

551.465.7

**ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ЦИРКУЛЯЦИИ В АТМОСФЕРЕ  
И ГИДРОСФЕРЕ****М. А. Богданов**

В настоящее время большое внимание уделяется сопряженности процессов, происходящих в атмосфере и гидросфере (Байдал, 1959; Ижевский, 1961; Погосян, 1957; Спиридонова, 1962).

Из большого разнообразия характеристик связей циркуляции атмосферы и гидросферы обращает на себя внимание связь между местоположением планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) и циркуляцией в гидросфере. Эта зона — весьма устойчивый показатель интенсивности общей циркуляции атмосферы, т. е. циркуляции в планетарном масштабе. Являясь своего рода границей раздела между различными воздушными массами, эта зона обладает наибольшими температурными контрастами и именно к ней приурочена область наиболее интенсивного переноса масс воздуха. С переносом масс воздуха связано и преобладающее передвижение приземных барических образований, их усиление или ослабление, а с характером изменений последних тесно связаны изменения динамического и теплового взаимодействия моря и атмосферы.

Анализ ПВФЗ важен и в смысле выявления сопряженности изменений гидрологических условий в различных районах Мирового океана — в северной части Тихого и Атлантического океанов. Планетарность ПВФЗ позволяет нам произвести подобное сопоставление.

ПВФЗ можно хорошо проследить по картам абсолютной топографии 500 миллибаровой поверхности. В зоне происходит непрерывное преобразование потенциальной энергии масс воздуха (резко отличных по своим свойствам) в кинетическую энергию струйных течений и вертикальных движений. Поэтому атмосферные процессы в зоне в большинстве случаев наиболее интенсивны. Сама зона может иметь ширину около 500 км. Все дальнейшие рассуждения относятся к оси этой зоны. Сложные изгибы высотного атмосферного давления в зоне мы сознательно не принимаем во внимание. Зона располагается в полосе широт от 40 до 60° с. ш. В первом приближении форма ее напоминает окружность или эллиптическую фигуру. Иногда она может принимать вид и более сложной фигуры (Байдал, 1959, 1963; Педь и Сидоченко, 1959; Погосян, 1957а, 1957б; Фадеева, 1963).

