

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТЕОРОЛОГІЯ,
КЛІМАТОЛОГІЯ
ТА ГІДРОЛОГІЯ**

Міжвідомчий науковий збірник України

Заснований у 1965 році

ВИПУСК 45

Одеса
Астропринт
2002

УДК 551.5

Хохлов В.Н., к.г.н.

Одесский государственный экологический университет

Испарение и осадки над Северным полушарием

В статье на основе данных GDAAC исследуются параметры, влияющие на влагооборот атмосферы, такие как осадки, испарение и потоки влаги. Найдено, что среднеширотное распределение осадков хорошо коррелируется с сезонными положениями климатического полярного фронта. Также, определено, что за вторую половину 20-го века зона засушливости распространилась на 10° к северу и достигла 48° с.ш.

Водный баланс атмосферы связывает между собой испарение влаги с поверхности океанов и материков, горизонтальный перенос влаги, конденсацию влаги и выпадение осадков.

Влагооборот в атмосфере сильно влияет на тепловой баланс системы Земля - атмосфера. Освобождаемая в процессе конденсации теплота меняет соотношение между приходящей и уходящей радиацией вследствие чего изменяется бароклинность атмосферы, которая, в свою очередь, воздействует на угловой момент, вихрь скорости и кинетическую энергию.

Наиболее интересные результаты, относящиеся к исследуемой проблеме, получены в [1-5]. Однако, как указано в [6], эти результаты были подвержены ошибкам, связанным, прежде всего, с недостаточной точностью исходной информации.

