

УДК 551.578.46

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФОРМ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА СТОК ПОЛОВОДЬЯ

В.В. Андронников, П.Д. Савченко

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж*

В статье рассматриваются вопросы распределения водности половодья на территории Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) в зависимости от типа атмосферной циркуляции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВОДНОСТЬ, ПОЛОВОДЬЕ, АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ, СТОК.

Атмосферная циркуляция, как известно, является одним из важнейших климатообразующих факторов, от которого во многом зависит второй важный фактор – изменение радиации, а также и характер взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью. Естественно поэтому, что при наличии многолетних колебаний характера общей циркуляции атмосферы должны неизбежно происходить и соответствующие изменения климата в различных районах земного шара. Отсюда следует, что изучение циркуляционных эпох и закономерностей их преобразований позволяет изучать и соответствующие изменения климата.

Объяснение климатических колебаний соответствующими аномалиями циркуляции (циркуляционными эпохами) имеет то преимущество, что оно позволяет выяснить причины таких колебаний. Ими являются взаимодействие факторов земного и космического происхождения.

Кроме того, такой подход к изучению колебаний климата позволяет понять и закономерно связать между собой климатические колебания в различных регионах и в различных широтных зонах.

Учитывая особенности многолетних колебаний климатических условий, можно сказать, что основные статистические параметры стока половодья должны быть рассчитаны за период, равный хотя бы «вековому» циклу, включающему в себя полный цикл внутривековых колебаний. Однако определение такого цикла затруднено наличием внутри него менее продолжительных циклов, которые за весь период наблюдений могут ни разу не повторять друг друга.

Для того, чтобы выделить такой «вековой» цикл, были рассмотрены разностные интегральные кривые стока половодья по опорным пунктам-аналогам на исследуемой территории. Оказалось, что приведенные разностные интегральные кривые стока половодья синфазны между собой и их колебания в целом хорошо согласуются. Поэтому при дальнейшем анализе многолетних колебаний были введены ограничения применительно к элементарному синоптическому процессу, в течение которого на пространстве атлантико-европейского сектора сохраняются основные тропосферные выносы тепла и холода и географическая локализация определенных форм барического поля. Существенные преобразования термобарических полей происходят в масштабе всего полушария. Выявлены закономерности крупномасштабных преобразований форм атмосферной циркуляции.

Гирсом А. А. [1], обобщившим представление о формах циркуляции над северным полушарием и для всей атмосферы, были выделены три формы атмосферной циркуляции: западная W, восточная E и меридиональная S.

При синоптических процессах западной формы циркуляции барические образования смещаются на Европу преимущественно с Атлантики. Процессы восточной формы часто связаны с перемещением антициклона с востока, с преобладанием над Европейской территорией России антициклонических полей.

Меридиональная форма циркуляции является также нарушением зональной циркуляции и характеризуется сильным межширотным воздухообменом. При данной форме наблюдается наиболее отчетливое чередование полос низкого и высокого давления.

Процессы западной циркуляции соответствуют зональному состоянию атмосферы, а процессы форм E и C – меридиональному состоянию, но с различной локализацией высотных ложбин и гребней.

Исследование значений повторяемости дней с различными формами циркуляции позволило сделать вывод о цикличности процессов, т.е. образование периодов с преобладающей формой атмосферной циркуляции и, что в каждый из таких периодов для стока половодья характерны свои значения характеристик (табл. 1).

Таблица 1.
Средняя многолетняя повторяемость дней с различными типами атмосферной циркуляции

Форма циркуляции	Месяц года												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
W	11,8	8,8	9,7	9,0	8,6	10,4	9,8	12,4	13,3	12,1	10,7	10,2	126,7
E	12,9	13,9	12,9	12,7	11,8	8,5	9,9	11,8	9,3	11,7	13,6	15,7	144,7
C	6,2	5,6	8,4	8,4	10,6	11,0	11,2	6,9	7,4	7,1	5,7	5,0	93,6

В дальнейшем использовалось предположение, что при каждой форме атмосферной циркуляции наблюдаются определенные колебания водности половодья. В результате исследований выявлено, что влияние форм атмосферной циркуляции на водность половодья проявляется не однозначно на исследуемой территории.

В качестве показателя водности в период половодья использовался модульный коэффициент водности (K), который широко используется при гидрологических расчетах и вычисляется по формуле:

$$K = Y_i + Y_n \quad (1)$$

где Y_i – высота слоя стока (в мм), равномерно распределенного по площади водосбора за определенный период времени; Y_n – среднее многолетнее значение высота слоя стока.

Рассматривая значения модульного коэффициента водности половодья по периодам преобладающих форм атмосферной циркуляции, можно сделать вывод, что влияние атмосферной циркуляции на водность половодья очевидно и проявляется неоднозначно по территории исследования.