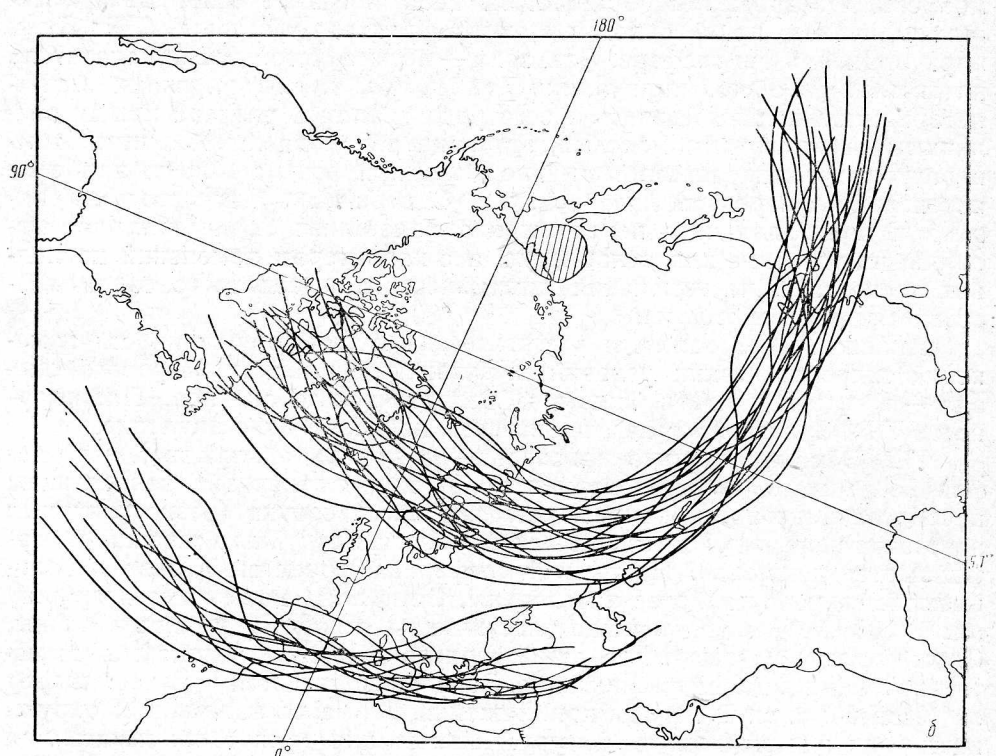
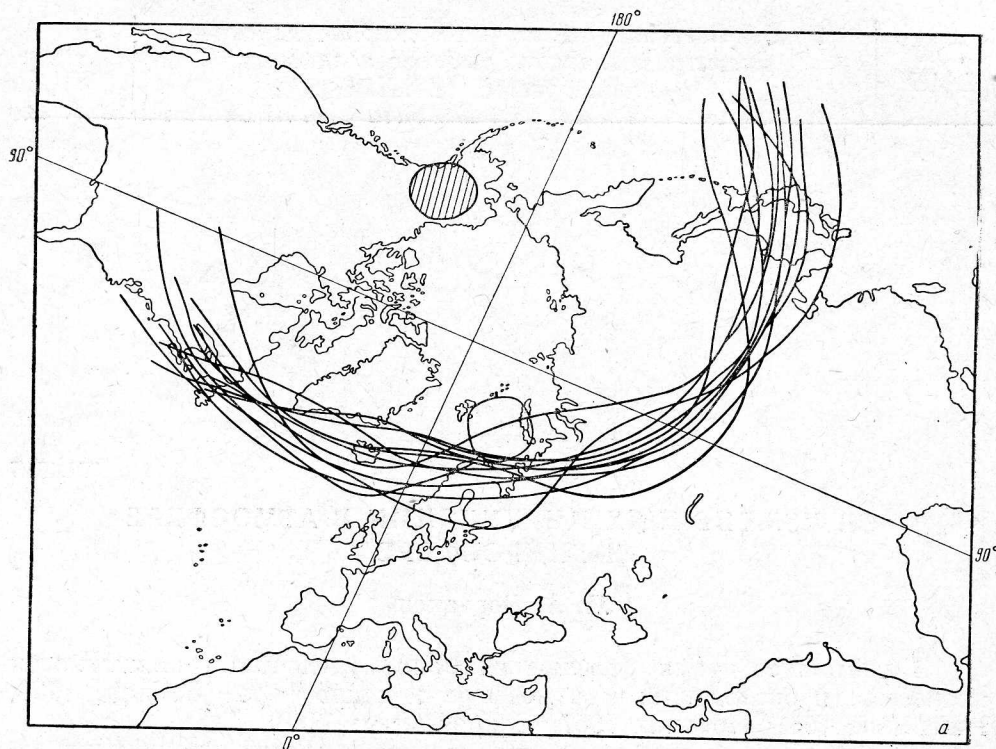