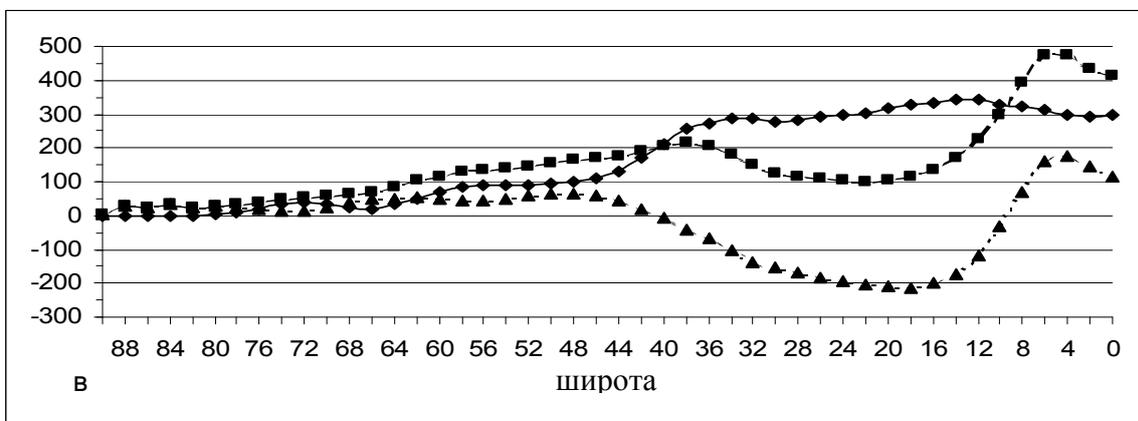
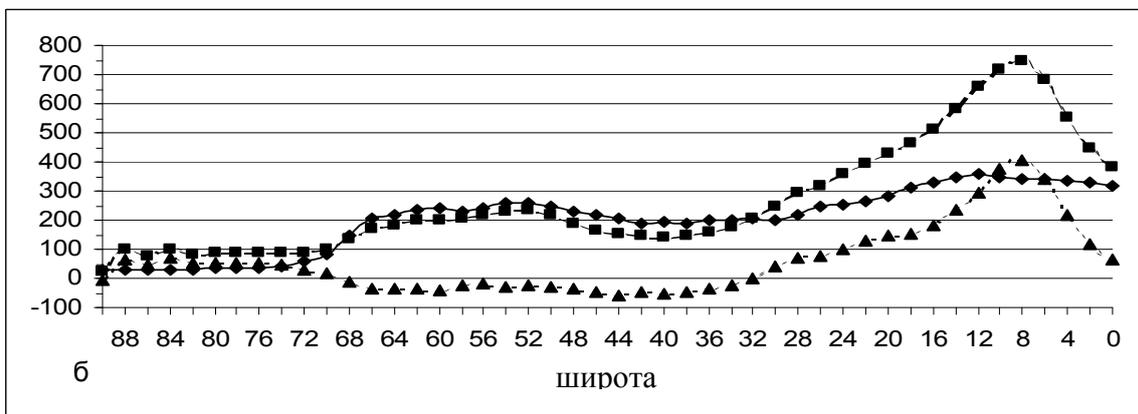
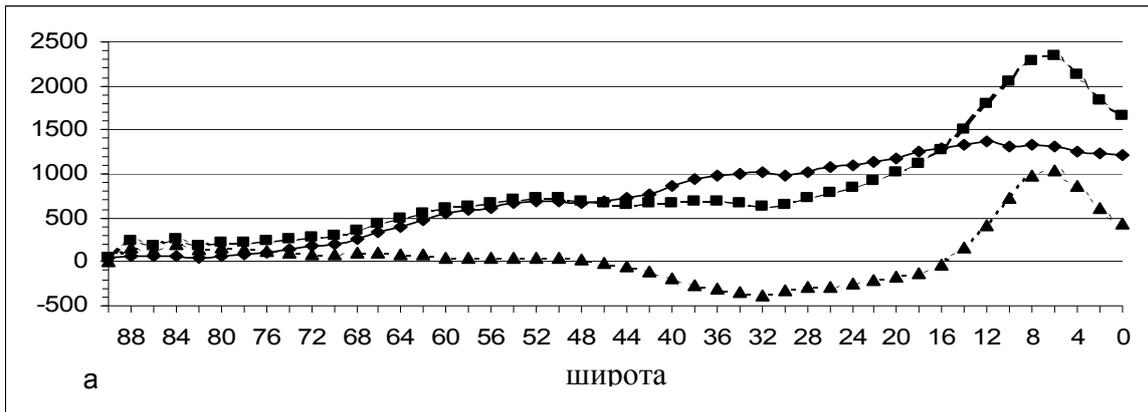
Данные и методика исследования

Приводимое ниже исследование основано на расчетах по данным, которые появились совсем недавно. Использовалась версия 1998 г. данных, подготовленных Центром по распределению данных Годдарда (Goddard Distributed Active Archive Center – GDAAC) и специально предназначенных для исследования изменений климата, общей циркуляции атмосферы и т.д.

Методика расчета среднеширотных величин сводится к следующему. Значения суммарных за сезон или год величин осадков и испарения затем осреднялись по широтным кругам от 0° до 90° с.ш. с шагом 2° .

Среднеширотное распределение осадков и испарения

Сначала остановимся на величинах испарения и осадков (рис.1). Как



—◆— ряд 1 -■- ряд 2 ▲..... ряд 3

ряд 1 – испарение E ; ряд 2 – осадки P ; ряд 3 – разница ($P - E$)

Рис. 1 – Среднезональное распределение за год (а), лето (б) и зиму (в) испарения, осадков и их разницы (а – мм год⁻¹; б, в – мм сезон⁻¹).

видно, в целом за год (рис.1а) величина испарения постепенно уменьшается от экватора к полюсу, причиной чего, судя по всему, является радиационный баланс. В то же время имеется два пика осадков: первый – в районе 10° с.ш., то есть в районе восходящей ветви ячейки Гадлея, и второй – в умеренных широтах, обусловленный климатическим полярным фронтом.

