}1840\ x + 12{,}3$, гдѣ x = количество осадковъ съ октября по май; коэффиціентъ корреляціи равенъ $+0{,}89$.

2) $y = 0{,}1872\ x + 11{,}4$, гдѣ x = „исправленное" количество осадковъ съ октября по май; коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}88$.

3) $y = 0{,}2330\ x + 18{,}3$, гдѣ x = запасъ влаги къ концу мая (неисправленный); коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}86$.

4) $y = 0{,}3280\ x + 10{,}4$, гдѣ x = „исправленный" запасъ влаги къ концу мая; коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}90$.

5) $y = 0{,}00605\ xt + 14{,}2$, гдѣ x = сумма осадковъ (неисправленная) съ октября по май, а t = температура въ 1 ч. д. за іюнь; коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}91$.

6) $y = 0{,}00631\ [t - 1{,}3]^{*}) + 14{,}5$, гдѣ x = сумма осадковъ (неисправленная) съ октября по май; t = температура іюня въ 1 ч. д.; коэффиціентъ корреляціи равенъ $+0{,}91$.

Какъ видно по коэффиціентамъ корреляціи, относящимся къ различнымъ формуламъ, теоретически наиболѣе правильная формула, разсмотрѣнная нами выше, даетъ, дѣйствительно наилучшіе результаты (коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}94$). Однако, и пятая формула, въ которую входитъ произведеніе суммы осадковъ (неисправленныхъ), съ октября по май на температуру въ 1 ч. д. за іюнь дастъ результаты почти одинаковой точности (коэффиціентъ корреляціи $= +0{,}91$).

Приводимъ еще для двухъ мѣсяцевъ, для апрѣля и сентября, нѣсколько результатовъ аналогичныхъ вычисленій.

---

*) Формула 6-ая отличается отъ формулы 5-й тѣмъ, что въ первой изъ температуры вычитывается постоянная величина (1,3), вычисленная по способу наименьшихъ квадратовъ. Незначительность этой величины, а также одинаковая точность обѣихъ формулъ указываетъ на то, что въ данномъ случаѣ, вмѣсто «эффективной» температуры, можно пользоваться просто температурою въ 1 часъ дня.

I) Для апрѣля:

1) $y = 0{,}0787\ x + 7{,}0$, гдѣ x = осадки съ октября по апрѣль;*) y = расходы апрѣля; коэффиціентъ корреляціи = $+0{,}64$

2) $y = 0{,}00532\ xt + 3{,}4$, гдѣ x = осадки съ октября по апрѣль,*) t = температура въ 1 ч. д. за апрѣль; коэффиціентъ корреляціи = $+0{,}77$.

Какъ видно, вторая формула, въ которую входитъ произведеніе осадковъ на температуру, даетъ значительно лучшіе результаты, чѣмъ первая, въ которую входятъ только осадки.

II) Для сентября:

1) $y = 0{,}0326\ x + 9{,}3$, гдѣ x = осадки (неисправленные) съ октября по май; y = расходы сентября; коэффиціентъ корреляціи = $+0{,}73$.

2) $y = 0{,}0372\ x + 7{,}8$, гдѣ x = „исправленные“ осадки съ октября по май; коэффиціентъ корреляцій = $+0{,}81$.

3) $y = 0{,}00113\ xt + 10{,}3$, гдѣ x = осадки (неисправленные) съ октября по май; t = температура сентября въ 1 ч. д.; коэффиціентъ корреляціи = $+0{,}70$.

Какъ видно по выше приведеннымъ коэффиціентамъ корреляціи, исправленные осадки даютъ замѣтно большій коэффиціентъ корреляціи, чѣмъ неисправленные. Третья же формула, въ которую входитъ произведеніе осадковъ на температуру даетъ худшіе результаты, чѣмъ двѣ предшествующихъ формулы. Повидимому, тутъ играетъ роль неточность величинъ, входящихъ въ формулу.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію зависимости, существующей между расходами отдѣльныхъ мѣсяцевъ между собою. Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены формулы, позволяющія по расходамъ предшествующаго мѣсяца (x) вычислить расходы даннаго мѣсяца (y) и соотвѣтствующіе коэффиціенты корреляціи (r).

1) Октябрь (y) и сентябрь (x):
$y = 0{,}544\ x + 3{,}4$; $r = +0{,}86$.

2) Ноябрь (y) и октябрь (x):
$y = 1{,}254\ x - 4.7$; $r = +0{,}85$.

3) Декабрь (y) и ноябрь (x):
$y = 0{,}540\ x + 4{,}0$; $r = +0{,}85$.

---

*) Въ данномъ случаѣ мы беремъ сумму осадковъ по апрѣль, включительно, потому, что въ апрѣлѣ выпадаетъ значительное количество осадковъ, вліяющихъ на расходы.

4) Январь *(y)* и декабрь *(x)*:
$y = 0{,}731\ x + 2{,}0$: $r = +0{,}96$.
5) Февраль *(y)* и январь *(x)*:
$y = 0{,}947\ x + 0{,}1$; $r = +0{,}96$.
6) Мартъ *(y)* и февраль *(x)*:
$y = 1{,}598\ x - 3{,}5$: $r = +0{,}77$.
7) Апрѣль *(y)* и мартъ *(x)*:
$y = 2{,}326\ x + 0{,}0$: $r = +0{,}76$.
8) Май *(y)* и апрѣль *(x)*:
$y = 1{,}028\ x + 24{,}2$: $r = +0{,}72$.
9) Іюнь *(y)* и май *(x)*:
$y = 1{,}078\ x + 11{,}6$: $r = +0{,}93$.
10) Іюль *(y)* и іюнь *(x)*:
$y = 0{,}677\ x + 6{,}8$: $r = +0{,}65$.
11) Августъ *(y)* и іюль *(x)*:
$y = 0{,}443\ x + 8{,}7$: $r = +0{,}89$.
12) Сентябрь *(y)* и августъ *(x)*:
$y = 0{,}372\ x + 7{,}1$; $r = +0{,}89$.

Какъ показываютъ вышеприведенные коэффиціенты корреляціи, связь между расходами 2-хъ послѣдовательныхъ мѣсяцевъ вообще довольно тѣсная. Особенно тѣсна связь между январемъ и декабремъ и между февралемъ и январемъ, когда преобладаетъ грунтовое питаніе и вообще колебанія расходовъ незначительны. Обращаетъ также на себя вниманіе высокій коэффиціентъ корреляціи между іюнемъ и маемъ (+ 0,93).

Такъ какъ расходы какъ зимняго, такъ и лѣтняго полугодія опредѣляются общей суммой зимнихъ осадковъ, то можно ожидать, что расходы даннаго мѣсяца будутъ связаны не только съ расходами предшествующаго мѣсяца, но и съ общей суммой расходовъ съ начала гидрологическаго года до начала даннаго мѣсяца. Для подтвержденія сказаннаго могутъ служить коэффиціенты корреляціи между расходами апрѣля, іюня и сентября съ одной стороны и средними расходами за предшествующіе этимъ мѣсяцамъ части гидрологическаго года съ другой стороны.

1) y = расходы апрѣля; x = расходы съ октября по мартъ:
$y = 2{,}566\ x - 2.0$; $r = +0{,}54$.
2) y = расходы іюня; x = расходы съ октября по май;
$y = 3{,}186\ x + 9{,}1$; $r = +0{,}77$.

3) y = расходы сентября: x = расходы съ октября по августъ:

$y = 0{,}497\ x + 5{,}4$; $r = +0{,}85$.

Мы видимъ, что дѣйствительно указанная зависимость существуетъ, хотя она и выражена слабѣе, чѣмъ связь между расходами двухъ послѣдовательныхъ мѣсяцевъ.

Остановимся еще на разсмотрѣніи нѣсколькихъ коэффиціентовъ корреляціи, относящихся къ расходамъ апрѣля*). Въ нижеслѣдующей таблицѣ указаны тѣ факторы, съ которыми сопоставлялись расходы апрѣля, а также разность расходовъ апрѣль—мартъ и соотвѣтствующіе коэффиціенты корреляціи.

1) x = осадки апрѣля; y = расходы апрѣля: $r = +0.03$:

2) x = облачность въ 1 ч. д. въ Ташкентѣ за апрѣль: y = расходы апрѣля; $r = +0.30$;

3) x = расходы Чирчика за III десятидневіе марта: y = расходы апрѣля: $r = +0{,}75$:

4) x = разность температуръ въ 1 ч. д. апрѣль—мартъ; y = разность расходовъ апрѣль—мартъ: $r = +0.30$:

5) x = сумма осадковъ съ октября по мартъ, помноженная на разность температуръ въ часъ дня апрѣль—мартъ; y = разность расходовъ апрѣль—мартъ: $r = +0{,}52$.

На основаніи вышеприведенныхъ коэффиціентовъ корреляціи можно сдѣлать слѣдующіе выводы.

1) Осадки апрѣля непосредственно не вліяютъ на расходы апрѣля.

2) Можно было бы думать, что расходы апрѣля будутъ находиться въ зависимости не столько отъ температуры, сколько отъ облачности, потому что отъ послѣдней зависитъ интенсивность инсоляціи, безъ сомнѣнія, сильно вліяющей, особенно на большихъ высотахъ, на таяніе снѣговъ. Однако, какъ показываетъ коэффиціентъ корреляціи [+ 0,30] такой связи не существуетъ: коэффиціентъ корреляціи для облачности даже меньше, чѣмъ для температуры [+ 0,44].

3) Какъ мы выше видѣли, расходы апрѣля тѣсно связаны съ расходами марта [коэффиціентъ корреляціи + 0,76]. Интересно выяснить, не улучшается ли зависимость, если, вмѣсто среднихъ расходовъ за весь мартъ, брать средніе расходы только за послѣднее десятидневіе марта. Какъ показываетъ соотвѣтствующій коэффиціентъ корреляціи [+ 0,75], зависимость остается приблизительно такою же.

---

*) Расходы апрѣля взяты потому, что прогнозъ расходовъ апрѣля во многихъ случаяхъ имѣлъ бы особое значеніе для сельскаго хозяйства.

4) Для выясненія вопроса, отъ чего зависитъ разность расходовъ апрѣль-мартъ вычислены 4-й и 5-й коэффиціенты корреляціи. Мы видимъ, что если разность расходовъ сопоставить съ соотвѣтствующею разностью температуръ. то не получается замѣтной зависимости, если же, вмѣсто разности температуръ, брать произведеніе разности температуръ на сумму осадковъ съ октября по мартъ, то зависимость получается значительно болѣе ясно выраженной. Этого и слѣдовало ожидать на основаніи того, что мы выше говорили относительно зависимости расходовъ за отдѣльные мѣсяцы отъ осадковъ и температуры.

Интересно еще выяснить вопросъ, какъ измѣняется въ процентномъ отношеніи распредѣленіе общей суммы расходовъ по отдѣльнымъ мѣсяцамъ для многоводныхъ и маловодныхъ лѣтнихъ полугодій. Въ нижеслѣдующей таблицѣ показано процентное распредѣленіе расходовъ по мѣсяцамъ 1) для лѣтнихъ полугодій со среднимп расходами ниже нормы и 2) для полуголій съ расходами выше нормы.

	Расходы ниже нормы	Расходы выше нормы
IV	11,2%	10,9%
V	20,9%	21,3%
VI	27,2%	26,8%
VII	20,0%	21,5%
VIII	12,9%	12,4%
IX	8,0%	7,0%

Какъ видно изъ таблицы, числа перваго столбца лишь очень мало отличаются отъ соотвѣтствующихъ чиселъ второго. Изъ этого слѣдуетъ, что процентное распредѣленіе общей суммы расходовъ лѣтняго полугодія по отдѣльнымъ мѣсяцамъ, въ среднемъ, мало зависитъ отъ общей многоводности лѣтняго полугодія.

Глава IX.

Кратковременныя колебанія расходовъ.

Кратковременныя колебанія расходовъ распадаются на періодическія и неперіодическія. Обращаясь сначала къ разсмотрѣнію неперіодическихъ колебаній, замѣтимъ, что вообще значительныя колебанія расходовъ р. Чирчика происходятъ только во время паводка; въ остальное время года колебанія расхо-

довъ крайне ничтожны. Непериодическія колебанія обусловливаются двумя причинами: 1) колебаніями температуры воздуха и 2) выпаденіемъ дождей.

Для иллюстраціи вліянія температуры на колебанія расхода служатъ графики № II и № III на которыхъ нанесены ежедневныя величины температуры въ 1 ч. д [въ среднемъ для Ташкента и для Луліе-Ата] и расходовъ: первый изъ указанныхъ графиковъ относится къ 1907/08 гидрологическому году, *наиболѣе многоводному за весь періодъ наблюденій; второй графикъ къ* 1910/11 году наиболѣе маловодному [если не считать 1915/16 и 1916/17 г.г.] Какъ видно изъ графиковъ, колебаніямъ температуры во время паводка соотвѣтствуютъ аналогичныя колебанія расходовъ, слѣдующія за первыми съ извѣстнымъ запозданіемъ [въ нѣсколько дней]. Въ періодъ же маловодья колебанія температуры не отражаются на величинѣ расходовъ Впрочемъ, и во время паводка зависимость колебаній расходовъ отъ колебаній температуры не особенно ясно выражена. Это нужно объяснять: 1) тѣмъ, что колебанія температуры на двухъ равнинныхъ станціяхъ не соотвѣтствуютъ вполнѣ колебаніямъ температуры въ горной части бассейна; 2) тѣмъ, что помимо температуры воздуха, интенсивность таянія зависитъ и отъ интенсивности солнечнаго сіянія, которое въ свою очередь зависитъ отъ прозрачности воздуха, облачности и высоты солнца.

Разсмотримъ попутно вопросъ, отъ чего зависитъ величина абсолютнаго максимума расходовъ въ годъ. Вычисляя коэффиціентъ корреляціи между ежегодными максимумами расходовъ и суммами осадковъ съ октября по май, находимъ его равнымъ + 0,82. Такая значительная величина коэффиціента корреляціи показываетъ, что максимальные расходы, прежде всего зависятъ отъ суммы осадковъ. Этого и слѣдовало ожидать, на основаніи того, что мы въ предшествующихъ главахъ говорили относительно зависимости расходовъ Чирчика отъ осадковъ. Если вмѣсто суммы осадковъ съ октября по май взять сумму осадковъ съ октября по мартъ, то коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ + 0,71, т. е. меньше, чѣмъ въ предшествующемъ случаѣ. Этимъ опять подтверждается высказанное выше предположеніе, что и осадки за апрѣль и май оказываютъ замѣтное вліяніе на расходы Чирчика.

Что касается *непосредственнаго* вліянія осадковъ на колебанія расходовъ Чирчика, то оно, сравнительно съ вліяніемъ температуры, весьма ничтожно. Если разсматривать за отдѣльные годы ходъ ежедневныхъ величинъ расходовъ Чирчика за періодъ маловодья*), т. е. за періодъ, когда колебанія

*) См. графикъ № 81 въ Отчетѣ Гидрометрической Части за 1912 г. т. VII.

температуры уже почти не сказываются на расходахъ, то легко замѣтить, что за этотъ періодъ почти совсѣмъ не наблюдается болѣе или менѣе значительныхъ и рѣзкихъ колебаній расходовъ, несмотря на то, что за этотъ періодъ выпадаетъ наибольшее количество осадковъ. Если оставить въ сторонѣ зимніе мѣсяцы, въ теченіе которыхъ осадки въ горахъ выпадаютъ въ видѣ снѣга, а потому непосредственно не могутъ вліять на расходы, и разсматривать, напримѣръ, ежедневныя величины расходовъ за октябрь и ноябрь, въ теченіе которыхъ дожди довольно часты, то за весь періодъ наблюденій лишь въ 1901 наблюдалось замѣтное колебаніе расходовъ, а именно, съ 5-го по 9-ое ноября [по н. ст.] средніе суточные расходы увеличились съ 15.2 куб. саж. до 41,4 куб. саж. Повышеніе расходовъ въ данномъ случаѣ, повидимому, нужно объяснять обильными дождями, выпадавшими въ теченіе и до этого періода. За всѣ остальные годы въ теченіе указанныхъ мѣсяцевъ колебанія расходовъ были весьма ничтожны по сравненію съ только что разсмотрѣннымъ случаемъ.

