

SS1.5
B6

ПРОВЕРЕНО
100 г.

А. И. ВОЕЙКОВ
И
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
КЛИМАТОЛОГИИ



123463



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД
1956



Б. Л. Дзержевский

Проблема колебаний общей циркуляции атмосферы и климата

А. И. Воейков проявлял постоянный интерес к проблеме изменения климата. По этому вопросу им написано около 70 статей, рефератов, рецензий. Первая из них была опубликована в начале 80-х годов [8], одна из последних — в конце его научной деятельности [9]. Уже после смерти А. И. Воейкова в «Метеорологическом вестнике» было помещено две его статьи, посвященные этой проблеме [10]. Много внимания уделял ей А. И. Воейков и в других своих работах, в том числе и в «Климатах земного шара...» [11].

После трудов А. И. Воейкова проблема изменчивости климата как в историческую эпоху, так и в современном периоде привлекала и привлекает внимание многих исследователей разных специальностей. Можно полностью согласиться с Е. С. Рубинштейн [20] в том, что обсуждаемая проблема принадлежит к числу тех, интерес к которым не ослабевает в течение многих десятилетий.

В одной из своих работ [12] А. И. Воейков отметил, что гипотезы о колебаниях и изменении климата появляются как бы «волнами», и как будто зависят от «моды». Мы являемся свидетелями двух таких «волн». Одна из них относится к 20- и 30-м годам XX столетия. Вторая возникла в начале второй его половины. Впрочем, правильнее будет сказать, что мы имеем дело с одной «волной», поднявшейся около четверти века назад и неослабевшей до сих пор.

Во всех случаях усиления внимания к рассматриваемой проблеме можно найти непосредственный повод к этому, связанный с особенностями погоды данного периода. Это относится и к XX столетию: в 20-х годах произошло потепление Арктики, а затем и других районов земного шара; в 50-х годах было отмечено частое повторение засушливых и очень влажных, жарких и очень холодных лет. Однако дело отнюдь не сводится только к таким элементарным причинам. Значительно большую роль для развития указанных исследований играет важность рассматриваемой проблемы для народного хозяйства и общая логика развития науки. Расширению этих исследований способствует постепенно накапливающийся материал метеорологических, гидрологических, гляциологических и других наблюдений, создание архива синоптических карт, а в самое последнее время — еще и открывшиеся новые возможности его быстрой (машинной) обработки.

Вряд ли нужно пояснять значение для народного хозяйства и для его перспективного планирования изучения колебаний и изменений климата. Полезно только еще раз напомнить о безусловной важности этой проблемы для всей системы прогнозов: как общих, «фоновых», климатических, так и на конкретные периоды — долгосрочных.

Вспоминая основные процессы и факторы, которые играют главную роль в формировании климата, мы легко согласимся с тем, что наиболее динамичным среди них является циркуляция атмосферы. Поэтому для исследования динамики климата, его колебаний, естественно обратиться к анализу именно циркуляционных процессов.

В этом мы, по существу, следуем за А. И. Воейковым. Во всех своих работах он неизменно изучал климат совместно с циркуляцией.

Можно пожалеть, что авторы ряда последующих работ отошли от этого принципа и что колебания величин метеорологических элементов, их многолетний ход во многих исследованиях изучались формально. Попытка же выяснения генезиса этих колебаний в большинстве случаев сводилась к стремлению установить корреляционные связи между многолетним ходом величины одного из метеорологических элементов в одном пункте и ходом того или иного показателя солнечной активности. Как известно, такие попытки не привели к положительным результатам и вызвали резкую и справедливую критику [21], [22].

Положение оказалось настолько неблагоприятным, что сама идея изыскания связей между процессами в атмосфере и на Солнце оказалась в значительной степени дискредитированной. Понадобилось много лет, чтобы эта тема вновь заслужила внимание. Способствовало этому в первую очередь то обстоятельство, что связи между солнечной активностью и климатическими элементами стали устанавливать не непосредственно, а через общую циркуляцию атмосферы. Можно с удовлетворением отметить появление нескольких отечественных работ, базирующихся на этих принципах [2], [3], [13], [19].

И у нас [1], [5], [7], [20], [24], и в современной зарубежной литературе [25]—[35] вопросы колебания и «аномалий» климатического режима теперь рассматриваются преимущественно вместе с циркуляционными процессами. Однако, хотя целесообразность такого подхода давно и со всей возможной определенностью была подчеркнута в таком авторитетном труде, как учебник Н. Шоу [37], к сожалению, все еще встречается значительное количество работ, где этой связью полностью пренебрегают, либо она только декларируется.

Необходимо сразу же уточнить некоторые основные положения и термины, связанные с исследованиями колебаний циркуляции и климата. Выражения «циркуляционные процессы», «общая циркуляция атмосферы» в различных работах используются не всегда в одинаковом значении. Даже второй из приведенных терминов применяется нередко в тех случаях, когда рассматриваются процессы на ограниченной и относительно небольшой территории и, следовательно, речь вовсе не идет об общей, *планетарной*, циркуляции атмосферы. Представляется целесообразным подчеркнуть еще раз, что использование указанных терминов допустимо только при изучении процессов на территории не менее одного полушария.

Нужно дать себе ясный отчет в том, что, положив в основу изучения климатических колебаний материалы по общей циркуляции атмосферы, мы еще больше сокращаем и без того короткий период, обеспеченный фактическими данными метеорологических наблюдений. Как известно, эти наблюдения ведутся более 200 лет, синоптические же карты северного полушария имеются только за период 50 с лишним лет XX столетия. Впрочем, станций не только с 200-летним, но даже со 100-летним периодом наблюдений чрезвычайно мало. Для всестороннего анализа вопроса станций с длинными рядами наблюдений все равно недостаточно. Конец XIX в. приходится считать тем рубежом, за пределами которого чрезвычайно трудно осуществить достаточно детальный и основанный на инстру-

ментальных данных анализ климата и его циркуляционных факторов на земном шаре или северном полушарии.

