

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
им. В. А. БУГАЕВА

Т. И. МОЛОСНОВА, О. И. СУББОТИНА,
С. Г. ЧАНЫШЕВА

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Под редакцией
канд. физ.-мат. наук А. Д. ДЖУРАЕВА



В предлагаемой работе исследуются изменения метеорологического режима в Приаралье под влиянием особенностей общей циркуляции атмосферы и антропогенных факторов.

Монография представляет собой климатическое описание территории Приаралья не только в многолетнем плане, как это было представлено в работе О.М.Житомирской, но и в те временные периоды, когда происходило изменение уровня Аральского моря.

Рассчитана на климатологов, синоптиков-долгосрочников и гидрологов.

К I903040000 - 315 5-87(2)
069(02) - 87

© Среднеазиатский региональный
научно-исследовательский
институт Госкомгидромета,
1987 г.

ВВЕДЕНИЕ

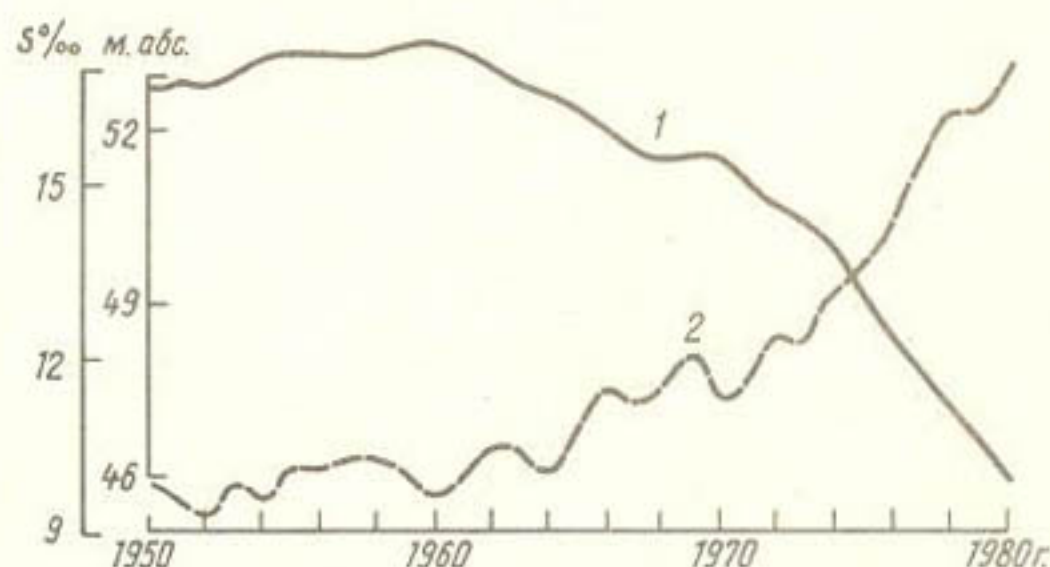
Проблема изменения и сохранения Аральского моря уже многие годы обсуждается на страницах научных и научно-популярных журналов, но она по-прежнему является чрезвычайно актуальной и требует своего скорейшего разрешения.

Аральское море является тем уникальным водоемом, расположенным в пустыне, который привлекает внимание целого ряда специалистов: океанологов, ихтиологов, климатологов, гидрологов. Особый интерес к нему появился в начале 60-х годов, когда уровень моря начал снижаться. Необходимо было представить, каково будет влияние процесса усыхания моря на природу прилегающих к нему территорий, а так как падение уровня моря неизбежно, то уже сейчас необходимо принять соответствующие меры по предотвращению возможных отрицательных экологических изменений в Приаралье.

В 1976 г. начались комплексные исследования изменений гидрологического, гидрохимического, гидробиологического режима Аральского моря, кроме того, в этот же период приступили к изучению климата, микроклимата, растительного и почвенного покрова, животного мира, гидрогеологических, геоморфологических и других природных процессов, протекающих в Приаралье.

С 1960 г. (рис. I) наблюдается неуклонное снижение уровня моря, приведшее к сокращению площади водной поверхности, уменьшению объема водных масс и глубины, к существенному изменению конфигурации береговой линии, к значительному увеличению солености морских вод. Интенсивное снижение уровня, которое влечет за собой увеличение минерализации грунтовых, речных, морских вод и почв, вносит существенные изменения в жизнь самого водоема и всей прилегающей к нему территории. Например, в результате того, что воды Сырдарьи перестали проникать в обсохшее русло Жанадарьи, прекратилась фильтрация этих вод в русло. Это привело к угрозе гибели самого крупного в Средней Азии массива черносаксаулового леса, занимающего площадь около 300 тыс. га. Следовательно, оказываются под угрозой

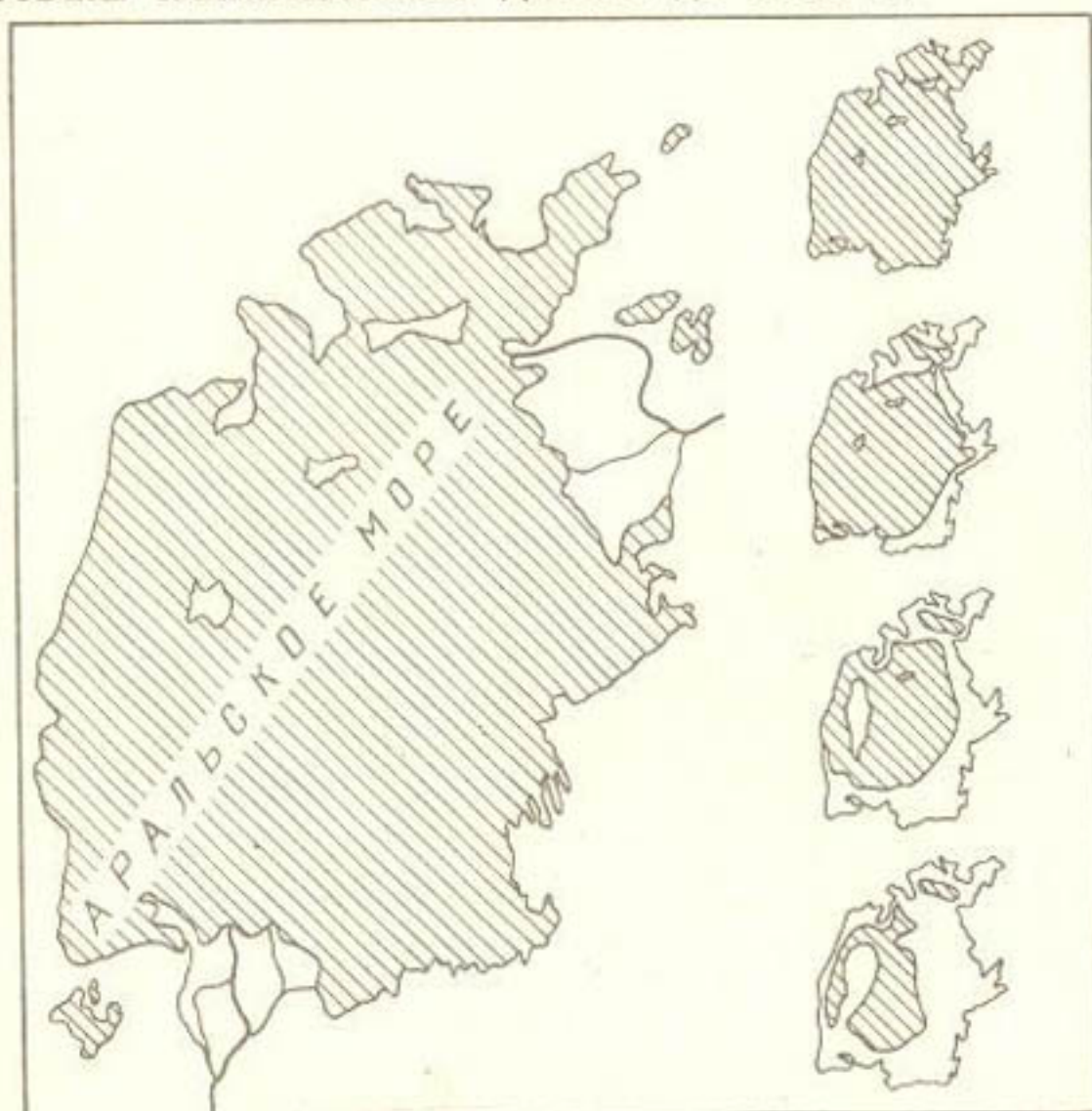
запасы топлива, места выпаса животных. Такое изменение экосистем, уменьшение их продуктивности наблюдается на большой территории Приаралья, где деградация охватывает дельты Амударьи и Сырдарьи.