Необходимо еще особо упомянуть о вліяніи силевыхъ потоковъ на режимъ Чирчика. Силевыми потоками, какъ извѣстно, называются паводки горныхъ рѣчекъ, вызываемые ливнями въ горахъ. Паводки эти, превращающіе ничтожныя горныя рѣчки въ грозные потоки, нерѣдко сопровождаются катастрофическими бѣдствіями, благодаря разрушенію ими прибрежныхъ селеній, занесенію обширныхъ пространствъ пахотной земли галечными выносами и порчѣ ирригаціонныхъ сооруженій. Конечно, въ сравнительно небольшихъ горныхъ рѣчкахъ явленіе силевыхъ потоковъ выражается несравненно болѣе рѣзко, чѣмъ въ многоводномъ Чирчикѣ, ибо, благодаря большой площади бассейна питанія послѣдняго, всегда лишь сравнительно небольшая часть площади бассейна можетъ быть охвачена даннымъ ливнемъ. Все же и для Чирчика колебанія, вызываемыя силевыми потоками, бываютъ достаточно рѣзкими. Ограничиваемся приведеніемъ, въ качествѣ примѣра, силевого потока 5-го мая [по н. ст.] 1913 года, хотя, быть можетъ, этотъ случай и не является особенно выдающимся. Расходъ 5-го въ 1 ч. дня равнялся 33 куб. саж., въ 7 ч. в. 45 куб. саж. вечеромъ того же дня 68 куб. саж., въ 7 ч. у. слѣдующаго дня 36 куб. саж. Паводокъ этотъ былъ вызванъ ливнями, выпадавшими въ горахъ. Къ сожалѣнію, за отсутствіемъ горныхъ станцій, невозможно установить силу этихъ ливней. По нѣкоторымъ горнымъ рѣчкамъ, притокамъ Чирчика, прошло 5-го мая чрезвычайно разрушительные силевые потоки, между прочимъ, сильно повредившіе арыкъ Искандеръ чирчикской ирригаціонной системы.

Что касается періодическихъ колебаній расходовъ кратковременнаго характера, то естественно ожидать колебанія суточнаго періода, по крайней мѣрѣ

во время паводка, ибо тогда Чирчикъ питается таяніемъ снѣговъ. Однако, амплитуда этихъ суточныхъ колебаній незначительна. Объясняется это тѣмъ что, благодаря различнымъ промежуткамъ времени, необходимымъ частицамъ воды для передвиженія отъ верховьевъ отдѣльныхъ притоковъ Чирчика до мѣста измѣренія расходовъ, суточныя колебанія отдѣльныхъ притоковъ въ суммѣ взаимно уничтожаются. Ограничиваемся этимъ краткимъ замѣчаніемъ по данному вопросу, за неимѣніемъ въ нашемъ распоряженіи лимнографныхъ наблюденій.

Глава X.

Прогнозъ расходовъ.

Попытаемся теперь приложить найденные выше результаты къ выясненію вопроса о возможности дать прогнозы расходовъ Чирчика на основаніи метеорологическихъ факторовъ. Вопросъ о прогнозѣ расходовъ рѣкъ имѣетъ большое практическое значеніе для сельскаго хозяйства Туркестана, основою котораго является искусственное орошеніе. Дѣйствительно, въ случаѣ заблаговременныхъ прогнозовъ, сельскій хозяинъ могъ бы, въ ожиданіи многоводнаго лѣта, расширить площадь посѣвовъ, въ ожиданіи же маловоднаго лѣта, сократить ихъ или же перейти къ культурѣ растеній, требующихъ меньшаго количества воды, приспособляя такимъ образомъ каждый разъ свое хозяйство къ ожидаемому расходу воды въ рѣкахъ. Особенно велико было бы значеніе прогнозовъ въ бассейнахъ рѣкъ, цѣликомъ разбираемыхъ на орошеніе. Хотя Чирчикъ далеко не весь разбирается на орошеніе, однако, прогнозъ и его расходовъ, повидимому, не былъ бы лишенъ практическаго значенія. Помимо этого, разсмотрѣніе вопроса о прогнозѣ расходовъ Чирчика имѣетъ еще и теоретическое значеніе, такъ какъ найденные результаты позволятъ выяснить вопросъ о возможности прогноза расходовъ для цѣлаго ряда аналогичныхъ Чирчику «снѣговыхъ» рѣкъ.

При разборѣ вопроса о прогнозѣ мы будемъ имѣть, главнымъ образомъ, въ виду прогнозъ долгосрочный, дѣлаемый за одинъ или нѣсколько мѣсяцевъ впередъ и имѣющій наибольшее практическое значеніе и лишь вкратцѣ коснемся прогноза краткосрочнаго, охватывающаго одни или нѣсколько сутокъ. Вопросъ о долгосрочномъ прогнозѣ разсмотримъ отдѣльно для слѣдующихъ случаевъ:

1) средній расходъ предстоящаго лѣтняго полугодія;

2) средній расходъ отдѣльныхъ мѣсяцевъ лѣтняго полугодія;

3) максимумъ расходовъ.

Что касается прогноза расходовъ за предстоящее лѣтнее полугодіе, то, какъ было указано въ предшествующихъ главахъ, сумма осадковъ за зимнее полугодіе весьма тѣсно связана со среднимъ расходомъ за лѣтнее полугодіе, и

этимъ, очевидно, можно воспользоваться для составленія формулы прогноза средняго расхода за лѣтнее полугодіе. Какъ мы выше видѣли лѣтніе расходы Чирчика зависятъ отъ осадковъ не только зимняго полугодія, но и весеннихъ мѣсяцевъ, приблизительно, до мая включительно. Естественно, поэтому, ожидать, что чѣмъ раньше будетъ составляться прогнозъ, тѣмъ меньше будетъ, въ общемъ, его точность.

Для характеристики степени точности прогноза расходовъ за лѣтнее полугодіе, въ зависимости отъ срока составленія прогноза, приводимъ ниже табличку, къ которой даны формулы, позволяющія вычислить средній расходъ лѣтняго полугодія на основаніи суммъ осадковъ съ октября по декабрь, съ октября по январь, съ октября по февраль и съ октября по мартъ, а также соотвѣтствующіе коэффиціенты корреляціи между указанными суммами осадковъ и лѣтними расходами и, наконецъ, средніе квадратичныя ошибки, получающіяся при пользованіи указанными формулами.

1) Осадки X—XII: $y = 0{,}1244\ x + 29{,}6$; $r = +0{,}72$; $\varepsilon = 6{,}39$
2) Осадки X—I: $y = 0{,}1119\ x + 26{,}1$; $r = +0{,}77$; $\varepsilon = 5{,}79$
3) Осадки X—II: $y = 0{,}1079\ x + 23{,}2$; $r = +0{,}80$; $\varepsilon = 5{,}55$
4) Осадки X—III: $y = 0{,}1085\ x + 18{,}5$; $r = +0{,}85$; $\varepsilon = 4{,}84$

Какъ показываетъ правильное возрастаніе коэффиціентовъ корреляціи или же уменьшеніе среднихъ квадратичныхъ ошибокъ, точность формулъ прогноза тѣмъ больше, чѣмъ позже срокъ составленія прогноза. Наибольшей точностью отличается формула прогноза расходовъ на основаніи суммы осадковъ съ октября по мартъ.

Конечно, какъ мы выше видѣли въ главѣ VII, зависимость лѣтнихъ расходовъ отъ осадковъ получается еще болѣе тѣсной, если принимать во вниманіе еще и весенніе осадки, т. е. если брать суммы осадковъ съ октября по май. Однако, для составленія прогноза эта зависимость не имѣла бы практическаго значенія, такъ какъ срокъ составленія ея былъ бы слишкомъ позднимъ.

Для того, чтобы уяснить себѣ степень точности вышеприведенныхъ формулъ можно поступать слѣдующимъ образомъ. Если бы въ нашемъ распоряженіи не имѣлось никакихъ формулъ прогноза, то наиболѣе вѣроятное предположеніе, которое мы могли бы сдѣлать относительно предстоящихъ расходовъ лѣтняго полугодія, было бы: считать ихъ равными многолѣтней средней величинѣ этихъ расходовъ. Отклоненія истинныхъ величинъ расходовъ отъ средней представляли бы собою ошибки которыя мы дѣлали бы ежегодно при такомъ

наиболѣе элементарнымъ способѣ прогноза. Очевидно, что средняя ошибка, получающаяся такимъ путемъ, представляющая собою среднее отклоненіе истинныхъ величинъ отъ средней ариѳметической, есть ни что иное, какъ средняя измѣнчивость расходовъ; аналогичнымъ образомъ средняя квадратичная ошибка представляетъ собою среднюю квадратичную измѣнчивость. Если мы составимъ отношеніе среднихъ [или среднихъ квадратичныхъ] ошибокъ нашихъ формулъ къ средней [или средней квадратичной] измѣнчивости расходовъ, то мы получаемъ величины, весьма наглядно характеризующія точность этихъ формулъ, ибо эти отношенія показываютъ, во сколько разъ уменьшилась, благодаря возможности примѣненія формулы прогноза, средняя квадратичная ошибка ожидаемаго наиболѣе вѣроятнаго расхода. Отношенія эти соотвѣтственно равны:

для первой формулы : 0,70
„ второй „ : 0.63
„ третьей „ : 0,61
„ четвертой „ : 0,53

Мы видимъ, что для четвертой формулы средняя квадратичная ошибка равна всего 0,53 средней квадратичной измѣнчивости.

Выражая среднюю квадратичную ошибку этой формулы въ процентахъ отъ нормальной величины расходовъ, мы находимъ ее равной всего 12%, послѣдней величины*). На графикахъ №№ VI и VII нанесены истинныя величины расходовъ и предсказанныя по формуламъ второй и четвертой; ходъ первыхъ величинъ изображенъ сплошной ломанной линіей; ходъ вторыхъ—прерывистой. Графикъ этотъ даетъ наглядное представленіе о степени точности каждой изъ формулъ.

Для нуждъ практики возможно было бы въ нѣкоторыхъ случаяхъ давать прогнозъ не въ куб. саж., а ограничиваться характеристикой степени ожидаемаго многоводія словами «многоводное лѣто», «маловодное и т. д. Ограничиваясь для примѣра 3-мя ступенями : «маловодное» «многоводное» и «среднее», мы за предѣлы, отдѣляющіе «среднее» лѣто отъ «многоводнаго» и «маловоднаго», условно принимаемъ слѣдующія величины: **)

*) Замѣтимъ, что средняя ошибка этой же формулы равна лишь 8% нормальной величины.

**) За 17-ти лѣтній періодъ наблюденій [1900—1916] средній расходъ за лѣтнее полугодіе равенъ 40.8 куб. с.; максимумъ [1908] : 61,2 куб. с.; минимумъ [1916] : 26,0 куб. саж. За предѣлъ между „среднимъ“ и „многоводнымъ“ лѣтомъ взято ариѳметическое среднее изъ максимальнаго и средняго расходовъ. Аналогичнымъ путемъ полученъ предѣлъ между „среднимъ и маловоднымъ“ лѣтомъ.

многоводное	: отъ	51,0	куб. саж.
среднее	: отъ	33,3 до	50,9
маловодное	:	до	33,3

Если какъ истинные лѣтніе расходы, такъ и вычисленные по формуламъ расходы, въ зависимости отъ ихъ цифровыхъ значеній, характеризовать словами «многоводное», «среднее» и «маловодное», то число случаевъ совпаденій этихъ характеристикъ вычисленныхъ и истинныхъ величинъ расходовъ можетъ также служить для сужденія о пригодности формулъ для цѣлей прогноза. Число совпаденій и расхожденій показано для отдѣльныхъ формулъ въ слѣдующей таблицѣ.

		Совпаденія	Расхожденія
I формула	[осадки X—XII] :	10	5
II „	[„ X—I] :	11	4
III „	[„ X—II] :	11	4
IV „	[„ X—III] :	13	2

Какъ видно изъ таблички, при примѣненіи четвертой формулы прогноза, получается 13 случаевъ совпаденій и лишь 2 случая несовпаденія Изъ этихъ двухъ случаевъ несовпаденія одинъ разъ, вмѣсто «многоводнаго» лѣта, по формулѣ получилось „среднее" лѣто, другой разъ, вмѣсто „маловоднаго" тоже „среднее". т. е. и въ томъ и въ другомъ случаѣ ошибка выражается въ томъ, что, вмѣсто правильной степени многоводности, по формулѣ получилась смежная съ нею степень многоводности. Результаты эти подтверждаютъ практичетвую пригодность разсматриваемой формулы. Для остальныхъ формулъ число несовпаденій нѣсколько больше, но и во всѣхъ этихъ случаяхъ ошибокъ по формуламъ получается степень многоводности, смежная съ истинной.

Кромѣ суммъ осадковъ, для составленія формулъ прогноза среднихъ лѣтнихъ расходовъ могутъ служить еще и другіе факторы. Какъ мы выше видѣли, средній расходъ за лѣтнее полугодіе довольно тѣсно связанъ со слѣдующими величинами:

1) средній расходъ марта; коэффиціентъ корреляціи = + 0,72 ;

2) средняя для зимняго полугодія разность между температурою въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ въ Ташкентѣ ; коэффиціентъ корреляціи = — 0,74.

3) число дней съ осадками за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ ; коэффиціентъ кореляціи + 0,75.

Коэффиціенты корреляціи между указанными величинами и лѣтними расходами меньше, чѣмъ между суммой осадковъ съ октября по мартъ и лѣтними расходами | + 0,85 |. Слѣдовательно, и формулы прогноза, основанныя на этихъ величинахъ будутъ менѣе точны, чѣмъ формула прогноза, основанная на суммѣ осадковъ за зимнее полугодіе. Извѣстное улучшеніе результатовъ прогноза мы получимъ только въ томъ случаѣ, если сумму осадковъ будемъ комбинировать съ вышеприведенными величинами. Такъ, напримѣръ, если расходы вычислятъ на основаніи осадковъ зимняго полугодія и расходовъ марта, по формулѣ

$y = 0{,}0844\ x_1 + 0{,}913\ x_2 + 13{,}0$; гдѣ y = искомый расходъ за лѣтнее полугодіе, x_1 = осадки за зимнее полугодіе, x_2 = расходъ за мартъ, то полный коэффиціентъ корреляціи между y съ одной и x_1 и x_2 съ другой стороны равенъ + 0.88, а средняя квадратичная ошибка формулы равна 4.4 куб. саж. Мы видимъ, что благодаря введенію второй независимой перемѣнной | x_2 | результаты нѣсколько | хотя немного | улучшились, по сравненію съ формулою, въ которую какъ независимая перемѣнная входитъ только сумма осадковъ за зимнее полугодіе | см. стр. 43 |.

Если осадки за зимнее полугодіе комбинировать съ указанной выше средней разностью между температурой въ 1 ч. д. и минимальной температурой, то зависимость лѣтнихъ расходовъ отъ этихъ величинъ выражается слѣдующей формулой:

$y = 0{,}0832\ x_1 - 3.97\ x_2 + 62.1$; гдѣ y и x_1 сохраняютъ прежнее значеніе, а x_2 = указанная разность температуръ. Полный коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ 0,87. а средняя квадратичная ошибка 4,5

Наконецъ, мы можемъ еще нѣсколько улучшить результаты прогноза, если вычисленія дѣлать по обѣимъ формуламъ, а какъ окончательный результатъ брать ариѳметическое среднее изъ результатовъ, получаемыхъ по той и другой формулѣ. Очевидно, что это будетъ то же, что вычислять расходы по формулѣ, правая сторона которой представляетъ собою ариѳметическое среднее изъ соотвѣтствующихъ частей двухъ предшествующихъ формулъ. Формула эта имѣетъ слѣдующій видъ:

$y = 0{,}0838\ x_1 + 0{,}456\ x_2 - 1{,}987\ x_3 + 37{,}6$ гдѣ y = расходъ за лѣтнее полугодіе, x_1 = сумма осадковъ за зимнее полугодіе, x_2 = расходъ за мартъ: x_3 = разность между средней температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ. Средняя квадратичная ошибка этой формулы равна $\pm$ 4,2 куб. саж., средняя же ошибка равна $\pm$ 3.1 кубич саж., что

составляетъ 7,5% отъ средней величины расхода за лѣтнее полугодіе. *) Необходимо, однако, замѣтить, что и точность этой формулы лишь незначительно больше точности болѣе простой формулы, выражающей зависимость лѣтнихъ расходовъ отъ осадковъ зимняго полугодія (см. стр. 43).

