

На правах рукописи

УДК 551.510.529:551.509.32

Пантелеева Екатерина Александровна

ВЕСЕННИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ СТРАТОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ И
ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДИНАМИКУ ТРОПОСФЕРЫ И АНОМАЛИИ
ПОГОДЫ

25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт – Петербург
2009

Диссертация выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете (РГГМУ)

Научный руководитель:

Доктор географических наук, профессор
Узрюмов Александр Иванович

Официальные оппоненты:

Доктор географических наук, профессор
Хандошко Леонид Андреевич

Кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник
Хайруллин Камиль Шейхович

Ведущая организация:

Военно – космическая академия им. А.Ф. Можайского

Защита состоится 18 июня 2009 г. в 15 часов 30 минут на заседании Диссертационного совета Д.212.197.01 при Российском государственном гидрометеорологическом университете по адресу: 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного гидрометеорологического университета.

Автореферат разослан «___» _____ 2009 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
доктор физ-мат. наук, профессор

А.Д. Кузнецов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Актуальность темы работы определяется необходимостью долгосрочного прогноза погоды на весенне-летние месяцы в целях гидрометеорологического обслуживания, прежде всего, сельскохозяйственного производства. Длительные аномалии погоды данного сезона оказывают влияние и на другие отрасли хозяйства и экономики: топливно-энергетический комплекс, транспорт, коммунальное хозяйство. К настоящему времени установлено, что формирование длительных аномалий циркуляции атмосферы и погоды во многом определяется воздействием на атмосферу внешних нестационарных факторов, таких как тепловое состояние океанов, ледяной покров морей, температура и влажность почвы, транспирация влаги лесными массивами, солнечная активность, колебания параметров вращения Земли, аэрозольное запыление воздуха после мощных вулканических извержений и др. К внешним факторам по отношению к тропосфере, где собственно и образуются длительные аномалии погоды, относится циркуляция в стратосфере. В холодном полугодии она мало, чем отличается от циркуляции воздуха в тропосфере (циркумполярный циклон и общий западно-восточный перенос), однако в теплое полугодие в стратосфере выше 20 км формируется планетарный циркумполярный антициклон, обуславливающий восточно-западный перенос над всем полушарием. Ничего подобного в тропосфере не происходит, летом здесь сохраняется несколько ослабленный западно-восточный перенос. В

результате характер волнового взаимодействия между тропосферой и стратосферой зимой и летом совершенно различен.

Хорошо известно, что сроки перехода стратосферной циркуляции от зимнего к летнему режиму испытывают сильные межгодовые колебания: бывают ранние стратосферные весенние перестройки (март), средние (апрель) и поздние (май). В зависимости от срока стратосферной перестройки должен находиться и характер волнового взаимодействия в системе стратосфера-тропосфера в течение всех весенних месяцев и в начале лета. Это должно приводить к разным условиям циркуляции тропосферы и погоды в упомянутый период, особенно в годы ранних и поздних стратосферных перестроек. Данное утверждение сформулировано на основании целого ряда работ, в которых такая зависимость обнаружена. Однако в этих работах, как правило, исследовались малые временные ряды данных, разделение сроков стратосферных перестроек на типы производилось качественно, не было попыток прогноза срока стратосферной перестройки.

Научная актуальность данной работы обусловлена тем, что в ней поставлена задача на основании данных с 1958 по 2003 гг. (46 лет) провести объективную классификацию типов весенней перестройки стратосферной циркуляции, изучить факторы, влияющие на ее срок, оценить возможности прогноза срока перестройки, а также исследовать влияние срока весенней перестройки стратосферной циркуляции на динамику тропосферы и формирование весенне-летних аномалий погоды в России. В таком объеме исследования по данному научному направлению еще не проводились.

Цель диссертационной работы

Исследовать динамику весенних перестроек стратосферной циркуляции и их влияние на циркуляцию тропосферы, а также на формирование условий погоды на Европейской территории России (ЕТР). Для достижения этой цели решались следующие задачи на основании материалов за 1958 – 2003 гг.:

- 1.Объективная классификация весенних перестроек стратосферной циркуляции по сроку осуществления.
- 2.Выявление причин межгодовых различий в сроках весенних перестроек стратосферной циркуляции и определение предикторов срока перестройки.
3. Оценка реакции тропосферной циркуляции в марте – июне на срок весенней перестройки циркуляции в стратосфере.
- 4.Определение характерных аномалий погоды в марте – июне на ЕТР в зависимости от срока весенней перестройки стратосферной циркуляции.