Еще сложнее обстоит дело с материалами по свободной атмосфере. Высотные карты полушария имеются за столь короткий период, что использовать их для изучения многолетних колебаний нельзя. В работах, посвященных этому вопросу, они пока могут служить только вспомогательным материалом.

Именно поэтому особенно целесообразно анализировать колебания климатических элементов не обособленно, а в их связи с циркуляционными процессами. Таким образом, безусловно облегчается вскрытие генезиса колебаний климатических элементов. Полученные при совместном анализе выводы по отношению к относительно короткому периоду можно легче экстраполировать на более длинный период, используя для этого только имеющиеся материалы метеорологических наблюдений.

Имея в виду задачи такого совместного анализа, следует стремиться к тому, чтобы характеристика общей циркуляции атмосферы была как можно более простой и, тем не менее, отражала бы всю совокупность основных процессов на полушарии. При большом разнообразии и сложности атмосферных процессов полностью согласовать указанные противоречивые требования не так просто. Но, в известной мере, сделать это все же удастся.

Различные методы характеристики атмосферной циркуляции можно объединить в две группы: а) разработка системы *типизации* циркуляционных процессов на всем полушарии, или на его значительной части [7], [14]; б) разработка тех или иных *индексов*, имеющих целью характеризовать процессы циркуляции [4], [6].

Любая из известных сейчас систем, входящих в обе названные группы, оказывается лучше других в одном каком-либо отношении, но хуже в остальных.

Пытаясь объединить характеристики, предоставляемые типизацией процессов на всем северном полушарии и индексами циркуляции, мы неизбежно приходим к выводу о необходимости использовать анализ соотношений зональных и меридиональных составляющих циркуляции. По этому пути пошли и мы [14] при разработке типов циркуляции, охватывающих процессы на всем северном полушарии и согласующихся с индексами циркуляции [16].

Выделенные 13 типовых циркуляционных схем — «элементарных циркуляционных механизмов» — по направлению основных переносов могут быть объединены в 3 группы: *A* — зональная циркуляция, *B* — нарушение зональности, *B* — меридиональная циркуляция.

Такая генерализация материала по основным динамическим характеристикам позволяет наглядно выявить их свойства и соотношения между собой. При этом облегчается сопоставление погоды с циркуляционными факторами и их совместный анализ [15], [17], [18], [23].

Сейчас мы располагаем календарем последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов за 55 лет (1899—1954). Это уже дает некоторые возможности изучения многолетнего хода циркуляции, хотя такой период все же, конечно, мал.

Общая последовательность смены циркуляционных схем в течение года выражена достаточно хорошо. В связи с этим можно выделить типовые элементарные циркуляционные механизмы для отдельных сезонов года. Как правило, в течение года наблюдаются все выделенные схемы циркуляции. Но при хорошо выраженном общем годовом ходе повторяемость тех или других процессов и, особенно, общая, суммарная продолжительность действия каждого из циркуляционных механизмов довольно

сильно меняются. Это и обуславливает то большое разнообразие в характере циркуляции и погоды отдельных лет, которое мы постоянно наблюдаем.

Как уже было сказано, особое значение имеет продолжительность действия элементарных циркуляционных механизмов. Эта величина, взятая в процентах от общего числа дней соответствующего периода (месяц, сезон, год), удобна для характеристики циркуляционных процессов. При исследовании многолетнего хода климатических элементов в качестве исходного материала обычно используют скользящие суммы или средние, чаще всего по десятилетним периодам. Естественно было сохранить этот принцип и по отношению к циркуляционному материалу.

В нашем распоряжении сейчас имеются материалы по повторяемости и продолжительности действия всех типовых элементарных циркуляционных механизмов северного полушария и данные об отклонениях этих величин от многолетних средних по каждому месяцу, сезону и году. Эти материалы представлены в виде графиков по скользящим десятилетиям для названных выше трех групп (А, Б, В).

Очевидно, что в разных секторах полушария одновременно могут наблюдаться переносы либо одного из этих видов, либо различные. И в одном, и в другом случае они остаются компонентами одного общециркуляционного макропроцесса. Поэтому, если мы захотим дать характеристику циркуляции не всего полушария в целом, а детализировать ее для отдельных его частей, то должны каждый раз составлять новый «набор» из типовых циркуляционных схем, охватывающих все полушарие в целом. В самом деле, например, 5 из наших 13 схем отражают такие процессы, когда на всем полушарии наблюдается только одно арктическое вторжение в каком-нибудь одном из секторов. Естественно, что процессы в этом секторе мы должны будем отнести к меридиональным (группа В). Следовательно, и в подсчеты, сделанные для детализированной характеристики циркуляции в этом именно секторе, войдут в группу В все те из типовых схем циркуляции на полушарии, которые дают меридиональные переносы в данном районе. Но при одновременном подсчете для других секторов те же самые типы циркуляции должны войти в группы Б или А. Такие дифференцированные подсчеты сделаны нами для семи секторов, охватывающих все полушария в целом.

В качестве примеров используем из всего материала несколько графиков, которые могут осветить характер полувекового хода циркуляции на северном полушарии.

На рис. 1 представлен многолетний ход продолжительности действия типовых элементарных циркуляционных механизмов по каждой из трех групп (скользящие десятилетия). Показаны данные за январь, июнь, сентябрь и за год.

Выше уже указывалось то, что ежегодно наблюдаются все типы элементарных циркуляционных механизмов. При подсчете абсолютных сумм и средних по скользящим десятилетиям по каждой из групп получаются очень большие числа, что несколько затрудняет наглядность их графического изображения. Для этой цели удобно воспользоваться величинами разностей между полученными числами и многолетней средней величиной. Последнюю можно для данных целей рассматривать в качестве условного нуля, чем облегчается статистическая обработка материала.

На основании рис. 1 мы можем констатировать существенные различия в характере циркуляции в первой и второй половинах рассматриваемого периода. В первой половине зональная циркуляция представлена слабее; во второй — она заметно усиливается. Этот характер изменений циркуляционного режима проявляется во всех сезонах и в целом за год.