Использованная сеть станций

Станция	Высота, м над ур.м.	Используй- ванный пе- риод наблюдений	Станция	Высота, м над ур.м.	Используй- ванный пе- риод наблюдений
Барсакельмес	82	1950-1980	Каракалпакия	124	1941-1980
Муйнак	56	1933-1980	Тахиаташ	76	1953-1980
Тигровый	54	1944-1980	Хива	103	1930-1980
Уялы	55	1942-1980	Акбайтал	237	1951-1980
Аральское море	62	1933-1980	Чабанказган	64	1949-1980
Техникаул	57	1954-1980	Карак	92	1951-1980
Чимбай	65	1930-1980	Тамды	236	1933-1980
Жаслык	125	1951-1980			

элемента в отдельности. Кроме того, в каждом разделе приводится краткое описание многолетних характеристик метеорологических элементов с дополнением временных рядов до 1980 г., поскольку в [10] использованы климатические данные до 1960 г.



Этот вопрос затронут в связи с тем, что в ряде городов Средней Азии и Казахстана наблюдается интенсивное загрязнение атмосферы промышленными и производственными выбросами. Несомненный вклад в изменения минерализации осадков на станции Аральское море вносит процесс усыхания моря. Характеристиками минерализации осадков служили концентрации SO_4^{2-} , HCO_3^- и суммарная минерализация.

В монографии главы I и 4 написаны Т.И.Молосновой и О.И.Субботиной, гл. 2 – Т.И.Молосновой, гл. 3 – О.И.Субботиной (п. 3.1 – 3.4), С.Г. Чанышевой (п. 3.5, 3.6) и Т.И.Молосновой (п. 3.7).

Основной объем работы по обработке и техническому оформлению монографии выполнен в САННИ Т.М.Черычаловой, В.И.Антоновой, Т.Л.Веремеевой, М.М.Саркисянц.

ГЛАВА I. ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ СОСТОЯНИЯ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Большую роль в формировании климатических особенностей той или иной территории играет циркуляция атмосферы. Проанализируем количественную и качественную оценку изменений многолетних характеристик циркуляции атмосферы по десятилетиям 1950–1959, 1960–1969, 1970–1979 гг. Количественным показателем циркуляции будет безразмерный индекс, характеризующий отношение меридиональной циркуляции к зональной, предложенный А.Л.Кацем в [11]:

$$J' = \frac{J_M}{J_Z},$$

где J_M – индекс меридиональной, J_Z – индекс зональной циркуляции.

Если этот индекс значительно меньше единицы, господствующим по сравнению с меридиональным (или с межзональным) обменом является западно-восточный перенос, если он больше единицы – межзональный обмен выражен более интенсивно, чем зональный. Используя индекс J' , изучим особенности циркуляции атмосферы в пределах атлантико-евразийской части полушария в рассматриваемый период.

Качественной оценкой циркуляции атмосферы служили формы циркуляции, предложенные в [6, 11]. Рассмотрим также повторяемость типов синоптических процессов над Средней Азией [7].

I.1. Многолетние характеристики общего индекса и форм циркуляции А.Л.Каца

Общий индекс циркуляции, подсчитанный в виде отношения интенсивности меридионального воздухообмена к зональному, позволяет отнести макропроцесс к меридиональному или зональному типу. Выполненные климатические и статистические проработки позволили установить, что для макропроцессов синоптического периода в зоне 35–70° с.ш. и 30° з

ло 25%). Почти в два раза увеличилась повторяемость формы С в последнем десятилетии по сравнению с 1950–1959 гг.

Зимой (декабрь, январь, февраль) в последнем десятилетии $\mathcal{J}' > 0,75$, в двух предыдущих $\mathcal{J}' < 0,75$. По повторяемости форм циркуляции существенно отличается от предыдущего и последующего десятилетия 1960–1969 гг., когда наблюдалась относительно небольшая повторяемость чисто зональных форм – около 20%, и значительная повторяемость (34%) меридиональной формы С.

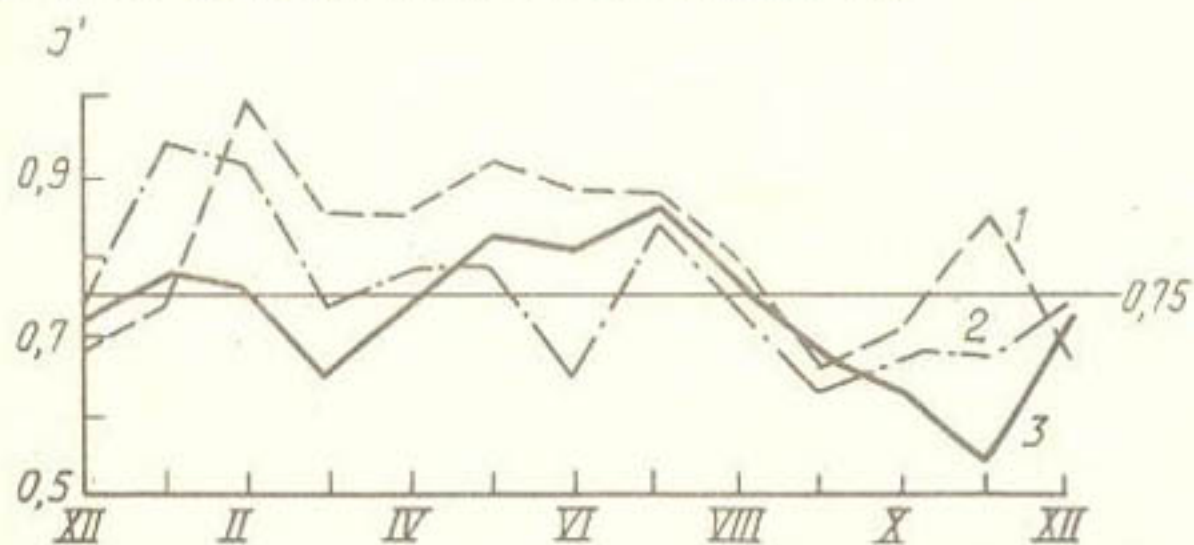


Рис. 3. Годовой ход общего индекса циркуляции: 1 – 1970–1979 гг., 2 – 1960–1969 гг., 3 – 1950–1959 гг.