Основные положения, выносимые на защиту

- 1.Объективная классификация сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции.
- 2.Зависимость срока весенней перестройки стратосферной циркуляции от уровня солнечной активности (радиационный фактор) и интенсивности межширотного обмена в зимней стратосфере (динамический фактор).
- 3.Преобладающие модели циркуляции в тропосфере (март - июнь) при ранних и поздних весенних перестройках стратосферной циркуляции.

4. Распределение аномалий температуры воздуха и количества осадков на ЕТР в марте – июне при ранних и поздних весенних перестройках стратосферной циркуляции.

Научная новизна

1. Впервые произведена объективная классификация сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции (уровень 10 гПа), установлено их разделение на ранние, средние и поздние с фиксированными временными границами.

2. Впервые оценены климатические тренды повторяемости ранних и поздних типов весенней перестройки циркуляции в стратосфере за период с 1958 по 2003 гг.

3. Получены новые зависимости срока весенней перестройки стратосферной циркуляции от уровня солнечной активности и общего содержания озона (радиационные факторы), а также от интенсивности межширотного воздухообмена в зимней стратосфере (динамический фактор).

4. Оценена вероятность альтернативного осуществления ранних или поздних весенних стратосферных перестроек в текущем году по данным за февраль.

5. Выявлены преобладающие элементарные циркуляционные механизмы по Б.Л.Дзердзеевскому в марте – июне при ранних и поздних весенних перестройках циркуляции в стратосфере.

6. Установлено характерное распределение по ЕТР очагов аномалии температуры воздуха и количества осадков в марте – июне при ранних и поздних весенних перестройках стратосферной

циркуляции.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность выводов диссертации подтверждается максимально возможным объемом данных, привлеченных для исследования, современными методами обработки материала и установления статистических зависимостей, сравнением результатов диссертации с закономерностями, установленными в более ранних работах.

Практическая значимость работы

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с плановой тематикой научно-исследовательских работ РГГМУ «Циклические процессы в системе океан-атмосфера и их влияние на формирование аномалий погоды и климата». Результаты работы внедрены в учебный процесс РГГМУ по дисциплине «Долгосрочные метеорологические прогнозы».

Результаты диссертации могут быть использованы для совершенствования существующих и разработки новых моделей стратосферной циркуляции, для разработки новых схем долгосрочного прогноза погоды на месяц и сезон в следующих организациях: Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова, Центральная аэрологическая обсерватория, Военно-космическая академия им. А.Ф.Можайского, кафедра физики атмосферы Санкт-Петербургского государственного университета.

Апробация работы и публикации

Основные результаты работы докладывались на семинарах кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ (2008, 2009 гг.), на итоговой сессии Ученого совета РГГМУ по направлению метеорология (2008, 2009 гг.).

По теме диссертации опубликованы 2 научные работы.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составляет 107 страниц, включая приложения, а также 40 рисунков и 10 таблиц. Список литературы составляет 82 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Во введении сформулирована научная проблема, актуальность ее решения, цель и задачи работы, защищаемые положения и их практическое значение.

Глава 1. Циркуляция в стратосфере и ее влияние на формирование аномалий погоды

Взаимодействие циркуляционных процессов в тропосфере и стратосфере всегда привлекало внимание исследователей, особенно с точки зрения использования закономерностей этого взаимодействия в долгосрочных прогнозах погоды. В стратосфере (выше уровня 50 гПа) существуют две сезонных разновидности циркумполярного вихря (ЦПВ): в холодную часть года, здесь господствует планетарный циклонический вихрь с сопутствующим западно-восточным

переносом, а в теплую часть года все полушарие занято циркумполярным антициклоном с центром высокого давления точно над полюсом и с противоположным восточно-западным переносом воздушных масс.

Преобразование циклонического ЦПВ в антициклонический вызвано, главным образом, прогревом озоносферы, благодаря поглощению ультрафиолетовой (УФ) радиации озоном в спектральном диапазоне с 0.18 мкм по 0.30 мкм. Быстрый подъем изобарических поверхностей и образование над полюсом планетарного стратосферного очага тепла в полярной стратосфере происходит в марте – мае, над полюсом образуется устойчивый антициклон и над всем полушарием устанавливается восточная циркуляция. Формирование летней циркуляции осуществляется сначала на верхних уровнях стратосферы (выше 10 гПа, 31 км), а затем распространяется вниз.

При относительном постоянстве сезонного хода интенсивности солнечной радиации в умеренных и высоких широтах следует ожидать, что и срок весенней перестройки циркуляции в стратосфере из года в год должен меняться мало. Однако уже в первых работах по динамике стратосферы было установлено, что этот срок испытывает значительные межгодовые колебания в пределах двух месяцев – от середины марта до почти, что середины мая. Следовательно, в формировании летней стратосферной циркуляции принимают участие не только относительно постоянные радиационные факторы, но и другие процессы, влияющие на тепловой баланс стратосферы. Однако определенных зависимостей до сих пор не найдено.