В период западной формы атмосферной циркуляции (W) на западе рассматриваемой территории коэффициент модуля водности половодья на реках составляет в среднем 0,95–1,0. По мере продвижения к юго-восточным границам исследуемого региона, наблюдается его увеличение до 1,2 (рис. 1)

Этот факт объясняется тем, что при продвижении на юго-восток менее глубокими становятся оттепели, и большая часть ресурсного потенциала сохраняется до начала половодья.

Следовательно, можно утверждать, что при преобладании западного переноса воздушных масс наблюдается повышение водности половодья в восточных районах исследуемой территории, в то время как в западных районах наблюдается даже ее незначительное снижение.

Распределение модульного коэффициента водности при восточной форме атмосферной циркуляции (E) представлено на рис. 2. Районы с одинаковым значением модульного коэффициента водности половодья распределяются несколько по-иному.

На северо-западе территории значение коэффициента составляет 1,0 и более, а при дальнейшем продвижении в направлении на юго-восток модульные коэффициенты водности половодья убывают и составляют на восточных границах 0,7.

Таким образом, при восточном преобладании переноса воздушных масс в западной части территории водность половодья на реках возрастает, а в восточных районах убывает.

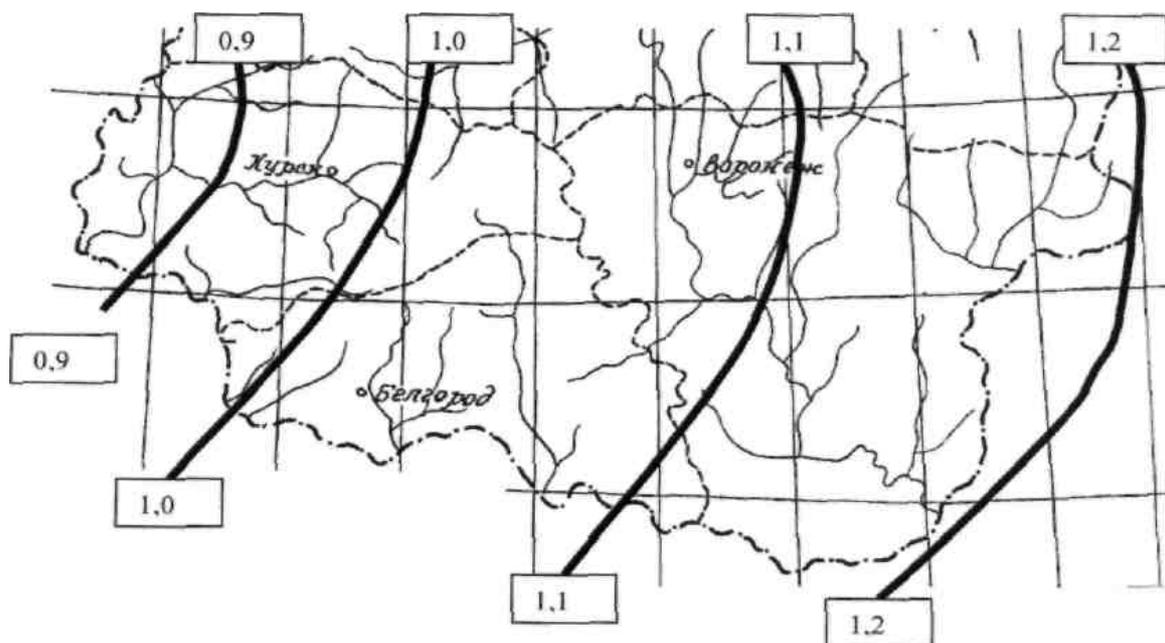


Рис. 1. Распределение модульного коэффициента водности при западной форме атмосферной циркуляции.