Естественно принять, что положительные значения ($P - E$) – иссушение атмосферы, а отрицательные – иссушение подстилающей поверхности. Тогда (см. рис.1а), засушливая зона в северном полушарии располагается между 16 и 48° . Именно в этих широтах располагается зона пустынь (Мексика, Сахара, Саудовская Аравия, Гоби и др.). Подтверждением служат и результаты, приведенные в [7].

Интересно сравнить представленные результаты (обозначим их D_1) с данными (D_2), полученными ранее [8]. Во-первых, величины осадков по D_1 в районе 10° на 500 мм/год больше, а в районе 50° - на 200 мм/год меньше. Во-вторых, минимум осадков с 24° сместился в район 32° . Все это привело к тому, что по сравнению с D_2 засушливая зона распространилась на 10° к северу.

Анализируя аналогичные величины для зимы и лета можно сделать следующие выводы.

Летом (рис.1б) максимумы осадков остаются в тех же географических пределах, что и для всего года, однако иссушение подстилающей поверхности наблюдается с 32° по 69° , что свидетельствует о недостаточности осадков над материками при большом испарении. Однако можно выделить резкое увеличение осадков около 52° и столь же резкое уменьшение возле 66° . Такое распределение свидетельствует о наличии климатического полярного фронта.

Зимой (рис.1в) отмечается резкое уменьшение испарения выше 40° вследствие, скорее всего, наличия облачности на фронтах, и, как результат, насыщение влагой подстилающей поверхности. Также, помимо максимума осадков в тропической зоне, на 38° наблюдается резкое увеличение количества осадков. Если сравнить с летом, то можно говорить о смещении климатического полярного фронта на юг и увеличении ширины климатической фронтальной зоны. Отмечается также смещение ячейки Гадлея к югу и уменьшение осадков в зоне ее действия в $1,5$ раза по сравнению с летом (ср. рис. 1 б и в), в то время как в районе климатического фронта интенсивность осадков одинаковая и зимой и летом. Наблюдаются также резкое увеличение осадков перед климатической фронтальной зоной и уменьшение испарения за счет облачности на фронте.

Распределение осадков, испарения и потоков влаги над океанами и материками

Проведенный ранее анализ относительно среднеширотных значений

испарения, осадков и потоков водяного пара, хотя и представляет интерес, но обладает одним недостатком. Широтное распределение океанов и материков в северном полушарии очень неравномерно. В связи с этим, например, влияние распространяющейся летом к северу до 15° ячейки Гадлея южного полушария, можно считать «океаническим», так как материки занимают в этой зоне менее 25% территории. В этот же сезон влияние ячейки Ферреля (около 40 – 60° северной широты) на материки и океаны почти одинаковое.

Сравнивая средние за год распределения осадков и испарения над материками (рис.2а) и океанами (рис.3а) можно отметить следующие особенности. С 16° по 60° количество осадков, выпавших над материками, приблизительно в 1,5 - 2 раза меньше, чем над океанами, хотя сами кривые на этих рисунках очень схожи. Испарение же над сушей в зоне 16° - 40° уже меньше в 2 - 3 раза, чем над океанами, что вполне объяснимо. При этом величина испарения над сушей в зоне с 16° по 60° почти не изменяется. Над водной поверхностью происходит резкое уменьшение испарения севернее 40°. Все это приводит к тому, что отрицательные значения ($P - E$) над океанами наблюдаются в зоне 16° - 42°, а над сушей с 28° по 60° северной широты. Если сравнить эти графики с рисунком 1, то можно отметить, что среднеширотное и «океаническое» распределения испарения и осадков очень схожи, в то время как распределение над материками существенно отличается.

Если сравнивать эти же характеристики в теплое полугодие (рисунки 2б и 3б), то, отмеченная ранее засушливая зона в районе 32° - 68°, определяемая отрицательными значениями ($P - E$) северной широты определяется, почти полностью, материками, так же как и климатический полярный фронт, выраженный в распределении осадков. Над океанами же количество выпавших осадков почти везде превышает испарения, хотя значения количества осадков не намного меньше величин над материками. Испарение над океанами в умеренных широтах в 3 - 4 раза меньше.