Поскольку циркумполярные вихри являются глобальными образованиями, отражающими наиболее крупные закономерности циркуляции атмосферы в целом, ранее был сделан ряд достаточно успешных попыток проследить зависимость характера циркуляции в тропосфере в весенне-летний период от срока стратосферной перестройки с зимнего режима на летний. На ограниченном материале было показано, что барический, температурный режим и режим осадков на ЕТР при ранних и поздних перестройках в стратосфере существенно различаются. Так, на ЕТР при ранних перестройках в июне преобладают антициклоны, сухая и жаркая погода, при поздних циклоны, обилие осадков и пониженный температурный фон.

Однако все эти работы базировались на довольно коротких рядах наблюдений, сейчас имеется возможность изучить связи стратосфера-тропосфера на материалах уже десятков лет, что, конечно, повысит их достоверность. В нашем распоряжении имеется каталог сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции на изобарической поверхности 10 гПа (около 31 км) за 46 лет (с 1958 по 2003 гг.).

Глава 2. Анализ сроков весенней перестройки циркуляции в стратосфере

Для анализа статистического распределения сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции были рассмотрены 46 лет, с 1958 по 2003 гг. Однако даты перестройки в разные годы определялись разными методами. Даты весенней перестройки с 1958 по 1969 гг., были взяты из работы А.И. Угрюмова, где используется индекс зональной циркуляции атмосферы А.Л. Каца:

$$I_3 = \frac{H_1 - H_2}{\varphi_2 - \varphi_1} \quad (1)$$

где $(H_1 - H_2)$ – разность осредненных по всему полушарию значений геопотенциала на соответствующих широтах φ :

$$\varphi_1 = 0^\circ \text{ с.ш.}; \varphi_2 = 70^\circ \text{ с.ш.}$$

При $(H_1 - H_2) > 0$ в стратосфере полушария преобладает западно-восточный перенос (циклоническая циркуляция) при котором $I_3 > 0$, при $(H_1 - H_2) < 0$ – восточно-западный перенос (антициклоническая циркуляция). Дата весенней перестройки циркуляции однозначно определяется как момент перехода значений I_3 через ноль.

Ежегодные даты весенней перестройки с 1970 по 2003 гг. определялись по методу Д.А. Педя с использованием временного хода значений планетарного вихря скорости на той же изобарической поверхности 10 гПа.

Переменной величиной в формуле вихря является разность $(H - H_0)$. Где H – среднее значение геопотенциала на 40° с.ш., H_0 – значение геопотенциала на полюсе. При $(H - H_0) > 0$ наблюдается циклонический вихрь и соответствующий ему западно-восточный перенос. При $(H - H_0) < 0$ отмечается антициклонический вихрь и восточно-западный перенос. Срок перестройки определяется как дата перехода разности $(H - H_0)$ к отрицательным значениям.

В обоих способах используется временной ход очень близких по физическому смыслу величин, меридиональная разность геопотенциала. Таким образом, на основании изложенного будем считать, что примененный для исследования временной ряд сроков

весенней перестройки циркуляции в стратосфере является однородным.

Данные по срокам перестройки были подвергнуты статистической обработке на предмет классификации. Было установлено, что статистическое распределение сроков перестройки обладает выраженной многомодальностью: наблюдается разделение сроков перестройки на ранние, средние и поздние. Для расчета теоретической повторяемости дат перестроек разных типов эмпирическая гистограмма повторяемости была аппроксимирована тремя функциями нормального распределения. Теоретические даты, разделяющие перестройки по сроку на ранние, средние и поздние, определялись как даты, при которых пересекаются кривые нормального распределения. Таковыми являются: 5 апреля – граница между ранними и средними по сроку перестройками, и 26 апреля – граница между средними и поздними перестройками.

В соответствии с установленными критериями все даты весенних перестроек стратосферной циркуляции с 1958 по 2003 гг. были разделены на три типа, которые представлены в таблице 1. Как видно из данных таблицы, распределение перестроек по срокам достаточно равномерное, однако довольно длинный ряд данных позволяет уже исследовать климатические тренды повторяемости типов перестроек. На рисунке 1, где представлен временной ход повторяемости ранних и поздних весенних стратосферных перестроек, сглаженный 10-летним скользящим осреднением, видно, что максимум повторяемости ранних перестроек (минимум – поздних) приходится на 1970 – 1980-е годы. Именно в эти годы отмечалось относительное похолодание

Таблица. 1 – Типы и даты весенних перестроек циркуляции в стратосфере Северного полушария на уровне 10 гПа (31 км) с 1958 по 2003 гг.