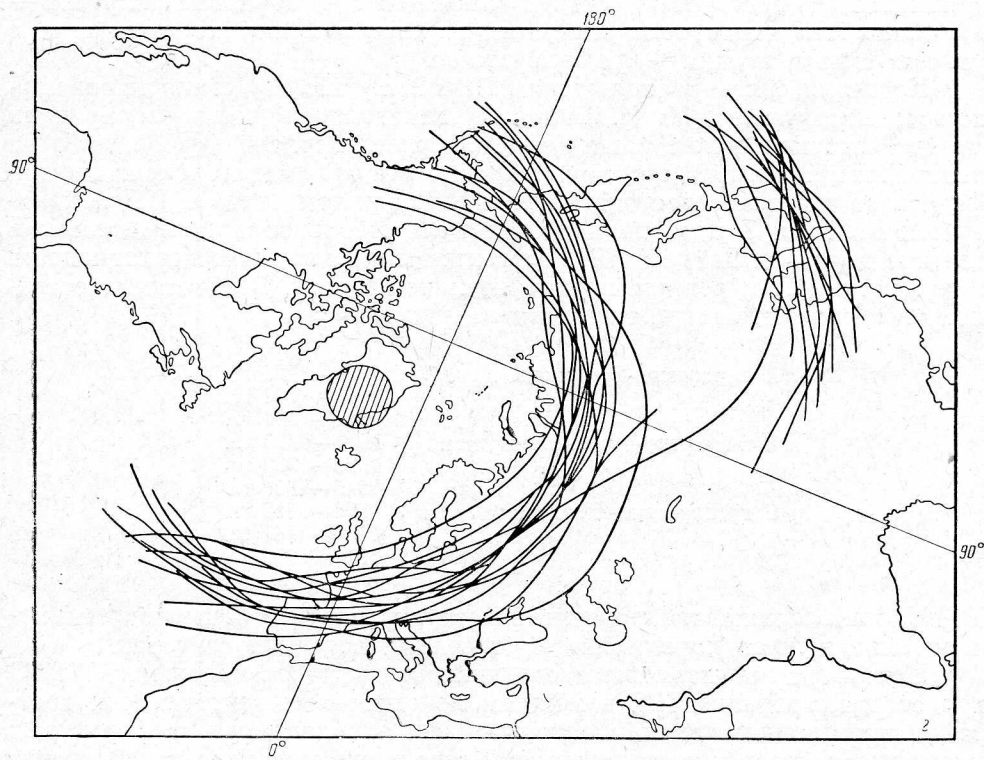
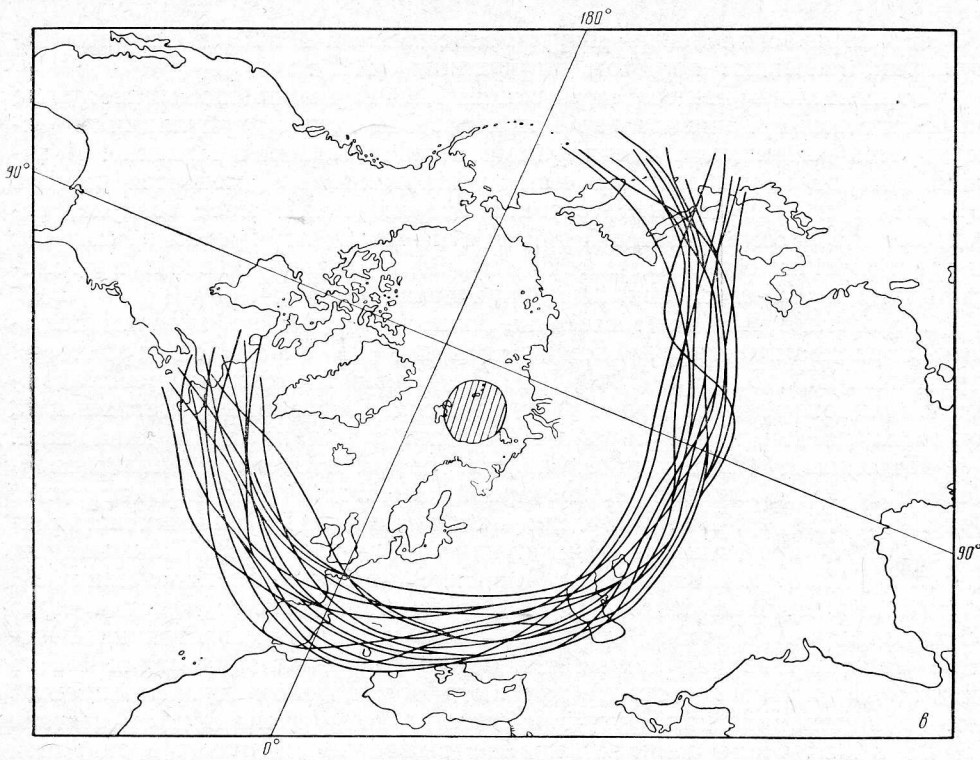


