1. Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований, М.: 1968. С. 240.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Текст. Постановка задачи; методы типизации атмосферных макропроцессов; основные принципы принятой в данной работе системы типизации; характеристика и описание элементарных циркуляционных механизмов внетропических широт северного полушария (ЭЦМ); динамические схемы ЭЦП; сборно-кинематические карты и карты AT_{700}, AT_{500}, AT_{300} и AT_{200} каждого (41) типа ЭЦМ; анализ циркуляционных эпох в XX столетии; вопросы прогнозирования циркуляционных условий будущей эпохи……...7.
Список опубликованных работ……...152.
Таблицы
1) Календарь последовательной смены ЭЦМ за 68 лет (1899-1966)……156.
2) Продолжительность действия (дни) и повторяемость (число случаев) ЭЦМ по месяцам. Суммы за 68 лет ……..... 224.
3) Продолжительность действия (дни) и повторяемость (число случаев) ЭЦП. Средние годовые величины за 68 лет .....……. 228.
4) Продолжительность действия ЭЦМ в циркуляционных сезонах двух эпох (в % от суммарной продолжительности сезона); а) I эпоха; б) П эпоха……...229.
5) Повторяемость ЭЦМ в циркуляционных сезонах двух эпох (в % от числа случаев смены ЭЦМ в данном сезоне); а) I эпоха; б) П эпоха.....…….232.
6) Даты и соответствующий ЭЦМ начала сезонов.....……235.
7) Распределение ЭЦМ по обобщенным группам циркуляции для шести секторов Север-ного
полушария…….239.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ.

1.1. Книга содержит основные результаты проведенного по материалам XX столетия изучения динамики циркуляции земной атмосферы и сопряженных колебаний климата.

Установленная многократная повторяемость аналогичных циркуляционных ситуаций позволяет считать такие процессы типовыми и рассматривать их как "первичные", "Элементарные". Они названы нами "Элементарные Циркуляционные Механизмы" (ЭЦП)» чтобы подчеркнуть, что речь идет именно о действующем в каждом данном непродолжительном периоде времени конкретном механизме, обеспечивающем циркуляцию атмосферы над всем полушарием.

Частота появления тех или иных ЭЦМ и продолжительность их действия определяют структуру циркуляции атмосферы и характер погоды не только отдельных сезонов и лет, но и в многолетнем ряду; в последнем случае следует говорить о климатическом режиме. Основной задачей предпринятого исследования является именно изучение динамики климата, его короткопериодных (порядка 20-30 лет) флуктуации.

Начало работы по этой теме было отражено в опубликованной в 1946 г. небольшой монографии[1]. Она содержала результаты обработки восьмилетнего (1933-1940) материала. В последующем работа продолжалась в Геофизическом Институте, а затем в Институте Географии АН СССР с большими перерывами, вызванными как посторонними причинами, так и необходимостью значительно увеличить объем используемого материала. Решающее значение для получения новых данных имело выполнение программ МГГ-МГС-МГСС. Новые материалы позволили не только расширить и углубить анализ циркуляции атмосферы за последние годы, но и проверить и надежнее обосновать результаты, полученные ранее по более ограниченным и, в основном, приземным наблюдениям. Этим объясняется публикация выводов из анализа имеющегося к настоящему времени в нашем распоряжении 68-летнего материала только теперь и в издании Междуведомственного Геофизического Комитета при Президиуме АН СССР.

В книге публикуется также большой фактический материал: описание и сборно-кинематические и высотные карты выделенных ЭЦМ, календарь их последовательной смены в течение всех 68 лет, некоторые обобщенные таблицы. Чтобы облегчить пользование всем этим материалом, в тексте сделаны многочисленные перекрестные ссылки и в ряде мест сознательно допущены повторения.

1.2. Представляют ли данные о типизации атмосферных макропроцессов ценность сейчас, при быстром развитии гидродинамических, численных методов прогноза и бурной росте объема информации, получаемой с помощью метеорологических спутников?

Как общие соображения, так и существующая практика, не подтверждают правомерности подобного противопоставления. Цели использования тех и других материалов различны, сохраняются и различия в методах исследования. Прогноз погоды строился и строится - на экстраполяции развития конкретных индивидуальных процессов, характеристики климата строились и строятся - на статистической обработке длинного ряда наблюдений метеорологических и аэрологических станций. Основная цель такой обработки - выявление главных и устойчивых свойств многолетнего климатического режима путем сглаживания частностей. Даваемый по этим данным климатологический прогноз ограничен сведениями о вероятных величинах тех или иных климатических элементов и возможной их частоте, но без указания времени появления.

1.3. Не вызывает сомнений практическая ценность таких прогнозов для

---

[1] Дзердзеевский БЛ., Курганская В.М., Витвицкая З.М. - Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Тр.НИУ ГУГМС, Гидрометеоиздат, 1946.

планирования долговременных сооружений, акклиматизации растений и животных и т.п. Наряду с этим, аналогичную ценность следует признать за прогнозами на конечные и небольшие

- в климатической смысле - сроки: 10 - 20 лет. Указание времени наступления тех или иных величин климатических показателей в этих случаях обязательно.

Надо отметить, что параллельно с оформившимися в последнее время новыми требованиями к климатическому прогнозу, само развитие климатологии позволило показать, что регулярно фиксируемые отклонения от сглаженных многолетних средних величин - климатические флуктуации - являются не случайными аномалиями, но закономерными проявлениями климатического режима. Их временные масштабы близки к 20-30 годам, т.е. отвечают масштабам климатических, а не погодных характеристик. Таким образом задача изучения динамики климата связывается с задачей исследования его флуктуации.

1.4. Несмотря на неоднократно высказывавшиеся ранее (ван Беббер, Вильд, Броунов и др.) мысли о целесообразности обогащения климатических исследований с помощью параллельного использования синоптического материала, положение почти не менялось вплоть до начала 40-х годов нынешнего столетия. Только сформулированные в 1930 г. Т.Бержероном принципа динамической климатологии повлекли за собой обилие региональных работ по синоптической климатологии. Оба эти термина выделены разрядкой потому, что, если речь идет не о гидродинамических методах (собственно и входящих в понятие динамическая климатология)[2], их, в большинстве случаев, применяют как адекватные, подразумевая при этом статистическую обработку синоптического и аэрологического материала. Таким образом климатические характеристики, привязываются к динамике одного из важнейших климатообразующих процессов, что и открывает перспективы анализа динамики самого климата.

1.5. Здесь полезно еще раз подчеркнуть слова климатологическая, статистическая обработка материала, т.к. они ясно определяют как применяемый метод работы, так и обусловленную им необходимость иметь достаточно длинный ряд первичных данных, в том числе и синоптических. Понятно также, что такой ряд должен быть однородный по качеству и по степени детализации. Но именно это вызывает наибольшие затруднения так как, например, высотные карты можно использовать только за последние 10-15 лет; в те же годы заметно изменился объем информации и на приземных картах. Следовательно сохранить однородность данных удается только путем выделения таких главнейших характеристик изучаемых процессов, которые поддаются выявлению и на стером материале. Это и достигается генерализацией и типизацией процессов.

1.6. Можно перечислить большое число существующих ныне систем типизации. В преобладающем числе случаев они проведены для ограниченных районов, если же и распространяются на все полушарие (или большую его часть), то всё же подчинены требованию однотипности процессов на своей, небольшой территории, или в одном из секторов полушария.

Необходимо подчеркнуть, что изучение атмосферных процессов на территории, замкнутой искусственными границами (хотя бы и трактуемой как "естественный синоптический район"), неизбежно приводит к ослаблению или к полной

---

[2] Блинова Е.Н. Общая циркуляция атмосферы и гидродинамический долгосрочный прогноз погоды. Тр.Гидрометеорологического центра СССР, в 15, Гидрометеоиздат, Л., 1967, 3-25.
Блинова Е.Н, Обобщение гидродинамической теории климата и долгосрочного прогноза погоды. Там же, стр.26-36.

потере генетических: признаков типизации и к ошибкам в периодизации. Это легко объясняется тем, что в таких условиях в одну группу неизбежно попадут однотипные по внешним признакам, но разнородные по генезису процессы, например циклоны - хотя и перемещающиеся в границах небольшой территории по близким траекториям, но имеющие разное происхождение, или антициклоны - как оформившиеся в холодном вторжении, так и обусловленные радиационным выхолаживанием и т.п.

1.7. Избежать всего этого можно при условии использования данных, позволяющих проследить каждый процесс в его полном развитии - от зарождения до отмирания. Следовательно, обеспечить нужные условия могут только карты мировой погоды. Но многолетнего ряда таких карт вообще нет; за более - менее продолжительный период - истекшая часть XX столетия - имеются только приземные карты Северного полушария. Поэтому приходится удовлетвориться ими. Впрочем, как общие соображения, так и результаты произведенной обработки, свидетельствуют, что для целей статистического анализа короткопериодных флуктуации климата объем информации, содержащейся в картах полушария, большей частью можно считать приемлемым минимумом.

Необходимо уточнить следующее: выше упоминалось, что изучалась циркуляция атмосферы над северным полушарием, но это не совсем верно. В качестве рабочего материала действительно использованы синоптические и высотные карты, издаваемые как материалы по северному полушарию (с 1899 по 1948 гг. - американские "исторические" карты, а с 1949 г. - карты, публикуемые Центральным институтом прогнозов - Гидрометеорологическим центром СССР). Однако, как известно, районы низких широт на этих картах освещены плохо или не освещены совсем (на Африке - рамка карты ЦИП-ГМЦ отрезает всю область южнее 30°с.ш., на Тихом океане - южнее 40°с.ш.). Следовательно во всех секторах полушария полностью освещаются лишь внетропические широты и выражение "циркуляция атмосферы над северным полушарием" оправдывается только желанием сохранить указание на использованный первичный материал - Бюллетени ЦИП-ГМЦ.

1.8. Основным пороком всякого рода классификаций и типизации атмосферных процессов считают субъективность как принципов разработки самой системы типизации, так и отнесения каждого индивидуального процесса к тому или иному типу. Вторым очевидным недостатком типизации является трудность получения количественной характеристики типовых процессов. Однако надежность выделения типов циркуляции определяется "точностью" синоптических приземных и высотных карт, вертикальных разрезов, зондажей - словом, всего того арсенала первичного материала, который широко применяется при любых исследованиях атмосферных процессов. Надо добавить, что при типизации процессов на всем полушарии и при их статистической обработке надежность результатов даже несколько увеличивается. Причину этого объяснить не трудно. Современная аэросиноптическая сеть наблюдательных пунктов, даже в районах с их большой плотностью, не позволяет выявить все образования мезомасштаба. Обычные же циклоны и антициклоны, фронтальные разделы, высотные ложбины и гребни, области восходящих и нисходящих движений, определяются и описываются с достаточной точностью, обеспечивающей как научный анализ, так и прогностические выводы.

При переходе к характеристике процессов охватывающих все полушарие, решающее значение приобретают еще большие по размерам и резче выраженные особенности циркуляции; их стало быть легче классифицировать. На современном материале не так уж трудно установить число и указать направление ведущих потоков и места блокировок, которые обычно и служат признаками для типизации макропроцессов. К тому же, в этом случае, могут быть понижены требования к степени точности; ошибка в несколько градусов координатной сетки в положении оси высотного гребня или оси

ложбины может заметно снизить удачность суточного прогноза, но не отразится на определении циркуляции над полушарием как зональной или меридиональной.

При этом стоит еще раз напомнить, что основная задача - использования синоптического материала по полушарию для его типизации формулируется как задача климатологическая, осуществляемая же статистическая обработка соответствующих многолетних данных повышает климатическую достоверность каждого из выделенных типовых процессов. Например, нами использован ряд, содержащий почти 25.000 (24.837) приземных синоптических карт полушария и высотные карты по всем имеющимся уровням за весь доступный период. Повторяемость каждого из выделенных типовых процессов в таком ряду достаточно велика и такой объем материала можно считать удовлетворяющим требованиям статистического анализа.

1.9. Сложнее обстоит дело с количественными характеристиками макропроцессов. Системы их типизации, как правило, прямых показателей такого рода не дают. Поэтому им, обычно, противопоставляют методы подсчета индексов циркуляция по формулам ЕЛ1 Россби, Е.Н.Блиновой, А.Л.Каца, хотя для этого нужно больше времени, особенно тех случаях, когда требуется не одна интегральная характеристика интенсивности циркуляции на всем полушарии, но и по различным его частям (секторам).

Однако, такое затруднение не принципиально и при современной технике может быть преодолено. Непреодолимым для целей климатологического анализа остается отсутствие длинного ряда высотных карт. Облегчить положение может только параллельная обработка имеющихся материалов обоими способами, т.е. осуществление типизации макропроцессов и подсчет индексов циркуляции. Сопоставление тех и других результатов позволяет дополнить и уточнить типовые характеристики количественными показателями и приближенно распространить их на весь статистический ряд. Опыт такого сопоставления[3] обнаружил в 81% случаев совпадение с точностью до одного дня излома кривой индекса (по Е.Н.Блиновой) с датами смены одного типа циркуляции на другой, хотя смены циркуляционных процессов устанавливались по приземным картам, а индекс циркуляции рассчитывался по высотным данным.

Аналогичную работу на более позднем материале выполнила К.В.Кувшинова, использовав для сравнения индексы А.Л.Каца, подсчитанные за период с 1938 по 1957 гг. Недостатком этого материала является то, что индексы подсчитаны только для Европы.

Если следовать методике А.Л.Каца, то к числу меридиональных (из числа рассмотренных случаев) следовало отнести 187 периодов, а по нашей типизации 130 (то есть, совпадение констатировано в 70% случаев); в еще меньшем числе случаев (50%) совпали определения периодов зональной циркуляции. Причина расхождений несомненно кроется в разных территориальных масштабах исходного материала (полушарие и Европа, см. п.1,6). Подтверждается это и результатами работы 1954 г., на которую только что была сделана ссылка, а также другими примерами, которые будут указаны дальше.

Можно добавить, что и введенные Россби группы высокого и низкого индекса циркуляции тоже объединяют определенные, (хотя и не четко очерченные) типовые схемы циркуляции.

В отсутствии же подсчитанных индексов циркуляции, в качестве статистических характеристик длинного временного ряда типовых схем можно пользоваться частотой повторяемости каждого процесса и продолжительностью его действия (в днях). Вторая величина оказалась репрезентативнее и, как это будет видно из дальнейшего, дает достаточно хорошее представление о динамике развития атмосферных процессов во времени.

---

[3] Дзердзеевский Б.Л., Монин А.С. - Типовые схемы общей циркуляции атмосферы в Северном полушарии и индекс циркуляции. Изв.АН СССР, сер.геофиз. №6, 1954 г.

II.А Принципы типизации. Главнейшие признаки и характеристики выделенных типов циркуляции

2.1, В основу расчленения непрерывно развивающихся над полушарием атмосферных процессов должны быть положены следующие два постулата:

а) существование конечного числа характерных механизмов циркуляции, хотя и существенно отличающихся друг от друга, но в каждый данный момент обеспечивающих циркуляцию на всем полушарии. При сохранении постоянства притока тепловой солнечной энергии и структуры земной поверхности (в рассматриваемых нами периодах продолжительностью в несколько десятков лет эти условия выполняются) число таких различных механизмов циркуляции должно быть невелико; вместе с тем, из-за видоизменения свойств подстилающей поверхности, они должны заметно отличаться зимой и летом;

б) сохранение в каждом из таких механизмов циркуляции своих особенностей (в той числе - ориентировки в пространстве основных переносов) более длительное время, чем это свойственно отдельным процессам синоптического масштаба. Поэтому, несмотря на быструю смену последних, общий характер макроциркуляции сохраняется в течение нескольких дней, после чего, быстро, "скачком" переходит в другой.

Иначе говоря, атмосферная циркуляция на полушарии в каждый данный момент рассматривается не как случайная комбинация отдельных синоптических процессов, но как реальный целостный макропроцесс высшего, по отношению к синоптическим, ранга и в пространстве и во времени.

Прибегнув к аналогиям из теории информации можно циклонические и антициклонические образования и фронтальные поверхности рассматривать в практике краткосрочных прогнозов как полезную информацию, а турбулентность меньшего масштаба - как "шумы"; в системе рассматриваемых нами процессов роль "шумов" переходит к макротурбулентности, то есть к тем же отдельным циклонам и антициклонам, а полезной информацией становятся циркуляционные механизмы над полушарием.

2.2. Сохранение такой однородности макропроцессов во времени установлено давно. "Главы процессов" Тернера, "естественные синоптические периоды". Б.П.Мультановского, "элементарные синоптические процессы" Г.Я.Вангенгейма (затем расширенные и видоизмененные А.А.Гирсом), "пачки процессов" А.И.Аскназия, "кванты процессов" и "макро-синоптические положения (ситуации)" Ф.Баура - все это в разной форме отвечает второму из названных выше постулатов. Однако, во всех этих случаях, периодизация процессов осуществлялась по данным на ограниченной территории и первый из наших постулатов таким образом не соблюдался. Типизация А.А.Гирса, хотя и распространена на все полушарие, но осуществляется по профилирующим признакам, отыскиваемым в атлантико-европейском и тихоокеанском секторах.

Отрицательные последствия проведения типизации на ограниченных территориях уже отмечались в п.1.6; это тем более не может быть рекомендовано для изучения флуктуации климата.

2.3. Наша попытка провести типизацию атмосферных процессов с соблюдением обоих указанных выше принципов дала положительные результаты. Циркуляция рассматривалась в масштабах всего северного полушария, без специального выделения какого бы то ни было одного района и с использованием за последние годы высотных карт.АТ 850, 700, 500, 300 и 200 мб., а выборочно также АТ 100 и АТ 50 мб. Все это позволило уточнить сделанную ранее типизацию процессов и их периодизацию. Теперь был повторно проанализирован весь прежний материал, построены суммарные сборно-кинематические карты каждого типового механизма циркуляции[4] и

[4] Образец такой карты показан на рис.38 монографии 1946 г.

прокорректированы кинематические схемы процессов. Таким образом однородность ряда и его надежность - в пределах допускаемых имеющимся материалом - можно считать обеспеченной.

2.4. Дополнительной проверке подверглась также реальность сохранения однородности ЭЦМ во времени. Для периодов действия нескольких различных ЭЦМ были подсчитаны знак и величина вертикальных движений и количество внутренней и кинетической энергии, а также распределение этих величин в атмосфере над полушарием. Рассчитанные величины дали хорошее согласование со схемами ЭЦМ, что особенно наглядно проявилось при смене одного ЭЦМ другим (рис.1).

Представляет также большой интерес сопоставление выделенных типовых ЭЦМ со струйными течениями. На рис.2 даны 4 карты изотах и изотерм, построенные С.С.Савиной для противоположных по характеру типов циркуляции: 1а (зональная) и 12бз (меридиональная) для зимы и 26 (зональная) и 3 (нарушение зональности) для лета.

По данным достаточно густой аэрологической сети северного полушария произведено осреднение скорости ветра и температуры (°с) за все дни указанных периодов дей-

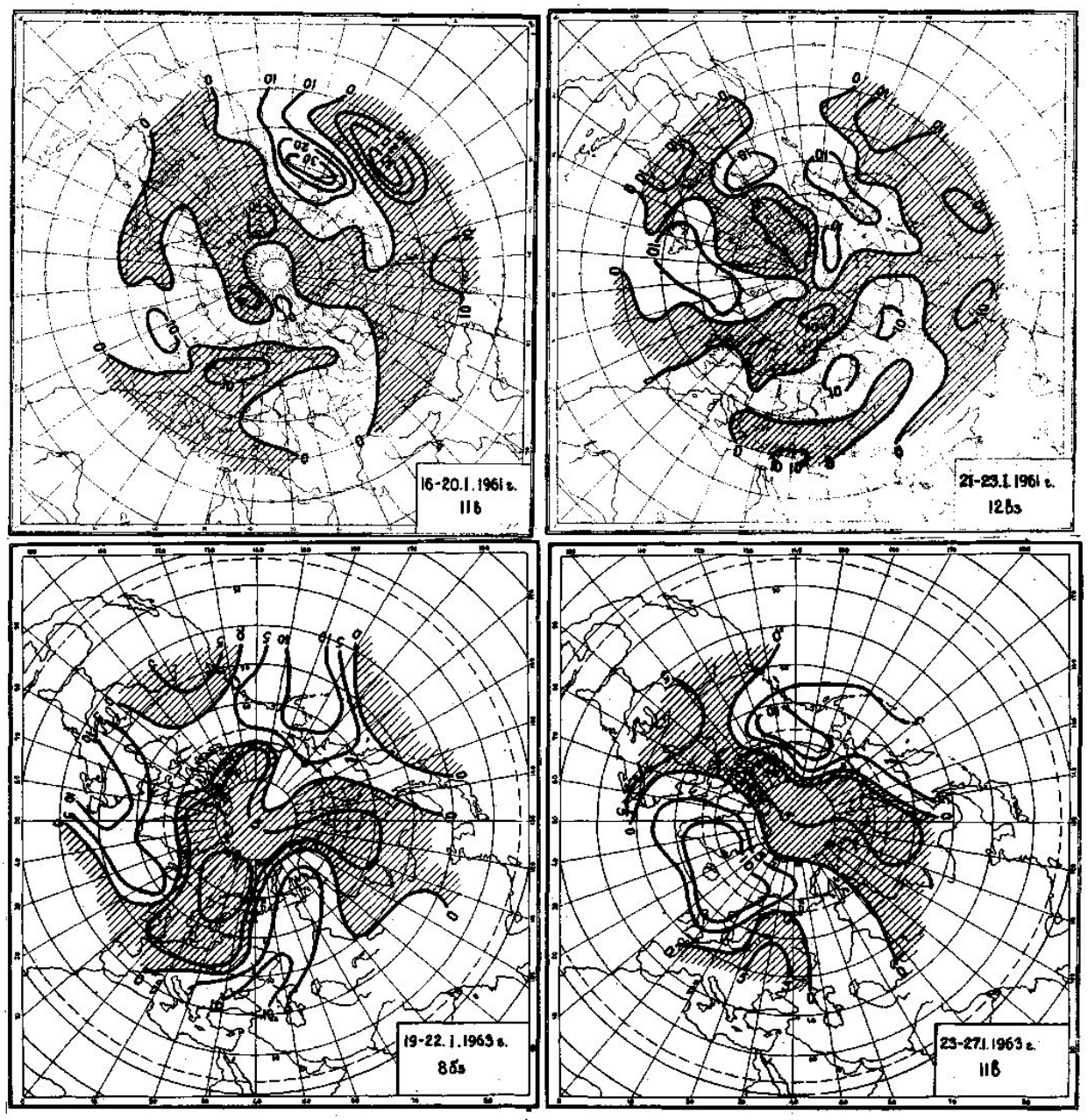


Рис.1 Распределение величин вертикальных движений на уровне 500 мб поверхности (мб/12 час) при разных ЭЦМ: ▨ - нисходящие токи; ▭ - восходящие токи.

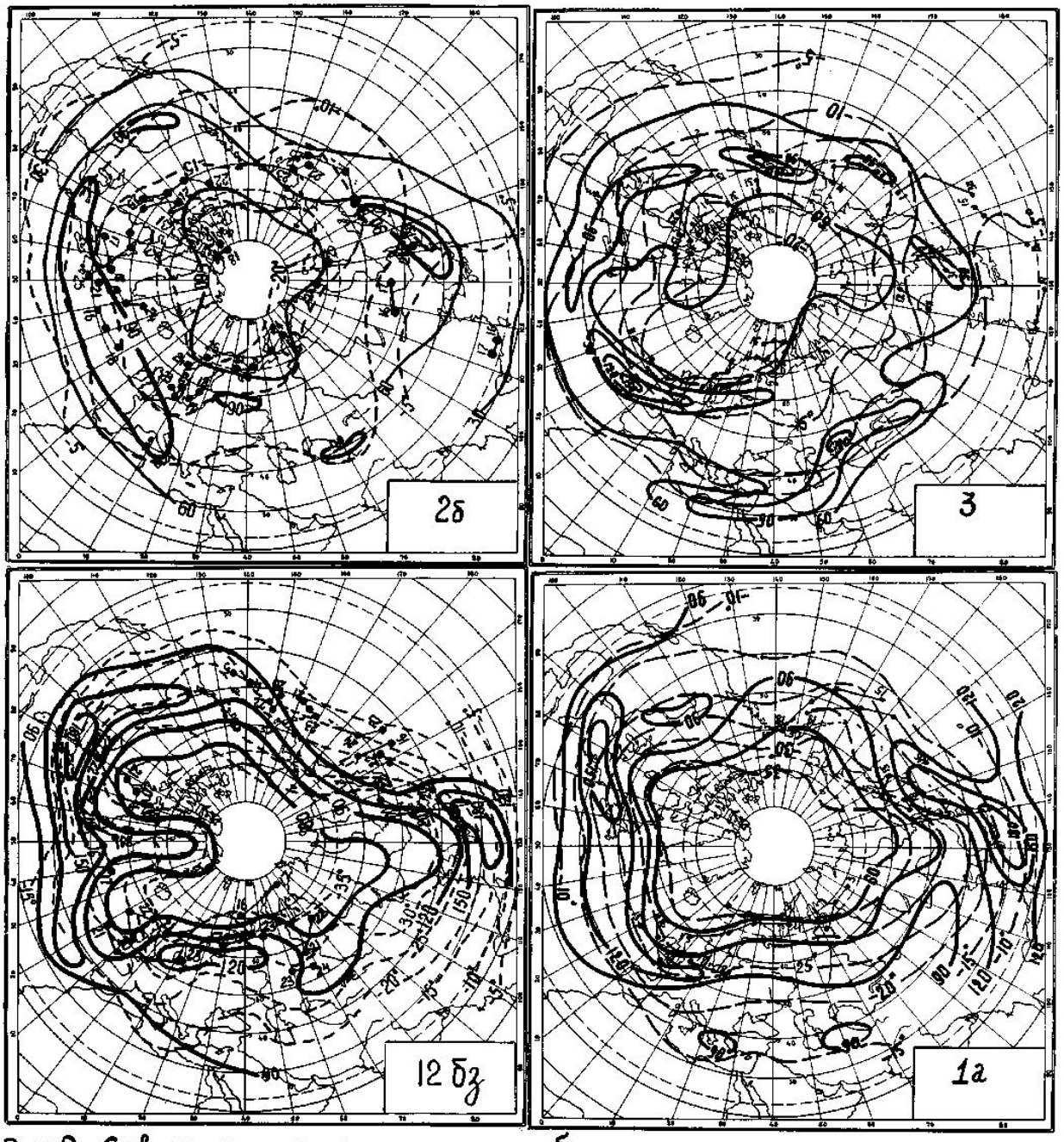


Рис.2 Совмещенные суммарные сборно-кинематические карты характерных для зимы и лета типов ЭЦМ и осредненных за те же периоды значений изотах (на уровне 300 мб поверхности) и изотерм (на уровне 500 мб поверхности) — изотахи; --- изотермы; •- центры циклонов.

ствия соответствующих ЭЦМ. Изотермы проведены по данный на 500 мб поверхности, а изотахи - 300 мб, где согласно с выводами ряда авторов, связанные с полярным фронтом струйные течения проявляются особенно четко.

Положение струйных течений на демонстрируемых картах сально отличается ос их среднего положения в центральных месяцах соответствующих сезонов. Но они очень хорошо согласуются со сборно-кинематическими картами действовавших в эти периоды ЭЦМ и соответствуют динамическим схемам последних.

Следует также сослаться на работу А.С.Чаплыгиной[5], показавшей на основе статистического анализа, что чередование ЭЦМ свидетельствует о рациональности принятых принципов типизации. А.С.Чаплыгина использовала материал за 56 лет (1899-1954 гг.). По материалам последовательной смены ЭЦМ за 60 лет (1899-1958 гг.) в разных секторах полушария проверка реальности (неслучайности) ЭЦМ произведена затем независимо лицами, не принимавшими никакого участия в первоначальной обработке данных[6]. По их результатам вероятность того, что ход кривой последовательной смены ЭЦМ не случаен, составляет для европейского сектора в январе 95,5% в феврале 98,8% и в июне 99,95%; для дальневосточного сектора в январе и феврале - 99,95%, в ноябре - 97,2%.

2.5. В качестве еще одной, вполне независимой проверки может быть использована работа Ньютона и Пальмена[7]. Авторы провели очень тщательный анализ распределения скоростей ветра и вертикальных движений на разных уровнях, а также рассчитали величины абсолютного и относительного вихря для случая хорошо выраженного арктического вторжения на Северную Америку. Полученные авторами результаты в одном секторе полушария очень хорошо подтвердили схему ЭЦМ соответствующего дня.

Интересно сделать попытку сопоставления с ЭЦМ ставших доступными в самое последнее время облачных наблюдений со спутников. На рис.3 показан пример совмещения карты облачности, полученной по спутниковым данным и реконструированной для всего полушария[8], и сборно-кинематической карты действовавшего в этом периоде ЭЦМ. Так как карта облачности относится к одному дню, а сборно-кинематическая к периоду в несколько дней - совпадение можно считать достаточно хорошим. Для обсуждаемого здесь вопроса еще более важно то, что происшедшие резкие изменения в распределении облачности совпадают во времени со сменой ЭЦМ.

Все приведенные сведения позволяют считать, что разработанная нами типизация отвечает высказанным выше постулатам - о существовании атмосферных макропроцессов масштаба всего полушария (как минимум - его внетропических широт), обеспечивающих сохранение устойчивости характера циркуляции атмосферы в течение нескольких дней.

Надо отметить, что указанное выше значительное расширение объема материала не привело к необходимости изменить принятые в начале принципы типизации процессов и построенные на их основе типовые схемы, хотя и побудило внести некоторые уточнения в особенности по отношению к районам выхода - "прорывам" - южных циклонов.

---

[5] Чаплыгина А.С. - Статистический анализ чередования типов циркуляции атмосферы Изв. АН СССР, сер.геофиз., 1961 г., №12.

[6] Рубинштейн Е.С., Полозова Л.Г. Современное изменение климата - Гидрометеоиздат, Л., 1966.

[7] Newton C., Palmen E., Kinematic and thermal properties of a long amplitude wave in the westerlies, TELLUS,1963,№2, 99-119

[8] Nagle R.E., Clark J.R., Holl M.M., Riegel C.A., Formulation and testing of a program for the objective asaembly of Meteorological Sattellite cloud observations. Men. Wea, Rev., v.95, №4, 1967, 171-187

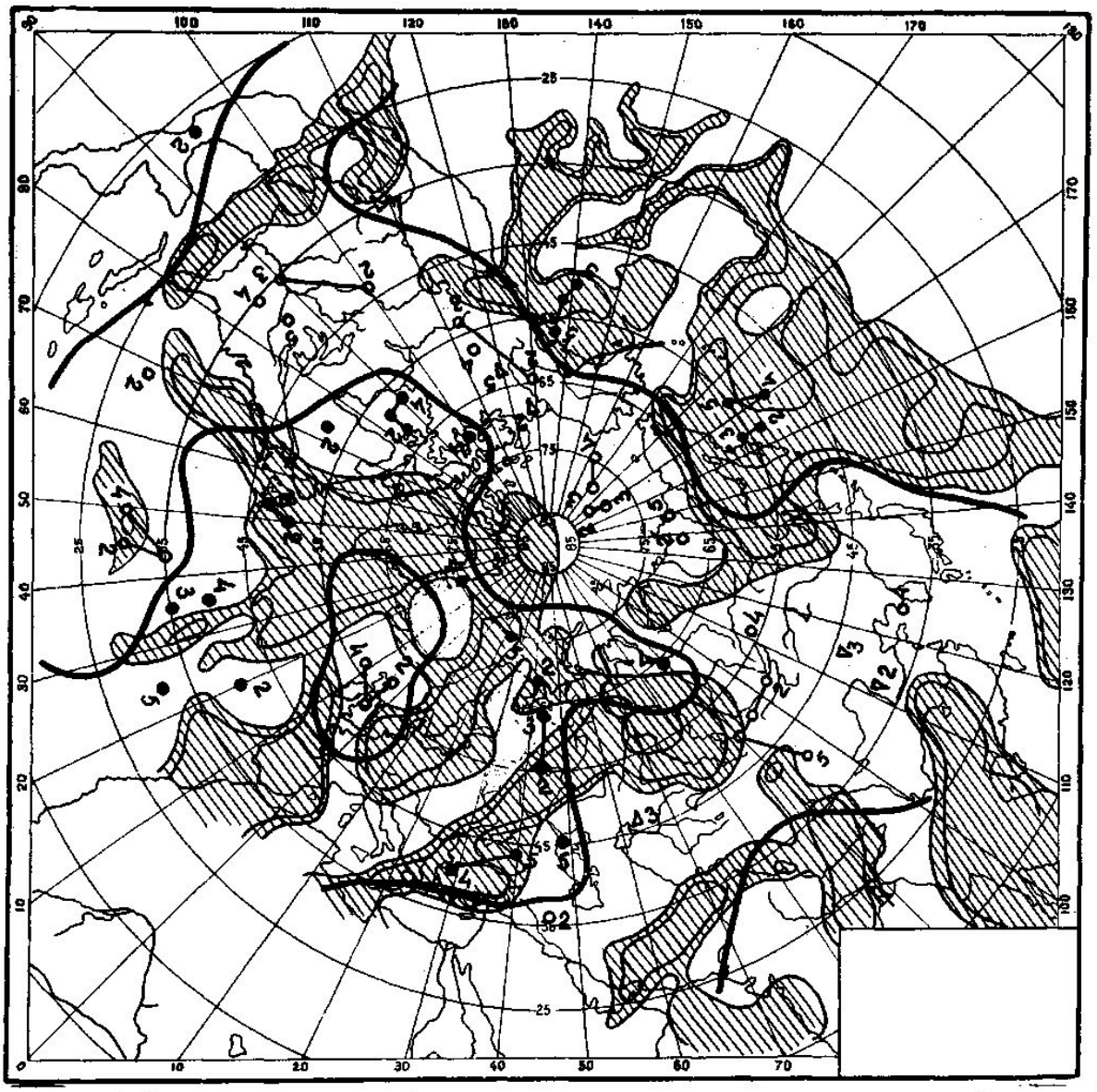


Рис.3 Совмещенные сборно-кинематическая карта ЭЦМ подтипа 11б (2-5.11.1965 г.) и карта, полученная по спутниковым данным и реконструированной для полушария облачности (3.11.1965 г.).

— демаркационные линии разделяют поля циклонической и антициклонической деятельности; • - центры циклонов; ∘ - центры антициклонов; ▵ - гребни. Цифры у барических центров - даты, к которым относится барическое образование. ▨ - облачность более 7 баллов.

2.6. Следующие основные признаки были положены в основу выделения ЭЦМ:

(1) Установление основной для данного момента характеристики циркуляции; в пределе она может трактоваться как зональная или меридиональная, в промежуточных положениях - как нарушение зональности. Практически это равнозначно определению того, в какой мере нарушен западный перенос в умеренных широтах и какова частота и интенсивность блокирующих процессов. В нашей системе

типизации одна блокировка на полушарии расценивается как нарушение зональности; две, три и четыре - как меридиональная циркуляция.

(2) Установление направления основных ведущих потоков; на приземных картах они вполне удовлетворительно отражаются траекториями барических образований, поэтому за прошлые годы типизация ЭЦМ осуществлялась по таким траекториям, а за последние годы - с использованием высотных карт. Для всех типовых схем составлены также средние карты распределения давления у земли и карты повторяемости циклонов и антициклонов.

(3) Западный перенос - зональная циркуляция - в умеренном и субтропическом поясах на приземных картах соответствует в нашей типизации широтным (или близким к широтным) траекториям барических образований, преимущественно циклонических. Арктические или полярные - вторжения и блокировки в высоких и умеренных широтах отражаются близкими к меридиональным и направленными с севера траекториями антициклонов или гребней и корреспондирующими движениями - иди развитием - северных гребней стационарных континентальных или субтропических морских антициклонов.

(4) Нарушение зональности в более низких широтах часто осуществляется также циклонами, обычно перемещающимися на приземных картах с юго-запада на северо-восток (реже по траекториям, близким к меридиональным - "южные циклоны"). В своей северной части траектории таких циклонов обычно приобретают широтное направление, "вливаясь" в кольцо зонального переноса в умеренных или субтропических широтах.

2.7. Всего по нашей системе выделено 13 основных типовых схем ЭЦМ. Каждый тип| ЭЦМ имеет цифровое обозначение: от 1 до 13. Варианты ЭЦМ каждого типа, отличающиеся деталями в разных частях полушария, но не меняющие принципиальной схемы процесса, обозначены первыми буквами алфавита (например, 5а, 5б, 5в, 5г или 7а, 7б и т.д.). Эти варианты отражают сдвиги в направлении полярного вторжения или прорывов южных циклонов - при том же их количестве и при сохранении соотношения блокировок и прорывов. Различия, вызванные сезонным изменением свойств подстилающей поверхности, обозначены буквами "з" и "д" (зимний, летний).

Таким образом, полный индекс для некоторых типов ЭЦМ пишется так: 7аз, 7ал, 7бз, 7бл, 12бз, 12бл, 12вз, 12вл. Но, например, в этом же типе 12 есть, подтипы 12а и 12г - без добавления индексов сезонной изменчивости. Наряду с этим, два варианта. ЭЦМ 13 типа имеют только индексы, характеризующие сезонную изменчивость (13з, 13л).

Деление на 13 типов с подтипами целесообразнее, чем применение простой порядковой нумерации (от №1 до №41), т.к. при этом сохраняется единая и обоснованная, физически система типизации.

Отдельно рассматривается положение "вне типа" - переходное состояние при смене ЭЦМ. Как правило, его длительность не превышает 1, редко 2 дней .За 68 лет сменилось 6471 ЭЦМ и в 460 случаях отмечено положение "вне типа".

2.8. В начале разработки нашей типизации в ее основу были положены только направления и число одновременных полярных вторжений и связанных с ними блокировок западного переноса. Последующее увеличение объема материала и решение практических задач для отдельных частей полушария побудили учесть также нарушения зональности вызванные вхождениями - "прорывами" - южных циклонов. В большинстве случаев такие выходы, циклонов осуществляются одновременно с полярными вторжениями (на разных долготах). Только в одном типе ЭЦМ. тринадцатом, полярные вторжения отсутствуют, а

2.6. Следующие основные признаки были положены в основу выделения ЭЦМ:

(1) Установление основной для данного момента характеристики циркуляции;

в пределе она может трактоваться как зональная или меридиональная, в промежуточных положениях - как нарушение зональности. Практически это равнозначно определению того, в какой мере нарушен западный перенос в умеренных широтах и какова частота и интенсивность блокирующих процессов. В нашей системе типизации одна блокировка на полушарии расценивается как нарушение зональности; две, три и четыре - как меридиональная циркуляция.

(2) Установление направления основных ведущих потоков; на приземных картах они вполне удовлетворительно отражаются траекториями барических образований, поэтому за прошлые годы типизация ЭЦМ осуществлялась по таким траекториям, а за последние годы - с использованием высотных карт. Для всех типовых схем составлены также средние карты распределения давления у земли и карты повторяемости циклонов и антициклонов.

(3) Западный перенос - зональная циркуляция - в умеренном и субтропическом поясах на приземных картах соответствует в нашей типизации широтным (или близким к широтным) траекториям барических образований, преимущественно циклонических. Арктические или полярные - вторжения и блокировки в высоких и умеренных широтах отражаются близкими к меридиональным и направленными с севера траекториями антициклонов или гребней и корреспондирующими движениями - иди развитием - северных гребней стационарных континентальных или субтропических морских антициклонов.

(4) Нарушение зональности в более низких широтах часто осуществляется также циклонами, обычно перемещающимися на приземных картах с юго-запада на северо-восток (реже по траекториям, близким к меридиональным - "южные циклоны"). В своей северной части траектории таких циклонов обычно приобретают широтное направление, "вливаясь" в кольцо зонального переноса в умеренных или субтропических широтах.

2.7. Всего по нашей системе выделено 13 основных типовых схем ЭЦМ. Каждый тип| ЭЦМ имеет цифровое обозначение: от 1 до 13. Варианты ЭЦМ каждого типа, отличающиеся деталями в разных частях полушария, но не меняющие принципиальной схемы процесса, обозначены первыми буквами алфавита (например, 5а, 5б, 5в, 5г или 7а, 7б и т.д.). Эти варианты отражают сдвиги в направлении полярного вторжения или прорывов южных циклонов - при том же их количестве и при сохранении соотношения блокировок и прорывов. Различия, вызванные сезонным изменением свойств подстилающей поверхности, обозначены буквами "з" и "д" (зимний, летний).

Таким образом, полный индекс для некоторых типов ЭЦМ пишется так: 7аз, 7ал, 7бз, 7бл, 12бз, 12бл, 12вз, 12вл. Но, например, в этом же типе 12 есть, подтипы 12а и 12г - без добавления индексов сезонной изменчивости. Наряду с этим, два варианта. ЭЦМ 13 типа имеют только индексы, характеризующие сезонную изменчивость (13з, 13л).

Деление на 13 типов с подтипами целесообразнее, чем применение простой порядковой нумерации (от №1 до №41), т.к. при этом сохраняется единая и обоснованная, физически система типизации.

Отдельно рассматривается положение "вне типа" - переходное состояние при смене ЭЦМ. Как правило, его длительность не превышает 1, редко 2 дней .За 68 лет сменилось 6471 ЭЦМ и в 460 случаях отмечено положение "вне типа".

2.8. В начале разработки нашей типизации в ее основу были положены только направления и число одновременных полярных вторжений и связанных с ними блокировок западного переноса. Последующее увеличение объема материала и решение практических задач для отдельных частей полушария побудили учесть также нарушения зональности вызванные вхождениями - "прорывами" - южных циклонов. В большинстве случаев такие выходы, циклонов осуществляются одновременно с полярными

вторжениями (на разных долготах). Только в одном типе ЭЦМ. тринадцатом, полярные вторжения отсутствуют, а интенсивные прорывы циклонов с юга происходят по двум или четырем направлениям, причем циклоны проникают до самых высоких широт и даже пересекают полярный бассейн. Анализ материалов за последние десятилетия показал, что такое пересечение происходит часто и является характерной особенностью данного ЭЦМ, Это побудило заменить принятое ранее название IV группы: "циклоничность на полюсе" на более точно характеризующее процесс: "Южная меридиональная циркуляция".

Во всех остальных случаях, как отмечалось в п.2.6, циклонические траектории сохраняют близкое к меридиональному направление только в южных широтах и на-

рушение ими зонального переноса в масштабах всего полушария сказывается меньше, чем при полярных вторжениях и блокировках. Поэтому циркуляция классифицируется как южная меридиональная только в пределах соответствующего сектора полушария (см.п.2.18 и табл.7 в приложении).

Итак, для всего полушария в целом приняты следующие группы циркуляции:

I. Зональная циркуляция. Полярных вторжений нет. 2 или 3 прорыва южных циклонов. Типы ЭЦМ 1 и 2.

П. Нарушение зональности. Одно полярное вторжение: от I до 3 прорывов южных циклонов. Типы ЭЦМ 3-7.

Ш. Меридиональная северная ЦИРКУЛЯЦИЯ. От 2 до 4 полярных вторжений; от 2 до 4 прорывов южных циклонов. Типы ЭЦМ 8-12.

IV. Меридиональная южная ЦИРКУЛЯЦИЯ. Полярных вторжений нет; от 2 до 4 прорывов южных циклонов, проникающих в полярную область. Тип ЭЦМ 13.

Более детально соотношение полярных вторжений и южных прорывов во всех 41 подтипе ЭЦМ представлено в таблице I.

Таблица I

Схема распределения ЭЦМ по числу одновременных полярных вторжений и южных циклонических прорывов.

Число южных циклонических прорывов / Число полярных вторжений	0	I	2	3	4
0			la, 16, 13з	2а,2б,2в	13л
I		4а,5а	5б,5в,7аз, 7ал, 7бз,	3,4б,4в, 5г,6,7бл	
2			8гз,10а, 10б, 11а, 11б, 11в, 11г	8а,8бз, 8бл,8вз, 8вл,8гл, 9а	
3				9б,12бз, 12бл,12вэ, 12вл,12г	
4					12а

2.9. Стоит обратить внимание на соотношение числа ЭЦМ (из общей суммы 41), отнесенных к зональной и меридиональной циркуляциям (табл.1). Бели сохранить принятое ранее деление (зональная циркуляция - не больше одной блокировки), то получим: зональных ЭЦМ - 7, с нарушением зональности - 13, меридиональных ЭЦМ - 21.Аналогичный подсчет по числу южных вхождений дает: ЭЦМ с нарушением зональности - 2, меридиональных - 39. При совместной учете числа и блокировок и южных прорывов циклонов: ЭЦМ "полностью" меридиональных (т.е. с двумя и более и блокировками и южными выходами циклонов) - 21. Таким образом, рассматривая циркуляцию на всем полушарии в целом, мы не находим (на низких уровнях) случаев

одновременного сохранения зональности во всех широтах и во всех секторах полусферы. Это обусловлено главным образом различиями в характере и свойствах земной поверхности как постоянными (континенты и океаны), так и периодическими (смена сезонов года).

Что же касается отдельных секторов полушария, то надо не упускать из виду сделанного немного выше указания о часто наблюдаемом постепенном изменении траекторий идущих с юга циклонов и превращении их в высоких широтах в зональные. Получается переход южной меридиональной циркуляции в зональную и сочетание двух форм циркуляции в одном и том же секторе.

2.10. Продолжительность действия ЭЦМ в среднем за 68 лет оказалась равной 3.8 суток, при колебаниях в пределах от 2 до 10 суток (рис.4.). На рисунке даны три

кривые распределения повторяемости различных длин ЭЦМ, относящихся к разным периодам истекшей части XX столетия. Эти периоды, заметно отличающиеся друг от друга по циркуляционным условиям и климатическому режиму названы "эпохами". Их характеристики и принципы выделения подробно описаны далее (в пп. 3.3-3.5). Здесь эпохи упоминаются

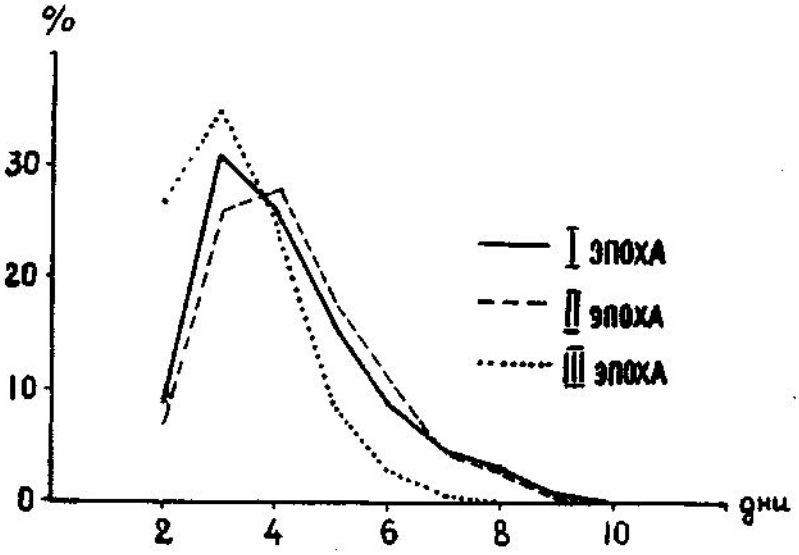


Рис.4. Кривая распределения повторяемости (% от числа случаев) ЭЦМ разной продолжительности действия в каждой из циркуляционных и климатических эпох XX столетия

только в связи с обсуждением одной из сторон характеристики ЭЦМ - продолжительности их действия.

Сравнив между собой три кривые (рис.4), легко установить, что наиболее вероятная повторяемость продолжительности действия ЭЦМ во второй эпохе была 4 суток, в первой и третьей - 3 суток; в третьей эпохе сильно возросла также повторяемость двухсуточных ЭЦМ.

В связи с этим, следует напомнить, что уже в 1954 г.[9] отмечалась большая частота двухсуточных периодов роста и убывания определяемого по высотным картам индекса циркуляции, превосходящая частоту выделенных по приземным картам ЭЦМ той же продолжительности. Так как при анализе материала за последние годы еще шире использовались высотные карты, то естественно объяснить рост повторяемости двухдневных ЭЦМ и, следовательно, лучшее согласие длины ЭЦМ с периодами роста и убывания индексов именно этим. Однако, в третьем разделе данного текста будут

---

[9] Дзердзеевский Б.Л. и Монин А.С. Типовые схемы общей циркуляции атмосферы и индекс циркуляции. Изв. АН СССР, сер.геофизич., 1954, № б.

приведены материалы, свидетельствующие о том, что третья эпоха, по-видимому, отличается некоторым "обостреннем" - по сравнению с первой - аналогичным для обеих свойств. Это замечание нам еще пригодится в дальнейшем.

2.11. В п.2.8 указано, что наша система типизации состоит из 4-х групп, содержащих 13 типовых схем ЭЦМ, в свою очередь, делящихся на подтипы (всего 41 типизационная единица). Для каждого периода действия отдельных ЭЦМ в их последовательном чередовании за 68 лет, составлены сборно-кинематические карты; главным образом по ним - особенно за прошлые годы - осуществлялась периодизация процессов и устанавливались даты смены ЭЦМ.

Кроне того, по всему имеющемуся материалу для каждого типа и подтипа ЭЦМ построены суммарные сборно-кинематические карты[10], средние карты приземного давления и карты повторяемости циклонических и антициклонических форм циркуляции. Все это позволило прокорректировать и уточнить динамические схемы каждого ЭЦМ.

2.12. В публикуемом далее "описании типовых схем ЭЦМ" для каждого из них даны: а) динамическая схема типа; б) сборно-кинематическая карта одного из конкретных примеров осуществления этого же ЭЦМ; в) средние карты AT_{700},AT_{500} AT_{300} и AT_{200} для того же примера; г) кривые годового хода продолжительности действия данного типа ЭЦН в каждом месяце и в каждом сезоне.

Понятно, что примеры выбирались так, чтобы дать достаточно наглядное представление о характере соответствующего ЭЦМ. Однако, не следует думать, что здесь представлен самый лучший из всех имеющихся - хотя бы и единственный - образец каждого вида. Демонстрация только "идеальных" случаев затруднила бы поиски аналогичных процессов, а, следовательно, и возможность практического применения типизации для решения разнородных задач. Можно добавить также, что примеры высотных карт могли быть взяты только за последние годы, что также сократило возможности выборки.

Стоит еще раз напомнить, что все публикуемые высотные карты построены по данным, осредненным за периоды действия соответствующих ЭЦМ и, таким образом, полностью соответствуют каждой приземной сборно-кинематической карте. Это, как указывалось выше, позволило полнее выявить характерные черты каждого типового ЭЦМ. Но так как здесь публикуются только примеры, то подробнее описание высотных карт не дается.

П.Б. Описание типовых схем ЭЦМ

2.13. I группа. Типы ЭЦМ 1 и 2. Зональная циркуляция. ЭЦМ без северных блокировок, с двумя или тремя южными циклоническими прорывами.

Тип.1. (подтипы а и б). Два прорыва южных циклонов[11].

На приземной карте над Арктическим бассейном видно малоподвижное ядро повышенного давления, окруженное хорошее выраженным "кольцом" низкого давления. Последнее связано с циклонической деятельностью, развивающейся на арктическом фронте или вызываемой регенерацией на нем приходящих с юга полярнофронтовых циклонов. Их прорывы к северу происходят по двум направлениям:

Подтип 1а. I) Вдоль западных берегов Европы или через Западную Европу, 2) вдоль Дальневосточного побережья Тихого океана (рис.5 и 6).

Подтип 16. I) Через европейскую часть СССР (средиземноморские циклоны); 2) через Америку (рис.7 и 8),

---

[10] См. сноску к п.2.3.

[11] В заголовках, дающих название типа или подтипа ЭЦМ указано только число полярных вторжений или циклонических прорывов, соответствующее данным в табл.1. Их географическое положение указывается в тексте.

Ширина "кольца" циклоничности при подтипе 16 больше, особенно на Дальнем Востоке, где наблюдаются перемещения по коротким траекториям вливающихся в Алеутскую депрессию частных циклонов.

В южных широтах умеренного и субтропического поясов при ЭЦМ первого типа фор-

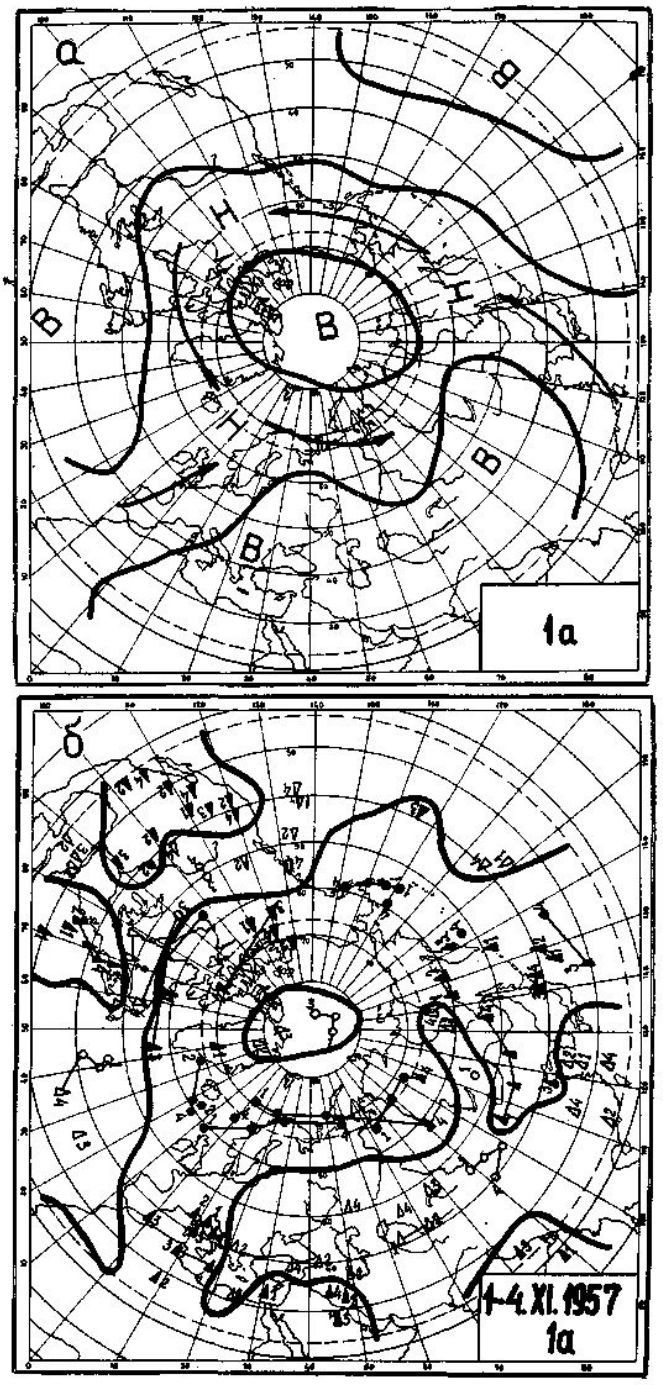


Рис. 5 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) зим подтипа 1а, 1-4.XI.1957 г.
На динамической схеме – сплошные стрелки – генерализованные траектории циклонов, двойные – антициклонов.
Демаркационные линии разделяют поля циклонической и антициклонической деятельности. На сборно-кинематической карте:
• – центры циклонов; ▲ – ложбины;
○ – центры антициклонов; △ – гребни.
Цифры у барических центров – даты, к которым относится положение барического образования.

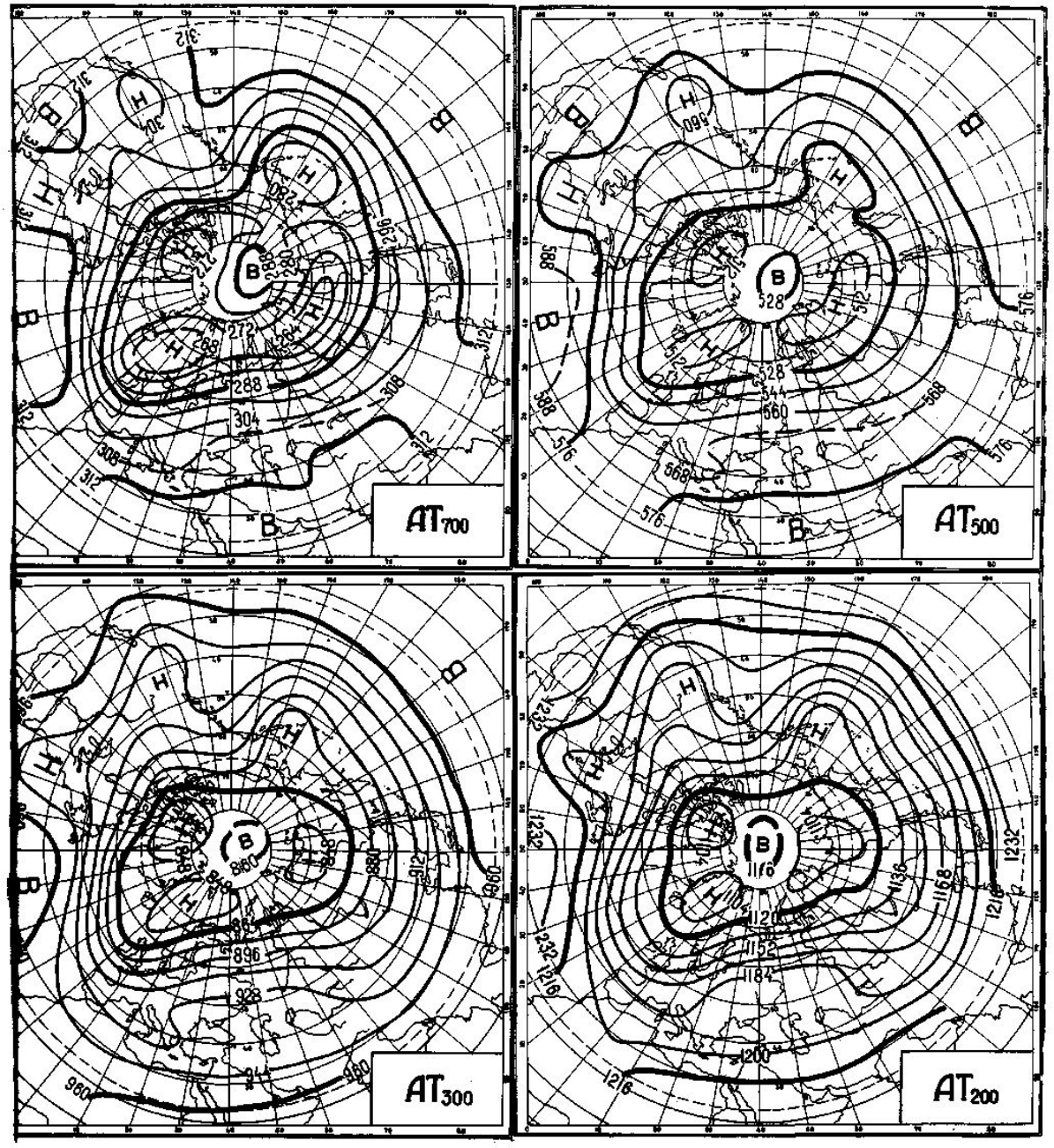


Рис. 6 Высотные карты ЭЦМ подтипа 1а за 1-4. XI.1957 г.
(обозначения - общепринятые)

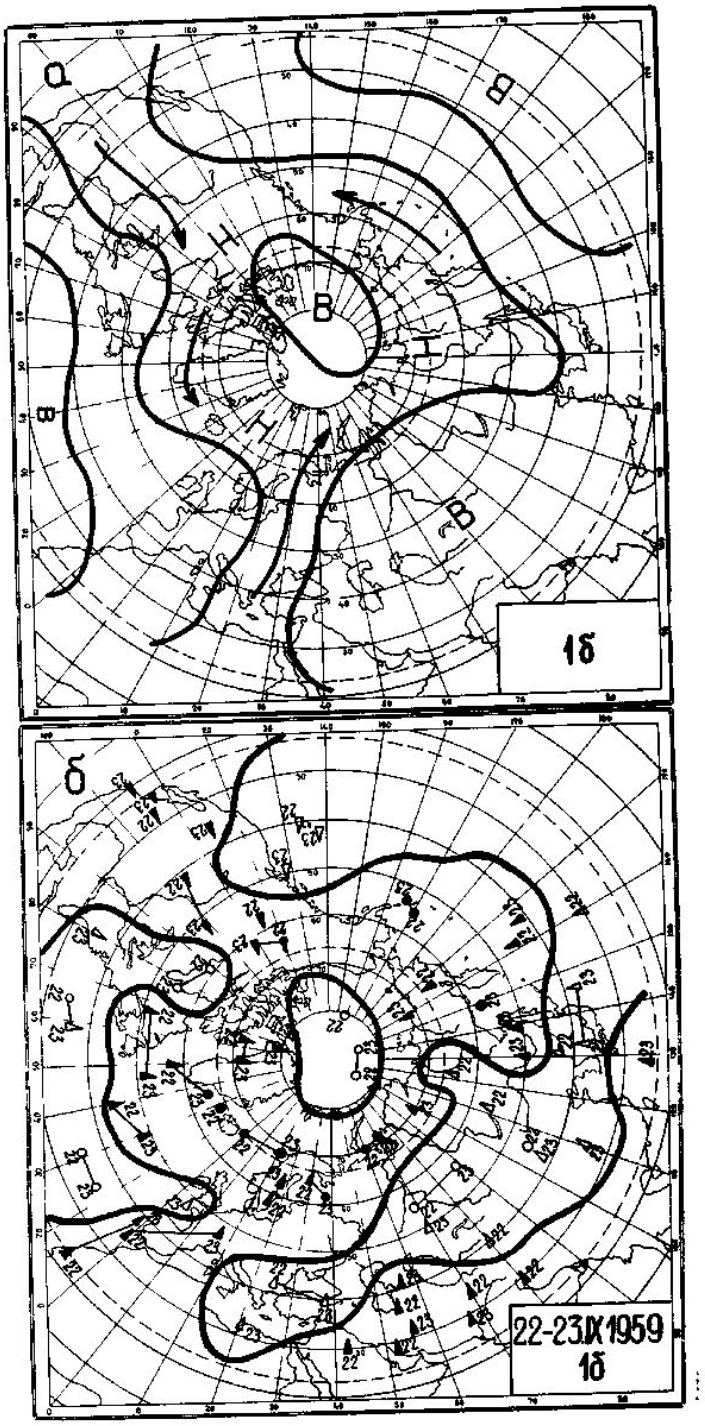


Рис.7 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 1б, 22-23.IX.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

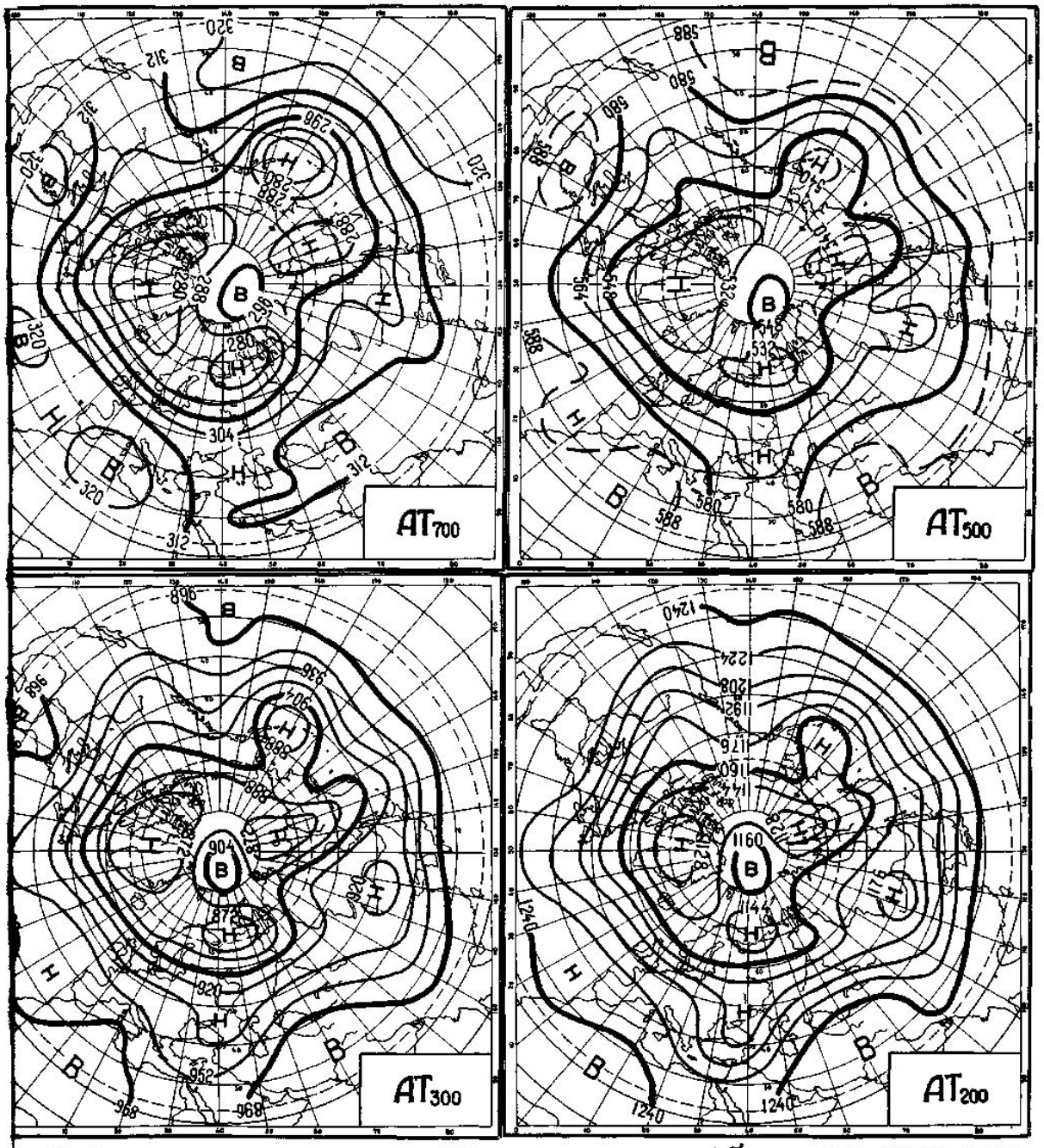


Рис. 8 Высотные карты ЭЦМ подтипа 1б за 22-23.IX.1959 г.

мируются обширные области повышенного давления; места разрывов между ними соответствуют указанный выше выходам южных циклонов.

В средней тропосфере ЭЦМ I типа характеризуется хорошо выраженным западным переносом, почти не нарушаемым слабыми ложбинами. Полярный антициклон прослеживается до больших высот.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 1а и 16 приходится на октябрь (предзимье, рис.9 и 10). Преобразуются оба эти подтипа чаще всего в ЭЦМ II типа или ЭЦМ 7 типа, то есть - в собственно зимние процессы[12]. Это связано с прогрессирующим выхолаживанием, усилением полярной области повышенного давления и блокирующих процессов, а также с образованием стационарных антициклонов над континентами.