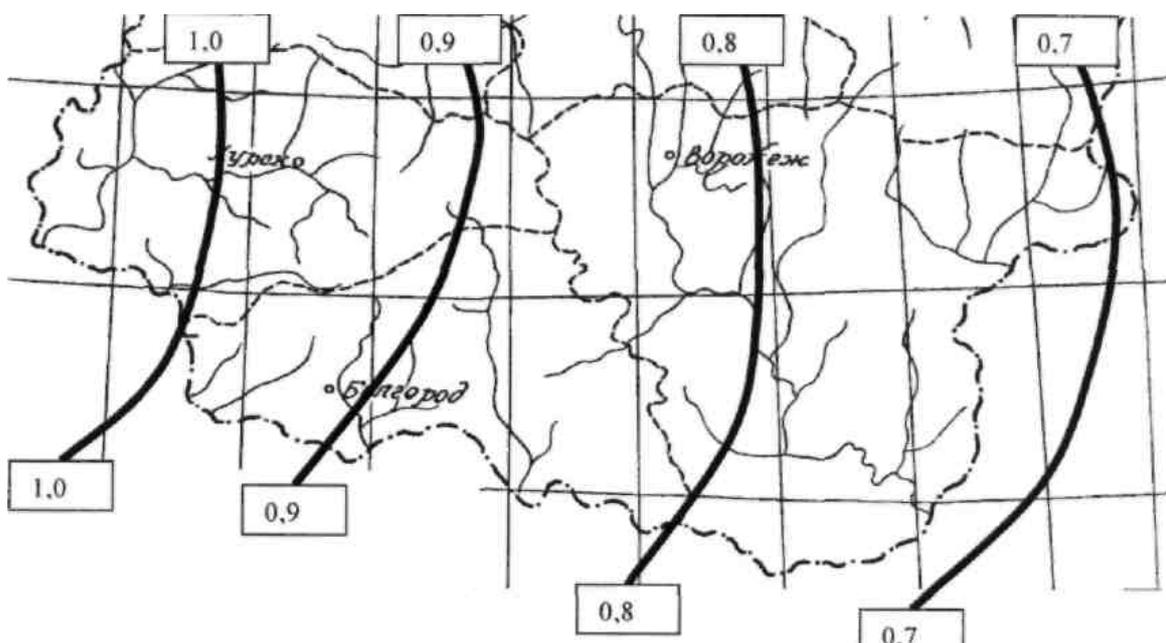


Рис. 2. Распределение модульного коэффициента водности при восточной форме атмосферной циркуляции.

Наблюдается общая тенденция — значения модульного коэффициента водности уменьшаются в направлении с северо-запада на юго-восток с 1,2 до 0,7.

При меридиональном переносе воздушных масс (С) распределение водности половодья имеет более сложный характер (рис. 3)

В случаях смешанной формы атмосферной циркуляции (Е+С или W+С) модульный коэффициент водности половодья убывает с северо-запада на юго-восток с 1,0 до 0,3.

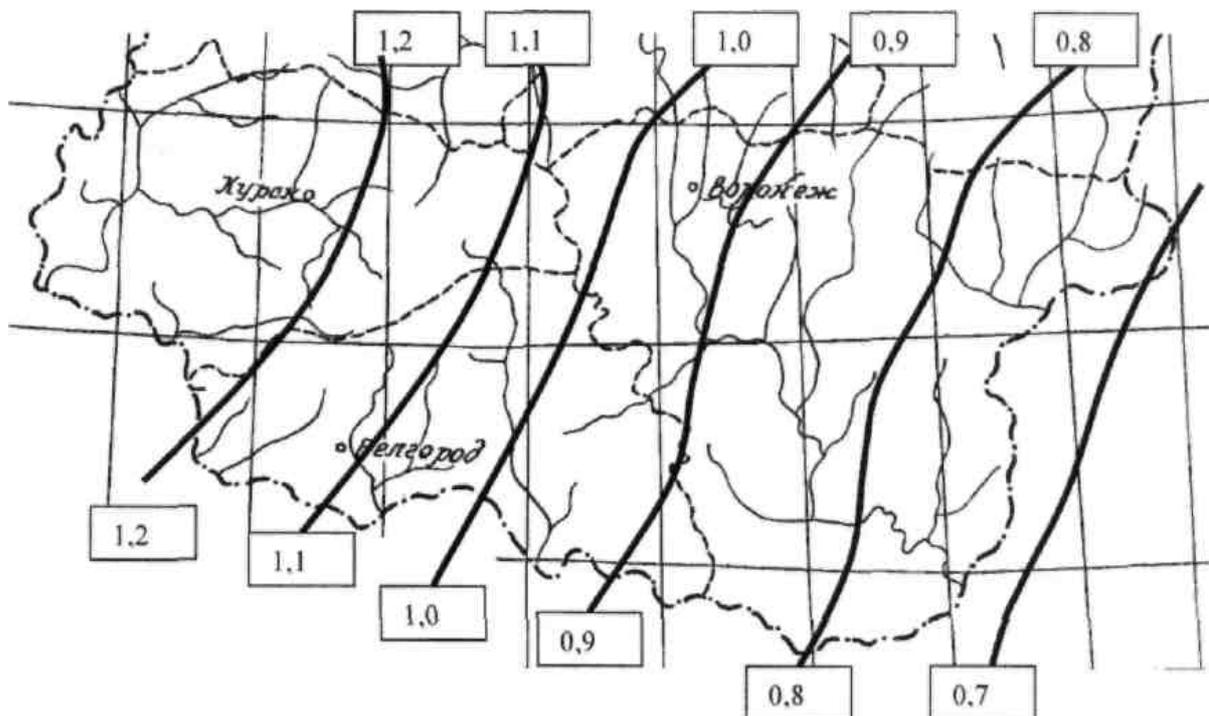


Рис. 3. Распределение модульного коэффициента водности при меридиональной форме атмосферной циркуляции.