Рис. 1. Расположение осей ПВФЗ в северном полушарии при аляскинском (а), чу-



котском (б), баренцевоморском (в) и гренландском (г) положениях полюса циркуляции.



Геометрический центр фигуры, описываемой ПВФЗ в северном полушарии, называют полюсом циркуляции (ПЦ).

Относительно полюса циркуляции ПВФЗ размещено симметрично на расстоянии приблизительно 4 тыс. км. Сам полюс циркуляции характеризуется высокими стационарными антициклонами в Арктике. В зависимости от смены географического положения ПЦ меняется частота появления и степень выхожденности арктических масс воздуха, попадающих в рассматриваемый район; существенным образом изменяется и ориентировка основных ветвей ПВФЗ, а следовательно, и преобладающих направлений движения барических систем.

Положение ПЦ чаще всего не совпадает с географическим полюсом, а располагается в одном из районов на окраинной территории Арктики. М. Х. Байдал (1959, 1963) выделяет 7 секторов преобладающего стационарирования полюса циркуляции: центральный, аляскинский, чукотский, таймырский, баренцевоморский, гренландский и канадский.

Положению ПЦ в каждом из секторов соответствует вполне определенное расположение планетарной высотной фронтальной зоны (рис. 1 а, б, в, г). Например, при нахождении ПЦ в аляскинском секторе ПВФЗ проходит от Ньюфаундленда через север Скандинавии, далее в район оз. Байкал и на Японские о-ва. При расположении ПЦ в баренцевоморском секторе ПВФЗ проходит от Ньюфаундленда через Южную Европу, Кавказ, Среднюю Азию и далее на восток на Охотское море. Сравнивая положение ПВФЗ при стационарировании ПЦ в противоположных секторах, например в чукотском и гренландском, можно видеть, что при стационарировании ПЦ в гренландском секторе ПВФЗ в Атлантике занимает крайнее южное положение, а в западной части Тихого океана — крайнее северное положение. При стационарировании ПЦ в чукотском секторе наблюдается обратная картина — в районе Атлантики зона занимает крайнее северное положение, а в районе Тихого океана — крайнее южное.

Исследуя связь расположения ПВФЗ с районом стационарирования полюса циркуляции, М. Х. Байдал установил, что полюс циркуляции меняет свое положение чаще всего на более западный сектор, либо на центральный. Иными словами, ПЦ как бы вращается вокруг географического полюса с востока на запад. В каждом секторе ПЦ локализуется от 1 до 3 месяцев и делает полный оборот приблизительно в течение двух лет. Байдал (1963) выделил и многолетнюю периодичность в повторении ПЦ, равную приблизительно 21 году. В двоянных соседних секторах он выделил следующие периоды:

|  |               |
|--|---------------|
| В аляскинско-чукотском . . . . .       | 1920—1924 гг. |
|  | 1941—1944 гг. |
|  | 1955—1960 гг. |
| В таймырско-баренцевоморском . . . . . | 1900—1905 гг. |
|  | 1925—1938 гг. |
|  | 1945—1953 гг. |
| В гренландско-канадском . . . . .      | 1906—1919 гг. |
|  | 1935—1941 гг. |
|  | 1946—1955 гг. |

На рис. 2 показано осредненное положение оси зоны при стационарировании полюса циркуляции в двоянных соседних секторах.

Используя эти периоды и осредненное типичное положение ПВФЗ при стационарировании ПЦ в каждом из двоянных секторов, мы построили кривые изменения положения ПВФЗ во времени на различных меридианах северного полушария, позволившие проследить движение экстремальных положений зоны с востока на запад (с 1900 по 1960 г.).