---

[12] И здесь и во всех последующих случаях данные о наиболее вероятных переходах ЭЦМ взяты из таблицы А.С.Чаплыгиной (Библ.ссылку см. в 2.4).

Тип 2 (подтипы а,б,в). Три прорыва южных циклонов.
В высоких широтах ситуация близка к характерной для типа I.
На приземных картах здесь сохраняется полярная область повышенного давления, окруженная "кольцом" траекторий циклонов, развивающихся на арктическом фронте, или регенерирующих полярно-фронтовых. Тем не менее,

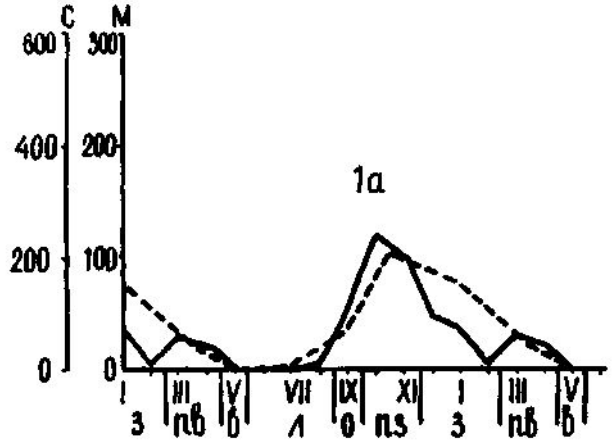


Рис.9. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа Iа по месяцам и по сезонам М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

различия между типами ЭЦМ I и 2 очень существенны, что обусловлено сезонной-изменчивостью характера подстилающей поверхности. Процессы ЭЦМ типа 2 наиболее часты леток, когда область повышенного давления над Арктикой занимает меньшую площадь и располагается в американском секторе, а уровень давления в ней не так высок как в холодную часть года. Наряду с этим, почти над всей площадью континентов давление понижено. "Кольцо" циркумполярных траекторий циклонов захватывает значительную часть умеренного пояса и интенсивно пополняется прорывающимися с юга циклонами.
Над океанами очень хорошо выражены области повышенного давления. Интенсивность и распространение к востоку гребня Азорского антициклона определяет местоположение выходов южных циклонов; в зависимости от этого выделены три варианта второго типа: подтипы 2а, 2б, 2в. В западном полушарии во всех этих случаях ситуация мало меняется.
Подтип 2а. Два прорыва южных циклонов (рис.13 и 14).
На приземной карте полярное

Рис.IO.Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа Iб по месяцам и по сезонам.М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

ядро повышенного давления смещено от центральных районов Арктики на северные районы американского континента. Субтропические антициклоны занимают положение близкое к среднему многолетнему. Сильнее развит Тихоокеанский антициклон, его отрог распространяется на западные районы Америки. Восточный отрог Азорского антициклона развит слабо: только иногда он заходит на Пиренейский полуостров. Над восточной Европой сохраняется ядро повышенного давления. Прогревание от подстилающей поверхности обеспечивает быструю трансформацию воздушных масс. Поле деформации в районе Центральной и Западной Европы способствует развитию полярно-фронтовых циклонов и их движению к северо-востоку. Второй прорыв циклонов происходит на востоке азиатского континента и еще чаще - вдоль Тихоокеанского побережья. Третий выход циклонов осуществляется через Сев.Америку. Подтип 2б. Три прорыва южных циклонов (рис.15 и 1б).
Основная особенность этого подтипа - интенсивное развитие отрога Азорского антициклона и смещение его на западную Европу. В связи с этим к востоку смещается

также поле деформации, а следовательно и область прорыва южных циклонов. При этом типе процессов зародившиеся над Средиземным морем циклоны идут через Черное или Каспийское моря на бассейны Волги и Урала. Это обусловливает выносы на европейскую часть СССР тропического воздуха и сильные потепления.

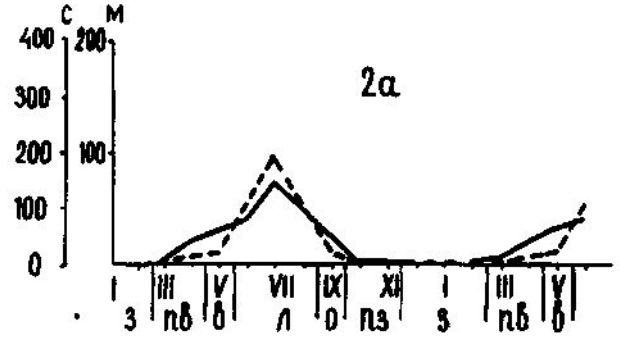


Рис.II. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 2а по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Полярная область повышенного давления развита слабее, чем в ЭЦМ 2а; заметно ослаблена и занимает меньшую площадь также область повышенного давления над центральными районами азиатского континента.

Подтип 2в. Три прорыва южных циклонов (рис.17 и 18). Восточный отрог Азорского антициклона занимает всю Европу. Поле деформации смещено далеко на восток. Южные циклоны идут через Каспийское и Аральское моря на бассейны Оби и Енисея. Следует

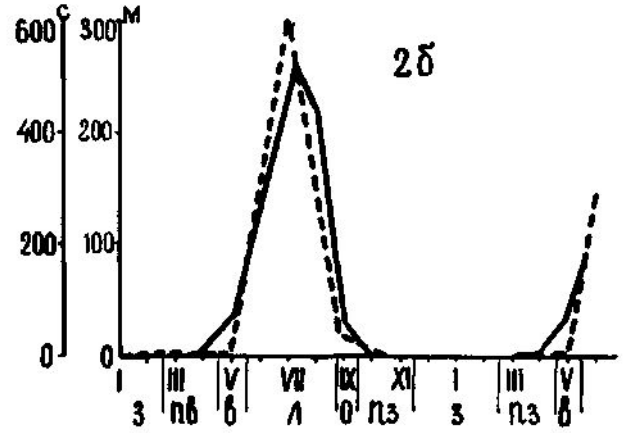


Рис.I2. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 2б по месяцам и по сезонам.М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

отметить, что ось восточного гребня Азорского антициклона может занимать либо более северное, либо более южное положение. В первом случае поступающий на теплую поверхность континента воздух из северных районов Атлантики вызывает похолодание и - быстро прогреваясь, становится неустойчивым. Во втором случае - разность температур воздух - подстилающая поверхность не так велика и фронтальные разделы ослабевают или размываются. Над севером Европы на приземной карте в это время видны циклоны, перемещающиеся с запада на восток и связанные с хорошо выраженным на высотах западным переносом. Максимальная продолжительность действия всех трех подтипов ЭЦМ 2 приходится на июль (летний сезон) (рис.11,12,21). После ЭЦМ этого типа чаще всего наблюдаются процессы типа 4 (одно вторжение на восток Европы) или ЭЦМ типа 10 (2 одновре-

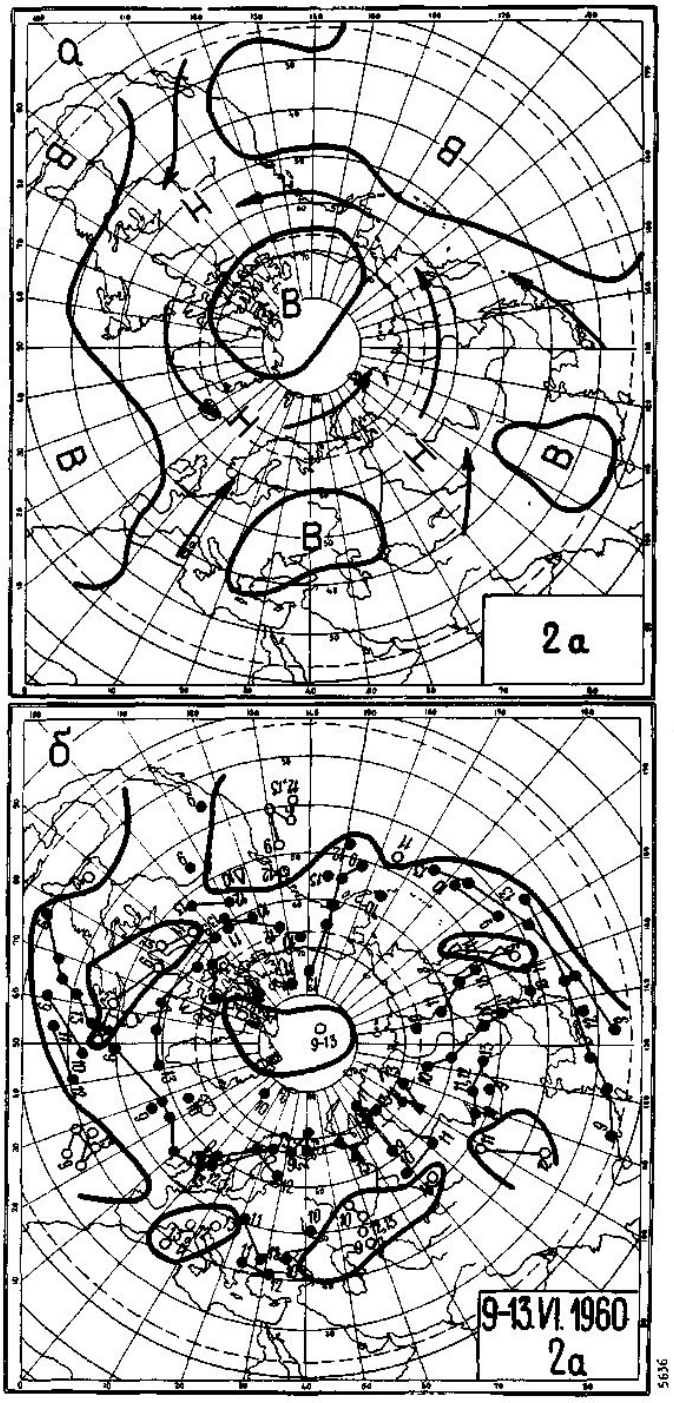


Рис.13 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 2а, 9-13.VI.1960 г. (обозначения см. на рис. 5)

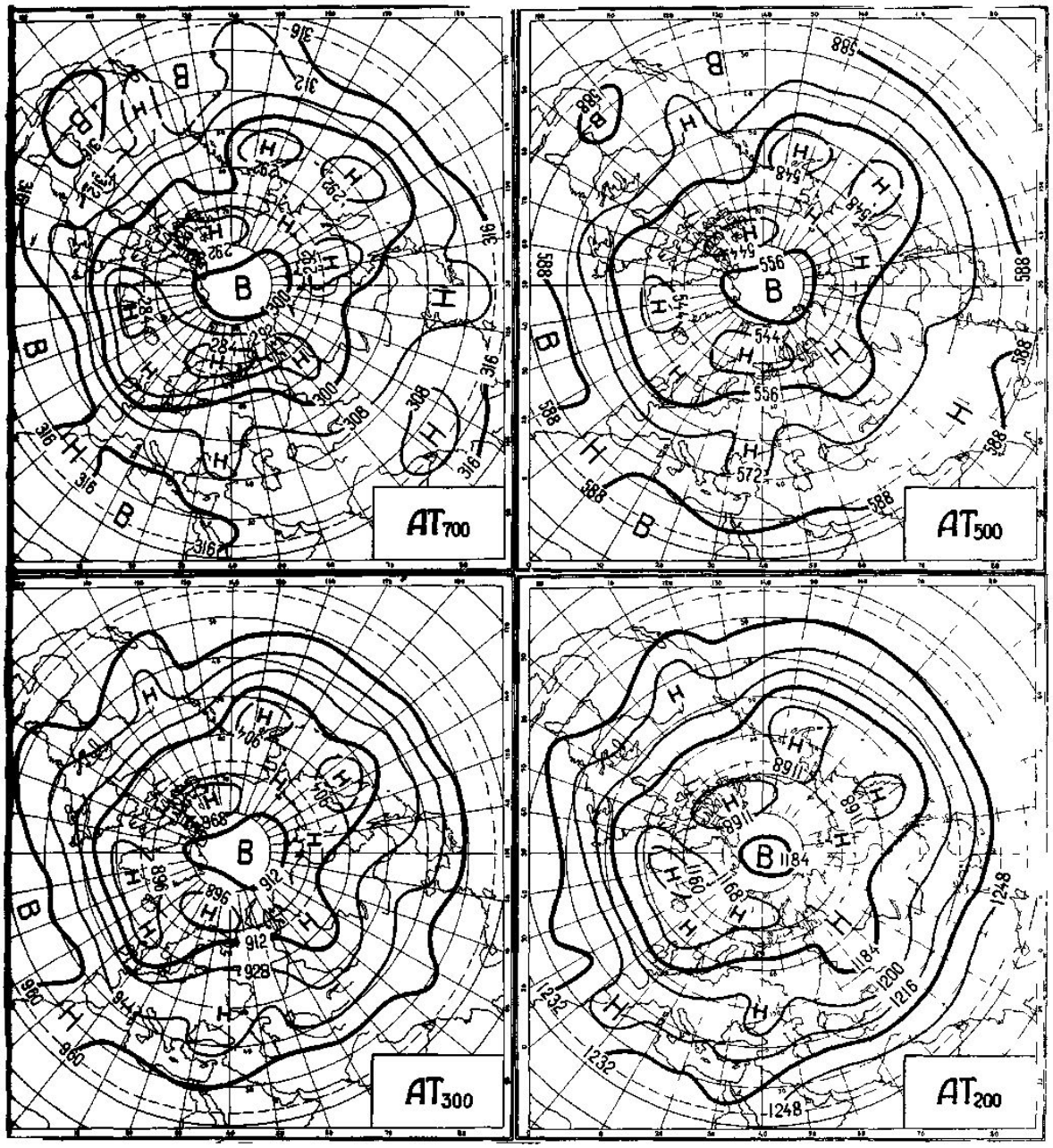


Рис.14 Высотные карты ЭЦМ подтипа 2а за 9-13.VI.1960 г

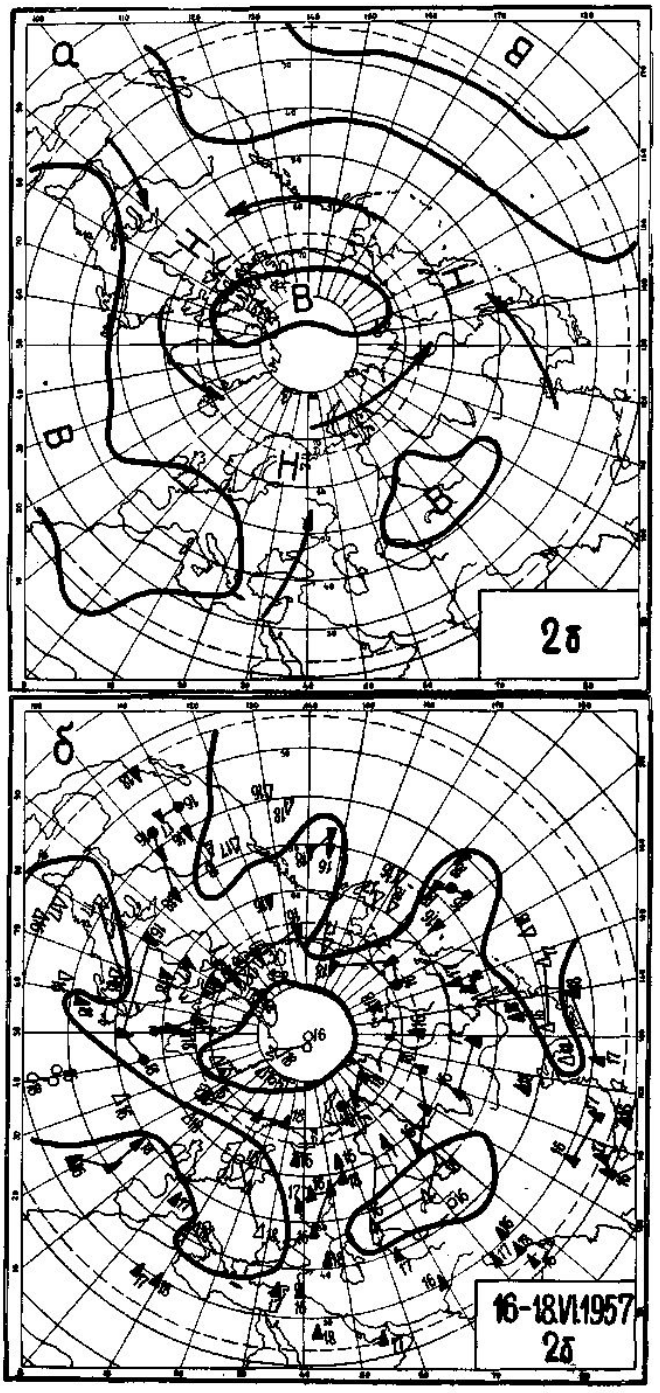


Рис. 15 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 2 б, 16-18.VI.1957 г. (обозначения см. на рис. 5)

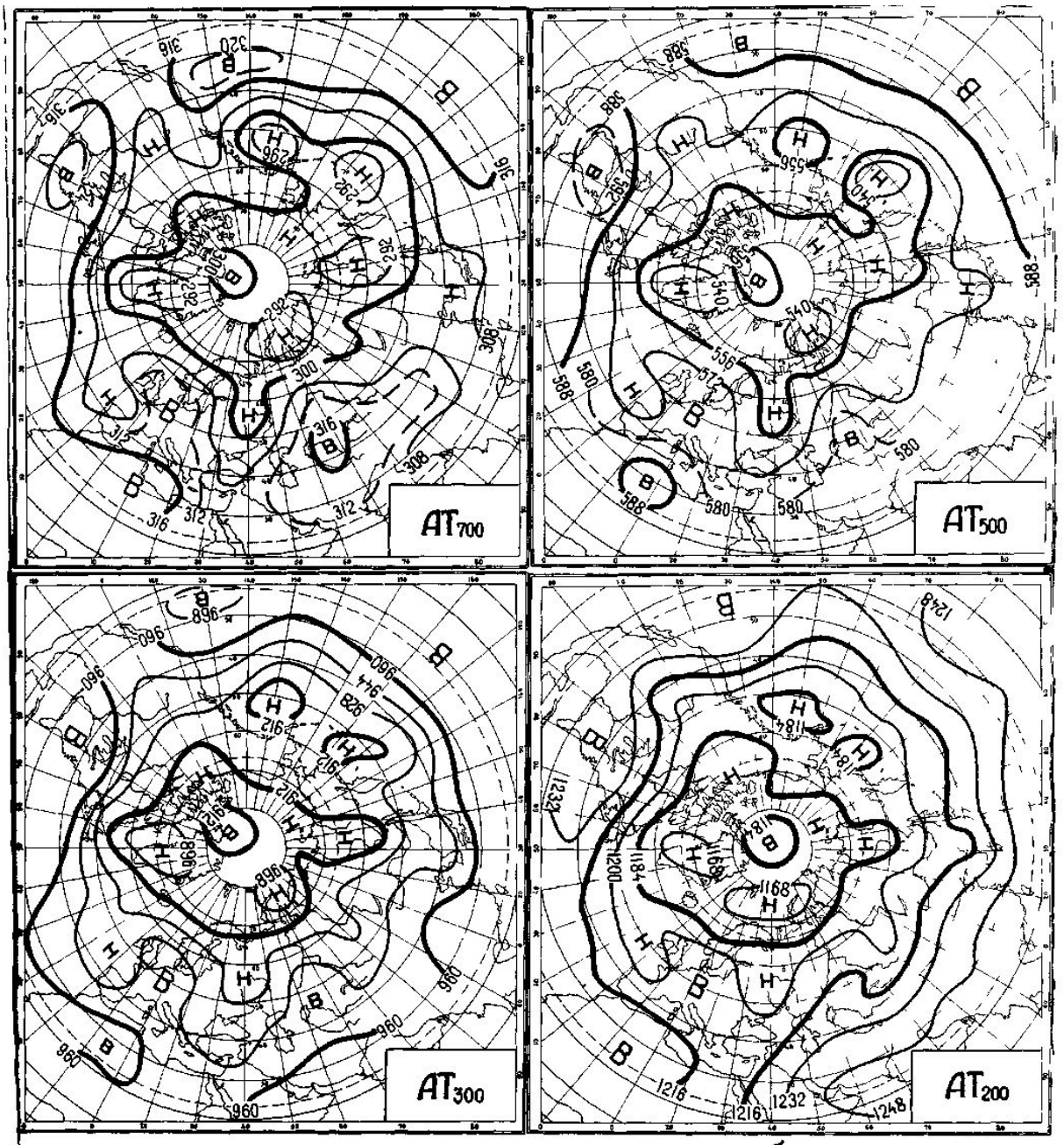


Рис.16 Высотные карты ЭЦМ подтипа 2б за 16-18.VI.1957г

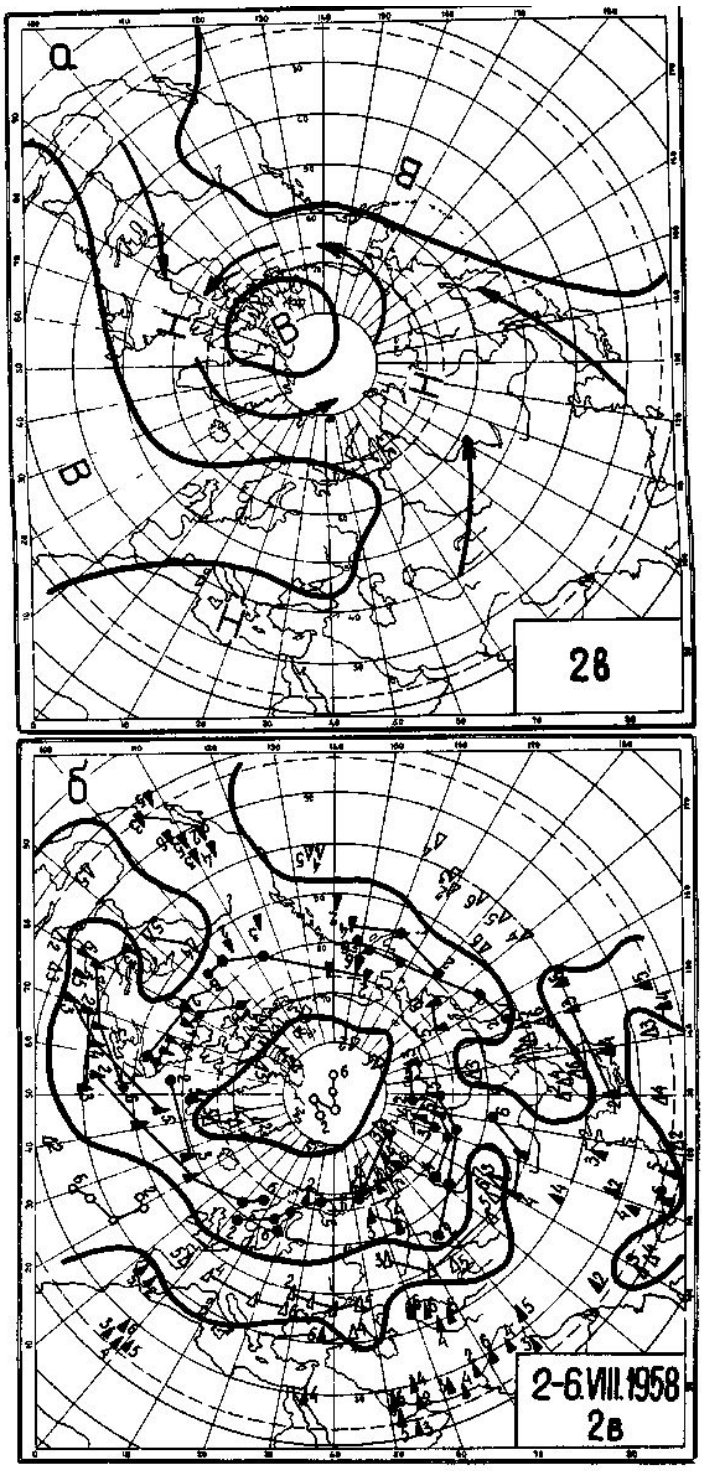


Рис.17 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 2в, 2-6.VIII.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

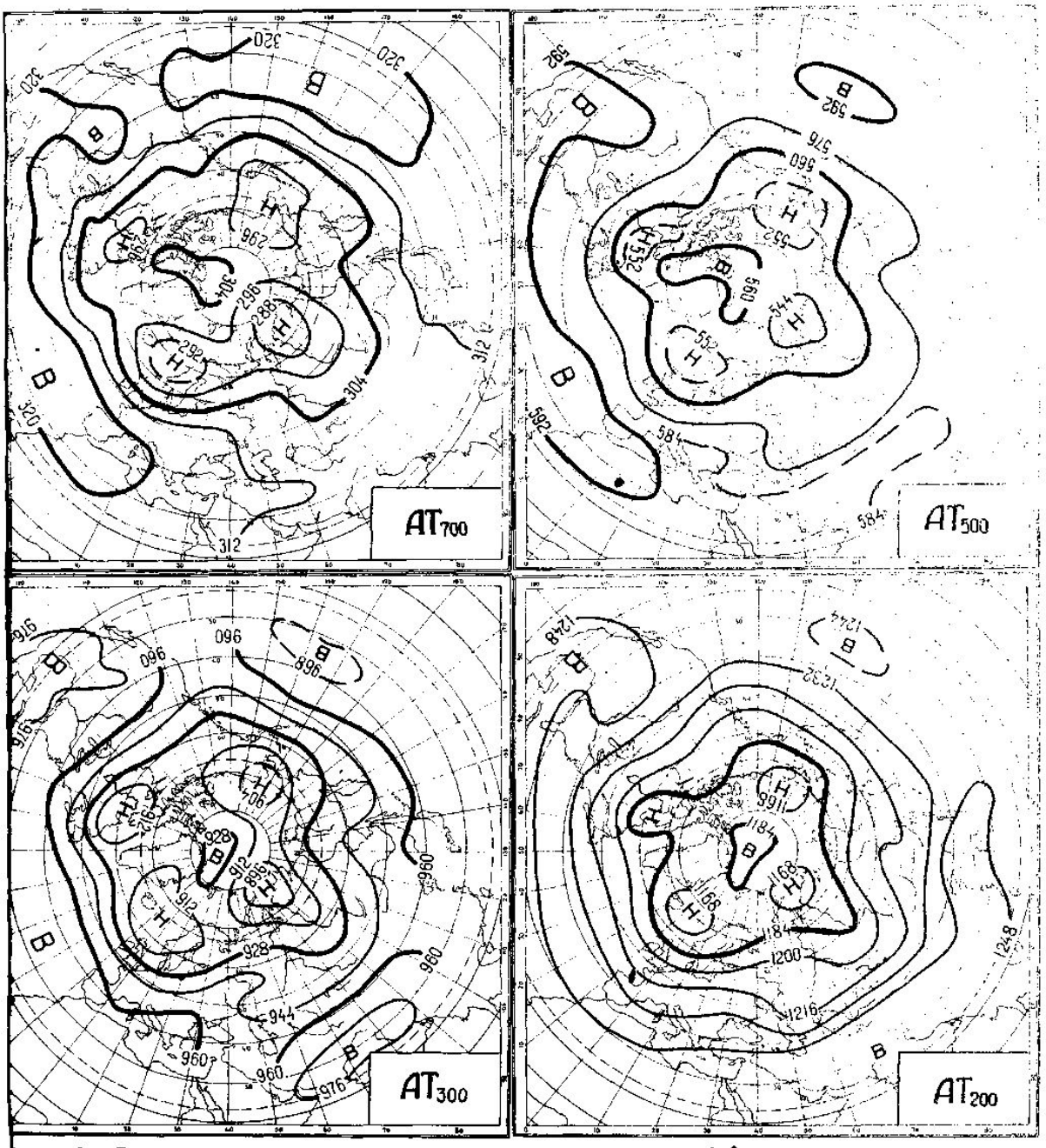


Рис.18 Высотные карты ЭЦМ подтипа 2в за 2-6.VIII.1958 г.

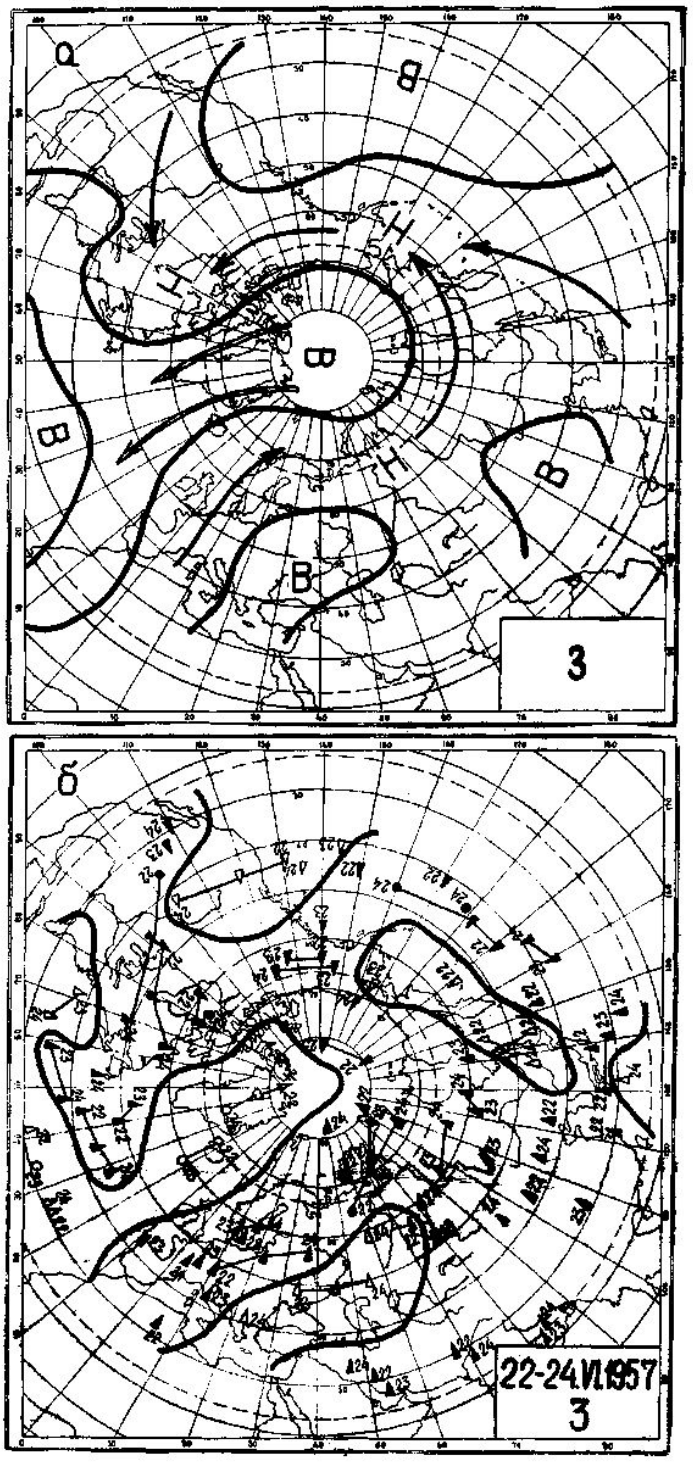
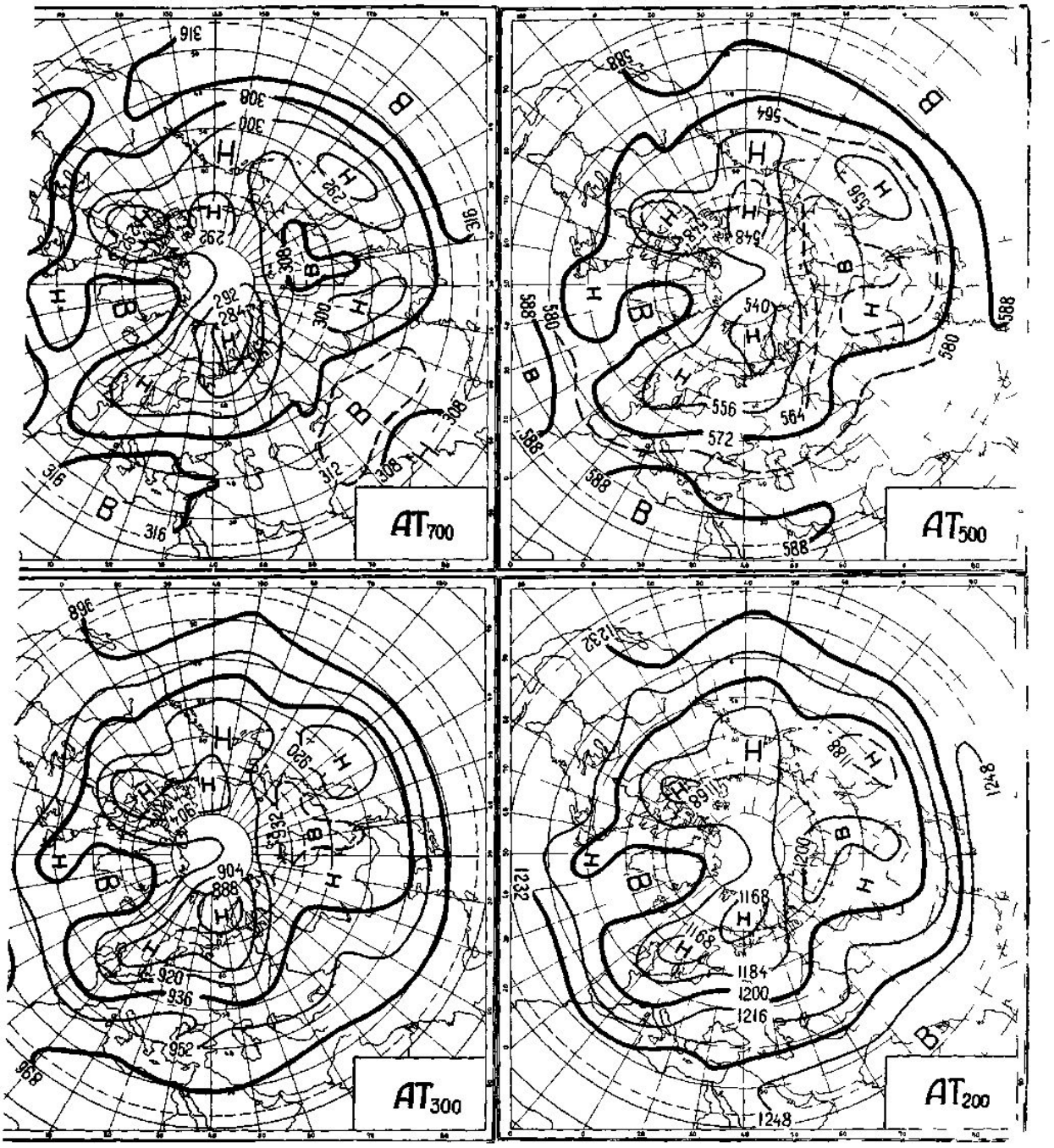


Рис.19 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ типа 3, 22-24.VI.1957 г. (обозначения см. на рис. 5)



ис.20 Высотные карты ЭЦМ типа 3 за 22-24 VI 1957 г

ценных вторжения: на восточную Европу и на Северную Америку). Эти вторжения подготавливаются указанными выше циклоническими прорывами.

II группа. Типы ЭЦМ 3-7. Нарушение зональности. Одна северная блокировка; от одного до трех прорывов южных циклонов.

Тип 3 (подтипов нет). Одна северная блокировка; три прорыва южных циклонов (рис.19 и 20).

Западный зональный перенос нарушается полярным вторжением на Атлантический океан, происходящим вслед за развитием циклонической серии, завершающейся формированием центрального циклона над Норвежским морем и Скандинавией. Полярная область повышенного давления занимает весь Арктический бассейн. Субтропические антициклоны хорошо выражены, особенно Азорский. Холодный воздух проникает в

субтропики, гребень Азорского антициклона развивается и вытягивается к северу; образуется широкая меридиональная полоса повышенного давления, блокирующая западный перенос на всех широтах атлантического сектора. В высоких широтах остальной части полушария - от Западной Европы, по северу Азии и Тихого океана до восточного побережья Северной Америки - циклоны перемещаются по широтным траекториям

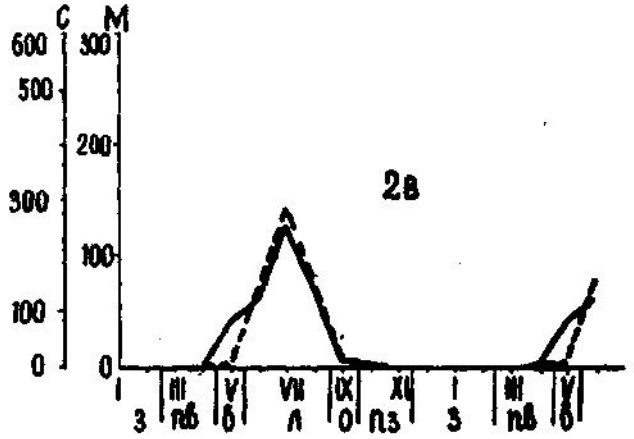


Рис.21. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 2в по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Пополнение этого циклонического "полукольца" происходит южными циклонами. Для формирования процессов 3 типа основным являются циклонические серии, развивающиеся над Западной или центральной Европой. Второе направление выхода циклонов - вдоль Дальневосточного побережья Азии. Полоса низкого давления над Америкой обусловлена интенсивными потоками тропического воздуха по западной периферии оформившейся над Атлантикой области повышенного давления и поднимающимися с юго-запада циклонами.

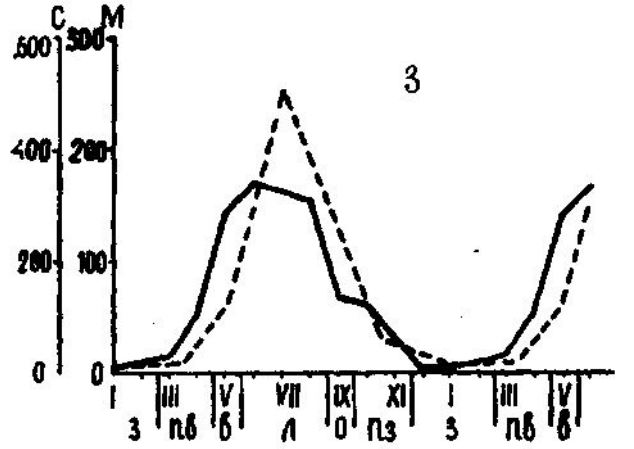


Рис.22. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ типа 3 по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

В тех случаях когда ЭЦМ третьего типа обусловлен формированием центрального исландского циклона, холодное вторжение и блокировка занимают центральные меридианы Атлантики. При более восточном положении центрального циклона, блокировка также смещена на восток. В этом случае ЭЦМ 3 типа очень близок к ЭЦМ 4- типа. Но такие различия мало сказываются на циркуляции над остальным частями полушария, поэтому оба названных варианта схемы не выделены как отдельные подтипы 3 типа

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 3 типа приходится на июнь (летний сезон)(Рис.22). ЭЦМ третьего типа почти с одинаковой степенью вероятности переходят в ЭЦМ 4 типа (смещение всей системы на восток) или ЭЦМ 2 типа (распространение вторгшегося холодного воздуха далеко на юг, движение циклонов по северу Атлантики).

Тип 4 (подтипы а,б,в). Одна северная блокировка, один или три прорыва южных циклонов.

Блокировка и нарушение зональности вызывается полярным вторжением на Европу, чаще всего на ее восточную часть. Полярная область повышенного давления лежит над западом Советской Арктики. Ее отрог вытянут на Гренландию и Баренцево море. В преобладающей части высоких широт полушария сохраняются зональные траектории циклонов. Пополнение их "полукольца", как во всех предыдущих случаях,

осуществляется прорывами южных циклонов. Однако, существенное различие заключается в соотношениях этих прорывов с северными блокировками, что в свою очередь, связано с

сезонным ходом процессов. Эти различия и обусловили выделение трех подтипов 4 типа ЭЦМ.

Подтип 4а. Одна северная блокировка, один четко выраженный прорыв южных циклонов вдоль Дальневосточного побережья Азии (рис.24 и 25).

ЭЦМ этого типа осуществляется в холодную часть года (преимущественно в предзимье), когда над Азией уже хорошо развит континентальный антициклон, с направленным на запад гребнем. Вторжение арктического воздуха пополняет континентальный антициклон; внешне, на приземной карте это проявляется как объединение полярного антициклона через указанный гребень с Сибирским антициклоном и создание мощной области повышенного давления, занимающей значительную часть полушария.

Полярное вторжение связано с движением вдоль высоких широт циклонов, развивающихся на Арктическом фронте или регенерировавших на нем полярнофронтовых, в тех случаях, когда центральный циклон смещен далеко на восток, в район Карского моря и низовьев Оби. Гребень Азиатского антициклона препятствует образованию еще одного прорыва южных циклонов через Западную Сибирь для пополнения "полукольца" циклонических траекторий. Северная блокировка ограничивается только высокими широтами и поэтому образование меридиональной полосы высокого давления вплоть до низких умеренных широт в значительной степени связано с существованием гребня Азиатского антициклона.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 4а приходится на октябрь (предзимье) (рис.23). Он переходит чаще всего в ЭЦМ 10 типа (добавляется второе вторжение на Америку). Следующие - одинаковые по частоте - преобразования ЭЦМ типа 4а осуществляются в ЭЦМ типа 7 (замена одного вторжения на Европу одним же вторжением на Америку) или в ЭЦМ типа 2 (без полярных вторжений).

Подтип 4б. Одна северная блокировка; три прорыва южных циклонов (рис.26 и 27).

Процессы этого типа развиваются летом, при отсутствии устойчивого Азиатского антициклона и при интенсивном развитии субтропических океанических антициклонов, с распространением их гребней на восток (на Северную Америку и, особенно, на Европу). Поэтому полярное вторжение, осуществляющееся в тех же долготах восточной части Европы, что и при ЭЦМ 4а, взаимодействует с гребнем Азорского антициклона. Образующаяся очень обширная система повышенного давления, объединяющая Полярный и Азорский антициклоны, на приземных картах в восточном полушарии имеет вид зеркального отображения ЭЦМ 4а. Мощный блокирующий процесс приводит к развитию обширной и стационарной циклонической системы над северо-востоком Атлантики, куда входят как циклоны "полукольца" траекторий в

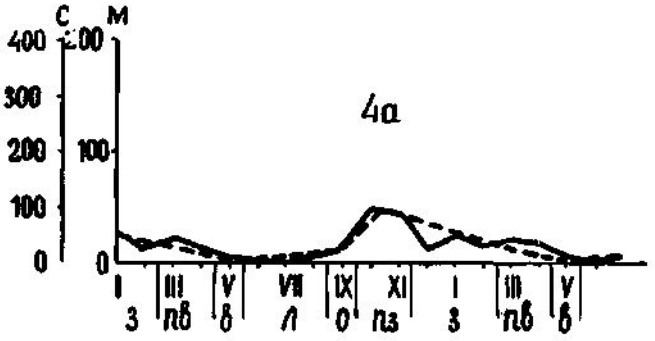


Рис.23. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 4а по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

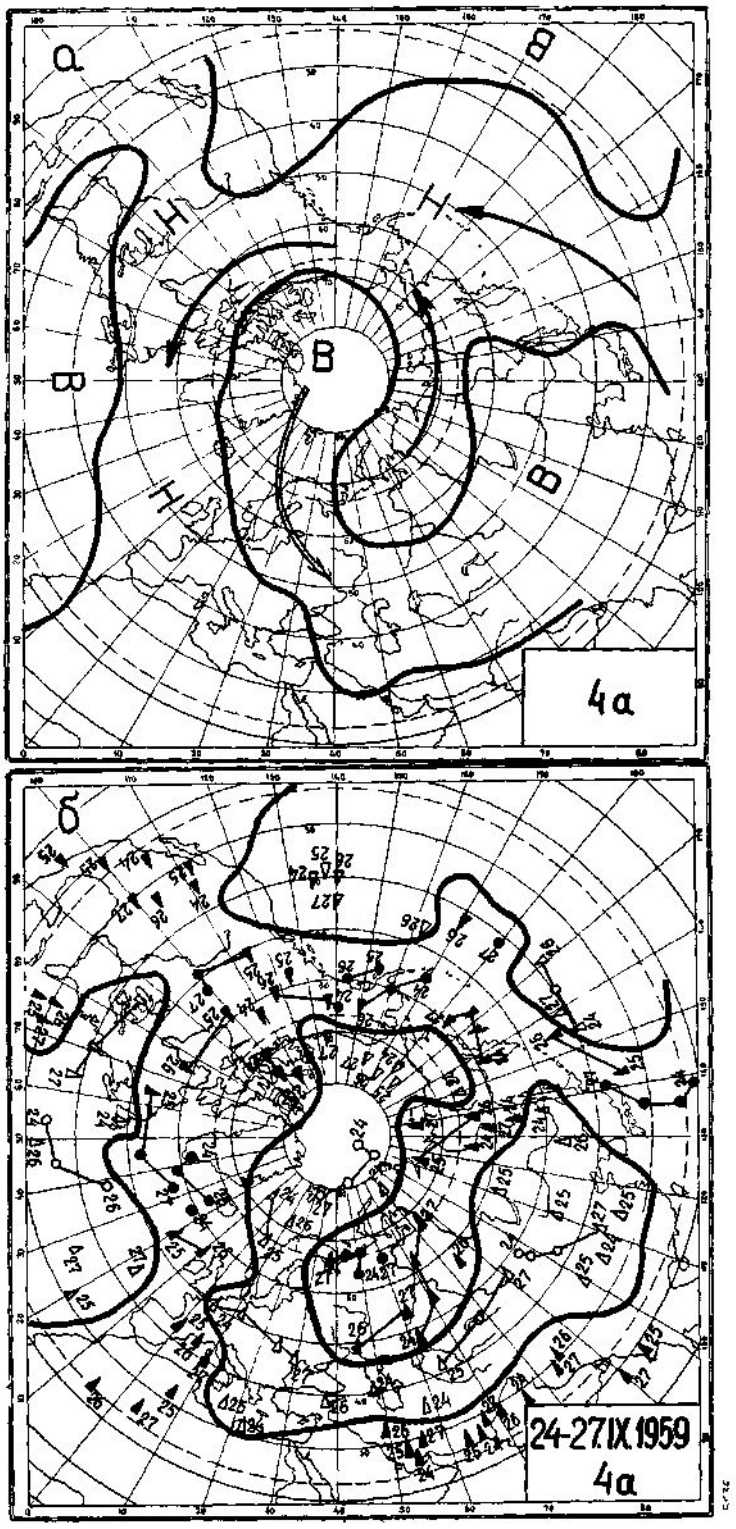


Рис.24 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 4а, 24-27.IX.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

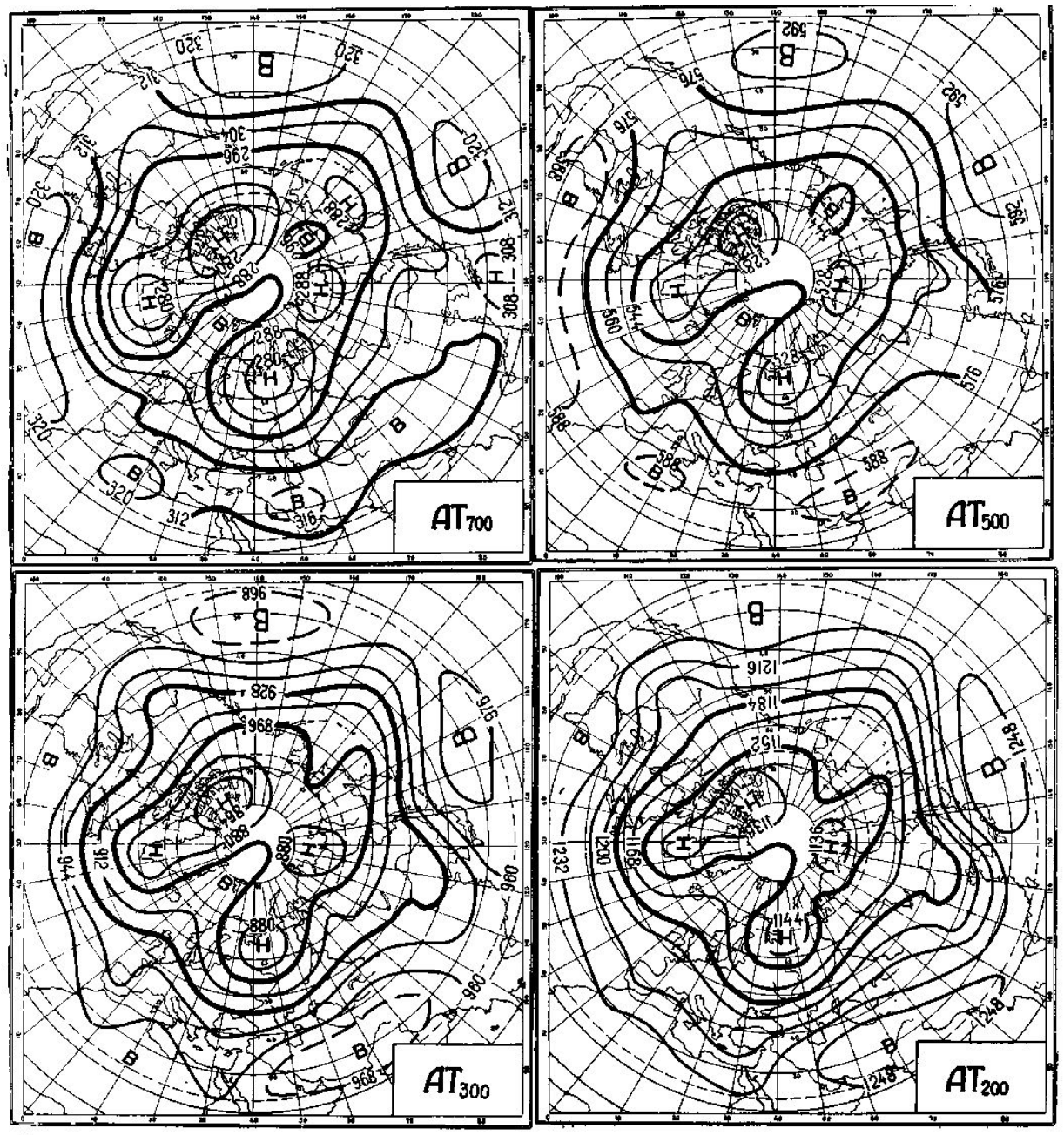


Рис. 25 Высотные карты ЭЦМ подтипа 4а за 24-27.IX.1959 г.

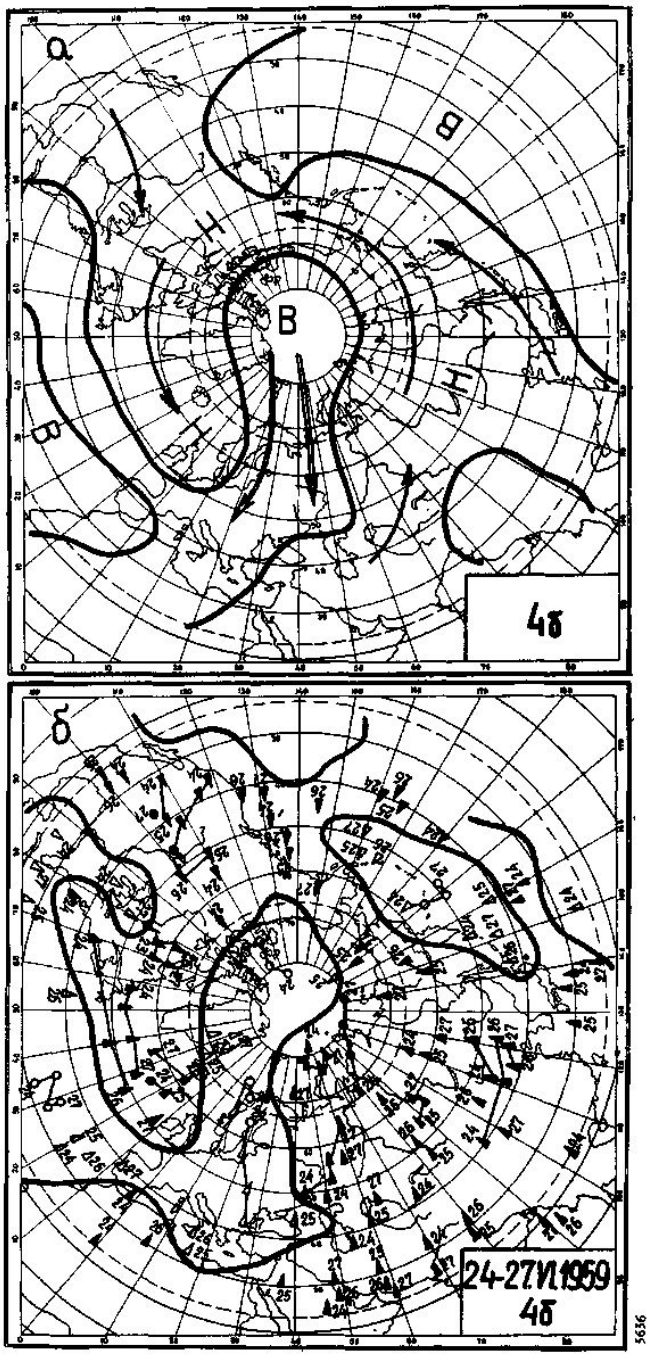


Рис. 26 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 4б, 24-27. VI. 1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

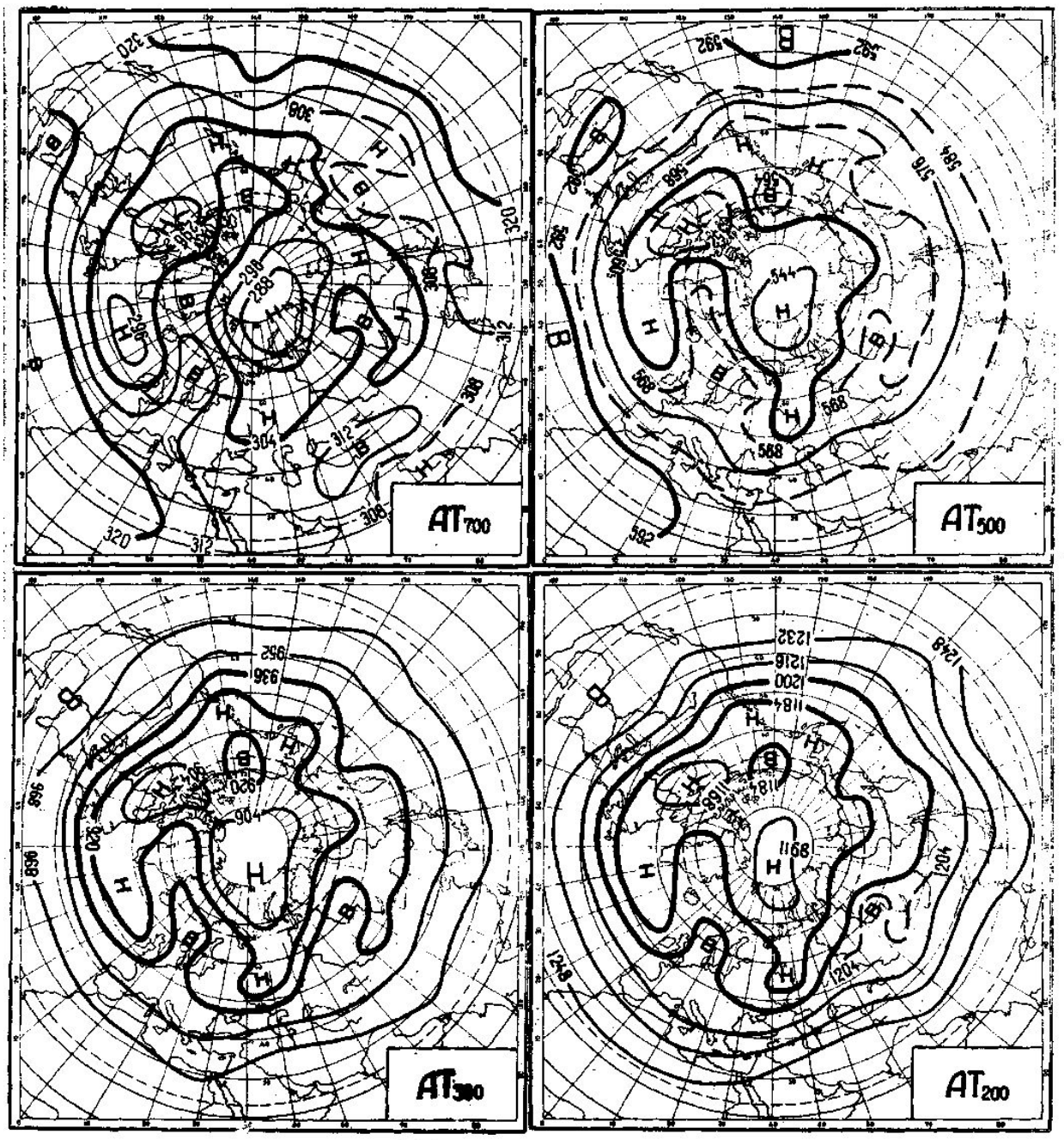


Рис. 27 Высотные карты ЭЦМ подтипа 4б за 24-27.VI.1959 г.

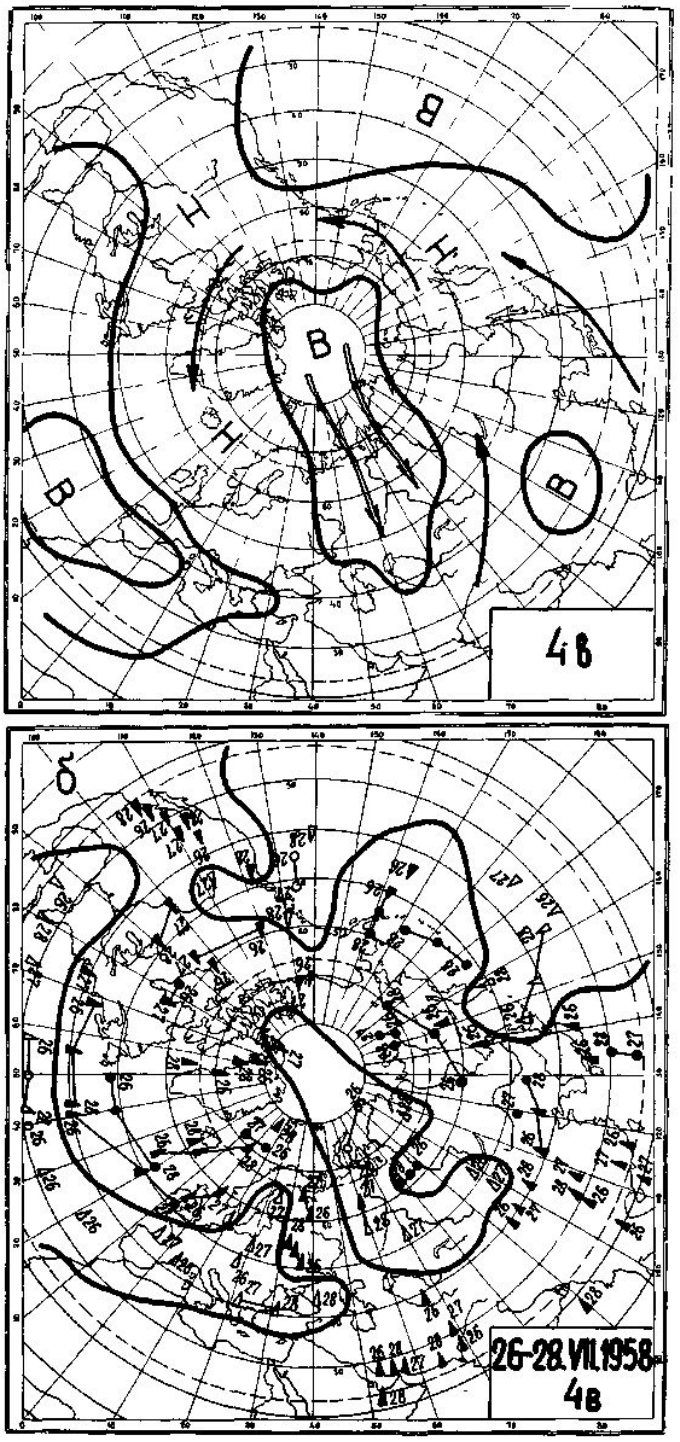


Рис. 28 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 4в, 26-28.VII.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

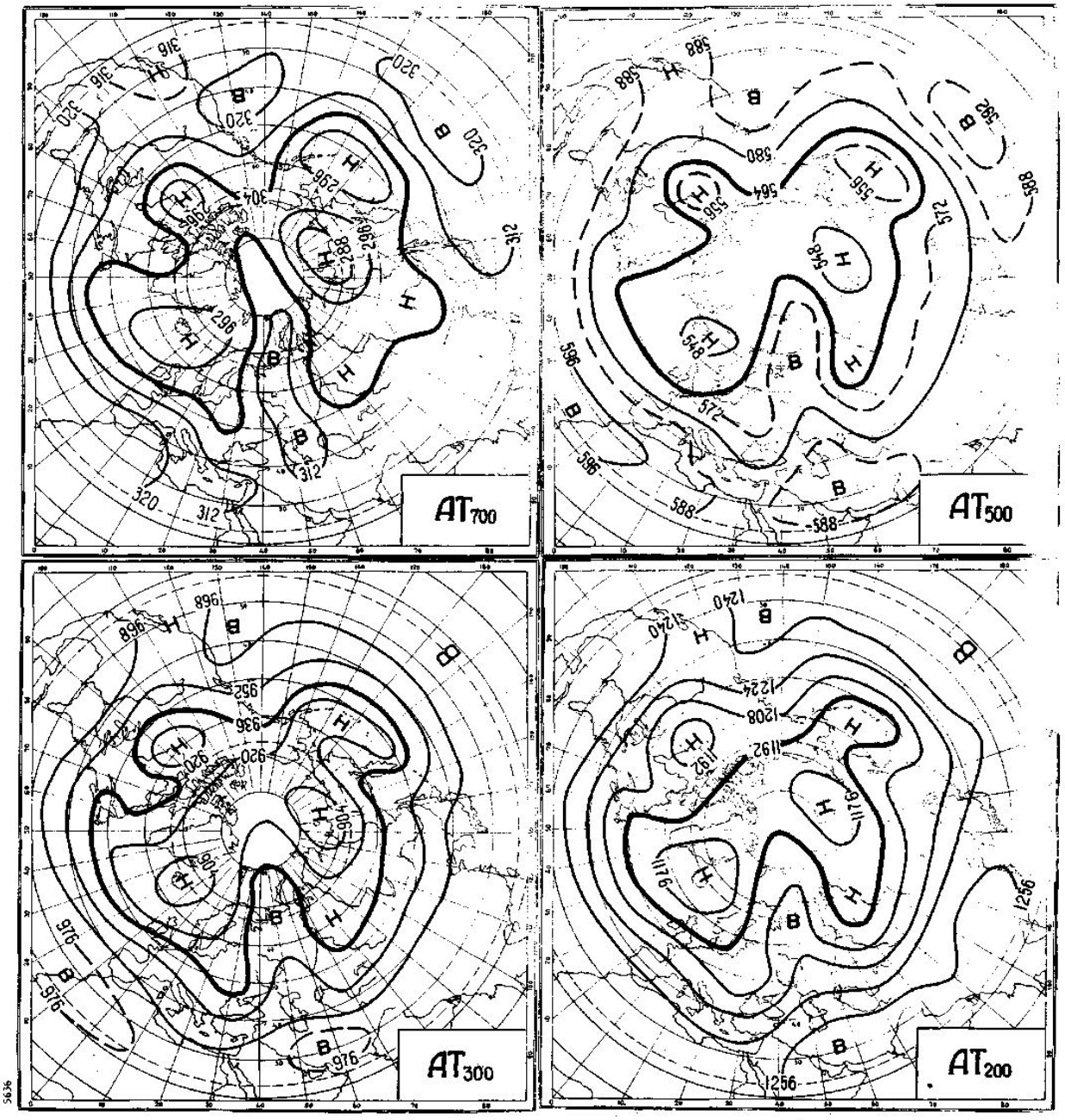


Рис. 29 Высотные карты ЭЦМ подтипа 4в за 26-28.VII.1958 г.

высоких северных широтах, так и пополняющие его южные циклоны, перемежающиеся с юга через североамериканский континент.

Места циклонических выходов над Азией не так строго фиксированы, что обусловлено характером подстилающей поверхности в летнем сезоне. Чаще всего такие циклонические прорывы происходят по направлению от Каспийского и Аральского морей к низовьям Оби и Енисея и по Дальнему Востоку. С сериями циклонов, развивающимися над Казахстаном и Западной Сибирью, собственно к связаны полярные вторжения и блокировки над восточной Европой.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 46 приходится на июль (летний сезон, рис.30). Чаще всего он переходит в ЭЦМ 10 и 2 типов.

Подтип 4в. Одна северная блокировке, три прорыва южных циклонов (рис.28 и 29). Полярное вторжение осуществляется через Новую Землю и Карское море на Предуралье или Западную Сибирь, следовательно еще восточнее, чем в двух предыдущих под типах.

ЭЦМ подтипа 4в также развивается

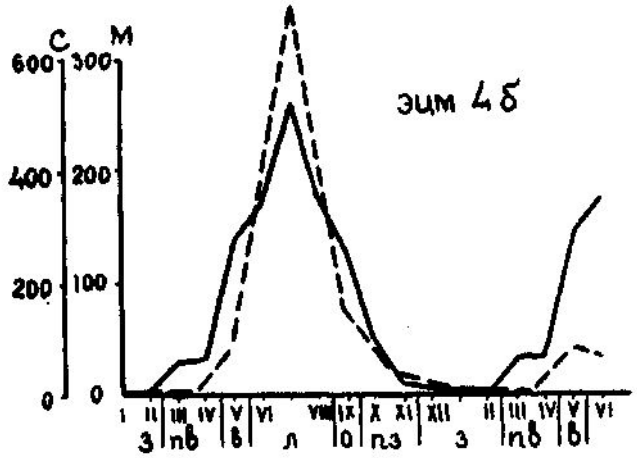


Рис.30. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 4б по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С— - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

чаще всего летом, но он заметно отличается от ЭЦМ подтипа 4б. Более восточное положение полярных вторжений не приводит к их смыканию с гребнем Азорского антициклона, поэтому блокирующий процесс оказывается значительно слабее. Само полярное вторжение на приземных картах проявляется в виде движения к югу образовавшегося в арктическом воздухе самостоятельного антициклона. В более южных широтах он ослабевает и блокировка не охватывает такой большой части континента, как в предыдущих двух подтипах и весь процесс оказывается не столь интенсивным. Полосы низкого давления и вхождения южных циклонов локализуются над Сибирью, Дальневосточным побережьем и (слабее) над Северной Америкой.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 4в приходится также на июль (летний сезон, рис.31).