В холодное полугодие (рис. 2в и 3в) картина обратная. Над сушей значения P и E севернее 12° иногда на много меньше, чем над водной поверхностью и отрицательные среднеширотные значения ($P - E$) уже определяются океанами, как и положение климатического полярного фронта. Можно отметить и малые величины испарения над материками севернее 45° северной широты, в связи с чем в этот период года происходит увлажнение почвы.

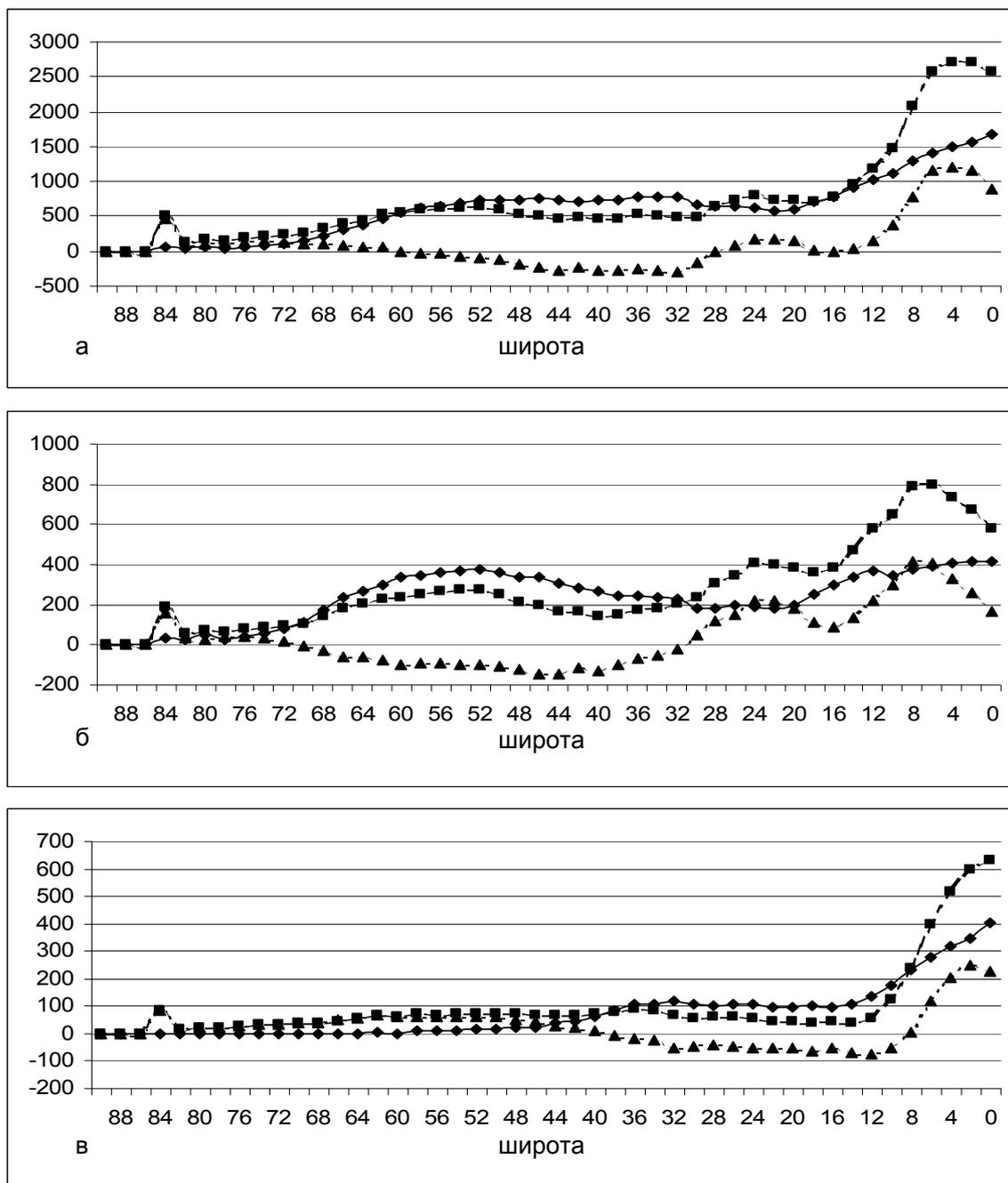


Рис. 2 – Распределение над материками за год (а), лето (б) и зиму (в) испарения, осадков и разницы ($P-E$) (а – мм год^{-1} ; б, в – мм сезон^{-1}). Обозначения как на рис.1.

Итак, основной вывод, который можно сделать из представленного выше анализа, сводится к следующему. Отмеченные ранее в закономерности относительно расположения зон «засушливости» и климатического фронта зимой определяются океанами, а летом – материками. Скорее всего, такое различие связано с изменением интенсивности и географического положения ячеек Гадлея и Ферреля.