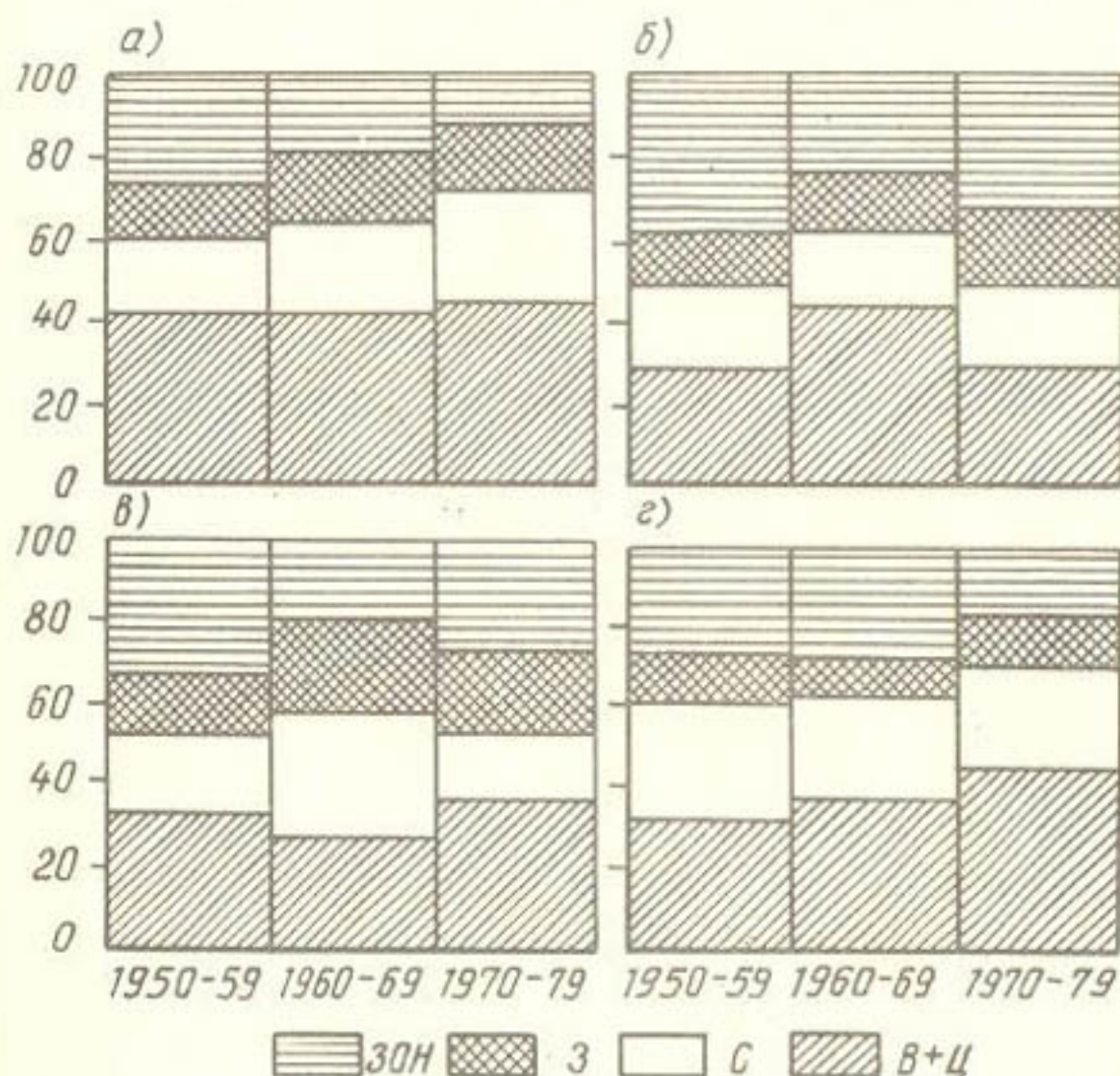


Рис. 4. Повторяемость форм циркуляции летом (а), осенью (б), зимой (в) и весной (г)

Весной (март, апрель, май) в 1950–1959 гг. $\mathcal{J}' > 0,75$. Два последующих десятилетия характеризовались меньшими значениями $\mathcal{J}'$.

В 1970–1979 гг. преобладала меридиональная циркуляция форм В и Ц – 46%, зональная составляла всего лишь 19%, мала повторяемость формы З (11%). В 1950–1959 гг. и 1960–1969 гг. повторяемость зональной циркуляции составляла 26%, меридиональной форм В и Ц – соответственно 31 и 36%.

Осень (сентябрь, октябрь, ноябрь) последнего десятилетия отличается значениями $\bar{J}' \ll 0,75$, в 1960–1969 гг. $\bar{J}' \ll 0,75$ и, наконец, в 1950–1959 гг. $\bar{J}'$ в ноябре становится больше 0,75. Повторяемость зональной циркуляции (ЗОН) в последнем десятилетии составляет 34%, а десятилетие 1960–1969 гг. характеризуется меньшей повторяемостью формы ЗОН – 24%. Характерным в осенний сезон для десятилетия 1960–1969 гг. является увеличение повторяемости меридиональных форм циркуляции В и Ц до 44%.

на восток. При зональной циркуляции ПВФЗ обычно формируется в высоких широтах, а затем претерпевает постепенный сдвиг к югу.

Формы С и Е принадлежат меридиональному типу циркуляции. Они противоположны друг другу по географической локализации высотных гребней и ложбин и типов погоды. При меридиональной циркуляции формы С ПВФЗ характеризуется двумя высотными гребнями, расположенными над Западной Европой и Западной Сибирью. Между этими гребнями ПВФЗ имеет сильный изгиб к югу. При меридиональной циркуляции формы Е высотный гребень локализован таким образом, что его ось располагается между 30 и 60° в.д. К востоку и западу от этого гребня обычно имеются глубокие холодные ложбины, которым соответствуют на приземных картах циклоны, обуславливающие в своем тылу вторжение холодных воздушных масс.

Следует отметить, что повторяемость различных форм циркуляции, их продолжительность, которая оценивается с помощью количест-

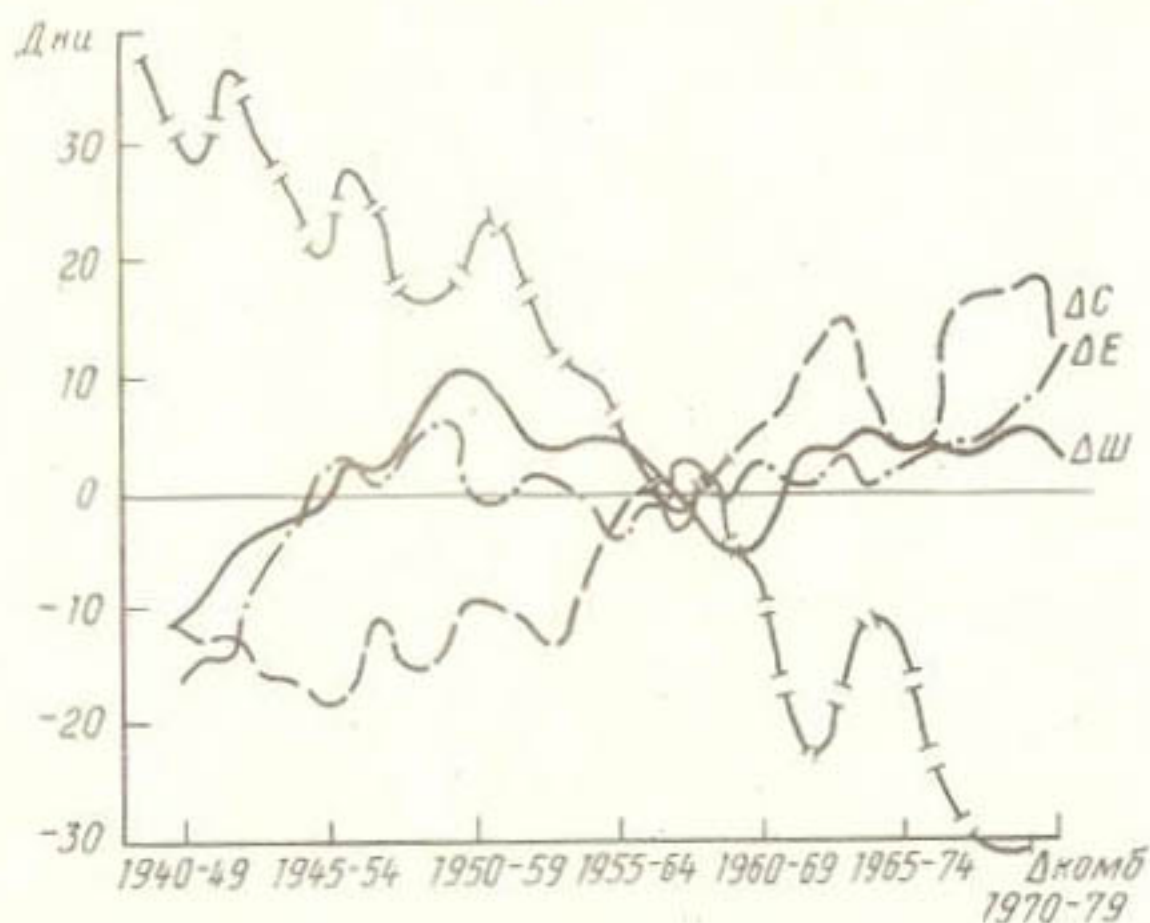


Рис. 7. Десятилетние скользящие средние отклонения продолжительности циркуляционных процессов различных форм от среднего многолетнего

венных и качественных критериев, являются важной характеристикой, в определенной мере объясняющей изменения, происшедшие в метеорологическом режиме.