Тип 5 (Подтипы а,б,в,г). Одна северная блокировка; от одного до трех прорывов южных циклонов.

Этот тип ЭЦМ осуществляется при наличии устойчивого и обширного зимнего Азиатского антициклона. Его развивающийся северный гребень усиливается арктическими вторжениями, направленными на восток Азии. В высоких широтах создается мощный блокирующий процесс. "Кольцо" циркумполярных траекторий циклонов разрывается и в районе Карского моря и п/о Таймыр

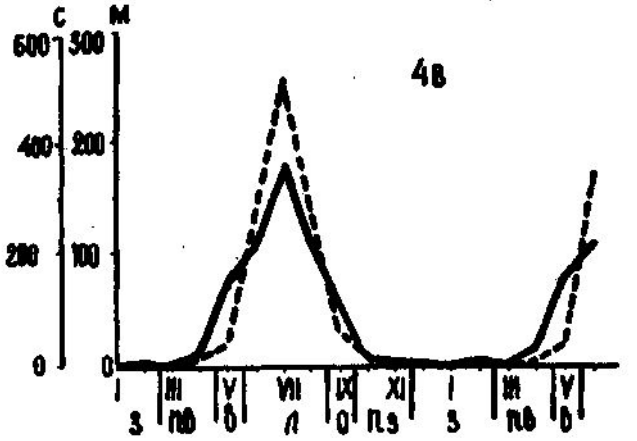


Рис.31. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 4в по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С— - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

образуется малоподвижная депрессия. Вынос теплого воздуха на север обусловливает создание высотного гребня, направленного на Урал и Таймыр.

При сохранении основного, профилирующего процесса - блокировки над Восточной Сибирью - над Европой и над Америкой ситуация может быть различной. Это и вызвало необходимость выделения четырех подтипов, каждая пара из которых отражает особенность циркуляции в восточном и западном полушариях.

Процессы ЭЦМ 5 типа чаще всего переходят в ЭЦМ II типа (прибавляется второе вторжение на Америку) и с равной - (но вдвое меньшей по величине) вероятностью - в ЭЦМ типа 12 (три одновременных вторжения) или в ЭЦМ типа 7 (одно вторжение на Америку) .

Подтип 5а. Одна северная блокировка; один прорыв южных циклонов (рис.34. и 35). Полярный антициклон хорошо выражен и распространяется на Канадский архипелаг и большую часть Гренландии. Полоса высокого давления, создаваемая смещающимся с

севера ядром и развивающимся с юга гребнем Азиатского антициклона очень широка. Циркумполярное "полукольцо" пониженного давления очень узко. Оно обусловлено циклонами на
Арктическом фронте и регенерирующими на нем полярно-фронтовыми циклонами, поднимающимися с юга вдоль Дальневосточного побережья. Как и в типе ЭЦМ 4а, это только один хорошо выраженный прорыв южных циклонов и один разрыв пояса повышенного давления в низких широтах. При регенерации этих циклонов и их слиянии с циклонами на Арктическом фронте - они замедляются и создают малоподвижную Камчатскую депрессию. Алеутская депрессия при этом типе циркуляции выражена слабо. Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 5а приходится на декабрь (зимний сезон, рис.32).

Подтип 56. Одна северная блокировка; два прорыва южных циклонов (рис.36 и 37).

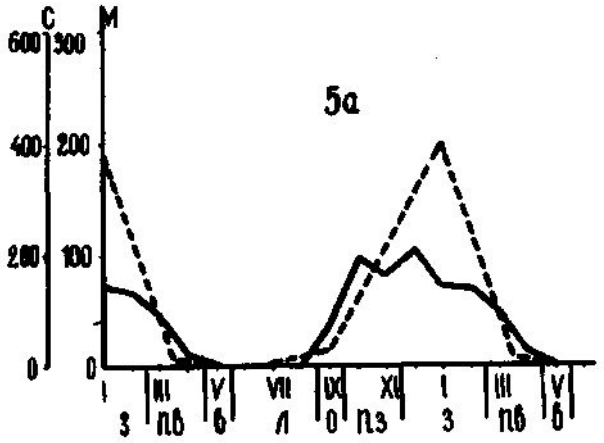


Рис.32. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 5а по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

На севере, в субарктическом поясе, сохраняется ситуация аналогичная подтипу 5а. Полярный антициклон вытянут в направлении на Канадский архипелаг и занимает только север Гренландии. Центр Азиатского антициклона располагается восточнее сред него положения и его гребень распространяется только на Западный Казахстан и на нижнюю Волгу. Полоса повышенного давления, образованная арктическими вторжениями, пополняющими континентальную область высокого давления, значительно уже, чем при ЭЦМ 5а. "Полукольцо" пониженного давления заметно шире, особенно над Тихим океаном, в связи с более южным положением траекторий южных циклонов, пополняющих Алеутскую депрессию. Вторжение в высоких широтах и вытянувшийся на Европу гребень Азиатского антициклона

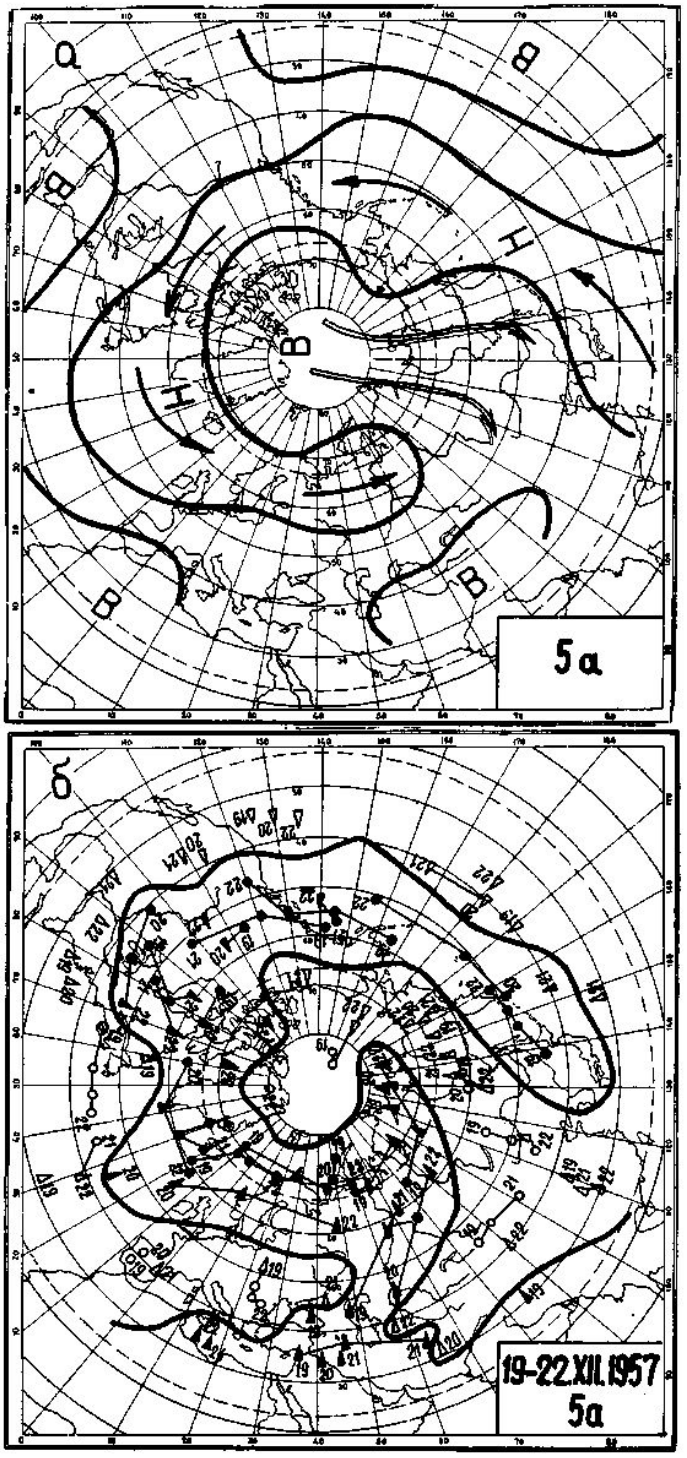


Рис. 34 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 5а, 19-22.XII.1957 г. (обозначения см. на рис. 5)

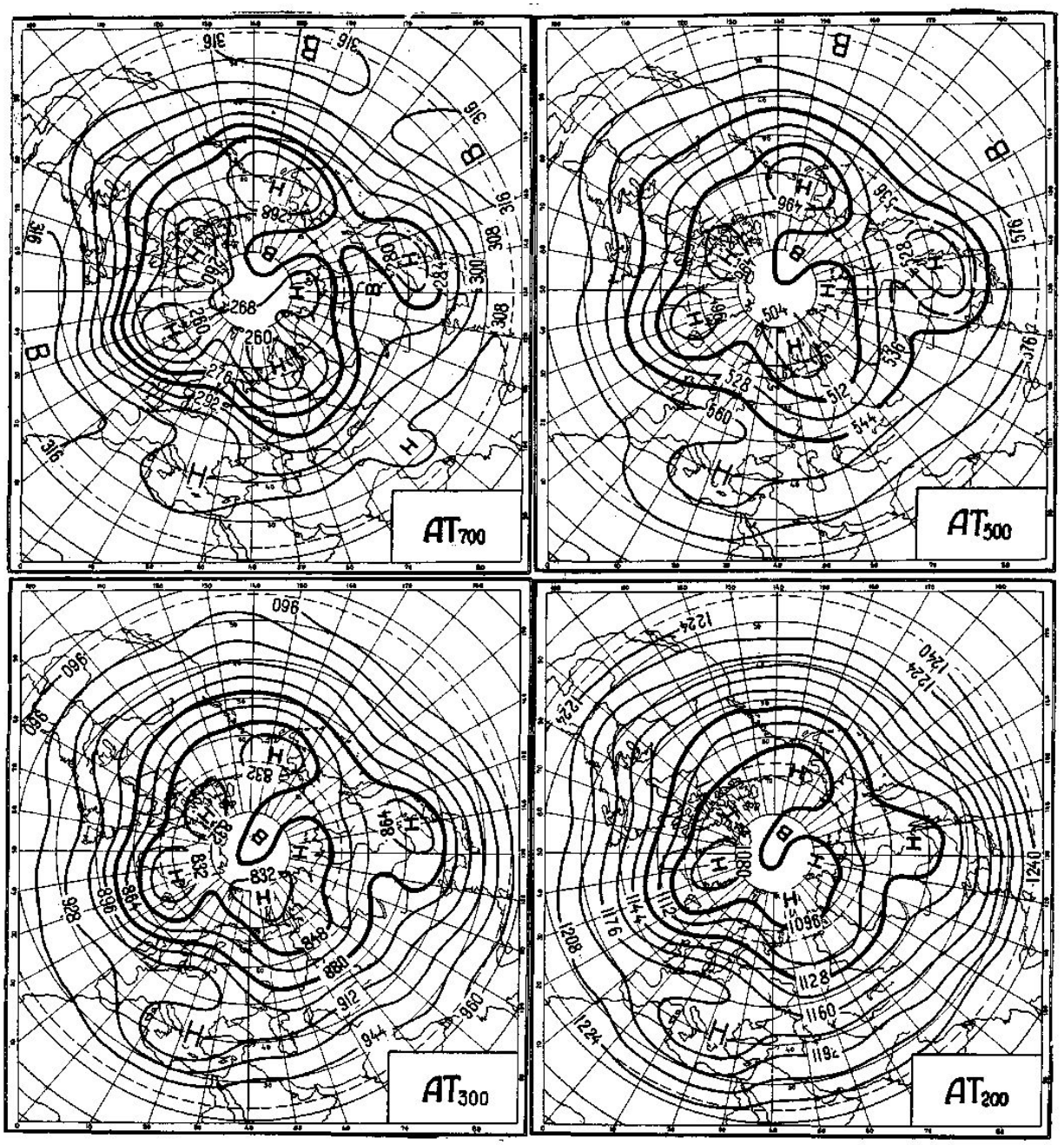


Рис. 35 Высотные карты ЭЦМ подтипа 5а за 19-22.XII.1957г.

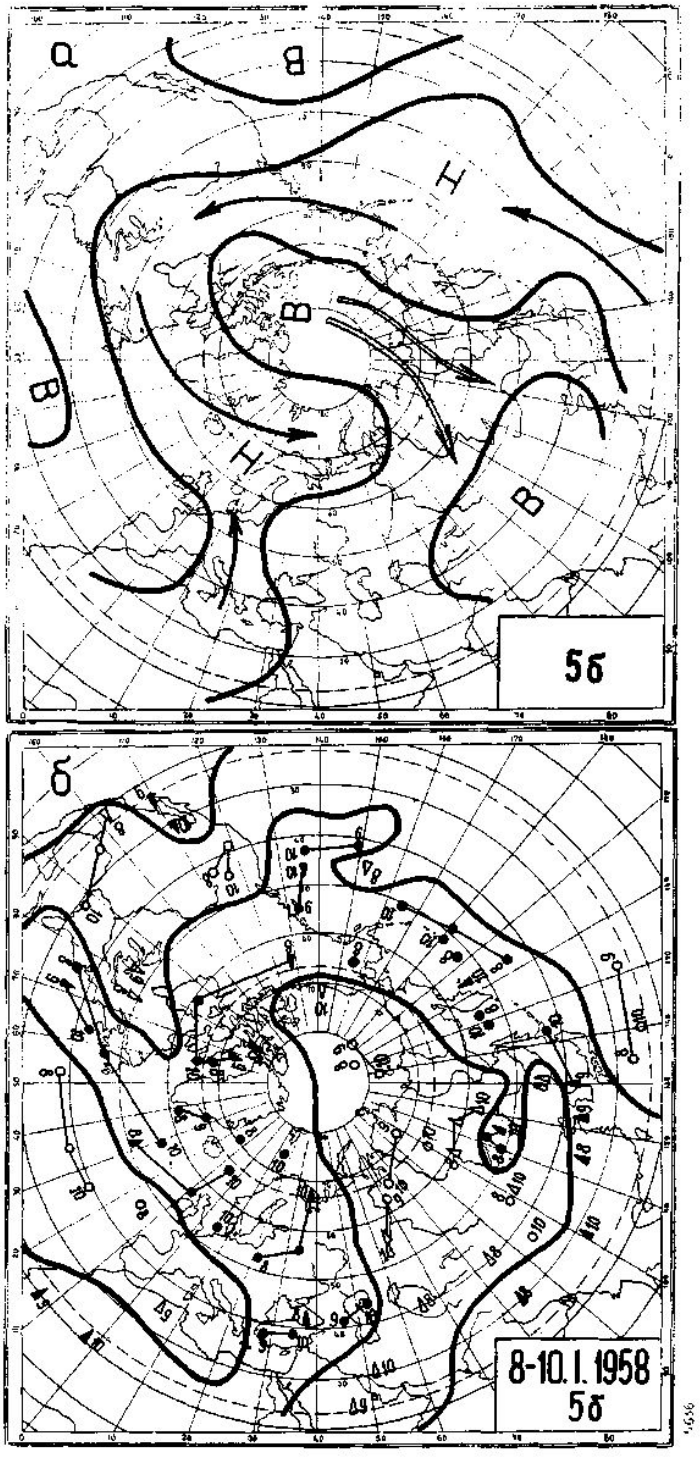


Рис.36 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 5б, 8-10.1.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

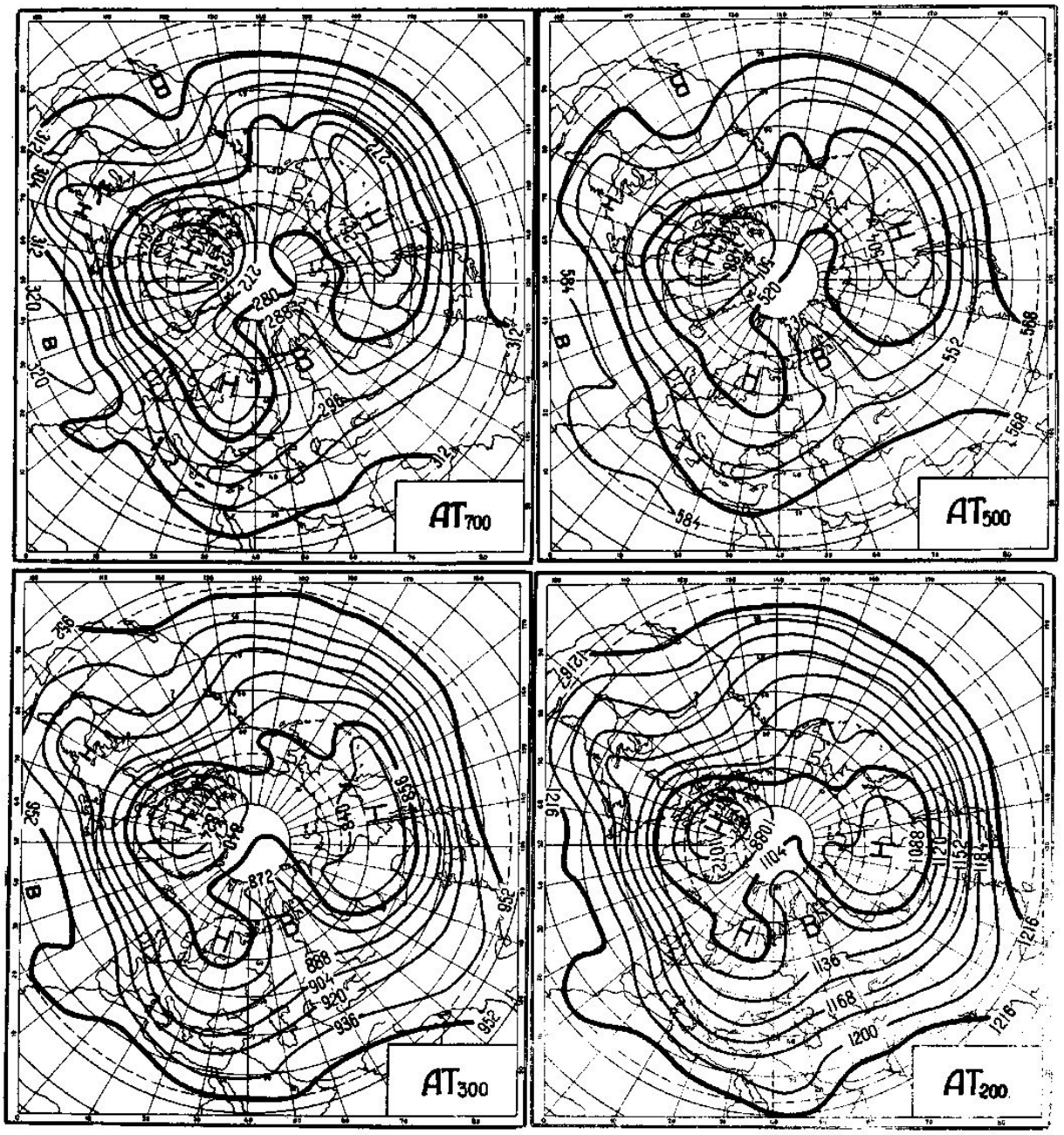


Рис.37. Высотные карты ЭЦМ подтипа 5б за 8-10.I.1958 г.

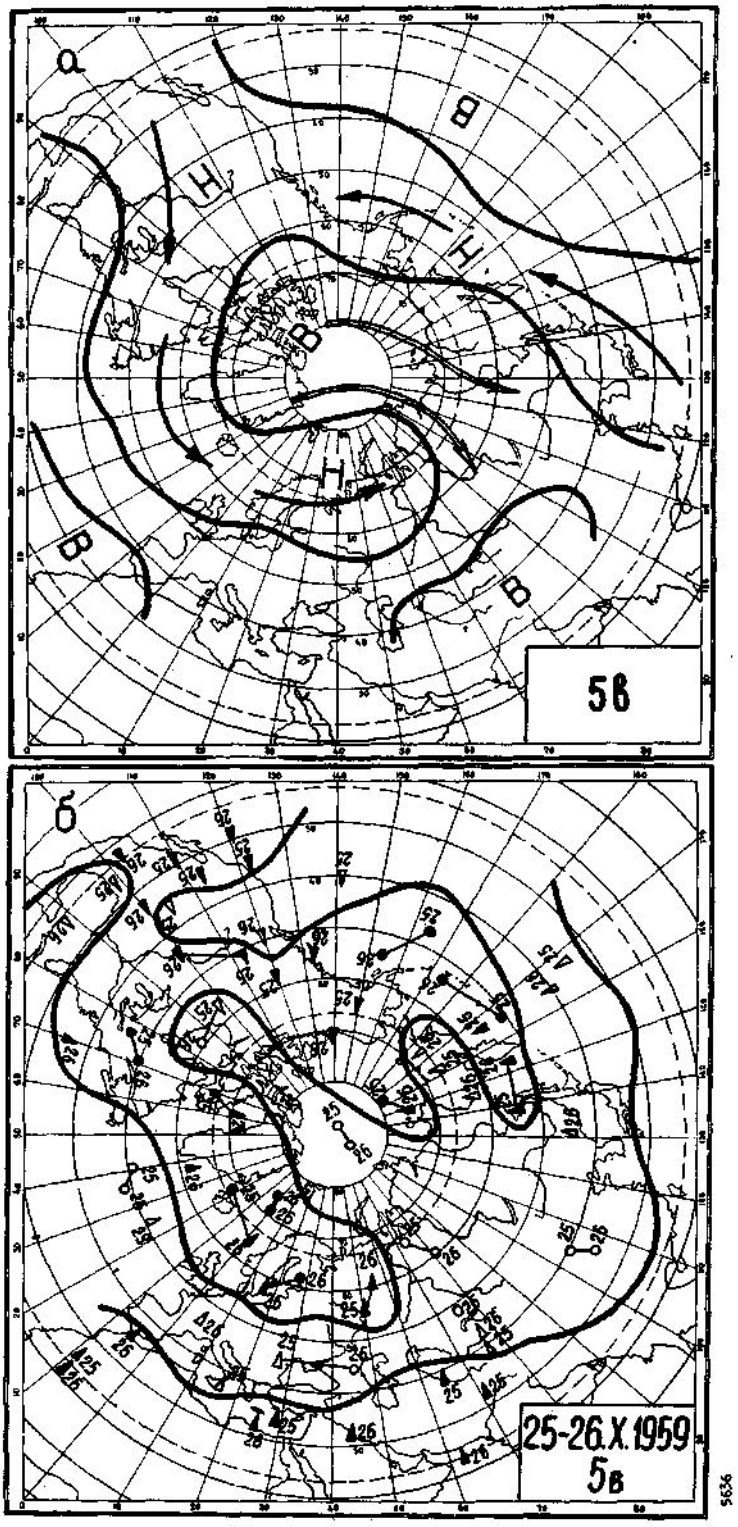


Рис.38 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 5в, 25-26.X.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

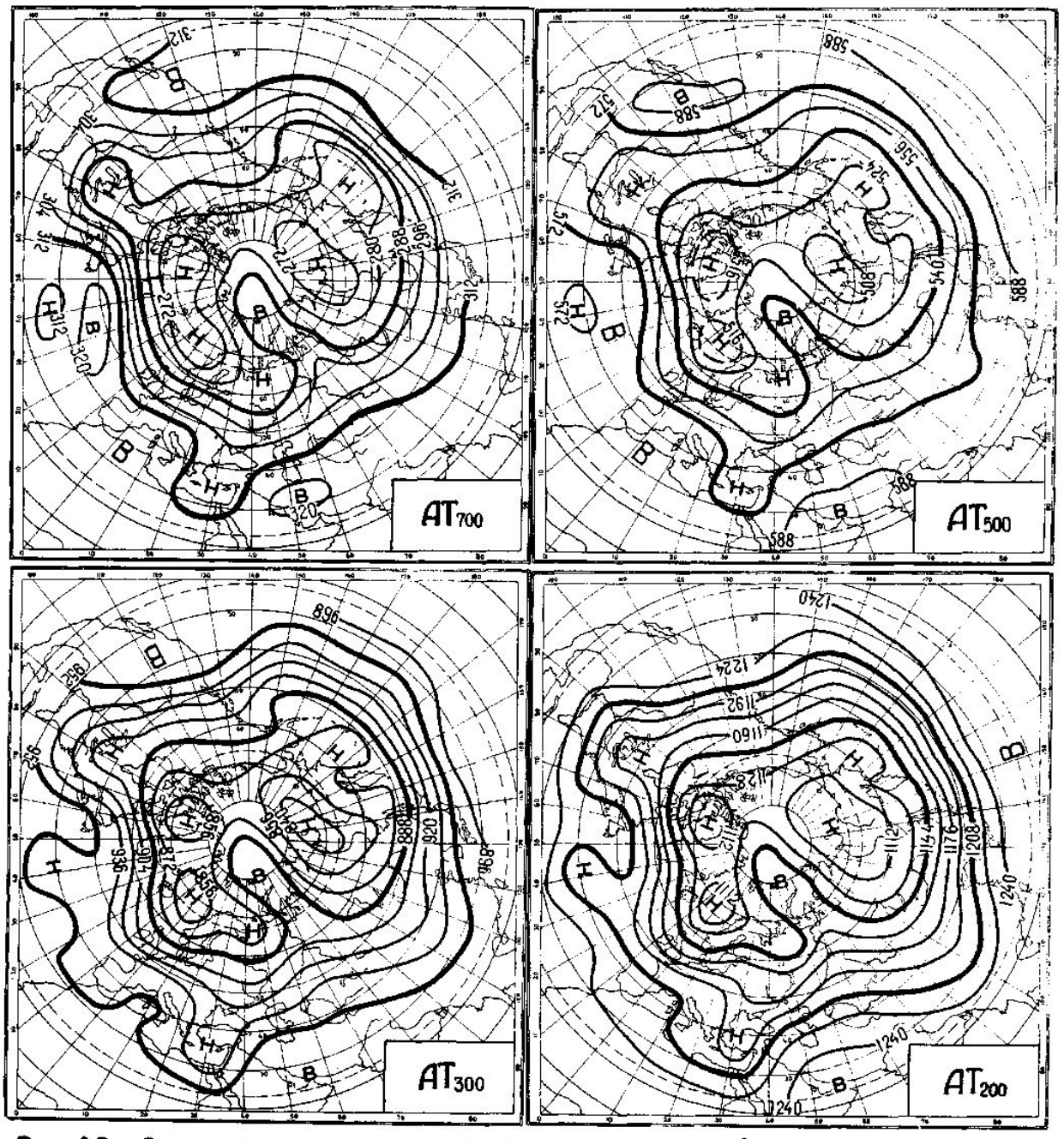


Рис.39 Высотные карты ЭИМ подтипа 5в за 25-26.X.1959 г.

4-1

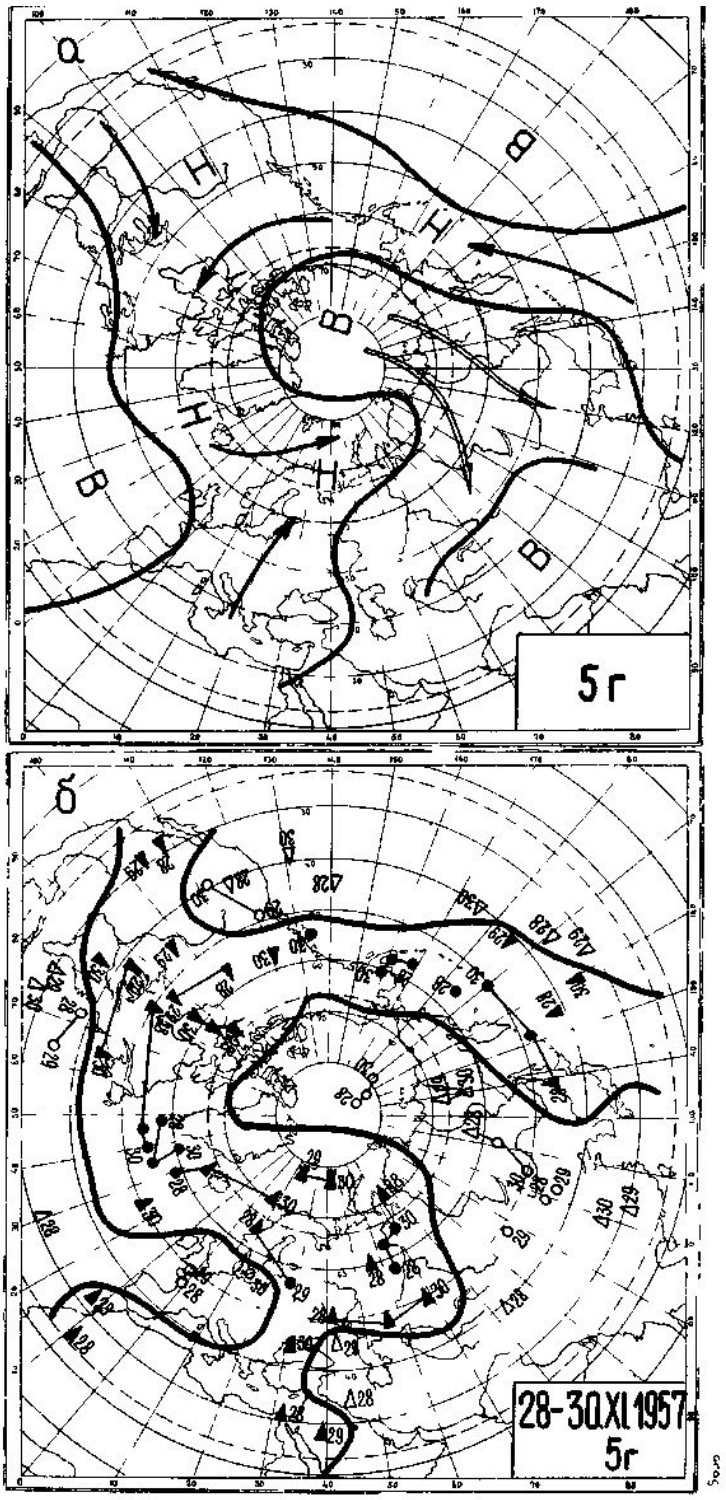


Рис.40 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 5г, 28-30.XI.1957 г. (обозначения см. на рис 5)

Рис.41 Высотные карты ЭЦМ подтипа 5 г за 28-30.XI.1957г.

4-2

блокируют в восточном полушарии западный перенос на всех широтах. Гребень Азорского антициклона распространяется на Западную Европу. Прорыв средиземноморских циклонов происходит в узкой полосе через Центральную Европу. Максимальная продолжительность действия ЭЦМ 50 приходится также на декабрь (зимний сезон, рис.33). Подтип 5в. Одна северная блокировка; два прорыва южных

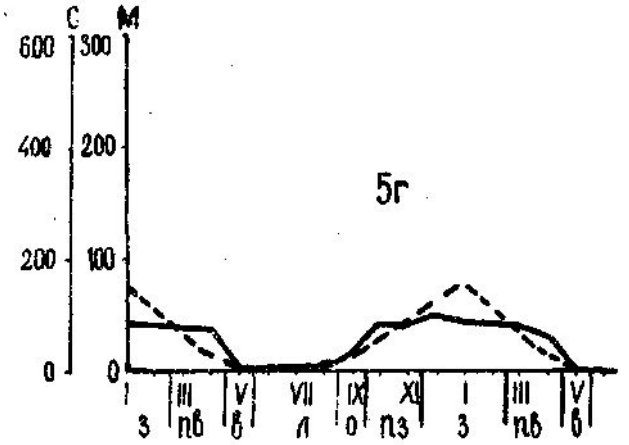


Рис.43. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 5г по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С— суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

циклонов (рис.38 и 39).
Отличительной особенностью этого ЭЦМ является интенсивное развитие циклонической деятельности над Северной Америкой. Здесь происходит основной прорыв южных циклонов (второй прорыв осуществляется у Дальневосточного побережья Азии).
В восточном полушарии ситуация аналогична ЭЦМ подтипа 5а, с тем различием, что пополнение "полукольца", пониженного давления американскими циклонами заметно усиливает циклоническую деятельность над Атлантикой, севером Европы и северными морями (Баренцево, Карское).
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 5в приходится на октябрь (предзимье) (рис.42).
Подтип 5г. Одна северная блокировка; три прорыва южных циклонов (рис.40 и 41).

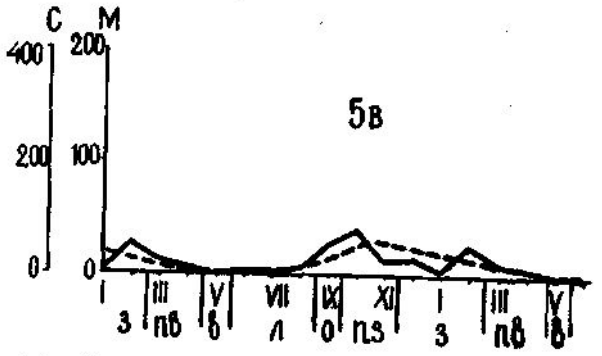


Рис.42. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 5в по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

При сохранении положения блокировки и общей ситуации в восточном полушарии аналогичной ЭЦМ) подтипа 56, особенностью подтипа 5г является наличие трех циклонических прорывов. Они происходят по направлениям указывавшимся выше для каждого из предыдущих подтипов 5а, 56, 5в. Таким образом, в эхом отношении ЭЦМ подтип 5г как бы объединяет все возможные варианты сопряженности циклонической деятельности с одним блокирующим процессом.
"Полукольцо" пониженного давления особенно сильно расширено над Северной Америкой, Атлантикой (Исландская депрессия заметно смещена к югу) и над всей Европой.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 5г также приходится на декабрь (зима) (рис.43).
Тип 6 (без подтипов). Одна северная блокировка; три прорыва южных циклонов (рис.45 и 46).
Полярная область повышенного давления смещена в тихоокеанский

сектор и занимает север Канадского архипелага и Гренландии только своими периферийными частями. Полярное вторжение осуществляется через Аляску и Чукотку при усилении Гонолульского антициклона, смещении его к северу и развитии северного гребня. Здесь мы имеем аналогию рассмотренного выше для Атлантики процесса (ЭЦМ типа 3).
Из-за прогрева подстилающей поверхности, области пониженного Давления почти полностью покрывают континенты; циклоническая деятельность очень интенсивна также над умеренными и высокими широтами в Атлантике. "Полукольцо" циклонических траекто рий - если это название можно применить в данных условиях - имеет очень большую ширину. Его пополнение происходит прорывом южных циклонов через Америку и Европу, вдоль Дальневосточного побережья Азии (с замедлением и образованием стационарной Камчатской депресии) и - реке - через Каспийское море на бассейн Оби.
Так как полярные вторжения осуществляются либо на западную часть Тихого океана через Аляску (чаще), либо на восточную - через Чукотку (реже), то это понятно, меняет условия в тихоокеанском секторе, но несущественно отражается на процессах в

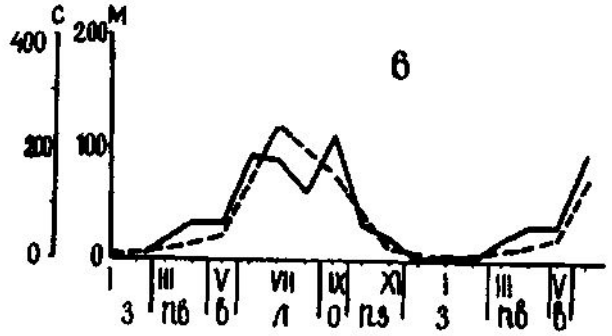


Рис.44. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ типа 6 по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

других частях полушария. Поэтому подтипы ЭЦМ типа 6 не выделены. Максимальная продолжительность действия ЭЦМ типа 6 приходится на сентябрь. Но суммарная продолжительность в сезоне больше всего летом (рис.44). Чаще всего ЭЦМ типа б переходит в тип 7 (одно вторжение на Америку). Напомним о аналогичном частом переходе ЭЦМ типа 3 (одно вторжение) на Атлантику) к ЭЦМ типа 4 (одно вторжение на Европу). И в одном и в другом случае переход происходит к ЭЦМ с блокировкой в более восточных районах.

Тип 7 (подтипы а - зимний и летний. б - зимний и летний). Одна северная блокировка; два или три прорыва южных циклонов.

Полярное вторжение и блокировка осуществляются в направлении на Северную Америку; по два прорыва южных циклонов - подтипы 7аз и 7бз - через Европу и вдоль Дальневосточного побережья Азии; при ЭЦМ 7бл - европейский прорыв смещен к востоку (Каспий - бассейн Оби); прибавляется слабее выраженный прорыв циклонов с Мексиканского залива на Лабрадор.

Полярная область повышенного давления смещена в Американский сектор. Вытянутый на Северную Америку ее отрог хотя часто оформляется в обособленное ядро, но связь между ними сохраняется в виде перемычки повышенного давления. Холодное вторжение может быть направлено либо на юго-восток Севзрной Америки (подтипы 7аз, 7ал), либо на юго-запад (подтипы 7бз, 7бл). ЭЦМ седьмого типа может наблюдаться в течение всего года, но сезонные различия, особенно обусловленные местоположением и интенсивностью океанических субтропических антициклонов, определяют существенные видоизменения в отдельных частях макропроцесса, что и нашло свое отражение в выделении зимних и летних подтипов.

При подтипе 7ал - полярное вторжение проникает в область Азорского антициклона и полоса повышенного давления занимает восточную половину Северной Америки, при подтипе 7бл - происходит пополнение Гонолульского антициклона и блокирующий процесс локализуется на западе континента (точнее на его северо-западе). Столь же велики различия в зимней и летней ситуациях над Азиатским континентом, что, понятно, сказывается на положении и ширине циркумполярного "полукольца" циклонических траекторий, южная граница которого летом здесь практически совсем теряется.

Зимние процессы ЭЦМ типа 7 чаще всего переходят в ЭЦМ типа II (прибавляется второе вторжение на Азию), а летом - в ЭЦМ типа 10 (прибавляется второе вторжение на Европу) или в ЭЦМ типа 12 (три одновременных вторжения по разным направлениям). Вероятность осуществления двух последних переходов равновелика, но меньше первого из них.

Подтип 7аз. Одна северная блокировка; два прорыва южных циклонов (рис.47 и 48).

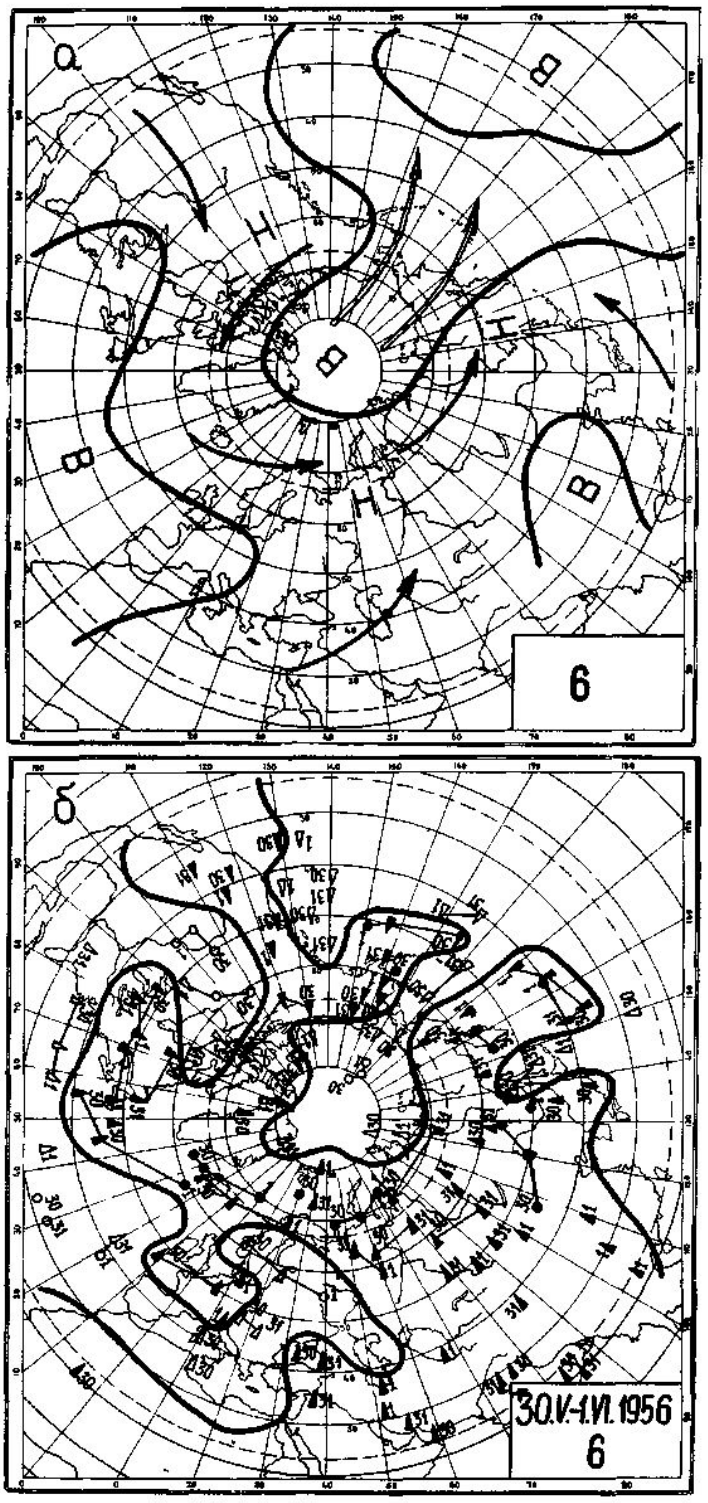


Рис. 45. Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ типа 6, 30.V - 1.VI - 1956 г. (обозначения см. на рис 5)

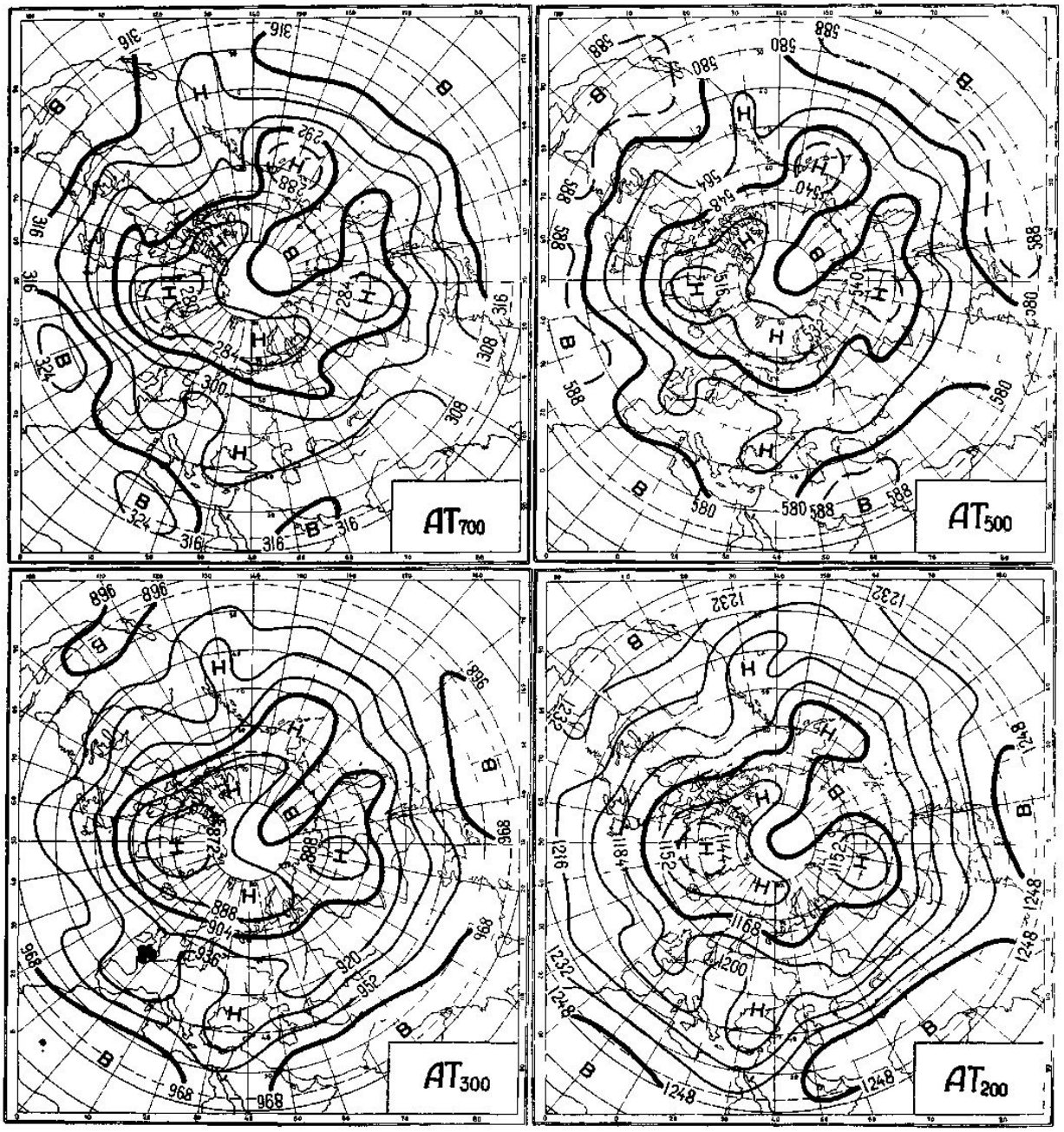


Рис.46. Высотные карты ЭЦМ типа 6 за 30.V - 1.VI - 1956 г.

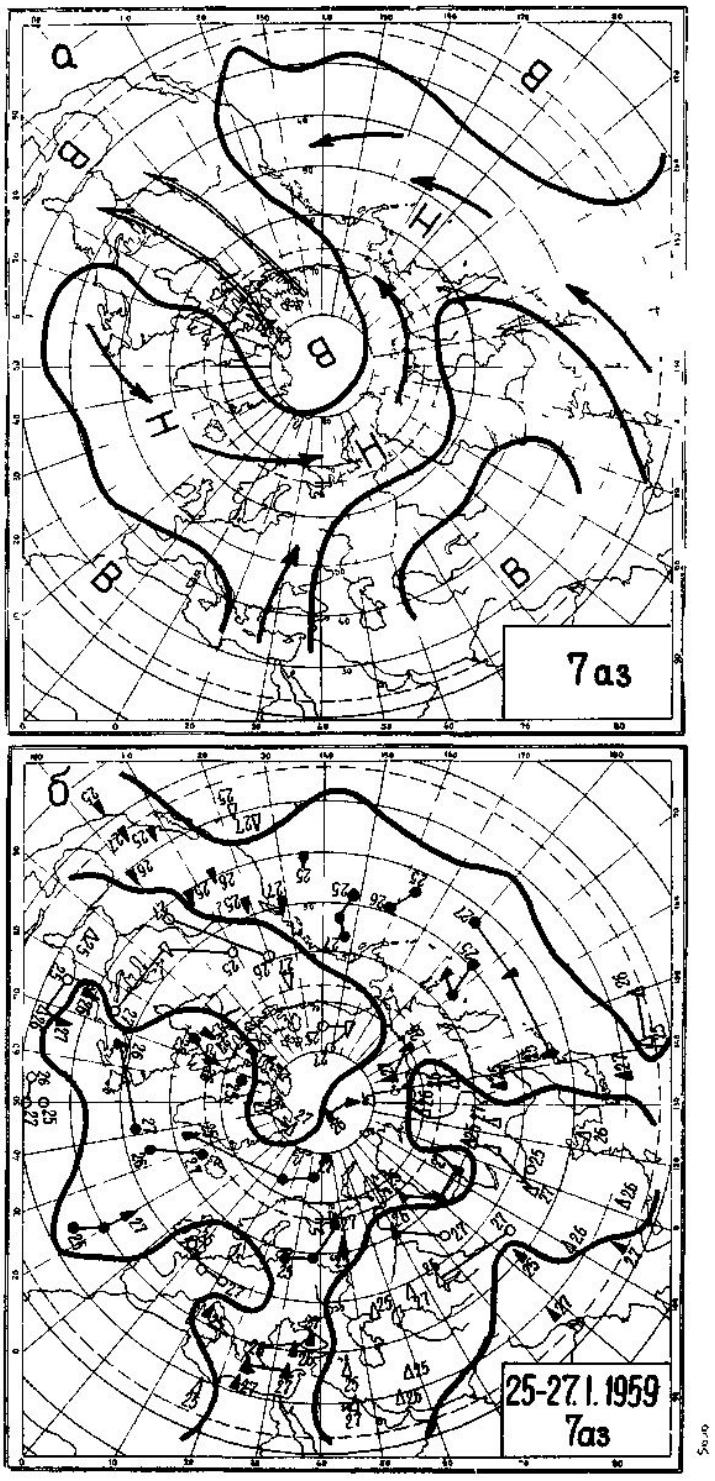


Рис. 47 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 7аз, 25-27.I.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

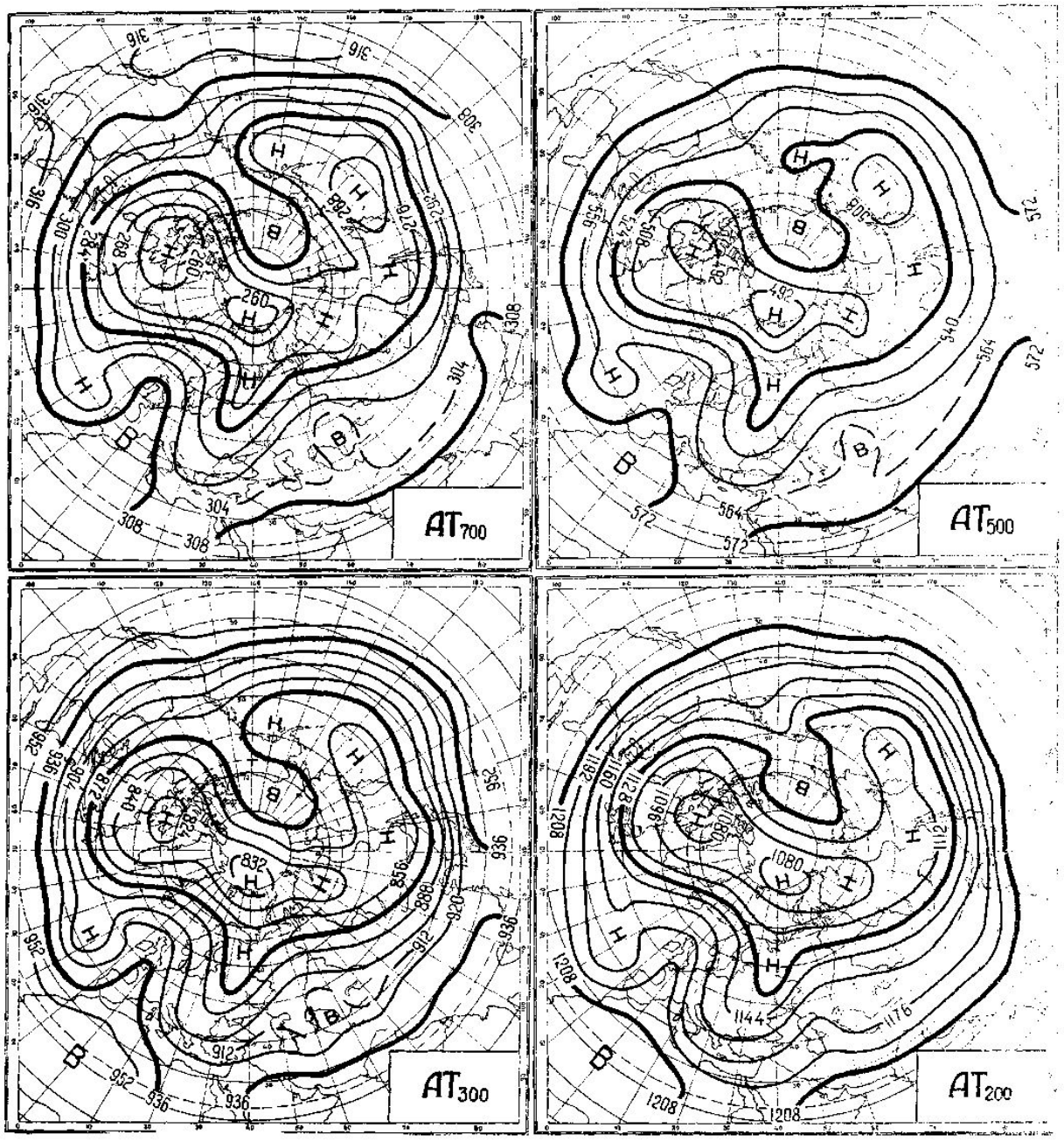


Рис. 48 Высотные карты ЭЦМ подтипа 7а3 за 25-27.I.1959 г.

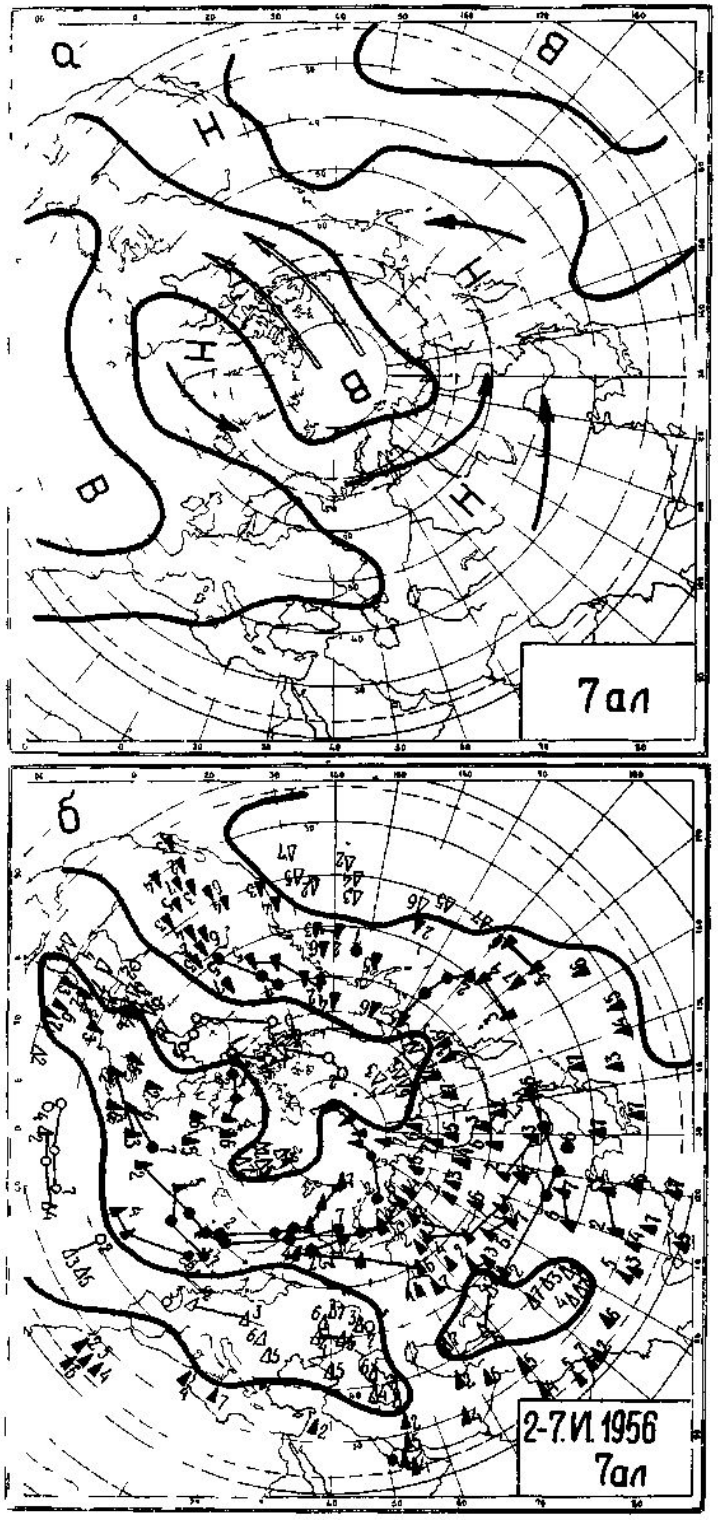


Рис 49 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭИМ подтипа 7ал, 2-7.VI.1956 г. (обозначения см на рис 5)

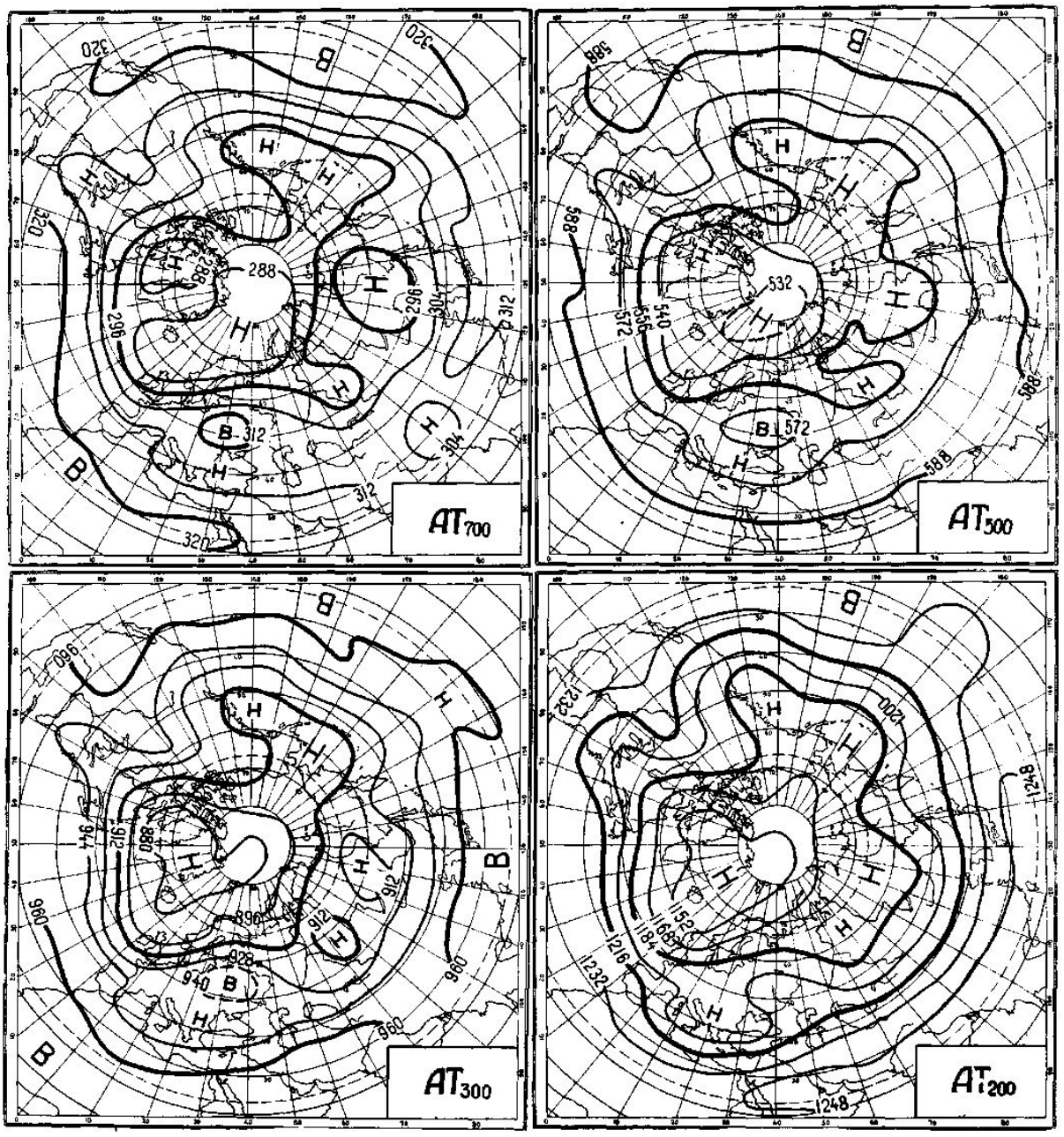


Рис. 50 Высотные карты ЭЦМ подтипа 7а,л за 2-7.VI.1956 г.

Наряду с сохранением циркумполярного "полукольца" циклонических траекторий, для этого ЭЦМ характерна интенсивная циклоническая деятельность над океанами. Над континентами лежат области повышенного давления: над Азией - стационарный континентальный антициклон, над Америкой - характеризующий этот ЭЦМ процесс блокировки.

Основное вторжение арктического воздуха осуществляется в тылу циклонов над Баффиновым заливом. Формирующиеся в этом воздухе ядра высокого, давления сохраняют связь с полярным антициклоном; создается широкая полоса повышенного давления над восточной половиной Северной Америки. Западные районы континента находятся под воздействием интенсивной циклонической деятельности над Тихим океаном.

Циклоничность развита также над Атлантическим океаном, над окраинными полярными морями и над севером Азии. Прорывы южных циклонов происходят через Европу или у ее

западного побережья и вдоль дальневосточных берегов Азии.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 7аз приходится на ноябрь (предзимье) и январь (зима), но суммарная сезонная наибольшая продолжительность - на зимний сезон (рис.51).
Подтип 7ал. Одно северное вторжение; два прорыва южных циклонов (рис.49 и 50). Основное направление вторжения то-же, что и при ЭЦМ подтипа 7аз. Различия по сравнению с зимним подтипом проявляются как в меньшей мощности вторжений и интенсивности блокировки, так и в смене знака барического поля над Азией. Распространяющийся к востоку гребень
Азорского антициклона обеспечивает над всей Европой (кроме ее северо-востока) сохранение повышенного давления.
Полярнофронтовые циклоны, пополняющие "полукольцо" циркумполярных траекторий, развиваются над Средиземным морем и Средней Азией, над Дальним Востоком и Японским морем и над юго-западом Северной Америки.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 7ал приходится на май (весна), но суммарная сезонная наибольшая продолжительность - на лето (рис.52).
Заслуживает внимания то обстоятельство, что при большой повторяемости числа случаев и продолжительности действия обоих летних подтипов 7ал и 7бл в целом за три летних месяца (июнь-август) их повторяемость в июле заметно падает; полярные вторжения в разгар лета над северной Америкой при этих ЭЦМ редки.
Подтип_7бз. Одно северное вторжение; два прорыва южных циклонов (рис.55 и 56).

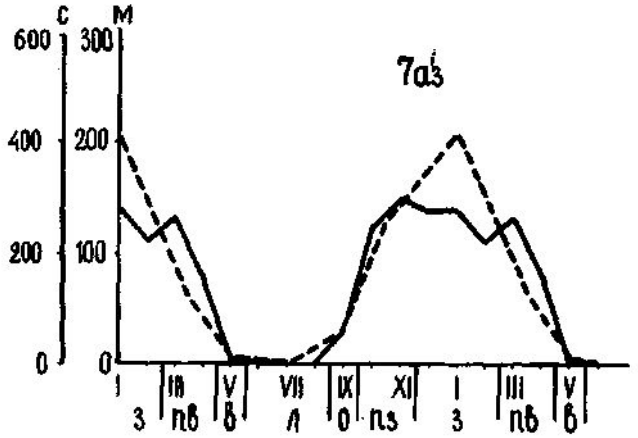


Рис.5I. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 7аз по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

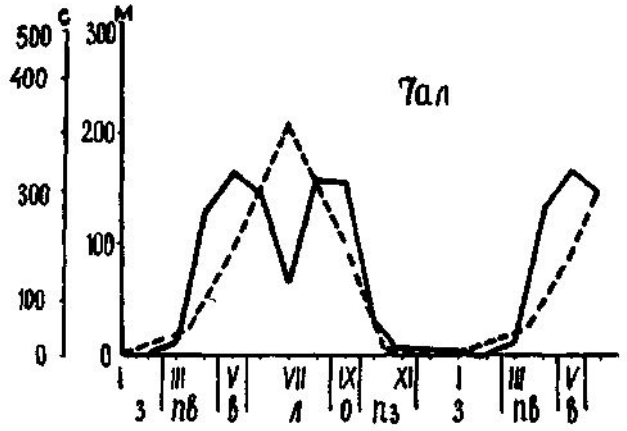


Рис.52. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 7ал по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С - - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Как указано выше, отличительной характеристикой подтипов 7бз и 7бл является осуществление полярного вторжения на западную половину североамериканского континента и объединение гребней Полярного и Гонолулъского антициклонов. Зимой над Азией лежит мощный континентальный антициклон, с гребнем вытянутым на Казахстан и восток Европейской части СССР. "Полукольцо" циклонических траекторий над Атлантикой и севером Евразии выражено очень четко. Оно пополняется прорывами полярно-фронтовых циклонов, поднимающихся от Средиземного моря через Европу, а также вдоль Дальневосточного побережья Азии.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 7бз приходится на январь (Зимний сезон, рис.53).

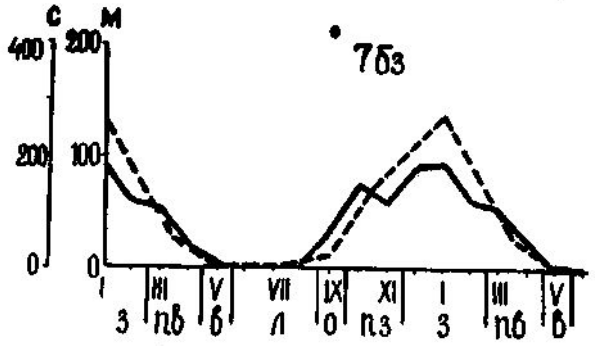


Рис.53. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 7бз по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 7бл. Одно полярное вторжение; три прорыва южных циклонов (рис.57 и 58). Хотя район полярного вторжения и блокировки остается аналогичным предыдущему подтипу, летний вариант процесса отличается заметными особенностями. Это, прежде всего, меньшая интенсивность летних полярных вторжений (существенное уменьшение их числа в разгар лета уже отмечалось). Положение траекторий осуществляющихся вторжений меняется в довольно широких пределах: от направления через Канадский архипелаг на западную половину Сев.Америки, до почти строго меридионального пересечения Аляски. Во втором случае ЭЦМ подтипа 7бл очень близок к ЭЦМ шестого типа. Над восточными районами Северной Америки, над Азией и над северо-западными частями океанов - интенсивно развита циклоническая деятельность. Пополнение "полукольца" циклонических траекторий (и в этом случае над Азией это название может быть принято условно) происходит через восточные и северо-восточные районы Северной

Америки, вдоль Дальневосточного побережья Азии и через Среднюю Азию на бассейны Оби и Енисея.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 7бл приходится на июнь (начало летнего сезона, рис.54).