Данная характеристика общего хода циркуляции в истекшем 50-летию основывается не только на приведенных здесь нескольких графиках, но и на многих других, имеющихся в нашем распоряжении. Однако далеко не во всех случаях такой ход соотношений групп циркуляции выражен четко. Это видно и на рис. 1, куда вошли данные, взятые без специального отбора. Из четырех рассмотренных периодов контрфазовость групп *A* (зональная циркуляция) и *B* (меридиональная циркуляция) лучше всего выражена в июне, в сентябре и по данным за весь год; но в январе (как и в сентябре) резко выявился противоположный ход групп *B* (нарушение зональности) и *B* (кривые *A* и *B* в сентябре очень близки между собой).

Дело в том, что в группу *B* включены все случаи прямых меридиональных вторжений с севера, а в группу *B* — процессы, вызывающие нарушение устойчивой зональности, обычно связанные с развитием и прохождением циклонических серий. Сюда же вошли все южные циклоны. В зависимости от направления траекторий циклонов и их более северного или южного положения (определяющего также положение и направление тыловых вторжений), процессы группы *B* в разное время и на разных участках могут давать преобладание переносов либо зональных, либо меридиональных (или в направлениях, близких к тем или другим). В одном из таких случаев создается контрфазовость с группой *A*, в другом — с группой *B*. Чаще наблюдается второй случай. Однако и длительность, и мощность зональных и меридиональных переносов в группе *B* всегда меньше, чем в группах *A* и *B*.

Указанная смена знака отклонений и общего характера циркуляции произошла приблизительно в середине рассматриваемого периода — в 20—30-е годы (рис. 1). В январе пересечение кривых хода разных групп циркуляции намечилось несколько раньше, чем в другие сезоны года и по данным за полный год. Эта особенность зимнего периода, неоднократно отмечавшаяся в других исследованиях, в данном случае связана также с ходом кривых групп *B* и *B*.

Следует отметить сближение контрастирующих кривых, вновь происходящее в 40 и 50-х годах XX столетия. По данным за некоторые месяцы и периоды уже отмечено их новое пересечение (например, в июне) при обратном ходе. Сейчас еще трудно сказать, является ли это отражением реального хода колебаний зональной и меридиональной циркуляций с 20—25-летним периодом, хотя внешний вид кривых невольно приводит к такому предположению.

Следует обратить внимание на тот факт, что переход от одного вида циркуляции к другому происходил не сразу, а продолжался длительное время. В течение этого переходного периода отмечались, хотя и небольшие по величине, но резкие смены циркуляционного режима, с чем и была связана неустойчивость погоды отдельных лет. Напомним, что выше упоминалось о резких колебаниях погоды и циркуляции атмосферы в 50-х годах текущего столетия, что также подтверждает предположение о вероятной смене циркуляционного режима.

На основании изложенного, мы можем констатировать, что в первых десятилетиях XX столетия преобладали меридионально направленные процессы, а затем они значительно ослабли и заметно возросли повторяемости и продолжительность действия зональных.

Переход от одного режима к другому произошел в середине рассматриваемого периода.

Попытаемся теперь сопоставить полученные результаты с фактическими материалами наблюдений метеорологических станций в разных районах. Возьмем для этой цели данные о температуре и осадках, также

подсчитанные по скользящим десятилетиям и соответственно с данными по циркуляции рассмотрим величину их отклонений от многолетней средней. Отметим, что кривые хода трех групп циркуляции, показанные на