Типы перестроек		
Ранние	Средние	Поздние
1959 – 20 марта	1960 – 17 апреля	1958 – 10 мая
1961 – 15 марта	1965 – 18 апреля	1962 – 1 мая
1964 – 19 марта	1966 – 25 апреля	1963 – 10 мая
1972 – 25 марта	1969 – 16 апреля	1967 – 27 апреля
1974 – 23 марта	1970 – 11 апреля	1968 – 28 апреля
1975 – 18 марта	1971 – 24 апреля	1973 – 12 мая
1976 – 31 марта	1979 – 8 апреля	1981 – 13 мая
1977 – 29 марта	1982 – 6 апреля	1987 – 1 мая
1978 – 25 марта	1988 – 8 апреля	1990 – 12 мая
1980 – 9 марта	1989 – 18 апреля	1997 – 29 апреля
1983 – 18 марта	1991 – 10 апреля	1999 – 1 мая
1984 – 13 марта	1993 – 13 апреля	2001 – 9 мая
1985 – 28 марта	1995 – 17 апреля	2002 – 8 мая
1986 – 22 марта	1996 – 10 апреля	–
1992 – 24 марта	2000 – 11 апреля	–
1994 – 3 апреля	2003 – 17 апреля	–
1998 – 28 марта	–	–

глобального климата. После 1980 – 1985 гг. началось наблюдаемое ныне глобальное потепление, и число ранних перестроек также начало уменьшаться. Этому интересному факту трудно пока дать объяснение,

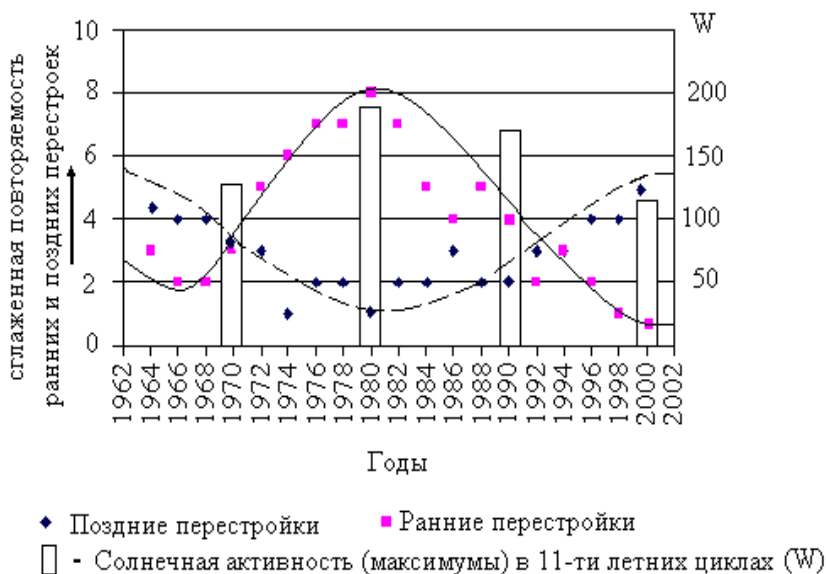


Рисунок 1 – Многолетний ход повторяемости ранних и поздних весенних перестроек стратосферной циркуляции и максимальные значения чисел Вольфа в 11-ти летних циклах солнечной активности

тем не менее, на рисунке видно, что именно в годы максимума повторяемости ранних перестроек отмечался максимум солнечной активности в ее вековом ходе.

Глава 3. Факторы межгодовых колебаний сроков весенней перестройки циркуляции в стратосфере

Рассмотрены статистические связи основных нестационарных факторов весеннего прогрева полярной стратосферы – солнечная активность, общее содержание озона, межширотный воздухообмен – со сроками весенней перестройки стратосферной циркуляции. Солнечная активность. Сравнивался многолетний ход показателя солнечной активности (чисел Вольфа W) в январе – марте с

повторяемостью типов весенней перестройки. Указанная повторяемость последовательно рассматривалась по отношению к аномалиям W , максимумам и минимумам W в ходе 11-летней цикличности, периодам роста и спада W . Из данных таблицы 2 видно,

Таблица. 2 – Повторяемость типов весенней перестройки циркуляции в стратосфере (количество случаев) в зависимости от уровня солнечной активности в январе – марте

Тип перестройки	Солнечная активность					
	Выше нормы	Ниже нормы	Максимум	Минимум	Рост	Спад
Ранний	5	11	2	8	3	13
Средний	9	6	7	4	8	8
Поздний	7	5	5	3	10	5

что определенная реакция типа перестройки на уровень солнечной активности есть, при этом она наиболее четко проявляется при рассмотрении периодов роста и спада W : ранние перестройки в 81 % случаев происходят при спаде солнечной активности, поздние в 67 % случаев – при росте солнечной активности. Средние по сроку перестройки реакции на числа Вольфа практически не обнаруживают.