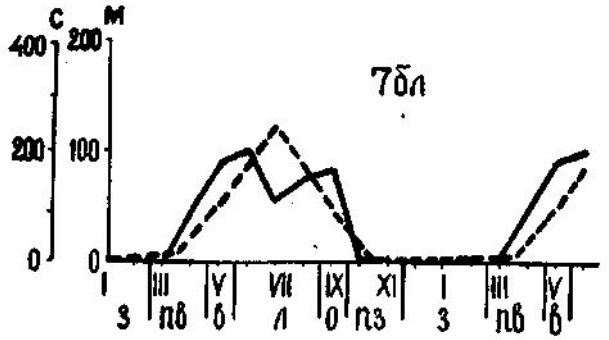


Рис.54. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 7бл по месяцам и сезонам. М —суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С – – суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

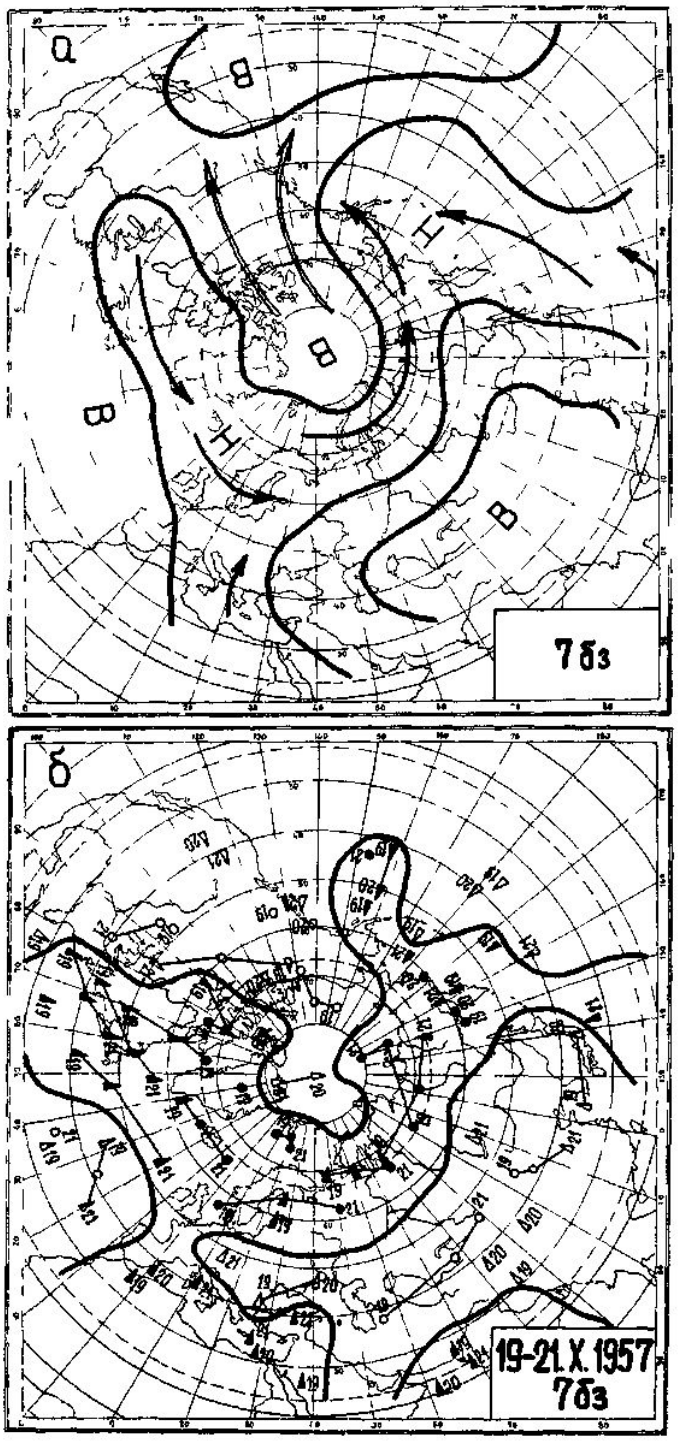


Рис. 55 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 7б3, 19-21.X.1957 г. (обозначения см. на рис. 5)

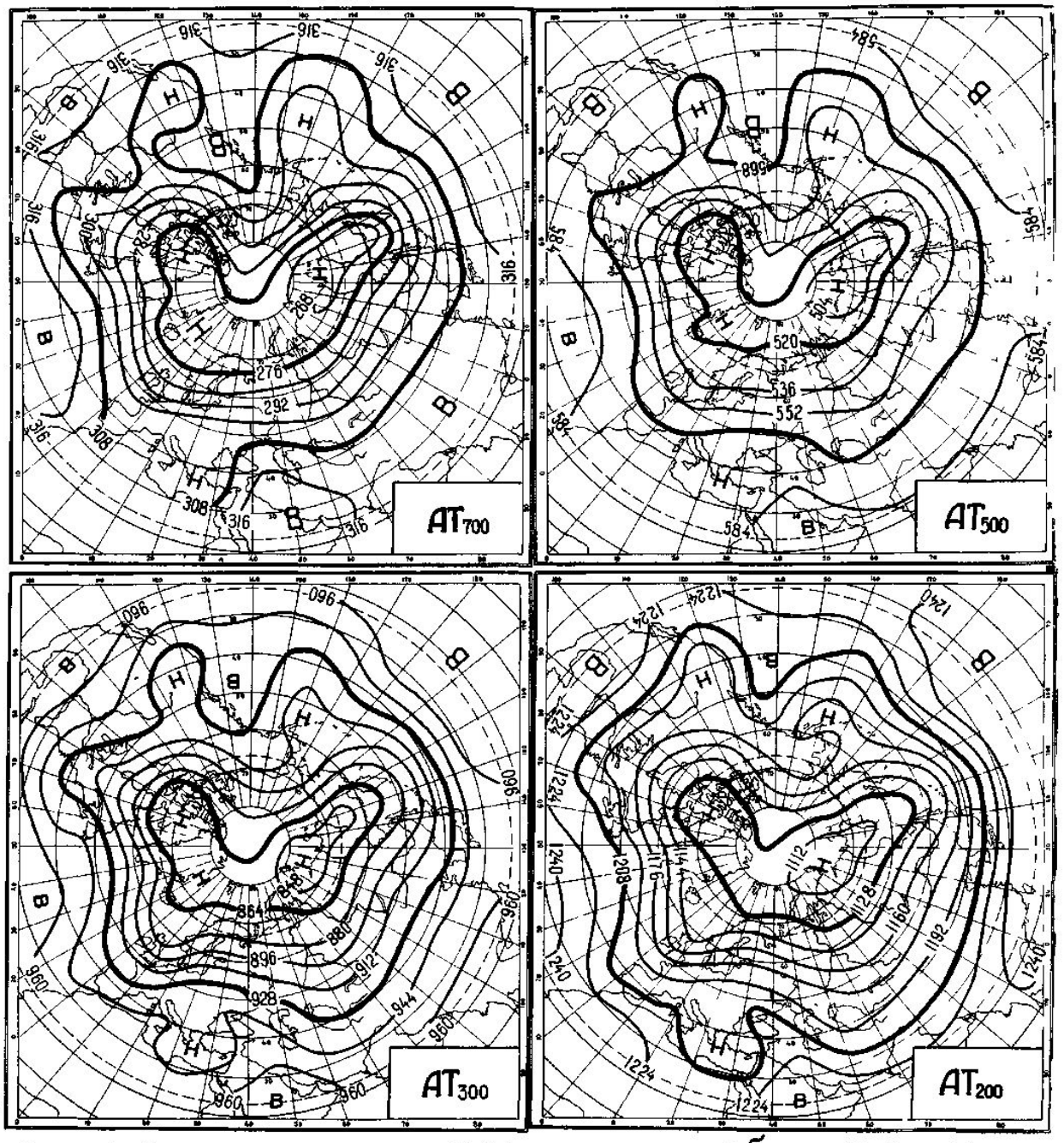


Рис.56 Высотные карты ЭИМ подтипа 7б3 за 19-21.X.1957 г.

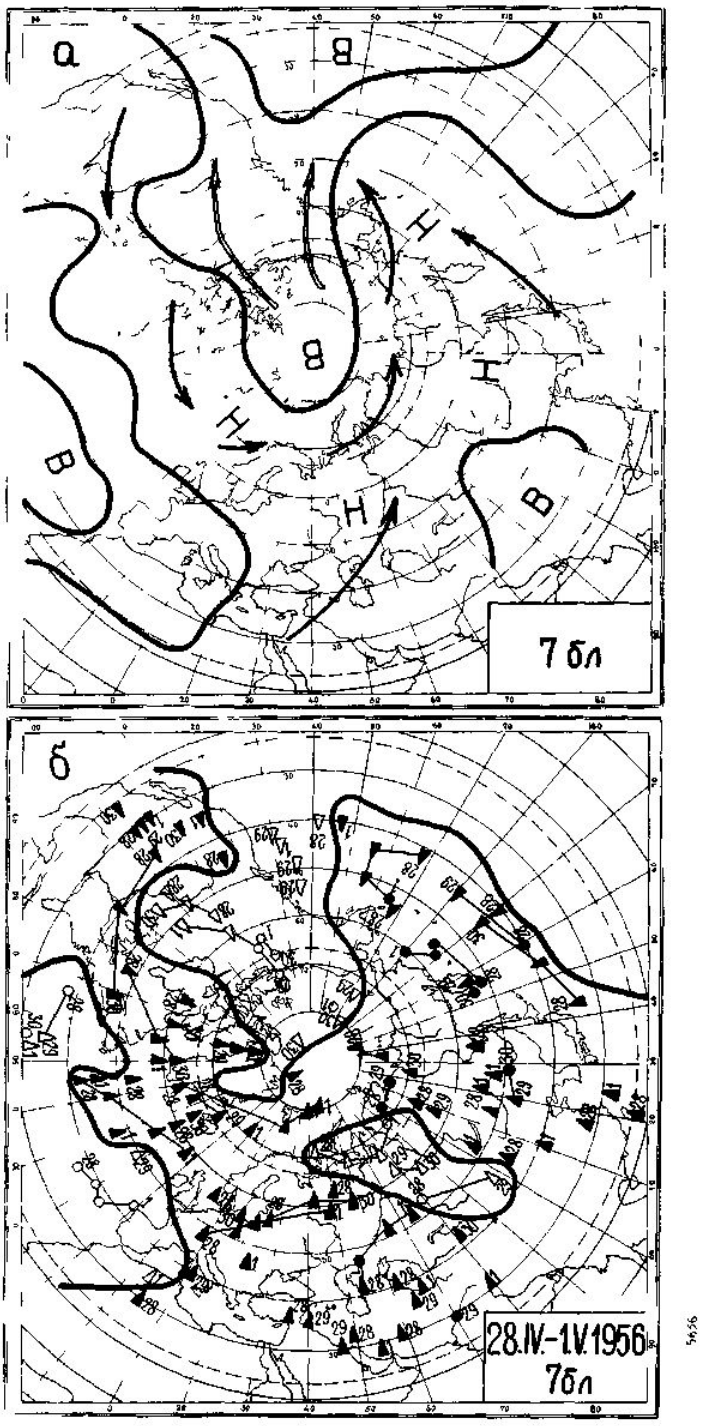


Рис 57 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 7бл, 28.IV-1.V. 1956 г (обозначения см на рис 5)

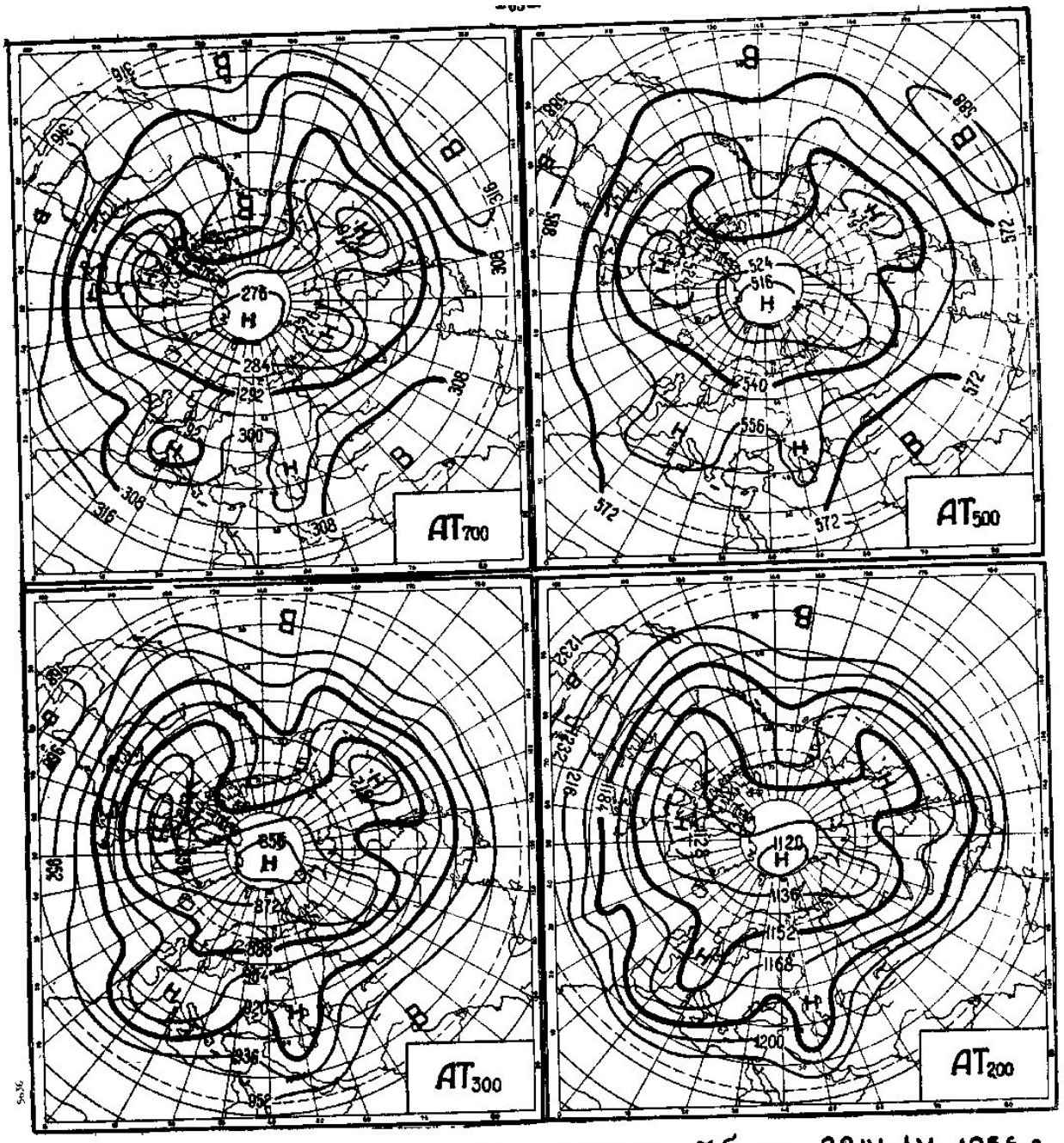


Рис.58 Высотные карты ЭЦМ подтипа 7бл за 28.IV-1.V-1956 г.

Ш группа. Типы ЭЦМ 8-12. Меридиональная северная циркуляция

От двух до четырех северных блокировок и от двух до четырех южных циклонических прорывов.

Тип 8 (подтипы а, бз, бл, вз, вд, гз, гл). Два полярных вторжения; два (8гз) или три (остальные подтипы) прорыва южных циклонов. Группа северной меридиональной циркуляции.

Полярные вторжения происходят одновременно по двумя направлениям, отстоящим друг от друга на 80°-100° (а в подтипе 8гз до 140°) долготы. Циклоническая деятельность на Арктическом фронте и регенерация на нем полярнофронтовых циклонов создают между двумя блокировками почти стационарную депрессию. Большое количество вариантов этого типа ЭЦМ (максимальное во всей системе типизации) вызвано тем, что такие двойные, "дугообразные" вторжения происходят не в одном и том же постоянно сохраняющемся секторе, но в разных частях полушария, в зависимости от сезона и

меняющихся свойств подстилающей поверхности. Поэтому подтипы ЭЦМ восьмого типа встречаются в течение всего года.
ЭЦМ восьмого типа (в целом) чаще всего преобразуются в ЭЦМ типа 12 (добавляется третье вторжение), а зимние варианты восьмого типа (при которых одно из вторжений смыкается с гребнем Азиатского антициклона) - часто переходят в ЭЦМ II типа (второе вторжение направляется на Америку).
Подтип 8а. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.62 и 63). Одновременные полярные вторжения осуществляются на восток Северной Америки и через Гренландское и Норвежское моря - на Западную Европу. Первое из этих вторжений происходит в тылу циклонов, движущихся от Атлантического побережья Америки к северо-востоку. Регенерируя на арктическом фронте и замедляя движение, они образуют в районе Исландии обширную и глубокую депрессию. Второе вторжение связано с циклоническими системами над Баренцевым морем и северными морями восточной части Советской Арктики. Это вторжение обычно оформлено барически в виде гребня полярного антициклона, медленно перемещающегося к юго-юго-востоку. Затем он объединяется с гребнем Азорского антициклона; создается устойчивая полоса повышенного давления с осевой линией около нулевого меридиана.
"Полукольцо" низкого давления над остальной частью полушария хорошо выражено. Оно формируется циклонами, движущимися по траекториям, лежащим в субарктическом поясе Азии и крайнего северо-запада Северной Америки, и пополняется циклонами, идущими со Средиземного моря через восточную Европу и вдоль Дальневосточного побережья Азии. Над западной частью Северной Америки и над всей ее южной половиной развивается циклоническая деятельность. Алеутская депрессия хорошо развита.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8а приходится на май (весна), но суммарная сезонная - на лето (рис.59).

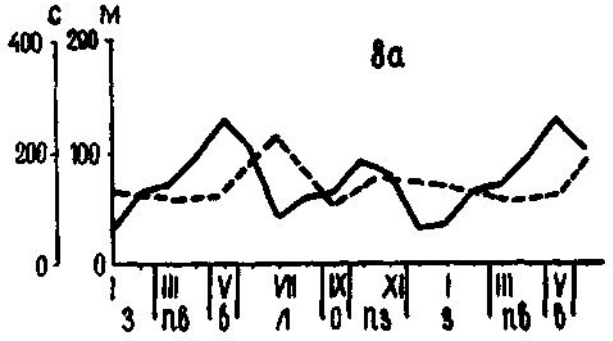


Рис.59. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 8а по месяцам и сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С - - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8бз. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис. 64 и 65). Направление вторжений: западная ветвь - через Баренцево море на восток Европы, восточная ветвь - через море Лаптевых и бассейны Лены и Колымы на Байкал. В приземном барическом поле вторжение выражено в виде вытягивающегося к югу гребня Полярного антициклона или оформившегося самостоятельного ядра. Гребень Азиатского антициклона в это время вытягивается к северу. В результате образуется широкая и устойчивая полоса повышенного давления, объединяющая Азиатский и Полярный антициклоны. Последний не очень обширен, но ииеет направленный на Аляску гребень. Полярнофронто-вые циклоны, идущие с юго-запада на низовья Оби и Енисея и на Карское море образуют над Западной Сибирью и Казахстаном (между двумя полярными

блокировками) область пониженного давления.
"Полукольцо" траекторий циклонов хорошо очерчено над Северной Америкой, точнее - над ее западной частью. Над обоими океанами - в особенности над Тихим - оно сильно расширено. Это связано с выходами южных циклонов вдоль восточных берегов Северной Америки и Азии, их регенерацией и образованием обширных и глубоких Исландской и Алеутской депрессий. Третий район вхождения южных циклонов - на Средиземное море и западную Европу-выражен слабо и не так устойчив.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8бз приходится на ноябрь (предзимье, рис.60).

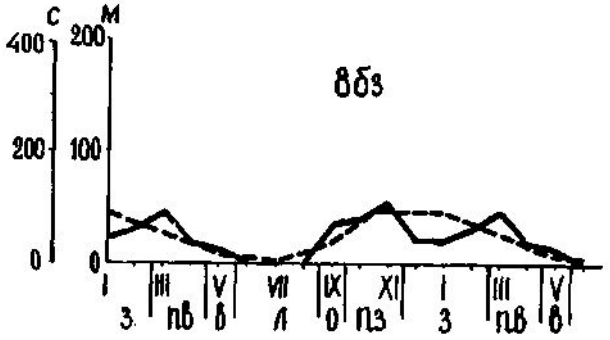


Рис.60. Кривые годового хода продолжительности подтипа 8бз по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8бл. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.66 и 67). По сравнению с зимним вариантом, надо отметить следующие особенности этого подтипа. Западное вторжение направлено через север Гренландии на центральную или западную Европу, восточное - через Таймыр или море Лаптевых на бассейн Енисея или бассейны Лены и Амура. Полярный антициклон смещен на север Канадского архипелага и на Гренландию. Западная ветвь вторжения смыкается с гребнем Азорского антициклона и над восточной половиной Атлантики и западной Европой образуется мощная блокировка. Циклоны на арктическом фронте и перемещающиеся вдоль побережья североамериканского материка полярнофронтовые - замедляют движение и образуют обширную депрессию в западных районах Атлантического океана.
Область пониженного давления между двумя полярными вторжениями образуется прорывом южных циклонов со Средиземного моря через Балканы и Черное море на северо-восток Европейской территории СССР, Баренцево море или низовья Оби и Енисея. Третий прорыв южных циклонов осуществляется вдоль Дальневосточного побережья Азии. Эти циклоны пополняют "полукольцо" циклонических траекторий, хорошо выраженное над Северной Америкой и особенно над Тихим океаном. Гонолульский антициклон хорошо развит и расширен на север.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8бл приходится на август и сентябрь (летний и осенний сезоны), но суммарная сезонная - на осень (рис.61).

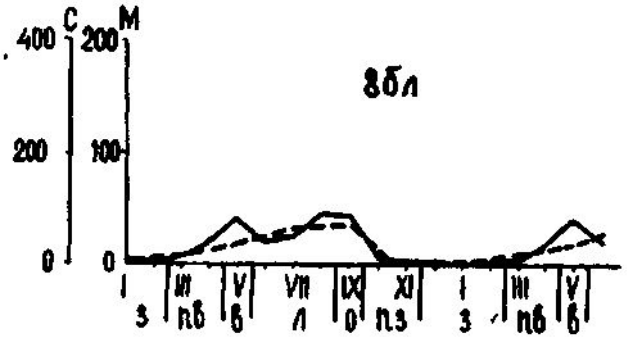


Рис.61. Кривые годового хода продолжительности подтипа 8бл по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8вз. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.68 и 69).

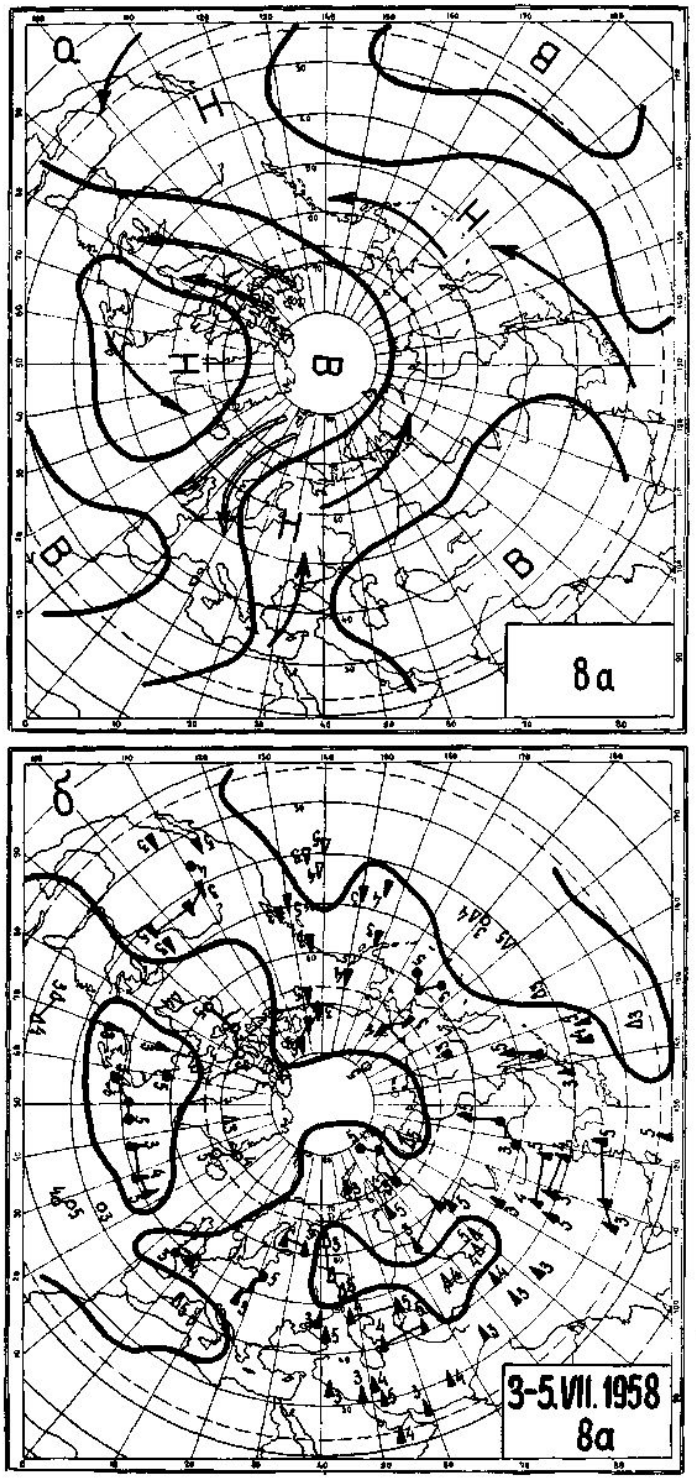


Рис.62 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8а, 3-5.VII.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

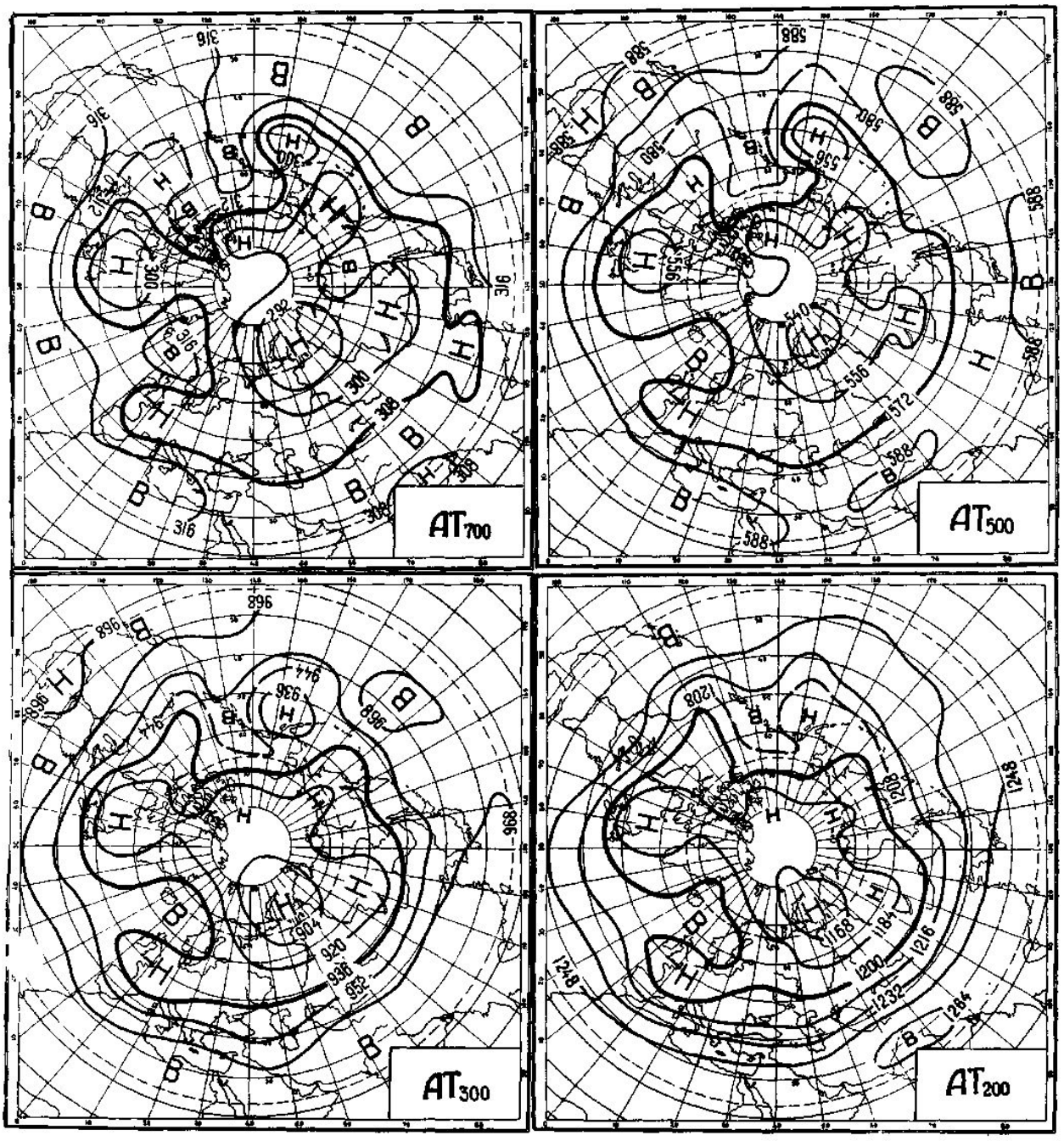


Рис. 63 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8а за 3-5.VII.1958 г.

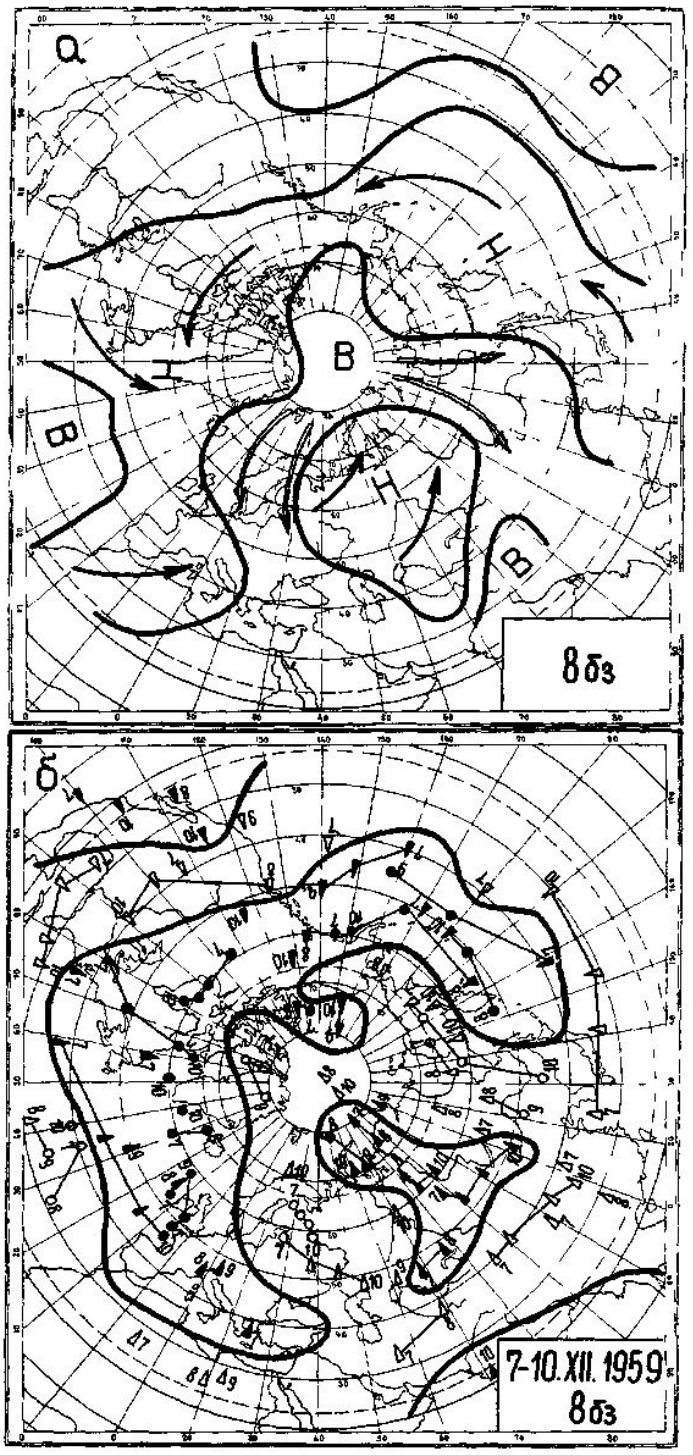


Рис.64 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8бз, 7-10.XII.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

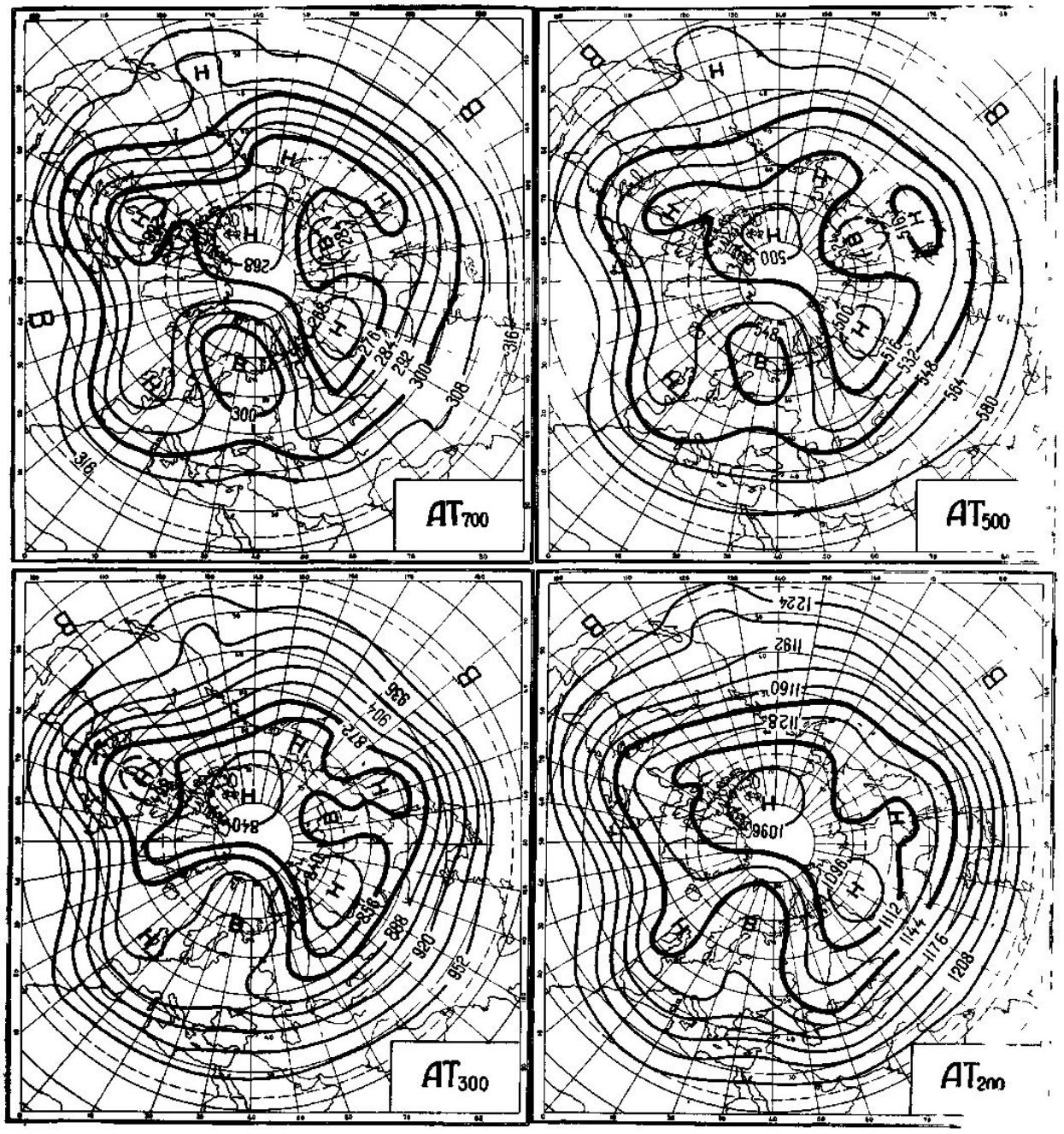


Рис.65 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8б3 за 7-10.XII.19

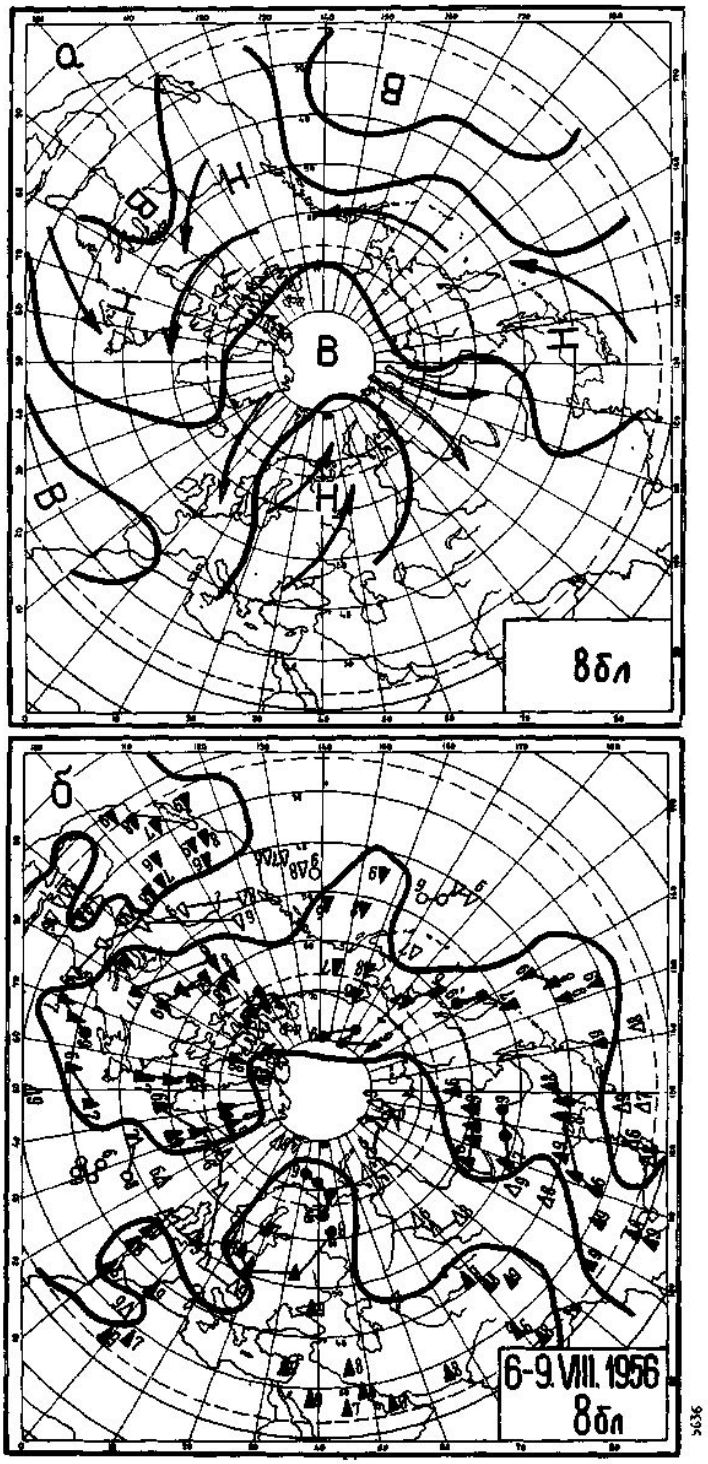


Рис. 66. Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8бл, 6-9.VIII.1956 г. (обозначения см. на рис. 5)

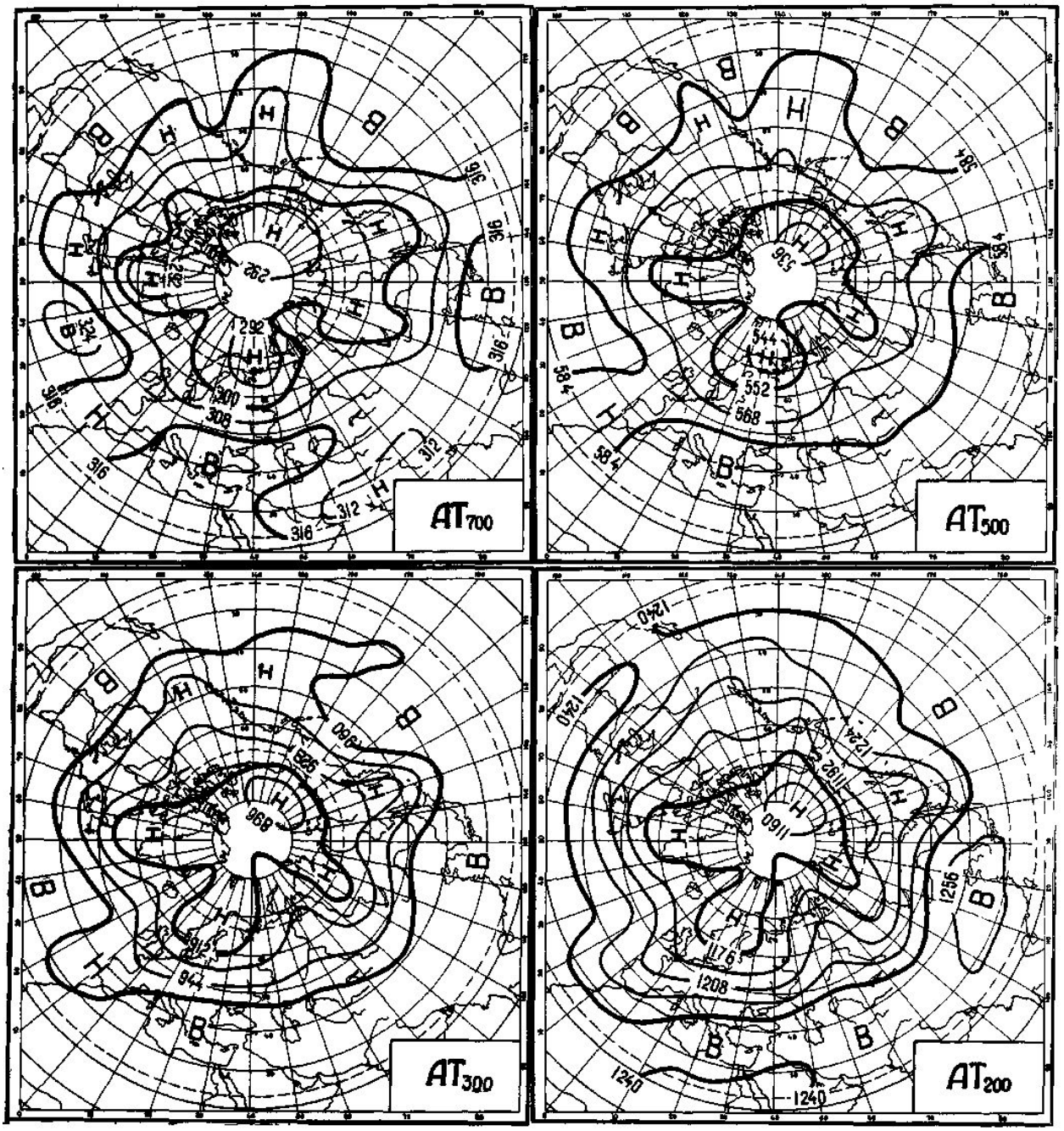


Рис. 67 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8бл за 6-9.VIII.1956 г.

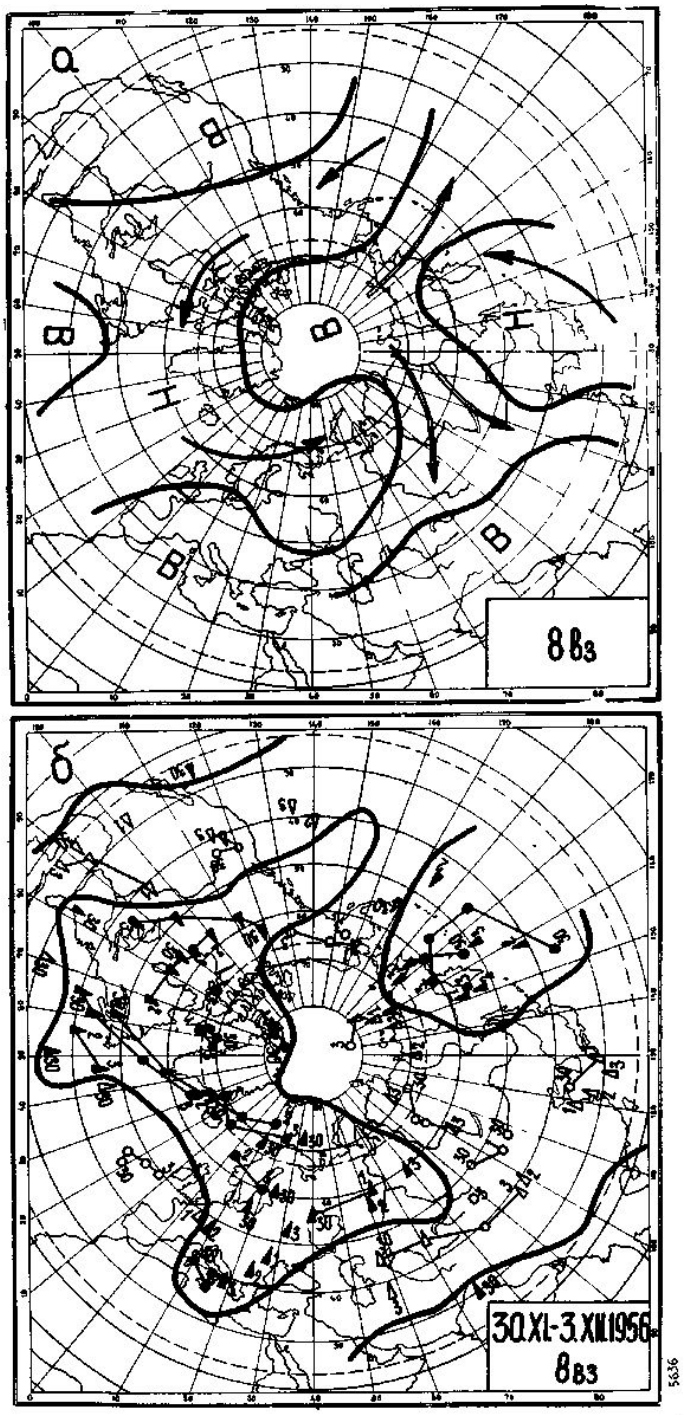


Рис.68 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8 Вз, 30.XI-3.XII.1956 г. (обозначения см. на рис. 5)

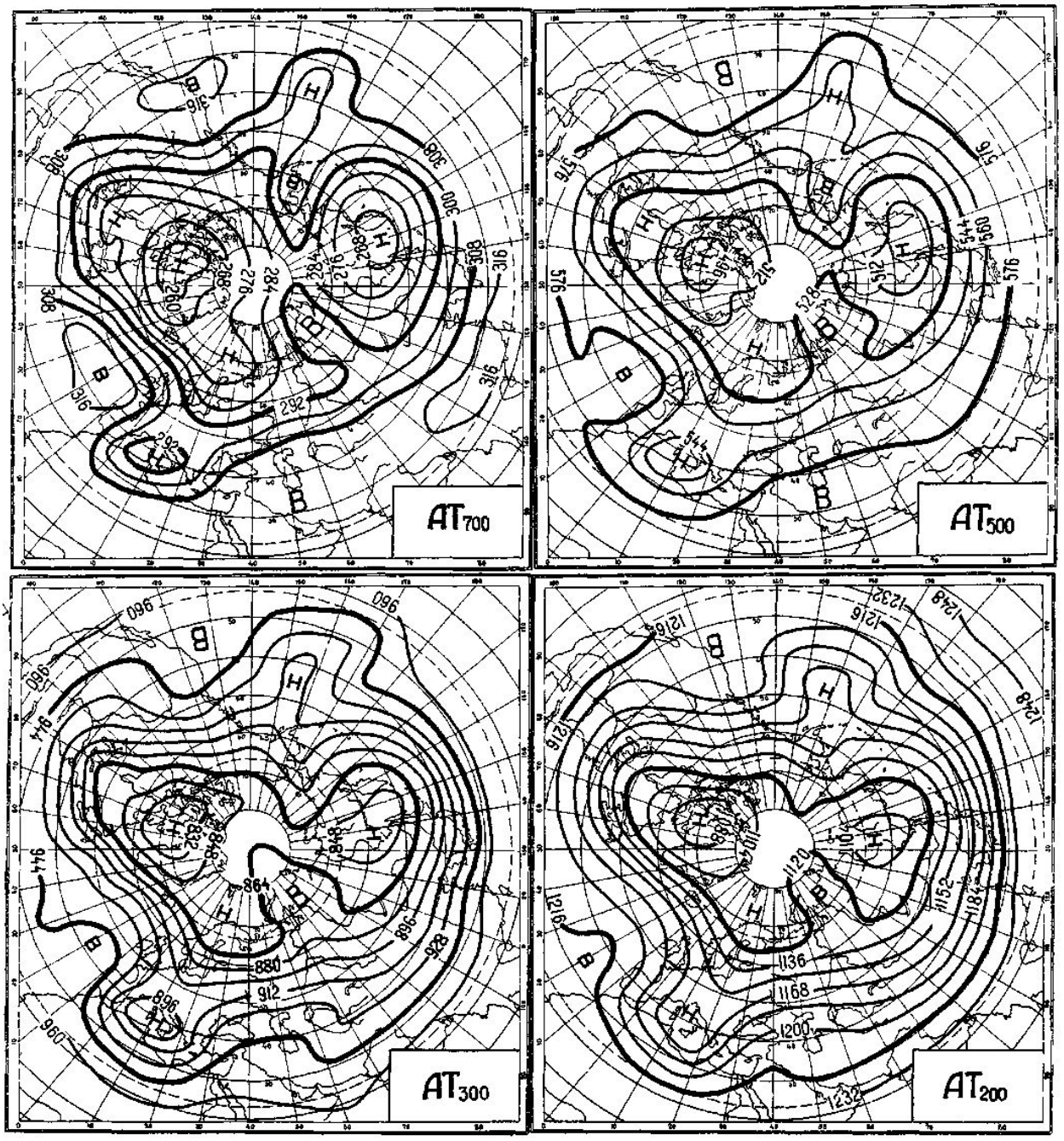


Рис.69 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8 Ба за 30.XI-3.XII.1956 г.

Полярные вторжения осуществляются на восток Сибири (через Новосибирские острова на верховья Оби или на Байкал) и на запад Тихого океана (через Чукотку). Первое из них смыкается с гребнем Азиатского антициклона и создает мощную блокировку заладного переноса. Регенерирующие на арктической фронте и перемещающиеся на восток от Исландской депрессии циклоны замедляются; над северо-востоком Европейской территории СССР и Баренцевым и Карским морями образуется обширная и глубокая депрессия. Область низкого давления, расположенная между двумя полярными вторжениями, связана с прорывом южных циклонов вдоль тихоокеанских берегов Японии и Камчатки.

Наконец, третий циклонический прорыв осуществляется над Тихим океаном в направлении на Аляскинский залив. Он дает начало циркумполярному "полукольцу" циклонических траекторий, обрамляющему дугу полярных вторжений и ее вершину - Полярный антициклон.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8вз приходится на октябрь (предзимье, рис.70).

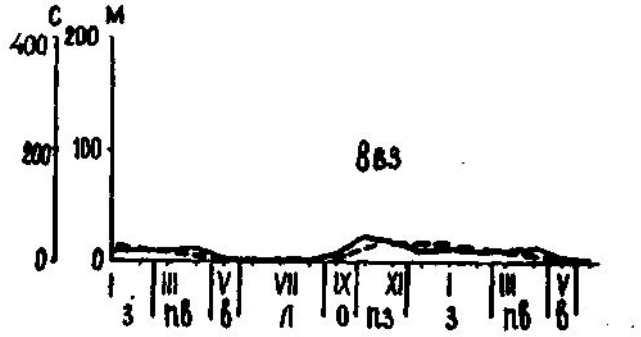


Рис.70. Кривые годового хода продолжительности подтипа 8вз по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8вл. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис,74 и 75). Основные черты, отличающие этот вариант ЭЦМ от предыдущего, зимнего, заключаются в следующем. Оба полярных вторжения сближены между собой и несколько смещены к западу. Первое из них осуществляется через Новую Землю и Карское море на бассейн Енисея и на Байкал, второе - на запад Тихого океана через Чукотку. Таким образом, в первом случае не только смещено к западу начало вторжения, но изменено и его общее направление (вместо СВ-ЮЗ на СЗ-ЮВ). Смыкание оформившихся в чукотском вторжении барических систем происходит с гребнем Гонолульского антициклона. Промежуточная (между двумя вторжениями) депрессия лежит над дальневосточными районами Азии,

Японским морем, Японией и прилегающими частями Тихого океана. Она связана с выходами южных циклонов по крайнему востоку материка и по прилежащим морям. Циркумполярное "полукольцо" циклонических траекторий образуется движением циклонов из Алеутской депрессии и пополняется прорывами из Мексиканского залива к Исландии и со Средиземного моря через Европу на северные моря советского сектора Арктики.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8вл приходится на август (летний сезон, рис.71).

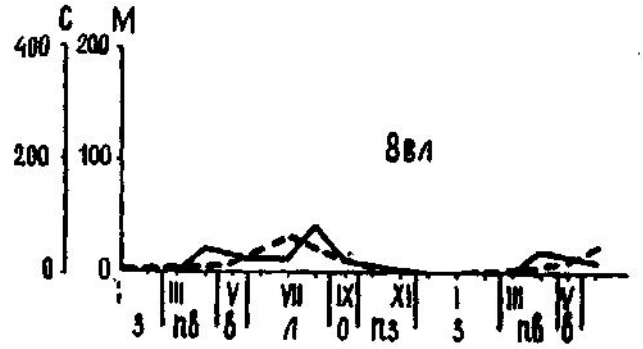


Рис.71. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 8вл по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8гз. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (76 и 77).

Как отмечено в начале описания ЭЦМ восьмого типа, два полярных вторжения в варианте 8гз раздвинуты наиболее широко. Западное - направлено через районы Гренландии на Атлантику, восточное - через море Лаптевых на бассейны Енисея, Лены в Байкала или на

верховья Амура. При развитии зимой Азиатского антициклона, восточное вторжение смыкается с ним, образуя очень мощную дугу высокого давления. Область пониженного давления между вторжениями (над Западной Европой и прилегающими морями) формируется циклоничностью на арктическом фронте и пересекающими Западную Европу атлантическими и средиземноморскими циклонами.

Особенностью ЭЦМ этого подтипа является также то, что охватывающая большую часть Тихого океана циклоническая деятельность распространяется и на север американского континента. Полоса пониженного давления (в этом случае ее нельзя назвать "полукольцом") очень широка и тоже занимает значительную часть полушария. Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8гз приходится на октябрь (предзимье, рис.72).

Рис.72. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 8гз по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 8гл. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.78 и 79). По сравнению с предыдущим вариантом, полярные вторжения сильно сближены. Западное осуществляется через Гренландское и Норвежское моря и входит в систему Азорского антициклона; восточное - направлено через Новую Землю на бассейн Оби. Находящаяся между ними (Центральная Европа, Скандинавия) область пониженного давления связана с прорывами средиземноморских циклонов. Полоса низкого давления, граничащая с демаркационной линией отделяющей район полярных вторжений, очень широка. Важной ее особенностью является то, что она почти полностью захватывает Арктический бассейн. Прорывы южных циклонов осуществляются через Восточную Сибирь и Якутию и от Мексиканского залива вдоль побережья Северной Америки или через ее восточные районы. И в одном и в другом случае циклоны проникают далеко на север.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 8гл приходится на июль (летний сезон, рис.73).

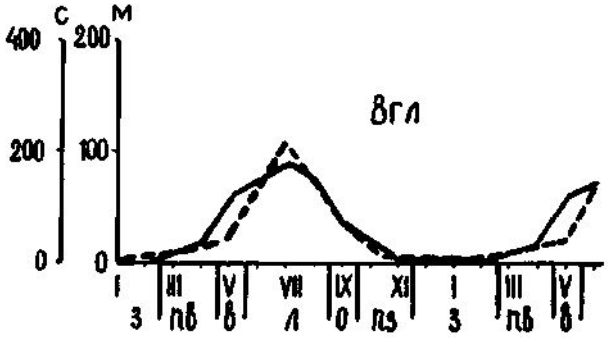


Рис.73. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 8гл по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Тип 9 (подтипы а и б). Два или три полярных вторжения; три прорыва южных циклонов. Одновременные полярные вторжения осуществляются на Атлантический и Тихий океаны. И в одном, и в другом случае они смыкаются с гребнями субтропических антициклонов. Прорывы южных циклонов происходят через Европу, вдоль Дальневосточного побережья Азии и через Северную Америку. Сезонные изменения характера подстилающей поверхности сопровождаются изменениями интенсивности полярных вторжений, их направлений, а также общей синоптической ситуации на материках. Это и побудило разделить ЭЦМ 9 типа на два подтипа. ЭЦМ 9 типа чаще всего переходят в ЭЦМ 10 типа (два аналогичных вторжения, но смещенные к востоку, на континенты), или - с равной степенью вероятности - в ЭЦМ типа 12 (прибавляется третье вторжение) или в ЭЦМ типа 8 (угол между вторжениями уменьшается).

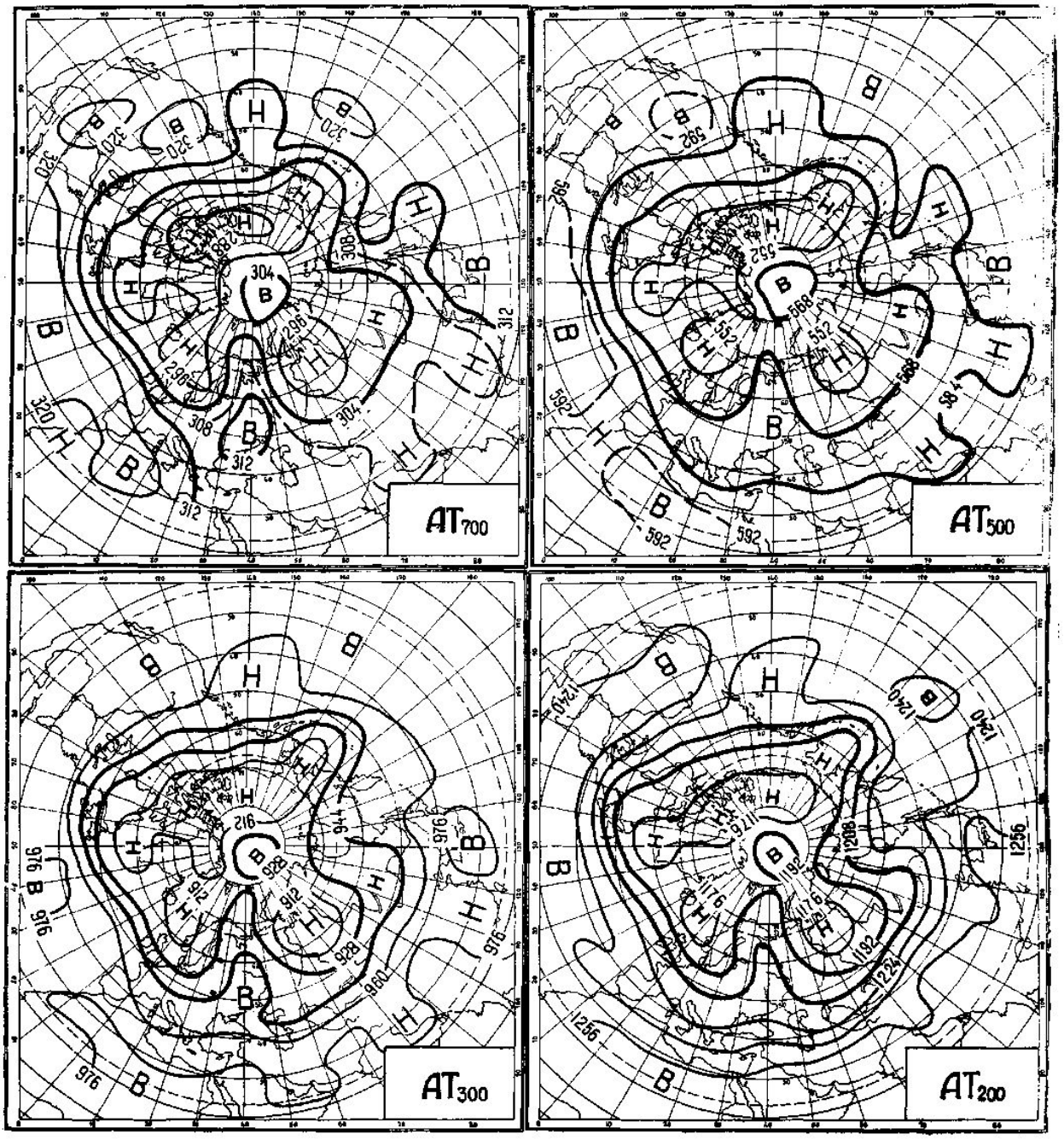


Рис.75 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8бл за 2-4.VIII.1961 г.

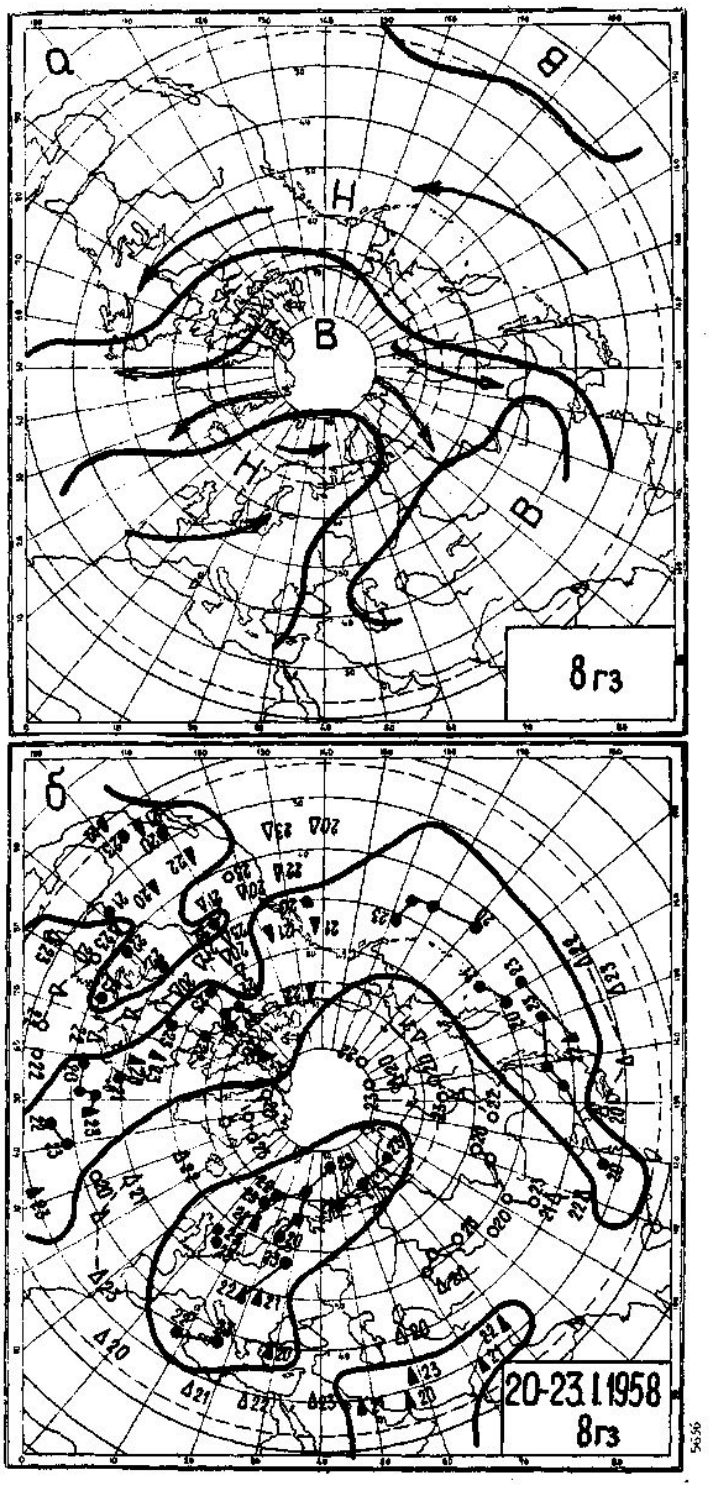


Рис.76 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8гз, 20-23.I.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

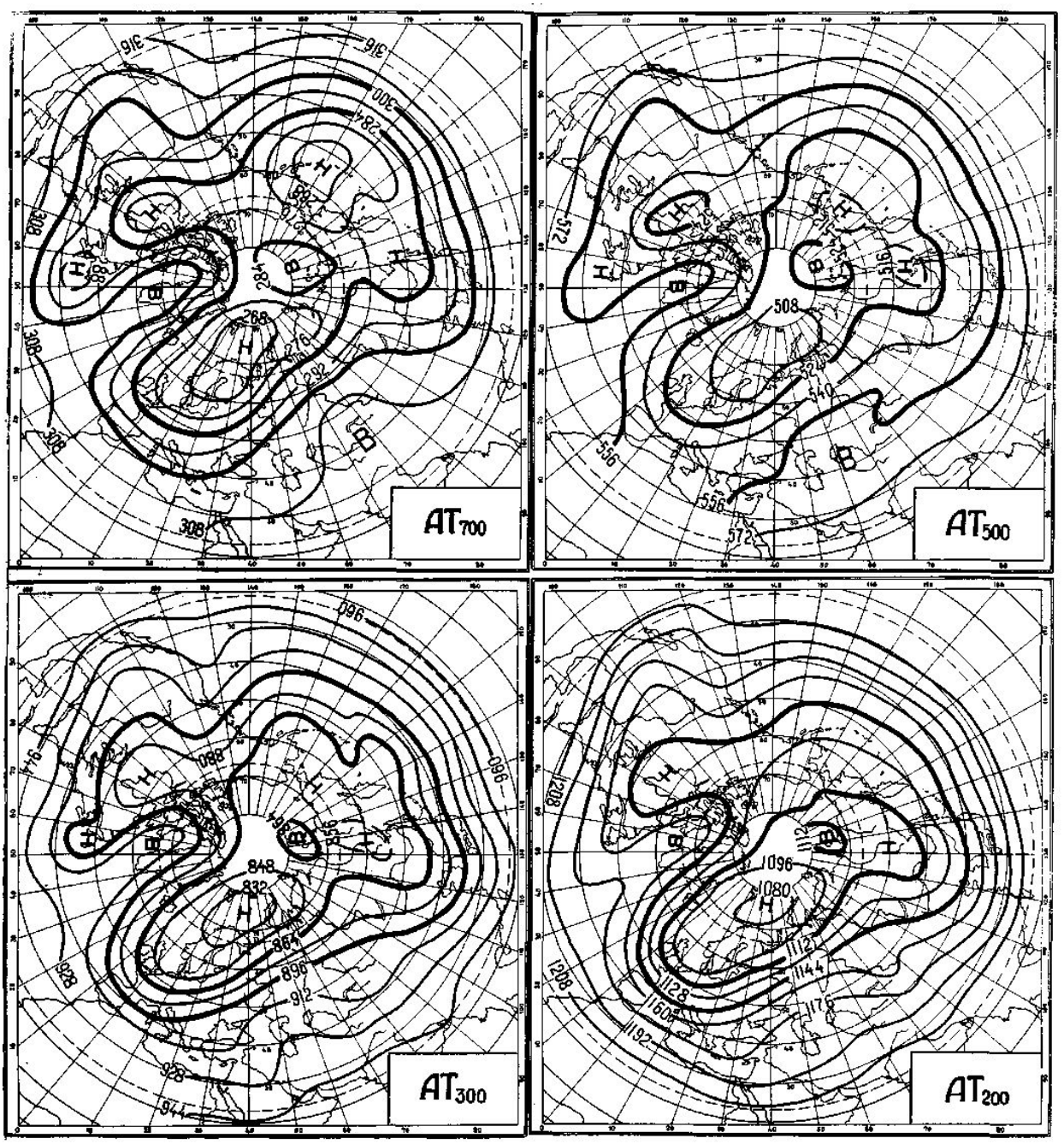


Рис. 77 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8 г3 за 20-23.I.1958 г.