1.3. Многолетние характеристики типов синоптических процессов над Средней Азией

Изменение повторяемости типов синоптических процессов за определенный период времени отражает основные особенности циркуляции атмосферы. Каждое десятилетие отличается определенным изменением повторяемости процесса.

В холодном полугодии (рис. 8) ни в одном из десятилетий нельзя выделить

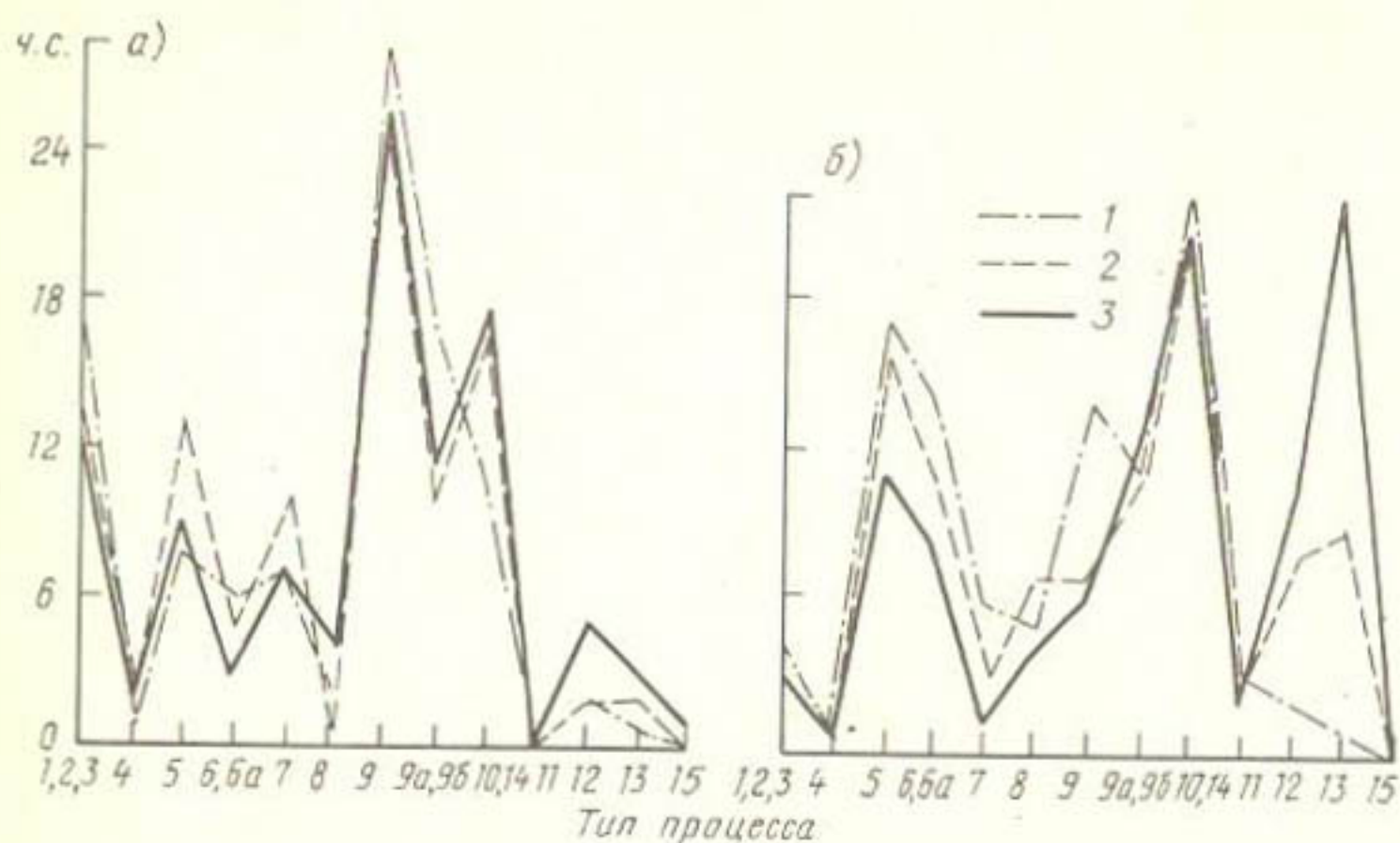


Рис. 8. Повторяемость (число случаев) типов синоптических процессов в холодном (а) и теплом (б) полугодиях:
1 - 1950-1959 гг., 2 - 1960-1969 гг., 3 - 1970-1979 гг.

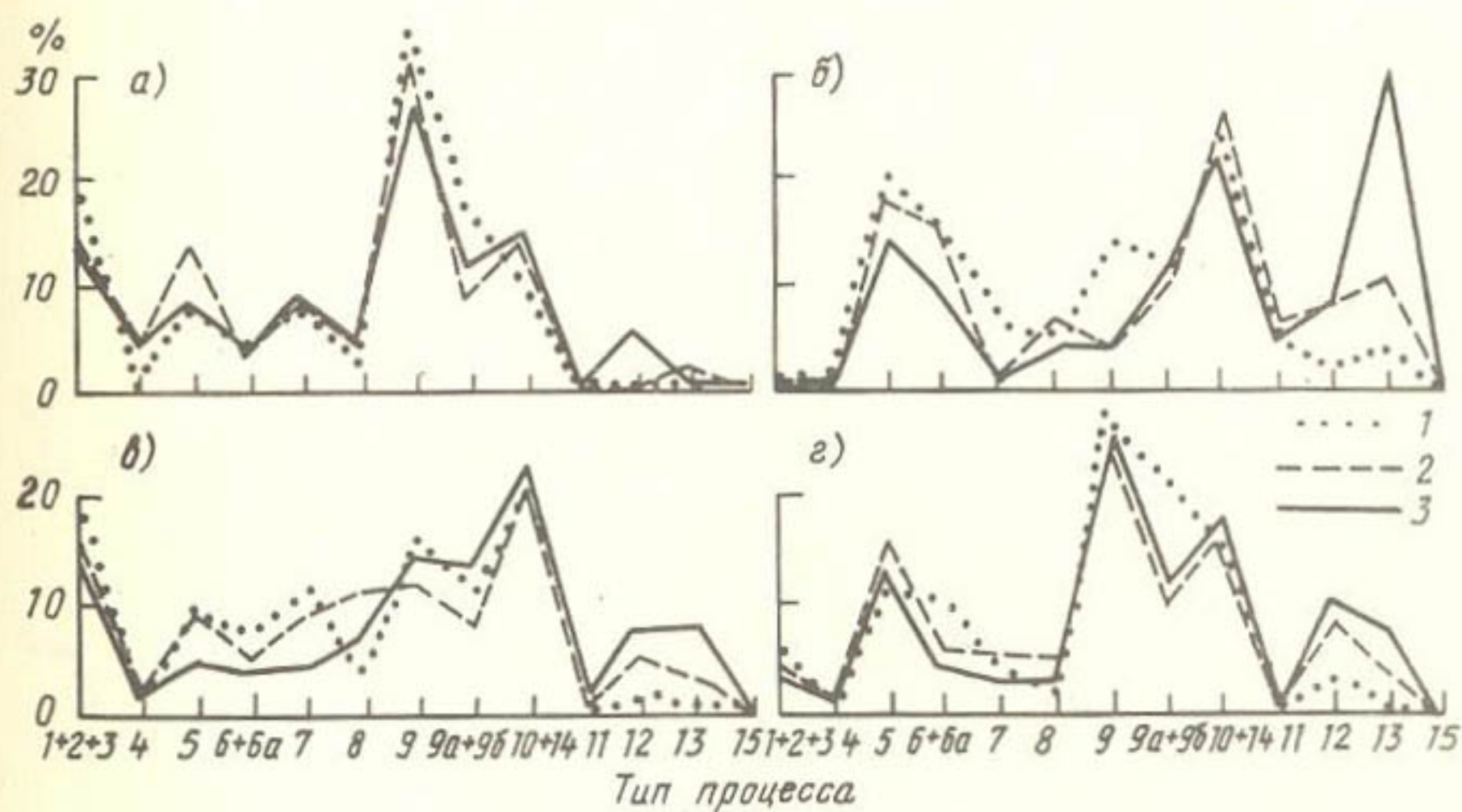


Рис. 9. Повторяемость (%) типов синоптических процессов зимой (а), летом (б), весной (в) и осенью (г):
1 - 1950-1959 гг., 2 - 1960-1969 гг., 3 - 1970-1979 гг.