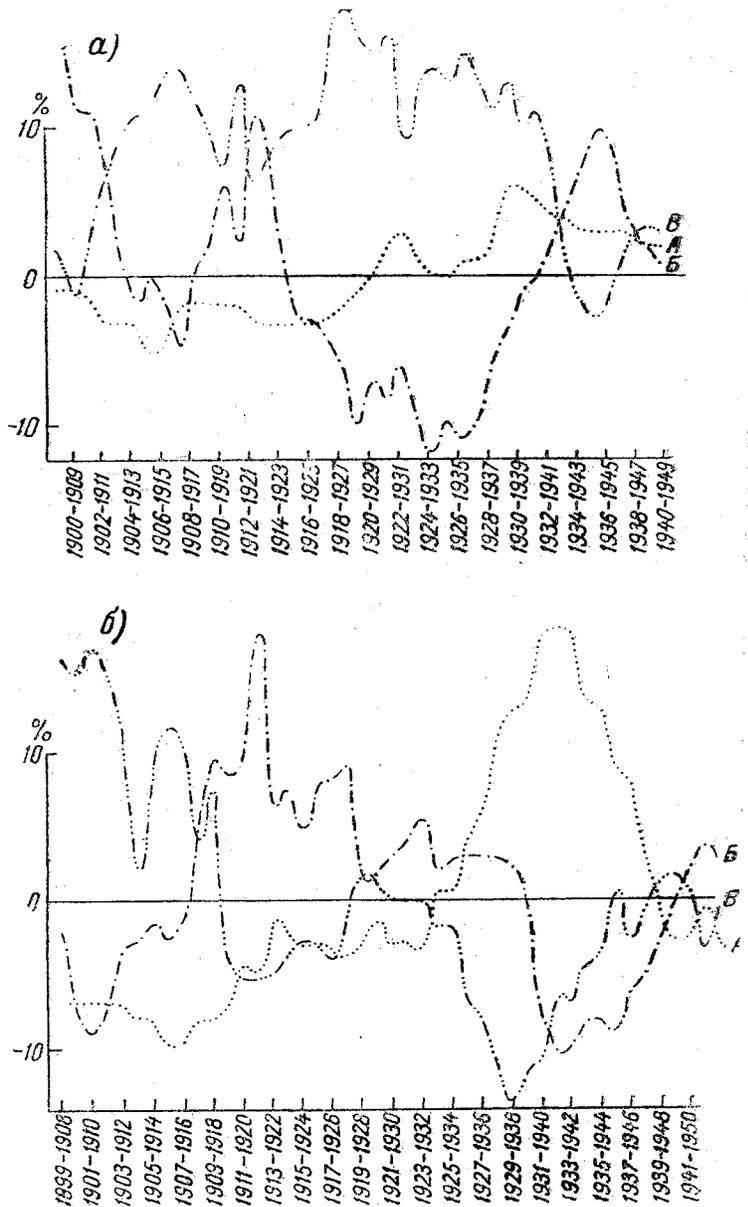


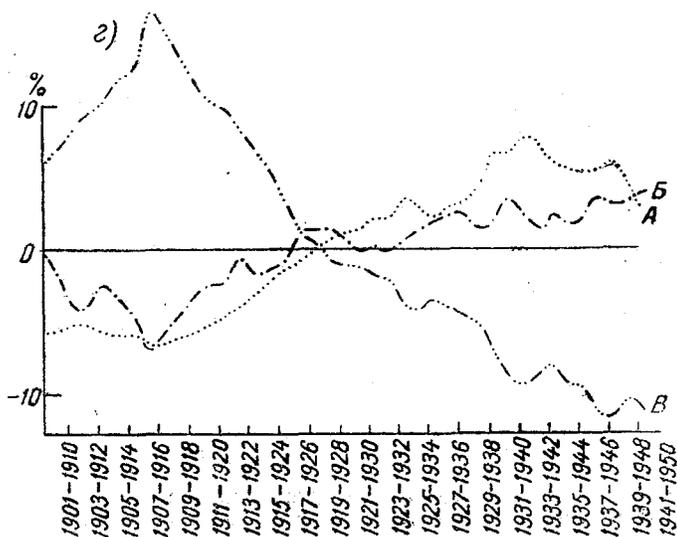
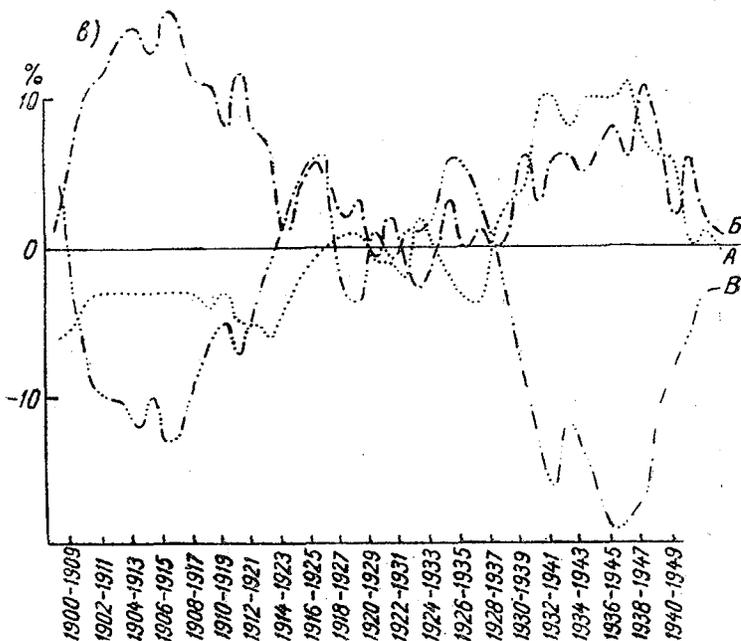
Рис. 1. Ход отклонений от многолетней средней величины десяти
а — январь, б — июнь, в — сентябрь, г — год. А — зональная циркуляция,

рис. 1, построены по данным для всего полушария, независимо от того, в каком из его секторов развивался процесс.

Переходя к материалам отдельных станций, расположенных в разных районах, мы, естественно, должны использовать данные по циркуля-

ции, подсчитанные для того из секторов, в котором расположены эти станции.

Можно заранее предположить, что в разных районах и в разные се-



разных групп циркуляционных механизмов по скользящим летям.

Б — нарушение зональности циркуляций, В — меридиональная циркуляция.

зоны распределение тех или других метеорологических элементов (осадки, температура и др.) в одних случаях будет лучше согласовано с одной из групп циркуляционных механизмов, в других случаях — с другой [15].

На рис. 2—8 представлено несколько графиков, произведенных таким

образом сопоставлений атмосферной циркуляции с осадками или температурой. Для этих примеров использованы данные зимних и летних месяцев и за год. Станции взяты по возможности в разных районах.

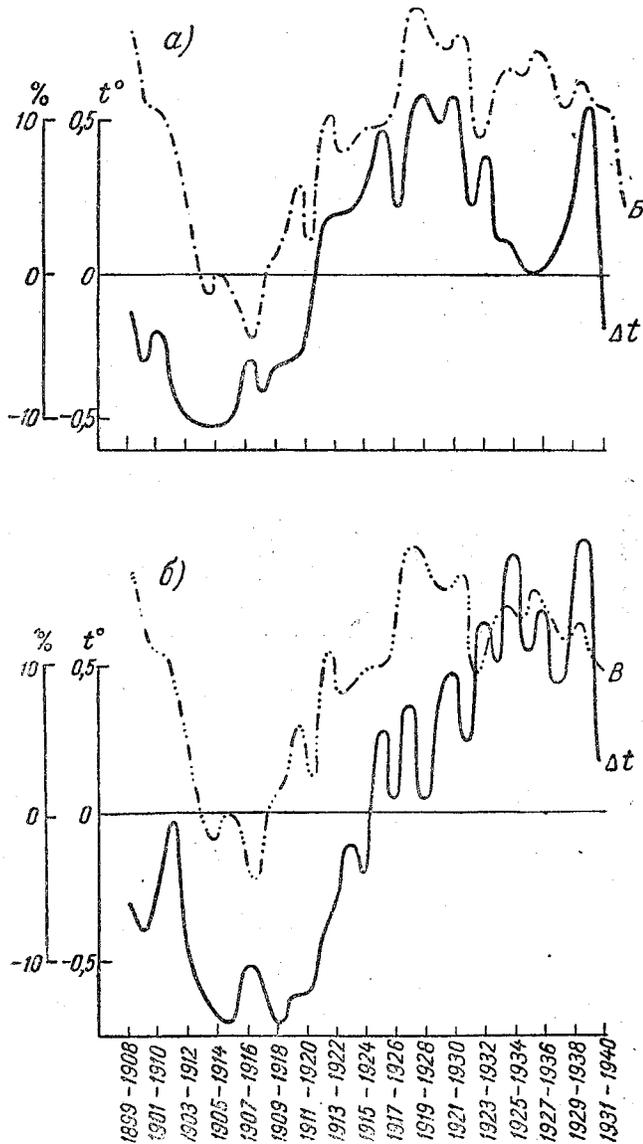


Рис. 2. Ход отклонений от многолетних средних величин группы В и В циркуляции и температуры воздуха t по скользящим десятилетиям. Январь.