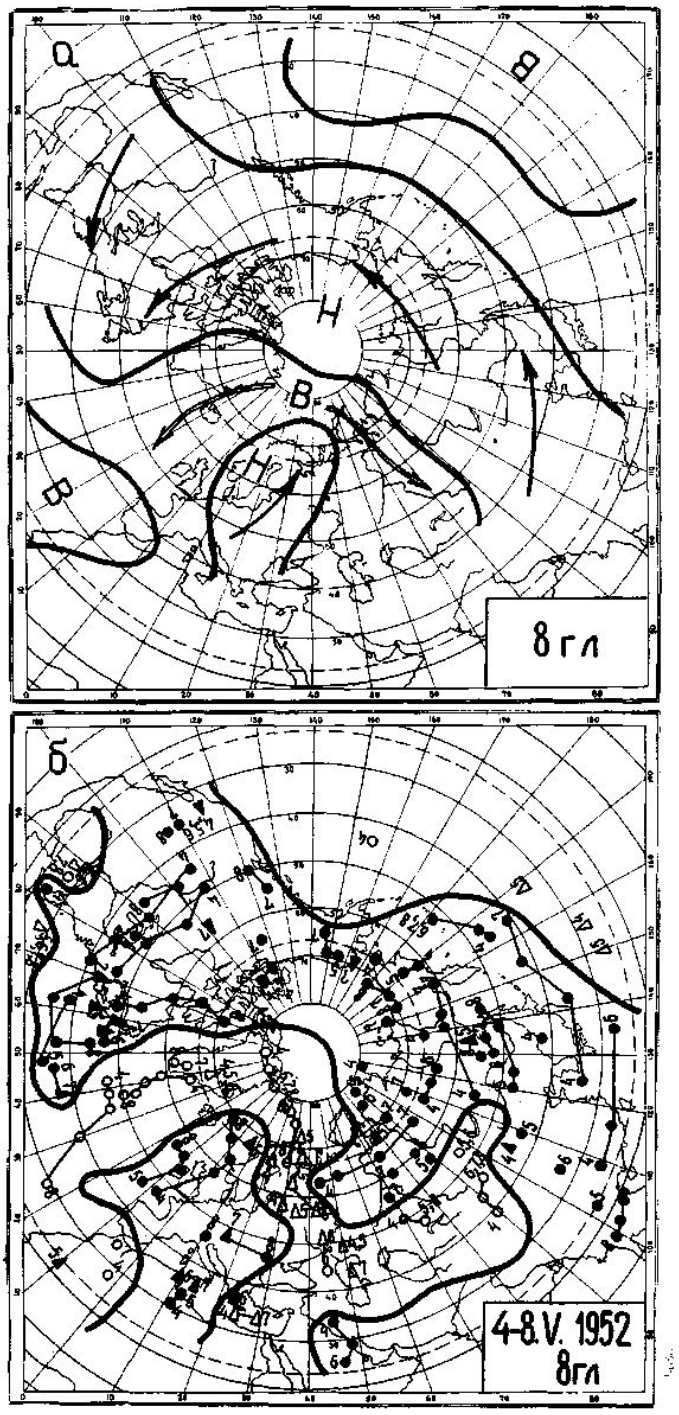


Рис.78 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 8гл, 4-8.V. 1952 г. (обозначения см. на рис. 5)

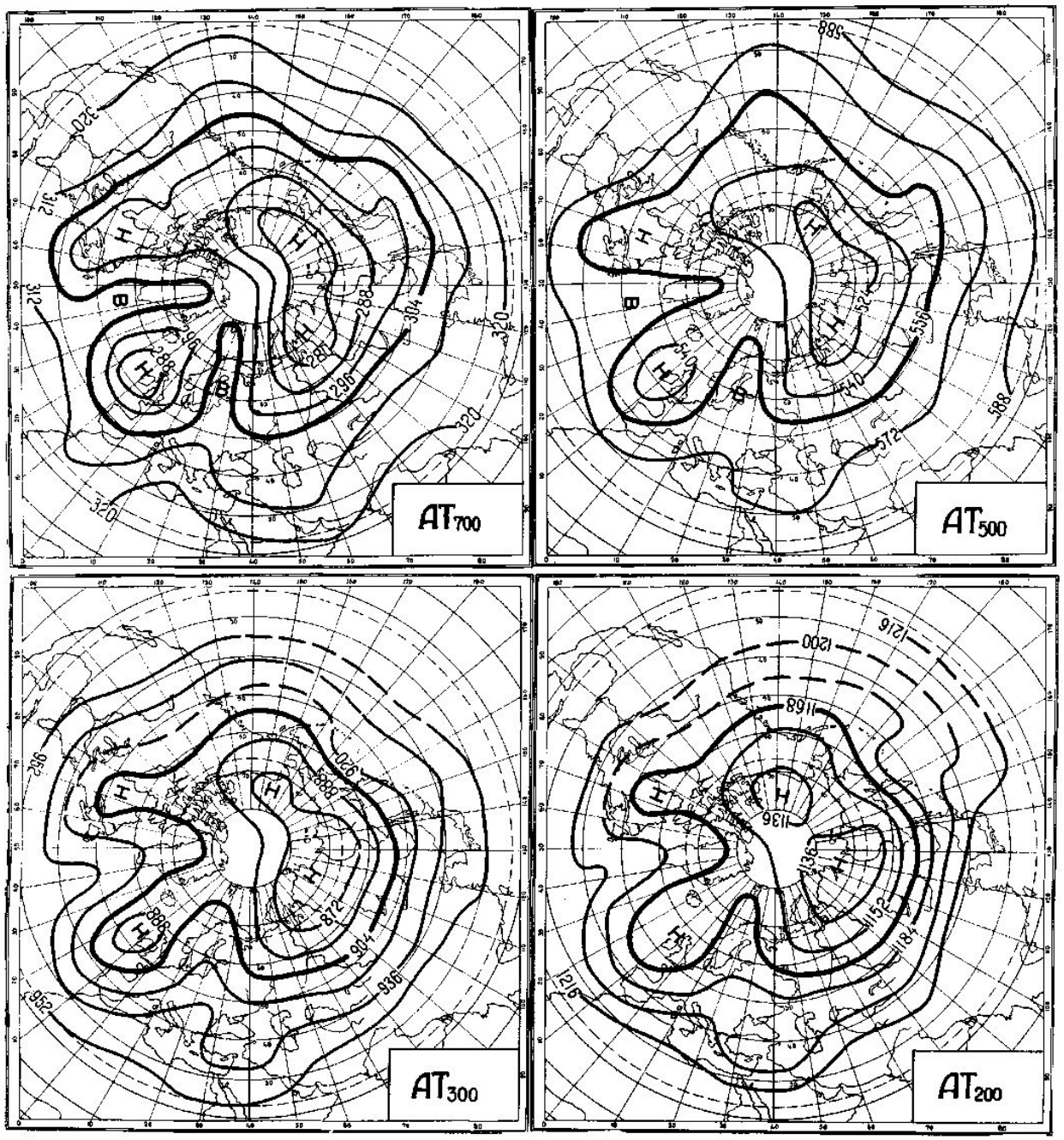


Рис.79 Высотные карты ЭЦМ подтипа 8 гл за 4-8.V.1952 г.

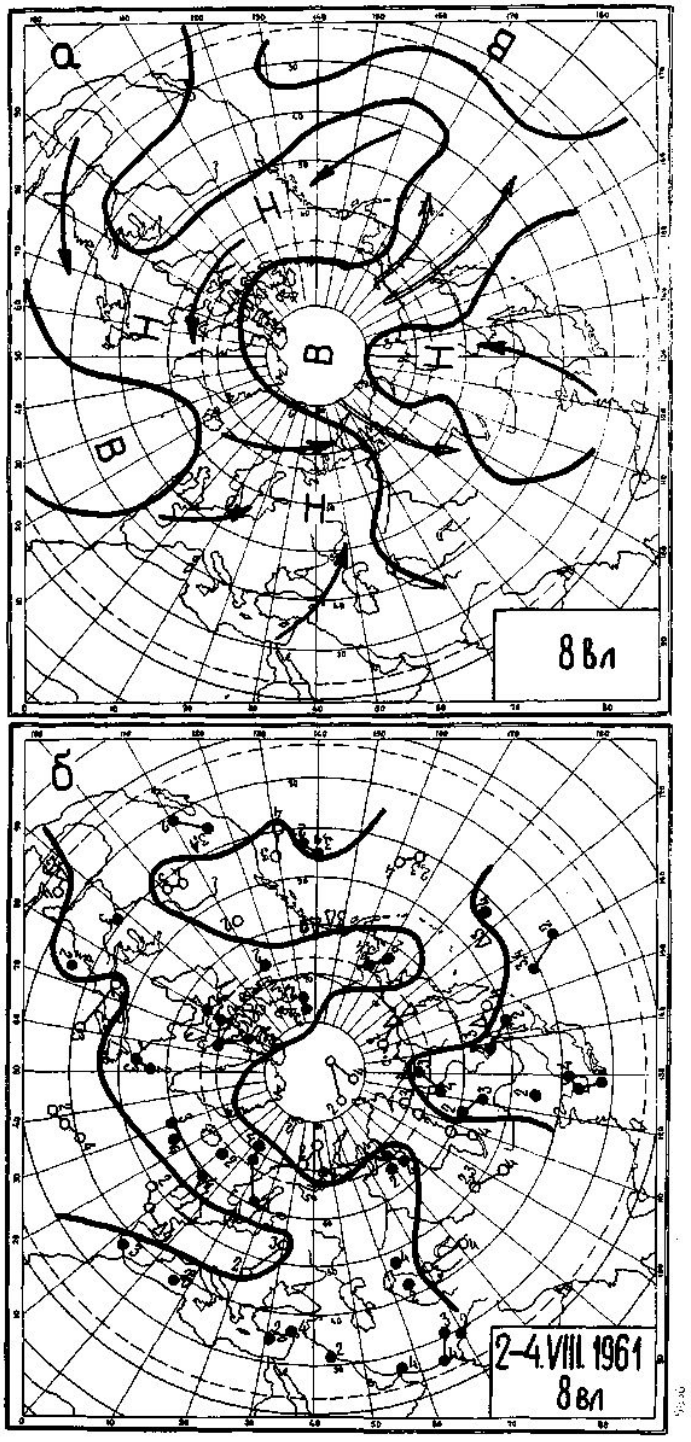


Рис. 74 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) зим подтипа 8 вл, 2-4.VIII.1961 г. (обозначения см. на рис. 5)

Подтип 9а. Два полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.83 и 84). Полярные вторжения образуются при формировании над Гренландией и над Аляской гребней полярного антициклона и при их последующем смещении на океаны, до смыкания с гребнями субтропических антициклонов. Образуется пересекающая внетропические широты полушария широкая полоса высокого давления, блокирующая западный перенос в двух местах. Над Северной Америкой развита циклоническая деятельность. Движущиеся вдоль высоких широт или идущие с юго-запада циклоны задерживаются над Лабрадором и над северо-западом Атлантики. Два других прорыва полярнофронтовых циклонов осуществляются через Европу и вдоль Дальневосточного побережья Азии. Однако, в последнем случае их объединения с движущимся с запада по высоким широтам циклоническими образованиями не происходит.
Над Восточной Европой и над Сибирью появляются временные антициклонические образования. Формирующиеся в связи с этим деформационные поля обеспечивают развитие и движение к северо-востоку полярно-фронтовых циклонов.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 9а приходится на июль (летний сезон, рис.80).

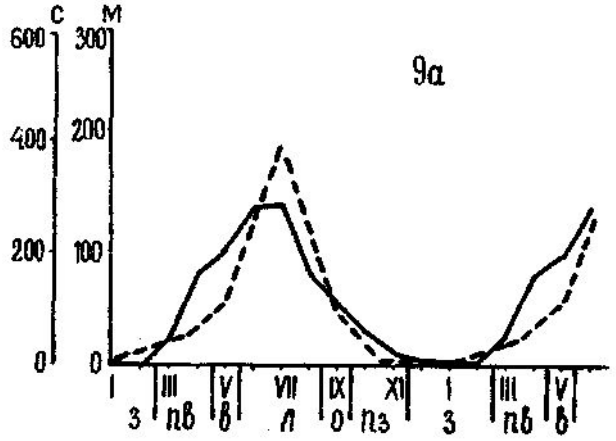


Рис.80. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 9а по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Нодтип 9б. Два или три полярных вторжения;, три прорыва южных циклонов (рис.85 и 86).
Отличие этого варианта ЭЦМ от предыдущего обусловлено резонными различиями в характере подстилающей поверхности. Подтип 9б развивается в более раннее время, когда континентальные антициклоны еще сохраняются, а океанические еще не полностью развиты. В связи с этим, вторжения на океаны (в особенности на Атлантический) осуществляются более узкой полосой и немного смещены в Атлантике на восток, а в Тихом океане на запад. Таким образом ось вторжений как бы выпрямляется. Нередко происходит также дополнительное третье вторжение через Канадский архипелаг на северо-восточную часть Северной Америки. Третье вторжение, менее интенсивное, чем основные, не проникает далеко на юг и часто служит причиной образования местного, небольшого Канадского антициклона. На приземных картах такие вторжения иногда выглядят как гребни сильно развитого и сдвинутого на американский сектор полярного антициклона.
В западном полушарии на приземной карте видны отдельные области низкого давления: на Тихом океане у берегов Америки, на западе Атлантики и на юге североамериканского континента. Первые две из них попеременно могут пополняться прорывами южных

циклонов.
При сохранении на значительной части азиатского континента антициклона, полоса низкого давления в субарктических широтах восточного полушария очень узка. Прорывы циклонов с юга происходят через Центральную и Восточную Европу и вдоль Дальневосточного побережья Азии.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 9б приходится на апрель, но небольшая сезонная продолжительность - на предзимье (рис.81).

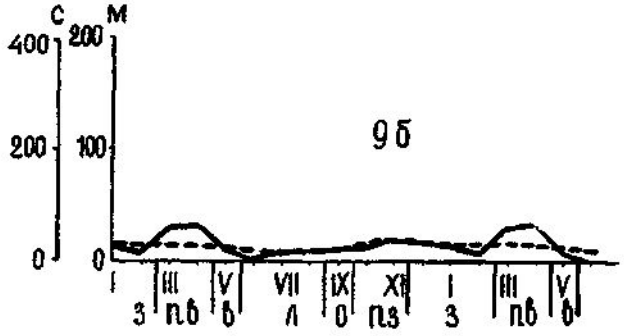


Рис.8I. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 9б по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Тип 10 (подтипы а и б). Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов.
Одновременные полярные вторжения происходят на Восточную Европу и Центральную Америку. Однако, при кажущемся на приземной карте их сходстве, они различны по своей структуре и вертикальной мощности. Вторжение на Европу чаще всего имеет большую вертикальную мощность; вторжение на Америку в начале процесса обычно бывает низким, и только начиная со второй половины действия этого ЭЦМ распространяется на большие высоты.
Прорывы южных циклонов осуществляются через Америку и через Дальний Восток. В двух вариантах десятого типа местоположение циклонических прорывов несколько меняется.
Как и в предшествующем типе ЭЦМ, процессы десятого типа развиваются в период сезонного изменения характера подстилающей поверхности на континентах. Это и обусловливает заметную модификацию отдельных частей ЭЦМ типа 10 и выделение двух его подтипов.
ЭЦМ десятого типа чаще всего - и с равной вероятностью - переходят в ЭЦМ типа 4 или 7 (вместо двух вторжений на континенты остается по одному: на Европу или на Америку), Несколько реже происходит переход в ЭЦМ типа 12 (прибавляется третье вторжение).
Подтип 10а. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.87 и 88),
Этот вариант ЭЦМ типа 10 осуществляется в тех периодах, когда континентальные антициклоны еще сохраняются, а океанические еще не развились. Длительные и интенсивные вторжения на Европу образуют довольно устойчивый антициклон, который объединяется с Сибирским. Образуется очень мощная область высокого давления, покрывающая Арктику, почти всю Евразию и Северную Америку, Вторжения на Америку осуществляются на ее центральные и восточные части. Над северо-западом этого континента развивается циклоническая деятельность, связанная с Алеутской депрессией, пополняемой южными циклонами, движущимися вдоль Дальневосточного побережья Азии. Кроме того, по северу восточной части Сибири проходят циклоны, связанные с Обской депрессией, пополняемой циклоническими прорывами из Казахстана и из Средней Азии.
В Атлантике также очень интенсивно развита циклоническая деятельность, распространяющаяся к востоку и часто охватывающая всю западную и центральную

Европу. Она связана с хорошо развитой Исландской депрессией, питаемой идущими вдоль североамериканского побережья полярнофронтовыми циклонами, которые зарождаются в районах центральных широт умеренного пояса.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 10а приходится на май (весна), но суммарная сезонная продолжительность этого подтипа наиболее высока в летнем сезоне (рис.82).

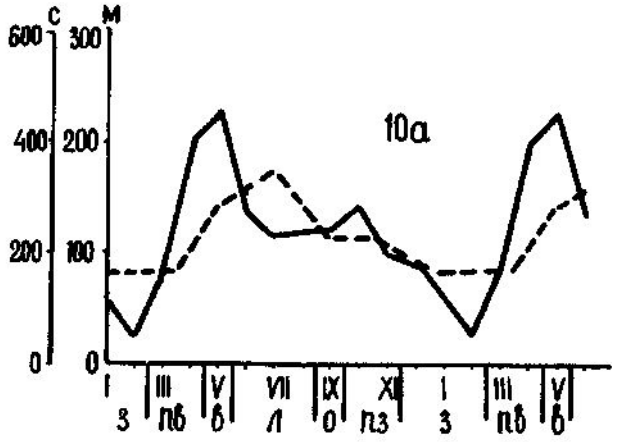


Рис.82. Кривые годовые хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 10а по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

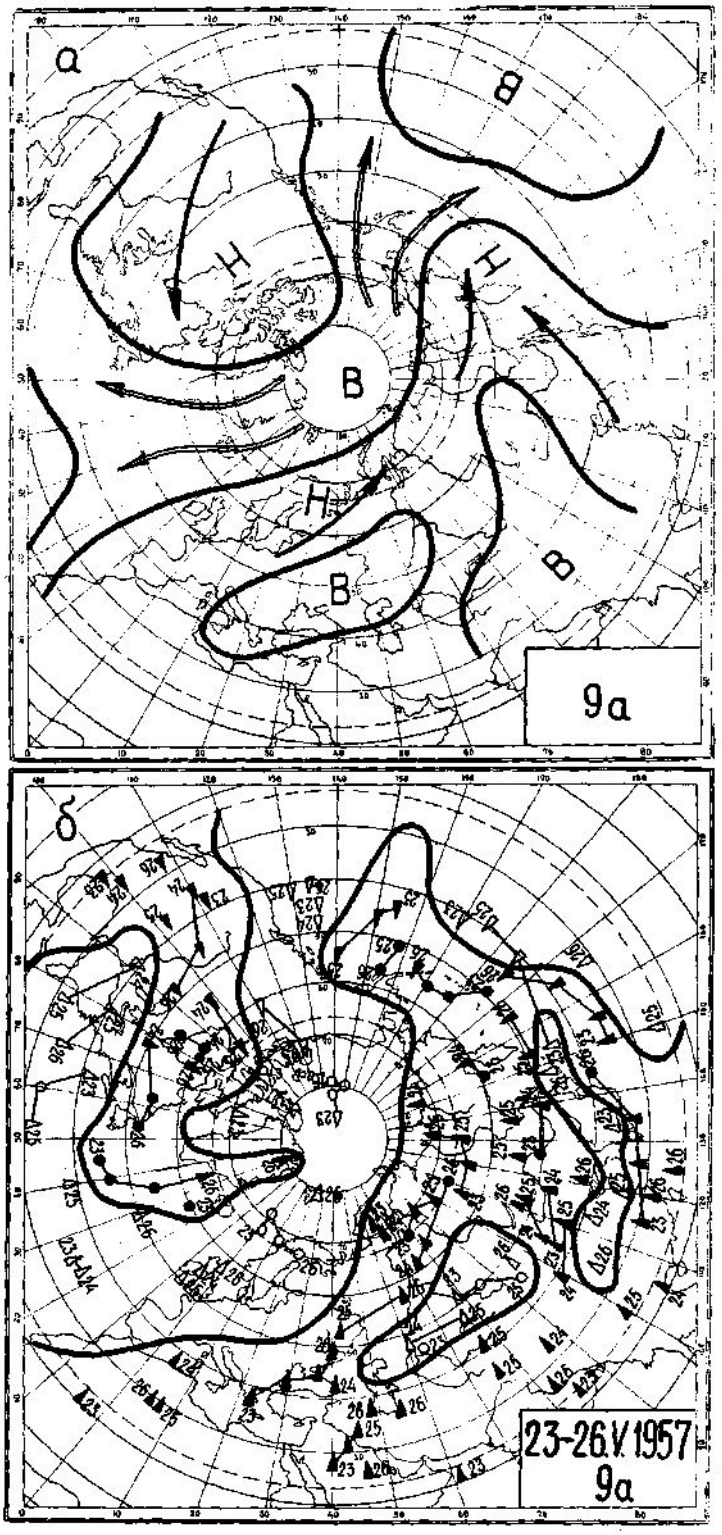


Рис.83 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 9а, 23-26.V.1957 г. (обозначения см. на рис. 5)

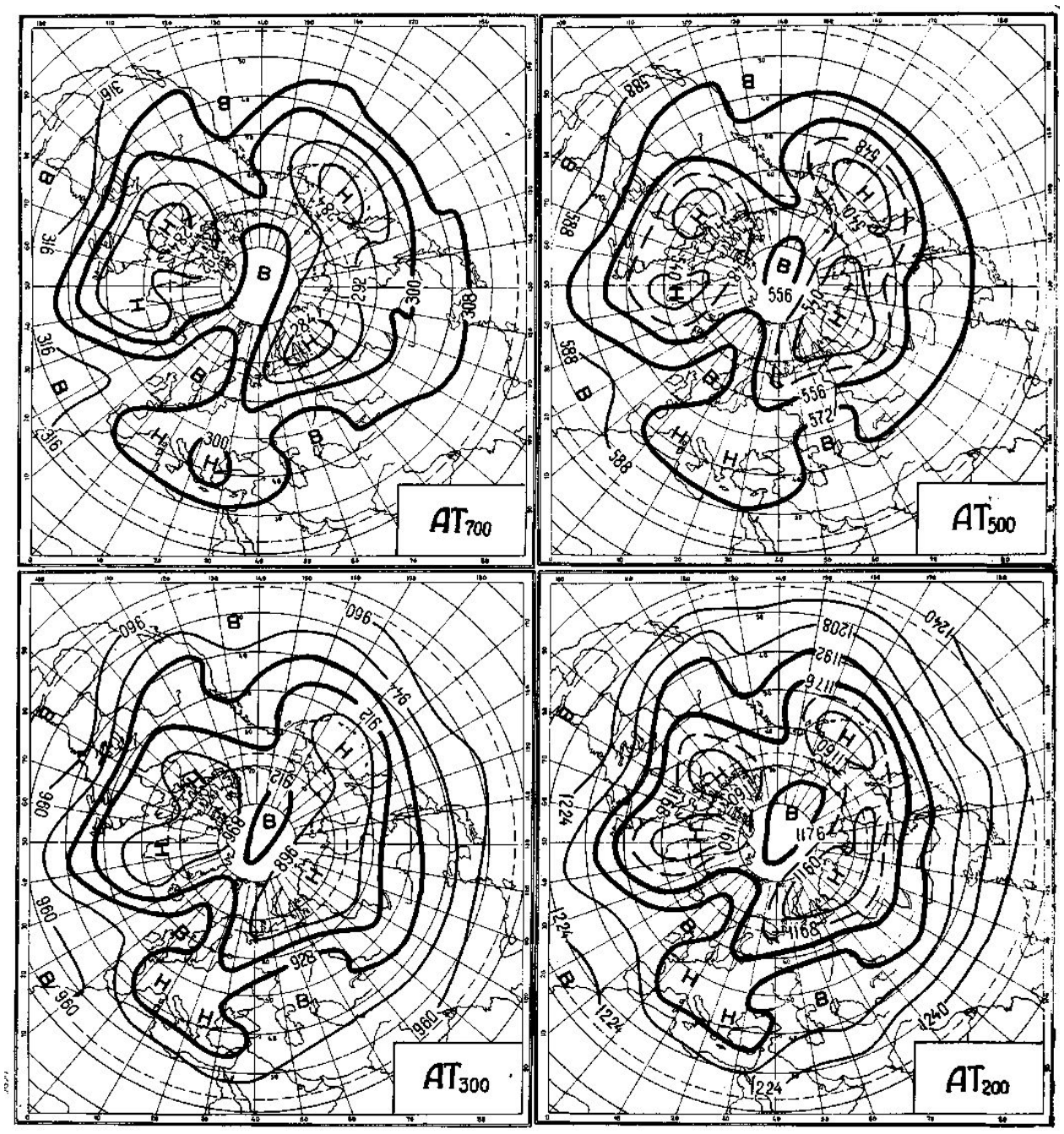


Рис. 84 Высотные карты ЭЦМ подтипа 9а за 23-26.V.1957 г.

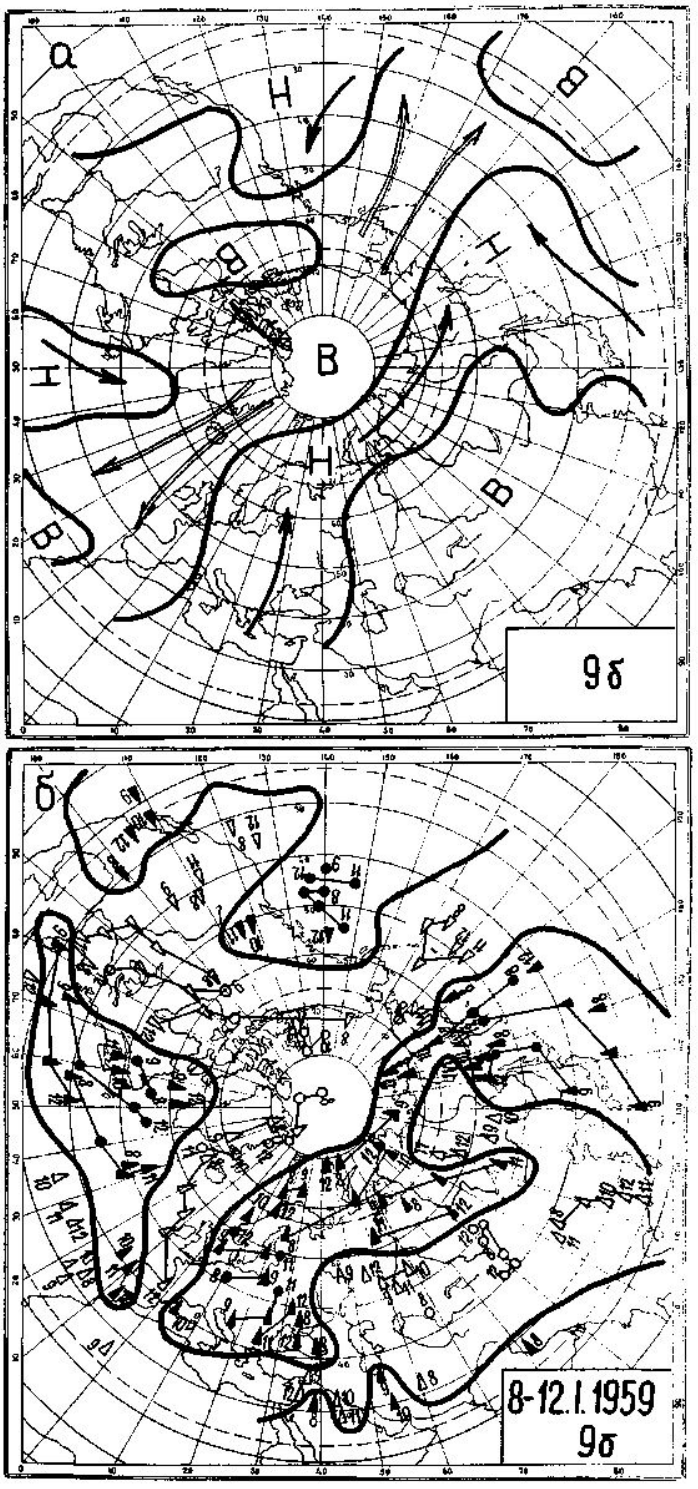


Рис. 85 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 9б, 8-12.I.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

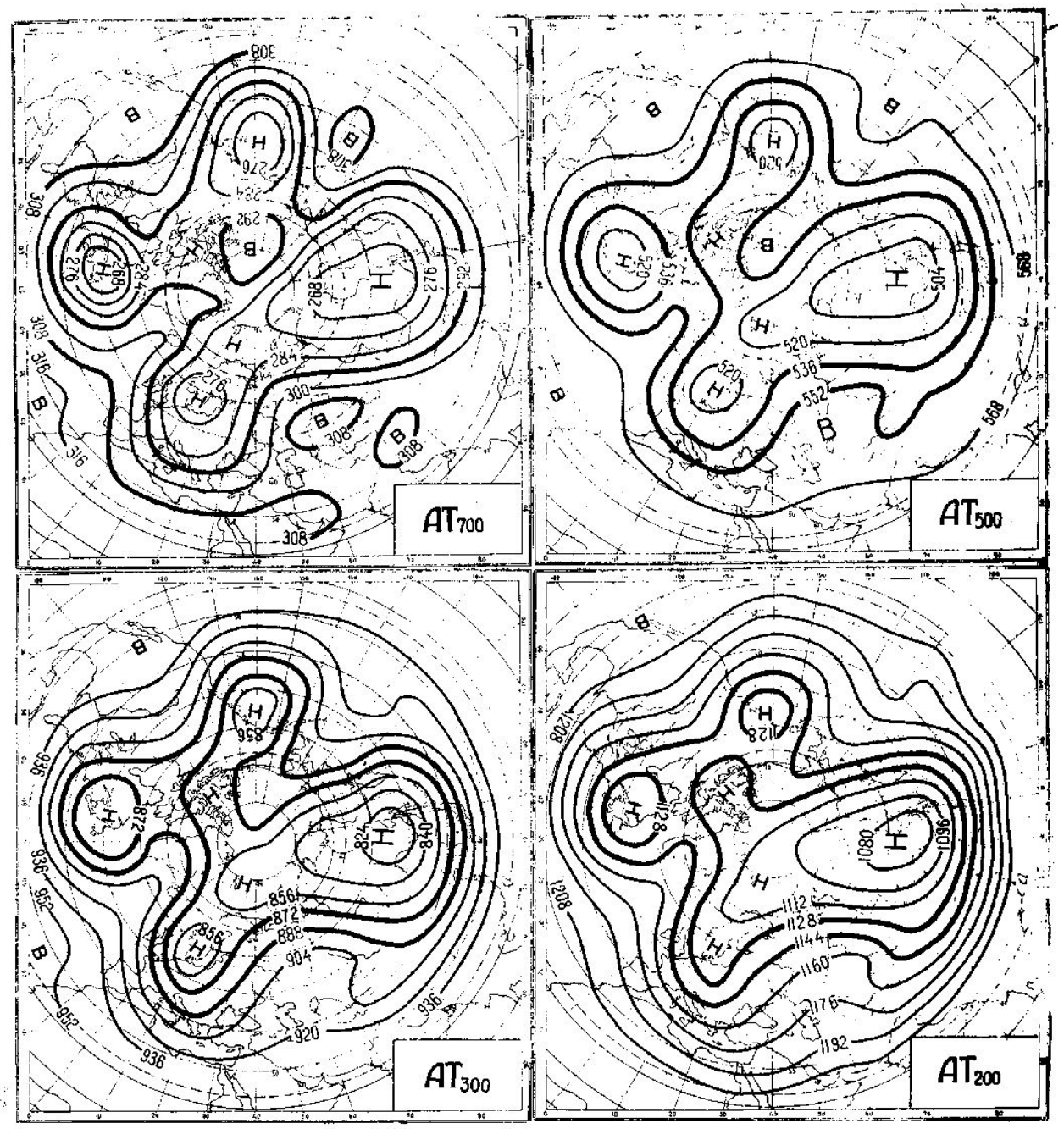


Рис. 86 Высотные карты ЗИМ подтипа 9б за 8-12.1.1959 г.

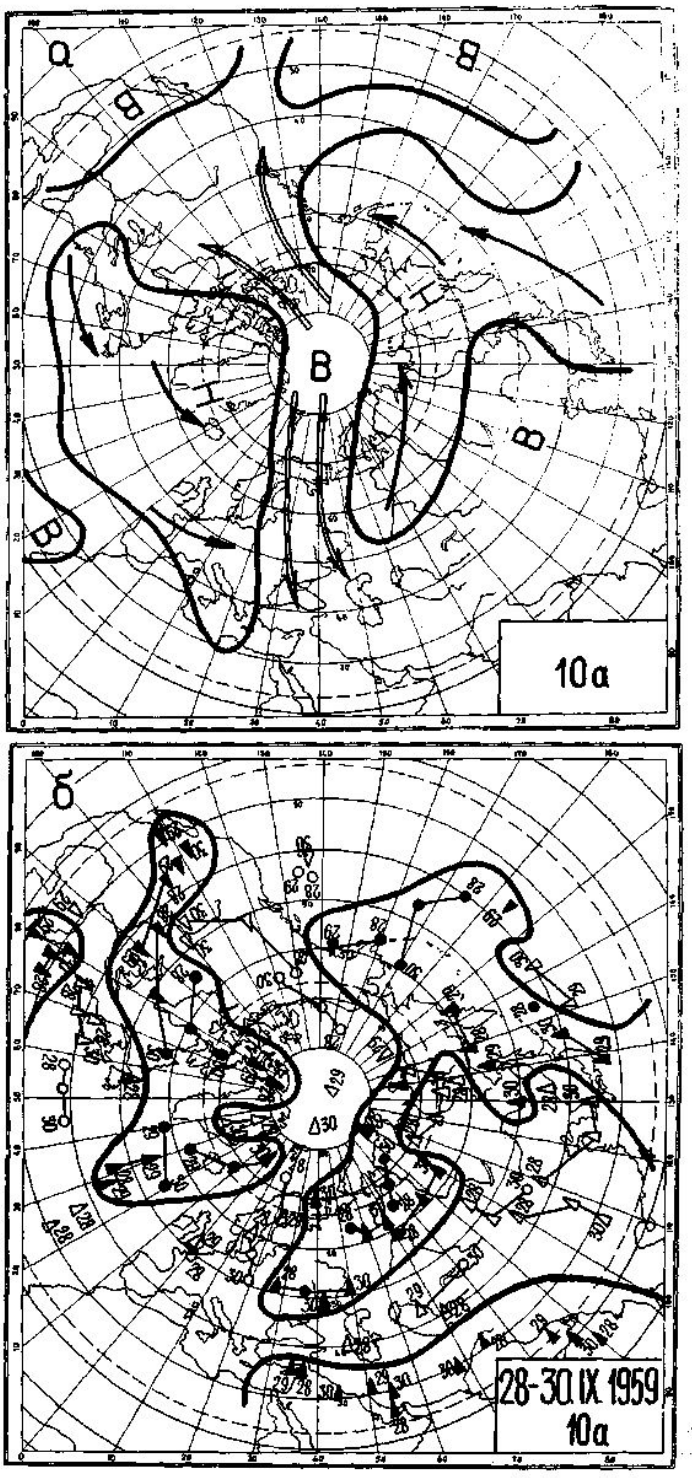


Рис. 87 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 10а, 28-30. IX. 1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

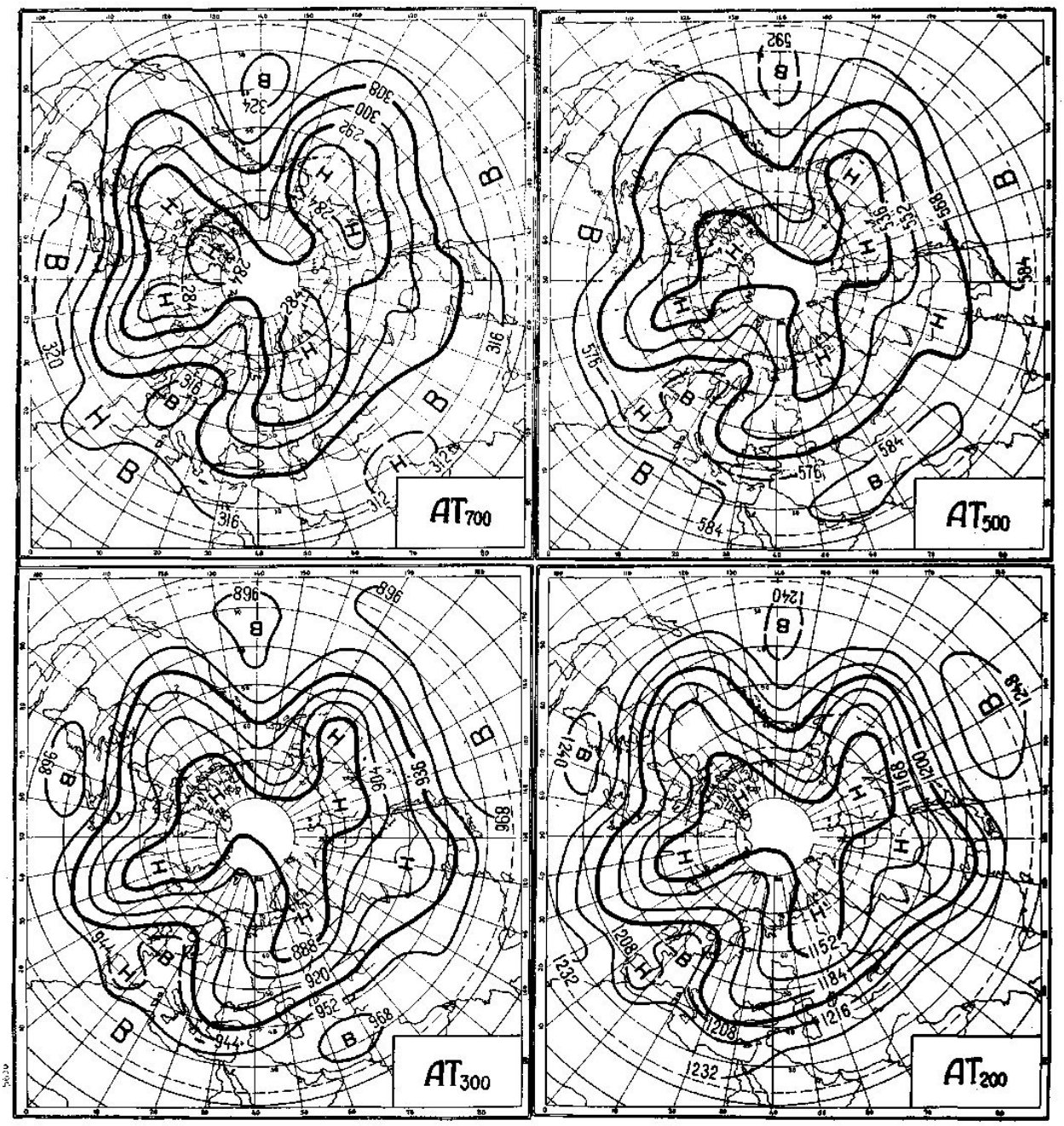


Рис. 88 Высотные карты ЭЦМ подтипа 10а за 28-30.IX.1959 г.

Подтип 106. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.89 и 90).

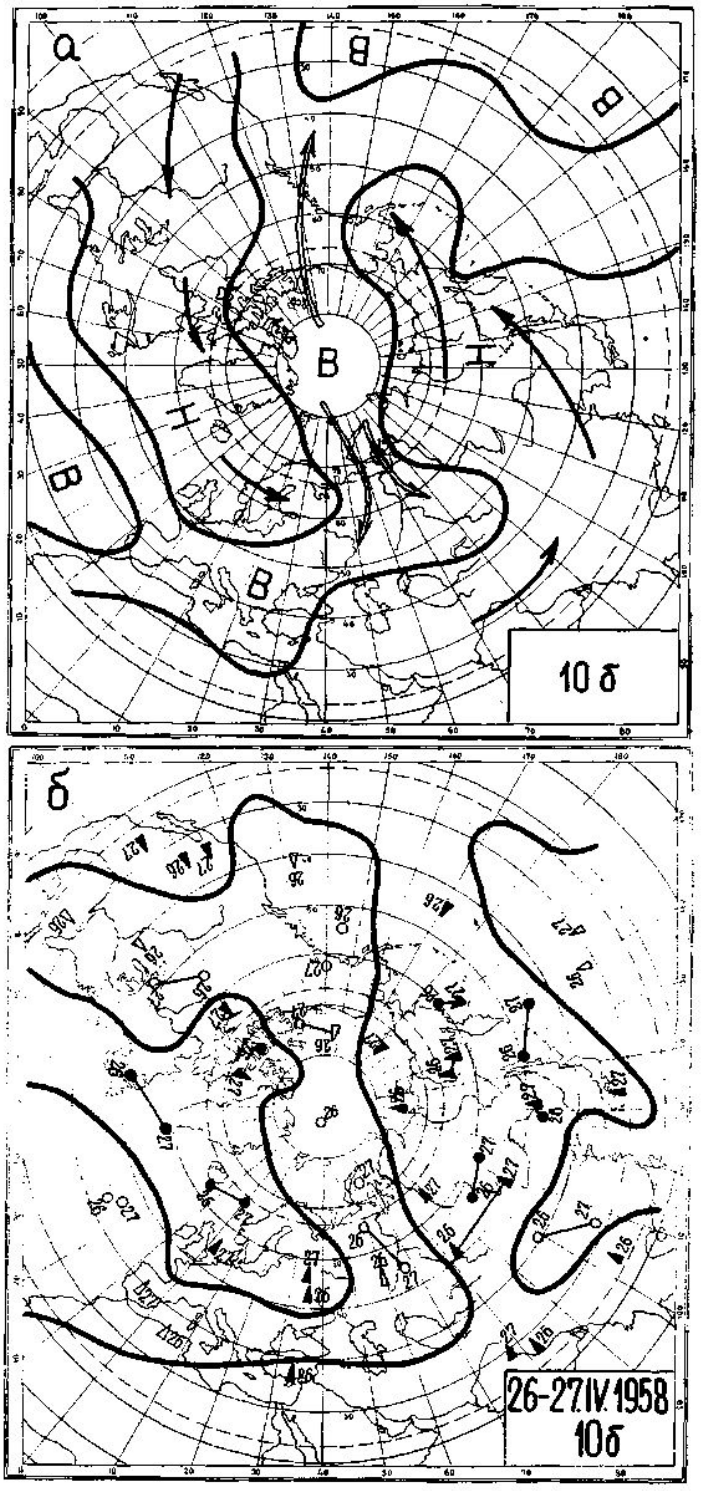


Рис. 89 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 10 б, 26-27.IV.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

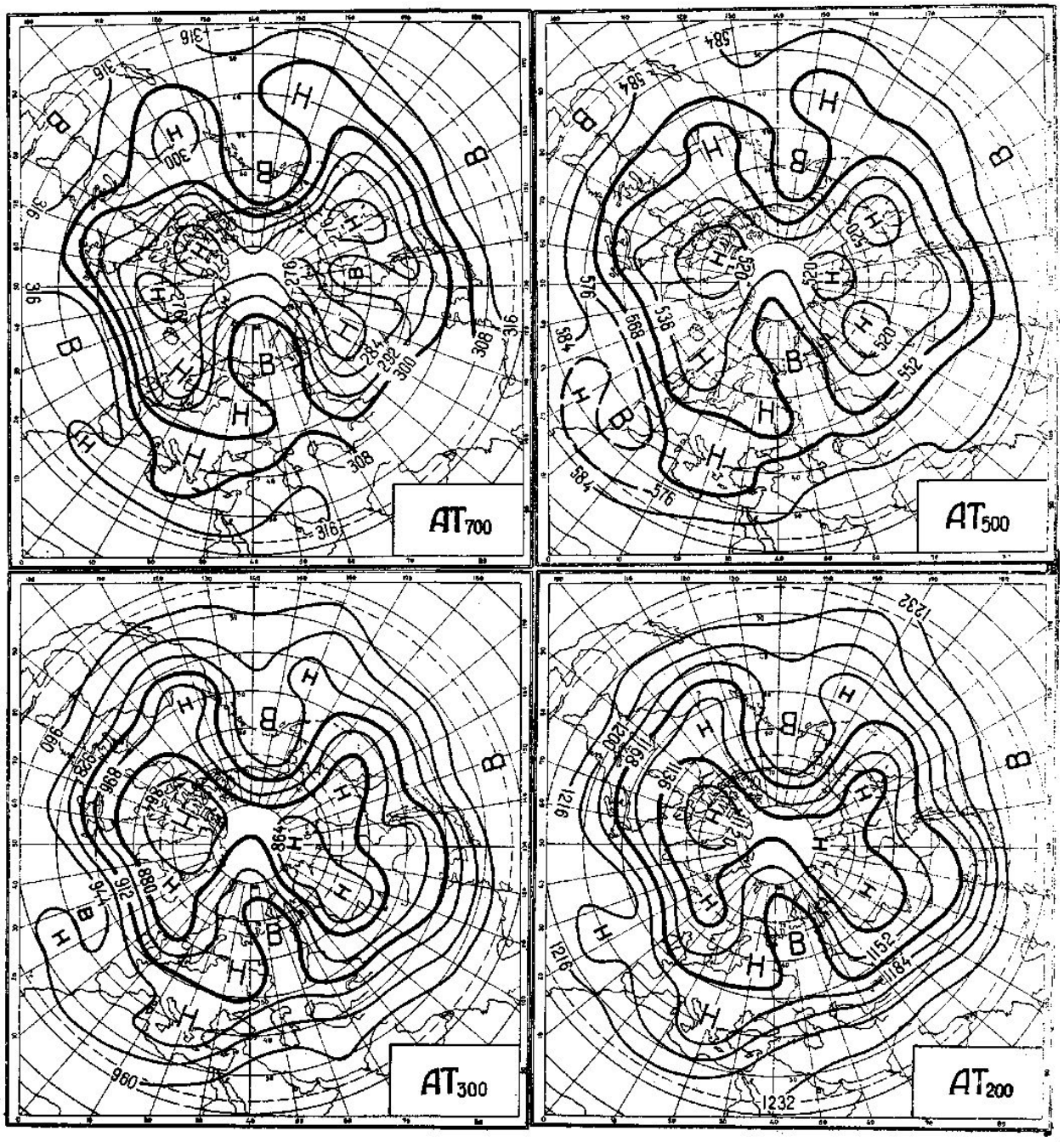


Рис. 90 Высотные карты ЭЦМ подтипа 10б за 26-27.IV.1958 г.

Отличие этого варианта 10 типа от предыдущего заключается в следующем. Полярное вторжение на Европу осуществляется несколько восточнее - через Новую Землю и Карское море на бассейны Волги или Оби. Хотя это вторжение слабее аналогичного в ЭЦМ подтипа 10а, в южных районах Восточной Европы холодный воздух распространяется к западу и оформившееся в нем ядро повышенного давления объединяется с вытянутым на Европу гребнем Азорского антициклона.
Аналогично этому, полярное вторжение в американском секторе, направленное через Аляску на запад континента, смыкается с гребнем Гонолульского антициклона. Образуется очень мощная система повышенного давления, объединяющая через Арктику

оба субтропических океанических антициклона и занимающая большую часть Европы и Западную Сибирь, значительную часть Канады и западных районов США.
Казахстан, Средняя и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Чукотка, Берингово море - в восточном полушарии и большая часть Северной Америки, север Атлантики и север Центральной и Западной Европы - в западном полушарии, охвачены циклонической деятельностью. Выходы южных циклонов осуществляются через Северную Америку и Лабрадор к Исландии; зарождающиеся здесь новые центры движутся на Скандинавию. Второй прорыв - происходит по Дальнему Востоку к Аляске. Сюда же направлены траектории циклонов, идущих по северу Якутии и через Чукотку.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 10б приходится на июнь (летний сезон, рис.91).

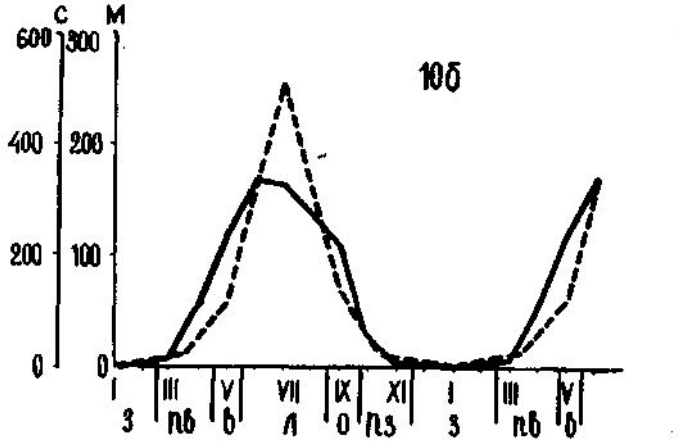


Рис.91. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 10б по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Тип 11 (а.б.в.г). Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов.
Полярные вторжения происходят одновременно по двум направлениям, на Америку и на Восточную Азию. Говоря точнее, по этим направлениям развиваются две мощные полосы повышенного давления, блокирующие западный перенос и объединяющие зимние континентальные антициклоны. Необходимость поправки вызывается тем, что в 70% наблюдавшихся случаев этого процесса полоса повышенного давления в Сибири образовалась развитием к северу гребня Азиатского антициклона, с последующим усилением его, притоком холодного арктического воздуха. Но над Северной Америкой, при отсутствии обширного стационарного антициклона, полоса высокого давления образуется движением из полярного бассейна к югу гребней или ядер повышенного давления.
Анализ высотных карт свидетельствует о большой вертикальной мощности вторжений и устойчивости этого ЭЦМ. Действительно его следует рассматривать как наиболее характерный процесс холодного времени года. Вместе с тем, в ряде случаев отмечается сдвиг отдельных частей ЭЦМ в восточное или западное полушария. Это сопровождается изменением положения полярных вторжений или циклонических прорывов, что и побудило выделить четыре варианта этого типа.
ЭЦМ типа II чаще всего переходит в ЭЦМ типа 12 (прибавляется третье вторжение) или в ЭЦМ типа 5 (остается одна блокировка над Сибирью).
Подтип 11а. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.94 и 95).
Взаимное расположение основных членов циркуляции над полушарием близко к их среднему положению по многолетним данным. Азиатский антициклон занимает почти весь материк и восточную половину Европейской части СССР. Гребень этого

антициклона вытянут на бассейны Лены и Колымы. По его периферии, в тылу циклонической серии, осуществляется заток арктического воздуха, пополняющего Азиатский антициклон и усиливающего его стационарность.
Полярное вторжение в западном полушарии осуществляется на центральные и восточные районы Северной Америки.
Над обоими океанами развита интенсивная циклоническая деятельность. Она связана с циклонами на арктическом фронте и регенерацией на нем полярно-фронтовых циклонов, входящих в системы Исландской, Алеутской и Камчатской депрессий. Прорывы циклонов с юга осуществляются вдоль восточных берегов Северной Америки и Азии. Часть циклонов достигает Новой Земли и Карского моря и образует здесь достаточно устойчивую депрессию.
В стационарной депрессии над севером Тихого океана хорошо различаются два центра: Алеутский и Камчатский. Второй оказывается более интенсивным, хотя оба остаются слабее Исландского.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 11а приходится на январь (зима, рис.92).

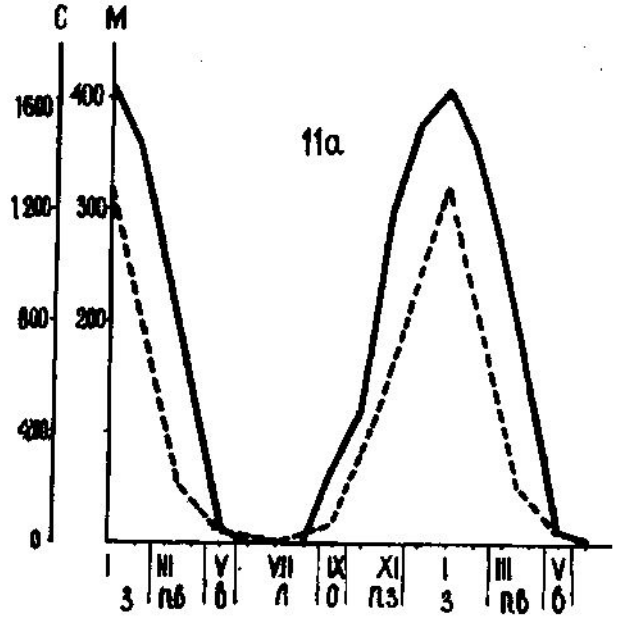


Рис.92. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 11а по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 11б. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.96 и 97).
Отличительные особенности ЭЦМ подтипа 116, по сравнению с предыдущим, сводятся к следующему. Интенсивность и размеры Полярного антициклона увеличены. Мощность полярных вторжений на Америку и Азию также возрастает. Гребень Полярного антициклона занимает большую часть Гренландии. Соответственно этому вся система циркуляции над Атлантикой сдвинута к югу (а над Тихим океаном - хотя и не так сильно к северу).Азиатский антициклон также очень развит и занимает больную часть континента. Полярные вторжения направлены на центральные и (чаще) восточные районы Северной Америки и на бассейны Лены и Колымы или на Чукотку. В этих случаях они проникают не так далеко к югу.
Местоположение прорывов южных циклонов почти не изменено по сравнению с предыдущим подтипом.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 116 приходится на март (предвесенье), но суммарная сезонная - на зиму (рис.93).

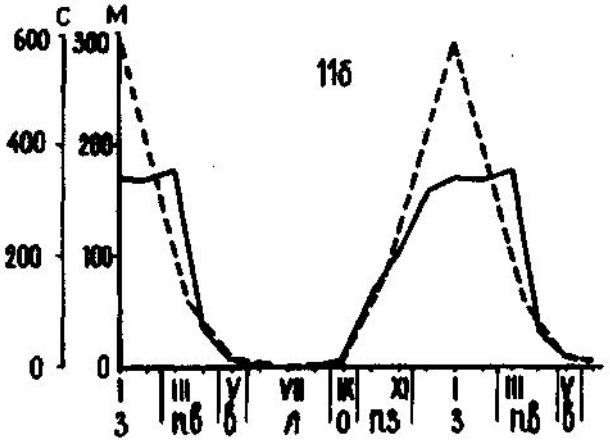


Рис.93. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа IIб по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

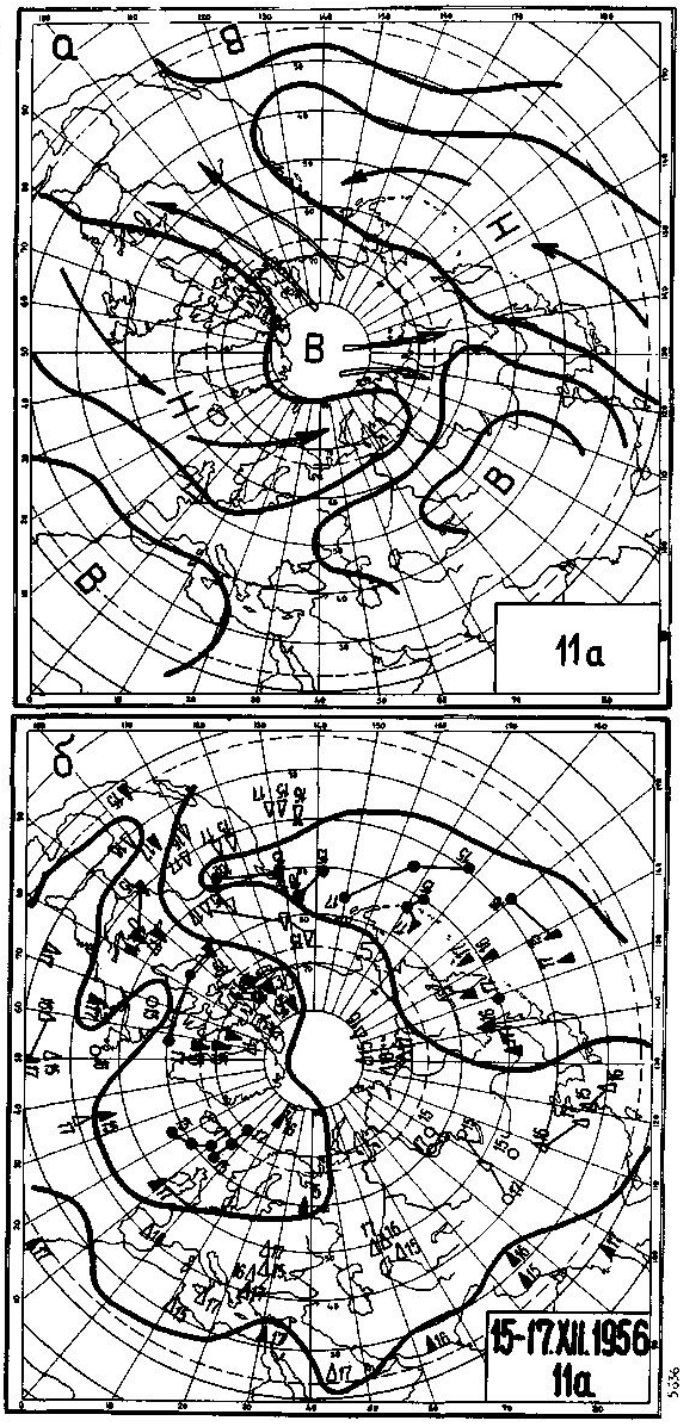


Рис. 94 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 11а, 15-17.XII.1956 г. (обозначения см. на рис. 5)

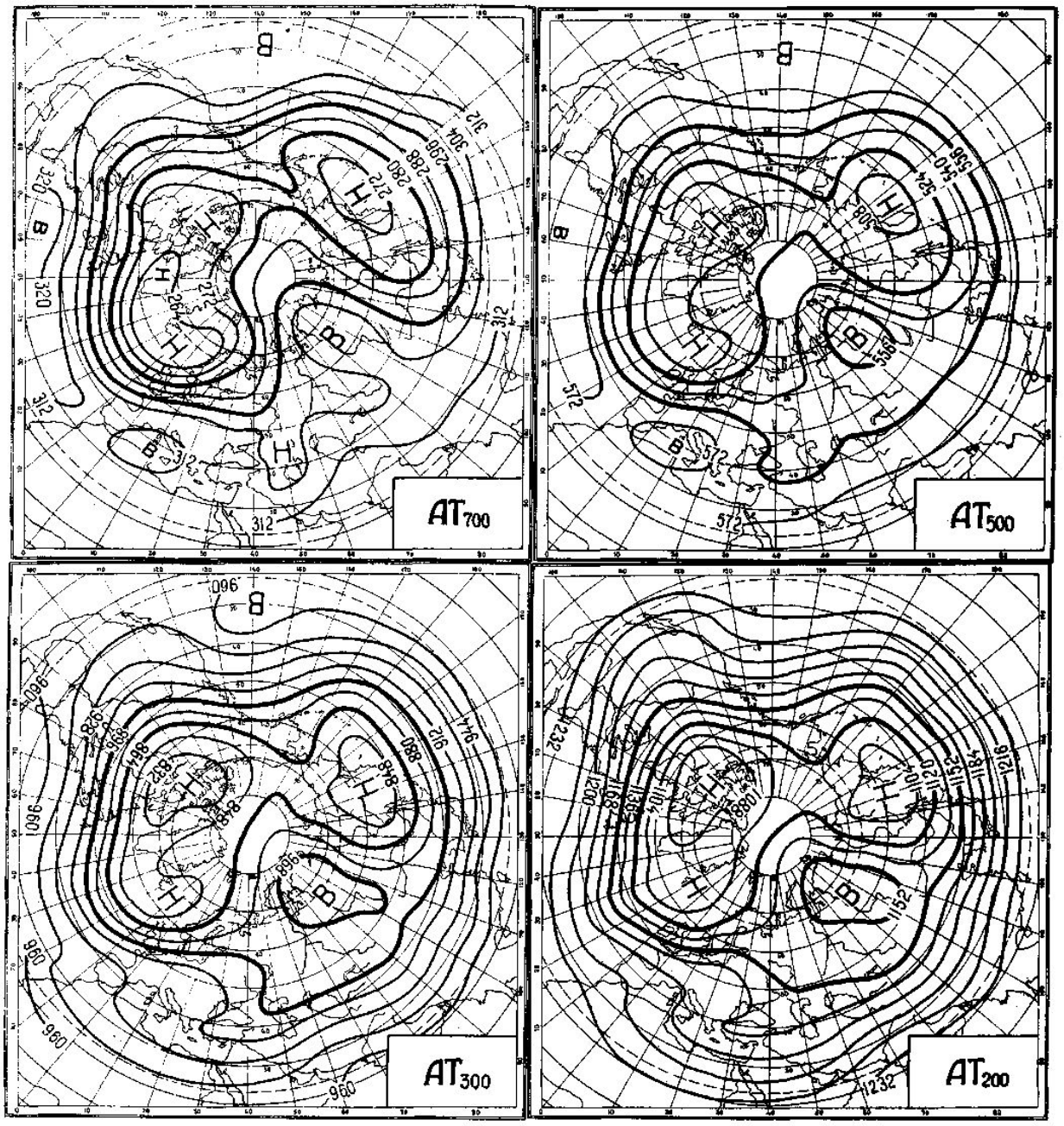


Рис. 95 Высотные карты ЭЦМ подтипа 11а за 15-17.XII.1956 г.

7-1

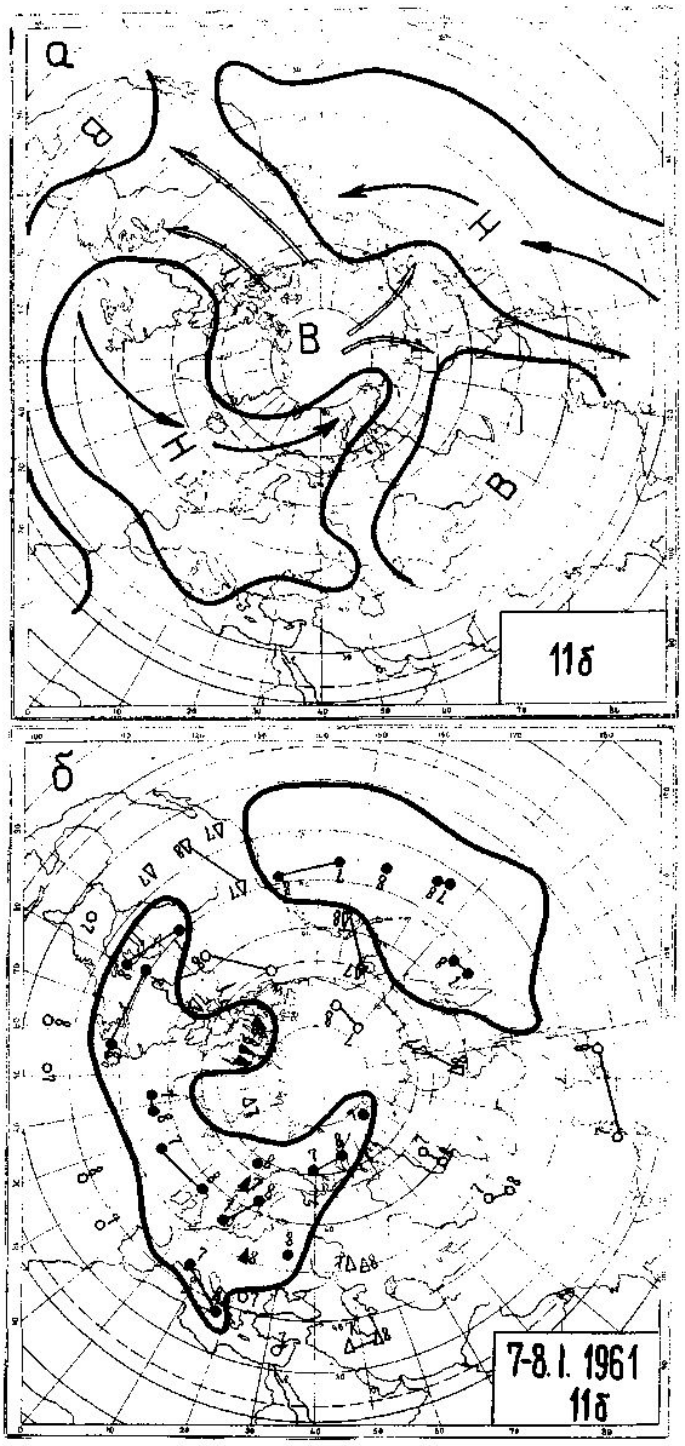


Рис. 96 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 11б, за 7-8.I.1961 г. (обозначения см. на рис. 6)

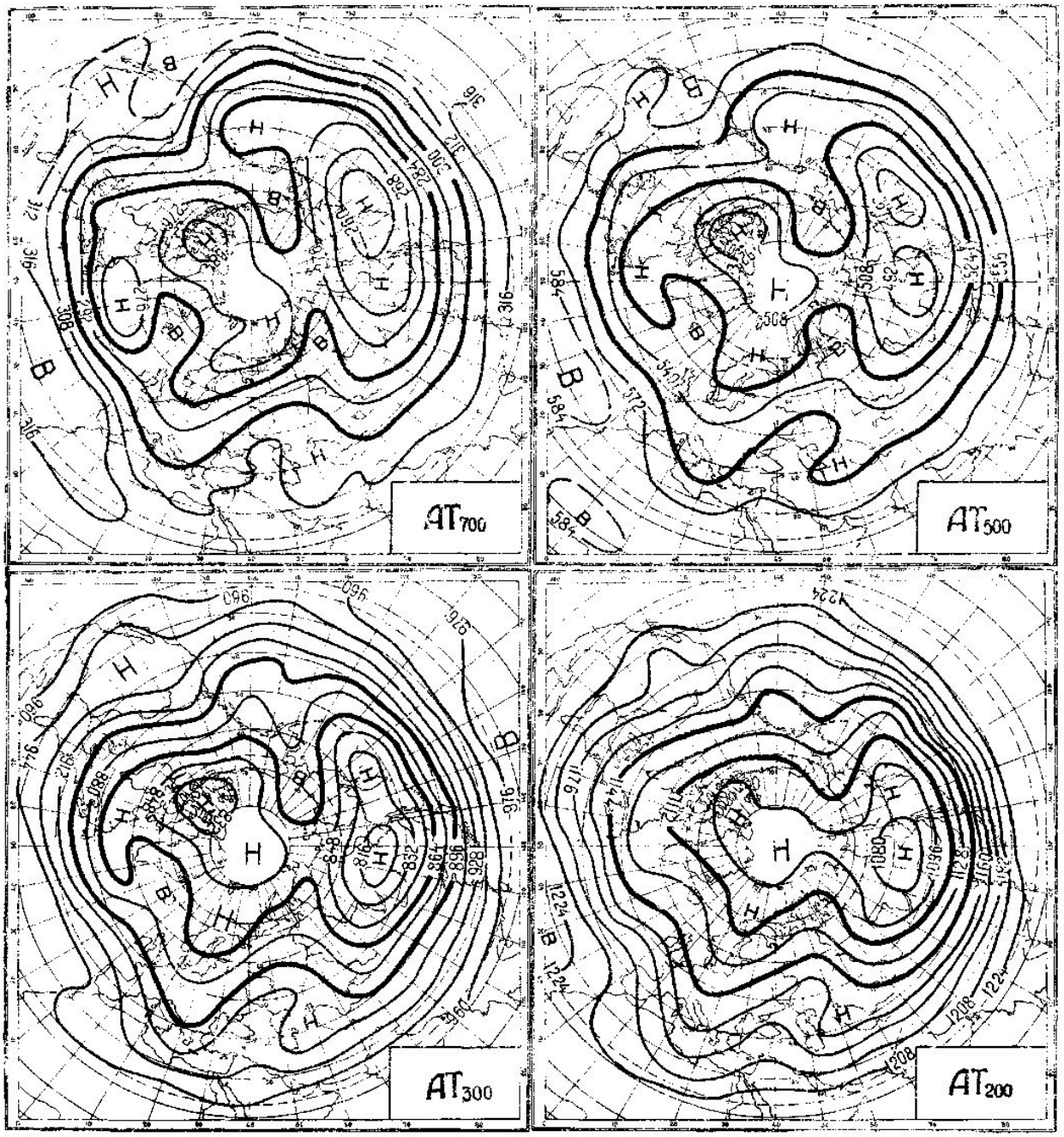


Рис. 97 Высотные карты ЭЦМ подтипа 11б за 7-8.I.1961 г.