Разсмотримъ еще вкратцѣ вопросъ о возможности предсказывать среднюю величину расходовъ за отдѣльные мѣсяцы. При этомъ разсмотримъ отдѣльно прогнозъ, дѣлаемый непосредственно передъ началомъ даннаго мѣсяца, т. е. въ концѣ предшествующаго, и прогнозъ, дѣлаемый за одинъ или нѣсколько мѣсяцевъ до начала даннаго мѣсяца

Что касается перваго случая. т. е. прогноза, дѣлаемаго въ концѣ предшествующаго мѣсяца, то для составленія такого прогноза прежде всего можно воспользоваться связью, существующей между расходами 2-хъ послѣдовательныхъ мѣсяцевъ. Нами выше уже даны были формулы, позволяющія по расходамъ предшествующаго мѣсяца вычислять расходы даннаго мѣсяца, а также соотвѣтствующіе коэффиціенты корреляціи [см. гл. VIII].

Для характеристики степени точности этихъ формулъ, приводимъ, подобно тому, какъ мы это дѣлали въ началѣ этой главы, отношеніе средней квадратичной ошибки указанныхъ формулъ къ средней квадратичной измѣнчивости расходовъ тѣхъ мѣсяцевъ. для которыхъ вычислялись расходы. Указанныя отношенія приведены въ первомъ столбцѣ нижеслѣдующей таблицѣ; во второмъ столбцѣ приведены коэффиціенты корреляціи

	Отношенія	Коэффиціенты
1) При вычисленіи X по IX	0,51	0,86
2) „ „ XI по X	0,53	0,85
3) „ „ XII по XI	0,53	0,85
4) „ „ I по XII	0,28	0,96
5) „ „ II по I	0,28	0,96
6) „ „ III по II	0,64	0,77
7) „ „ IV по III	0,65	0,76
8) „ „ V по IV	0,69	0,72
9) „ „ VI по V	0,37	0,93
10) „ „ VII по VI	0,76	0,65
11) „ „ VIII по VII	0,46	0,89
12) „ „ IX по VIII	0,46	0,89

*) Введеніе числа дней съ осадками въ формулу прогноза не представляется желательнымъ, ввиду малой надежности наблюденій надъ этимъ метеорологическимъ элементомъ.

Какъ показываютъ вышеприведенныя отношенія, точность формулъ довольно значительна для осеннихъ и зимнихъ мѣсяцевъ, т. е. когда расходы малы и абсолютная величина ихъ довольно постоянна. Для лѣтнихъ же мѣсяцевъ [за исключеніемъ іюня] точность формулъ значительно меньше.

Если вычислять расходы даннаго лѣтняго мѣсяца на основаніи суммы осадковъ за предшествующіе мѣсяцы, то результаты получаются въ общемъ нѣсколько менѣе точные, чемъ при вычисленіи на основаніи расходовъ предшествующаго мѣсяца. Ограничиваемся приведеніемъ двухъ примѣровъ.

I. Если вычислять расходы апрѣля на основаніи суммы осадковъ съ октября по мартъ, то коэффиціентъ корреляціи получается равнымъ + 0,64; [при вычисленіи на основаніи расходовъ марта коэффиціентъ корреляціи равняется + 0,76]. Зависимость выражается слѣдующей формулой:

$$y = 0{,}0808\ x + 9{,}7\ ;$$

гдѣ y = расходы апрѣля, а x = осадки съ октября по мартъ.

II. При вычисленіи расходовъ іюня на основаніи суммы осадковъ съ октября по май коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0,89: [при вычисленіи на основаніи расходовъ мая + 0,93]. Зависимость выражается слѣдующей формулой:

$y = 0{,}1840\ x + 12{,}3$, гдѣ y = расходы іюня, а x = осадки, съ октября по май.

Посмотримъ еще, какіе результаты получаются, если для вычисленія расходовъ даннаго мѣсяца пользоваться и расходами предшествующаго мѣсяца и суммою осадковъ за предшествующіе мѣсяцы [начиная съ октября]. Возьмемъ для примѣра опять апрѣль и іюнь. Въ первомъ случаѣ зависимость выражается слѣдующей формулой $y = 0{,}0335\ x_1 + 1{,}806\ x_2 - 1{,}1$; гдѣ y = расходы апрѣля, x_1 = осадки съ октября по мартъ, x_2 = расходы марта. Коэффиціентъ корреляціи между y съ одной и x_1 и x_2 съ другой стороны равенъ + 0,78.

Для расходовъ іюня получается слѣдующая формула:

$$y = 0{,}0564\ x_1 + 0{,}795\ x_2 + 9{,}4\ ;$$

гдѣ y = расходы іюня, x_1 = осадки съ октября по май, x_2 = расходы мая. Коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0,94.

Сравнивая вышеприведенные два коэффиціента корреляціи съ приведенными выше коэффиціентами корреляціи, соотвѣтственно, между расходами апрѣля

и марта и между расходами іюня и мая, мы видимъ, что введеніе въ формулы, кромѣ расходовъ предшествующихъ мѣсяцевъ, еще и осадковъ, лишь незначительно улучшаетъ точность этихъ формулъ. Все же нельзя не отмѣтить, что точность послѣдней формулы прогноза расходовъ іюня весьма замѣчательна, какъ показываетъ значительная величина коэффиціента корреляціи ($+$ 0,94). Средняя ошибка, получающаяся при пользованіи этой формулой равна всего $\pm$ 4.57 куб. саж. или 7% средней величины іюньскихъ расходовъ. Результаты примѣненія этой формулы показаны на графикѣ № IX

Вышеприведенныя формулы прогноза представляютъ собою примѣры прогноза расходовъ непосредственно предстоящаго мѣсяца. Интересно выяснить также возможность прогноза мѣсячныхъ расходовъ на болѣе долгій срокъ впередъ. Естественно при этомъ ожидать что точность такого прогноза будетъ меньше точности вышеразсмотрѣнныхъ формулъ. Для примѣра возьмемъ мѣсяцы іюль, августъ и сентябрь и составимъ формулы прогноза расходовъ ихъ на основаніи суммъ осадковъ съ октября по май. Для указанныхъ мѣсяцевъ получаются нижеслѣдующія формулы и коэффиціенты корреляціи.

1) Іюль: $y = 0{,}1635\ x + 3{,}3$; $r = + 0{,}76$.

2) Августъ: $y = 0{,}0638\ x + 12{,}7$; $r = + 0{,}60$

3) Сентябрь: $y = 0{,}0326\ x + 9{,}3$; $r = + 0{,}73$

Въ этихъ формулахъ y = расходъ даннаго мѣсяца, x = сумма осадковъ съ октября по май, а r = коэффиціентъ корреляціи.

Если еще попытаться давать прогнозы расходовъ іюня на основаніи суммы осадковъ съ октября по мартъ, то въ этомъ случаѣ получается слѣдующая формула.

4) Іюнь: $y = 0{,}1702\ x + 31{,}2$; $r = + 0{.}82$.

Какъ показываютъ коэффиціенты корреляціи вышеприведенныхъ 4-хъ формулъ, возможно, на основаніи количества осадковъ, уже за нѣсколько мѣсяцевъ впередъ получить представленіе объ ожидаемыхъ расходахъ отдѣльныхъ лѣтнихъ мѣсяцевъ. Однако, точность этихъ формулъ, особенно первыхъ трехъ, невелика. Результаты, получаемые по четвертой формулѣ, изображены на графикѣ № VIII.

Остановимся еще вкратцѣ на вопросѣ о возможности прогноза величины абсолютныхъ максимумовъ расходовъ за предстоящее лѣто. Прогнозъ этотъ можетъ представлять практическій интересъ для эксплоатаціи ирригаціонныхъ системъ. Мы видѣли выше (см. гл. IX), что максимумы расходовъ тѣсно связаны съ суммою зимнихъ осадковъ, и намъ были даны 2 формулы, позволяющія

вычислять максимумъ расходовъ 1) на основаніи суммы осадковъ съ октября по май и 2) на основаніи суммы осадковъ съ октября по мартъ. Въ первомъ случаѣ коэффиціентъ корреляціи между осадками и максимальными расходами равняется ± 0,82 и средняя квадратичная ошибка, получающаяся при пользованіи формулой, равна 11,6 куб. саж или 13% средней величины максимальныхъ расходовъ. Во второмъ случаѣ коэффиціентъ корреляціи равняется ± 0,71, а средняя квадратичная ошибка 14,3 куб. саж. или 16% средней величины.

Изъ указанныхъ двухъ формулъ первая формула, требующая знанія суммы осадковъ съ октября по май, не является пригодной для прогноза, ибо очевидно, конецъ мая слишкомъ поздній срокъ для составленія прогноза, потому что максимумъ расходовъ Чирчика нерѣдко наступаетъ уже въ маѣ.

Вторая формула позволяетъ составлять прогнозъ уже въ концѣ марта. Результаты, получающіеся при пользованіи этой формулой, хотя и менѣе точные, чѣмъ результаты, получающіеся по второй формулѣ, все же даютъ возможность хотя бы съ грубымъ приближеніемъ судить о предстоящемъ максимумѣ расходовъ.

До сихъ поръ мы разсматривали прогнозы долгосрочные. Скажемъ теперь еще нѣсколько словъ относительно прогнозовъ краткосрочныхъ. Очевидно, краткосрочный прогнозъ можетъ быть осуществленъ двумя путями: 1) можно предсказывать расходы рѣки въ данной точкѣ на основаніи расходовъ у вышележащихъ водомѣрныхъ постовъ: 2) можно дать прогнозы расходовъ на основаніи температуры воздуха.*)

Что касается перваго способа погноза, то при условіи существованія водомѣрныхъ постовъ на главныхъ составляющихъ данной рѣки (для Чирчика, напримѣръ, на Чаткалѣ и Пскемѣ), а также телефоннаго или телеграфнаго сообщенія между этими постами и нижеслѣдующимъ пунктомъ, для котораго требуется прогнозъ, послѣдній теоретически весьма легко осуществимъ. Необходимо, однако, имѣть въ виду, что максимальный срокъ, охватываемый такимъ прогнозомъ, равняется времени, необходимому для передвиженія частицъ воды отъ верхняго поста до нижняго. Для Чирчика, ввиду большой скорости теченія

*) Третій способъ краткосрочнаго прогноза, основанный на наблюденіяхъ надъ выпаденіемъ осадковъ, могъ бы имѣть большое значеніе въ дѣлѣ предсказыванія силевыхъ потоковъ, вызываемыхъ ливнями въ горахъ. Но такъ какъ при настоящемъ положеніи дѣла заблаговременный и достаточно подробный прогнозъ выпаденія ливней врядъ-ли осуществимъ, по крайней мѣрѣ для ближайшаго будущаго, то и возможность надлежащаго прогноза силевыхъ потоковъ является проблематичной.

въ горахъ и сравнительно небольшой длины его, наибольшій срокъ прогноза равнялся бы, вѣроятно, суткамъ.

Что и на основаніи температуры возможно дѣлать краткосрочные прогнозы расходовъ, слѣдуетъ изъ того, что лѣтомъ кратковременныя колебанія расходовъ, какъ мы выше видѣли, зависятъ отъ колебаній температуры Срокъ, охватываемый этими прогнозами могъ бы быть нѣсколько больше, чѣмъ для только что разсмотрѣннаго способа прогноза, ибо и колебанія температуры можно предвидѣть на нѣсколько дней впередъ на основаніи синоптическихъ картъ. Однако степень точности этихъ прогнозовъ была бы, конечно, замѣтно ниже, чѣмъ для перваго способа прогноза, ибо, какъ мы выше видѣли, колебанія расходовъ зависятъ не только отъ колебаній температуры, но и отъ другихъ факторовъ (прозрачность воздуха, облачность и пр.).

Резюмируя все вышеуказанное относительно прогнозовъ, мы можемъ сказать, что для Чирчика (и, нужно думать, и другихъ рѣкъ „снѣговаго типа") вполнѣ возможнымъ является заблаговременный прогнозъ степени многоводности предстоящаго лѣтнаго полугодія. Отчасти возможнымъ является также и прогнозъ среднихъ расходовъ за отдѣльные мѣсяцы. Нужно замѣтить, что къ этимъ выводамъ мы пришли, имѣя въ своемъ распоряженіи лишь крайне недостаточный матеріалъ метеорологическихъ наблюденій. Не можетъ подлежать сомнѣнію, что при существованіи болѣе густой сѣти метеорологическихъ станцій въ бассейнѣ Чирчика степень точности прогнозовъ будетъ замѣтно больше найденной нами выше.

Что касается краткосрочныхъ прогнозовъ, то они, являясь теоретически возможными, на практикѣ, вѣроятно, представляли бы замѣтно меньшій интересъ, чѣмъ вышеуказанные долгосрочные.

Глава XI.

Выводы.

Главные результаты настоящей работы можно вкратцѣ формулировать въ слѣдующихъ положеніяхъ.

1. Оледенѣніе бассейна Чирчика сравнительно невелико. Въ настоящее время извѣстно около 34 ледниковъ, большею частью, весьма малыхъ.

2. Рѣка Чирчикъ примыкаетъ къ типу «снѣговыхъ» рѣкъ, т. е питаніе ея происходитъ, главнымъ образомъ, насчетъ «сезонныхъ» снѣговъ (циклъ выпаденія и таянія для которыхъ меньше года); участіе же ледниковъ въ питаніи рѣки отступаетъ на второй планъ.

3. При гидрометрическихъ изслѣдованіяхъ желательно различать между гидрографическимъ, гидрологическомъ и „гидрометеорологическимъ" годами (опредѣленія которыхъ даны въ гл. III.)

4. Для р. Чирчика начало гидрографическаго года можетъ быть пріурочено къ 1-му февраля; начало гидрологическаго года къ 1-му октября и начало «гидрометеорологическаго» къ этому же сроку.)

5. Средній за періодъ 1900—1915 годовой расходъ Чирчика равняется 26.6 куб. саж., что соотвѣтствуетъ слою стекающей воды приблизительно въ 700 мм. съ поверхности бассейна питанія. Среднее количество осадковъ, выпадающихъ въ бассейнѣ питанія Чирчика неизвѣстно; за низшій предѣлъ его можно считать 1200 мм.; по всей вѣроятности, однако, оно еще больше.

6. Средній расходъ Чирчика за гидрологическій годъ зависитъ только отъ осадковъ.

7. На расходы даннаго гидрологическаго года вліяетъ сумма осадковъ съ октября по май; сумма же осадковъ за лѣтніе мѣсяцы на расходы замѣтнымъ образомъ не вліетъ. Зависимость расходовъ за гидрологическій годъ отъ суммы осадковъ съ октября по май весьма тѣсна, какъ показываетъ коэффиціентъ корреляціи равный + 0,92 (см. также гр. № IV).

8. Въ зимнемъ, полугодіи (съ октября по мартъ) въ питаніи Чирчика преобладающую роль играютъ грунтовыя воды. Въ среднемъ за мѣсяцы декабрь—февраль подземное питаніе рѣки составляетъ около 9,0 куб. саж. или 90% общаго расхода рѣки.

9. Расходы зимняго полугодія зависятъ отъ осадковъ зимняго полугодія, (коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0,72). Вліяніе температуры незамѣтно. Грунтовое питаніе въ теченіе даннаго зимняго полугодія зависитъ отъ осадковъ этого же полугодія, особенно первой половины его.

10. Расходы лѣтняго полугодія (съ апрѣля по сентябрь) зависятъ отъ суммы осадковъ съ октября по май: коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0,91. Вліяніе температуры на общую сумму расходовъ незамѣтно; за то вліяніе температуры сказывается на распредѣленіи расходовъ по отдѣльнымъ мѣсяцамъ и на колебаніяхъ расходовъ во время лѣтняго паводка.