Объяснить полученную связь можно следующим образом: в ряде работ показано, что максимум ультрафиолетовой радиации (УФР) Солнца отмечается в годы, следующие за максимумом W в 11-летнем цикле, т.е. именно на спаде солнечной активности. В эти годы возрастает вероятность более быстрого весеннего прогрева полярной стратосферы за счет поглощения УФР озоном и, соответственно, ранних перестроек, что и отражено в найденной нами зависимости.

Общее содержание озона. Рассматривались аномалии общего содержания озона (ОСО) в атмосфере над территорией России в январе-марте (с 1973 по 2002 гг.) в годы ранних, средних и поздних по сроку весенних перестроек стратосферной циркуляции. Особое внимание уделялось районам Восточной Сибири, близким к местоположению северотихоокеанского стратосферного антициклона, продвижение которого на полюс в весенние месяцы часто является началом сезонной перестройки циркуляции. Установлено, что в годы ранних перестроек отмечаются значения ОСО выше нормы, либо около нормы (исключение – 1992 г.). В годы поздних перестроек ОСО меньше нормы, либо около нормы (рисунок 2). В годы средних

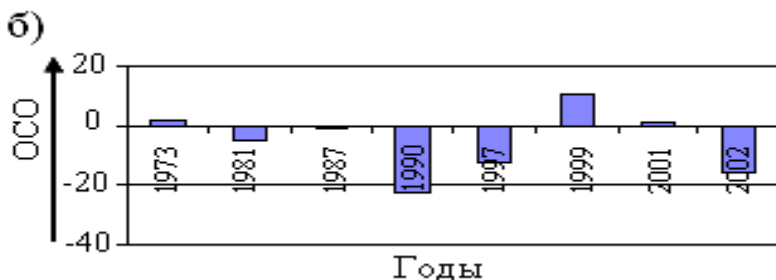
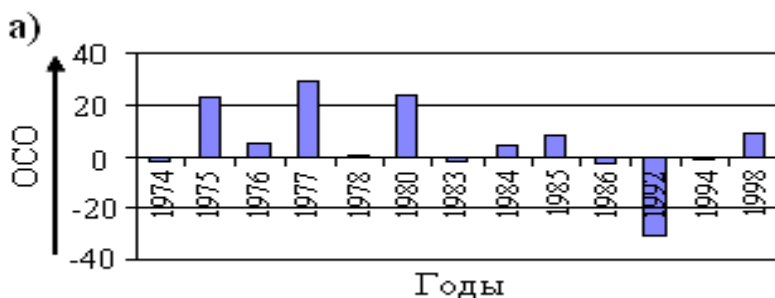


Рисунок 2 – Отклонение общего содержание озона от нормы
 а) ранние и б) поздние перестройки стратосферной циркуляции

по сроку перестроек возможны как положительные, так и отрицательные аномалии ОСО.

Межширотный воздухообмен. Способствует адвективному прогреву зимней полярной стратосферы перед весенней перестройкой циркуляции. В качестве показателя межширотного воздухообмена (МВО) использовались значения меридиональной составляющей скорости ветра на уровне 10 гПа, осредненные по всему Северному полушарию вдоль кругов широты от 0 до 80° с.ш. Установлено, что наибольшие различия МВО перед разными типами весенней перестройки циркуляции отмечаются в феврале (рисунок 3). Видно, что перед ранними перестройками аномалии МВО существенно

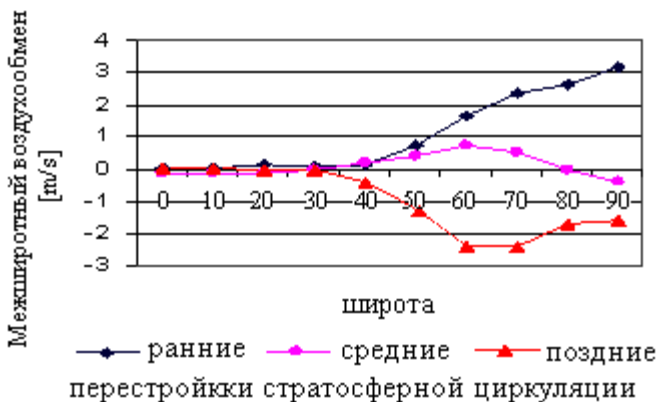


Рисунок 3 – Аномалия межширотного воздухообмена (10 гПа) в феврале, перед разными типами весенних перестроек циркуляции

положительные севернее 50° с.ш., т.е. осуществляется интенсивный адвективный прогрев полярной стратосферы. Перед поздними перестройками аномалии МВО, напротив, отрицательные, т. е.