а — Гривич, б — Копенгаген.

Кривые изменений осадков и температуры сопоставлялись с кривыми хода всех групп циркуляции. Чтобы увеличить наглядность графиков, на рисунках почти во всех случаях оставлена кривая только той циркуляционной группы, которая лучше других коррелировала с кривой хода метеорологического элемента. Только в одном случае (Копенгаген, осадки, январь) оставлены кривые двух групп В и В (рис. 6 б).

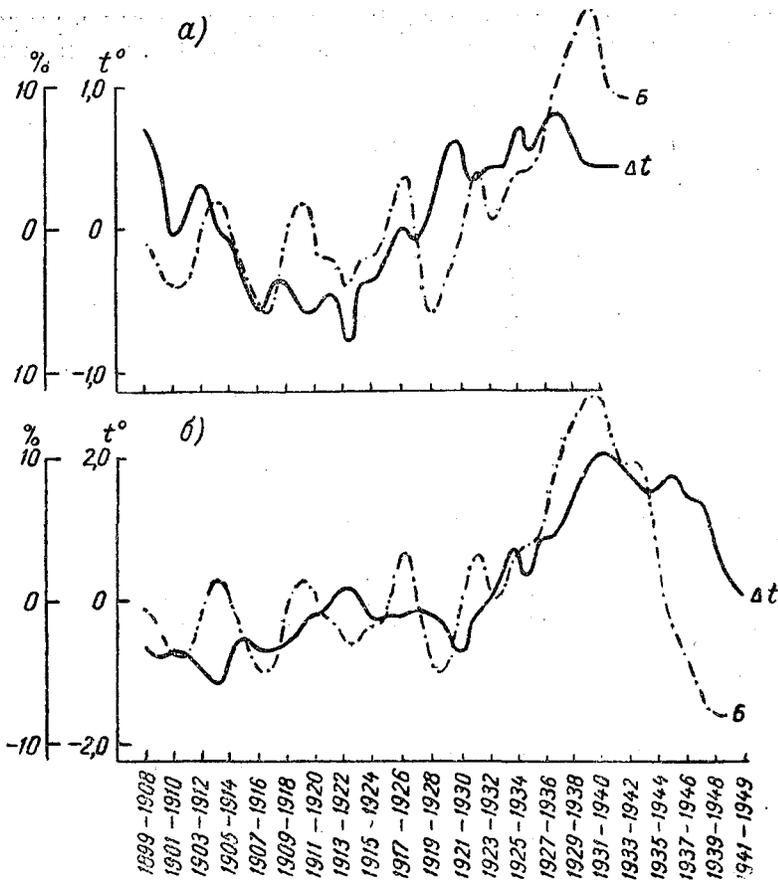


Рис. 3. Ход отклонений от многолетних средних величин группы Б циркуляции и температуры воздуха по скользящим десятилетиям. Июль.
а - Гринвич, б - Москва.

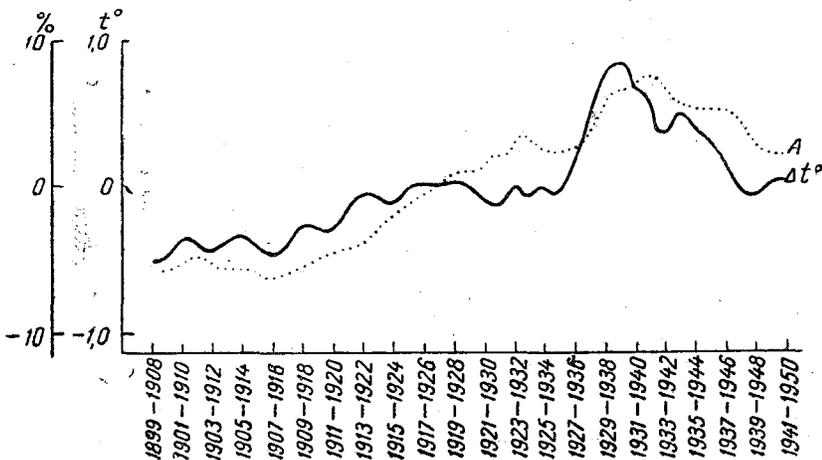


Рис. 4. Ход отклонений от многолетних средних величин группы А циркуляции и температуры воздуха t по скользящим десятилетиям. Москва. Год.

О соотношении этих двух видов циркуляции уже говорилось выше. Ссылаясь на высказанные соображения, мы можем считать, что хорошее сов-