11. Довольно ясно выраженная связь существуетъ между расходами лѣтняго полугодія и слѣдующими величинами:

а) число дней съ осадками за зимнее полугодіе (коэффиціентъ корреляціи = + 0,75);

б) Разность между средней температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ за зимнее полугодіе (коэффиціентъ корреляціи = — 0,74);

в) Расходы марта (коэффиціентъ корреляціи = + 0,72).

12. Зависимость расходовъ отдѣльныхъ лѣтнихъ мѣсяцевъ отъ запасовъ снѣга въ бассейнѣ и температуры можно выразить слѣдующей простой теоретической формулой:

$$q = C\ v\ \tau + C_0$$

гдѣ q = расходъ за данный мѣсяцъ, C = постоянная, v = запасъ снѣга въ бассейнѣ къ началу мѣсяца: τ = „ эффективная*) температура; C_0 = грунтовое питаніе.

13. Если разсматривать зависимость расходовъ отдѣльныхъ мѣсяцевъ только отъ температуры за соотвѣтствующіе мѣсяцы, то между указанными величинами не обнаруживается замѣтной зависимости.

14. Существуетъ ясно выраженная зависимость между расходами за отдѣльные мѣсяцы и суммами осадковъ, начиная съ октября по соотвѣтствующіе мѣсяцы включительно.

15. Расходы за отдѣльные мѣсяцы въ теченіе паводка, повидимому, наиболѣе тѣсно связаны не съ суммами осадковъ, указанными въ п. 14, а съ произведеніями этихъ суммъ на температуры этихъ мѣсяцевъ, что является косвеннымъ подтвержденіемъ правильности формулы, приведенной въ п. 12.

16. Расходы за отдѣльные мѣсяцы довольно тѣсно связаны съ расходами за соотвѣтствующіе непосредственно предшествующіе мѣсяцы: наибольшій коэффиціентъ корреляціи равенъ + 0,96; наименьшій + 0,65.

17. Кратковременныя колебанія расходовъ обуславливаются и температурой и осадками. Вліяніе температуры наиболѣе рѣзко сказывается во время паводка. Выпаденіе осадковъ можетъ непосредственно вліять на расходы какъ въ случаѣ продолжительныхъ обложныхъ дождей, такъ и въ случаѣ выпаденія ливней; но и въ томъ и другомъ случаѣ вызываемыя осадками колебанія расходовъ значительно уступаютъ по своей амплитудѣ колебаніямъ расходовъ, вызываемыхъ температурой.

18. Прогнозъ средней величины расходовъ за лѣтнее полугодіе возможенъ на основаніи суммы осадковъ за зимнее полугодіе помощью слѣдующей формулы:

---

*) См. Imbeaux. Zeitschrift für Gewässerkunde. т. I стр. 274.

$$y = 0{,}1085\ x + 18{,}5;\ r = + 0{,}85;$$

гдѣ y = искомый средній расходъ за лѣтнее полугодіе въ куб. саж., x = сумма осадковъ съ октября по мартъ, r = коэффиціентъ корреляціи между x и y Приведенная формула позволяетъ дѣлать прогнозъ со средней ошибкой, равной всего лишь 3,4 куб. саж. или 8% нормальнаго расхода за лѣтнее полугодіе. Прогнозъ лѣтнихъ расходовъ можетъ быть сдѣланъ и раньше конца марта, уже въ концѣ февраля, января и даже декабря, но, конечно, съ меньшей точностью.

19. Нѣсколько, хотя и небольшое, улучшеніе противъ приведенной въ п. 17 формулы прогноза лѣтнихъ расходовъ представляетъ слѣдующая болѣе сложная формула:

$y = 0{,}0838\ x_1 + 0{,}456\ x_2 - 1{,}987\ x_3 + 37{,}6$, гдѣ y имѣетъ прежнее значеніе; x_1 = сумма осадковъ за зимнее полугодіе; x_2 = расходъ за мартъ; x_3 = разность между средней температурой въ одинъ часъ дня и среднимъ минимумомъ температуры за зимнее полугодіе. Формула эта позволяетъ вычислять лѣтніе расходы со средней ошибкой, равной 3,1 куб. саж. или 7% нормальной величины.

20. Прогнозъ расходовъ за отдѣльные мѣсяцы можетъ быть сдѣланъ какъ на основаніи расходовъ, соотвѣтствующихъ непосредственно предшествующихъ мѣсяцевъ, такъ и на основаніи суммъ осадковъ, начиная съ октября; при этомъ, конечно, точность результатовъ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ раньше будетъ составляться прогнозъ. Наиболѣе точные результаты получаются при вычисленіи расходовъ даннаго мѣсяца на основаніи какъ расходовъ предшествующаго мѣсяца, такъ и суммы осадковъ, начиная съ октября по предшествующій мѣсяцъ включительно. Напримѣръ, расходы іюня могутъ быть вычислены по слѣдующей формулѣ:

$$y = 0.0564\ x_1 + 0{,}795\ x_2 + 9{,}4,$$

гдѣ y = расходы іюня въ куб. саж.; x_1 = осадки съ октября по май; x_2 = расходы за май. Коэффиціентъ полной корреляціи равенъ + 0,94. Формула эта позволяетъ вычислять расходы іюня со средней ошибкой, равно всего 4,6 куб. саж. или 7% нормальной величины іюньскихъ расходовъ. Результаты примѣненія этой формулы показаны на графикѣ № IX.

21. Результаты настоящей работы, доказывая полную возможность организаціи прогнозовъ для Чирчика и аналогичныхъ ему рѣкъ „снѣгового" типа, вмѣстѣ съ тѣмъ указываютъ на крайнюю недостаточность существующей ме-

теорологической сѣти и чрезвычайную желательность расширенія ея, особенно въ горной области.

Приложеніе № 1.

Основныя понятія метода корреляціи.

Такъ какъ въ предлагаемой работѣ мы широко пользовались методомъ корреляціи, то въ нижеслѣдующемъ излагаемъ основныя понятія этого метода, ограничиваясь, однако, лишь тѣмъ, что является необходимымъ для пониманія математическихъ выводовъ въ нашей работѣ*).

Если разсматривается рядъ попарныхъ значеній двухъ величинъ (напримѣръ, ежегодныя суммы осадковъ въ бассейнѣ данной рѣки и расходы этой рѣки) и требуется выяснить степень зависимости, существующей между этими величинами, то методъ корреляціи даетъ весьма простое математическое выраженіе, такъ называемый коэффиціентъ корреляціи, позволяющій выразить количественно искомую степень зависимости. Пользуясь коэффиціентами корреляціи, мы имѣемъ возможность (не прибѣгая къ графическому изображенію сопоставляемыхъ между собою величинъ) выразить количественно, насколько зависимость, существующая между данной парой величинъ (напримѣръ, расходы и осадки) является болѣе тѣсной, чѣмъ зависимость между другой парой величинъ (напримѣръ, расходы и температура).

Математически коэффиціентъ корреляціи вычисляется слѣдующимъ образомъ. Пусть дано n попарныхъ значеній величинъ x и y : x_1 , y_1 ; x_2 y_2 ; ..... x_n, y_n . Тогда коэффиціентъ корреляціи [r] между x и y вычисляется по слѣдующей формулѣ:

$$r = \frac{\Sigma\, x\, y}{\sqrt{\Sigma\, x^2\, \Sigma\, y^2}}$$

гдѣ $\Sigma\, x\, y = x_1\, y_1 + x_2\, y_2 + \ldots\ldots + x_n\, y_n$ (аналогичныя значенія имѣютъ символы $\Sigma\, x^2$ и $\Sigma\, y^2$). Величина коэффиціента корреляціи можетъ колебаться въ предѣлахъ отъ — 1 до + 1. Если между x и y существуетъ математически строгая линейная зависимость, то коэффиціентъ корреляціи равенъ 1 (въ случаѣ прямой зависимости + 1, въ случаѣ обратной зависимости —1,) Чѣмъ меньше зависимость между величинами x и y , тѣмъ меньше абсолют-

*) Детальное изложеніе можно найти у Слуцкаго: „Теорія корреляціи и элементы ученія о кривыхъ распредѣленія". Болѣе сжатое изложеніе дано Тихомировымъ въ Геофизическомъ Сборникѣ 1915. Т. II, вып. 3.

ная величина коэффиціента корреляціи. Если величины x и y между собою совершенно не связаны, то коэффиціентъ корреляціи равенъ нулю. Послѣднее однако, строго правильно лишь при безконечномъ числѣ значеній x и y, входящихъ въ формулу для r. При конечномъ числѣ наблюденій, r можетъ получать небольшія положительныя или отрицательныя значенія, даже при отсутствіи реальной зависимости между величинами x и y. Объясняется это тѣмъ, что величина r зависитъ отъ выбора той или случайной группы значеній x и y, на основаніи которой мы вычисляемъ r. Важно, поэтому, знать величину вѣроятной ошибки коэффиціента корреляціи. Вѣроятная ошибка вычисляется по формулѣ.

$$W = 0.674 \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}},$$

гдѣ n = число наблюденій. Зная величину вѣроятной ошибки даннаго коэффиціента корреляціи, вычисленнаго на основаніи n парныхъ значеній величинъ x и y, мы можемъ сказать, является ли онъ достаточнымъ доказательствомъ существованія реальной зависимости между величинами x и y. Чѣмъ большее число разъ r превосходитъ свою вѣроятную ошибку, тѣмъ больше вѣроятность существованія такой зависимости. Напримѣръ, если коэффиціентъ корреляціи въ 4 раза превосходитъ величину свою вѣроятной ошибки, то можно съ вѣроятностью 0,993 утверждать, что между величинами x и y дѣйствительно существуетъ зависимость (т. е. мы рискуемъ при этомъ ошибиться лишь 7 разъ въ 1000 случаевъ). Для доказательства существованій зависимости между x и y мы и будемъ считать необходимымъ, чтобы коэффиціентъ не менѣе чѣмъ въ 4 раза превышалъ свою вѣроятную ошибку.*) Въ настоящей работѣ въ большинствѣ случаевъ число наблюденій (n) равно 15 : на основаніи вышеприведенной формулы легко найти, что въ этомъ случаѣ величина r для того, чтобы она въ 4 раза превосходила свою вѣроятную ошибку, должна равняться 0,514. Такимъ образомъ, основываясь на вышесказанномъ, мы только въ томъ случаѣ будемъ вправѣ съ достаточной степенью вѣроятности

*) Обычно доказательствомъ полной достовѣрности существованія зависимости между x и y считаютъ коэффиціентъ корреляціи, превышающій свою вѣроятную ошибку не меньше, чѣмъ въ 6 разъ. Мы ограничиваемся нѣсколько болѣе низкимъ предѣломъ, (дающимъ, однако, какъ видно изъ вышеизложеннаго, достаточную гарантію существованія зависимости) ввиду небольшого числа наблюденій, имѣющихся въ нашемъ распоряженіи.

утверждать, что между x и y существуетъ реальная зависимость, если абсолютная величина коэффиціента корреляціи не меньше указаннаго предѣла. Коэффиціенты же корреляціи съ абсолютной величиной меньшей этого предѣла мы будемъ оставлять безъ вниманія, какъ недоказывающіе существованіе реальной связи между x и y.

Линейныя уравненія, получающіяся по методу корреляціи, являются уравненіями, удовлетворяющими требованіямъ способа наименьшихъ квадратовъ, а именно средняя квадратичныя ошибки, получающіяся при пользованіи ими, представляютъ собою минимумъ. Средняя квадратичная ошибка вычисляется по формулѣ $\sqrt{\frac{\sum E^2}{n}}$, гдѣ E = ошибка отдѣльнаго наблюденія, а n = число наблюденій. Замѣтимъ, что средняя (ариѳметическая) ошибка представляетъ собою приблизительно 0,80 средней квадратичной.

Подъ квадратичной измѣнчивостью величины x мы будемъ подразумѣвать величину $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n}}$ гдѣ Δx = отклоненіе отдѣльнаго значенія x отъ средней ариѳметической.

Если для величинъ x и y даны коэффиціентъ корреляціи r и квадратичныя измѣнчивости σ_x и σ_y, то коэффиціенты уравненія $y = a\,x + b$; получаются по формуламъ

$$a = r\,\frac{\sigma_y}{\sigma_x}\;;\; b = y_0 - a x_0\;;$$

гдѣ x_0 и y_0 ариѳметическія средніи. Средняя квадратичная ошибка этой формулы (при вычисленіи y по x) находится по формулѣ.

$$\varepsilon = \sigma_y \sqrt{1 - r^2}\;;$$

Кромѣ разсмотрѣннаго выше коэффиціента корреляціи, называемаго коэффиціентомъ полной корреляціи, въ случаѣ многихъ перемѣнныхъ, большой интересъ могутъ представлять еще и частные коэффиціенты корреляціи. Значеніе ихъ слѣдующее (если ограничиться случаемъ 3-хъ перемѣнныхъ x_1, x_2 и x_3): частный коэффиціентъ корреляціи между x_1 и x_2 (обозначаемый черезъ $r_{12,3}$) выражаетъ степень зависимости между величинами x_1 и x_2 при постоянномъ x_3, т. е. позволяетъ судить о зависимости между x_1 и x_2, исключая вліяніе x_3. Аналогичное значеніе имѣютъ частные коэффиціенты корреляціи между x_1 и x_3 ($r_{13.2}$) и между x_2 и x_3 ($r_{23.1}$).

Наконецъ, въ случаѣ многихъ перемѣнныхъ (ограничиваемся опять 3-мя перемѣнными x_1, x_2, x_3), мы пользуемся еще однимъ коэффиціентомъ кор-

реляціи, имѣющимъ слѣдующее значеніе. Коэффиціентъ этотъ служитъ для характеристики зависимости x_1 отъ x_2 и x_3, вмѣстѣ взятыхъ. Подобному тому какъ коэффиціентъ корреляціи r между x_1 и x_2 является характеристикою точности формулы, выражающей зависимость между x_1 и x_2, а именно, $x_1 = ax_2 + b$, такъ и полный коэффиціентъ корреляціи между x_1 и остальными перемѣнными является характеристикою точности формулы:

$$x_1 = a\,x_2 + b\,x_3 + c.$$

Если этотъ коэффиціентъ корреляціи обозначить черезъ R, среднюю квадратичную ошибку формулы черезъ ε, а квадратичную измѣнчивость величины x_1, черезъ ε_1, то связь между этими 3-мя величинами выражается формулой:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \sqrt{1 - R^2}.$$

ПРИЛОЖЕНІЕ II.

Гидрометрическія и метеорологическія таблицы.

Таблица I. *Table I*

Расходы Чирчика въ куб. саж. въ сек. *Débits du Tchirtchik en sag. cub. par seconde.*

	1899--900	1900--01	1901--02	1902--03	1903--04	1904--05	1905--06	1906--07	1907--08	1908--09	1909--10	1910--11	1911--12	1912--13	1913--14	1914--15	Среднее.
X	13,8°)	14.5	16,7	15,6	16,3	11,8	13,4	11,7	16,5	16.5	10.8	12,2	13,5	12,2	11,6	12,4	13,7
XI	13,2°)	14,0	20,8	16,1	13,4	10,2	10.5	10,2	14,7	14,2	9,4	10,1	12,0	10,2	10.5	11,7	12,6
XII	11·8°)	11.4	13,9	14,8	11.1	9,6	9,0	11,6	12,5	11,3	7.9	8,4	10,3	9,7	9,3	10.2	10,8
I	11·3°)	10,2	12.6	12,1	10,0	8,5	8.6	10,7	11.2	9,7	7,2	8,2	9,4	9,4	9.4	8.4	9,8
II	11·2°)	9.8	12,5	11,5	9.5	7,7	7,8	9.1	10 6	9,4	7,2	8,3	9,3	9,4	9,0	8,1	9.4
III	14 4°)	13,5	16,6	11,4	10,0	8,0	9.5	10.6	18.6	11 4	8,3	9.3	13,1	9.5	10,8	16,6	12,0
IV	34·6°)	23,0	32.0	23.7	18 1	19,1	17,0	33,3	45,1	33,4	16,6	19,7	38,2	17.6	36,4	35,4	27,7
V	66,3	34,3	69,9	62.9	39.2	46,3	35 5	59,0	75,5	44,4	43,8	40.0	48,7	50,4	65,7	61.7	52,7
VI	75.2	45,6	95.5	79,6	55,4	67,7	55.2	70.0	89,6	50,9	61,9	56,0	58.4	65,5	91,2	62,4	67,5
VII	57.2	55,7	66.2	75,7	36,4	51.0	38,6	66,0	88,1	39.4	48.2	31.6	52,1	34,8	49,6	39.9	51,9
VIII	31,5	32,7	36,0	49,0	26.0	28,0	26.8	44.7	43,5	30,3	29,9	21,5	27,6	24,7	27.8	27,0	31,7
IX	20.1	20,4	21.6	25,3	16.8	19.0	17,3	21.0	25,6	15.0	17,3	15,2	16,8	15,6	18,1	16 5	18,8
Зимнее полугодіе X-III	12,6	12,8	15,5	13,6	11,7	9,3	9,8	10,7	14,0	12,1	8.5	9,4	11,3	10.1	10,1	11,2	11,4
Лѣтнее полугодіе IV-IX	47,5	35.3	53,5	52,7	32,0	38.5	31.7	49,0	61.2	35,6	36,3	30,7	40.3	34,8	48,1	40,5	41,7
Годъ	30,1	23.8	34,5	33,1	21.8	23.9	20.8	29,8	37.6	23,8	22,4	20,0	25,8	22,4	29,1	25,9	26,6

Примѣчанія: 1) Отмѣченныя звѣздочкой величины интерполированы.