адвективное поступление тепла на полюс существенно ослаблено. При средних по сроку перестройках МВО близок к норме. Таким образом, установлена очевидная зависимость срока перестройки от интенсивности МВО в самом конце зимы.

Характерно, что все исследованные факторы, влияющие на срок весенней перестройки (радиационные – солнечная активность, ОСО, динамический – МВО), обнаружили значимые различия только в годы ранних и поздних перестроек. В годы средних по сроку перестроек численные значения, характеризующие данные факторы, могут быть любыми.

Оценка возможности прогноза срока весенней перестройки стратосферной циркуляции.

Производилась только для ранних и поздних по сроку перестроек по причине, указанной выше. Из трех возможных предикторов срока перестройки, рассмотренных выше, были выбраны только два – солнечная активность и МВО. Дело в том, что в зимнее – весенней стратосфере количество озона в полярных районах в значительной мере является функцией межширотного обмена (адвекция озона из тропических районов). В работе проверена связь между ОСО и МВО для периода январь – март, она оценивается коэффициентом линейной корреляции 0,62, значимым с вероятностью 95 %. Таким образом, предикторы ОСО и МВО являются зависимыми и в схеме прогноза одновременно использованы быть не могут.

На рисунке 4 представлена дискриминантная функция, разделяющая случаи ранних и поздних перестроек на двумерной

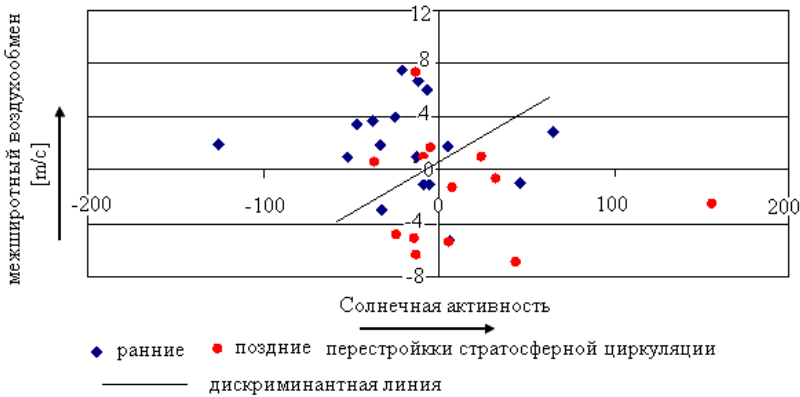


Рисунок 4 – Суммарная зависимость типа перестройки от аномалий солнечной активности и межширотного воздухообмена

плоскости аномалий МВО в феврале и межгодового изменения солнечной активности (чисел Вольфа) в январе – марте. Использование данной зависимости для прогноза типа весенней перестройки дает следующий результат (без учета точек, близких к дискриминантной функции): осуществление ранней либо поздней перестройки может прогнозироваться в феврале с вероятностью около 80 %.

Глава 4. Влияние весенних перестроек стратосферной циркуляции на динамику тропосферы и аномалии погоды.

В данной главе описаны статистические связи между типами весенней стратосферной перестройки и сопутствующими им циркуляционными процессами в тропосфере и характером погоды в весеннее – летние месяцы (март – июнь).

Одним из эффективных способов описания особенностей циркуляции в тропосфере является классификация элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) по Б.Л. Дзерdzeевскому. Эта классификация синоптических процессов, сведенных в 13 состояний циркуляции на пространстве северного полушария, основана на учете связи между севером и югом северного полушария. Каждый ЭЦМ характеризуется количеством и направлением арктических вторжений в умеренные широты. Классификация построена так, что при возрастании номеров ЭЦМ возрастает интенсивность вторжений и меридиональность циркуляции.

Архив данных по повторяемости ЭЦМ был получен из Института географии Российской Академии наук. За четыре месяца (март, апрель, май, июнь) периода с 1958 по 2004 гг. была проанализирована повторяемость 13 основных типовых схем ЭЦМ при ранних, средних и поздних типах перестройках стратосферной циркуляции. Для всех типов перестройки стратосферной циркуляции было рассчитано количество дней всех ЭЦМ по годам и месяцам с марта по июнь за 43 года. Далее вычислялись нормы повторяемости каждого типа ЭЦМ для каждого месяца с марта по июнь и отклонения повторяемости ЭЦМ от этих норм (аномалий). Именно эти аномалии служили критерием при определении особенностей тропосферной циркуляции в весеннее – летнее время в годы разных типов стратосферных перестроек.