Подтип 11в. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.102 и 103).
В противоположность предшествующему подтипу, вариант ЭЦМ 11в характеризует общее смещение циркуляции в сторону Тихого океана. Депрессия, объединяющая Алеутский и Камчатский центры сдвинута до 50-40°с.ш., Гонолульский антициклон - до 25°с.ш. Полярный антициклон смещен к северным берегам Чукотки и Аляски, атлантическая область пониженного давления соответственно сдвинута к северу и занимает почти весь Канадский архипелаг, Гренландию и северные полярные моря. Север Африки, южные районы Европы, Казахстан и Средняя Азия находятся в поясе повышенного давления, образованного сблизившимися гребнями Азорского и Сибирского антициклонов. Более интенсивные полярные вторжения, направлены на центральные и западные районы Америки.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 11в приходится на февраль (зимний сезон, рис.98).

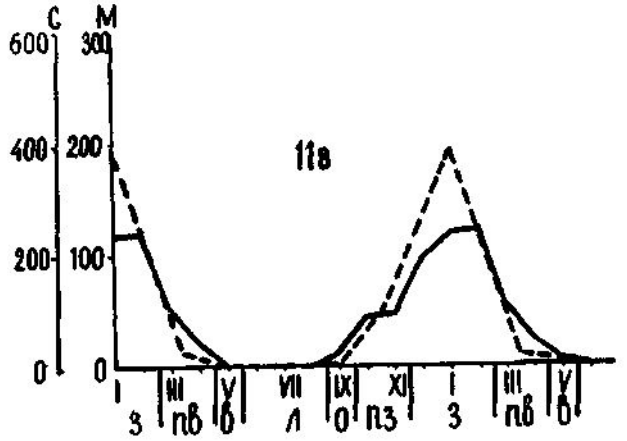


Рис.98. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа IIв по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С - - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 11г. Два полярных вторжения; два прорыва южных циклонов (рис.104 и 105). Хорошо развитый Полярный антициклон сильно сдвинут на Аляску и запад Канады. Гонолульский антициклон смещен к северо-востоку и его гребень вытянут к Аляскинскому заливу. Полярное вторжение в американском секторе смыкается с ним. Таким образом, оба полярных вторжения объединяют Гонолульский и Азиатский антициклоны.

Тихоокеанская депрессия очень уменьшена в размерах. Ее пополнение осуществляется полярнофронтовыми циклонами, вливающимися в Камчатский циклон. Второй прорыв южных циклонов осуществляется через Северную Америку. Движущиеся с юго-запада на Лабрадор циклоны дальше перемещаются почти по широте и вливаются в Исландский центральный циклон.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 11г приходится на март (предвесенье), но суммарная сезонная - на зиму (рис.99).

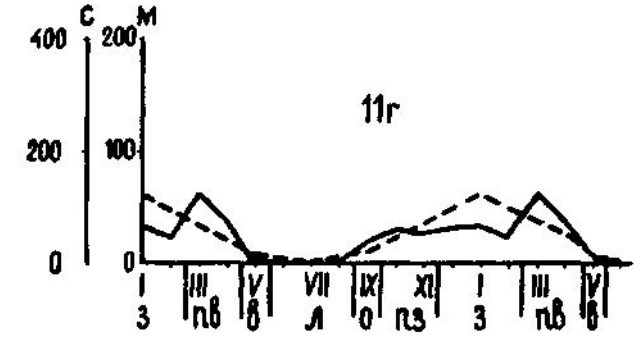


Рис.99. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа IIг по месяцам и по сезонам. М— суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Тип 12. (подтипы а.бз.бд.вз;вл, г). Три или четыре полярных вторжения; три или четыре прорыва южных циклонов.

Этот тип ЭЦМ образуется при сильно развитой полярной области высокого давления. Одновременно в разных частях полушария развивается несколько циклонических серий и движение циклонов происходит по траекториям, имеющим большую северную составляющую. Полярные вторжения происходят в тылу циклонических серий и, следовательно, одновременно по нескольким направлениям. В ЭЦМ подтипа 12а (четыре серии циклонов и четыре полярных вторжения) мы имеем

пример классической Бьеркнесовской схемы циркуляции.
ЭЦМ типа 12 наблюдаются во всех сезонах года, но в зависимости от состояния подстилающей поверхности интенсивность циклонических серий и местоположение полярных вторжений меняются. Это и обусловило деление ЭЦМ типа 12 на несколько подтипов, заметно различающихся между собой и имеющих различную повторяемость.

ЭЦМ двенадцатого типа в целом чаще всего переходят в ЭЦМ типа 11 (два полярных вторжения). Но при этом нужно обратить внимание на следующее обстоятельство. Процесс подтипа 12а (четыре вторжения, четыре серии циклонов) преобразуется в ЭЦМ одиннадцатого типа немногим чаще, чем в другие разновидности своего же двенадцатого типа (имеющие по три полярных вторжения). Но все остальные варианты ЭЦМ типа 12 переходят в одиннадцатый тип (ликвидируется одно вторжение) с вероятностью сильно превышающей частоту преобразования в ЭЦМ других типов: восьмого (также два вторжения) и пятого (одно вторжение).
Подтип 12а. Четыре полярных вторжения; четыре прорыва южных циклонов (рис.106 и 107).
Чаще всего одновременные полярные вторжения осуществляются на восток Северной Америки, Азию и на Атлантический и Тихий океаны. Циклонические полярно-фронтовые серии расположены над Атлантикой, Европой, вблизи Дальневосточного побережья Азии и над Америкой (ее западные и центральные районы). Но эти положения не строго фиксированы.
ЭЦМ этого типа чаще всего появляются в периоде перехода от холодного полугодия к теплому, когда полярный антициклон обычно достигает наибольшей мощности, а в южных широтах подстилающая поверхность уже достаточно прогрета.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ типа 12а приходится на май (весенний сезон, рис.100).

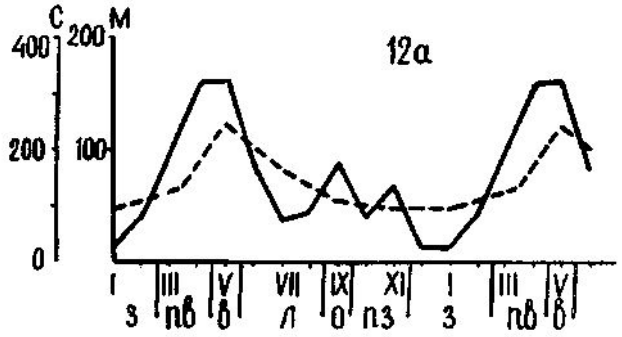


Рис.100. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 12а по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 12бз. Три полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.108 и 109).
Одновременные полярные вторжения происходят на Северную Америку, Атлантический океан (его восточная часть) и на восток Азии. Этот тип ЭЦМ часто появляется после процессов одиннадцатого типа, в случае
усиления полярного антициклона, обеспечивающего формирование третьего вторжения. Наиболее интенсивно вторжение на Северную Америку. Как и в некоторых вариантах ЭЦМ типа 11, вторжение на Азию выражается более слабыми потоками холодного воздуха, пополняющими вытягивающийся к северу отрог азиатской области повышенного давления. Направление полярного вторжения таким образом определяется положением этого отрога (Новосибирские острова, бассейн Лены).
Связанные с прорывами южных циклонов области пониженного давления в восточных районах Северной Америки и прибрежных частях Атлантики и в Европе вытянуты с юга на север. Тихоокеанская область, связанная с выходами южных циклонов вдоль

Дальневосточного побережья, занимает север океана. В ней хорошо выделяются Камчатская и Алеутская депрессии.

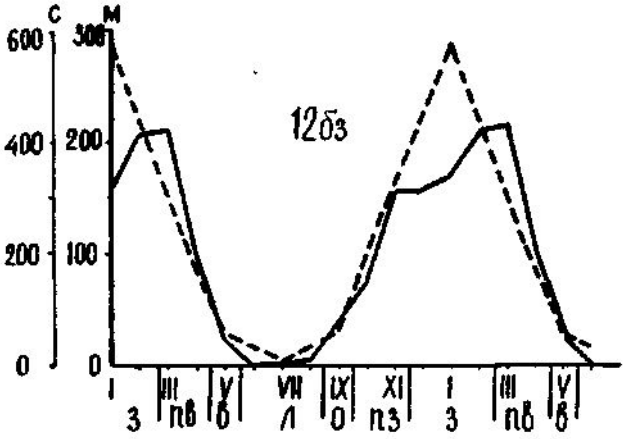


Рис.101. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа I2бз по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С— — — суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

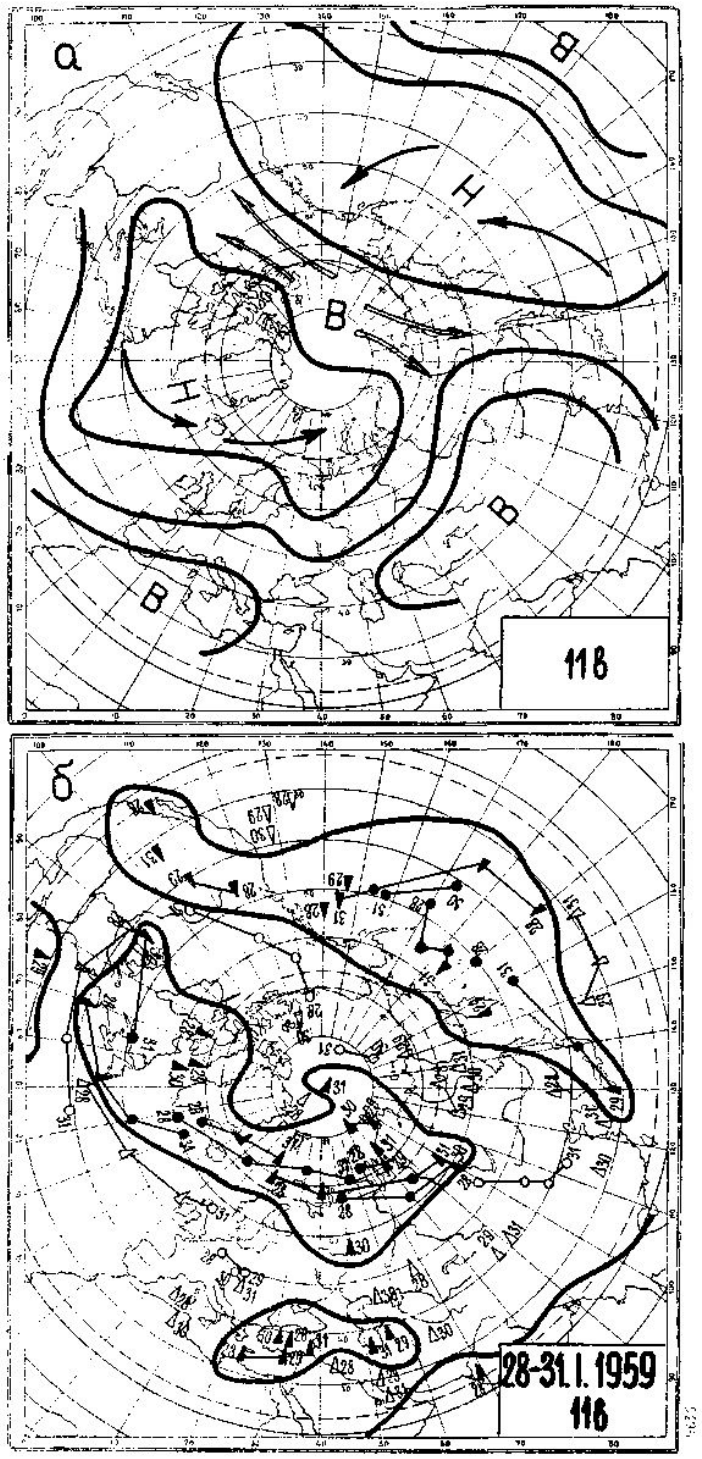


Рис.102 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 11в, 28-31.I.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

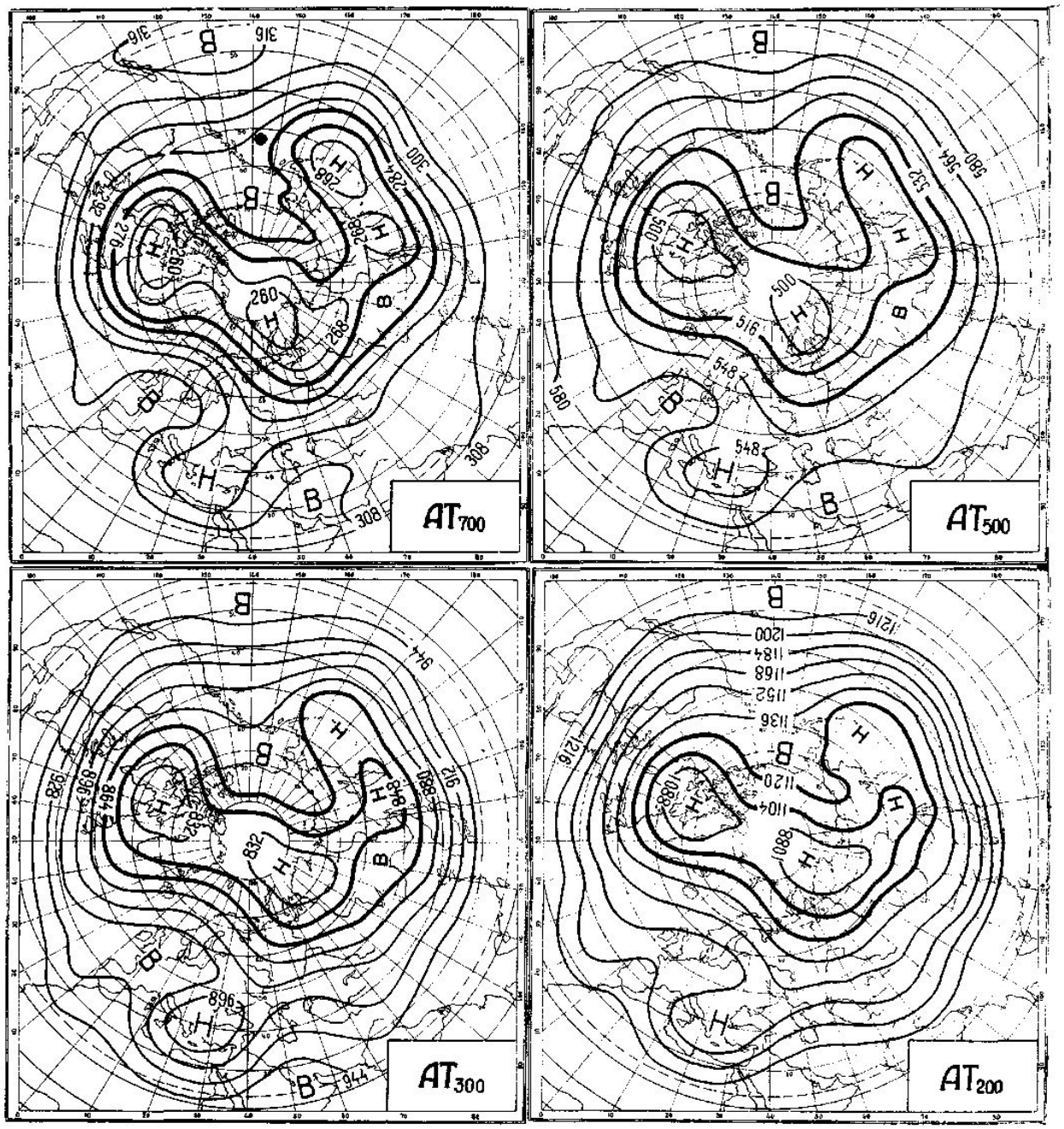


Рис. 103 Высотные карты ЭЦМ подтипа 11в за 28-31.1.1959 г.

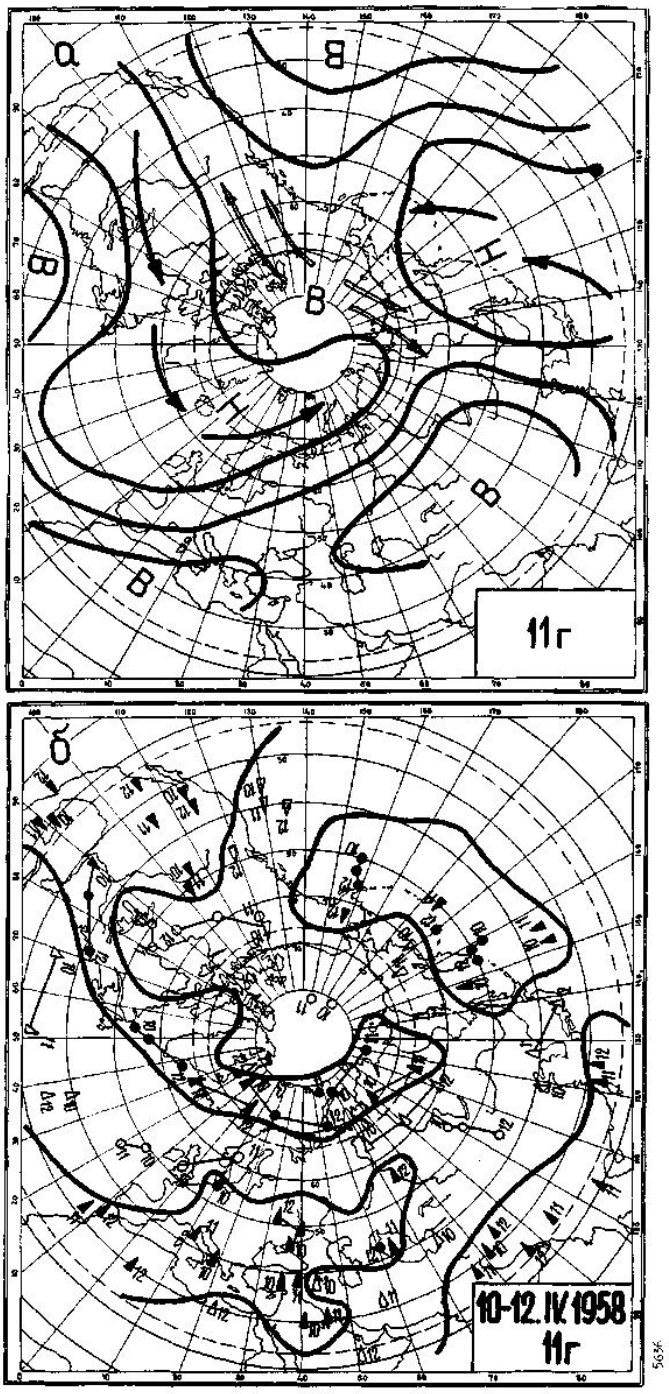


Рис. 104 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 11 г, 10-12.IV.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

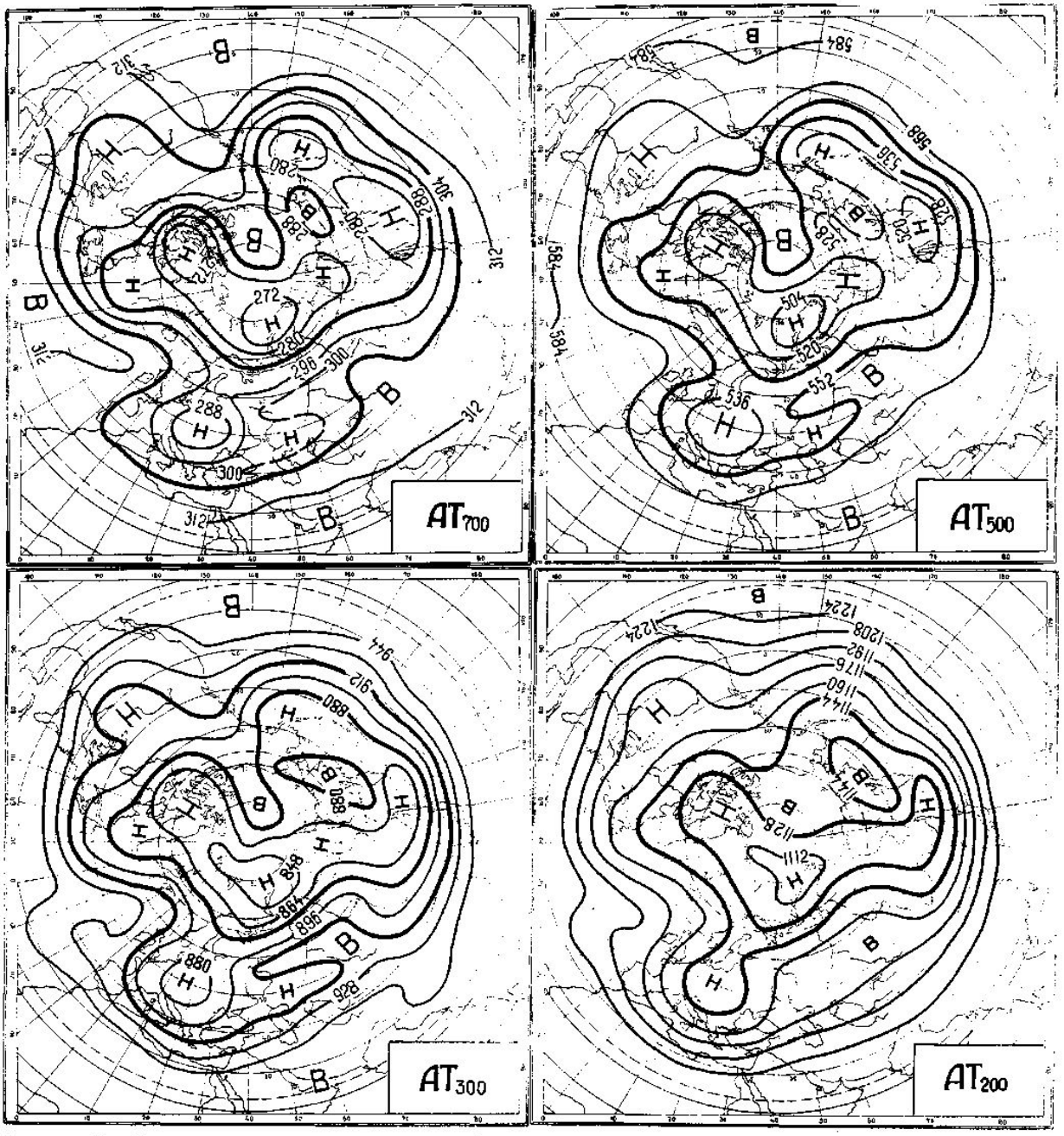


Рис.105 Высотные карты ЭЦМ подтипа 11г за 10-12.IV.1958 г.

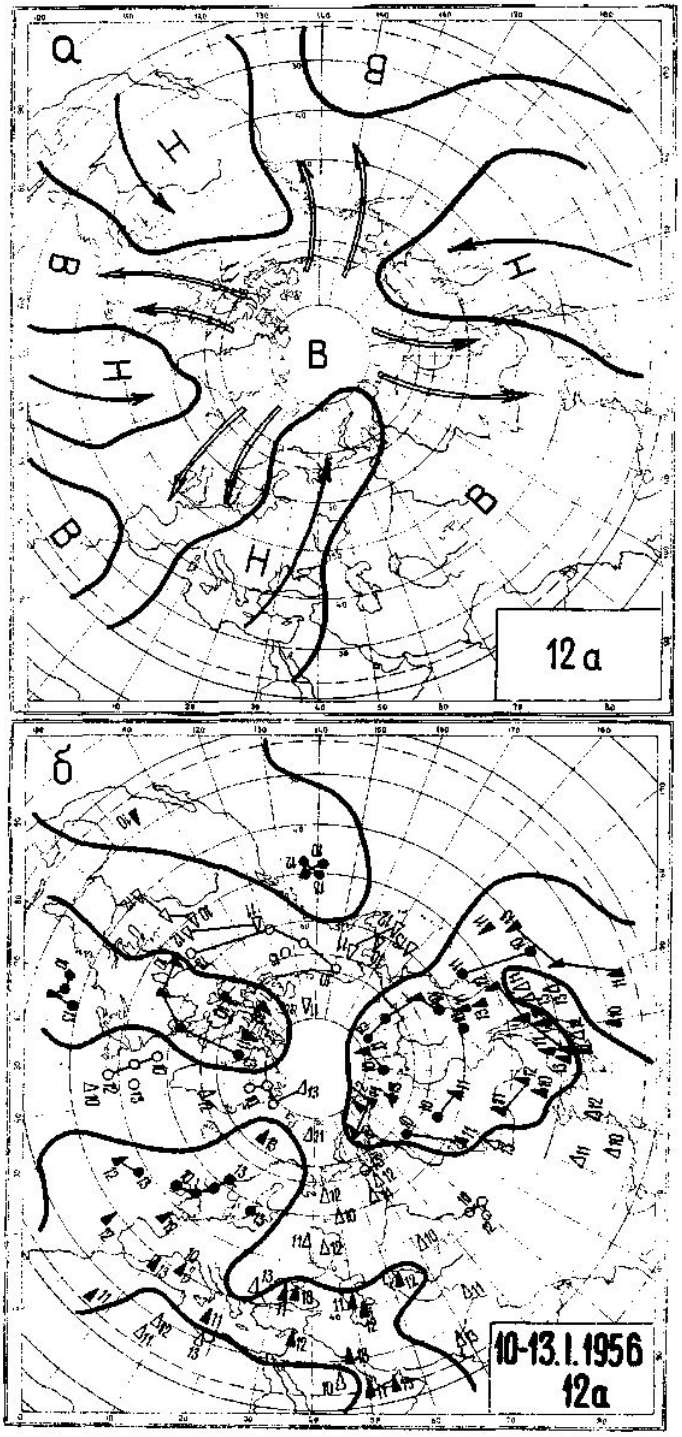


Рис.106 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 12а, 10-13.I.1956 г. (обозначения см. на рис. 5)

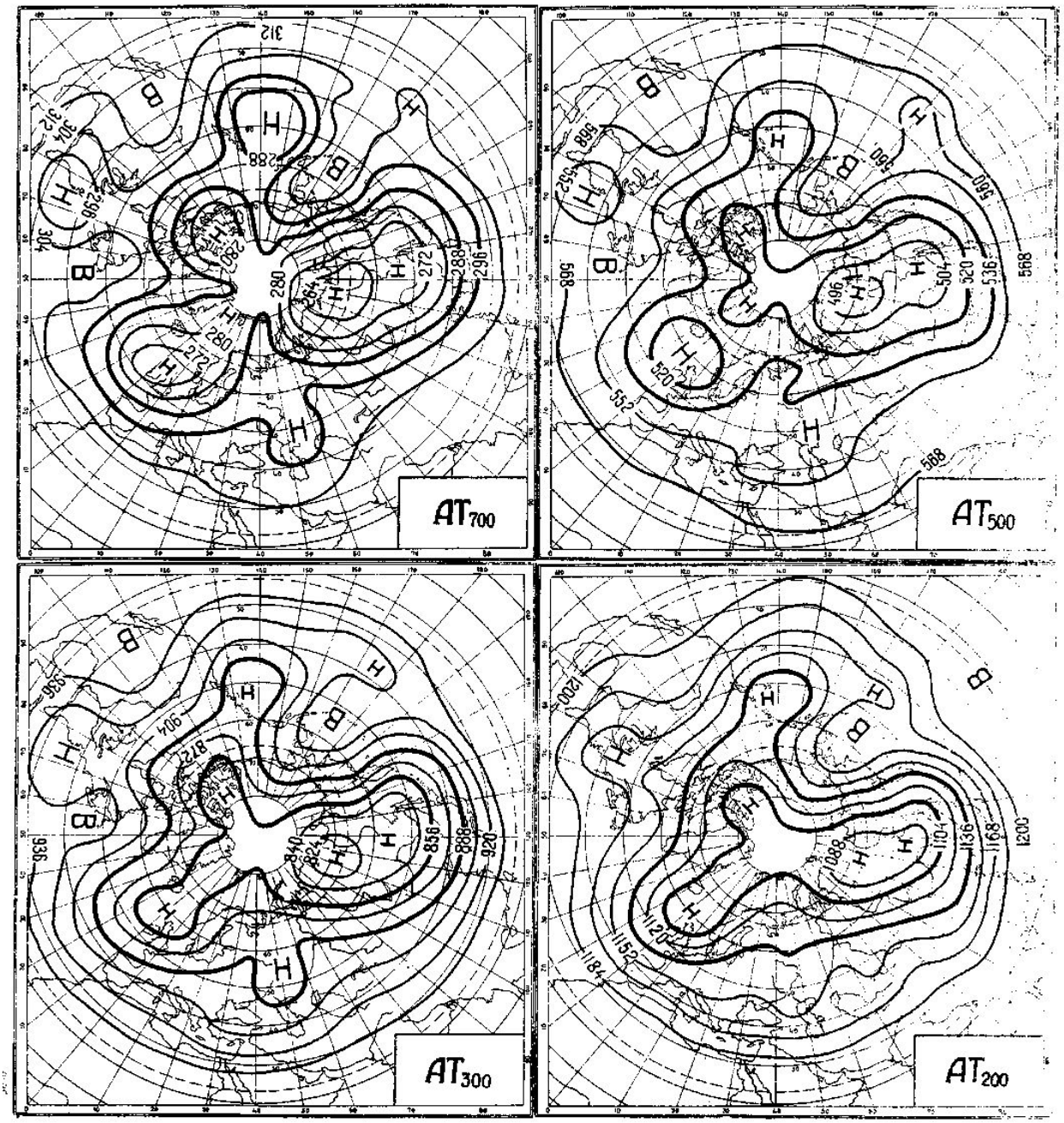


Рис.107 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 а за 10-13.I.1956 г.

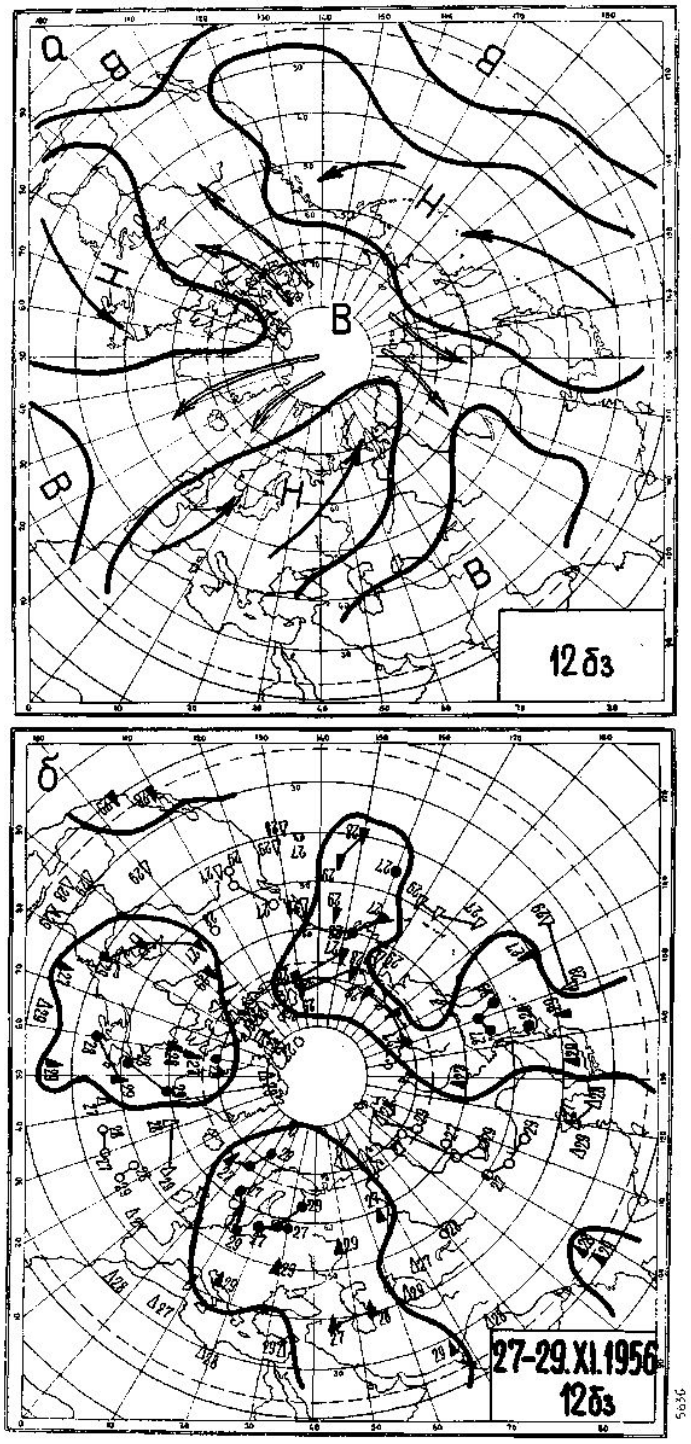


Рис. 108 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 12 бз, 27-29.XI.1956 г. (обозначения см. на рис. 5)

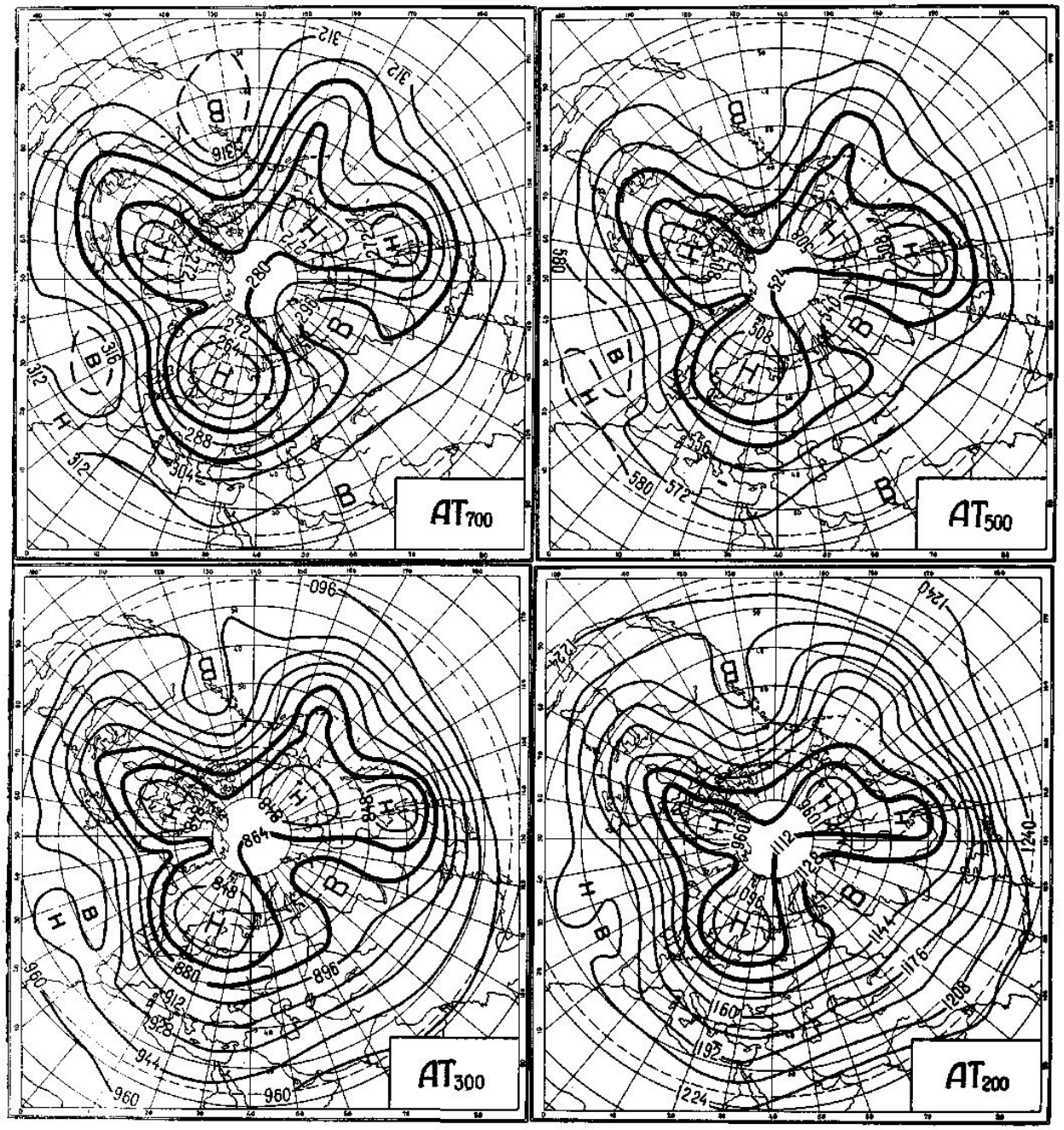


Рис. 109 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 бз за 27-29.XI.1956 г.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 12бз приходится на март; вторичный максимум - на февраль. Наибольшая сезонная повторяемость отмечается зимой (рис.101).

Подтип 12бл. Три полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.114 и 115).

Сезонное изменение характера подстилающей поверхности вызывает заметные отличия ЭЦМ этого подтипа по сравнению с зимним вариантом. Они выражаются не только в ослаблении интенсивности, но и в расположении полярных вторжений, блокировок и южных циклонических прорывов, формирование меридиональной полосы повышенного давления над Атлантикой происходит в основном за счет развития к северу гребня Азорского антициклона и его усиления полярным вторжением. Полярное вторжение на Азию - по сравнению с зимним подтипом ЭЦМ - смещено на запад и осуществляется через Таймыр и Карское море на бассейн Оби и на Урал. Также смещены на запад полярные вторжения на Америку. При этом ширина "полосы" этих вторжений очень

увеличена: от меридианов центральных районов Северной Америки, до о.Врангеля. Во втором случае вторжения менее интенсивны и не так далеко проникают на юг.
Области пониженного давления, располагающиеся над севером Тихого океана, востоком и северо-востоком Америки, над Западной Европой и полярными морями советского сектора Арктики - не так велики., как при ЭЦМ предыдущего подтипа. Питающие их южные циклоны движутся по значительно более коротким траекториям.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 12бл приходится на май (весенний сезон, рис.110).

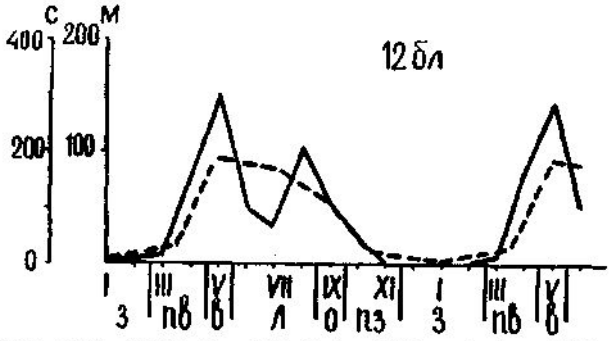


Рис.110. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 12бл по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни). С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 12вз. Три полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.116 и 117).
Одновременные полярные вторжения происходят на Америку, Европу и Азию. Хотя общая схема подтипа 12вз близка к описанному выше процессу подтипа 12бз, между ними можно отметить существенные различия. В наибольшей степени это проявляется в атлантикоевропейском секторе. В подтипе 12вз вторжение осуществляется через север Карского и Баренцева моря на Скандинавию, Западную Европу и на субтропические широты Атлантики. Сопряженная область циклоничности вытянута узкой полосой над восточной Европой. Область пониженного давления на севере Атлантики (связанная с Исландской депрессией) занимает небольшую площадь; траектории полярнофронтовых циклонов здесь очень коротки. Третий район прорывов южных циклонов - вдоль Дальневосточного побережья Азии и в западных частях Тихого океана - сохраняется почти без изменений.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 12вз приходится на март (предвесенье). Суммарная сезонная - на зимний сезон (рис.111).

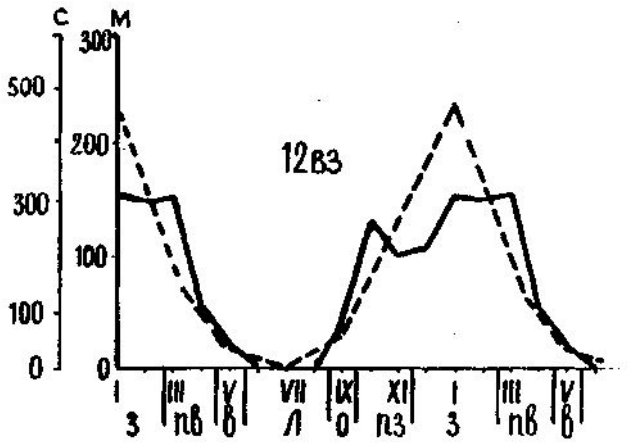


Рис.III. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа I2вз по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 12вл. Три полярных вторжения;три прорыва южных циклонов (рис.118 и 119). Основной особенностью ЭЦМ этого подтипа является сильное сближение двух полярных вторжений в восточном полушарии. Одно из них направлено через Новую Землю на бассейн Енисея, другое - через Восточно-Сибирское море не Камчатку и Охотское море. Вторжения на Северную Америку сохраняют свое положение, характерное для подтипов 12ба и 12вз.

Прорывы южных циклонов в Сибири создают только узкую, вытянутую далеко к северу полосу низкого давления. Зато атлантическая область пониженного давления очень обширна. Она занимает весь северо-восток Атлантического океана и окраинных полярных морей и всю Европу. Северотихоокеанская область пониженного давления и районы прорывов южных циклонов здесь смещены к северу и не очень широки.

Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 12вл: приходится на май (весна); но суммарная сезонная наибольшая повторяемость - на летний сезон (рис.112).

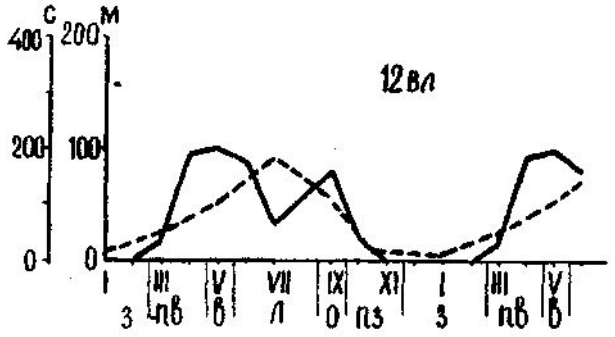


Рис.II2. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа I2вл по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 12г. Три полярных вторжения; три прорыва южных циклонов (рис.120 и 121). Одновременные полярные вторжения осуществляются на Америку, восток Азии и на Тихий океан (через Чукотку). Таким образом, происходит дальнейший сдвиг к востоку двух вторжений в восточном полушарии, при сохранении местоположения североамериканского как во всех описанных ранее зимних вариантах ЭЦМ двенадцатого типа. В ЭЦМ подтипа 12г ситуация над Азией и Европой очень близка к процессам типа 11г;над Азией находится очень мощный стационарный зимний антициклон, с далеко вытянутым на восток гребнем. Вместе с распространившимся на восток гребнем Азорского антициклона они создают над южными районами Евразии устойчивую полосу

повышенного давления.
Почти вся Атлантика - до приэкваториального пояса - занята интенсивной циклонической деятельностью, развивающейся на арктическом фронте и усиливаемой приходящими с юго-запада и регенерирующими на нем полярнофронтовыни циклонами.
Две области пониженного давления над Тихим океаном, поддерживаемые прорывами южных циклонов, четко разделены полярным вторжением.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 12г приходится на март (предвесенье). Суммарная сезонная наибольшая продолжительность - на зиму (рис.113).

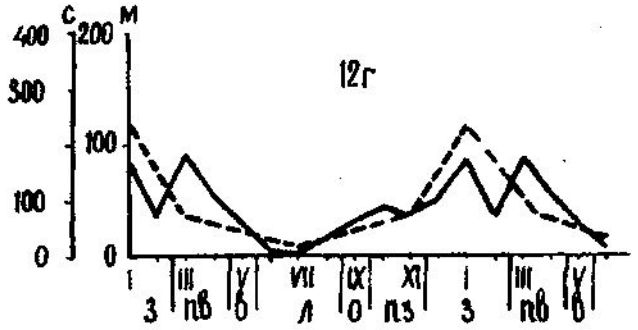


Рис.113. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 12г по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

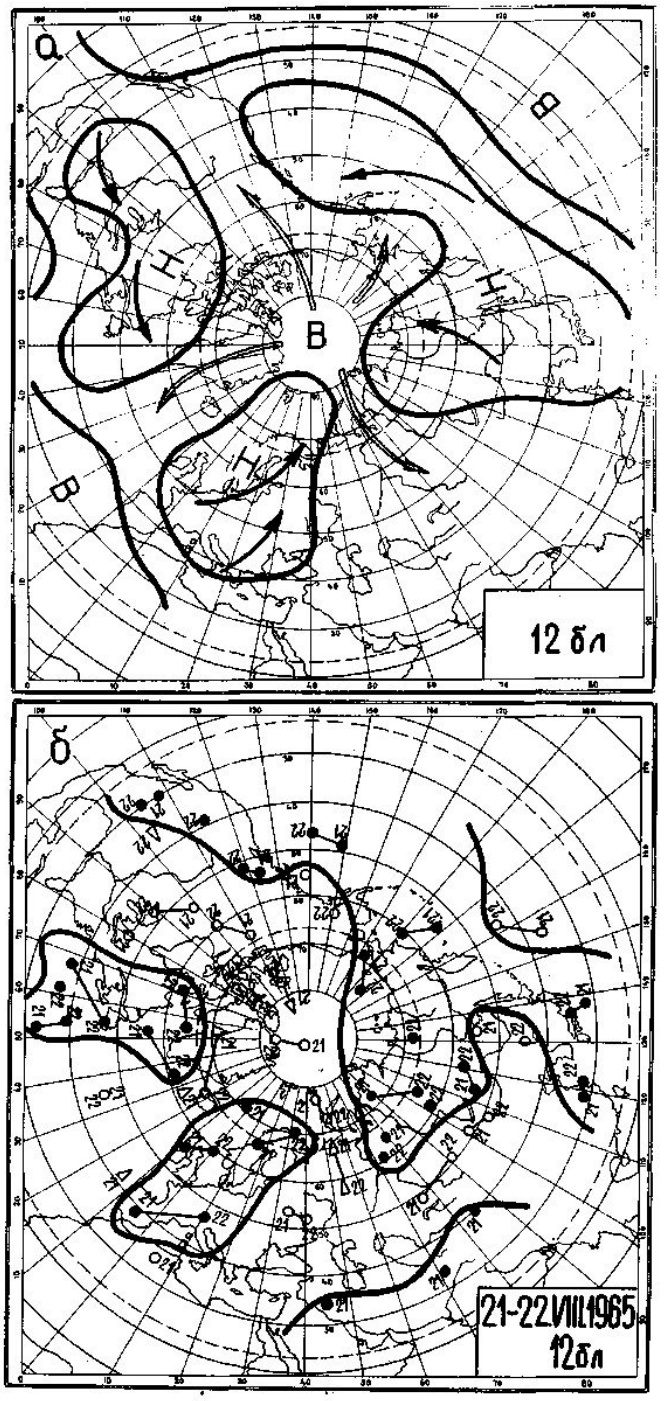


Рис. 114 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 12 бл, 21-22. VIII. 1965 г. (обозначения см. на рис. 5)

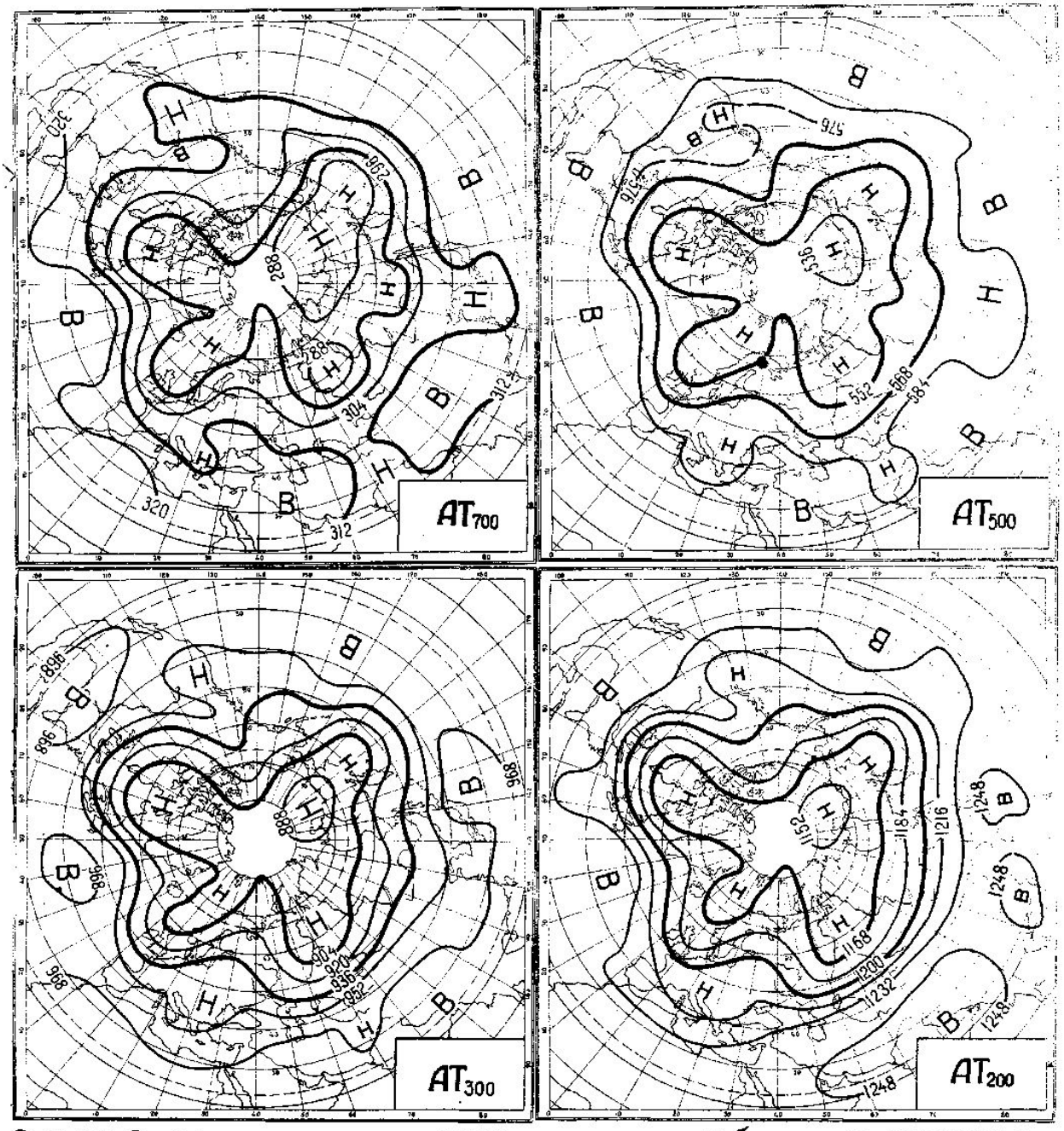


Рис. 115 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 бл за 21-22.VIII.1965 г.

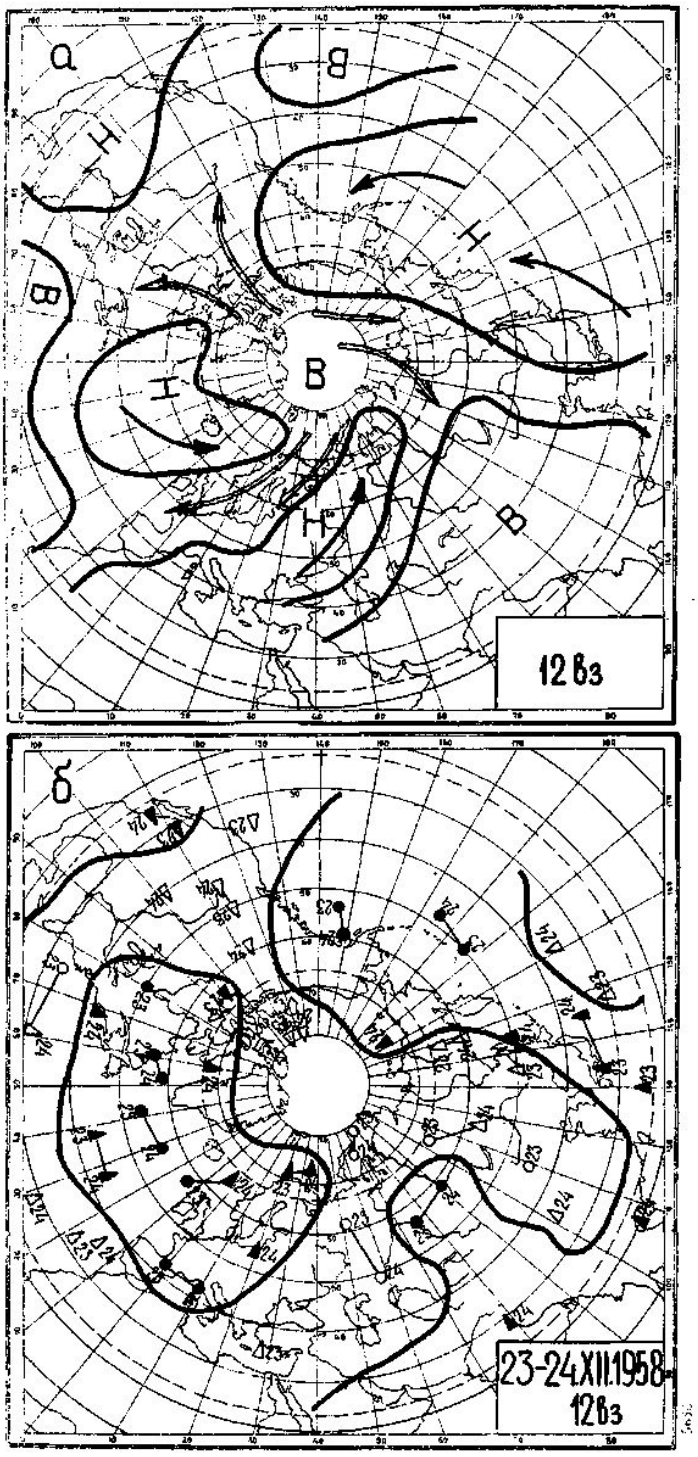


Рис. 116 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭИМ подтипа 12 Вз, 23-24.XII.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

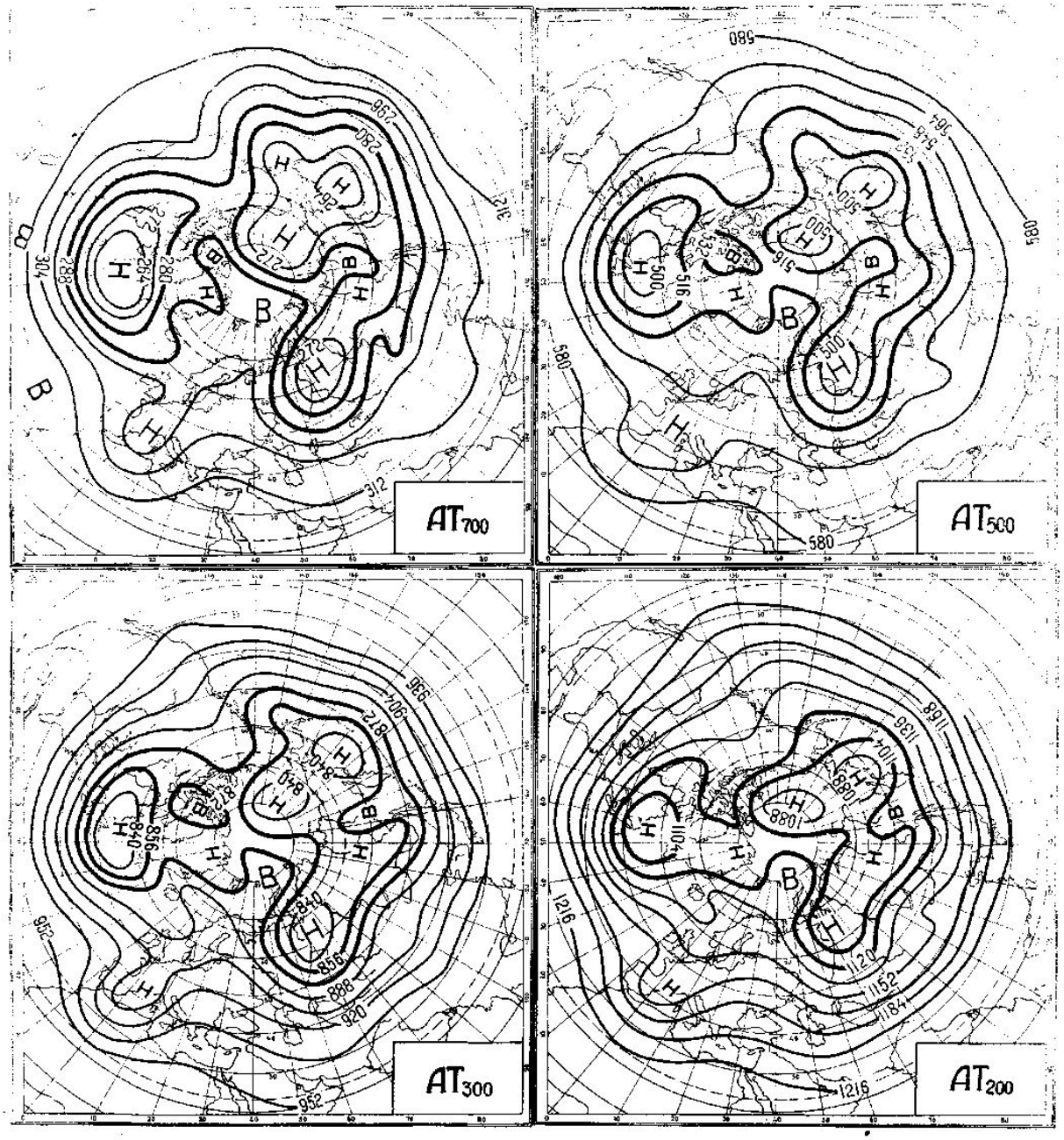


Рис. 117 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 Вз за 23-24.XII.1958 г.

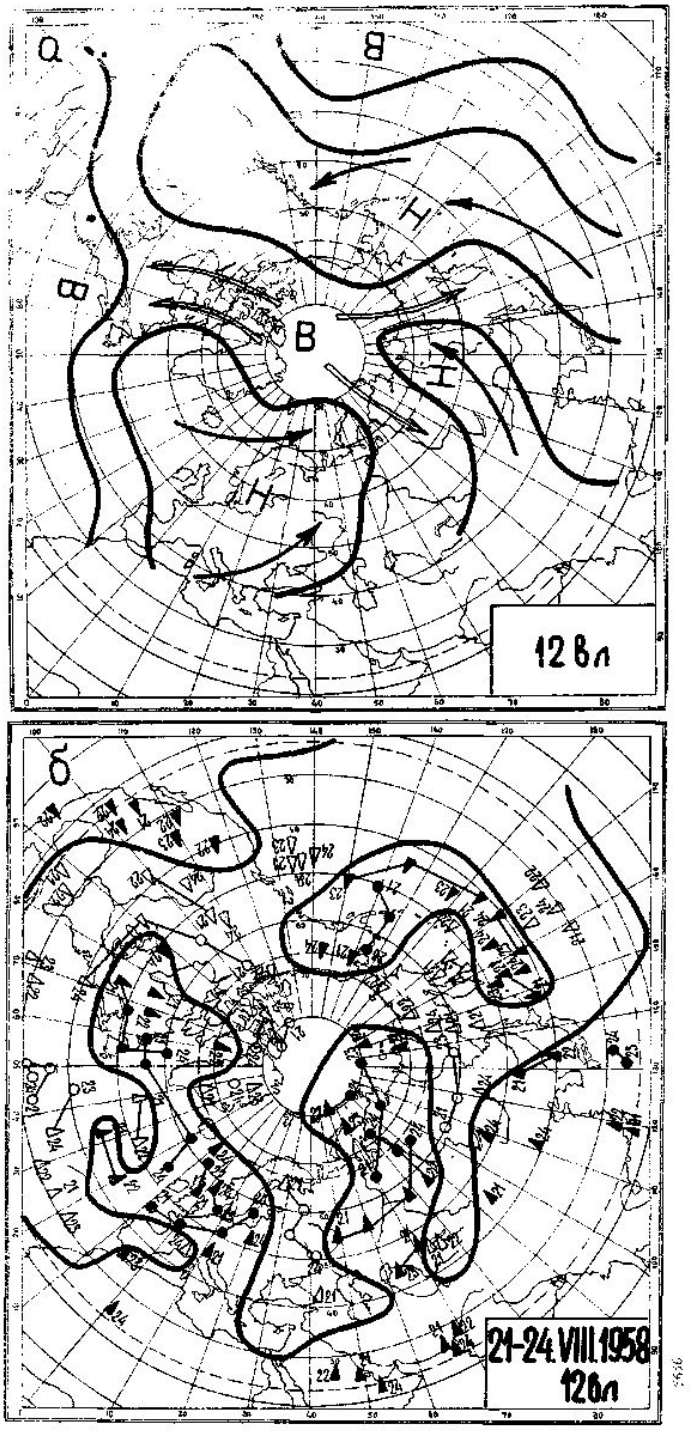


Рис. 118 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 12 вл, 21-24.VIII.1958 г. (обозначения см. на рис. 5)

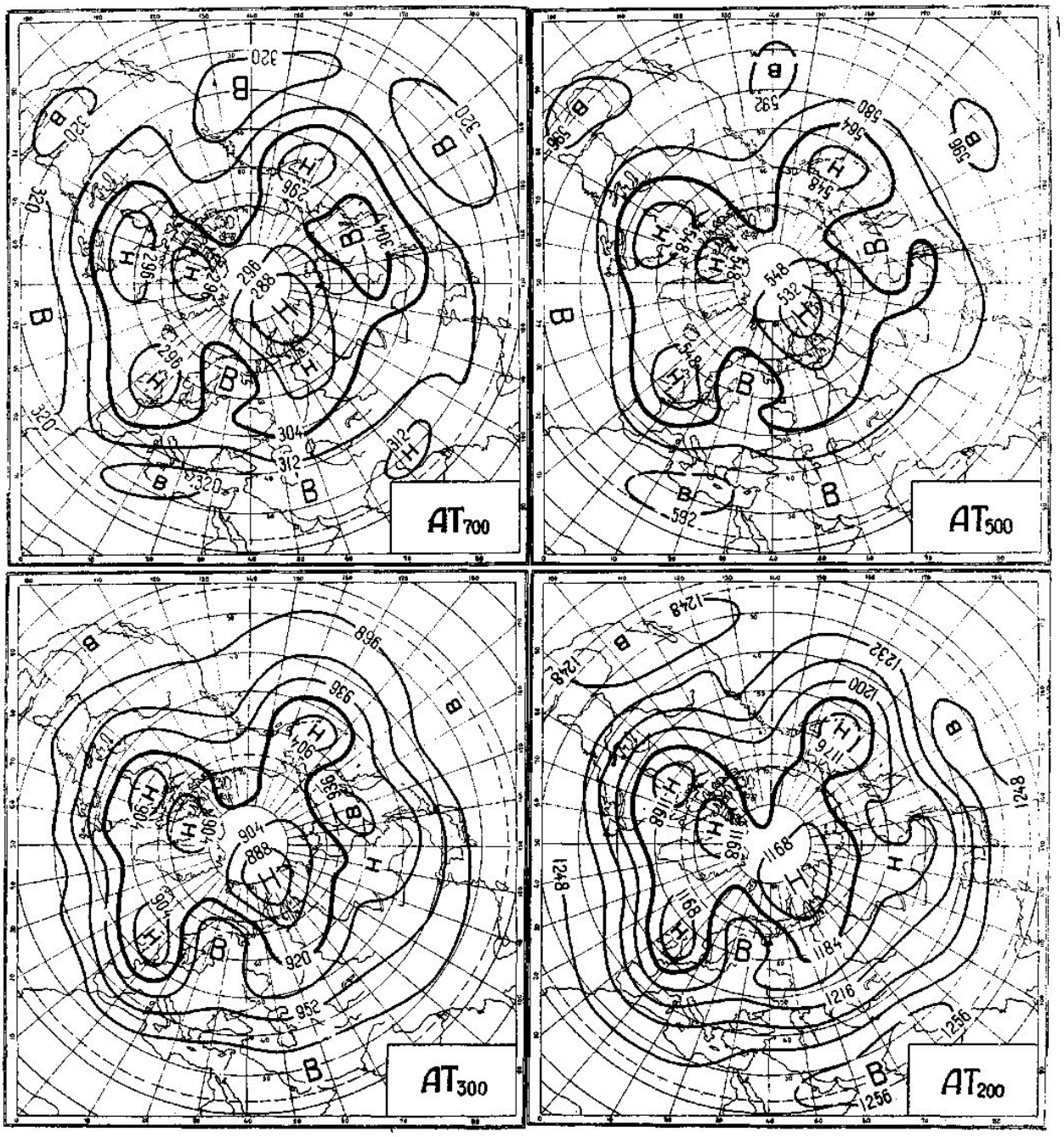


Рис.119 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 Вл за 21-24.VIII.1958 г.