2) Данныя этой таблицы, какъ и всѣхъ послѣдующихъ относятся къ новому стилю.

Приложеніе II

Таблица II.
Ташкентъ. Атмосферные осадки въ мм.

Table II.
Tachkent. Précipitations en mm.

	1899--900	1900--01	1901--02	1902--03	1903--04	1904--05	1905--06	1906--07	1907--08	1908--09	1909--10	1910--11	1911--12	1912--13	1913--14	1914--15	Среднее.
X	27	15	117	44	11	26	4	0	47	32	16	27	49	4	62	24	31,6
XI	89	39	74	148	30	28	12	24	42	22	5	3	12	29	43	123	45,2
XII	60	41	7	66	31	59	57	39	17	44	6	11	43	55	38	45	38,7
I	55	54	82	66	41	87	47	74	86	38	15	41	8	79	79	11	53,9
II	28	23	24	71	4	26	21	14	41	29	31	55	65	24	85	21	35,2
III	60	30	46	48	31	28	50	69	82	74	79	47	77	62	78	33	55,9
IV	56	50	51	14	56	48	55	71	55	39	27	46	10	38	37	100	47,1
V	35	21	17	34	65	46	18	48	63	5	24	89	26	30	45	9	35,9
VI	32	67	6	2	1	12	18	3	8	7	12	0	8	1	19	15	13,2
VII	9	0	0	18	0	0	35	3	0	13	0	1	0	0	0	11	5,6
VIII	2	3	0	0	0	0	1	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0,8
IX	0	20	3	2	1	0	12	3	0	0	4	7	0	0	0	0	3,2
Зимнее полугодіе XII	319	202	350	443	148	254	191	220	315	239	152	185	254	253	385	257	260,4
Лѣтнее полугодіе IV-IX	134	161	77	70	123	106	139	130	126	64	70	144	44	69	101	135	105,8
Годъ	453	363	427	513	271	360	330	350	441	303	222	329	298	322	486	392	366,2

Приложеніе II.

Таблица III.
Ауліе-Ата Атмосферные осадки въ мм

Table III
Aoulié-Ata. Précipitations en mm.

	1899--900	1900--01	1901--02	1902--03	1903--04	1904--05	1905--06	1906--07	1907--08	1908--09	1909--10	1910--11	1911--12	1912--13	1913--14	1914--15	Среднее.
X	12	34	166	34	0	14	23	25	31	53	13	23	38	11	48	50	35,9
XI	30	40	29	75	19	9	17	34	69	35	8	5	33	8	69	58	33,6
XII	73	9	25	26	19	36	17	21	5	8	2	5	10	7	21	37	20,1
I	39	21	31	41	24	19	33	29	61	45	12	5	1	26	32	36	28,4
II	8	12	18	37	0	11	3	15	28	12	42	14	60	43	9	28	21,2
III	55	20	57	21	24	17	10	30	59	60	62	31	37	15	38	35	35 7
IV	20	21	75	15	56	81	12	33	44	33	48	44	9	26	81	122	45,0
V	32	125	51	31	27	27	37	59	107	16	59	72	53	55	29	23	50.2
VI	53	81	12	28	4	50	0	31	11	12	48	27	40	5	35	33	29,4
VII	6	0	13	16	6	3	22	2	0	18	5	6	1	0	2	27	7 9
VIII	13	1	17	8	3	9	17	2	2	0	12	3	0	0	1	0	5,5
IX	0	21	6	21	1	4	11	26	19	0	0	40	9	4	21	1	11,5
Зимнее полугодіе X-III	217	136	326	234	86	106	103	154	253	213	139	83	179	110	217	244	175,0
Лѣтнее полугодіе IV-IX	124	249	174	119	97	174	99	153	183	79	172	192	112	90	169	206	149,5
Годъ	341	385	500	353	183	280	202	307	436	292	311	275	291	200	386	450	324,5

Приложеніе II.

Таблица IV.

Ташкентъ и Ауліе-Ата. Средніе количества осадковъ.

Table IV.

Tachkent et Aoulié-Ata.

Précipitations en mm.

	1899-900	900-01	1901-02	1902-03	1903-04	1904-05	1905-06	1906-07	1907-08	1908-09	1909-10	1910-11	1911-12	1912-13	1913-14	1914-15	Среднее.
X	20	24	142	39	6	20	14	12	39	42	14	25	44	8	55	37	33,8
XI	60	40	52	112	24	18	14	29	56	28	6	4	22	18	56	90	39.3
XII	66	25	16	46	25	48	37	30	11	26	4	8	26	31	30	41	29,4
I	47	38	56	54	32	53	40	52	74	42	14	23	4	52	55	24	41.2
II	18	18	21	54	2	18	12	14	34	20	36	35	62	34	47	24	28.1
III	58	25	52	34	28	22	30	50	70	67	70	39	57	38	58	34	45,8
IV	38	36	63	14	56	64	34	52	50	36	38	45	10	32	59	11	46.1
V	34	73	34	32	46	36	28	54	85	10	42	80	40	42	37	16	43.1
VI	42	74	9	15	2	31	9	17	10	10	30	14	24	3	27	24	21,3
VII	8	0	6	17	3	2	28	2	0	16	2	4	0	0	1	19	6.8
VIII	8	2	8	4	2	4	9	2	1	0	8	2	0	0	0	0	3,1
IX	0	20	4	12	1	2	12	14	10	0	2	24	4	2	10	0	7,3
Зимнее полугодіе X—III	269	170	339	339	117	179	147	197	284	225	144	134	215	181	301	250	217.6
Лѣтнее полугодіе IV—IX	130	205	124	94	110	139	120	141	156	72	122	169	78	79	134	170	127,7
Годъ	399	375	463	433	227	318	267	328	440	297	266	303	293	260	435	420	345,3

Приложеніе II.

Таблица V.
Ташкентъ. Число дней съ осадками.

Table V.
Tachkent. Nombre de jours de précipitations.

	1899-900	1900-01	1901-02	1902-03	1903-04	1904-05	1905-06	1906-07	1907-08	1908-09	1909-10	1910-11	1911-12	1912-13	1913-14	1914-15	Среднее.
X	4	7	12	9	1	5	3	1	10	7	4	4	7	2	7	4	5.4
XI	13	13	8	15	6	6	5	7	9	7	2	1	1	6	8	15	7.6
XII	18	10	5	11	7	10	10	16	5	7	2	4	9	12	9	13	9,2
I	11	17	12	8	8	12	7	17	15	6	7	9	2	16	13	3	10.2
II	7	2	6	11	5	10	10	9	7	9	11	11	11	5	10	7	8,2
III	10	5	13	12	13	11	8	3	11	10	13	10	8	8	10	7	9.2
IV	10	8	9	7	11	11	9	10	10	7	4	11	3	5	9	16	8,8
V	8	7	5	7	8	9	6	12	9	4	9	8	6	5	7	3	7.1
VI	8	11	2	2	2	4	3	5	2	3	6	0	1	1	5	1	3.5
VII	3	0	0	3	1	0	4	1	0	3	0	1	0	0	0	2	1.1
VIII	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0,5
IX	0	4	1	1	2	0	2	2	0	0	2	3	1	0	0	0	1.1
Зимнее полугодіе X–III	63	54	56	66	40	54	43	58	57	46	39	39	38	49	57	49	50.5
Лѣтнее полугодіе IV-IX	30	31	17	20	24	24	26	31	21	17	22	24	12	11	21	22	22,1
Годъ	93	85	73	86	64	78	69	89	78	63	61	63	50	60	78	71	72,6

Приложеніе II.

Таблица VI.
Ташкентъ. Средняя температура по тремъ наблюденіямъ въ сутки.

Table VI.
Tachkent.
Température moyenne d'après trois observations quotidiennes.

	1899-900	1900-01	1901-02	1902-03	1903-04	1904-05	1905-06	1906-07	1907-08	1908-09	1909-10	1910-11	1911-12	1912-13	1913-14	1914-15	Среднее.
X	14.8	13,5	8.2	12 1	13,8	9.8	15,7	12.9	8,9	9,2	11 2	11,7	9,4	14,3	12,8	12,3	11,9
XI	5.5	7.3	8,8	6.5	6,0	9,6	8,4	7.8	5,4	9 5	12,2	6,8	4,8	5,9	7,3	7 8	7.5
XII	-0,7	4,0	4,9	4.4	0.7	4.8	2,3	5.3	3.6	2.6	5.5	-2,5	-1.7	2,5	6,3	0,4	2.6
I	-8,1	-1,4	3,2	-0.8	-6,5	-1 9	-2.5	0.7	0,9	-3.9	3.9	-0.6	0,8	1.9	5,5	4,1	-0,3
II	-3,1	2,3	3 0	3.5	4 8	-2.9	0.4	-0.3	1,5	3,4	3,6	3,2	4,3	0,9	2.6	1,9	1,8
III	9,6	10,2	8,1	1,7	8 5	2,8	7.7	6,5	6.0	8,8	6,9	7,1	7,6	6.0	9,1	13,1	7,5
IV	13.1	14,9	13,0	13.2	13.0	14,1	11,9	15,9	14,4	17,2	13,4	14,6	16,3	12.0	15,4	15.0	14,2
V	22.9	19.7	2 ,5	18,9	21,4	19,8	20.4	18,2	19,7	20 3	22.1	20.2	19,4	21,8	20.0	22,0	20 5
VI	24.8	23,0	27,3	24,8	25,8	24,9	27.1	22,9	24,2	21,5	24,8	26 0	25,7	24,7	27.0	27 4	25,3
VII	28,1	27,2	26,9	26,5	27.0	26,9	25,6	27.2	27,9	25,8	28,3	25,5	26 9	28,3	27.1	26,9	27.1
VIII	24,9	24,4	25,8	25,4	25·0	24,8	26,1	24,7	24,8	25,1	25·0	23,9	22,9	23,0	24,9	26,3	24,8
IX	19,1	19,2	19 2	20,0	18,0	20.4	19,3	17,6	19,1	19 2	18.9	18.7	17,8	19,4	19,9	21,2	19,2
Зимнее полугодіе X-III	3,0	6,0	6 0	4.6	4,6	3,7	5,3	5 5	4,4	4,9	7,2	4,3	4,2	5,2	7,3	6,6	5 2
Лѣтнее полугодіе IV-IX	22.2	21,4	22,3	215,	21,7	21,8	21 9	21,1	21,7	22 0	22,1	21.5	21.5	21,5	22.4	23,1	21,9
Годъ	12.6	13.7	14 2	13,0	13,1	12.8	13,6	13,3	13,0	13,5	14,6	12,9	12,9	13.4	14.8	14,9	13.5

Приложеніе II.

Таблица VII.
Ауліе-Ата. Средняя температура по 3-мъ наблюденіямъ въ сутки.

Table VII. Aoulie-Ata.
Température moyenne d'après 3 observations quotidiennes.

	1899--900	1900--01	1901--02	1902--03	1903--04	1904--05	1905--06	1906--07	1907--08	1908--09	1909--10	1910--11	1911--12	1912--13	1913--14	Среднее.
X	11 6	10,7	5.0	9,7	10,5	6.2	11.8	8,7	6.7	5,6	7.5	8,0	6.6	10.6	10,1	8.6
XI	3.2	4,7	6,4	2,6	0,5	5,2	5.2	2,9	0,2	4,8	8,5	-0,4	2,1	2,1	2.1	3,3
XII	-7,0	1,2	0,6	0.6	-4,1	2,2	-1,0	1,5	0,2	-0.4	-0.2	-5,6	-6,6	-1,2	2.2	-1,2
I	-14,6	-6,2	0,4	-4,1	-9,9	-5.4	-6.4	-2,0	-1,8	-8.8	-0,1	-3,5	-3,6	-1,5	2,9	-4.3
II	-10,9	-6,9	-0.9	0.1	0.4	-6,9	-6.5	-3,4	-5,1	-0,6	-2,1	0.3	0,0	-2,5	0.6	-3.0
III	3.2	4,8	4.0	-2,2	2,5	-4.3	3,0	2,7	1,0	2.6	3,7	3,7	3,1	3,1	6.4	2,5
IV	10,4	12.0	10,2	8.4	8,9	8.5	10 4	12,4	10,5	15,3	10,7	13,7	14,0	9.0	13 8	11.2
V	20,9	16.9	17.5	16,8	19.9	17.4	17.4	16.4	17.9	18,2	19 5	18.1	17,4	19,3	18.0	18.1
VI	22,5	20.4	23,9	21,5	23.2	22,0	24.4	20.5	21,3	21,5	21,9	23.0	22,9	22,2	24,3	22,4
VII	25 4	25.0	24.3	24,1	23,8	24,5	23.6	24,3	24 1	24,2	25 3	23.4	24,1	25,5	24,4	24.4
VIII	20.8	22,0	23,1	22,7	21.7	22.7	22,5	21.7	21,5	22,2	21,7	20,6	19,7	21,2	22,8	21,8
IX	16,2	16 5	16,4	17,3	15,2	17,3	16,2	14,5	15,7	15,5	15,0	15,6	14,7	16,8	16,3	15,9
Зимнее полугодіе X-III	-2,4	1,4	2,6	1,1	0,0	-0 5	1,0	1,7	0,2	0,5	2,9	0,4	0,3	1,8	4,0	1,0
Лѣтнее полугодіе IV-IX	19.4	18,8	19.2	18,5	18.8	18 7	19.1	18,3	18,5	19,5	19,0	19,1	18,8	19,0	19,9	19,0
Годъ	8,5	10,1	10,9	9,8	9,4	9,1	10,0	10,0	9,4	10,0	11,0	9,7	9,5	10,4	12,0	10,0

Приложеніе II.