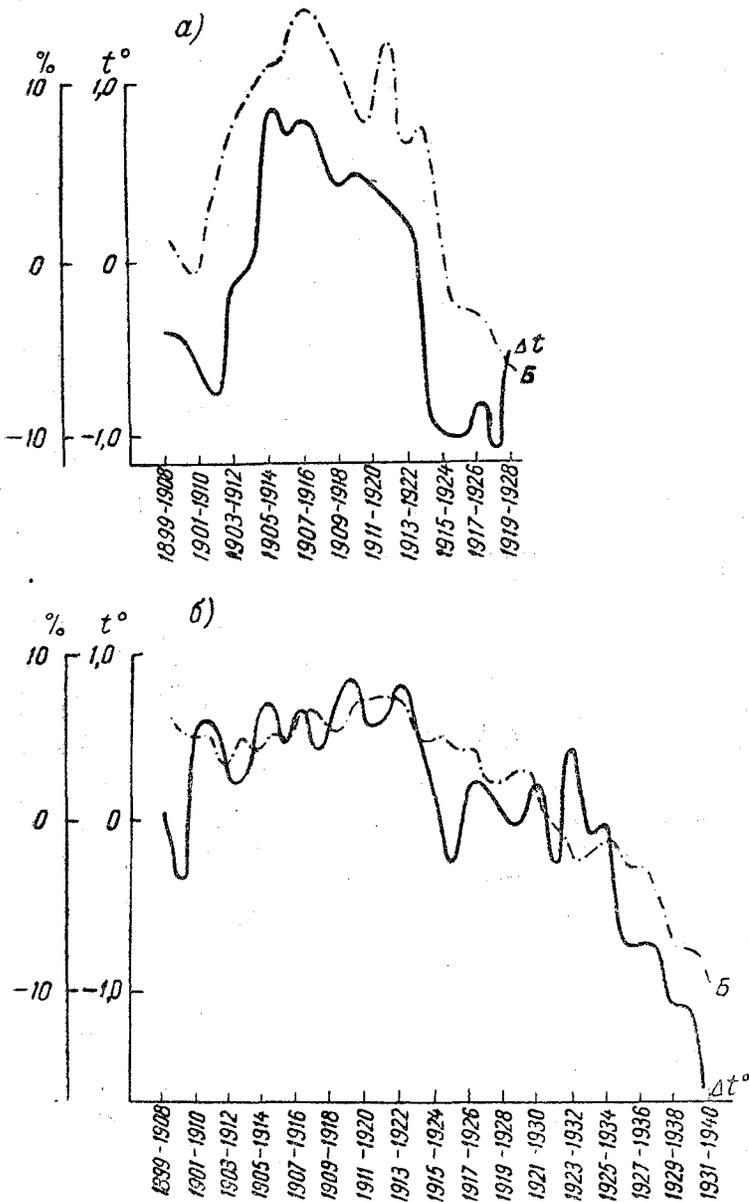


Рис. 5. Ход отклонений от многолетних средних величин группы *Б* циркуляции и температуры воздуха *t* по скользящим десятилетиям. Январь.

а — Стигкисхольм, *б* — Барнаул.

падение хода одного вида циркуляции с ходом метеорологических элементов подтверждает главенствующую роль той или иной формы циркуляции для формирования погоды в данном месте и в данном сезоне. Просмотр графиков действительно убеждает в этом.

Повидимому, нет необходимости подробно анализировать каждый график. Они сами по себе достаточно наглядно демонстрируют наличие удовлетворительной связи между ходом циркуляции и осадками или тем-

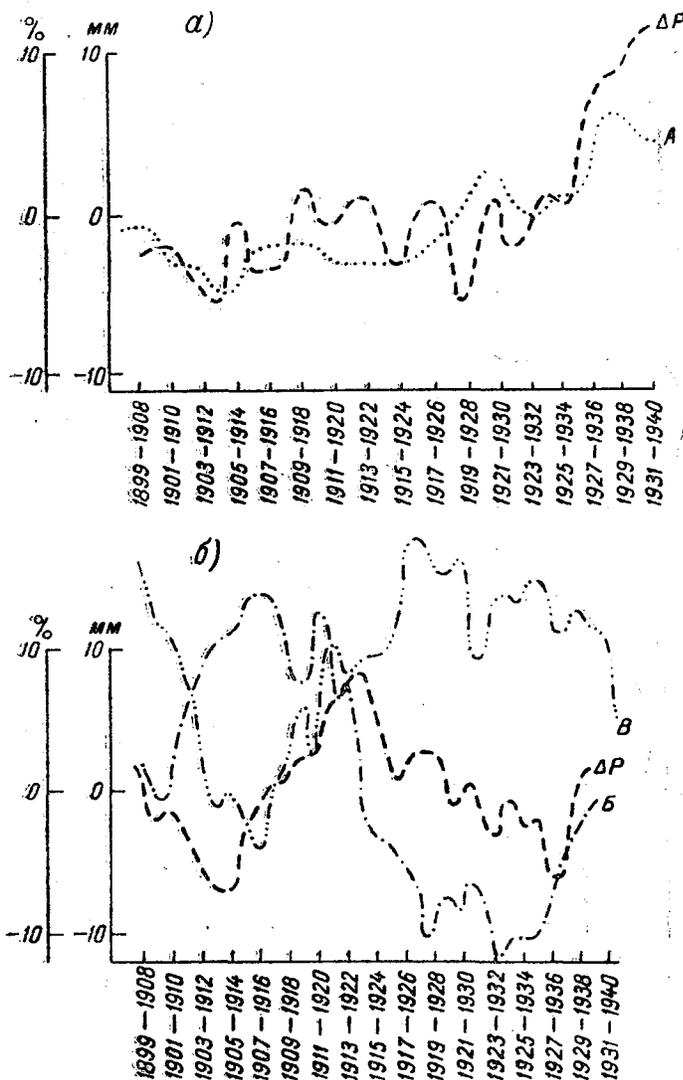


Рис. 6. Ход отклонений от многолетних средних величин группы А, Б и В циркуляции и атмосферных осадков по скользящим десятилетиям. Январь.
а — Понта-Дельгада, б — Копенгаген.

пературой. Принимая во внимание то обстоятельство, что циркуляционные процессы брались для всего полушария, а величины метеорологических элементов для одного пункта, и также то, что каждый раз можно найти физическое объяснение этой связи, — результаты проведенного сопоставления можно считать вполне удачным. Может быть, только стоит еще раз обратить внимание на то, что указанная связь одинаково хорошо проявилась в самых различных условиях: Гринвич, Копенгаген и Москва,

Стиккисхольм, Понта-Дельгада и Барнаул (температура), Лондон, Копенгаген и Барнаул (осадки).