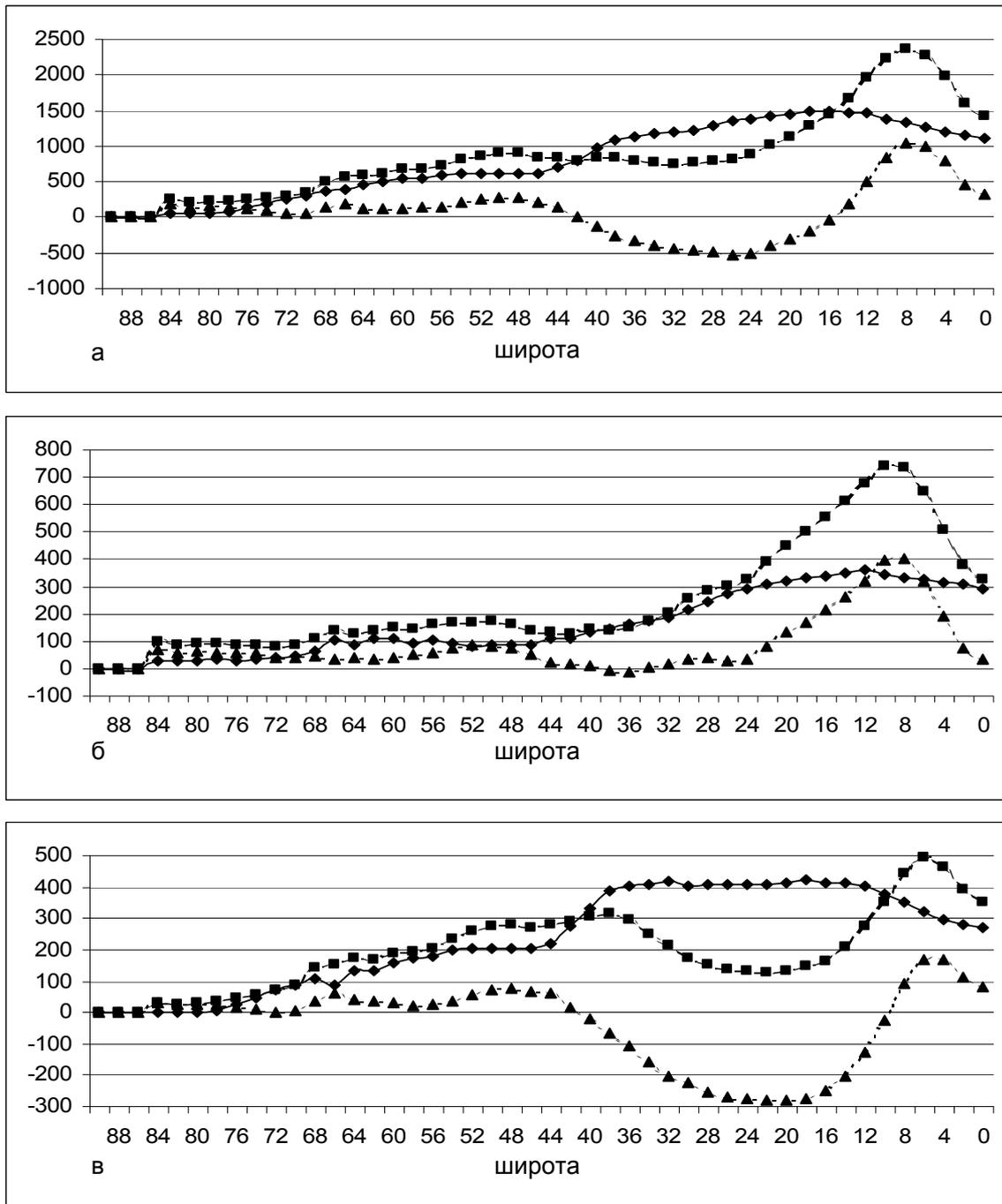


Рис. 3 – Распределение над океанами за год (а), лето (б) и зиму (в) испарения, осадков и разницы ($P-E$) (а – мм год^{-1} ; б, в – мм сезон^{-1}). Обозначения как на рис.1.

Продланное в этой статье исследование, естественно, не является полным в силу ограниченности временного ряда и параметров, взятых для анализа. Кажется интересным в дальнейшем расчет некоторых энергетических характеристик, в том числе и эффекта потоков подсеточного масштаба, как указано в [9].

Благодарность

Автор благодарен своему Учителю - профессору, доктору географических наук Кивганову Анатолию Федоровичу - за указанное научное направление и помощь в процессе подготовки этой статьи.

Автор благодарит Data Assimilation Office при Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, 20771 за создание этих данных, и Goddard's Distributed Active Archive Center за распределение данных. Эта деятельность субсидируется как часть деятельности NASA's Earth Science.

Литература

1. Baumgartner, A., Reichel, E. The World Water Balance. – Amsterdam: Elsevier, 1975.
2. Bryan, F., Oort A.H.. Seasonal variation of the global water balance based on aerological data // J. Geophys. Res. – 1984. – Vol.89. – P.11717-11730.
3. Peixoto, J.P., Oort, A.H. Physics of climate// Rev. Mod. Phys. – 1984. – Vol. 56. – P. 365-430.