Анализ повторяемости аномалий ЭЦМ показал, что циркуляция в весеннее – летней тропосфере заметно реагирует на тип весенней стратосферной перестройки. Это, главным образом, относится к

меридиональным типам ЭЦМ номеров 8, 9, 10, 11 и 12, причем обнаруженные различия в повторяемости ЭЦМ наблюдаются только между годами ранних и поздних стратосферных перестроек. В годы средних по сроку перестроек определенного преобладания каких-либо типов ЭЦМ не обнаруживается. По данным таблице 3 можно сделать следующие выводы о характере циркуляции в тропосфере в марте-июне при разных типах стратосферной перестройки.

Таблица. 3 – Отклонение от нормы (%) повторяемости двух групп ЭЦМ в годы ранних и поздних весенних перестроек стратосферной циркуляции

Тип перестройки	ЭЦМ	Март	Апрель	Май	Июнь
Ранняя перестройка	8,10,11	26	34	9	16
	9,12	-8	-13	-26	-23
Поздняя перестройка	8,10,11	3	-17	-13	-7
	9,12	16	6	21	78

Ранние перестройки. Преобладающими по аномалиям повторяемости ЭЦМ являются типы 8; 10 и 11. Для которых характерны арктические вторжения и антициклонический характер циркуляции на ЕТР, особенно в марте и апреле. Отрицательная аномалия повторяемости приходится на ЭЦМ 9 и 12 типов, в которых ЕТР занята полем пониженного давления, за счет выходов южных циклоном.

Поздние перестройки. В эти годы преобладания антициклонической погоды в марте-июне ожидать не должно, судя по пониженной повторяемости типов 8, 10 и 11. Усиленная повторяемость типов 9 и 12, особенно в мае – июне, будет приводить

к частым вторжениям на ЕТР южных циклонов через Европу, Средиземное и Черное моря.

На основании установленных выше особенностей циркуляции атмосферы можно установить преобладающий характер погоды в марте – июне при ранних и поздних весенних перестройках стратосферной циркуляции.

Выводы о характере погоды можно сделать на основании использования типизации синоптических процессов в атлантико-европейском секторе, предложенной А.Л.Кацем. Для каждого из исследованных типов ЭЦМ Б.Л.Дзержевским построены средние типовые карты АТ₅₀₀. При преобладании типов ЭЦМ номеров 8, 10 и 11, характерных для ранних стратосферных перестроек, над ЕТР формируется высотный гребень, над Западной Европой и Западной Сибирью – высотные ложбины. Это тип циркуляции Ц по Кацу, для которого имеются стандартные поля аномалий температуры воздуха и осадков теплого и холодного полугодий. Исходя из анализа данных стандартных полей, следует ожидать при ранних перестройках стратосферной циркуляции преобладания дефицита осадков в марте-июне на всей ЕТР (80 % от нормы), сопровождающегося постепенным повышением аномалии температуры воздуха от отрицательных значений в марте – апреле (-1; -2°C) до положительных (2 – 3°C) в мае – июне. Таким образом, при ранних перестройках стратосферной циркуляции весна на ЕТР имеет затяжной характер, а начало лета отличается жаркой погодой (см. рисунок 5).

При поздних стратосферных перестройках (преобладание ЭЦМ номеров 9 и 12) над ЕТР и Центральной Европой в марте – июне