ряемости типа 13. Особенности изменения повторяемости синоптических процессов наглядно видны на поредении 10-летних скользящих средних отклонений от нормы числа сроков. На рис. II представлены кривые изменений этих величин для основных типов синоптических

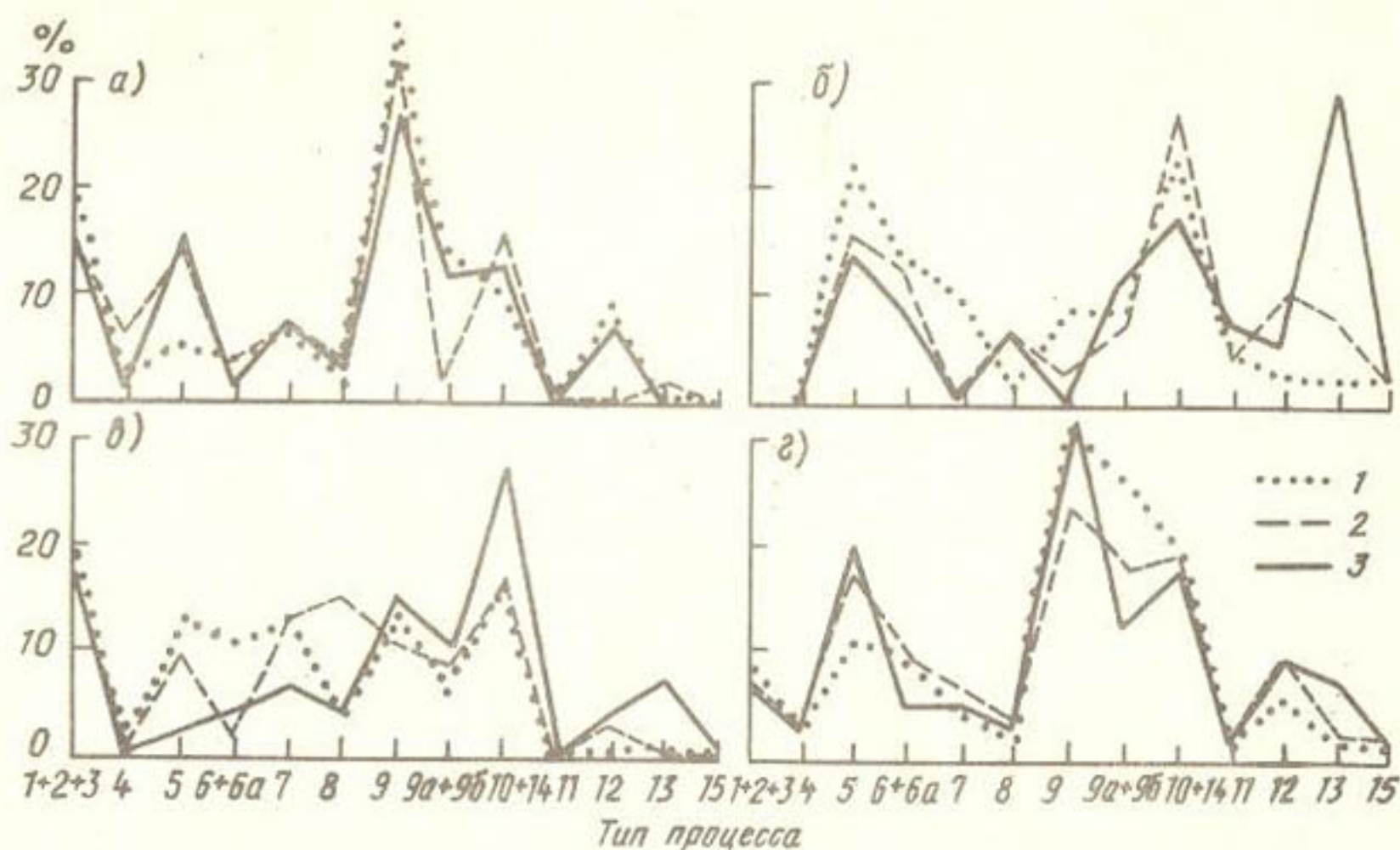
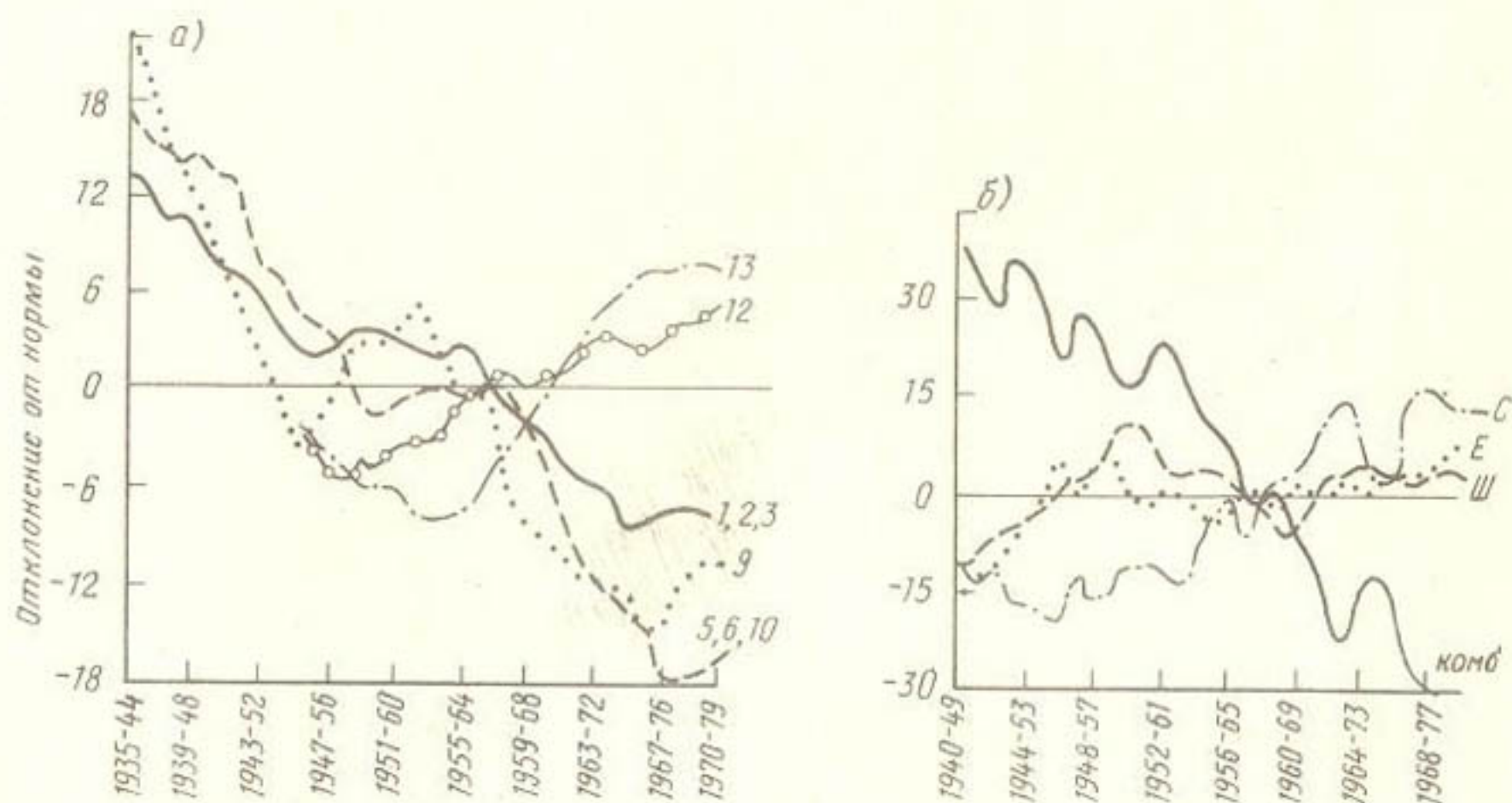