Таблица VIII. *Table VIII.*

Ташкентъ. Температура въ 1 ч. дня. *Tachkent. Température a 1 p. m.*

	1899 -900	1900- -01	1901- -02	1902- -03	1903- -04	1904 -05	1905- -06	1906- -07	1907 -08	1908- 09	1909- -10	910- -11	1911- -12	1912- -13	1913- -14	1914- -15	Среднее
X	22.6	20,4	12,7	18,4	21,8	16,7	23,2	20.4	13.7	14.9	17,6	18,3	15,2	21,4	18.0	19 1	18,4
XI	9,2	11,4	13.2	10.7	11 9	15.5	13.8	13,4	9,0	14,9	17,7	13.6	10,5	10,8	11,4	11.6	12,4
XII	2,1	8,4	9.5	7.8	5.2	7,7	6,2	8,6	7,4	6.4	10.5	1,8	2,2	5.0	10,2	3,5	6,4
I	-4,0	2.9	7.3	3.5	-1,0	1.7	2.1	4.4	4.3	0.3	7,4	2,3	4.3	4,3	8,8	8,4	3,6
II	2,0	8,4	7.3	8.0	10,0	1,7	4.1	4.6	5,1	7.0	7,1	6 8	8.6	3,9	6,0	6,0	6.0
III	13.9	15.4	12,6	5.4	13.1	6,5	12.5	10,9	10.1	12.6	10,7	10.4	11.1	10.7	13,5	18,6	11.8
IV	17,6	20.0	17.3	18.2	17,3	18,7	16,8	20.3	18.7	22.2	18,0	18,9	21,2	16.2	20,0	19,0	18.8
V	27,9	24.6	26.7	23 7	26,7	24,2	25 3	22,5	24,5	25,1	27,2	24,7	23,7	26,6	24,4	27,0	25,3
VI	30 0	28,2	33,1	30,4	31,5	30,1	32,7	28.0	29,5	29,5	30,0	31,7	30,9	30,0	32,6	33.3	30,7
VII	34,0	33,7	33,0	32,4	33,1	32 5	32,4	33.2	33.7	31,3	34,2	31.0	32,8	34,5	33,0	32.4	33,0
VIII	31.3	31.4	33.2	32,1	32,1	31,1	32.9	31,1	32,0	31.6	31.4	30,5	29,5	29,4	31,7	33,2	31,5
IX	26,7	26,5	27.1	27.4	25,9	28,3	26.6	24.2	27,4	26,9	25.9	25,5	24,7	27 1	27,6	29.2	26,7
Зимнее полугодіе X-III	7,6	11.2	10.4	9,0	10,2	8.3	10,3	10,4	8,3	9,4	11.8	8.9	8.8	9,4	11.3	11,2	9,8
Лѣтнее полугодіе IV-IX	27 9	27,4	28,4	27,4	27.8	27.5	28.8	26.6	27,6	27,8	27,8	27,0	27,1	27,3	28.2	29,0	27,7
Годъ	17,8	19,3	19,4	18.2	19 0	17.9	19,0	18,5	18,0	18.6	19.8	18.0	18 0	18.3	19,8	20,1	18,7

Приложеніе II

Таблица IX.
Ауліе Ата. Температура въ 1 ч. д.

Table IX.
Aoulie-Ata. Température à 1 p. m.

	1899-900	1900-01	901-02	1902-03	1903-04	1904-05	1905-06	1906-07	1907-08	1908-09	1909-10	1910-11	1911-12	1912-13	1913-14	Среднее.
X	18.9	17.4	8.1	15,7	17,7	12,1	18.8	16.0	12,0	10,9	14,9	15,2	12.7	18,1	15,9	15.0
XI	7.0	7.4	10.7	6,0	4.8	10.0	10,5	7.2	3,7	9.6	14.4	5,6	7,3	7.2	5,7	7,8
XII	-3,6	4,2	4.9	3,2	0,5	5.4	3.7	4,7	4 4	3,0	4,6	0,2	-1,9	2.2	5 3	2,7
I	-9,4	-2,3	3,3	0,4	-4,2	-1,8	-0.7	1,7	2.1	-2,4	3,4	0,4	0,3	1.4	6 4	-0,1
II	-4,8	-2,0	3,2	4,3	5,2	-1.1	-2,0	1,5	0,0	4,2	1,1	4.7	4,8	1,4	3,7	1.6
III	6.6	8.5	7,5	1.5	5,6	-0 8	8.4	7,1	5.5	6,6	8 0	7.2	6,9	8,1	11,3	6,5
IV	14,7	17 2	13,9	12,9	12,8	12,5	15,7	17,6	14,2	21,1	15.8	19,1	19,9	13,6	19 6	16.0
V	26,0	21,1	21.9	21,4	25,0	22,1	22,8	21,2	23,3	23.5	25,3	23,5	22,3	24,6	23,7	23,2
VI	27.5	24,6	29,5	26,7	28,5	26,8	31,2	26,0	26,9	27,2	27,6	28,8	29,2	28.5	30,8	28,0
VII	31,5	31,0	30,0	30,1	29,7	29,5	30,2	31,1	31,9	30,7	32.8	29.8	31,1	32,9	32,8	31,0
VIII	28,4	28,0	30,2	29,3	28,6	29,1	30,2	29,2	30,3	31,0	29,4	28,9	28,1	29,6	32,4	29,5
X	24,0	23,2	24,0	24,2	22,9	24,7	23,8	22,3	24,5	24,5	23,3	23,6	23,5	26,2	25,4	24,0
Зимнее полугодіе X – III	2,4	5,5	6.3	5,2	4,9	4.0	6,4	6.4	4.6	5,3	7.7	5,6	5,0	6.4	8,0	5,6
Лѣтнее полугодіе IV—IX	25,4	24,2	24,9	24,1	24,6	24,1	25.6	24,6	25.2	26,3	25,7	25,6	25,7	25,9	27,4	25,3
Годъ	13,9	14,9	15,6	14 6	14.8	14,0	16.0	15.5	14,9	15,8	16,7	15 6	15,4	16.2	17,8	15,4

Приложеніе II.

Таблица X.

Ташкентъ и Ауліе-Ата. Средняя температура въ 1 ч. д.

Table X.

Tachkent et Aoulié-Ata. Température moyenne à 1 p. m.

	1899 -900	1900- -01	1901- 02	1902- -03	1903- -04	1904- -05	1905- -06	1906- -07	1907- -08	1908- -09	19 9 -10	910- -11	1911- -12	912- -13	1913 -14	Среднее.
X	20,8	18,9	10,4	7,0	19,8	14,4	21,0	18,2	12,8	12,9	16,2	16,8	13,9	19,8	17,0	16,7
XI	8,1	9,4	12,0	8,4	8,4	12,8	12,2	10,3	6,4	12,2	16 0	9,6	8,9	9,0	8,6	10,2
XII	-0,8	6,3	7,2	5,5	2,8	6,6	5,0	6,6	5,9	4,7	7,6	1,0	0,2	3,6	7,8	4,7
I	-6,7	0,3	5,3	2,0	-2,6	0,0	0,7	3,0	3,2	-1,0	5,4	1,4	2,3	2,8	7,1	1,5
II	-1,4	3,2	5,2	6,7	7,6	0,3	1,0	3,0	2,6	5,6	4,1	5,8	6,7	2,7	4,9	3,8
III	10,2	12,0	10,0	3,4	9,4	2,8	10,4	9,0	7,8	9,6	9,4	8,8	9,4	9,4	12,4	8,9
IV	16,2	18 6	15,6	15,6	15,0	15,6	16,2	19,0	16,4	21,6	16,9	19,0	20,6	14 9	19,8	17,4
V	27,0	22,8	24,3	22,6	25,8	23,2	24,0	21,8	23,9	24,3	26,2	24,1	23,0	25,6	24,0	24,2
VI	28,8	26,4	31,3	28,6	30,0	28 4	32,0	27,0	28,2	28,4	28,8	30,2	30 0	29,3	31,7	29,3
VII	32,8	32,4	31,5	31,2	31,4	31,0	31,3	32,2	32,8	31,0	33,5	30,4	32,0	33,7	32 9	32,0
VIII	29,8	29,7	31,7	30,7	30,4	30,1	31,6	30,2	31,2	31,3	30,4	29,7	28,8	29,5	32,0	30,5
IX	25,4	24,8	25,6	25,8	24,4	26,5	25,2	23,2	26,0	25,7	24,6	24,6	24,1	26,7	25,5	25,3
Зимнее полугодіе X—III	5,0	8,3	8,4	7,1	7,6	6,1	8,4	8,4	6,4	7,3	9,8	7,2	6,9	7,9	9,7	7,6
Лѣтнее полугодіе IV—IX	26 6	25,8	26,7	25,7	26,2	25,8	26,7	25,6	26,4	27,0	26,7	26,3	26,4	26,6	27,8	26,4
Годъ	15,8	17,1	17,5	16,4	16,9	16,0	17,6	17,0	16,4	17,2	18,3	16,8	16,7	17,2	18 8	17,0

Приложеніе II

Таблица XI Ташкентъ. Разность между температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ.

Table XI
Tashkent. Temperature à 1 p. m. moins minimum moyen.

	1899-900	1900-01	1901-02	1902-03	1903-04	1904-05	1905-06	1906-07	1907-08	1908-09	1909-10	1910-11	191 -'2	1912-13	1913-14	1914-15	Среднее.
X	14,8	13,2	8,9	12,5	15,3	13,3	14 8	14,9	9,9	11 8	13 0	12,9	12,2	15,1	10,9	13,2	12,9
XI	8,1	7 6	9,2	9,3	10,9	11,4	10,9	10,8	7,3	10,8	10,7	13,1	11,1	11,3	8,7	7,7	9,9
XII	6,3	8,6	9,1	7,1	8,9	6,5	8,2	6 6	8,3	7,9	9,8	9,4	8,7	7,0	8,5	6,1	7,9
I	9,6	9,4	8,7	9,3	11,1	8,1	10,0	9,0	7,6	10,4	7,7	6 9	7,1	6 5	8,0	9,3	8,7
II	10,5	11,4	8,6	9,2	10,4	9,1	7,4	9,6	7,4	8,6	7,5	8,8	9,4	8,4	7,1	8,2	8,8
III	9,7	10,9	9,9	7,9	9,5	8,0	10,2	9 4	8 4	7,9	8 1	7,0	9 2	11,5	9 6	10,9	9,3
IV	10,8	11,9	10,5	11,1	10,7	10,9	11,6	10,0	9 4	10,6	11 0	9,8	11,7	11,0	10,4	9,0	10,6
V	12,4	12,2	12,6	12,1	12,9	10,9	12,8	11,2	12,2	12,2	11,9	11,4	11,4	12,4	11,4	13,0	12,1
VI	13,1	12,8	15,0	14,1	15,0	13,5	14,6	12,7	14,1	14,1	12,5	14,0	13,6	14,4	13,8	14,6	13,9
VII	15,0	16,4	15,9	14,5	16,3	14,2	14,2	14,8	15,8	13,1	15,0	14,0	15,4	16,0	15,4	13,8	15 0
VIII	15,7	16,7	17,6	15,7	17,0	15,1	15,9	15,2	16,7	15,7	14,8	15,1	15,1	15,3	15,9	15,7	15,8
IX	16,2	15,2	16,7	15,2	16,0	16,6	15,0	13,9	16,3	15,7	14,6	14,3	15,1	16,2	16,1	16,7	15,6
Зимнее полугодіе X–III	9,8	10,2	9,1	9,2	11,0	9,4	10,2	10,0	8,2	9,6	9,5	9,7	9,6	10,0	8,8	9,2	9,6
Лѣтнее полугодіе IV–IX	13,9	14,2	14,7	13,8	14,6	13,5	14,0	13,0	14,1	13,6	13,3	13,1	13,7	14 2	13,8	13,8	13,8
Годъ	11,8	12,2	11,9	11,5	12,8	11,5	12,1	11,5	11,1	11,6	11,4	11,4	11,7	12,1	11,3	11,5	11,7

Приложеніе II.

Таблица XII.
Ташкентъ. Облачность въ 1 ч. д.

Table XII.
Tachkent. Nébulosité à 1 p. m.

	1899--900	1900--01	1901--02	1902--03	1903--04	1904--05	1905 -06	1906 -07	1907--08	1908--09	1909--10	1910--11	1911--12	1912--13	1913--14	1914 -15	Среднее.
Октябрь	3,0	3,5	5,3	4,4	2.4	2,3	2,9	1,8	5 9	4,9	4 1	4,2	4,5	3.9	7,2	3,8	4 0
Ноябрь	6,1	7,0	6,0	7,2	4,0	5,0	5,1	5,2	7 4	4,1	4,3	2,2	5 3	5,3	6,5	7,8	5,5
Декабрь	8.5	5,5	6.3	6 1	5,8	6,9	5.5	6 9	6.1	6,5	5,0	7,2	6 9	8.7	7.4	7.4	6,7
Январь	7,8	6,6	5.3	5,7	4.8	7,1	5,6	6,4	7,7	5,5	6 7	7,7	6 6	8.1	8,3	6,7	6,7
Февраль	6.2	1,3	6,2	6.4	4,9	4,5	6,8	6.7	6 8	5,5	7 4	6 9	7 5	8,8	8.2	5.6	6 2
Мартъ	6,4	5,8	6,6	7,8	7,3	6,1	5.0	5,3	6 0	7,4	6,9	7 9	5.7	5,5	7,3	6,7	6,5
Апрѣль	5.4	4,3	7,0	5,8	5,5	6,6	4,1	7 7	6,1	5.6	5,1	6 8	6.0	7.5	6,7	8,0	6 1
Май	4,0	5,4	6,1	4,5	4,7	5 4	4.8	5 9	3 6	5,0	5,6	6,1	5,4	6.8	6,8	3,5	5 2
Іюнь	3.2	4.3	1,9	4,2	1.0	1,6	1,5	4.0	2,8	2.4	4.5	1,2	2 6	2,2	2,8	2,2	2.6
Іюль	1,7	1,4	0,5	1,9	1,0	0,9	1 1	1.4	1 1	3,2	0.9	1,8	0 6	0,2	1,5	3,7	1.4
Августъ	1,0	0,7	0,5	0,5	0.5	1,1	1.7	0,9	1 3	0.8	0,7	0 7	1.3	0.3	0,6	1.1	0,9
Сентябрь	1,0	2,4	1,6	2,1	1,1	0 5	1,6	3,3	1 6	1 6	2,4	2 4	2 7	1,6	0,6	1,5	1,7
Зимнее полугодіе X—III	6 3	5,0	6.0	6,3	4 9	5,3	5 2	5.4	6 6	5.6	5 7	6,0	6 1	6 7	7,5	6,3	5.9
Лѣтнее полугодіе IV—IX	2,7	3.1	2,9	3,2	2,3	2,7	2 5	3 9	2 8	3.1	3,2	3,2	3 1	3,1	3.2	3,3	3,0
Годъ	4,5	4,0	4.4	4,7	3,6	4,0	3 8	4.6	4 7	4,4	4,5	4 6	4.6	4.9	5,3	4,8	4,5

ПРИЛОЖЕНІЕ III.

Списокъ корреляцій. *)

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X	Наименованіе перемѣнныхъ. Y	Коэффиціентъ корреляцій.	Уравненіе для вычисленія y
	I. Расходы Чирчика за гидрологическій годъ (1 X - 30 IX)			
1	Осадки за гидрологическій годъ.	Расходы за гидрологическій годъ.	+0,86	y=0,0609 X + 5,9
2	Осадки съ X по V.	„ „	+0,92	y=0,0671 X + 6,3
3	Осадки за зимнее полугодіе.	„ „	+0,87	y=0,0639 X + 12,8
4	Осадки въ Ташкентѣ съ X по V.	„ „	+0,81	y=0,0520 X + 8,8
5	Осадки въ Ауліе-Атѣ съ X по V.	„ „	+0,84	y=0,0559 X + 7,4
	II. Расходы за зимнее полугодіе (1/X —31 III **)			
1	Осадки за зимнее полугодіе.	Расходы за зимнее полугодіе.	+0,72	y=0,0194 X + 7,2
2	Средняя суточная температура за зимнее полугодіе.	„ „	—0,19	
3	Средняя температура въ 1 ч. д. за зимнее полугодіе.	Расходы за зимнее полугодіе.	—0,32	

*) Всѣ метеорологическіе элементы, если нѣтъ спеціальной оговорки, представляютъ собою ариѳметическое среднее изъ наблюденій станцій Ташкентъ и Ауліе-Ата. Въ виду того, что вычисленія были начаты еще до обработки наблюденій за 1915 г. данныя этого года не входятъ въ коэффиціенты корреляцій этого списка. Коэффиціенты, при вычисленій которыхъ принимался во вниманіе 1915 г. или же пропускался какой-нибудь изъ предшествующихъ годовъ отмѣчены звѣздочками.