4. Vuorela, L.A., Tuominen, I. On the mean zonal and meridional circulations and the flux of moisture in the Northern Hemisphere during the summer season // Pure Appl. Geophys. – 1964. – Vol.57. – P.167-180.
5. Хохлов В.Н. Пространственно-временное распределение осадков и испарения над Украиной // Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса: ОГМИ. – 2001. – Вып.43. – С. 44-50.
6. Oort, A.H. Balance relations in the terrestrial climatic system // Advanc. Geophys. – 1985. – Vol.28. – P.91-113
7. Charney, J.G. Dynamics of deserts and drought in the Sahel // Quart. J. Meteo. Soc. – 1975. – Vol.101. – P.193–202.
8. Sellers, W.D. Physical climatology. – Chicago: Univ. of Chicago Press, 1965. – 272 p.
8. Кивганов А.Ф., Хохлов В.Н. Параметризация подсеточных эффектов в уравнениях бюджета различных видов энергии // Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса: ОГМИ. – 1999. – Вып.38. – С. 30-41.

Evaporation and precipitation over Northern Hemisphere

Khokhlov V.N.

Using GDAAC data we investigated atmospheric water balance parameters, such as precipitation, evaporation and moisture fluxes. The zonal mean distribution of precipitation is well correlated with the seasonal position of the polar front. For the second half of the 20-th century the summer drought shifted 10° northward reaching 48°.