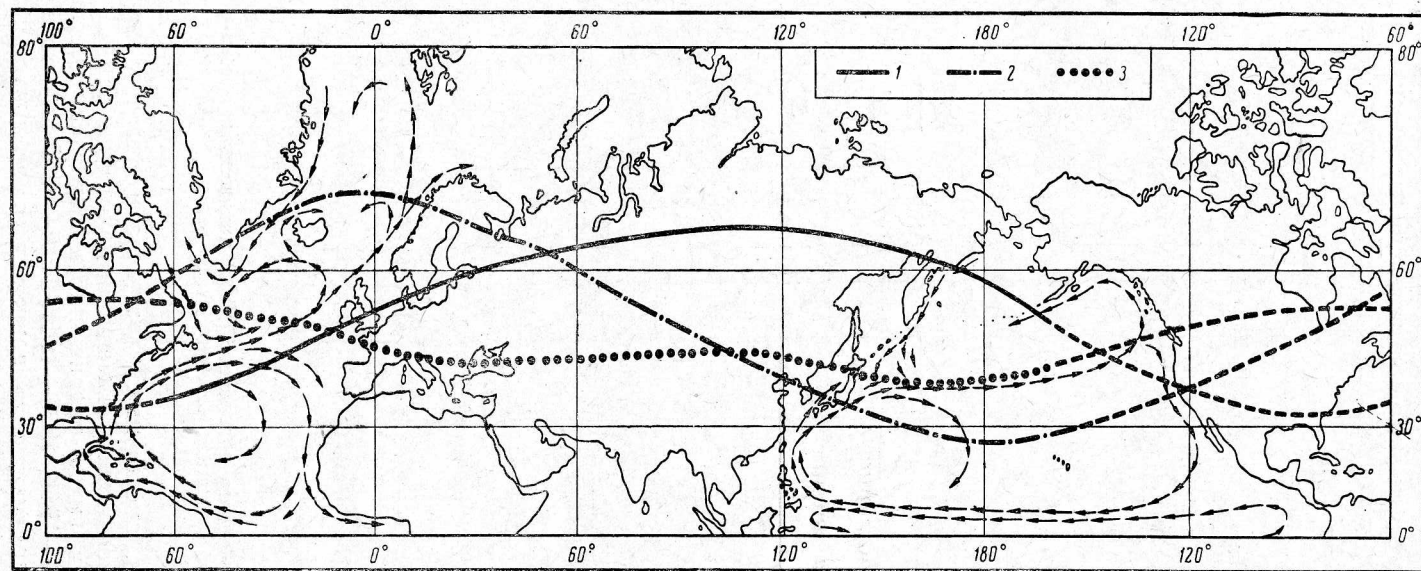


Рис. 2. положение ПВФЗ в северном полушарии при различных районах локализации полюса циркуляции:  
 1 — при гренландско-канадском ПЦ, 2 — при аляскинско-чукотском ПЦ, 3 — при таймырско-баренцевоморском ПЦ.

На рис. 3 экстремальные положения ПВФЗ на каждом из выбранных меридианов сдвинуты по фазе относительно экстремальных положений ПВФЗ на меридианах, расположенных восточнее. Пунктирной линией показано смещение крайне южного положения зоны вокруг северного полушария с востока на запад, а сплошной — крайне северного положения зоны.