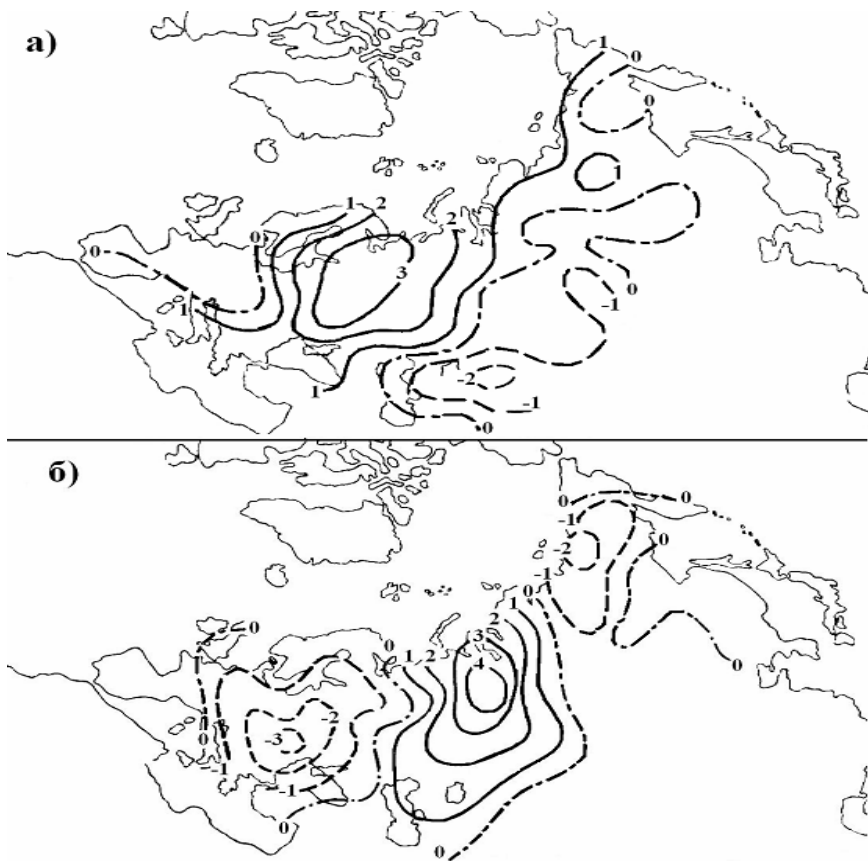


Рисунок 5 – Средняя аномалия температуры воздуха в июне
 а) ранние и б) поздние перестройки стратосферной циркуляции

формируется высотная ложбина, над Западной Европой и Западной Сибирью – высотные гребни. Это тип циркуляции С по Кацу, стандартные поля количества осадков которого характеризуются положительными аномалиями осадков на ЕТР (150 – 180 % от нормы) в течение всего периода март-июнь. Аномалия температуры воздуха изменяется в упомянутом периоде от положительных в марте – апреле

(1 – 3°C) до отрицательных (-2; -3°C) – в мае – июне (рисунок 5). Таким образом, при поздних перестройках стратосферной циркуляции весна на ЕТР бывает ранней с переходом к прохладной погоде в начале лета.

Сформулированные выше выводы могут быть основой для дальнейшей разработки количественного метода долгосрочного прогноза характера весенне – летней погоды на ЕТР и в прилегающих районах на основании учета дат весенней перестройки стратосферной циркуляции в Северном полушарии.

Основные выводы исследования (заключение)

При выполнении настоящей диссертационной работы получены следующие основные научные и практические результаты:

1. Произведена объективная классификация весенних перестроек стратосферной циркуляции (10 гПа) за 46 лет (с 1958 по 2003 гг.) по окуп осуществления: ранние перестройки (до 6 апреля), средние (7 – 26 апреля) и поздние (после 27 апреля).

2. Установлена степень влияния основных факторов весеннего прогресса полярной стратосферы на межгодовые колебания сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции:

- ранние перестройки в 81 % случаев осуществляются на спаде солнечной активности в 11-летнем цикле; поздние перестройки в 67 % случаев происходят при росте солнечной активности;

- ранние перестройки сопровождаются положительными аномалиями ОСО в приполярных районах Северного полушария (15 – 20 е.Д.); поздние – отрицательными аномалиями ОСО (-15, -20 е.Д.);

- ранним перестройкам предшествует усиленный МВО в стратосфере Северного полушария в феврале, поздним – ослабленный.

3. Оценена возможность прогноза срока весенней перестройки циркуляции в стратосфере Северного полушария по данным о межгодовых изменениях чисел Вольфа в конце зимы (солнечная активность) и аномалиях МВО в феврале. Данные предикторы позволяют в феврале прогнозировать раннюю либо позднюю перестройку с вероятностью около 80 %. Средние по сроку перестройки прогнозу не поддаются.

4. Установлены преобладающие типы ЭЦМ в тропосфере в марте – июне в годы ранних и поздних весенних стратосферных перестроек.

На ЕТР в годы ранних перестроек преобладает процесс вторжения арктических антициклонов, в годы поздних перестроек – выходы южных циклонов.

5. Установлен преобладающий характер погоды в марте – июне на ЕТР в годы ранней и поздней весенней стратосферной перестройки:

- дефицит осадков и постепенное повышение аномалий температуры воздуха от отрицательных в марте – апреле до положительных в мае-июне при ранних перестройках;

- избыток осадков и постепенное уменьшение аномалий температуры воздуха от положительных в марте – апреле до отрицательных в мае-июне при поздних перестройках.

Список работ по теме диссертации

1. Связь весенних перестроек циркуляции в стратосфере с характером тропосферных процессов в марте – июне. //

Метеорология и гидрология. – 2009. № 2. – с.29 – 37 (совместно с Е.А. Дунаевой, А.И. Угрюмовым).

2. Весенние перестройки циркуляции в стратосфере в 1959-2003 годах. // Ученые записки РГГМУ. – 2008. №5.– с.25 – 32. (совместно с А.И. Угрюмовым).

Бакулина Е.А - Пантелеева Е.А с 2008 г.