**) См. также Отдѣлъ III № 22 и 23.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	Y.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія y
	III. Расходы за	лѣтнее полу	годіе	(1 IV—30 IX).
1	Осадки съ X по V.	Расходы за лѣтнее полугодіе.	+0,91	$y=0,1152X+7.0$
2	Осадки съ X по III	„ „	+0,85	$y=0,1085X+18,5$
3	Осадки съ XI по III	„ „	+0.82	$y=0.1385X+16.6$
4	Осадки съ IX по III	„ „	+0,85	$y=0,1085X+17,7$
5	Осадки съ X по XII	„ „	+0.72	$y=0.1244X+29,6$
6	Осадки съ XI по I	„ „	+0,68	$y=0.1305X+27,8$
7	Осадки съ XII по II	„ „	+0,63	$y=0,2084X+21,2$
8	Осадки съ I по III	„ „	+0,79	$y=0.2449X+15,1$
9	Осадки съ II по IV	„ „	+0,56	$y=0.2047X+18,0$
10	Осадки съ III по V	„ „	+0,39	
11	Осадки съ X по I	„ „	+0.77	$y=0,1119X+26,1$
12	Осадки съ X по II	„ „	+0.80	$y=0,1079X+23,2$
13	Средняя температура въ 1 ч. д. за лѣтнее полугодіе	„ „	—0.02	
14	Температура въ 1 ч. д. за предшествующее зимнее полугодіе	„ „	—0,17	
15	Температура въ 1 ч. д. за мартъ.	„ „	—0.20	
16	Разность между температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ.	„ „	—0,74	$y=-10,60X+143,8$

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	У.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія y
17	Облачность въ 1 ч. д. за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ. *)	Расходы за лѣтнее полугодіе.	+0,48	
18	Число дней съ осадками за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ.	„ „	+0,75	$y=0{,}763X+37{,}9$
19	Среднее барометрическое давленіе за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ.	„ „	+0.29	
20	Средняя мѣсячная амплитуда колебанія давленія за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ. **)	„ „	+0,36	
21	Расходъ за III.	„ „	+0.72	$y=2{,}231X+15{,}8$
22	Расходы за предшествующее зимнее полугодіе.	„ „	+0,67	$y=3{,}18X+5.5$
23	Расходы за слѣдующее зимнее полугодіе. **)	„ „	+0,44	
	IV. Расходы за периоды, не совпадающіе съ предшествующими и большіе мѣсяца.			
1	Осадки съ X по V.	Расходы за годъ съ XII по XI.	+0,91	$y=0{,}0677X+6{,}4$
2	Осадки съ X по V.	Расходы за годъ съ II по I.	+0,91	$y=0{,}0654X+6{,}8$
3	Осадки съ X по V.	Расходы за годъ съ IV по III.	+0,90	$y=0{,}0634X+7{,}4$
4	Осадки съ X по V.	Расходы съ X по V.	+0,90	$y=0{,}0447X+5.0$

*) n=16; съ 1899/00—1914/15.
**) n=14; съ 1900/01—1913/14.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	Наименованіе перемѣнныхъ. Y.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія y
5	„Исправленные" осадки съ X по V.	Расходы съ X по V.	+0,94	$y=0,0483X+4,0$
6	Осадки съ X по V.	Расходы съ X по VIII.	+0,92	$y=0,0699X+6,2$
7	„Исправленные" осадки съ X по V.	„ „	+0,98	$y=0,0763X+4,3$
8	Осадки съ X по V.	Расходы съ IV по X.	+0,91	$y=0,1011X+7,4$
9	„ „ „	Расходы съ IV по VIII.	+0,91	$y=0,1318X+6,6$
10	Осадки съ X по II *)	Расходы съ XI по II *)	+0,77	$y=0,0210X+7,2$
11	Осадки съ X по II *)	Расходы съ XII по II *).	+0,79	$y=0,0179X+7,0$
12	Осадки съ X по II *) (осадки за X и XI съ двойнымъ вѣсомъ).	„ „	+0,81	$y=0,0108X+7,4$
13	Осадки съ XII по II	„ „	+0,45	
	V. Расходы	**за мартъ и**	**апрѣль.**	
1	Осадки съ X по III	Расходы за III	+0,64	$y=0,0265X+6,0$
2	„ „ „	„ „ IV	+0,64	$y=0,0808X+9,7$
3	„ съ X по IV	„ „ „	+0,64	$y=0,0787X+7,0$
4	„ за IV	„ „ „	+0,03	
5	„Запасъ влаги" къ концу III.	„ „ „	+0,62	$y=0,0888X+12,2$
6	Произведеніе суммы осадковъ съ X по IV на температуру въ I ч. д. за IV.	„ „ „	+0,77	$y=0,00532X+3,4$

*) n—14; безъ 1899/00 годъ.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣныхъ. X.	У.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія y
7	Произведеніе суммы осадковъ съ X по III на температуру въ 1 ч. д. за апрѣль.	Расходы за IV.	+0,75	$y=0{,}00534X+7{,}6$
8	Произведеніе суммы осадковъ съ X по III на „эффективную" температуру въ 1 ч. д. $t-10.^{0}5$ за IV.	„ „ „	+0,77	$y=0{,}0109X+10{,}8$
9	Температура въ 1 ч. д. за III.	Расходы за III	+0,19	
10	Температура въ 1 ч. д. за IV.	Расходы за IV.	+0,44	
11	Температура въ 1 ч. д. за III.	Разность расходовъ IV—III.	+0,16	
12	Разность температуръ въ 1 ч. д. IV—III.	„ „ „	+0,30	
13	Осадки съ X по III. помноженные на разность температуръ въ 1 ч. д. IV—III. *)	„ „ „	+0,52	$y=0{,}00416X+7{,}4$
14	Облачность въ 1 ч. д. въ Ташкентѣ за IV. **)	Расходы за IV	+0,30	
15	Расходы за II	Расходы за III	+0,77	$y=1{,}60X-3{,}5$
16	„ „ III.	„ „ IV	+0,76	$y=2{,}33X+0{,}0$
17	Расходы за третье десятидневіе марта. ***)	„ „ „	+0,75	$y=1{,}02X+12{,}2$
18	Расходы съ X по III.	„ „ „	+0,54	$y=2{,}57X-2{,}0$

*) n=14; безъ 1900,00 года
**) n=16; съ 1899 00 -1914 15 г.
***) n=15; съ 1901—1915 г.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	У.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія y
	VI. Расходы за остальные мѣсяцы.			
1	Осадки за X *)	Расходы за X *	+0,44	
2	Осадки съ X—V. предшествующаго гидрологическаго года.	„ „ „	+0,60	$y=0,0170X+8,6$
3	Осадки съ X по XI.	Расходы за XI	+0,84	$y=0,0514X-9,0$
4	Осадки съ X по V предшествующаго гидрологическаго года.	„ „ „	+0,45	
5	Осадки съ X по XII **)	Расходы за XII	+0,79	$y=0,0291X+8,0$
6	„ „ X „ I **)	„ „ I	+0,84	$y=0,0189X+7,2$
7	„ „ X „ II	„ „ II	+0,79	$y=0,0168X+6,7$
8	„ „ X „ V	„ „ V	+0,90	$y=0,1607X+3,6$
9	„ „ X „ V	„ „ VI	+0,89	$y=0,1840X+12,3$
10	„ „ X „ V	„ „ VII	+0,76	$y=0,1635X+3,3$
11	„ „ X „ V	„ „ VIII	+0,60	$y=0,0638X+12,7$
12	„ „ X „ V	„ „ IX	+0,73	$y=0,0326X+9,3$
13	„ „ X „ III	„ „ VI	+0,82	$y=0,1702X+31,2$
14	„Запасъ влаги“ къ концу мая.	„ „ „	+0,86	$y=0,2830X+18,3$
15	„Исправленный запасъ влаги“ къ концу мая.	„ „ „	+0,90	$y=0,3280X+10,4$
16	„Исправленные“ осадки съ X по V.	„ „ „	+0,88	$y=0,1872X+11,4$
17	„Исправленные“ осадки съ X по V.	Расходы за IX	+0,81	$y=0,0372X+7,8$

*) n=14; безъ 1800 г.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	Наименованіе перемѣнныхъ. Y.	r. Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія. y
18	Температура въ 1 ч. д. за X	Расходы за X.	—0,36	
19	Тоже за XI.	„ „ XI.	—0,21	
20	„ „ „ XII.	„ „ XII.	+0,07	
21	„ „ „ I	„ „ I.	—0,12	
22	„ „ „ II.	„ „ II.	+0,11	
23	„ „ „ V.	„ „ V.	—0,01	
24	„ „ „ VI.	„ „ VI.	+0,27	
25	Температура въ 1 ч. д. за VII.	Расходы за VII.	+0,15	
26	„ „ VIII.	„ „ VIII.	+0,21	
27	„ „ IX.	„ „ IX.	+0,09	
28	Произведеніе „исправленнаго запаса влаги“ къ концу мая на „эффективную“ температуру іюня въ 1 ч. д./=t—10°,5/	Расходы за VI.	+0,94	$y = 0{,}01733X + 12{,}2$
29	Произведеніе суммы осадковъ съ X по V на температуру въ 1 ч. д. за VI.	„ „ „	+0,91	$y = 0{,}00605X + 14{,}2$
30	Произведеніе суммы осадковъ съ X по V на температуру въ 1 ч. д. за IX.	Расходы за IX.	+0,70	$y = 0{,}00113X + 10{,}3$
31	Расходы за X.	Расходы за XI.	+0,85	$y = 1{,}254X - 4{,}7$
32	„ „ XI.	„ „ XII.	+0.85	$y = 0{,}540X + 4{,}0$
33	„ „ XII.	„ „ I.	+0,96	$y = 0{,}731X + 2{,}0$
34	„ „ I.	„ „ II.	+0,96	$y = 0{,}947X + 0{,}1$

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ. X.	Наименованіе перемѣнныхъ. Y.	r Коэффиціентъ корреляціи.	Уравненіе для вычисленія. y
35	Расходы за IV.	Расходы за V.	+0,72	$y = 1{,}028X + 24{,}2$
36	„ „ V.	„ „ VI.	+0,93	$y = 1{,}078X + 11{,}6$
37	„ „ VI.	„ „ VII.	+0,65	$y = 0{,}677X + 6{,}8$
38	Расходы за VII.	Расходы за VIII	+0,89	$y = 0{,}443X + 8{,}7$
39	„ „ VIII.	„ „ IX.	+0,89	$y = 0{,}272X + 7{,}1$
40	„ „ IX.	„ „ X.	+0,86	$y = 0{,}544X + 3.4$
41	„ съ X по V.	„ „ VI.	+0,77	$y = 3.186X + 9.1$
42	„ „ X „ VIII.	„ „ IX.	+0,85	$y = 0{,}497X + 5{,}4$
	VII. Максимальные расходы.			
1	Осадки съ X по III.	Максим. расход.	+0,71	$y = 0\ 2021X + 46.7$
2	„ „ X „ V.	„ „	+0,82	$y = 0{,}2312X + 20{,}4$
	VIII. Вспомогательныя корреляціи (понадобившіяся для вычисленія частныхъ корреляцій).			
1	Средняя суточная температура за зимнее полугодіе.	Осадки за зимнее полугодіе.	+0,08	
2	Разность между температурой въ 1 ч. д и среднимъ минимумомъ за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ.	„ „	—0,71	$y = -79{,}86X + 983{,}4$
3	Произведеніе суммы осадковъ съ X по V на температуру въ 1 ч. д. за іюнь.	Осадки съ X по V.	+0,98	

IX. Корреляціи трехъ перемѣнныхъ.

№№ по порядку.	Наименованіе перемѣнныхъ.	Коэффиціенты корреляціи.		Формула для вычисленія X_1	Полный коэффиціентъ корреляціи для X_1
1	X_1= расходы лѣтняго полугодія.	$r_{12}=+0,72$	$r_{12.3}=+0,43$	$X_1=0,913\ X_2+0,0844\ X_3+13,0;$	$R=0,88$
	X_2= расходы марта.	$r_{13}=+0,85$	$r_{13.2}=+0,73$		
	X_3= осадки за зимнее полугодіе.	$r_{23}=+0,64$	$r_{23.1}=+0,09$		
2	X_1= расходы лѣтняго полугодія.	$r_{12}=-0,74$	$r_{12.3}=-0,37$	$X_1=-3,97\ X_2+0,0832\ X_3+62,1;$	$R=0,87$
	X_2= разность между температурой въ 1 ч. д. и среднимъ минимумомъ за зимнее полугодіе въ Ташкентѣ.	$r_{13}=+0,85$	$r_{13.2}=+0,68$		
	X_3= осадки за зимнее полугодіе.	$r_{23}=-0,71$	$r_{23.1}=-0,24$		
3	X_1= расходы апрѣля.	$r_{12}=+0,64$	$r_{12.3}=+0,31$	$X_1=0,0335\ X_2+1,806\ X_3-1,1.$	$R=0,78$
	X_2= осадки съ X по III.	$r_{13}=+0,76$	$r_{13.2}=+0,59$		
	X_3= расходы марта.	$r_{23}=+0,64$	$r_{23.1}=+0,31$		
4	X_1= расходы іюня	$r_{12}=+0,89$	$r_{12.3}=+0,33$	$X_1=0,0564\ X_2+0,795\ X_3+9,4;$	$R=0,94$
	X_2= осадки съ X по V.	$r_{13}=+0,93$	$r_{12.3}=+0,66$		
	X_3= расходы мая	$r_{23}=+0,90$	$r_{23.1}=+0,43$		
5	X_1= расходы іюня	$r_{12}=+0,92$	$r_{12.3}=+0,46$	$X_1=0,00631\ X_2-$ $-0,00841\ X_3+14,5;$ или $X_1=0,00631\ X_3(t-1,3)+14,5$ гдѣ t=температурѣ въ 1 ч. д.	$R=0,91$
	X_2= произведеніе температуры іюня въ 1 ч. д. на осадки съ X по V.	$r_{13}=+0,89$	$r_{13.2}=-0,02$		
	X_3= осадки съ X по V.	$r_{23}=+0,98$	$r_{23.1}=+0,88$		

Résumé.

Les principaux résultats. auxquels nous sommes arrivés dans ce travail, peuvent être résumes de la maniere suivante.

1. La congelation du bassin du Tchirtchik est relativement nsignifiante. Jusqu'à ce jour on connait environ 34 glaciers, pour la plupart, itres petits.

2. Le Tchirtchik appartient au type des rivieres aimentees par la fonte des neiges périodiques: le rôle des neiges persistantes et des glaciers est rela tivement insignifiant.

3. Dans des recherches hydrologiques il est necessaire de faire une distinction entre l'année hydrologique, hydrographique et „hydrometéorologique," dont les dates de commencement peuvent varier non seulement pour les differentes rivieres, mais aussi pour une seule et même riviere. Le commencement de l'année hydrographique coïncide avec la date, où la variabilité des debits atteint le minimum. L'année hydrologique est celle, où l'on obtient la plus étroite relation entre debits et precipitations atmospheriques. Le commencement de l'anné „hydrométéorologique" coïncide avec le commencement de l'accumu lation des neiges dans le bassin de la riviere.

4. Pour le Tchirtchik les dates initiales des années ci-dessus peuvent être ainsi fixees: pour l'annee hydrographique—le 1. fevrier; pour l'année-hydrologique, ainsi que pour l'année „hydrométéorologique"—le 1. octobre.

5 Le débit annuel moyen du Tchirtchik égale 26. 6 sag. cub. (258 metres cub.) par sec., ce qui représenterait par an une couche d'eau d'environ 700 mm sur la surface du bassin. La quantité des précipitations atmospheriques est inconnue: comme limite inférieure on pourrait admettre 1200 mm.; mais il est probable, qu' elle est encore plus grande.

6. Le débit moyen du Tchirtchik pour l'année hydrologique dépend essentiellement des précipitations.

7. Le débit d'une année hydrologique dépend de la somme des précipitations d'octobre à mai: les précipitations des mois d'été n'influencent pas les débits d'une maniere sensible. La relation entre les debits de l'année hydrologique et les précipitations d'octobre a mai est très étroite; nous en avons la preuve dans le coéfficient de corrélation égalant +0,92; (voir aussi la figure IV).

8. Pendant le semestre d'hiver (d'octobre à mars) les eaux souterraines prevalent dans l'alimentation du Tchirtchik. En moyenne pendant les mois de décembre jusqu'en fevrier l'afflux soutorrain egale environ 9.0 sag. cub. (=87 m. cub.) ou 90% du débit entier.