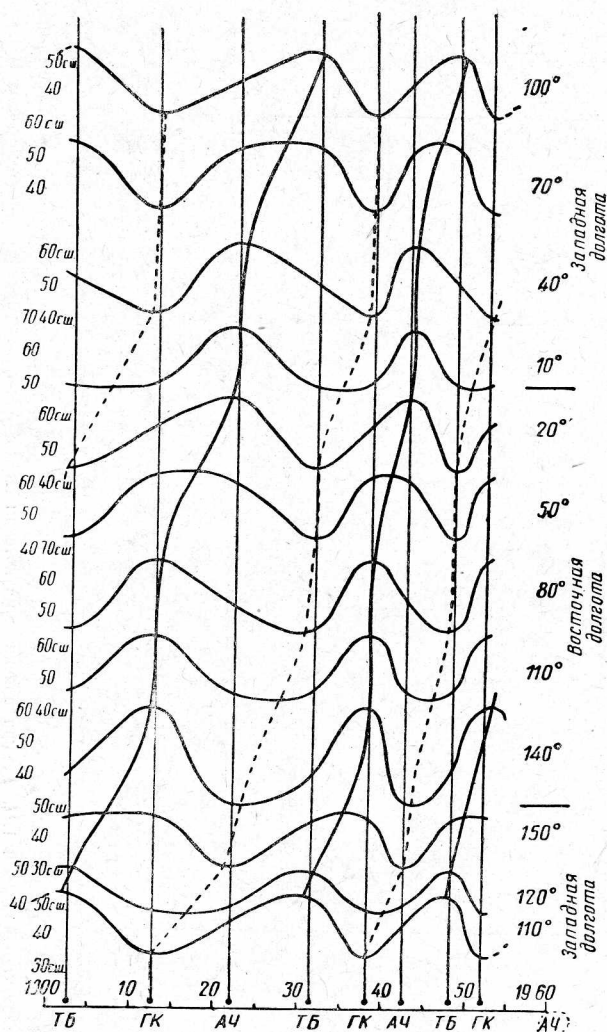


Рис. 3. Среднее положение ПВФЗ на различных меридианах северного полушария.

На меридианах, смещенных по отношению друг к другу на 180°, имеет место противофазность изменения положения ПВФЗ. Например, если на 140° в. д., в Тихом океане, наблюдается самое северное положение зоны (в 1906—1919, 1935—1941, 1946—1955 гг.), то в те же годы на 40° з. д., в Атлантике, зона занимает самое южное положение и наоборот.

Следовательно, область повышенной интенсивности атмосферных процессов, а вместе с ней и вероятность повторения присущего этому



положению погоды, обусловленной положением ПВФЗ, в различных районах северного полушария будет находиться на различной широте.

Изменение положения зоны сопряжено с изменением основных черт атмосферной циркуляции, а это в свою очередь сопровождается изменением циркуляции в океане. Сопоставляя изменение положения ПВФЗ на  $40^\circ$  з. д. с изменением интенсивности циркуляции вод в Северной Атлантике, можно видеть согласованность хода этих кривых (рис. 4). В качестве показателя изменения циркуляции вод в Атлантике принимали среднегодовые температуры воды в слое 0—200 м на Кольском меридиане, характеризующие интенсивность всей системы Гольфстрима (Ижевский, 1961).

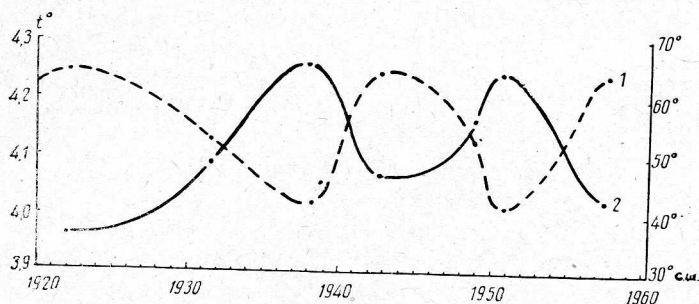


Рис. 4. Среднее положение ПВФЗ на  $40^\circ$  з. д. (1) и средние температуры воды на Кольском меридиане в слое 0—200 м. соответствующие выделенным периодам (2).

На рис. 4 показано изменение ПВФЗ на  $40^\circ$  з. д. и изменение среднегодовых температур воды на Кольском меридиане, осредненных по тем же периодам, которые были выделены Байдалом по повторяемости ПЦ в каждом из двоянных секторов. Осреднение производили с целью исключения влияния короткопериодных изменений и выявления средних температур, соответствующих выделенным периодам.

Изменение положения ПВФЗ на  $40^\circ$  з. д. и изменение температуры на Кольском меридиане имеют противоположный ход (см. рис. 4). Количественная связь между этими изменениями выражается коэффициентом корреляции, равным  $0,88 \pm 0,03$ .

Подобный ход кривых объясняется тем, что основной поток вод Гольфстрима и Северо-Атлантического течения идет с юга-запада на северо-восток (в полосе широт от  $25^\circ$  до  $70^\circ$  с. ш.). Приблизительно в пределах этих же широт и изменяет свое положение ПВФЗ (см. рис. 2).