Стало быть, колебания климата мы действительно должны рассматривать как следствие колебаний циркуляции и таким образом можем уточ-

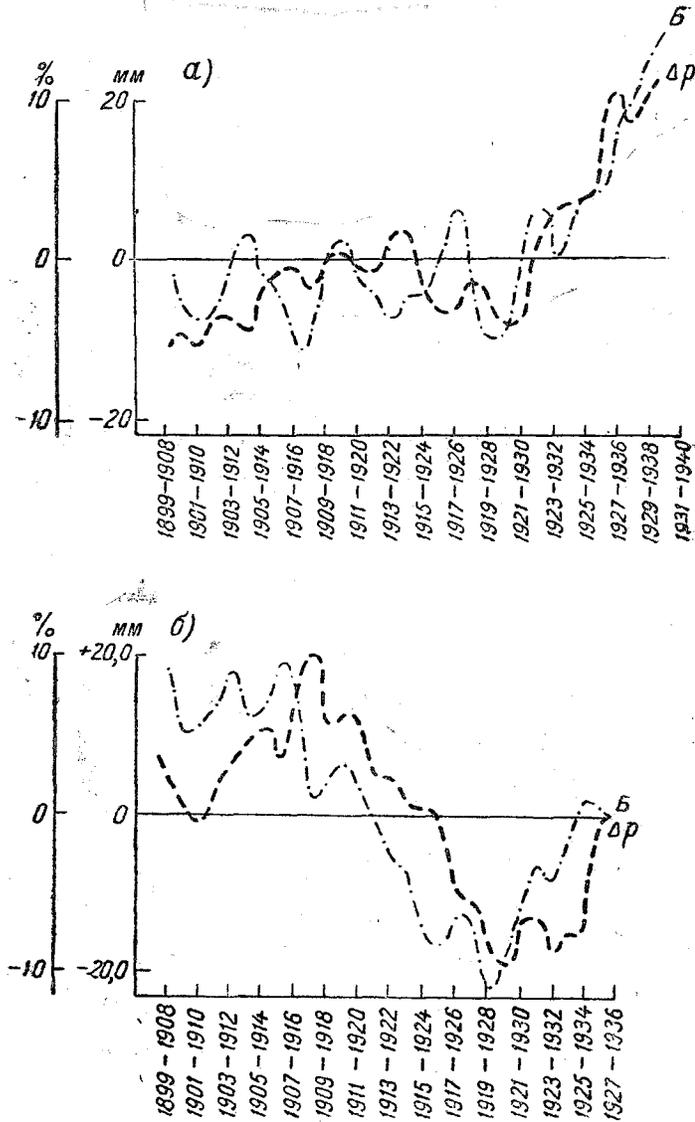


Рис. 7. Ход отклонений от многолетних средних величин группы Б циркуляции и атмосферных осадков по скользящим десятилетиям. Июнь.

а — Копенгаген, б — Барнаул.

нить их генезис. Совершенно ясно, что, по мере накопления нового материала, будет возникать необходимость в изучении новых особенностей и деталей. Но общая закономерность связи несомненно сохранится, так как она вытекает из физической сущности изучаемых процессов. Полученные результаты позволяют сделать следующее общее заключение.

Мы рассмотрели два основных климатических элемента (осадки и температуру), которые имеют важное значение для климатического райо-

нирования. Удовлетворительное согласование многолетнего хода этих элементов с ходом циркуляционных процессов делает достаточно обоснованным предположение о заметных изменениях во времени границ климатических областей в зависимости от колебаний атмосферной циркуляции. Описание примеров такой изменчивости границ климатических районов мы находим в литературе [27].

Отсюда вытекает второй существенный вывод. Очевидно, многолетние средние — «климатические нормы» — и проведенное на их основе климатическое районирование следует тесно связывать с циркуляцией и относить к определенному, ограниченному периоду, «эпохе», подобно тому

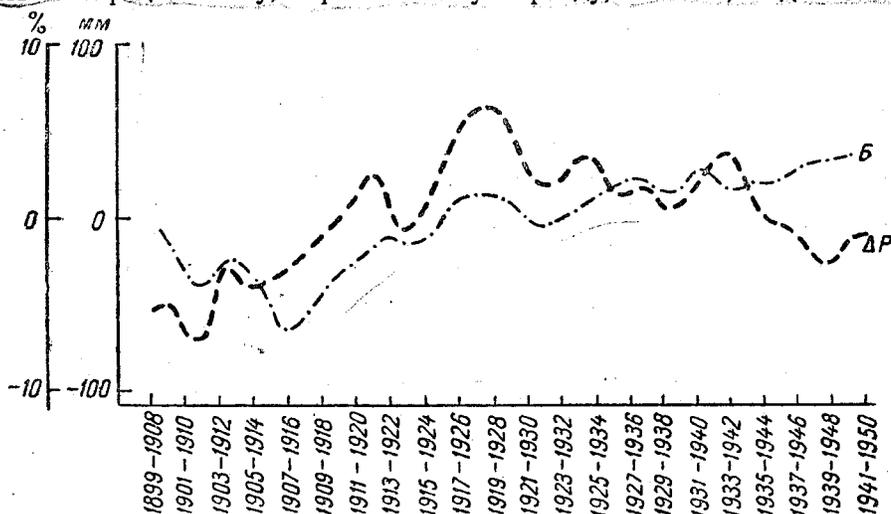


Рис. 8. Ход отклонений от многолетних средних величин группы Б циркуляции и атмосферных осадков, Лондон, Год.

как это делается для карт магнитного склонения. Стремление к максимальному удлинению ряда в данном случае не будет полезным.