Рис. 10. Повторяемость (%) типов синоптических процессов в январе (а), июле (б), апреле (в) и октябре (г):
Усл. обозначения см. рис. 9



циркуляции по Байдалу (рис. II б), то можно видеть аналогичность в ходе кривых. Действительно, достаточно четко прослеживается существование двух циркуляционных эпох с границей перехода в 1957-1960 гг. при разных типах синоптических процессов. В первую эпоху заметно преобладание вторжений, во вторую - их резкое уменьшение. Такая же закономерность характерна для группы циклонов и юго-западной периферии антициклонов.

Обратная картина наблюдается для типов I2 и I3, когда происходит резкое увеличение их повторяемости во второй эпохе. Следовательно, изменение процессов в тропосфере над территорией Средней Азии хорошо согласуется с особенностями циркуляции атмосферы над первым естественным синоптическим районом.

Хорошо известно, что особенности метеорологических полей при каждом типе циркуляции зависят в значительной мере от интенсив

Повторяемость (число случаев) типов
синоптических процессов различной продолжительности

Десятилетие	Продолжительность, сут			
	≤ 1	$\leq 2-3$	$\leq 4-5$	> 5
Вторжения (тип 5, 6, 10)				
1950-1959	231	374	84	22
1960-1969	179	403	86	20
1970-1979	177	349	55	12
Южные циклоны (тип 1, 2, 3)				
1950-1959	104	137	12	3
1960-1969	95	101	12	1
1970-1979	76	91	6	1
Юго-западная периферия антициклона (тип 9)				
1950-1959	186	181	40	21
1960-1969	117	128	30	19
1970-1979	125	119	36	11
Малогradientное поле повышенного давления (тип 12)				
1950-1959	47	12	1	0
1960-1969	63	43	10	0
1970-1979	79	67	8	4
Малогradientное поле пониженного давления (тип 13)				
1950-1959	16	13	1	0
1960-1969	24	45	7	8
1970-1979	61	69	24	12

циркуляции по Байдалу (рис. 7) с многолетним ходом повторяемости синоптических процессов разной продолжительности (рис. 11), удалось выявить аналогичность кривой комбинированной формы циркуляции и процессов типа (1, 2, 3), (5, 6, 10) и 9, а кривая меридиональ-

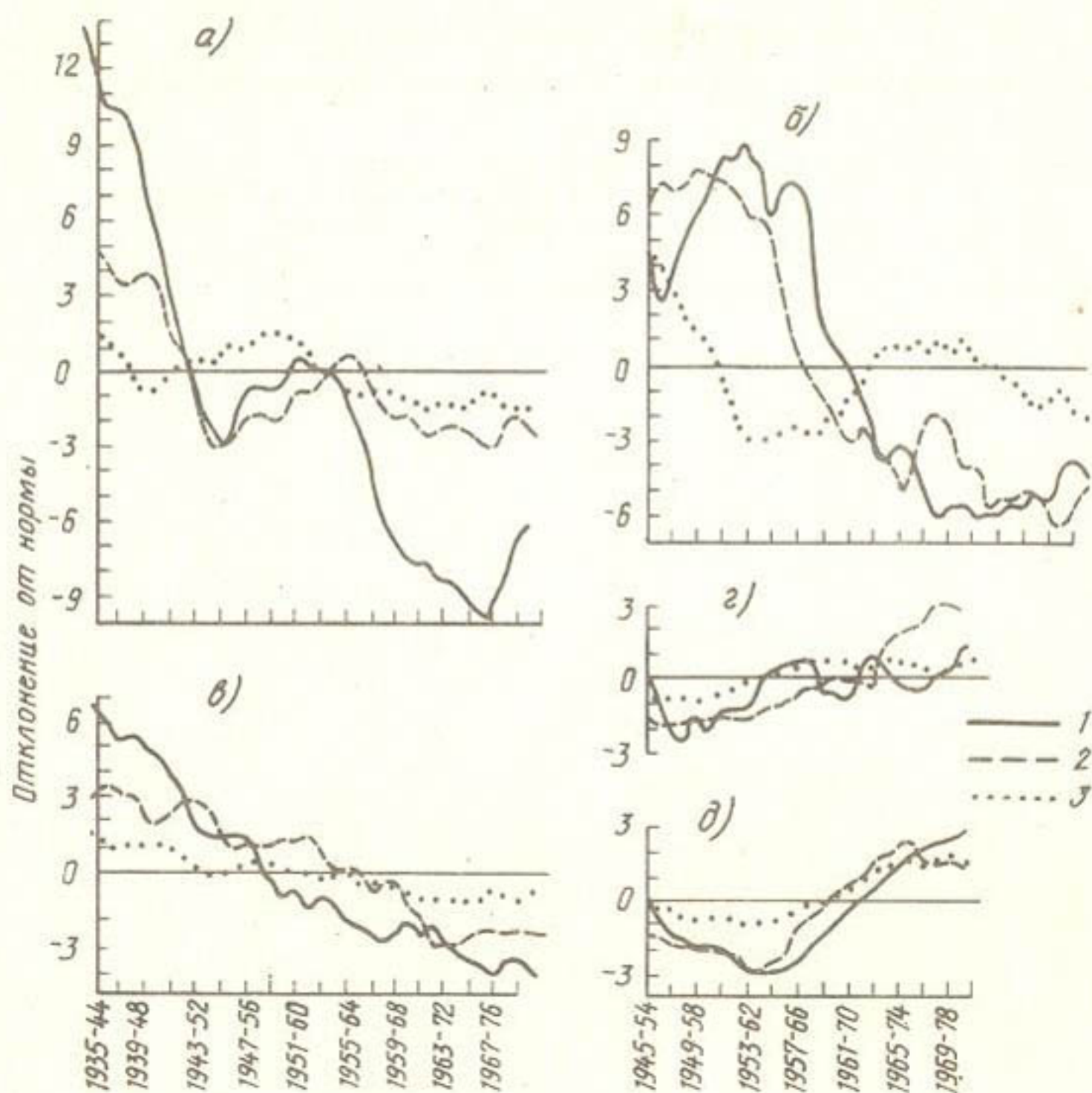


Рис. 13. Многолетний ход 10-летних скользящих средних отклонений от нормы (число случаев) для типов 9 (а); 5, 6, 10 (б); 1, 2, 3 (в); 12 (г) и 13 (д):
1 - ≤ 1 сут, 2 - ≤ 2 сут, 3 - ≤ 3 сут

ной формы циркуляции (форма С) оказалась идентичной с процессами типа 12 и 13. Следовательно, характер изменений повторяемости и продолжительности синоптических процессов (с учетом особенностей общей циркуляции атмосферы) является одним из важнейших факторов при изучении формирования метеорологического режима.

вклад линейного тренда в общую дисперсию ряда за рассматриваемый период времени α (табл. 4). Алгоритм оценивания подробно описан в [17].