При стационаровании ПЦ в гренландско-канадском секторе зона занимает самое южное положение и ее наклон к широте приближается к наклону оси течения. Иначе говоря, осевая линия ПВФЗ совпадает с осью основного течения, т. е. область интенсивной циркуляции в атмосфере совмещается с областью основного переноса вод. Так как перенос усиливается при преобладании меридиональной составляющей на север, то по всем звеньям системы Гольфстрима должно наблюдаться повышение температуры воды.

При стационаровании ПЦ в аляскинско-чукотском секторе ПВФЗ в районе Атлантики занимает крайнее северное положение и почти не захватывает основного потока вод. В данном случае область повышенной интенсивности атмосферной циркуляции не совпадает с областью основного переноса вод и интенсивность системы Гольфстрима, характеризующая температурой воды на Кольском меридиане, снижается.

Во все три периода стационарирования ПЦ в аляскинско-чукотском секторе на Кольском меридиане отмечаются минимальные средние температуры.

В период стационарирования ПЦ в таймырско-баренцевоморском секторе зона пересекает основной поток атлантических вод и не оказывает серьезного влияния на перенос вод.

В районе Тихого океана более сложно выявить такую взаимосвязь процессов ввиду большей акватории, занимаемой океаном со сложной системой течений (прежде всего преобладанием зонального переноса вод), а также из-за отсутствия достаточного количества материала, характеризующего состояние циркуляции на всей акватории северной части Тихого океана.

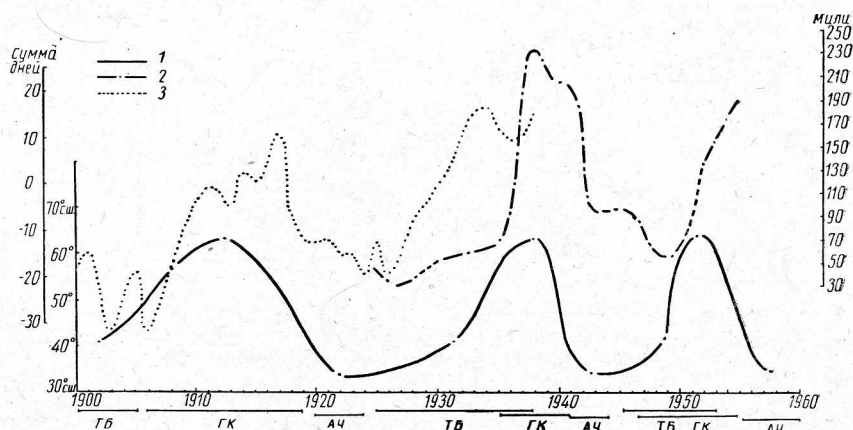


Рис. 5. Связь положения ПВФЗ на  $140^\circ$  в. д. с повторяемостью основных летних типов атмосферной циркуляции (по типизации Соркиной) и меандрированием Куроисио:

1 — положение ПВФЗ, 2 — расстояние оси Куроисио от мыса Омаэ, 3 — интегральная сумма дней летних типов.

За показатель изменения циркуляции в северной части Тихого океана принимали положение оси Куроисио (относительно берегов Японии). По исследованиям А. М. Баталина образование большой меандры юго-восточнее п-ова Кии связано с наличием больших скоростей течения и усилением переноса вод. Используя карты положения оси Куроисио в августе (с 1924 по 1956 г.), мы рассчитали среднее расстояние оси течения от мыса Омаэ в милях (Баталин, 1960, 1961; Леонтьева, 1960).

На рис. 5 можно выделить два периода существования большой меандры и два периода ее исчезновения. Максимальное развитие основной меандры наблюдается с 1937 по 1942 г. и после 1952 г., а минимальное развитие — с 1924 по 1937 г. и с 1945 по 1950 г.

Ход кривых положения ПВФЗ и отклонения оси Куроисио довольно согласован. Синхронные связи этих изменений выражаются коэффициентом корреляции, равным  $0,54 \pm 0,02$ ; при сдвиге на один год этот коэффициент увеличивается до  $0,74 \pm 0,03$ , при сдвиге на 3 года — до  $0,87 \pm 0,04$  и далее начинает уменьшаться. Наличие же более тесных связей при сдвиге на три года частично можно объяснить тем, что приспособление геострофического переноса вод к изменению поля ветра происходит очень медленно.