Изложенные здесь краткие выводы позволяют, как нам кажется, подтвердить идею А. И. Воейкова о тесной связи колебаний климата с атмосферной циркуляцией. Такое заключение мы можем сделать на основании обширного материала, которым не располагал А. И. Воейков, и нам остается еще раз отдать должное его блестящему пониманию природных процессов и прекрасной научной интуиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алисов Б. П., Дроздов О. А., Рубинштейн Е. С. Курс климатологии, ч. I и II, Гидрометеоздат. Л. 1952.
2. Безрукова А. Я. Характер циркуляции земной атмосферы и солнечная активность. Бюлл. Комисс. по исслед. Солнца, № 5—6 (19—20). 1950.
3. Безрукова А. Я. Влияние солнечной активности и характера атмосферной циркуляции на колебание уровня озер и на засухи. Труды лабор. озеровед. АН СССР, т. III. 1954.
4. Белинский Н. А. Опыт установления индекса циркуляции атмосферы. Труды НИУ ГУГМС, сер. V, вып. 14. 1946.
5. Вангенгейм Г. Я. О колебаниях атмосферной циркуляции над северным полушарием. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., т. 10, № 5, 1946.
6. Вительс Л. А. Об определении индекса циркуляции по данным синоптического каталога. Метеор. и гидрол., № 5. 1947.
7. Вительс Л. А. Многолетние изменения барико-циркуляционного режима и их влияние на колебания климата. Труды ГГО, вып. 8 (70). 1948.
8. Воейков А. И. Климатические условия ледниковых явлений настоящих и прошедших. Зап. Минерал. общ., сер. 2, ч. 16. 1881.
9. Воейков А. И. Частые случаи очень высокого давления с 1907 по 1915 г. Метеорол. вестн., № 5—6. 1915.

10. Воейков А. И. Продолжается ли высыхание Туркестана Центральной Азии. *Метеорол. вест.*, № 1—12. 1920.
11. Воейков А. И. Климаты земного шара, в особенности России. СПб, 1884 (Избр. соч. т. I, изд. АН СССР. М. 1948).
12. Воейков А. И. Периодичны ли колебания климата и повсеместны ли они на Земле? *Метеорол. вестн.*, № 4—5, 1909; № 5—6, 11, 12, 1910 (Избр. соч., т. III, изд. АН СССР. 1952).
13. Гуревич Б. С. Макрометеорологический засухообразующий процесс. Труды ГГО, вып. 19 (81). 1950.
14. Дзердзеевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Труды НИУ ГУГМС, сер. II, вып. 21. 1946.
15. Дзердзеевский Б. Л. Предварительные данные о циркуляции атмосферы в дни с суховеями в Прикаспии. Сб. «Микроклиматические и климатические исследования в Прикаспийской низменности». Изд. АН СССР. М. 1953.
16. Дзердзеевский Б. Л., Монин А. С. Типовые схемы общей циркуляции атмосферы и индекс циркуляции. *Изв. АН СССР, сер. геофиз.*, № 6, 1954.
17. Дзердзеевский Б. Л. Метеорологические особенности 1954 г. на целинных и залежных землях Алтайского края и севера Казахстана. *Изв. АН СССР, сер. географ.*, № 2, 1955.
18. Курганская В. М. Характеристика засушливых периодов с точки зрения общей циркуляции атмосферы. *Изв. АН СССР, сер. географ.*, № 2. 1953.
19. Предтеченский П. П. Динамика климата в связи с изменениями солнечной деятельности. Труды ГГО, вып. 19 (81). 1950.
20. Рубинштейн Е. С. К проблеме изменения климата. Труды НИУ ГУГМС, сер. I, вып. 22. 1946.
21. Слуцкий Е. Е. К вопросу о существовании связи между солнечной постоянной и температурой. *Журн. геофиз.*, т. III, вып. 3. 1933.
22. Слуцкий Е. Е. Статистический эксперимент как метод исследования. Критические заметки к проблеме «Земля — Солнце». *Журн. геофиз.*, т. V, вып. 1. 1935.
23. Фельдман Я. И. Особенности метеорологического режима засушливого 1955 г. в районах целинных и залежных земель Северного Казахстана и Алтайского края. *Изв. АН СССР, сер. географ.*, № 2. 1956.
24. Шулейкин В. В. Физика моря. Изд. АН СССР. М. 1953.
25. Argstowski H. On climatic anomalies: atmospheric pressure problems. *Suppl. to the Bull. Am. Met. Soc.*, IV. 1945.
26. Gregor Z., Krivský L. Kolísání frontální zony během roku v oblasti Atlantiku a Evropy a ve vztahu k sluneční činnosti. *Publ. Astrof. Observ. Českoslov. Akad. věd, Ondřejov*, č 23, Praha. 1953.
27. Kendall H. M. Notes on climatic Boundaries in the Eastern United States. *The Geograph. Review*, v. XXV, N 1, Jan. 1935.
28. Klein W. H. The unusual weather and circulation of the 1948/49 winter. *Monthly Weather Review*, v. 77, N 4. 1949.
29. Klein W. H. The Weather and circulation of March 1953, including a review of this year's mild winter. *Monthly Weather Review*, v. 81, N 3. 1953.
30. Krivský L. Dlouhodobé kolísání ročních srážek v Praze—Klementinu v období 1805—1951 a ve vztahu k sluneční činnosti. *Publ. Astrof. Observ. Českoslov. Akad. věd, Ondřejov*, č 23, Praha. 1953.
31. Namias J. Characteristics of the General circulation over the Northern Hemisphere during the abnormal winter 1946/47. *Monthly Weather Review*, v. 75, N 8. 1947.
32. Picha J. Kolísání severoatlantické cirkulace v období 1881—1950. *Meteorol. Zprávy*, 1. 1953.
33. Rodewald M. Zur Frage der allgemeinen Zirkulation im strengen Winter 1928/29. *Ann. d. Hydrol. usw.*, N 12, 1937.
34. Rodewald M. Besonderheiten der nordhemisphärischen Zirkulation in der Jahren 1949—1951. *Ber. d. Deutsch. Wetterd. d. US Zone*, N 38. 1952.
35. Scherhag R. Die Erwärmung des Polargebietes. *Ann. d. Hydrol. usw.*, II, 1939.
36. Seidel G. Ein Betrag zur 16—jährigen Klimaschwankung. Leipzig. 1934.
37. Shaw N. *Manual of Meteorology*, v. II. Comparative Meteorology. Cambridge. 1936.
38. Wagner A. Die allgemeine Zirkulation im strengen Winter 1928/29. *Ann. d. Hydrol. usw.*, H. 10. 1937.