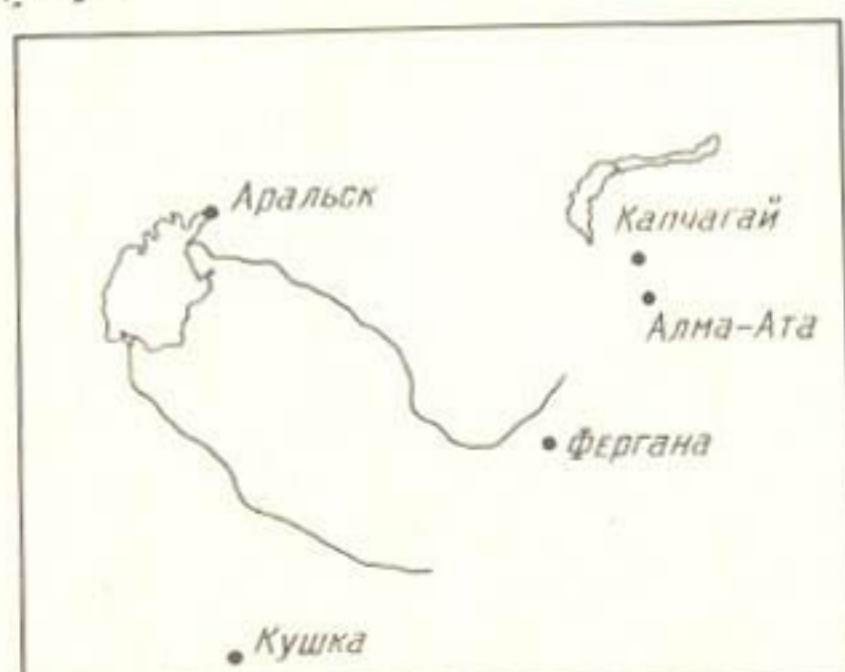


Рис. 14. Территория, данные о минерализации осадков на которой использовались при анализе

Как видно из табл. 4, β для ряда станций положительно. Следовательно, среднегодовая суммарная минер

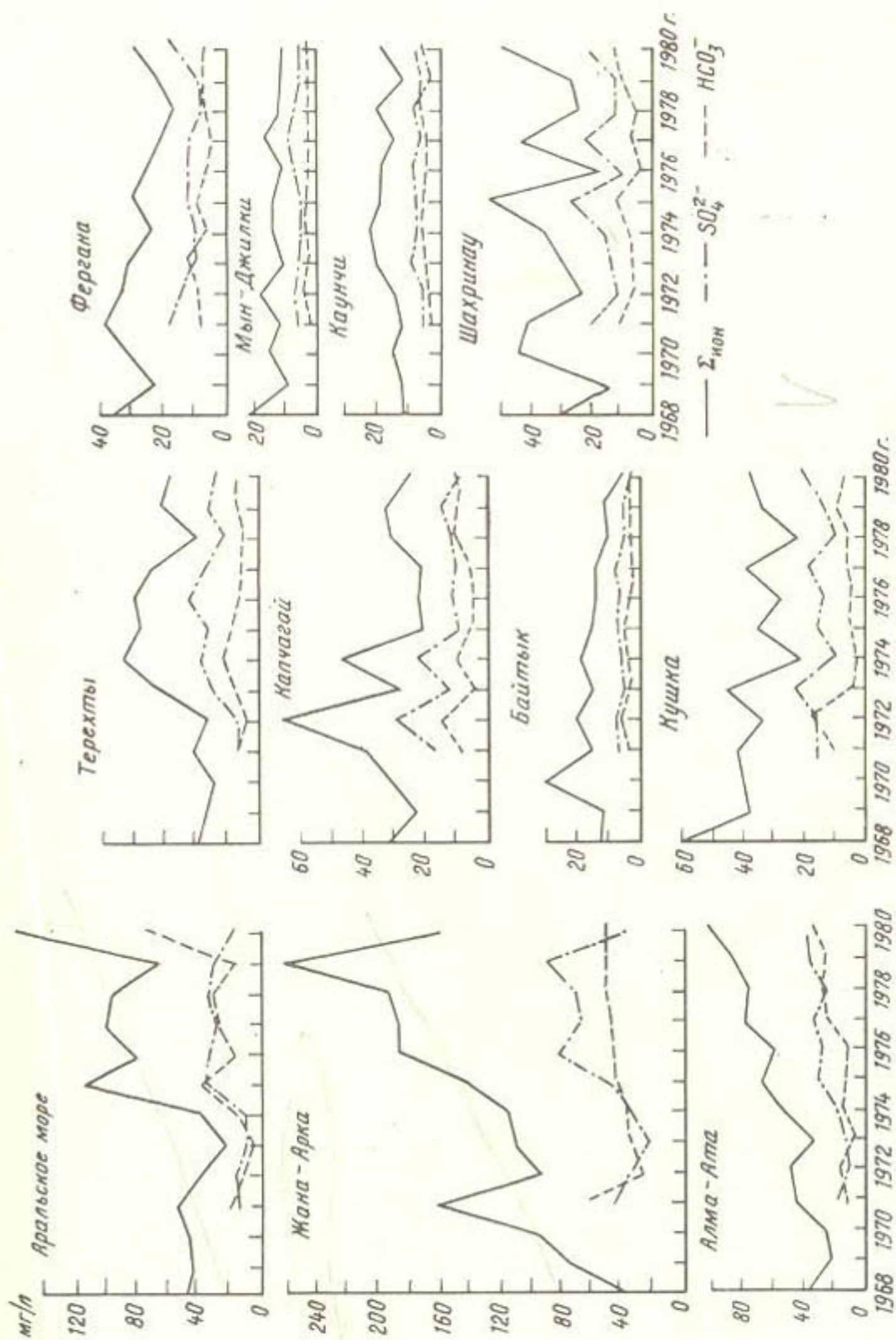
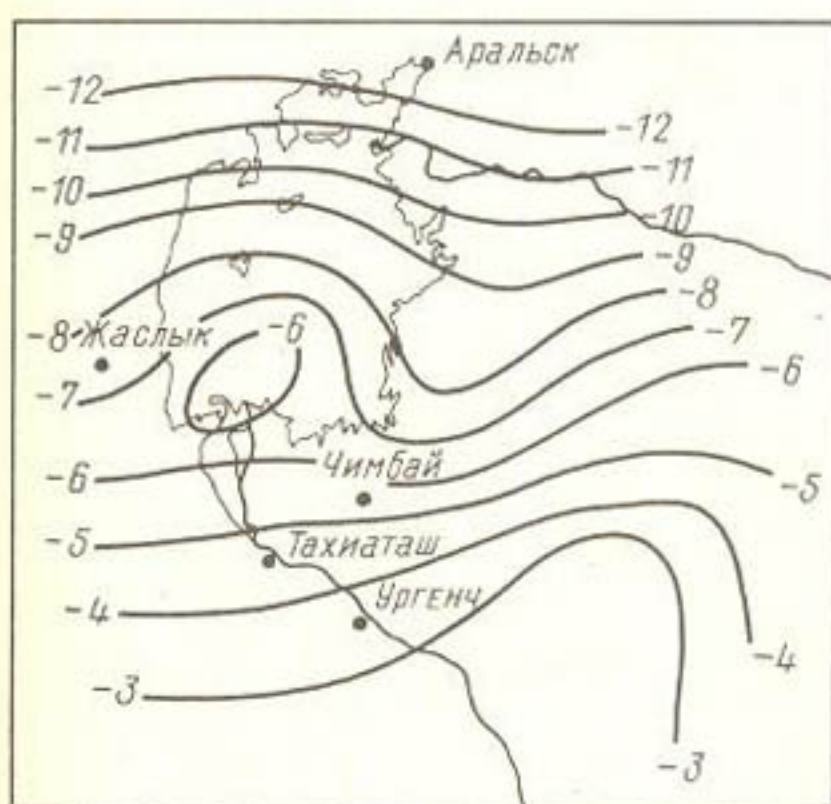


Рис. 15. Среднегодовые многолетние изменения концентраций SO_4^{2-} , HCO_3^- и $\Sigma_{\text{ион}}$

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КЛИМАТА

3.1. Температура воздуха

Формирование температурного режима в узкой прибрежной полосе в значительной мере зависит от воздействия водного бассейна; по мере удаления от водоема в глубь суши температура воздуха изменяется, подвергаясь влиянию континента.