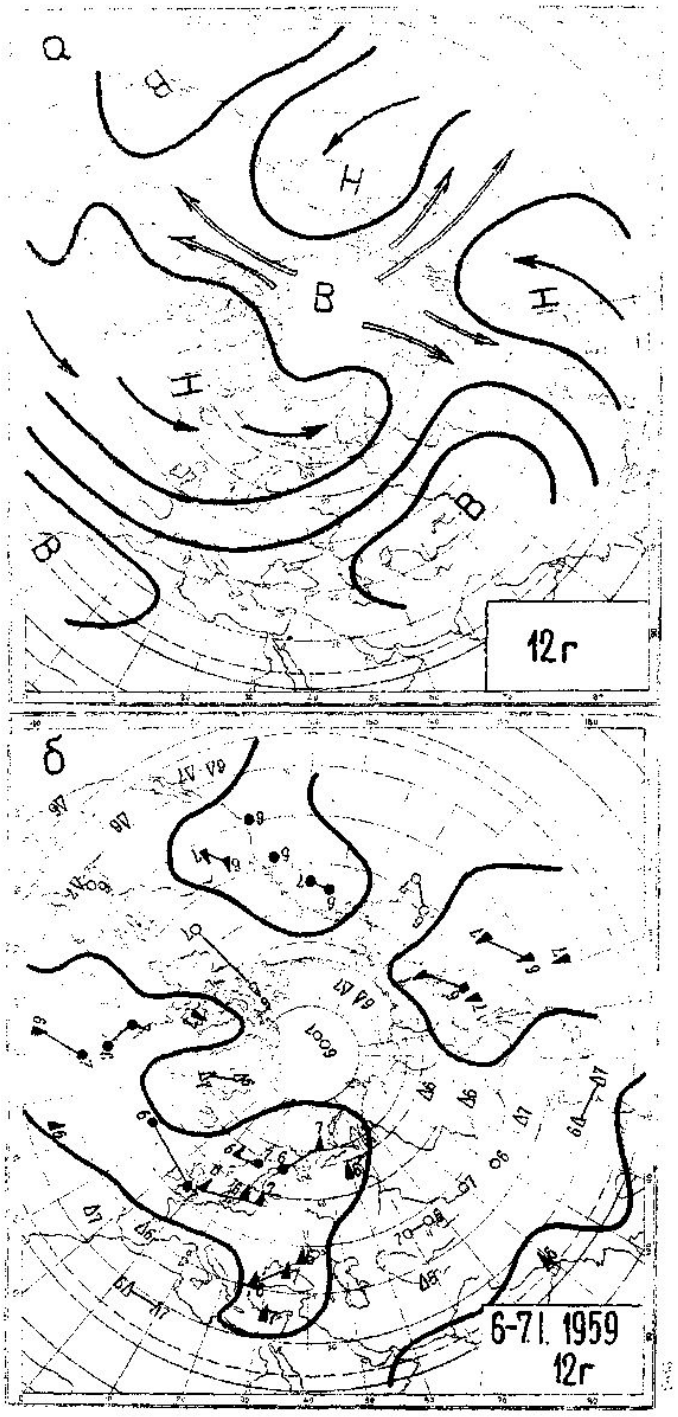


Рис. 120 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 12 г, 6-7.I.1959 г. (обозначения см. на рис. 5)

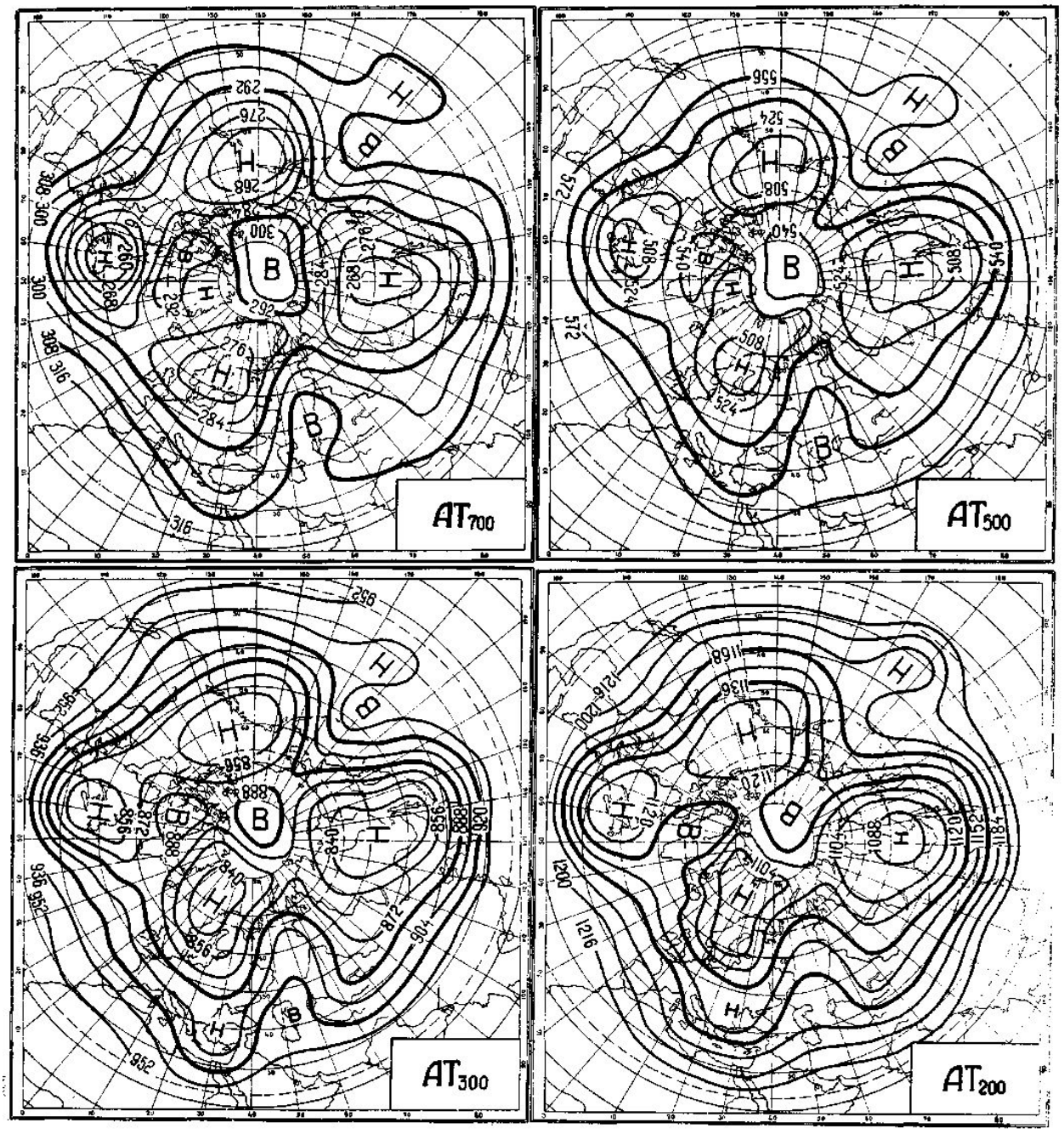


Рис. 121 Высотные карты ЭЦМ подтипа 12 г за 6-7.I.1959 г.

IV группа. Тип ЭЦМ 13. Меридиональная южная циркуляция.

Без полярных вторжений и блокировок. От двух до четырех прорывов южных циклонов.

Тип 13 (подтипы з и л). Полярные вторжения отсутствуют. Два (13з) и четыре (13л) прорыва южных циклонов.

Основным признаком, характеризующим тринадцатый тип ЭЦМ, является циклоничность над Арктикой. Она определяется развитием циклонической деятельности на арктическом фронте и, в особенности, регенерацией на нем приходящих с юга в высокие широты окклюдированных циклонов. Такие процессы наблюдаются в течение всего года (зимой реже, летом чаще). Сезонные различия ЭЦМ этого типа обусловлены главным образом переменой знака барического поля над континентами и океанами.

ЭЦМ тринадцатого типа чаще всего переходит в ЭЦМ типа II (развивающиеся к северу гребни Американского и Азиатского антициклонов, усиливаемые небольшими по мощности тыловыми вторжениями, создают объединяющую оба антициклона полосу повышенного давления). С немного меньшей частотой возможны переходы в ЭЦМ

седьмого (одно вторжение на Америку) и десятого (вторжения на Америку и Европу) типов.
Подтип 13а. Два прорыва южных циклонов (рис.124 и 125).
Над Азией и Америкой располагаются очень мощные области повышенного давления с сильно развитыми как в меридиональном, так и в широтном направлении гребнями. Особенно мощным (по сравнению с многолетними средними данными) оказывается североамериканский антициклон. Он занимает весь континент, его гребень захватывает Канадский архипелаг и Гренландию. Другой отличительной особенностью процессов этого подтипа является сильное смещение Гонолульского антициклона в восточную часть Тихого океана и объединение его с континентальным Американским антициклоном. Образуется очень мощная и обширная область высокого давления, занимающая преобладающую часть западного полушария.
Аналогичная картина наблюдается и в восточном полушарии. Мощный стационарный антициклон занимает весь евразийский материк. Его гребни вытянуты на Чукотку и Пиренейский полуостров.
Почти над всей площадью Атлантического океана и над западной половиной Тихого - вплоть до самых высоких широт - развита интенсивная циклоническая деятельность. Зарождающиеся на арктическом фронте, регенерирующие на нем, или окклюдированные циклоны проникают в Арктику через Гренландию и Баренцево море или через Аляску и Чукотку. Они либо пересекают полярный бассейн с его периферии, либо проникают в приполюсный район, образуя здесь обширную депрессию.
Траектории движения таких циклонов обусловлены мощными ведущими потоками, связанными с континентальными антициклональными системами. Направления потоков близки к меридиональным. Создаются мощные блокировки, преграждающие западный перенос в высоких и умеренных широтах северного полушария.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 13а приходится на декабрь (зимний сезон, рис.122).

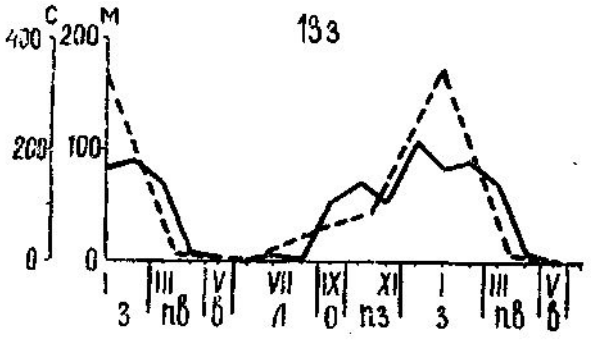


Рис.122. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 13з по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

Подтип 13л. Четыре прорыва южных циклонов (рис.126 и 127).
Сезонный ход изменения характера подстилающей поверхности обусловливает важные различия в развитии циркуляции над полушарием в целом, при сохранении основного профилирующего признака ЭЦМ тринадцатого типа - циклоничности над Арктикой. Однако депрессия в ЭЦМ подтипа 13л не имеет вида узкой полосы (как в подтипе 13з), но является частью очень обширной области пониженного давления, охватывающей большую часть внетропических широт северного полушария. Естественно, что сильнее развиты оба субтропических (океанических) антициклона. Но и в этом варианте ЭЦМ тринадцатого типа большую интенсивность сохраняет Гонолульский антициклон. Его гребень распространяется на всю западную половину Северной Америки и на Канадский архипелаг и достигает севера Гренландии. Циклоны идущие с запада и с юго-запада

задерживаются, их траектории приобретают северную слагающую.
Азорский антициклон остается в южных широтах Атлантического океана; его гребень вытянут на Западную Европу. Циклоническая деятельность развивается в северной половине Атлантики. Идущие от мексиканского залива вдоль берегов Северной Америки циклоны вливаются в Исландскую депрессию. Проходящие по более восточным траекториям полярнофронтовые циклоны, после регенерации быстро движутся в высоких широтах на восток или северо-восток. В приполярную область они чаще всего проникают в районах Новосибирских островов, Восточно-Сибирского или Чукотского морей.
В центральных частях Арктического бассейна нередко происходит сближение и взаимодействие циклонических образований, входящих сюда со стороны Атлантики и Европы и со стороны Тихого океана. Образуется обширная, большей частью двух- или много центровая депрессия.
ЭЦМ тринадцатого типа отличаются длительностью существования, превышающей соответствующие величины для других типов ЭЦМ. Так как ЭЦМ подтипа 13л в летних месяцах часто повторяются, то все это приводит к климатическому эффекту - образованию над центральной Арктикой на приземных средних барических картах летней депрессии.
Максимальная продолжительность действия ЭЦМ подтипа 13л приходится на июль и август (летний сезон, рис.123).

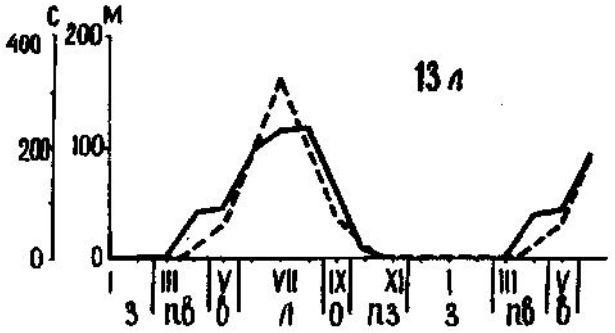


Рис.123. Кривые годового хода продолжительности действия ЭЦМ подтипа 13л по месяцам и по сезонам. М — суммарная продолжительность ЭЦМ в месяце (дни), С- - - суммарная продолжительность ЭЦМ в сезоне (дни)

2.14 Вернемся к указанию (п.2.12), что все публикуемые здесь высотные карты построены по осредненным за период действия данного ЭЦМ данным. Заслуживает особого внимания то, что во всех рассмотренных случаях характерные черты каждого ЭЦМ проявились на таких осредненных картах четче, чем на высотных картах за отдельные дни. Объясняется это тем, что макроциркуляционный процесс на полушарии чаще всего не охватывает одновременно всю толщу тропосферы. Каждый ЭЦМ может развиваться либо снизу вверх, либо сверху вниз. В первом случае схема процесса в начале периода лучше всего выявлена внизу и постепенно распространяется вверх, во втором случае -ход противоположен. Но это значит, что карты АТ на всех уровнях за каждый день действия ЭЦМ не одинаково репрезентативны; при осреднении же за весь период сохраняются и выделяются главнейшие черты процесса на всех уровнях.
Теперь нужно вспомнить о "скачкообразном" переходе одного ЭЦМ в другой, то есть о быстрой смене характера макроциркуляции на полушарии. Сопоставив это с только что описанным эффектом осреднения данных за время действия ЭЦМ, мы получим еще одно - и очень веское - доказательство реальности существования ЭЦМ как единого, целостного механизма, имеющего размеры соизмеримые с масштабами полушария, или - по крайней мере, сегмента его внетропических широт.

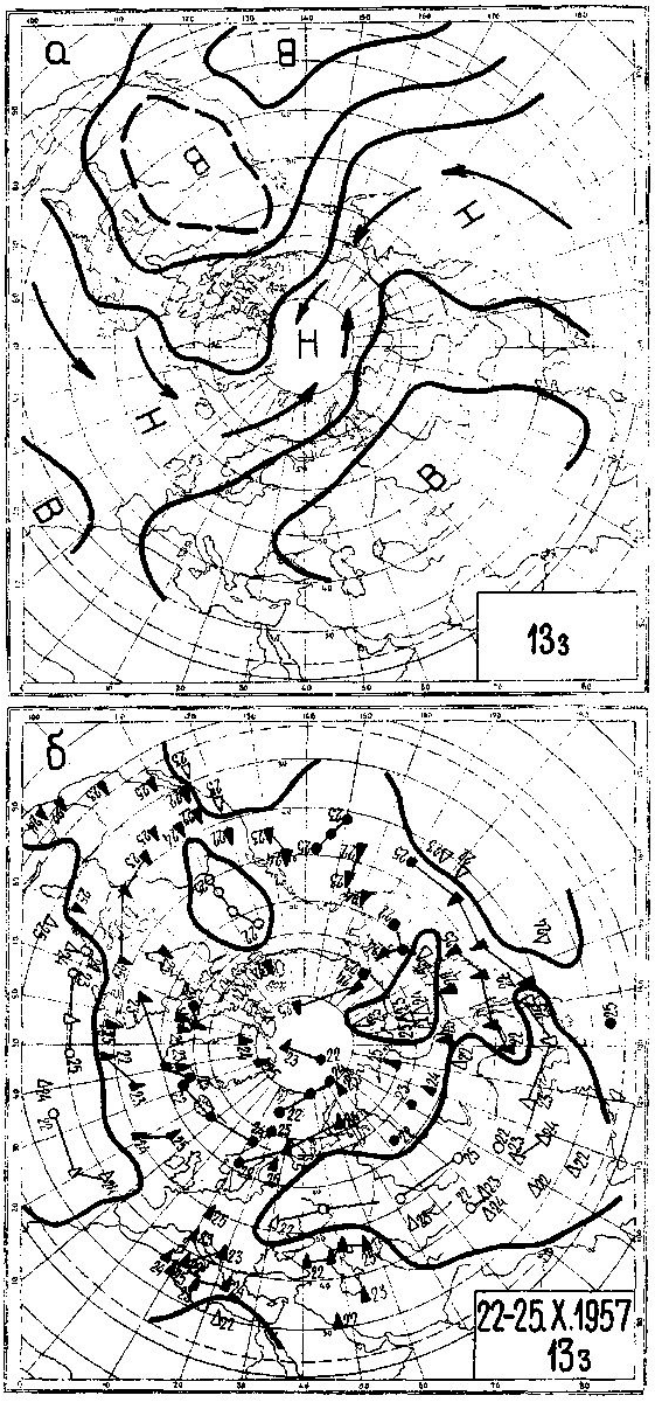


Рис. 124 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 13 з, 22-25.X. 1957 г. (обозначения см. на рис. 5)

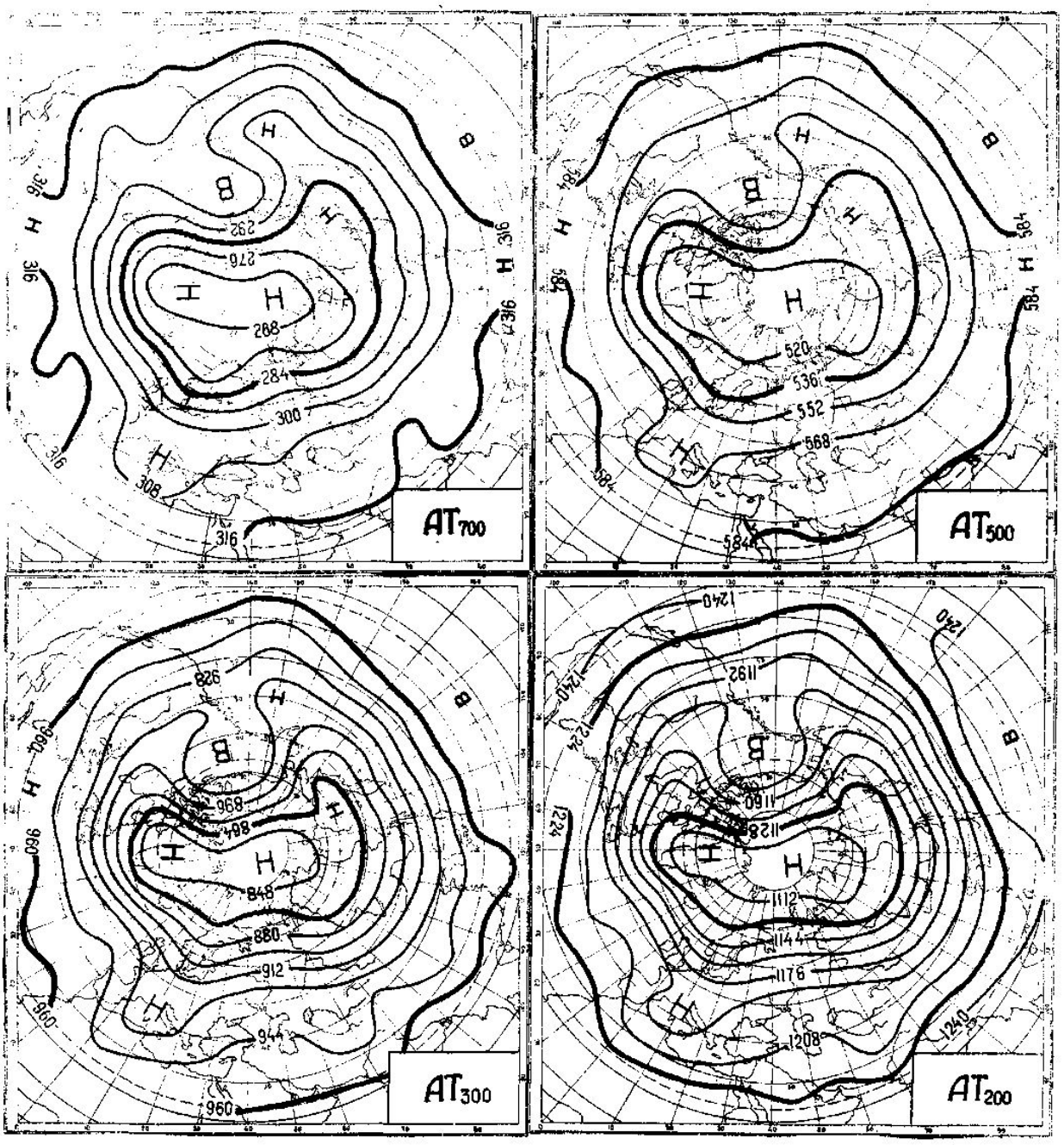


Рис. 125 Высотные карты ЭИМ подтипа 13 з за 22-25.X.1957 г.

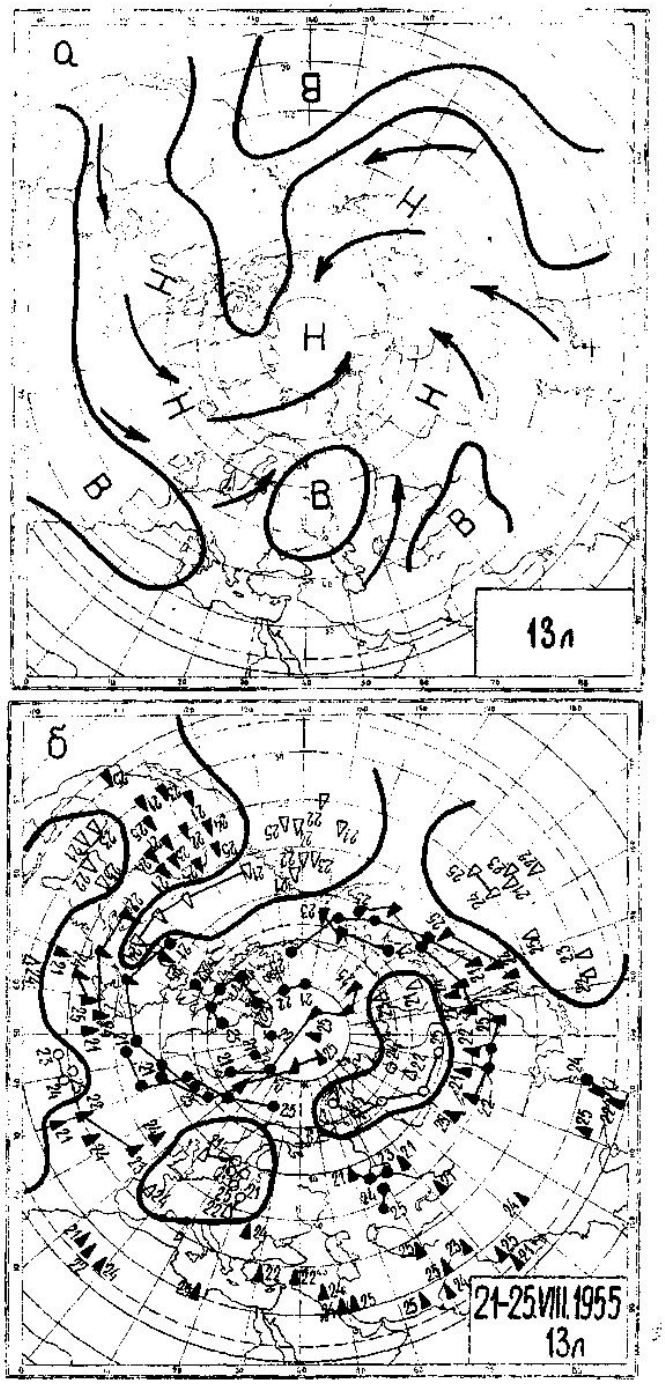


Рис. 126 Динамическая схема (а) и сборно-кинематическая карта (б) ЭЦМ подтипа 13 л, 21-25. VIII. 1955 г. (обозначения см. на рис. 5)

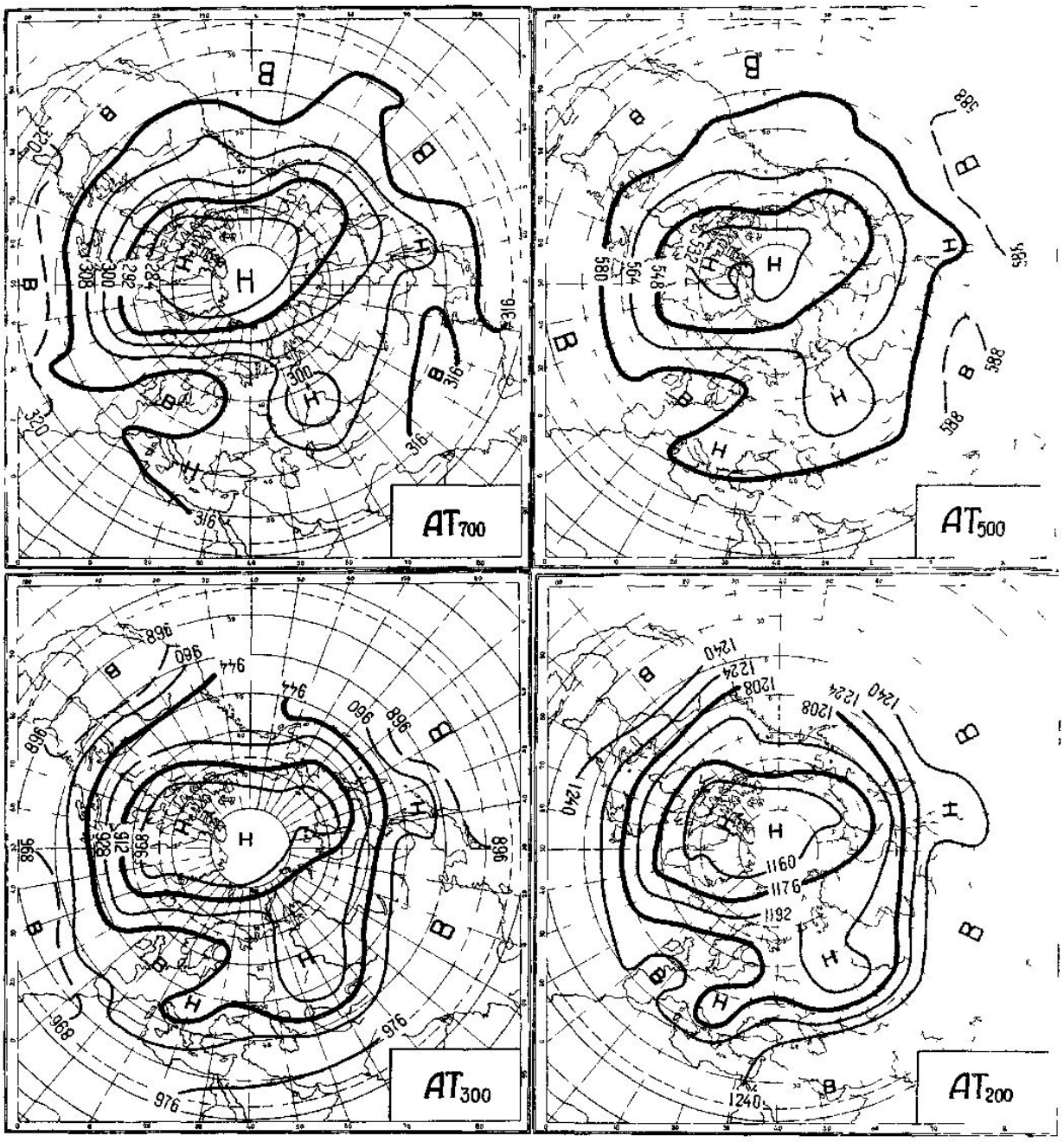


Рис. 127 Высотные карты ЭЦМ подтипа 13л за 21-25.VIII 1955 г.

Один из примеров такого преобразования ЭЦМ показан на рис.128. Он интересен не только сменой зонального типа циркуляции 1а 15-19 .XII-1958 г. (без северных блокировок) на меридиональный 12бз, 20-22.XII-1958 г. (с тремя полярными вторжениями и блокировками), но и возможностью проследить последующую смену ЭЦМ, выразившуюся в изменении направлений полярных вторжений при сохранении их числа (ЭЦМ 12вз, 23-24.XII-1958, см. описание подтипа 12вз). Эти примеры достаточно хорошо иллюстрируют сказанное.

2.15. Нужно сделать следующее замечание. В некоторых случаях пики на кривых распределения продолжительности данного типа ЭЦМ по месяцам и сезонам (п.2.13) не совпадают; наиболее продолжительным этот тип циркуляции оказывается в месяце другого сезона, в целом не характеризуемого максимальной продолжительностью действия этого ЭЦМ.

Такое расхождение легко объясняется тем, что большая часть сезонов (в особенности зима

и лето) длиннее месяца. Суммарная продолжительность действия данного ЭЦМ в каком-либо сезоне может заметно превысить его длительность в других сезонах, хотя в каждом отдельном месяце она не превышает месячных сумм в других, более коротких сезонах. Но, тем не менее, относительная величина разностей между продолжительностью действия ЭЦМ в разных месяцах оказывается меньше, чем в разных сезонах.
В связи с этим, полезно еще раз напомнить, что здесь речь все время идет о циркуляционных сезонах, продолжительность которых не одинакова (как это свойственно астрономическим или гражданским сезонам). Более того, длительность одноименных циркуляционных сезонов меняется от года к году, что определяется динамичностью общей циркуляции атмосферы (см.табл.6 в приложении).
Уместно также подчеркнуть, что при рассмотрении последовательного, изо дня в день, хода ЭЦМ, сезонная "привязанность" ЭЦМ проявляется очень четко. Это и позволило определить границы циркуляционных сезонов и увеличить их число до шести (предвесенье, весна, лето, осень, предзимье, зима).
2.16. Очевидно, что такие циркуляционные сезоны характеризуют годовой ход процессов над всем полушарием (его внетропическими широтами). Столь же очевидно, что сезонные изменения величин метеорологических элементов и связанный с этим ход биологических процессов не синхронны в разных частях полушария.
И все же противоречия здесь нет, так как сам принцип типизации процессов основан на выявлении единого для полушария механизма циркуляции, но состоящего из разной (но каждый раз закономерной) совокупности различных тесно взаимодействующих между собой процессов сравнительно более мелкого масштаба (циклонические прорывы и полярные вторжения, западный зональный перенос и его блокировка и т.п.).
2.17. Число типовых ЭЦМ в несколько раз превышает число сезонов. Следовательно, в каждом из них нужно ожидать осуществления деятельности нескольких ЭЦМ. Однако, их "набор" должен быть ограничен требованием аналогичности циркуляционного процесса и его соответствия состоянию подстилающей поверхности. Объединив близкие по характеру и имеющие большую повторяемость в данном сезоне ЭЦМ, мы получим обобщенные сезонные схемы циркуляции[13]. Число таких схем оказалось равным 10. Наиболее устойчива циркуляция зимой: в течение 80-85% длительности сезона действует одна обобщенная схема. Одна обобщенная схема циркуляции свойственна и короткому сезону — осени. Летом встречается два варианта обобщенных схем циркуляции типичных только для этого сезона, и одна - часто появляющаяся как летом, так и весной. Весной - действуют две обобщенные схемы. В предвесенье и в предзимье циркуляция осуществляется по одной, характерной для каждого из этих сезонов схеме и одной - общей для обоих сезонов.
2.18. В пп.2.8 и 2.13 указано распределение ЭЦМ по четырем группам циркуляции: I - зональная, II - нарушение зональности, III - меридиональная северная, IV - меридиональная южная. Это деление на группы отвечает анализу механизмов циркуляции над всем полушарием.
Но, как это было показано в п.п. 2.13 и 2.16, при одном и том же ЭЦМ характер процессов и направление основных переносов в разных частях (секторах) полушария -различны. Например, при ЭЦМ входящих в группу нарушения зональности, над преобладающей частью полушария сохраняется зональный перенос, и только в одном из секторов осуществляется полярное вторжение и блокировка. Очевидно, что при решении связанных с данной частью полушария региональных задач, процессы в этом секторе надо классифицировать как меридиональные. Но это значит, что и соответствующий ЭЦМ при

---

[13] Дзердзеевокий Б.Л. Циркуляционные схемы сезонов года в северном полушарии. Изв. АН СССР, сер.географ. № I. 1957. См. также физико-географический Атлас Мира, АН СССР и ГУГК СССР, М., 1964, листы 36-39.

любых подсчетах или группировках для этого сектора! должен быть отнесен к группе северной меридиональной циркуляции. В остальных секторах этот же ЭЦМ будет включен в группу зональной циркуляции или (в секторах, где происходят прорывы южных циклонов) в группу южной меридиональной циркуляции.
Вспомнив изложенные в пп.2.6 и 2.7 принципы типизации, а также описания типовых ЭЦМ (п.2.13) легко найти основу для деления полушария на соответствующие сектора. Лучше всего это сделать по местам блокировок в ЭЦМ группы нарушения зональности. Именно в районах с одной блокировкой на полушарии нагляднее проявляются отмеченные выше расхождения в определении формы циркуляции, рассматриваемой для всего полушария в целом или же для небольшой его части; в этих же местах резче всего заметны изменения характера циркуляции в годовом ходе, связанные с изменением свойств подстилающей поверхности.
Выделены следующие сектора:
I. Атлантический: 60°з.д. - 01°з.д.
II. Европейский: 0° -59° в.д.
III. Сибирский: 60°в.д. - 119°в.д.
IV. Дальневосточный: 120°в.д. - 169°в.д.
V. Тихоокеанский: 170°в.д. - 121°з.д.
VI. Американский: 120°з.д. - 61°з.д.
Следует еще раз подчеркнуть, что при разбивке на сектора и определении для каждого из них характера циркуляции, никакой новой типизации процессов не производится. Эта операция не имеет ничего общего с попытками типизировать процессы рассматриваемые на небольшой территории, замкнутой искусственными границами. Для характеристики циркуляции в каждом из секторов всегда используются те же 41 типовые схемы ЭЦМ, установленные для всего полушария. Речь идет только о их разбивке на шесть групп, по признакам, отражающим характер одного и того же макропроцесса в том виде как он проявляется в той или иной части полушария.
Нужно иметь ввиду дополнительные трудности, возникающие при такой перегруппировке ЭЦМ. Они связаны с происходящими сдвигами всего механизма циркуляции на полушарии, при котором основные компоненты ЭЦМ (полярное вторжение, блокировка, прорыв южных циклонов) могут сместиться в соседний сектор.
Тем не менее, решение ряда практических задач побудило заняться соответствующими подсчетами многолетних данных по всем секторам. Их результаты были опубликованы[14] и использованы в исследованиях ряда авторов[15].

---

[14] Б.Д. Дзердзеевский. Многолетняя изменчивость общей циркуляции атмосферы как основа климатического прогноза. Тр.конфер. по ОЦА., Гидрометеоиздат, 1962. Б.Л Дзердзеевский. синоптико-климатологическая характеристика северного полушария. тр.Всес.Метеор.совещ.т.IV, Гидрометеоиздат, Л., 1962
[15] И.Д.Дружинин. З.П.Коноваленко, В. П. Кукушкина, Н.В.Хамьянова. Речной сток и геофизические процессы (связи, цикличность и предвидение), Наука, М., 1966.
В.С.Рубинштейн. Д.Г.Полозова. Современное изменение климата. Гидрометеоиздат. Л.., 1966.
Б.М.Рубашев. О распределении групп типов циркуляция по годам 11-летнего цикла с учетом географической локализации. "Солн.дан.1965 г,", Бюлл. № II, ноябрь, Наука, 1966, 71-75.

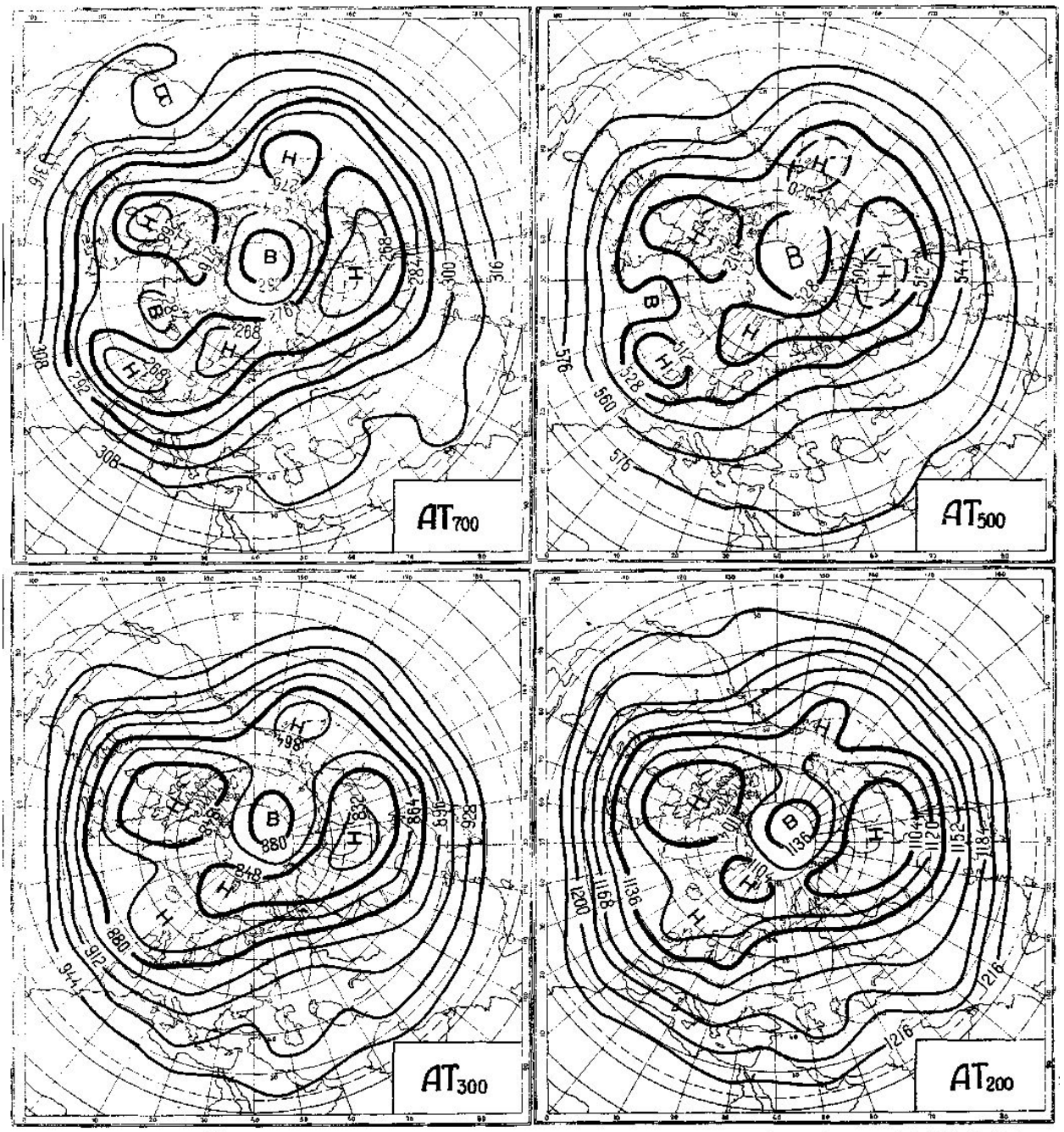


Рис. 128 а. Пример смены зонального типа циркуляции на меридиональный ЭЦМ подтипа 1а (группа зональной циркуляции), 15-19.XII.1958 г.

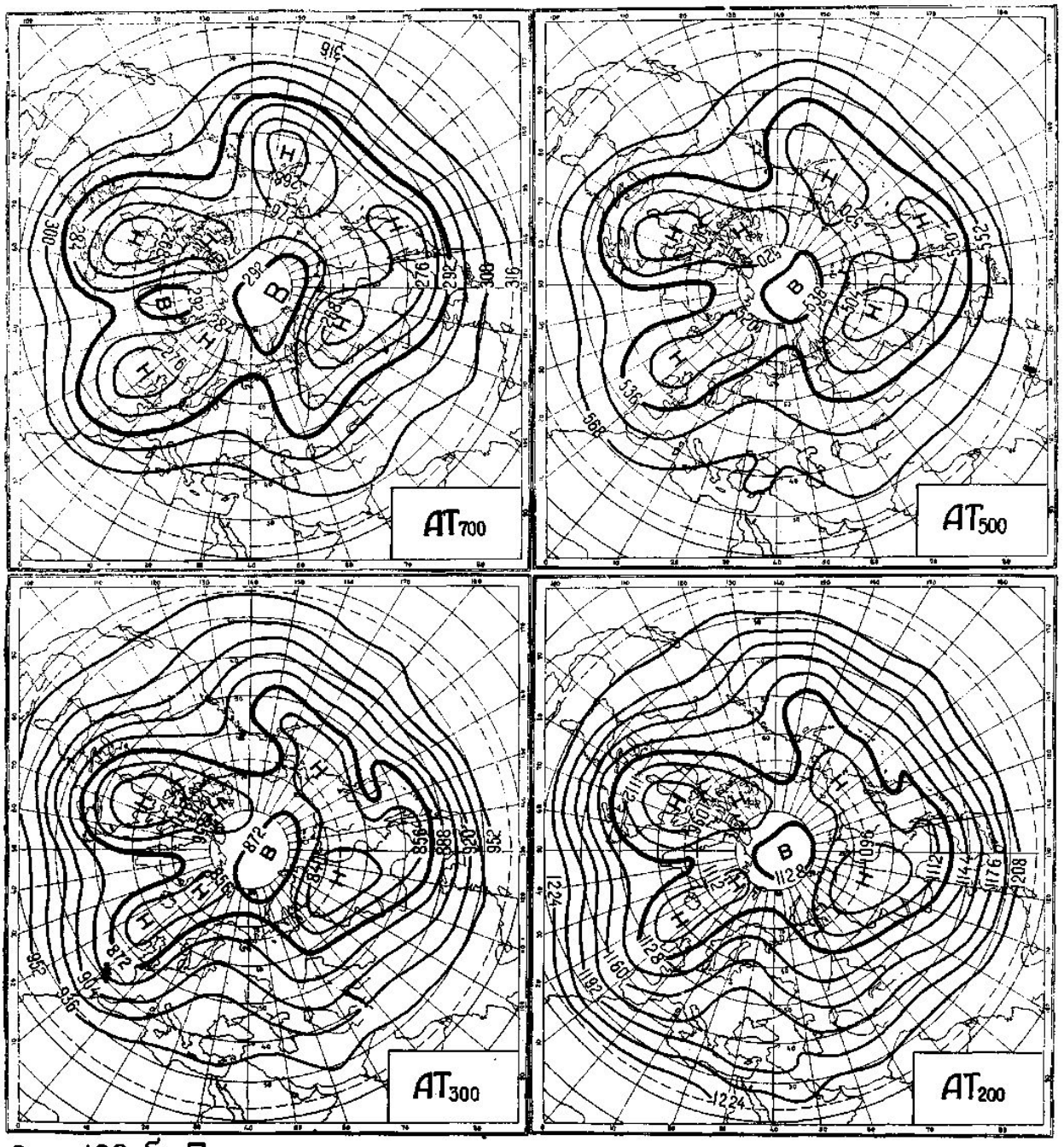


Рис. 128 б. Пример смены зонального типа циркуляции на меридиональный ЭЦМ подтипа 12 бз (группа меридиональной северной циркуляции), 20-22.XII. 1958 г.

2.19. В соответствии с решаемыми задачами, в схему обработки материала по секторам вносились изменения: вводился дополнительный - седьмой сектор, перекрывавший европейский и сибирский секторы, незначительно изменялся состав обобщенных групп ЭЦМ, была сделана попытка делить каждый сектор на части и рассматривать процессы в каждой из них особо. И все же названные выше причины не позволяли считать вполне удовлетворительным приспособление типизации, разработанной на основе анализа процессов над полушарием в целом, к анализу процессов над одним из его секторов; в пределах небольшой части полушария используемые характеристики циркуляции не отличаются такой же устойчивостью, как на полушарии и не всегда могут быть использованы для получения единой характеристики процесса на всей площади сектора.

В настоящей работе (Приложение, табл.7) публикуется схема разбивки ЭЦМ по обобщенным группам для каждого из шести секторов. Эта схема построена на основе анализа всего материала, имевшегося ко времени подготовки книги к печати, и более детализирована , чем опубликованные ранее. Кроме трех групп, имевшихся в прежних схемах (зональная западная циркуляция, меридиональная северная и меридиональная южная), к которым отнесены ЭЦМ характеризуемые преобладанием одной из названных форм циркуляции над всем сектором, введены новые семь групп, в которых ЭЦМ объединены не по одному, а по двум признакам. Это сделано в тех случаях, когда в разных частях сектора одновременно наблюдается два виде циркуляции: зональная западная и меридиональная южная, зональная западная и стационарное положение (слабоградиентное поле давления), меридиональная северная и стационарное положение, меридиональная северная и зональная восточная, меридиональная северная и зональная западная, меридиональная северная и меридиональная южная, меридиональная южная и стационарное положение. Обратим внимание, что по сравнению с разбивкой ЭЦМ на группы для всего полушария (пп.2.8, 2.13, 2.18) теперь исключена (для секторов) группа нарушения зональности. Вместо нее включено несколько детализированных групп.

2.20. Наиболее очевидное различие процессов в разных частях сектора наблюдается при комбинации стационарного положения (в южной части сектора) с меридиональной северной циркуляцией (полярное вторжение); зимой такая ситуация преобладает над континентами, (преимущественно над Азией) летом - над океанами (преимущественно над Тихим океаном). Столь же очевидна комбинация меридиональной южной циркуляции с зональной западной, отражающая сохранение в субполярных широтах полушария "кольца", или "полукольца" циклонических траекторий, пополняемого прорывающимися с юга циклонами. Менее очевидной кажется комбинация северной и южной меридиональных циркуляции. Но и она реальна и соответствует тем случаям, когда западные и восточные части сектора заняты противоположно направленными переносами.

2.21. При рассмотрении табл.7, обращает на себя внимание резкое преобладание в дальневосточном секторе процессов комбинированной группы "южная меридиональная и зональная западная циркуляция". Известно, что циклоны действительно очень часто движутся вдоль восточного побережья Азии, вливаясь затем в Камчатскую или Алеутскую депрессии. В п.2.20 отмечена также большая устойчивость Гонолульского антициклона. Ряд авторов в исследованиях последних лет подчеркивает заметную "автономность" процессов в тихоокеанском секторе, точнее - их отличие и несинхронность во времени с процессами в Атлантике. Таким образом, преобладание определенной формы циркуляции в тихоокеанском секторе не должно вызывать сомнений. Тем не менее, следует не забывать и о том, что значительная часть акватории Тихого океана освещена наблюдениями хуже других частей полушария и это может повлечь за собой неточность анализа ежедневных синоптических карт, (в особенности за прошлые годы). Нужно также напомнить о высоко расположенной рамке карты, публикуемой в Ежедневном синоптическом бюллетене; южнее 40°с.ш. данных по центральным частям Тихого океана там вообще нет (см. п.1.7).

В истории метеорологии уже неоднократно бывали случаи признания за каким либо одним районом "автономности", "обособленности" в нем процессов и даже ведущей роли именно этого района в формировании циркуляции атмосферы над полушарием или даже планетарной. Как известно, во всех таких случаях накопленные в последующем материалы и более детальное исследование заставляли отказаться от первоначальной гипотезы о существовании одного постоянного и локализованного очага планетарных атмосферных процессов. По-видимому, ни о чем больше, как об увеличении активности и связанном с этим усилении воздействий процессов попеременно в разных частях земной атмосферы говорить нельзя. Эта оговорка может оказаться справедливой и по отношению

к району Тихого океана и ее не следует забывать и, используя современные данные и до времени их значительного расширения спутниковыми наблюдениями.
2.22. Надо, наконец, обратить внимание на следующее. Если просуммировать по табл.7 (приложение) все полярные вторжения и прорывы южных циклонов в одном и том же ЭЦМ по всем секторам, то их число для многих ЭЦМ окажется больше указанного в табл.1 (в тексте) и показанного на динамических схемах соответствующего типа циркуляции. В большинстве случаев разность равна 1, но в ЭЦМ 11г и 13в = 2. Такое различие вызывается неизбежной условностью границ секторов и тем, что эти границы иногда "режут" на части ту или иную характерную особенность ЭЦМ, из-за чего ее приходится учитывать в обоих секторах. Это, понятно, допустимо только в том случае, если поставленная задача предусматривает анализ материалов только по каждому сектору отдельно.
Этим можно закончить замечания, связанные с детализацией типизации циркуляционных макропроцессов над полушарием при их рассмотрении в границах отдельных секторов.
III. Флуктуации циркуляции и климата в XX столетии. Циркуляционные и климатические эпохи. Вопросы, связанные с их прогнозированием.
3.1. Как уже было указано, основная цель настоящей работы заключается в исследовании флуктуации климата. Чаще пользуются термином "колебания климата", хотя он не точно отражает сущность изучаемого явления.
В общем виде указанную задачу можно сформулировать как проблему изучения климатов земного шара в их динамике. Внимание к этой проблеме в последние годы резко возросло. Помимо общего развития науки и накопления качественно нового материала, нетрудно указать две другие столь же веские причины этого. Первая из них связана с удлинением сроков хозяйственного планирования, вторая - с задачей активного воздействия на климат. В п.1.3 упоминалось о существовании флуктуаций климата, имеющих продолжительность близкую к 20-30 годам. На такие же сроки осуществляется сейчас долгосрочное хозяйственное планирование. Следовательно, задачу разработки основ прогноза климатического режима на тот же период надо считать ближайшей и важнейшей для современной климатологии. Другими словами, речь идет о разработке основ прогноза климатических флуктуации.
Все более оформляющаяся и конкретизируемая проблема активного воздействия на климат, его разумного и целеустремленного преобразования - также нуждается в создании основ прогноза климатического режима. Даже не говоря о более далеких перспективах практического осуществления таких воздействий, сама корректная постановка этой проблемы и разработка ее теоретических предпосылок невозможны без внимательного учета динамики климата и без тщательного предварительного изучения его флуктуации.
3.2. Многочисленные исследования убедительно показали зависимость флуктуации климата от общей, точнее планетарной, циркуляции атмосферы. Это обусловлено наибольшей - по сравнению с остальными - динамичностью этого климатообразующего фактора. Указанная зависимость наглядно подтверждается высокими коэффициентами корреляции между многолетним ходом величин метеорологических показателей и аналогичным ходом циркуляционных характеристик. Большое число примеров подобного рода приведено в наших работах (см.список литературы) и в работах других авторов.
3.3. С необходимой полнотой и, вместе с тем наглядностью, планетарная циркуляция (или циркуляция над одним из полушарий) характеризуется показателями, отражающими соотношение зональных и меридиональных ведущих потоков (переносов) в атмосфере. 3 п.2.6 указано, что именно эти соотношения были положены в основу нашей системы типизации и выделения ЭЦМ. Отсюда следует, что изучение многолетнего хода последовательной смены и продолжительности действия ЭЦМ позволит получить достаточно полные данные о ходе зональных и меридиональных составляющих циркуляции над внетропическими широтами северного полушария, а значит и о ее

динамике.

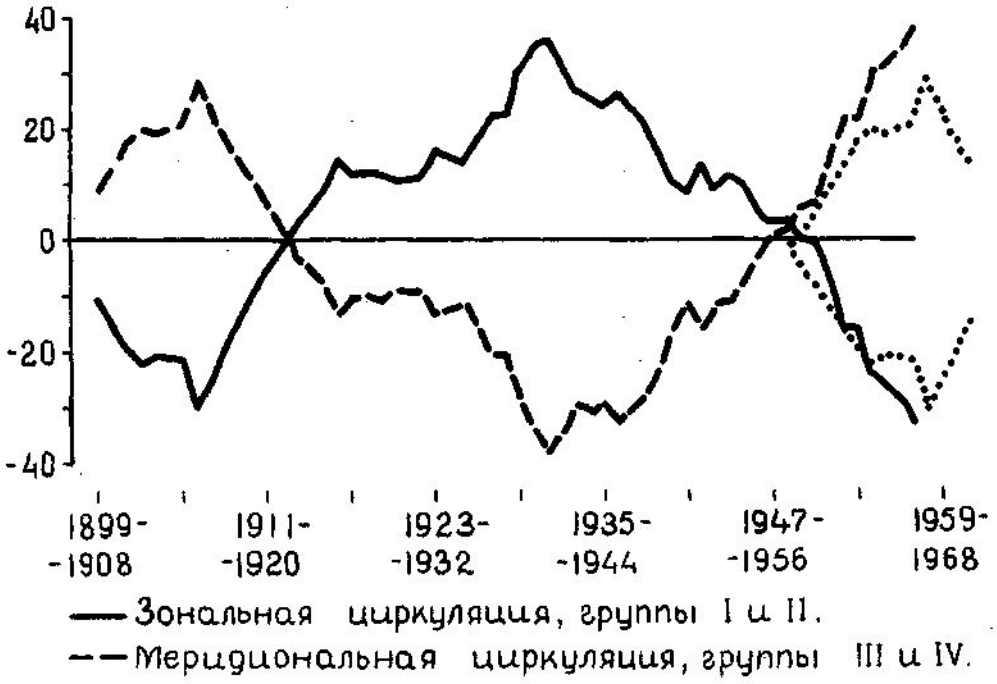


Рис.129. Многолетний ход ЭЦМ зональных и меридиональных групп циркуляции. Десятилетние скользящие величины отклонений (в днях) от годовых средних соответствующих форм циркуляции

На рис.129 показан многолетний ход зональной и меридиональной циркуляции над северным полушарием с 1899 по 1966 гг. Кривая хода зональной циркуляции отражает продолжительность действия I и II обобщенных групп (см.пп.2.8, 2.13 и 2.18), то есть ЭЦМ чисто зональных и с нарушением зональности; кривая хода меридиональной циркуляции отражает продолжительность действия III и IV обобщенных групп, то есть ЭЦМ меридиональных северных и южных типов. Перенос ЭЦМ 13 типа в группу южной меридиональной циркуляции (п.2,8) несколько изменил ход кривых в конце второго и в начале третьего десятилетий - по сравнению с кривыми, опубликованными в прежних работах; в этом периоде на уточненных кривых яснее проявились положительные отклонения зональных форм циркуляции и отрицательные - меридиональных.
Надо обратить внимание на то, что кривые на рисунке 129 не являются взаимным зеркальным отображением, так как при подсчетах не учитывались переходные дни - положение "вне типа".
Кривые построены по скользящим десятилетним средним. Этот способ широко распространен, хотя его некритическое применение вызывает заслуженные упреки (см. например/ Climatic change ,WMO Techn.n.79, 1966). В нашем случае была получена необходимая статистическая оценка надежности результатов, сделано сопоставление подсчетов по разным периодам осреднения, полученные результаты подтверждены сопоставлением с независимыми, "косвенными" данными и выводами других авторов (см., например, пп.1.9).
3.4. Представленные на рис.129 кривые ясно обнаруживают закономерные изменения в ходе зональных и меридиональных компонент циркуляции над внетропическими широтами северного полушария. Четко проявляется увеличение преобладания меридиональной циркуляции в начале столетия (до конца второго десятилетия) и со второй половины XX века (начало пятого десятилетия). В промежуточном периоде столь же резко увеличивается продолжительность действия зональной циркуляции.

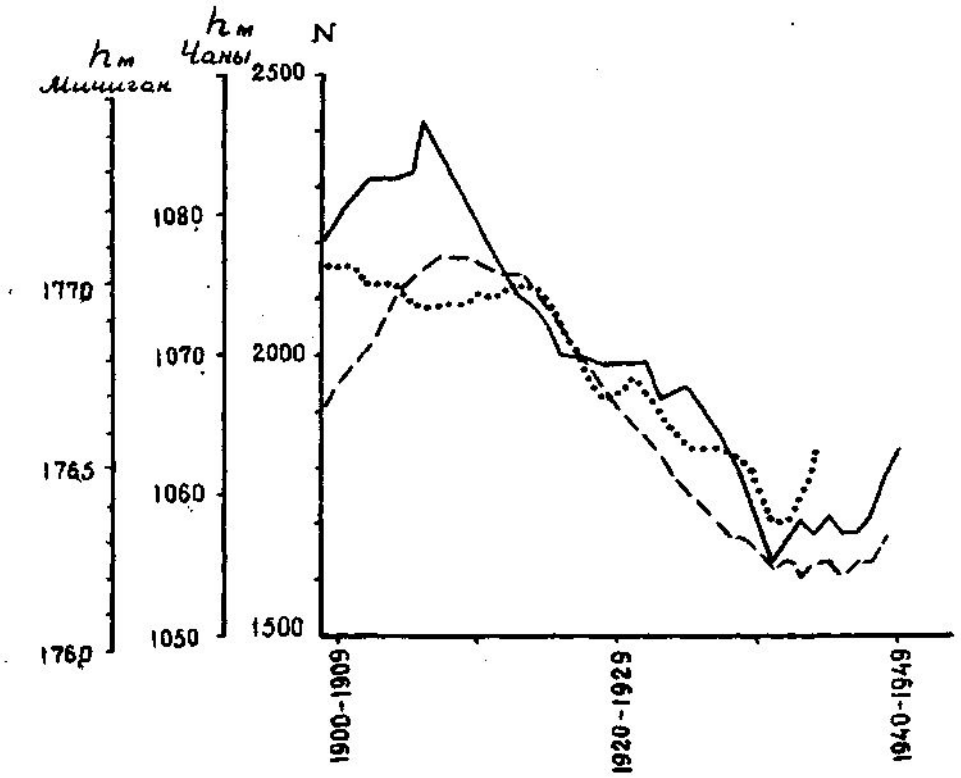


Рис.130. Многолетние изменения уровней озер Мичиган (...) и Чаны (- - -) и ход меридиональной циркуляции (—). N – продолжительность (в днях) действия ЭЦМ меридиональной группы. h – уровень озер (в метрах) (по А.Я. Безруковой)

Построенные аналогичным методом кривые хода величин метеорологических показателей по наблюдениям сети станций северного полушария за тот же период в большинстве случаев вполне удовлетворительно согласуются с кривыми циркуляции. Вычисленные коэффициенты корреляций оказались в пределах ± 0,59 - ±0,92, с преобладанием величины ±0,75 (±0,03±0,04). Большое число примеров такого рода представлено в ряде опубликованных работ (см.список). Некоторые дополнительные данные печатаются и в этой книге. Широко известны, наконец, многочисленные материалы о синхронности (иногда с некоторым сдвигом по времени) хода циркуляции и природных явлений (потепление Арктики, миграции рыб, смещение границ лесных ценозов и др.).

Очень показательной в этом отношении является следующая иллюстрация (рис.130), взятая из работы А.Я.Безруковой[16]. Сопоставленные на графике кривые изменения уровней озер Мичиган (Сев.Америка) и Чаны (Зап.Сибирь) с кривой хода меридиональной циркуляции над Северным полушарием по нашей типизации обнаруживают прекрасное согласование. Совершенно очевидно, что такая синхронность колебания уровней двух озер, находящихся в разных условиях и на огромном расстоянии друг от друга может быть объяснена только их согласованностью с ходом изменений мощного механизма циркуляции над полушарием в том же периоде.

Примером такой согласованности могут послужить также результаты, полученные Ю.Н.Шваревой, осуществившей анализ связи разных классов погод по системе комплексной классификации Е.Е.Федорова - Л.А.Чубукова с характеристиками циркуляции по нашей типизации. Ей взяты материалы нескольких западно-сибирских станций, расположенных в разных широтах, за двадцатитрехлетний период (1932-1954). Западная Сибирь, занимая краевое положение в Сибирском секторе, по условиям

---

[16] Безрукова А.Я. Влияние солнечной активности и характера атмосферной циркуляции на колебание уровня озер и на засухи. Тр. лабор. озероведения АН СССР. т.III, 1954.

циркуляции нередко оказывается более близкой к европейскому сектору. В других случаях тип процесса соответствует особенностям циркуляции над равниной Западной Сибири. Поэтому при определении типа циркуляции над Западной Сибирью в каждом конкретном случае учитывались также условия и в европейском секторе.

В табл.2 приведены результаты подсчета повторяемости (в %) разных групп местной погоды по обобщенным для секторов группам ЭЦМ и расчет величины коэффициента относительной суровости морозной погоды.

Первая группа ЭЦМ характеризует ситуацию, когда вся территория Западной Сибири находится под влиянием теплых выносов. В связи с этим коэффициент "К" имеет наименьшее значение, что свидетельствует о существенном преобладании погод меньшей морозности.

Вторая группа процессов характеризует проявление теплых выносов с одновременным воздействием процессов выхолаживания, что и находит отражение в соответствующих величинах "К".

Третья группа отмечает воздействие холодных вторжений с севера, востока или северо-востока, а также процессов местного выхолаживания; значение "К" резко увеличивается, особенно в северной части территории.

И, наконец, четвертая группа типична для случаев теплых воздействий на юге и относительно холодных - на севере территории. В этом случае значение "К" на севере приблизительно в три раза превышает его величину для южной части территории.

Меридиональная южная циркуляция, как самостоятельная отдельная группа, зимой над территорией Западной Сибири проявляется слабо.

3.5. Периоды противоположных по знаку отклонений от многолетней средней величины продолжительности действия зональных и меридиональных типов циркуляции, а, следовательно, и близких по времени изменений климатических показателей, названы

Таблица 2

Повторяемость (в %) разных групп местной погоды по выделенным группам ЭЦМ зимой (XII-II) за период 1932-1954 гг.

Группы элементарных циркуляционных механизмов	Группы погод / Станции	С переходом температуры воздуха, через 0 **а**	Слабо, умеренно и значительно морозная **б**	Сильно, жестоко и крайне морозная **в**	$K = \frac{в}{а + б}$
З+/З+$М_{Ю}$/+$М_{Ю}$ [17]	Новый Порт	0	13	3	0,2
	Омск	1	12	1	0,1
З+С	Новый Порт	0	23	15	0,6
	Омск	1	33	13	0,4
$М_{С}$+/$М_{С}$+С/+$М_{С}$+Звост./	Новый Порт	-	5	19	3,8
	Омск	-	8	9	1,1
/$М_{С}$+З/+/$М_{С}$+$М_{Ю}$/+$М_{Ю}$+С/	Новый Порт	0	11	11	1,0
	Омск	0	17	5	0,3

[17] Буквенные обозначения соответствуют обобщенным группам циркуляции для шести секторов полушария (см.п.п.2.18 и 2.19 и табл.7 в приложении).

нами циркуляционными и климатическими эпохами. Как видно на рис.129, рассматриваемый 68-летний период расчленяется на 3 таких эпохи. По знаку отклонений, первая и третья из них названы меридиональными, вторая - зональной.
Приходится считаться с тем, что только вторая эпоха может быть прослежена от начала до конца. До сих пор не удалось получить прямых данных, которые позволяли бы надежно определить начало первой эпохи (применяя формальную экстраполяцию и привлекая косвенные данные его можно отнести к 1895-1896 гг.). Характер третьей эпохи надежно установлен только в самое последнее время; сейчас мы, по-видимому, находимся в ее середине. Если это предположение оправдается и продолжительность и повторяемость меридиональных процессов вскоре начнет убывать, то это подтвердит также меньшую длительность меридиональных эпох, по сравнению с зональной (18-20 и 35 лет). Во всяком случае, и нынешние материалы дают возможность констатировать более быстрое нарастание меридиональности циркуляции в первой и в третьей эпохах по сравнению с аналогичным развитием зональности во второй эпохе. Это соответствует общему характеру более быстрого чередования меридиональных процессов, проявляющемуся в меньшей продолжительности отдельных ЭЦМ в меридиональных эпохах (см.кривую распределения в п.2.10, рис.4).
3.6. Подсчеты повторяемости и продолжительности действия ЭЦМ за весь период сделаны не только по десятилетним скользящим годовых данных, но и по месяцам, сезонам, и по отдельным годам. Часть соответствующих таблиц дана в Приложении. На рис.131 показан график хода зональной и меридиональной циркуляции по ежегодным данным (без осреднения). Он представляет несомненный интерес. Прежде всего, хорошо видно постепенное увеличение амплитуды отклонений, достигающее максимума в середине эпохи и постепенное затухание к ее концу. Чрезвычайно интересны также мелкие колебания кривых, с расстоянием между пиками от полутора до трех лет. Эти колебания особенно хорошо проявляются во второй половине рассматриваемого периода.