9. *Le* debit du semestre d'hiver depend des precipitations de ce même semestre (le coeff. de corr. égalant-|-0.72). *L*'intluence de la température est imperceptible. *L*'afflux souterrain pendant le semestre d'hiver dépend des précipitations de ce même semestre, principalement de sa premiere partie.

10. *Le* débit du semestre d'eté (d avril à septembre) dépend de la somme des precipitattons d'octobre jusqu'à mai: le coeff. de correl. égale.-|-0.91 L'influence de la température sur la somme entiere des debits d'eté est imperceptible; par contre l'influence de la température se fait remarquer d'une part dans la distribution des débits entre les mois du semestre d'eté, d'autre part dans les fluctuations des débits pendant la crue estivale.

11. Une corrélation assez prononcée existe entre les débits du semestre d'été et les quantités suivantes:

a) nombre des jours de precipitations pendant le semestre d'hiver (coéff. de correl.= -|-0.75):

b) difference entre la température à 1 heure p. m. et le minimum moyen du semestre d'hiver (coeff. de correl.= —0.74|:

c) débit de mars (coéff. de corrél.= -|-0.72).

12. La relation entre les débits pendant les divers mois du semestre d'eté, les quantites de neige dans le bassin et la temperature de l'air peut être exprimée approximativement par la formule suivante:

$$y = cvT + C_0.$$

où y=le debit pendant le mois donné, c=const., v=la quantité de neige dans le bassin au commencement du mois: T=la température „effective": *) Co=l'afflux souterrain.

13. Si l'on considère la relation entre les débits de mois isolés et la température prise à part, on s'aperçoit que les débits ne dépendent pas de la température.

14. *La* relation entre les débits et les precipitations est très prononcée, si l'on prend les sommes des précipitations d'octobre jusqu' au mois donné inclusivement.

15. *Les* débits des mois isoles pendant la crue sont le plus étroitement liés non pas au sommes des précipitations précitées, mais aux produits de ces sommes avec la température de ces mois: cette relation confirme indirectement a formule du point 12.

16 *La* relation entre le débit d'un mois donné et le débit du mois

*) c'est à dire la difference entre la température actuelle et la température, à laquelle commence la fonte des neiges dans le bassin. Voir Imbeaux: Zeitschrift für Gewässerkunde; v. I. p. 274.

précédent est très prononcée; (les coëff. de correl. varient entre+0.96 et+0.65r

17. Les oscillations des débits de courte durée dépendent soit de la température, soit des pluies. L'influence de la température se fait remarquer le plus pendant la crue estivale. L'influence des précipitations se fait remarque) non seulement en cas de pluies prolongées, mais aussi en cas d'averses; toutefois dans l'un et l'autre cas les amplitudes des oscillations des débits occasionnées par les précipitations sont beaucoup plus petites que celles provenant de la température.

18. Le pronostic du débit moyen du semestre d'été peut se faire au moyen de la formule suivante: y=0.1085x -+18.5; r= + 0.85, où y=le débit cherché en sag. cub., x=la somme des précipitations d'octobre à mars, r=le coëff. de corrél. entre x et y. Ladite formule permet de faire des pro-l nostics avec l'erreur moyenne égalant 3.4 sag. cub. ou 8°/o du débit normal moyen. Le pronostic du débit d'été pourrait aussi se faire déja à la fin de février, janvier et même de décembre, mais, naturellement, avec une précision moindre.

19. La formule suivante donne des résultats un peu plus exacts que la formule précédente:

y=0.0838 X_1, +0.456 X_2—1.987 X_3+37 6, où y=le debit cherché, X_1=la somme des précipitations pendant le semestre d'hiver; X_2=le débit de mars; X_3=la différence entre la température à 1 heure p. m. et le minimum moyen pendant le semestre d'hiver. Cette formule permet de faire des pronostics avec une erreur moyenne de 3.1 sag. cub. ou 7°/o de la quantite normale.

20. Les prédictions des débits des mois isolés peuvent être faites aussi bien au moyen des débits des mois précedents, qu, au moyen des sommes des précipitations depuis octobre. En ce dernier cas les pronostics obtenus sont, naturellement, d' autant moins exacts, qu' ils n'ont été faits plus tôt. Pour obtenir des résultats plus exacts, on peut combiner la température avec la somme des précipitations depuis octobre jusqu' a la fin du mois précédent. C'est ainsi que les débits de juin peuvent être calculés au moyen de la formule suivante:

y=0.0564 X_1 +0.795 X_2+9.4, où y=débit de juin en sag. cub.; X_1= précipitations depuis octobre jusqu' a mai; X_2=débits de mai. Le coëff. de corrél. totale egale+0.94. Cette formule permet de calculer les débits de juin avec une erreur moyenne égalant 4.6 sag. cub. ou 7°/o de la quantité normale. Les résultats obtenus par cette formule sont consignés dans la figure IX, alors que la figure VIII montre les résultats du pronostic des débits de juin, fait au moyen de la somme des précipitations d'octobre à mars

21. Les résultats de cet ouvrage tout en démontrant la possibilité d'organiser des pronostics pour le Tchirtchik et les rivières du même type, indiquent en même temps l'extrême insuffisance du réseau meteorologique existant, surtout dans la partie montagneuse du bassin.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

Введеніе 1

Глава I. Общія свѣдѣнія о бассейнѣ и водоносности Чирчика . 2

Глава II. Снѣга и ледники въ бассейнѣ Чирчика . . . 7

Глава III. Гидрологическій, „гидрометеорологическій" и гидрографическій годы въ режимѣ Чирчика. 10

Глава IV. Общія замѣчанія относительно зависимости режима Чирчика отъ метеорологическихъ факторовъ 16

Глава V. Расходы за гидрологическій годъ 17

Глава VI. Расходы за зимнее полугодіе 19

Глава VII. Расходы за лѣтнее полугодіе 23

Глава VIII. Расходы за отдѣльные мѣсяцы 28

Глава IX. Кратковременныя колебанія расходовъ 39

Глава X. Прогнозъ расходовъ 42

Глава XI. Выводы 51

Приложеніе I Основныя понятія метода корреляціи. 55

Приложеніе II Метеорологическія и гидрометрическія таблицы 59

Приложеніе III. Списокъ корреляцій 71

Resume 80

Карта бассейна Чирчика.

Графики № 1—9.

Труды метеорологическаго Отдѣла Гидрометрической Части въ Туркестанѣ.

№ 1. Приложеніе теоріи корреляціи къ вопросу о предсказаніи ночного минимума температуры для естественной поверхности почвы. Э. Ольдекопъ 1915 г. ц. 25 коп.

№ 2. Инструкція для производства наблюденій надъ испареніемъ воды. Э. Ольдекопъ 1915 г. ц. 60 к

№ 3. Инструкція для установки горныхъ дождемѣровъ и производства отсчетовъ по нимъ. Э. Ольдекопъ 1916 г. ц. 25 к.

№ 4. Опытъ конструкціи упрощенной защиты для термометровъ Э. Ольдекопъ 1916 г. 25 к.

№ 5. а) Недостатокъ насыщенія и способы вычисленія его.
б) Таблицы для точнаго и приближеннаго вычисленія недостатка насыщенія Э. Ольдекопъ.

№ 6. Къ вопросу о прогнозѣ расходовъ рѣкъ въ Туркестанѣ 1917 г. Э. Ольдекопъ. Отд. от. изъ Бюлл. Гидром. Части.

№ 7. Графическій способъ опредѣленія дефицита насыщенія по срочнымъ наблюденіямъ абсолютной и относительной влажности. Л. К. Давыдовъ 1917 г. Отд. оттискъ изъ Бюлл. Гидром. Части.

№ 8. Соотвѣтствуютъ ли показанія плавучаго испарителя истинной величинѣ испаренія съ окружающей водной поверхности 1917 г. Э. Ольдекопъ Отд, оттискъ изъ Бюлл. Гидр. Части.

№ 9. Зависимость режима Чирчика отъ метеорологическихъ факторовъ Э. Ольдекопъ 1917 г.

ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА

ГОРНОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ЧИРЧИКА

МАСШТАБЪ 1:840,000



УСЛОВНЫЯ ОБОЗНАЧЕНІЯ:

Граница бассейна I-го порядка

II

III

Вѣчные снѣга

Ледникъ

Средніе максимальные и минимальные расходы Чирчика за періодъ 1900-1914 г.

Графикъ №1



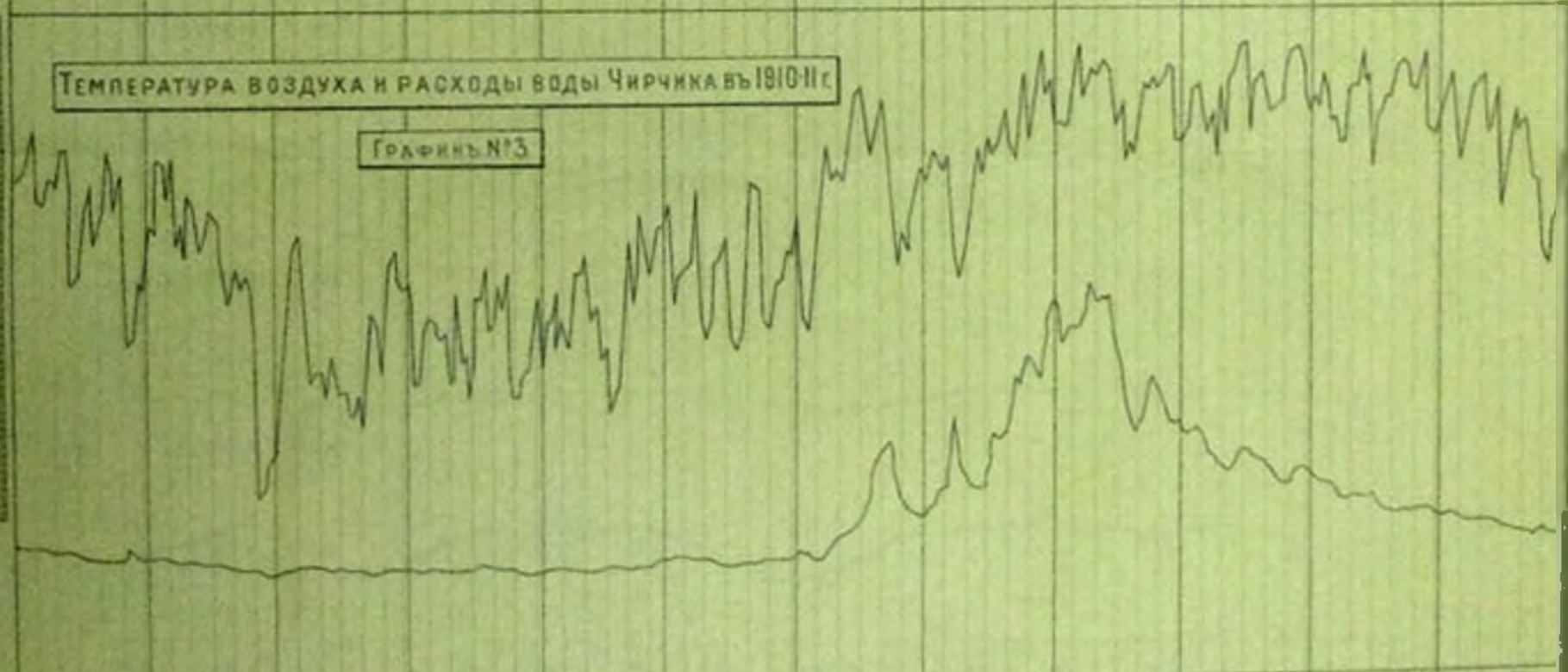
Температура воздуха и расходы воды Чирчика въ 1907-8 г.

Графикъ №2

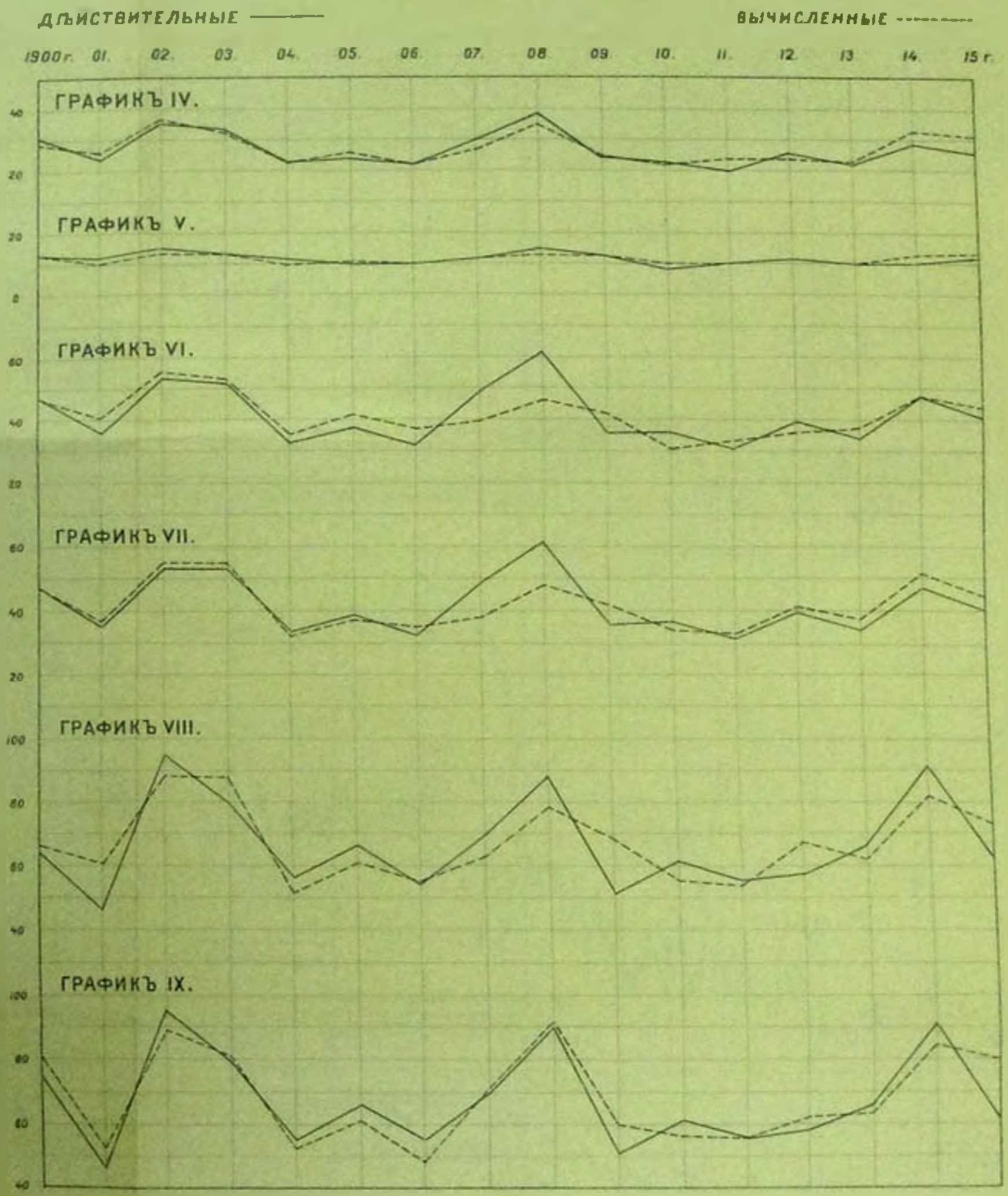


Температура воздуха и расходы воды Чирчика въ 1910-11 г.

Графикъ №3



Расходы р. Чирчика.



Графикъ IV. Расходы за гидрологическій годъ, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ съ октября по май.
Графикъ V. Расходы за зимнее полугодіе, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ за зимнее полугодіе.
Графикъ VI Расходы за лѣтнее полугодіе, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ съ октября по [illegible]
Графикъ VII Расходы за лѣтнее полугодіе, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ съ октября по май.
Графикъ VIII Расходы за іюнь, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ за зимнее полугодіе.
Графикъ IX Расходы за іюнь, дѣйствительные и вычисленные на основаніи осадковъ съ октября по май и расходовъ мая