Таким образом, определенные формы преобладающей атмосферной циркуляции не только обуславливают различную водность половодья рек, протекающих в бассейне Дона, но и по-разному проявляют это влияние в различных районах исследуемой территории. Поэтому при выборе расчетного периода для установления статистических параметров кривой вероятности превышения стоковых характеристик необходимо учитывать наблюдаемую цикличность преобладающих форм атмосферной циркуляции, т.к. ограничение коротким периодом наблюдений приводит к погрешностям при определении необходимых характеристик стока и к различным знакам отклонений.

Таким образом, наблюдаемая цикличность стока половодья вносит существенные коррективы в статистическую обработку гидрологических наблюдений, и прежде, чем перейти к определению основных параметров кривой обеспеченности, необходимо рассмотреть характер многолетних колебаний стока и его некоторые закономерности.

Многолетние колебания стока в период половодья характеризуются рядами наблюдений, состоящих из гидрометеорологических характеристик, поэтому для дальнейшей работы возникает необходимость в их статистической обработке.

Анализ основных статистических параметров стока половодья по территории исследования производился на основе бассейна-аналога – река Дон (город Лиски), и показал, что данные характеристики асимметричны и имеют различные значения при смене форм и периодов атмосферной циркуляции (табл. 2).

Следовательно, возникает необходимость проведения статистической проверки рядов стоковых характеристик половодья для различных циркуляционных форм на их однородность.

Проверка гипотезы однородности рядов была проведена с использованием критерия Вилкоксона, что позволило сделать вывод об однородности исследуемых рядов и их отнесении к одной генеральной совокупности.

Следующим этапом исследования явилась процедура установления теоретического типа распределения рядов весеннего стока. В работе, согласно методике [2], проведен подбор наиболее распространенных теоретических кривых к эмпирическим кривым обеспеченности, построенных для опорного пункта-аналога при различных формах атмосферной циркуляции.

Установлено, что наиболее близко эмпирические кривые распределения описываются биномиальной кривой с закрепленными значениями коэффициента асимметрии ($C_s=2C_v$), что является основой для косвенного определения характеристик стока половодья на реках исследуемого района при различных формах циркуляции.

Таблица 2.
Основные статистические параметры стока (р. Дон – г. Лиски)

№	Форма циркуляции	Период	Количество лет	Слой стока, мм	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s
1	W	1900–1928	29	70,0	0,33	0,31
2	E	1929–1939	11	73,0	0,43	0,65
3	C	1940–1948	9	86,3	0,36	0,37
4	W	1949–1968	20	66,0	0,42	0,43
5	C	1969–1975	7	65,0	0,43	0,44
6	W+C	1976–2005	29	71,0	0,45	0,43

Таким образом, в результате исследований определено, что:

1) макроциркуляционным процессам в атмосфере присуща цикличность — образование периодов с преобладающей формой атмосферной циркуляции и в каждом из таких периодов для стока половодья характерны свои значения статистических характеристик;

2) определенные формы преобладающей атмосферной циркуляции не только обуславливают различную водность половодья рек, протекающих в южной лесостепи ЦЧО, но и по-разному это влияние проявляется в различных районах исследуемой территории;

3) произведенная с помощью критериев Вилкоксона проверка рядов стоковых характеристик для различных циркуляционных форм на однородность показала, что ряды однородны;

4) подбор наиболее распространенных теоретических кривых к эмпирическим кривым обеспеченности, построенных для опорного пункта — аналога для различных форм атмосферной циркуляции, показал, что наиболее близко эмпирические кривые распределения аппроксимируются биномиальной кривой с закрепленными значениями коэффициента асимметрии.

THE INFLUENCE OF THE MAIN FORMS TO ATMOSPHERIC CIRCULATION ON SEWER OF THE HIGH WATER

V.V. Andronnikov, P.D. Savchenko

The article examines the distribution of flood water content in the territory of Central Black Earth region (TcChO) depending on the type of atmospheric circulation.

KEYWORDS: WATER AVAILABILITY, FLOOD, ATMOSPHERIC CIRCULATION, DRAIN.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 488 с.
2. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Климатическая изменчивость повторяемости и продолжительности основных форм циркуляции в умеренных широтах Северного полушария // Метеорология и гидрология, 1996. № 10. – С. 12–22.