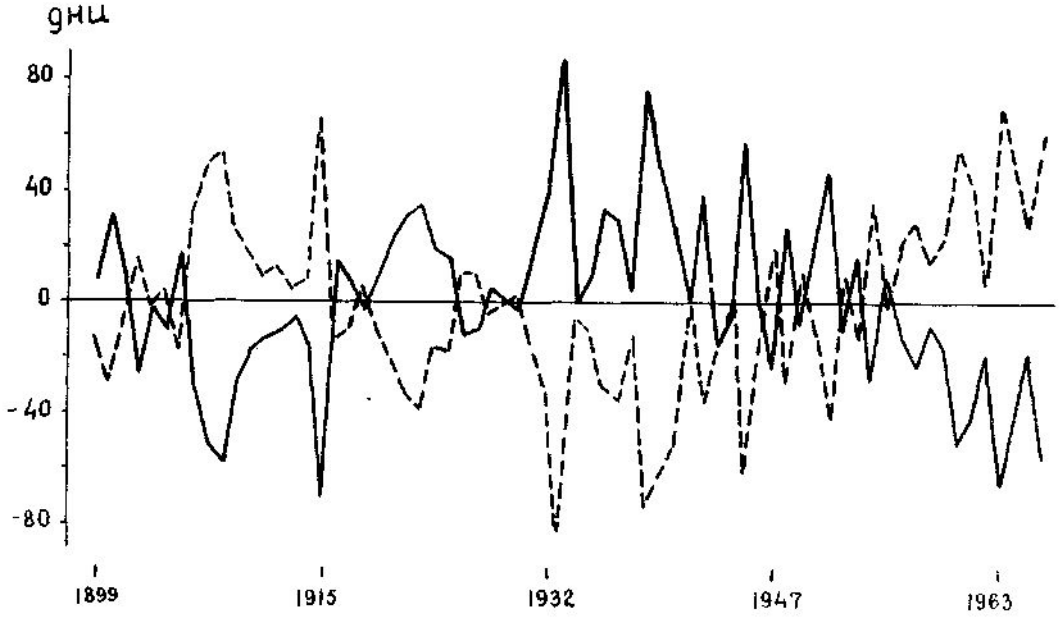


Рис.131. Многолетний ход ЭЦМ зональных и меридиональных групп циркуляции. Отклонения (в днях) от годовых средних величин соответствующих форм циркуляции.— зональная циркуляция (группы I и II),- - - меридиональная циркуляция (группы III и IV).

Сейчас нет достаточных оснований для суждения о том обусловлено ли такое различие вида кривых в первой и второй частях рассматриваемого 68-летнего периода естественными причинами, или это связано с расширением и улучшением использованного материала. В пользу последнего соображения свидетельствуют хотя бы существенные изменения, которые претерпела повторяемость ЭЦМ типа 13 (циклоничность на полюсе). Как известно, до дрейфа советской станции СП 1 (1937 г.) общепринятой была схема циркуляции с обязательным, хорошо развитым полярным антициклоном. Отсутствие фактических наблюдений из высоких широт позволяло синоптикам при ежедневном анализе карты строго придерживаться такой схемы. При типизации эти карты, естественно, отнесены к соответствующему типу циркуляции и попади в таком своем качестве в подсчеты. Следующие цифры пояснят сказанное. В 1-й эпохе повторяемость тринадцатого типа ЭЦП составила 4.4% от повторяемости всех других типов, продолжительность его действия -4,5%. Во 2-й эпохе те же величины соответственно равны 17,2% и 19,4%. Это, конечно, сказалось на итоговых подсчетах, причем в большей мере за короткие периоды и в меньшей - за продолжительные, с использованием скользящего ряда. Поэтому кривые на рис.129 более однородны.
Во всяком случае, видимые на рис.131 колебания всего механизма циркуляции требуют подробного изучения. Тем более, что за последние 37 лет - период, когда они лучше выражены - имеется более полный и надежный материал, а ряд такой длины можно считать достаточным для проведения корректного анализа.
3.7. Многие работы из числа указанных в прилагаемом списке, содержат сравнительный анализ величин метеорологических элементов или общих характеристик климата в разных циркуляционных эпохах. Констатированы заметные различия климатического режима, согласующиеся с изменениями характера циркуляции. Поскольку третья эпоха еще не закончилась, для сопоставления, в основном, был использован материал первой (меридиональной) и второй (зональной) эпох.
Повторять подученные ранее результаты нет оснований. Здесь будут вкратце даны только некоторые выводы из последних наших работ, отвечающие основной теме настоящего издания.
На основе тщательного статистического анализа пополненного материала, А.С.Чаплыгина вновь подтвердила вывод о том, что различия между эпохами сильнее всего проявляются в холодной половине года: предзимье, зима, предвесенье (рис.132). Особенно заметно уменьшилась суммарная продолжительность меридиональной циркуляции в предвесенье второй эпохи, что привело к сдвигу максимума "меридиональности" на весну. Изменилась также структура сезонов; во второй эпохе сократился период преобладания зимних форм циркуляции. Изменилась и продолжительность сезонов: лето начиналось раньше, зима - позже и перестройка механизма циркуляции на зимние формы происходила быстрее. Во второй эпохе реже наблюдались ЭЦМ 11 и 12 типов, и увеличилась повторяемость ЭЦМ 10 и, особенно, 7 типа. Это связано со смещением Полярного антициклона в американский сектор, а Азиатского - к югу и с ослаблением и того и другого.

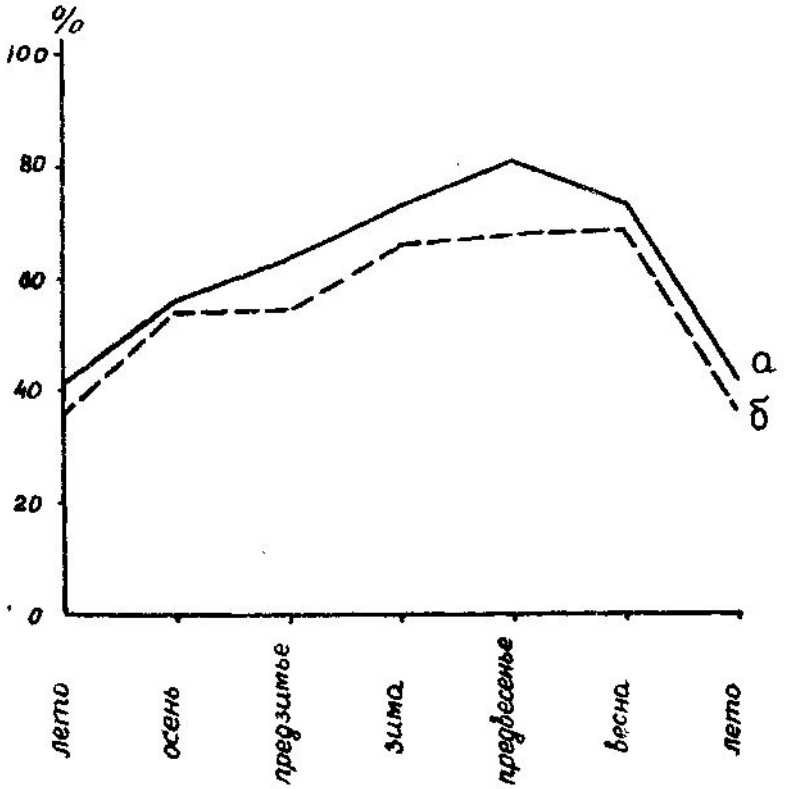


Рис.132. Суммарная продолжительность действия меридиональной циркуляции в % от продолжительности сезонов в первой (а) и второй (б) циркуляционных эпохах.

Все это отразилось и на температурном режиме; во второй эпохе уменьшилась повторяемость больших отрицательных аномалий средней месячной температуры воздуха.

По данным А.С.Чаплыгиной различия в климатическом режиме первой и второй эпох нагляднее всего проявились в дальневосточной и тихоокеанском секторах, где усилившееся во второй эпохе поступление теплого воздуха с более высоким влагосодержанием препятствовало зимнему радиационному выхолаживанию и способствовало увеличению повторяемости положительных аномалий температуры.

Очевидно, что данные о межэпохальных изменениях циркуляции над внетропическими широтами северного полушария могут быть использованы для аналогичных разработок по всем секторам. Однако, при атом следует не забывать о уже упоминавшихся различиях в оценке характера циркуляции над всем полушарием и над его частями. В связи с этим возникает некоторая несинхронность границ сезонов и даже эпох в разных секторах, а, следовательно, и возможное несовпадение экстремальных - для эпох-десятилетий.

3.8. К.В. Кувшинова исследовала изменения температуры и осадков в Европейской части СССР от первой циркуляционной эпохи ко второй. Выяснилось, что в первой эпохе аномалии температуры оказались значительно больше, чем во второй (величины положительных аномалий достигали зимой 10°, отрицательных до 13°). Очень важно также то, что в первой эпохе знак аномалии менялся много чаще. Величина и знак температурных аномалий хорошо согласовались со сменой ЭЦМ. Такое же хорошее согласие (около 80% вероятности) установлено и для аномалий количества и распределения атмосферных осадков.

С.С.Савина также сравнивала температурный режим двух эпох в Европейской части СССР и в Западной Сибири, но в качестве показателя использовала суммы эффективных (выше 10°С) температур за вегетационный период. Из-за недостатка данных и громоздкости подсчетов материал обработан по одному экстремальному для каждой из двух эпох десятилетию. Результаты представлены на карте (рис.133). Происшедшие от

первого ко второму периоду изменения сумм эффективных температур оказались значительными и не могли не сказаться на развитии сельскохозяйственных культур. Следует обратить внимание еще и на то, что знак подсчитанной величины изменений сумм температур противоположен в Восточной Европе и в Западной Сибири. Это хорошо объясняется иным характером циркуляции во втором десятилетии (см.график в нижнем левом углу рис.133).

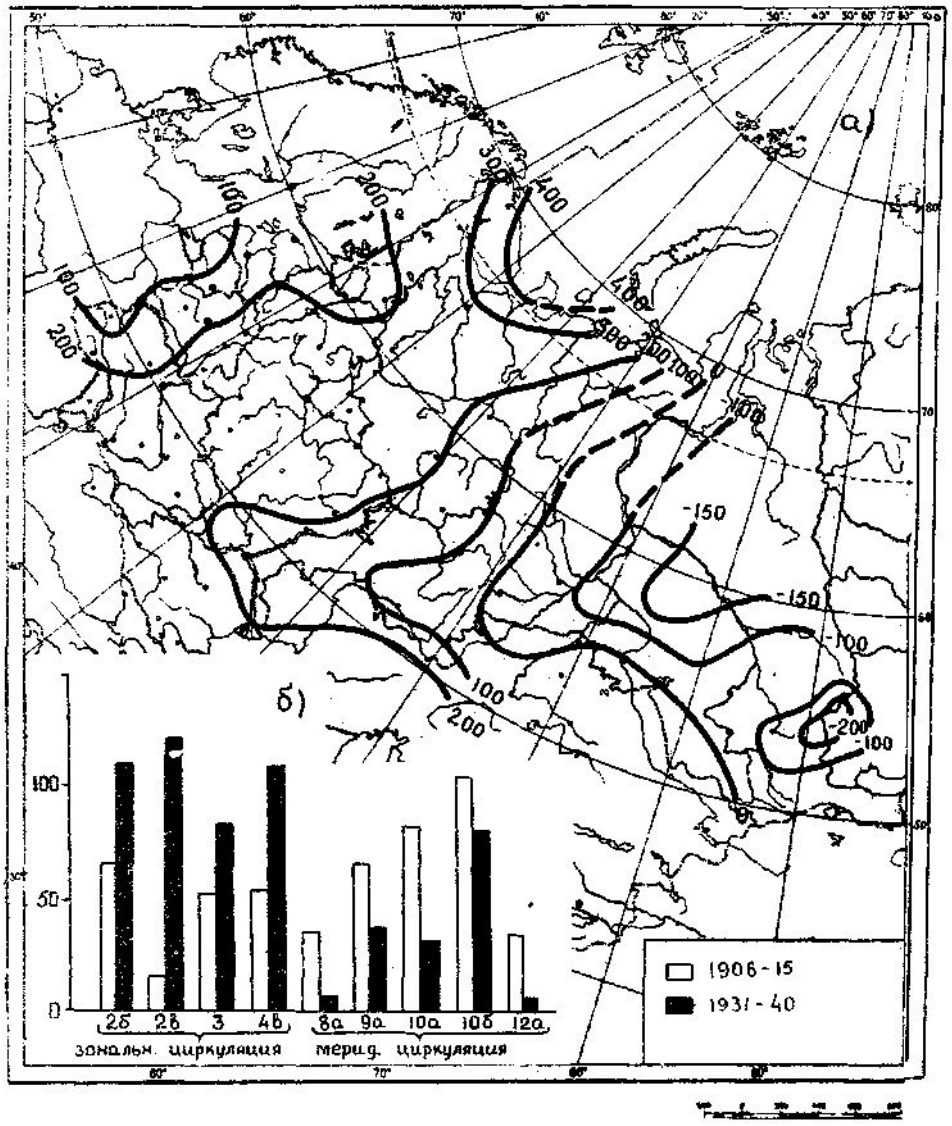
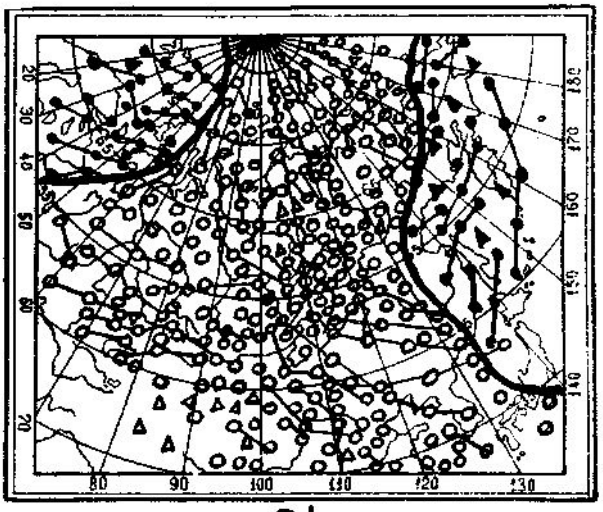


Рис 133 а) Изменение сумм эффективных температур (разность между экстремальными десятилетиями II и I циркуляционных эпох).
б) Примеры наибольших различий в продолжительности действия ЭЦМ разных типов в тех же десятилетиях.

Кроме того, С.С.Савина подсчитала для тех же вегетационных периодов обоих десятилетий величины радиационного баланса на Европейской части СССР. Во втором десятилетии они оказались на 0,5-1,0 ккал/см меньше, чем в первом, то есть знак происшедших изменений оказался противоположным знаку изменений температуры воздуха. Это также может быть расценено как подтверждение очень большой роли циркуляции атмосферы в рассматриваемом явлении. Дело в том, что уменьшение величины радиационного баланса при усилении западной зональной циркуляции сопровождалось увеличением облачности и осадков, а, следовательно, экранирующим эффектом и ростом расхода тепла на испарение. Если и в этих условиях температуры за длительный период оказались выше (особенно на севере ЕТС), то это легче всего

объяснить сильной адвекцией очень теплого воздуха.

3.9. Для анализа циркуляционного и климатического режима в Восточной Сибири, Н.К. Кононова также использовала материалы экстремальных десятилетий в каждой эпохе. Наряду с увеличением во второй эпохе продолжительности действия зональной циркуляции и соответственным уменьшением меридиональной, произошло заметное повышение температуры: в среднем по территории на 0,8° за год, при уменьшении годовой амплитуды в среднем на 0,6°. В структуре сезонов произошли следующие изменения: в холодном полугодии (предзимье, зима, предвесенье) изменилась продолжительность действия свойственных этим сезонам ЭЦМ, весной и осенью - изменился "набор" типов ЭЦМ. Общим для всех сезонов оказалось усиление циклонической деятельности и распространение её возросло на большую часть рассматриваемой территории. Количество атмосферных осадков также почти повсюду. Хорошей иллюстрацией происшедших изменений в циркуляции могут послужить две карты (рис.134 а и б), показывающие количество и распределение в Восточной Сибири центров и гребней антициклонов в экстремальных десятилетиях двух эпох. Приведенные карты отражают ситуацию при преобладающем в зимнем сезоне ЭЦМ типа II. Помимо уменьшения во втором десятилетии числа антициклонических центров и сокращения территории, над которой развивалась антициклоническая деятельность, обращает на себя внимание смещение траекторий полярных вторжений к востоку.



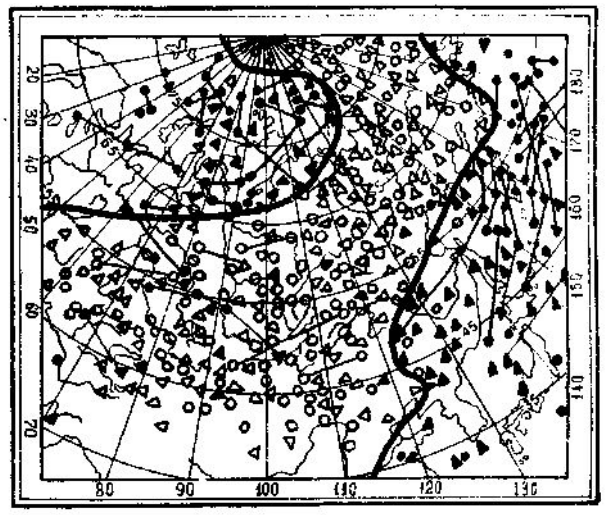


Рис.134. Суммарные сборно-кинематические карты ЭЦМ II-го типа в Восточно-Сибирском секторе для экстремальных десятилетий I и II циркуляционных эпох в XX столетии. а) - I эпоха, б) - II эпоха

3.10. Аналогичные изменения климатического и погодного режима в связи с циркуляцией можно обнаружить, также рассматривая более короткие периоды. Л.В.Хмелевская провела анализ циркуляции в холодных и теплых январях в Европе (особенно в северной половине ЕТС). В качестве критерия экстремальности были взяты отклонения средней месячной температуры воздуха от многолетней средней. Для теплых январей (положительное отклонение температуры) принята величина отклонения средней месячной температуры 6°С и больше, для холодных январей (отрицательное отклонение) -6°С.. В качестве одной из характеристик циркуляции в этих месяцах использовано отношение числа циклонов с величиной давления в центре меньшей 995 мб к общему числу циклонов над площадью четырех секторов: атлантического, европейского, сибирского, американского. В теплых январях 1961 и 1962 гг. отношение равно 54,4%, в холодном 1963 - 33%. По отдельным секторам вариации еще больше. Например, в Атлантике в 1961 г. (теплый) отношение равно 81%, в теплом январе 1962 г. - 98%, а в холодном январе 1963 г. - 39%.
Далее, Л.В.Хмелевской были рассмотрены смещения Исландского циклона и Азорского антициклона в тех же теплых и холодных январях и рассчитаны величины барического градиента между этими центрами. Смещения определялись по отношению к среднему многолетнему положению центров, величина градиента подсчитывалась по ежедневным

синоптическим картам по прямой, соединяющей оба эти центра (с введением поправки на кривизну земной поверхности). Затем были рассчитаны зональная и меридиональная составляющие величины градиентов. В теплых январях - Исландский циклон смещен в северо-восточный квадрант, Азорский антициклон - в северо-западный; в холодных январях: Исландский - в юго-западный квадрант, а Азорский в северо-восточный. Среднее значение во нальной составляющей барического градиента между названными центрами оказалось равным 0,08 мб/100 км. Изменения температуры, обусловливающие включение данного месяца в группу холодных или теплых, связывается с изменением величины зональной составляющей барического градиента > 0,1 мб/100 км.

3.11. В нескольких из наших прежних работ[18] сопоставлялись сдвиги основных "центров действия" атмосферы и изменения погоды отдельных сезонов или месяцев на значительной части полушария, или же изменения климатического режима десятилетий в каком-либо секторе и смещение членов циркуляции в том же секторе. Во всех случаях искомые связи хорошо подтверждались и это давало основания считать смещение членов общей циркуляции атмосферы одной из непосредственных причин происходящих флуктуации погоды и климате, прежде всего потому, что такой сдвиг часто изменяет направление и длину пути над подстилающей поверхностью основных переносов и потоков, или даже вызывает их смещение на иную подстилающую поверхность. В некоторых случаях действие новых условий суммируется (скажем, сократившийся путь теплого воздуха теперь пролегает над перегретой подстилающей поверхностью) и конечный эффект происшедшего смещения оказывается максимальным. В других случаях изменение длины пути воздушной массы при смещении циркуляционного механизма и воздействие подстилающей поверхности действуют с противоположными знаками, скажем, такое же значительное сокращение пути теплого воздуха, но теперь над сильно выхоложенной подстилающей поверхностью; при такой комбинации конечный аффект происшедшего смещения членов циркуляции окажется меньше.

Все сказанное относилось в первую очередь к индивидуальным процессам или к коротким отрезкам времени, в пределах несущественных изменений характера подстилающей поверхности. Для подтверждения общности вывода о заметном погодо - и климатообразующем эффекте смещения циркуляционного механизма нужна статистическая проверка на более обширном материале. Она проделана С. С. Савиной, сопоставившей положения меридианных "осей" пучка полярных вторжений при основных зимних и летних типах ЭЦМ в экстремальных десятилетиях двух циркуляционных эпох. Оси проведены по суммарным сборно-кинематическим картам, построенным для каждого десятилетия отдельно. Нанесенные на одну карту (рис.135), они подтверждают общий для всех типов ЭЦМ сдвиг траекторий полярных вторжений во второй эпохе к востоку. В умеренных широтах его величина для летних ЭЦМ близка к 10° долготы, и для зимних - к 20° долготы.

Таким образом и эта характеристика подтверждает существование изменчивости циркуляции атмосферы над северным полушарием от эпохи к эпохе.

3.12. Сделанные выше выводы еще раз напоминают о необходимости внимательно учитывать эффект эпохальных флуктуации при сопоставлении природных явлений и хода развития сельскохозяйственных культур с климатическими факторами. Сказанное

---

[18] Дзердзеевский Б.Л.. Курганская В.М.. Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Тр.НИУ, ГУГМС, Гидрометеоиздат. 1946.

Дзердзеевский Б.Л. Синоптико-климатологическая характеристика северного полушария Тр.Всес.Научн.метеорол.совещ.1961 года. т.IV. Гидрометеоиздат, 1962.

Dzerdzeevskii B.,Fluctuations of General Circulation of the Atmosphere and Climate in the twentieth Century "Changes of Climate",UNESCO,1963

относится также к работам по климатическому, физико-географическому и сельскохозяйственному районированию[19]. Границы районов от эпохи к эпохе ощутимо сдвигаются. Это

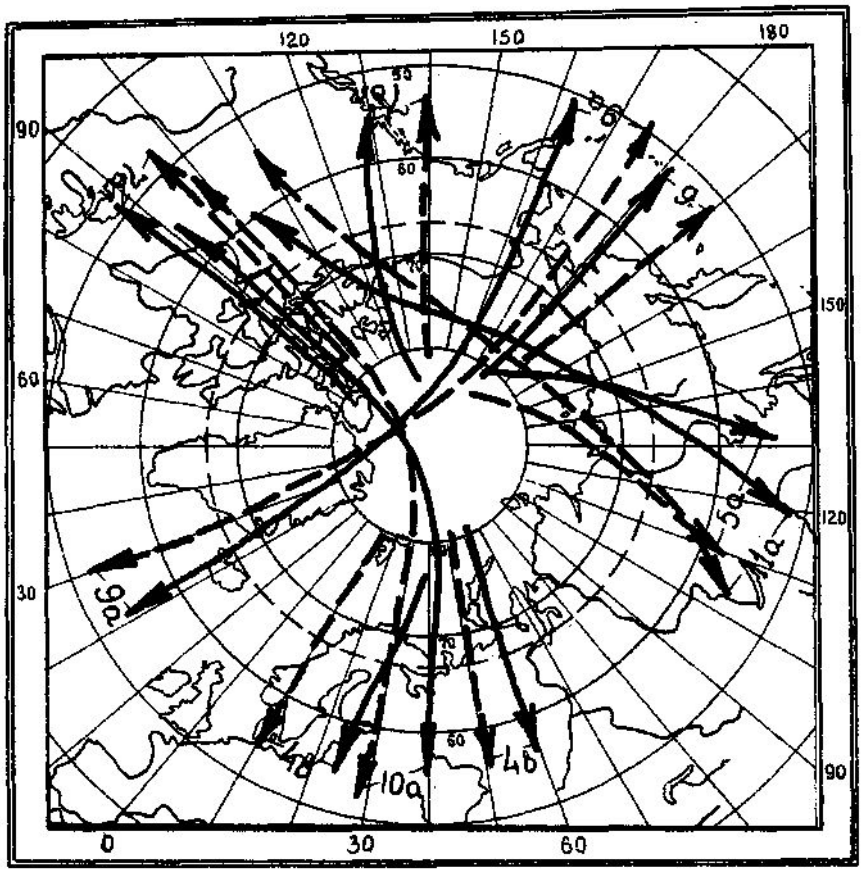


Рис. 135. Смещение медианных осей пучков полярных вторжений ЭЦИ разных типов от экстремального десятилетия I циркуляционной эпохи XX столетия (– – 1906-1915) к экстремальному десятилетию II эпохи (——— 1931-1940).

должно быть принято во внимание также при установлении любого рода "естественных синоптических районов".

Подтверждение сказанного можно найти также в следующем. В п.3.4 было упомянуто о тесных связях между многолетним ходом величин метеорологических элементов и ходом циркуляционных характеристик. Было также указано, что на протяжении рассматриваемого периода корреляционная связь между этими показателями могла менять знак, хотя абсолютные величины коэффициентов корреляции оставались довольно высокими. Очевидно, это отвечает случаям синхронности и контрфазовости кривых многолетнего хода величин метеорологических показателей.

---

[19] Дзердзеевский Б.Л. Значение анализа общей циркуляции атмосферы при установлении границ сухих и влажных областей. "Вопросы географии", сб. к XIII Межд. Географич. Конгрессу в Бразилии, Изд.АН СССР, 1956.

Дзердзеевский Б.Л. Колебания климата и общей циркуляции атмосферы во внетропических широтах северного полушария в XX столетии и некоторые вопросы физико-географического районирования. Сб. "XIX Межд. Географич. Конгресс в Стокгольме", Изд.АН СССР, 1961.

Сопоставление данных наблюдений мировой сети станций подтвердило эти, известные и по другим работам, положения. Но для наших целей наиболее интересно то, что по данным многих станций перемена знака связи оказалась близкой ко времени перехода от первой эпохи ко второй[20].

Размеры территорий, на которых знак связи от эпохи к эпохе изменился, достаточно велики для того чтобы признать высказанные выше предостережения, касающиеся климатического и физико-географического районирования, заслуживающими серьезного внимания.

3.13. Важнейшим средством изучения атмосферных процессов как для построения теории климата, так и для изучения его флуктуации является исследование процессов преобразования энергии в атмосфере. Сейчас этой теме заслуженно уделяют большое внимание. Однако, во многих случаях исследуются либо отдельные процессы, либо используются осредненные за периоды разной длины начальные данные. И те и другие способы для изучения флуктуации климата недостаточны. Для наших целей нужно иметь непрерывный ряд рассчитанных величин энергии изо дня в день и как минимум - по одному полушарию

Но на пути к осуществлению таких подсчетов стоят два затруднения. Первое из них остается практически непреодолимым. Это отсутствие аэрологических наблюдений за нужный для климатологической обработки длинный период времени. Выходом из этого затруднения, можно надеяться, окажется получение обоснованных и надежных количественных энергетических характеристик ЭЦМ за последние годы. Это позволит оценить многолетний ход энергии циркуляции и за прошлое время и получить таким оврагом - хотя бы приближенные - данные за весь период, по которому сделана типизация процессов.

Второе затруднение, связанное с разработкой "Климатологии энергетики атмосферы" - это большая трудоемкость подсчетов - облегчить трудности может применение упрощенных формул; возникающие из-за этого погрешности в значительной степени будут компенсированы возможностью получения таким образом длинного ряда данных, позволяющего осуществить их статистическую обработку.

Тем не менее, и большой объем работы и остающаяся поныне неполнота данных по всем уровням и по всему полушарию - пока не позволили нам выполнить подсчеты в полном объеме. Сейчас можно вновь продемонстрировать только некоторые особенно наглядные примеры начатой и продолжающейся в этом направлении работы.

На рис.136 показан рассчитанный Л.В. Хмелевской ход величины внутренней энергии (10^8эрг/см^2) в столбе воздуха над станциями, расположенными в разных частях северного полушария, в холодном январе 1950г. Наиболее показательными являются изломы кривых - свидетельствующие о существенных изменениях количеств энергии и совпадающие со сменой ЭЦМ.

На четырех картах рис.137 показано распределение средних за месяц величин внутренней (10^6 эрг/см^2) и кинетической (10^6 эрг/см^2) энергии над внетропическими широтами северного полушария в очень холодных (1950, 1963) и очень теплых (1961, 1962) январях. Усреднялись величины энергии, рассчитывавшиеся для каждого дня.

Обращают на себя внимание существенные различия в распределении количества энергии в холодных и теплых месяцах, в особенности, разделение в холодных январях областей минимальных величин на два обособленных ядра.

Полученные результаты дают надежду на то, что с помощью таких "сплошных" подсчетов

---

[20] Дзердзеевский Б.Д. Некоторые вопросы динамической климатологии в трудах А.И. Воейкова и их современное развитие. Сб. "Современные проблемы климатологии", гидро-метеоиздат, Л., 1966.

энергии для каждого ЭЦМ можно будет составить энергетические характеристики более продолжительных периодов - эпох, или хотя бы их экстремальных десятилетий.

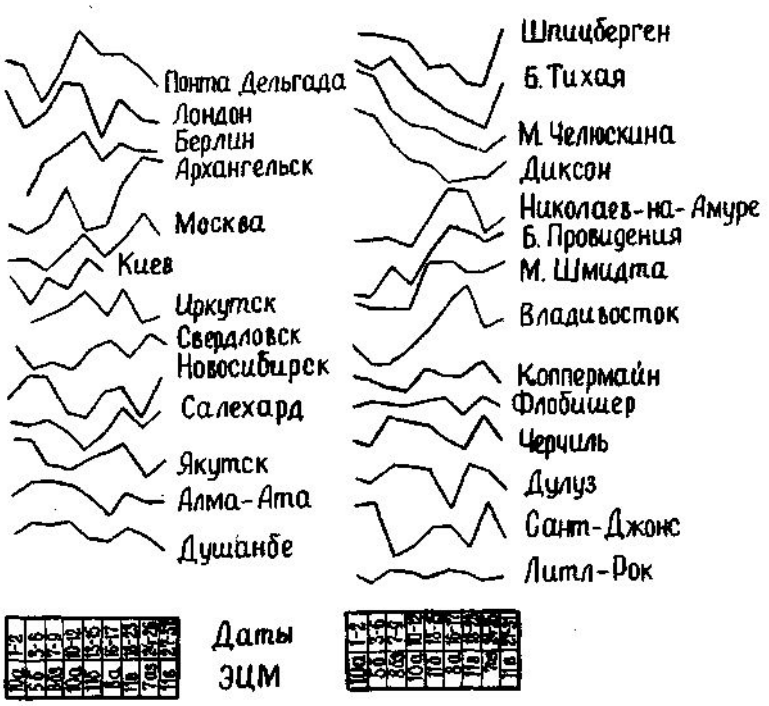


Рис.136. Распределение внутренней энергии (10^8 эрг/см^2) в столбе воздуха над разными пунктами северного полушария в холодном январе 1950 г.

3.14. Имея ввиду вопросы разработки методики прогноза климатических флуктуации; имеет смысл перечислить несколько, основных признаков, характеризующих смену эпох:

а) изменение общего характера циркуляции над полушарием; увеличение продолжительности действия или усиление интенсивности меридиональных или зональных процессов. Это вызывается, главным образом, изменением "набора" ЭЦМ разных типов и порядка их чередования;

б) изменение длительности отдельных ЭЦМ (в меридиональной эпохе она меньше, в зональной - больше);

в) изменение величины разности температур воздуха между соседними днями;

г) смещение основных членов общей циркуляции атмосферы в зональной эпохе к востоку, в меридиональной - к западу. Нагляднее всего это проявляется в сдвиге осей полярных вторжений;

д) нарушение синхронности - или наступление контрфазовости - хода температуры и (или) осадков в близких районах, а в ряде случаев и на соседних станциях;

е) несмотря на большие флуктуации средних сезонных и годовых величин метеорологических элементов внутри каждой эпохи, осредненные за всю эпоху величины этих элементов не совпадают с многолетней средней ("нормой"). При этом знак отклонения от многолетней средней в соседних циркуляционных эпохах противоположен;

ж) величина отдельных флуктуации (сезонных или годовых значений метеорологических элементов) по сравнению со средними за эпоху значениями того же элемента остается меньше разности между величинами флуктуации и многолетней средней;

з) косвенным, но очень наглядным показателем смены эпох является изменение дат

наступления и продолжительности фенологических явлений.
Надо отметить, что переход от эпохи к эпохе, как правило, осуществляется не "скачкообразным" изменением циркуляции (как это происходит при смене ЭЦМ), но постепенным нарастанием характерных для наступающей новой эпохи особенностей, с возрастающей амплитудой колебаний (имеющих вид резонансных).

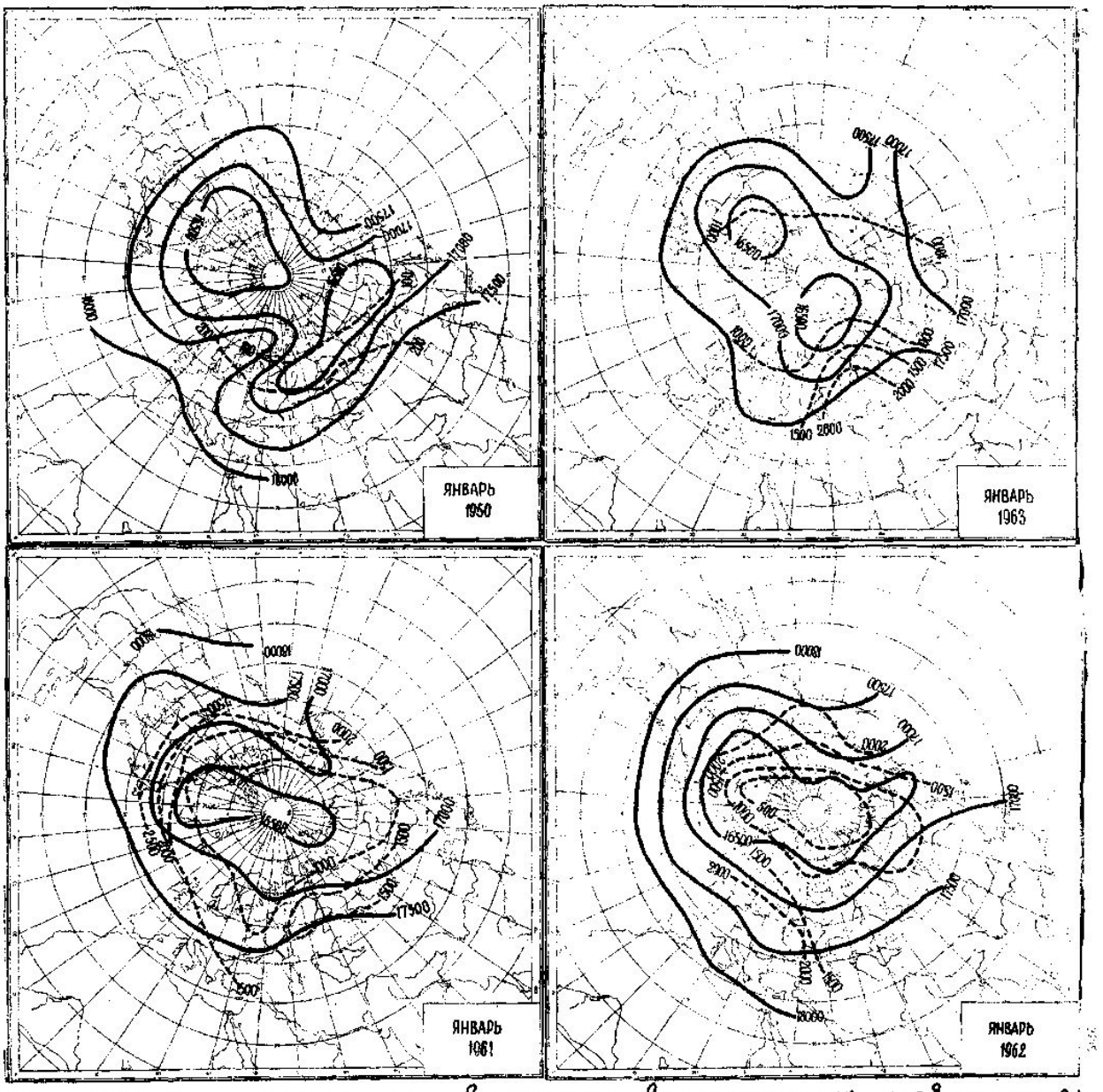


Рис. 137 Распределение величин внутренней (10^8 эрг/см^2) и кинетической (10^6 эрг/см^2) энергии в атмосфере над внетропическими широтами северного полушария в очень холодных (1950 и 1963 г.г.) и очень теплых (1961 и 1962 г.г.) январях.

— Внутренняя энергия; --- кинетическая энергия.

3.15. Практическая ценность изучения флуктуаций климата заключается прежде всего в том, что его результаты должны послужить основной базой для разработки метода прогноза на следующую климатическую эпоху. Вспомнив сделанные выше указания о

возможных изменениях от эпохи к эпохе тесноты и даже знака геофизических связей» надо признать важность прогнозов на эпоху также и для составления обычных долгосрочных прогнозов (на месяц и сезон).
Выше было отмечено, что длительность эпох (2-3 десятилетия) совпадает с длительностью периодов, достаточных для составления климатических характеристик того или иного района. Однако, прогноз характера будущей эпохи назвать "климатологическим нельзя. Этот термин можно применять в тех случаях, когда используются многолетние характеристики климатического режима и прогноз дается без указания срока его действия (см.п.1.3). Термин "долгосрочный прогноз" принят для предсказаний погоды на один или несколько месяцев. Прогноз на следующую циркуляционную и климатическую эпоху целесообразно назвать "сверхдолгосрочным". Такое название отражает собственно прогностическую (с указанием времени) сущность делаемого предсказания и, вместе с тем, подчеркивает значительное удлинение рассматриваемого периода.
3.16. Строгой физической основы для разработки практического метода составления таких прогнозов пока нет. В перечне вопросов, которые для этого предварительно нужно решить, и тех трудностей, которые стоят на этом пути, следует в первую очередь указать оценку соотношения внутренних (земных) и внешних (космических) факторов. Иначе говоря, нужно выяснить могут ли наблюдаемые фактически флуктуации циркуляции и климата вызываться только автоколебаниями системы атмосфера - подстилающая поверхность, или для их возникновения необходимы внешние, переменные по величине и периодически повторяющиеся - или также имеющие флуктуационный характер - импульсы.
Если бы такая дилемма была поставлена впервые, можно не сомневаться в том, что в априорном ответе были бы названы обе (и "земная" и "космическая") причины. Однако теперь мы имеем большое число исследований, авторы которых поддерживают одну из них и нацело отвергают вторую. Обилие обоснований каждой из этих концепций тем не менее не привело к выработке единой точки зрения. Но именно это можно расценить как косвенное доказательство того, что климатические флуктуации следует рассматривать как результат воздействия обоих названных выше факторов, и задача заключается не в обосновании исключения одного из них, а в корректно сделанной сравнительной оценке вклада каждого в формирование циркуляции атмосферы Земли и климатического режима на земной поверхности, с присущими им неустойчивостью и колебаниями.
3.17. Сформулированная таким образом задача распадается на несколько частей, требующих применения разных методов анализа. Механизм передачи переменных внешних (солнечных) воздействий должен исследоваться главным образом методами астрофизического и физического анализа. Механизм восприятия этих воздействий земной атмосферой - методами физического и статистического анализа, исследование атмосферы как автоколебательной системы - методами численного эксперимента и математической статистики, механизм флуктуации - методом математической статистики и численным экспериментом.
Само собой понятно, что никакого строгого разделения методов здесь быть не должно. Приведенный выше список отражает только современное состояние наличия и подготовленности материала. По мере получения новых результатов будет и должна усиливаться комплексность анализа.
Следует, однако, обратить внимание на неоднократное упоминание в этом списке методов математической статистики. Это связано, в первую очередь, с климатологическим характером исследования, требующим обработки длинных рядов фактических данных. Но столь же важно и то, что в настоящее время многие из необходимых для численного эксперимента параметров можно получить только таким путем; перспективный метод моделирования пока не обеспечивает получения подробных количественных харак

теристик климатов земного шара, физический эксперимент таких масштабов в природе также еще недоступен. Поэтому развитие работ по численному эксперименту можно себе представить в такой последовательности: а) расчет анергии атмосферных процессов, планетарной циркуляции атмосферы и характеристик климатического режима по заданным "произвольным" и экстремальным (максимум и минимум) оценкам как внешних факторов (разные формы солнечной радиации), так и земных факторов (температура подстилающей поверхности, величина испарения, количество облачности и связанные с этим изменения величин излучения и оранжерейного эффекта); б) уточнение полученной в первом приближении оценки соотношения всех космических и земных факторов на основе данных о количестве энергии и фактически наблюдаемых экстремальных величинах используемых параметров (материалы такого рода могут быть получены в результате подробного исследования флуктуации климата); в) построение физически обоснованной методики сверхдолгосрочного прогноза.

Большие перспективы в атом направлении открывает сравнительное изучение циркуляции атмосферы над обоими полушариями, с их резко различными поверхностями.

3.18. То, что прогноз отнесен на конец перечня, не означает необходимости предварительно разработать полностью все предшествующие этапы и неопределенное время ждать перехода к заключительному. Надо ли повторять, что установление подобных рубежей в науке вообще не оправдывается. В тем большей мере это справедливо по отношению к проблеме сверхдолгосрочных прогнозов, где составление предварительных, опытных предсказаний следует рассматривать как органическую и важную часть самого исследования.

Речь идет о получаемых таким образом данных о сравнительном вкладе космических и земных факторов в развитие флуктуации общей циркуляции атмосферы и климата. Установление статистических зависимостей и корреляционных связей и оценка их устойчивости на материале за длинный период в данном случае особенно важны.

Надо указать также на некоторую благоприятную особенность сверхдолгосрочных прогнозов. Она обусловлена большой длительностью прогнозируемого периода и, соответственно, возможностью иметь достаточно продолжительное время для реализации прогноза даже в случае его составления после установленного начала прогнозируемой эпохи. Можно напомнить, что такой способ дачи прогноза применялся в течение многих лет в прогнозах малой заблаговременности (на естественный синоптический период), хотя в этом случае сам период возможной реализации предсказания не превышал 2-3 дней.

3.19. В последнее время в литературе все чаще появляются прогнозы на срок ох одного до двух - трех десятилетий. Их основой служат либо устанавливаемые связи с солнечной активностью, либо формальная экстраполяция многолетнего хода и ритмических колебаний метеорологических показателей иди особых явлений (засух, наводнений и т.п.). В большинстве случаев методика обработки исходных данных и выявления ритмов различны. Тем не менее, новый перелом в ходе рассматриваемых явлений почти во всех случаях отнесен на десятилетие 1945-1955 гг., а наибольшие отклонения - на семидесятые-восьмидесятые годы IX столетия. Такое совпадение свидетельствует о резко выраженном многолетнем процессе, проявляющемся во всех использованных показателях и его нельзя отбросить как случайное, тем более что действительность уже оправдывает эти предположения.

Вот несколько примеров таких работ. Lamb H.H.,Neue Ferehungen uber die Kntwieklung der Klimaanderungen."Meteor.Rundas 17, № 3,1964,65-74. Мартинов Мартин Ив. Климаты на Земята-еволюция, сегошно состояние и вероятен бъдещ ход. "Природа" (болг). 1963, 12, № б, 39-42. Scemelivas V., Apie Lietuvos klimalo sviravima, Liet TSR aukstu, mokulu mokslodarbai, Geogr. ir Geol.,1964, № 3,73-86. Rackliff P.G., Summer and winter indices at Armagh."Weather",1965, 20, №2,38-44. Todaro Ceaimo, Sull andamento delle temperature medie estive a Milano."Atti 13 Conv. ann Rome, 1963".Assoc.geofis.ital.Roma.243-245.

Утешев А.С. О полувековых периодах колебания климатических условий теплого полугодия по югу Казахстана. Сб. "Географ.пробл.освоения пустынь и т.д.", Алма-Ата, 1965, наконец, многочисленные и известные работы М.Х.Байдала, Л.А.Вительса, А.А.Гирса, Т.В.Покровской.

3.20. В конце второй, зональной эпохи XX столетия аналогичный прогноз был дан и нами.

В качестве физических предпосылок были взяты результаты сделанного Пулковскими астрономами анализа связи хода ЭЦМ с ходом солнечной активности. Прогноз предусматривал усиление меридиональной циркуляции, более быструю смену ЭЦМ и связанные с этим частые и резкие смены погоды.

В первом приближении было принято, что ход меридиональных и зональных составляющих циркуляции над северным полушарием в следующей, третьей эпохе будет аналогичным первой (меридиональной) эпохе XX столетия. После определения (путем экстраполяции в прошлое) времени начала первой эпохи, эта точка была совмещена с точкой предполагаемого начала третьей эпохи и от нее продолжены кривые хода меридиональных и зональных составляющих циркуляции (рис.129, п.3.3).

Построенные по фактическим данным за последующие годы (1952-1966) кривые продолжительности действия меридиональных и зональных типов ЭЦМ, как видно на том же рисунке, очень хорошо совпали с кривыми, использованными в качестве прогностических. Хорошее соответствие констатировано и по другим показателям: ход величин метеорологических элементов, сокращение продолжительности действия ЭЦМ (см. кривую распределения длин ЭЦМ, рис.4, п.2.10), сроки фенологических явлений и начала сезонов.

Таким образом, можно признать, что данный опытный прогноз оправдался.

Однако, из этого не следует делать оптимистического вывода о том, что метод сверхдолгосрочных прогнозов уже разработан. В п.3.17 указывались необходимые для осуществления этого предпосылки. Пока мы располагаем материалами периода длиной в две с половиной циркуляционных эпохи и этого мало для решения вопроса как долго (на сколько эпох) сохранятся обнаруженные в этом периоде связи.

Тем не менее, первый удачный опыт в этом направлении может быть положительно оценен с двух точек зрения. Первая из них - и наиболее важная - убедительное подтверждение сохранения в течение длительного времени (2-3 десятилетия) определенных форм циркуляции и соответствующего им характера климатического режима. Это способствует выяснению генезиса климата.

Вторая: - связана с высказанным в пп. 2.1 и 2.14 утверждением, что ЭЦМ являются не случайными сочетаниями отдельных синоптических процессов, но закономерно развивающимися механизмами циркуляции более высокого временного и пространственного масштабов.

Закономерное развитие и последовательность чередования ЭЦМ создают имеющие столь же определенные особенности процессы еще более высокой категории - циркуляционные эпохи. Поэтому, если опытный прогноз оправдается и для второй половины третьей эпохи XX столетия, то это весомо подтвердит рациональность избранного направления разработки обсуждаемой проблемы.

3.21. В предыдущем пункте было упомянуто о работах Пулковских астрономов, посвященных выяснению связей между атмосферными процессами и солнечной активностью. Речь идет о интересных и продуктивных наследованиях А.Я.Безруковой и Б.М.Рубашева.

Попытки установить связь изменений погоды, с солнечной активностью очень многочисленны и делаются издавна. Известна огромная литература по этому вопросу, насчитывающая многие сотни названий. Тем не менее, единая точка зрения не выработана. Это, конечно, обусловлено исключительной трудностью поставленной

проблемы и отсутствием надежных данных, позволяющих разработать обоснованную гипотезу о механизме восприятия солнечных воздействий земной атмосферой. Однако, столь же неблагоприятное значение имело и стремление найти прямую зависимость хода температуры или осадков, облачности или ветра в одном каком-либо пункте на земной поверхности с теми или другими показателями солнечной активности. В лучшем случае такие сопоставления делались с привлечением данных о циркуляционных процессах на ограниченной территории. Таким образом, полностью исключались из анализа воздействия подстилающей поверхности в целом и весь мощный механизм общей циркуляции земной атмосферы. Надо ли напоминать, что действие планетарной циркуляции сказывается даже на распределении поступающего в низкие слои атмосферы количества тепловой радиации Солнца, не говоря уже о первенствующем значении циркуляции для погодообраaования.

Принципиальным отличием исследований А.Я.Безруковой и Б.М.Рубашева явилось именно то, что с ходом солнечной активности сопоставлялся ход не отдельных метеорологических элементов, а общей циркуляции атмосферы: последовательная смена ЭЦМ. Совершенно очевидно, что именно динамичный механизм общей циркуляции атмосферы должен наиболее активно реагировать на переменные воздействия солнечной активности и это позволит легче выявить искомые зависимости. К сожалению, эти работы опубликованы главным образом в специальном и мало распространенном издании. Поэтому здесь, помимо библиографических ссылок (см. список опубликованных работ) дана очень краткая аннотация некоторых из этих исследований. Взяты, понятно только те статьи, в которых использованы наши материалы по циркуляции.

А.Я.Безрукова (1950) сопоставила имевшийся к тому времени 50-летний ход зональной и меридиональной циркуляции (последовательная смена ЭЦМ соответствующих типов) с индексами солнечной активности, выраженными числами Вольфа. Установлена прямая согласованность кривой зональной циркуляции с кривой числа солнечных пятен и столь же хорошо виден противоположный ход меридиональной циркуляции (рис.138).

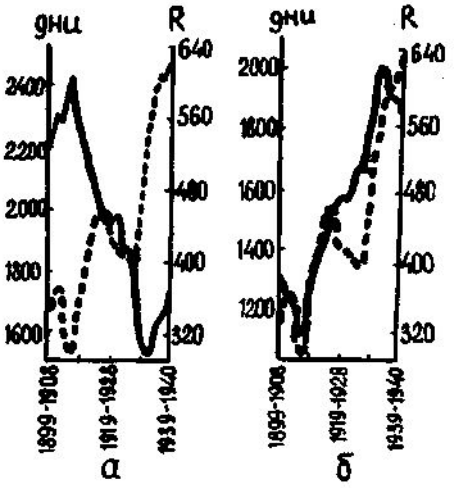


Рис.138. Многолетний ход солнечной активности и циркуляции атмосферы (по А.Я.Безруковой): а) меридиональные ЭЦМ, б) зональные ЭЦМ, — циркуляция атмосферы, - - - солнечная активность

Заслуживает внимания то, что при росте амплитуды колебаний солнечной активности в 2 раза, амплитуда зональной циркуляции за тот же период возросла в 2,2 раза, а меридиональной - уменьшилась в 1,6 раза. Это можно рассматривать как признак разнородности реакции противоположных форм циркуляции на воздействия солнечной активности. В работе I960 г. А.Я.Безрукова изучила ход зональных типов ЭЦМ зимой, сопоставив его с 11-летним циклом солнечной активности. По ее данным, пики на кривой

зональной циркуляции появлялись через год после наблюдавшихся максимумов площадей солнечных пятен в северном полушарии Солнца и через два года после пиков двухвершинных кривых площадей солнечных пятен.
В ряде работ (1958-1966) Б.И.Рубашев исследовал связи хода ЭЦМ с солнечной активностью и распределение разных ЭЦМ по отношению к геомагнитно - спокойным и геомагнитно - активным дням и периодам. Он установил, что запаздывание циркуляционной "аномалии" (превышение среднего отклонения для данной группы циркуляции над стандартным отклонением) составляло по отношению к солнечному экстремуму от трех до шести месяцев. Увеличение повторяемости ЭЦМ меридиональных типов и типов нарушения зональности связывается с минимумами солнечной активности. Б.М.Рубашев также показал, что зональные типы циркуляции и полярные вторжения на Тихий океан (ЭЦМ типов 1,2 и 6) заметно чаще наблюдаются вблизи магнитно - спокойных дней, а вторжения на Атлантику и Европу (ЭЦМ типов 3 и 4) - вблизи магнитно-возмущенных дней (рис.139).

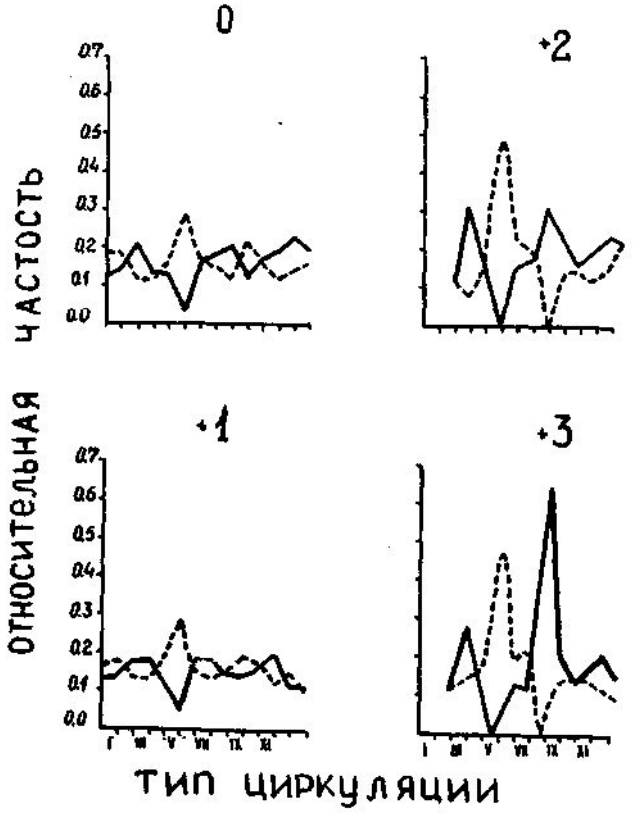


Рис.139. Относительная частость Эцм тринадцати типов (по Б.Л.Дзердзеевскому) по отношению к реперным геомагнитно-возмущенным (—) и геомагнитно-спокойным (- - -) дням (по Б.М.Рубашеву). 0 - реперный день, +1,+2,+3 - число дней от реперного

В работе 1966 г. Б.М. Рубашев подробно рассмотрел распределение частоты появления разных групп ЭЦМ в шести секторах полушария в 11-летнем солнечном цикле. Годы максимума солнечной активности приняты за реперные. По обе стороны от года максимума откладывалось число дней с определенными типами ЭЦМ, наблюдавшимися в каждом году предшествовавшем максимуму и следовавшем за ним. Данные осреднялись по каждому году.
Тщательный статистический анализ показал, что критерий X^2 выполнялся для всех групп циркуляции во всех секторах. Это означает, что связь ЭЦМ с фазой 11-летнего цикла не случайна и существенна.
Что касается "привязки" групп циркуляции к определенным годам 11-летнего цикла в

разных секторах, то только в четырех случаях это можно сделать с нужной определенностью. I) Наибольшая повторяемость числа дней в году с полярными вторжениями на Сибирь наблюдается за 2 года до максимума 11-летнего цикла; 2) то же констатировано по отношении к ЭЦМ типа нарушения зональности в американском секторе; 3) максимум ЭЦМ с южной меридиональной циркуляцией в американском секторе наблюдается через 1 год после реперного года; 4) через 4 года после реперного наступает максимум продолжительности действия западной зональной циркуляции в сибирском секторе (рис.140).

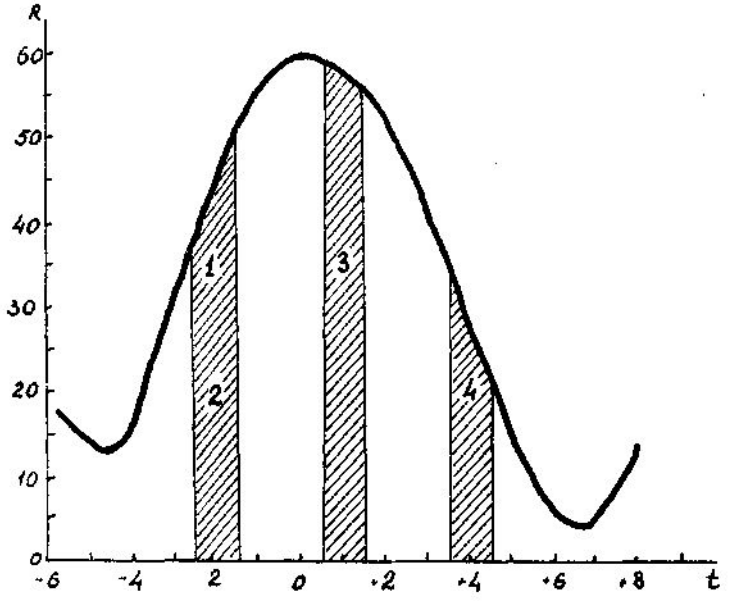


Рис.140. Распределение статистически значимых аномалий групп ЭЦМ разных типов в разных секторах северного полушария по годам II-летнего цикла солнечной активности.
R - числа Вольфа, t - годы II-летнего цикла, отсчитываемые от года максимума солнечной активности; заштрихованные столбики - наибольшая частость: I) северной меридиональной циркуляции в сибирском секторе; 2) нарушения зональности в американском секторе; 3) южной меридиональной циркуляции в американском секторе; 4) западной зональной циркуляции в сибирском секторе

Можно также сослаться на большую монографию сотрудников Энергетического Института Сибирского отделения АН СССР[21], где подробно исследована цепь связей; солнечная активность - циркуляция атмосферы - речной сток, и еще раз упомянуть о монографии Е.С.Рубинштейн и Л.Г.Полозовой[22].

Так как во всех перечисленных случаях исследовался многолетний ряд данных, то воздействия постоянно действующих и постоянных по величине или имеющих устойчивую амплитуду и периодичность факторов можно считать достаточно консервативными. Поэтому полученные удовлетворительные связи рассмотренных различных процессов, имеющих флуктуационный характер надо отнести, если не полностью, то в значительной степени за счет переменных по интенсивности и во времени внешних (солнечных) воздействий. Это и служило предметом обсуждения.

В самом начале предлагаемой читателю книги отмечалось, что подготовка и обработка

---

[21] И.П. Дружинин, З.П. Коковаденно, В.Р.Кукушкина, Н.В. Хамьянова. Речной сток и геофизические процессы, "Наука", М., 1966.

[22] Е.С. Рубинштейн, Д.Г.Полозова. Современное изменение климата. Гидрометеоиздат, 1966.

использованного в ней материала длилась много лет. Объясняется это не только - и не столько - тем, что значительную часть истекшего периода работа выполнялась попутно с другими, и на ее продолжение не выделялось нужного времени. Важнее то, что по самой сути задачи нужно было дожидаться получения достаточно длинного ряда фактических данных, которые позволили бы охарактеризовать определенный цикл циркуляционных процессов над внетропическими широтами северного полушария.

Поэтому теперь мне пришлось вновь просмотреть и прокорректировать весь прежний материал за прошлые 50 лет и, наряду с составлением календаря смены ЭЦМ за последующие 18 лет, внести необходимые исправления в сборно-кинематические карты за весь период.

Нужно также отметить, что хотя 50-летний массив данных подвергся первичной машинной обработке в Вычислительном центре АН СССР, последующие данные обработаны вручную.

В течение истекших лет в работе участвовал ряд лиц - научных и технических сотрудников Лаборатории динамической метеорологии Института Теоретической Геофизики АН СССР, а затем Отдела Климатологии Института Географии АН СССР. Без их напряженного и заслуживающего признательности и благодарности труда выполнение работы такого объема вообще нельзя было бы осуществить.

Сказанное в первую очередь относится к В.М.Курганской, на долю которой в самом начале исследования выпала основная работа по составлению календаря последовательной смены ЭЦМ и по разработке их характеристик. Сделанные ею описания типовых ЭЦМ в значительной мере использованы и здесь (раздел ПБ).

В те же годы в работе активно участвовали Т.Н. Батяева, З.М. Витвицкая, Т.В. Заблуда.

В дальнейшем к работе были привлечены сотрудники отдела климатологии ИГАН: Н.И. Зудина, Н.К. Кононова, К.В. Кувшинова, С.С. Савина, А.С. Соловьева, Л.В. Хмелевская, А.С. Чаплыгина и - на более короткое время - Ю.В. Спиридонова. В этот список включены старшие и младшие научные сотрудники, инженеры и техники. Естественно, что содержание работы каждого из них было разным. Сюда вошли и теоретическая разработка отдельных вопросов, и составление высотных карт (А.С.Соловьева) и трудоемкие подсчеты обширного числового материала. Общим - был целеустремленный и энергичный труд, объединивший дружный коллектив.

Считаю приятным долгом принести всем товарищам по работе свою искреннюю благодарность и особо, поблагодарить Л.В. Хмелевскую - за большие хлопоты по технической подготовке рукописи книги к печати и А.С. Чаплыгину - за сделанные ценные замечания.

А. Работы сотрудников ИТГ и ИГАН СССР.
1. Дзердзеевский Б.Л, (1945). Типизация атмосферных процессов в северном полушарии как метод характеристики сезонов. 14 стр.24 рис. (Доклады ГОИН № 42).
2. Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. (1946). Типизация циркуляционных механизмов в северной полушарии и характеристика синоптических сезонов. Тр.НИУ ГУГМС, Гидрометиздат, 80 стр.
3. Курганская В.М. (1953). Характеристика засушливых периодов с точки зрения общей циркуляции атмосферы. Изв. АН СССР, сер.географ., № 2, стр.19-28.
4. Дзердзеевский Б.Л. (1953). Предварительные данные о циркуляции атмосферы в дни с суховеями в Прикаспии. Сб. "Микроклиматические и климатические исследования в Прикаспийской низменности", АН СССР, стр.18-29.
5. Дзердзеевский Б.Л., М о н и н А.С. (1954). Типовые схемы общей циркуляции атмосферы и индекс циркуляции. Изв. АН СССР, серия геофиз., № 6, стр.562-574. 6. Дзердзеевский Б.Л. (1955а) Циркуляционные факторы климата. Сб. "Агроклим. и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель". ГИМИЗ, стр.30-41. 7.Дзердзеевсний Б.Л. (1955б). Метеорологические особенности 1954 г. на целинных и залежных землях Алтайского края и севера Казахстана. Изв. АН СССР, сер.географ., № 2, стр.30-42. 8. Дзердзеевский Б.Л. (195ба). Некоторые особенности полувекового режима общей циркуляции атмосферы над северной Атлантикой. Тр.Ленингр. Гидрометеоролог.ин-та, в.5-6, стр.191-200. 9. Дзердзеевский Б.Л. (1956б). Проблема колебаний общей циркуляции атмосферы и климата. Сб. "Воейков и проблемы современной климатологии". Гидрометеоиздат, стр.109-122.
10. Дзердзеевский Б.Л. (1956в). Значение анализа общей циркуляции атмосферы при установлении границы сухих и влажных областей. "Вопросы географии", сборник к XVIII Междунар.Географ.конгрессу в Бразилии, АН СССР, стр.146-152.
11. Фельдман Я.И. (1956). Особенности метеорологического режима засушливого 1956 г. в районах целинных и залежных земель северного Казахстана и Алтайского края. Изв. АН СССР, сер.географ., № 2, стр.45-53.
12. Дзердзеевский Б.Л. (1957). Циркуляционные схемы сезонов года в северном полушарии. Изв. АН СССР, серия географ, № 1, I957, стр.36-55.
13. Спиридонова Ю.В. (1958). Многолетняя изменчивость циркуляции и колебания сумм осадков в северном полушарии. Изв. АН СССР, сер.географ., № 2, стр.36-41.
14. Байбакова Е.М., Дзердзеевский Б.Л., Фельдман Я.И., Чубуков Л.А., Ш в а р е в а Ю.Н. (1958). Структура климата в погодах равнин Азиатской части СССР и ее связь с общей циркуляцией атмосферы. "Вопросы географии", АН СССР, стр.7-46.

I5. Дэердзеевский Б.Л. (1959). Проблемы климатологии Арктики. "Проблемы Севера", в.З, АН СССР, стр.168-179.
16. Спиридонова Ю.В. (1959). О колебаниях температуры в континентальных районах Северного полушария. Изв.АН СССР, сер.геогр., № 6, стр.94-96.
17. Г л у х И.С. (I960). Циркуляционные условия, подготавливающие развитие засушливых и влажных вегетационных периодов. Сб. "Гидроклиматический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы". Изд.АН СССР, стр.102-111.
18. Dzerdzeevskii B.(1960). Half-age Variability of Climate at the High Latitudes of the Northern Hemisphere and some Problems of Climatole-gical Classification.intern.XIX Geogr.Congress.Abstr»
(Полувековая изменчивость климата в высоких широтах северного полушария и некоторые проблемы климатического районирования).

19.
Dzerdzeevskii B.,(19б1а)»ТЬе General Circulation of the Atmosphere as a necessary link in the Sun-climatic variations chain,"Annales of the New York Academy ef Sol:",v.95»Art 1.
(Общая циркуляция атмосферы как необходимое звено в цепи: Солнце-Колебания климата).
20. Дзердзеевский Б.Л. (I96I6). Колебания климата и общей циркуляции атмосферы во внетропических широтах северного полушария в XX столетии и некоторые вопросы физико-географического районирования. XIX Межд.Географ. конгресс в Стокгольме. Изд.АН СССР.
21. Кононова Н.К. (1961а). Границы естественных сезонов в Восточной Сибири. Изв.АН СССР, сер.географ. № 6.
22. Кононова Н.К. (I96I6). Естественные сезоны в Восточной Сибири. В сб.: Географические сообщения (Акад.наук СССР, Ин-т географии) Ы., вып.2.
23. Чаплыгина А.С. (1961). Статистический анализ чередования типов циркуляции атмосферы. Изв.АН СССР, сер.геофиз., № 12.
24. Дзердзеевский Б.Л. (1%2а). Общая циркуляция атмосферы как необходимое звено в цепи; Солнце-колебания климата. Изв.Всес.Геогр.об-ва, * 4.
(General Circulation of the Atmosphere as an essential link in the system: Sun-Climatic change."Soviet Geogr.H,U.S.A.March 1964. /перевод с русского)
25. Дзердзеевский Б.Л. (19626). Многолетняя изменчивость общей циркуляции атмосферы и климата как основа климатического прогноза.Сб.Тр.научи, конфер. по общей циркуляц. атмосферы". Гидрометеоиздэт.
26. Дзердзеевский Б.Л. (1962в). Синоптико-климатологическая характеристика северного полушария. Тр.Всесоюзного Метеорологического совещания 1961 г., Гидрометеоиздат, Л., том IV.
27. Спиридонова Ю.В. (1962). Сопряженность циркуляции атмосферы в разных частях северного полушария. Изд.АН СССР. 28.
Dzerdze evskii B. (1962г),Fluctuations of Climate and of General Circulation of the Atmosphere in extra-tropical latitudes of the Morthen Hemisphere and some problems of dynamic climatology.«TELLUS",XIV,No 3.
(Флуктуации климата и общей циркуляции атмосферы во внетропических широтах северного полушария и некоторые - проблемы динамической климатологии).
29. Кононова Н.К. (1962). О смещении направлений арктических вторжений в Восточной Сибири. Изв.Всесоюзн.геогр.об-ва, т.94, вып.З.
30. Dzerdzeevskii B.,(19бЗа),Fluctuations of General Circulation of the Atmosphere and Climate in the twentieth Century,"Changes of Climate", Proce.of the rtome

Sympos.,UNSSCO-WMO.
(Флуктуации общей циркуляции атмосферы и климата в XX столетии). 31.Кононова Н.К. (19бЗа). Изменение температуры и осадков в Восточной
Сибири в первой половине XX века (в связи с изменением характера циркуляции атмосферы). Изв.Всесоюзн.геогр.об-ва, т.95, вып.2. 32. Кононова Н.К. (19636). Изменение структуры циркуляционных сезонов в Восточной Сибири в первой половине XX века. Известия АН СССР, серия геогр.,