Наибольшие отклонения оси Куроисио наблюдаются в периоды нахождения ПЦ в гренландско-канадском секторе. В эти периоды (см.



рис. 5) увеличивается повторяемость летних типов атмосферной циркуляции, характеризующихся максимальным развитием северотихоокеанского максимума давления (Соркина, 1963). Северотихоокеанский максимум оказывает большое влияние на циркуляцию вод в северной части Тихого океана и, в частности, на Северопассатное течение, являющееся одним из звеньев большого субтропического антициклонального круговорота, остальными звеньями которого являются Формозское течение, Куроисио, продолжение Куроисио, Северо-Тихоокеанское и Калифорнийское течения. Поэтому изменение интенсивности Северопассатного течения отразится на интенсивности и Куроисио, частичным проявлением чего и является его меандрирование.

Все выше сказанное позволяет утверждать, что совпадение длительности цикла колебаний атмосферы и гидросферы не случайно и обусловлено их причинно-следственной связью.

### ВЫВОДЫ

1. Сопоставление изменения положения оси ПВФЗ над северной частью Тихого океана и Северной Атлантикой с косвенными показателями интенсивности основных течений (для Куроисио — характер меандрирования его стержня; для Гольфстрима — изменение средней температуры воды на Кольском меридиане) показывает тесную связь процессов, происходящих в атмосфере и гидросфере.

2. По тенденции изменения положения ПВФЗ можно определить тенденцию в изменениях меандрирования Куроисио и интенсивности Гольфстрима.

3. Изменение интенсивности Куроисио и Гольфстрима определяет соответственно режим дальневосточных морей и морей Северной Атлантики, поэтому закономерности изменения положения ПВФЗ можно использовать для составления фонового долгосрочного прогноза гидрологических условий в исследуемых районах.

### ЛИТЕРАТУРА

- Байдал М. Х. Основы комплексного макроциркуляционного метода долгосрочных прогнозов погоды. Тр. КазНИГМИ. Вып. 10, 1959а.
- Байдал М. Х. Эпохальные особенности атмосферной циркуляции и связанные с ними явления. Тр. КазНИГМИ. Вып. 10, 1959 б.
- Байдал М. Х. Погодные и климатологические характеристики основных форм циркуляции. Тр. КазНИГМИ. Вып. 20, 1963.
- Баталин А. М. Состояние Куроисио и проблемы рыболовства. Тр. совещания по биологическим основам океанического рыболовства. Изд. АН СССР, 1960.
- Баталин А. М. Вопросы меандрирования Куроисио. «Океанология», № 6, 1961.
- Ижевский Г. К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. Пищепромиздат, 1961.
- Леонтьева В. В. Новейшие результаты исследований гидрологии Куроисио в свете задач промысловой океанографии. Тр. совещания по биологическим основам океанического рыболовства. Изд. АН СССР, 1960.
- Педь Д. А., Сидоченко Г. В. О причине колебаний интенсивности зональной циркуляции в атмосфере. «Гидрология и метеорология», № 9, 1959.
- Погосян Х. П. Планетарные высотные фронтальные зоны в северном и южном полушариях. Гидрометеиздат, 1955.
- Погосян Х. П. Высотные фронтальные зоны и струйные течения. «Гидрология и метеорология», № 7, 1957а.
- Погосян Х. П. Сезонные особенности распределения струйных течений. «Гидрология и метеорология», № 9, 1957 б.

Соркина А. И. Типы атмосферной циркуляции и связанных с ней ветровых полей над северной частью Тихого океана. Гидрометеониздат, 1963.

Спиридонова Ю. В. Сопряженность атмосферной циркуляции в разных частях северного полушария. Изд. АН СССР, 1962.

Фадеева И. Н. Планетарные характеристики макропроцессов. Тр. КазНИГМИ. Вып. 20, 1963.

---