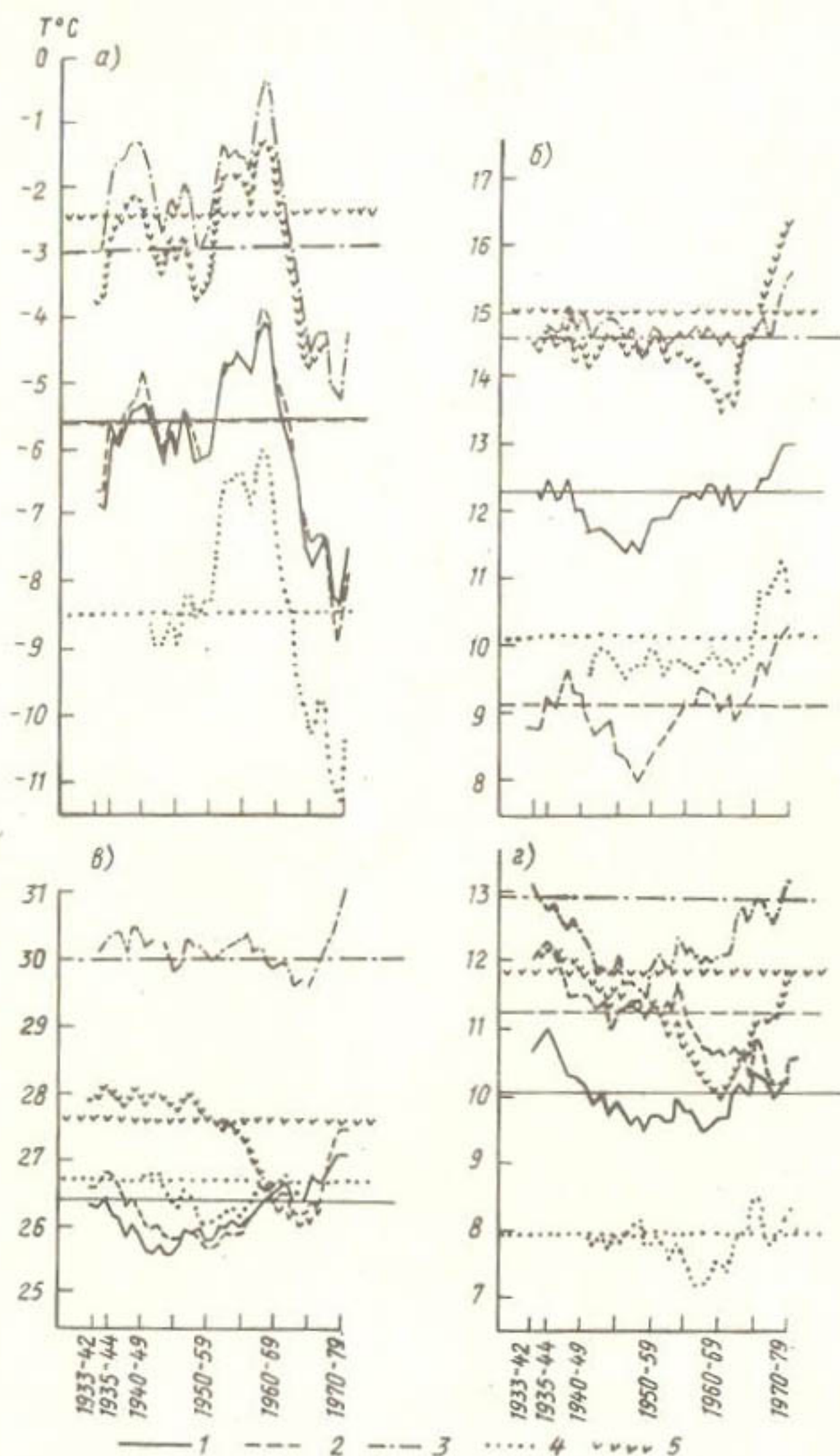


Рис. 18. Многолетний ход 10-летних скользящих средних температуры воздуха в срединные месяцы сезонов:

а - январь, б - апрель, в - июль, г - октябрь; 1 - Чимбай, 2 - Муинак, 3 - Тамды, 4 - Каракалпакия, 5 - Хива

десятилетия (1970-1979 гг.). Однако такая закономерность характерна не только для береговых, но и для далеко расположенных от моря станций: Тамды, Чабанказган, Кулкудук (табл. 7).

Разность температуры воздуха между десятилетиями

Станция	(1960-1969) - (1950-1959)	(1970-1979) - (1960-1969)	(1970-1979) - (1950-1959)	(1960-1969) - (1950-1959)	(1970-1979) - (1960-1969)	(1970-1979) - (1950-1959)
Я н в а р ь			И ю л ь			

Десятилетие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Каракалпакия													
Среднее мно- голетнее	-8,5	-3,1	-0,4	10,1	18,6	23,9	26,7	24,6	17,2	8,0	1,3	-4,7	

Чабанказган

Среднее мно- голетнее	-8,1	-5,9	2,6	13,0	20,7	25,9	28,5	26,0	19,1	9,6	1,2	-4,7	10,7
1950-1959	-8,0	-4,7	2,1	12,7	20,7	25,3	28,2	26,0	19,1	9,5	-1,0	-6,3	10,3
1960-1969	-6,5	-5,3	3,2	12,5	20,5	26,0	28,2	25,8	18,6				

БҮСЛҮК

Среднее мно- голетнее	-3,5	-1,8	5,9	17,6	26,5	32,0	34,6	32,7	26,0	16,3	7,2	0,6	16,3
1950-1959	-3,1	-2,3	4,3	17,6	26,4	31,4	34,1	32,8	26,2	16,2	5,6	-0,4	15,7
1960-1969	-2,6	-1,0	6,2	16,8	26,9	32,0	34,6	32,6	25				

Межгодовая изменчивость
средней месячной температуры воздуха ($\bar{t}$)
за весь период наблюдений ($^{\circ}\text{C}$)

Станция	Январь	Апрель	Июль	Октябрь
$\bar{t}_{\text{ср.сут}}$				
Аральское море	6,0	3,1	2,2	2,6
Уялы	5,4	2,5	1,1	2,2
Муйнак	5,4	2,4	1,2	2,3
Тигровый	5,8	3,2	1,1	2,4
Техникаул	6,1	2,1	1,3	1,9
Чимбай	5,2	2,5	1,5	2,2
Хива	4,9	2,7	1,3	2,0
Каракалпакия	6,9	2,7	1,8	2,5
Жаслык	7,2	2,7	1,7	2,5
Тамды	5,2	3,2	1,9	2,4
$\bar{t}_{\text{min}}$				
Аральское море	6,0	2,4	1,7	2,7
Уялы	6,0	2,4	1,1	2,2
Муйнак	5,1	2,7	1,4	2,0

Средний из абсолютных минимумов температуры ($^{\circ}\text{C}$)

Десятилетие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Муйнак													
Среднее много- летнее	-19	-18	-12	-2	8	13	18						

Десятилетие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее много- летнее	-20	-21	-16	-2	6	12	17	15	9	-0,2	-7	-13	-23
1950-1959	-20	-22	-17	-3	5	12	17	16	9	-0,6	-11	-14	-24
1960-1969	-20	-20	-1										

Годовой ход средней месячной влажности воздуха

Десятилетие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1950-1959	80	82	81	73	66	67	69	64	62	67	74	80	72
1960-1969	80	80	82	71	64	64	69	69	68	70	78	80	73

Аральское море

1950-1959	80	81	78	59	48	42	44	44	46	58	73	80	61
1960-1969	77	78	77	48	44	43	45	33	42	56	70	80	58
1970-1979	81	80	77	56	42	39	36	35	41	58	76	81	59
Среднее многолетнее	81	80											

Десятилетие	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Хива

1940-1949	104	50	34	16	3	0	0	0	1	6	15	75
1950-1959	74	43	33	4	3	1	0	0	1	3	19	7

