

Сводная таблица оценочных показателей основных аспектов процессов трансформации и создания социозоогеосистем

Расчетный период	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1970-1980	7,34	0,177	-0,64	1,43	1,12	0,82	4,03	0,163	0,261	1,14
1981-1990	8,47	0,245	-2,05	2,12	1,18	0,76	3,98	0,175	0,270	0,93
1991-2000	8,56	0,283	-4,93	3,40	1,37	0,73	2,64	0,181	0,266	1,03
2001-2010	8,64	0,286	-9,16	3,86	1,51	0,75	3,90	0,192	0,273	1,23

→ Продолжение таблицы 2

X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,793	4,39	14,19	5,06	2,86	0,75	12,08	1208,6	0,64	0,67	0,89	0,66	65,84
0,782	4,58	13,89	5,51	3,57	0,75	11,86	872,9	0,67	0,69	0,85	0,65	65,36
0,779	4,16	12,14	5,06	4,92	0,73	11,93	632,1	0,51	0,54	0,85	0,63	65,28
0,760	3,95	11,39	5,45	5,16	0,70	11,84	609,6	0,63	0,66	0,84	0,65	65,34

Не менее значимы и оценочные показатели административно-правового аспекта

$$X_{21} = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot T_i / Y_a \cdot T; X_{22} = \Pi_i / \Pi_{opt};$$

$$X_{23} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot T_o \cdot k_i, \quad (10)$$

где Y_i и Y_a – коэффициенты устойчивости к антропогенным воздействиям (i) территории и эталонной ландшафтной системы, соответственно; T_i и T – площадь (i) территории и всего региона, соответственно; Π_i и Π_{opt} – показатели фактической и оптимальной репродукционной способности территории по жизненно важным компонентам биосферы (1 – вода; 2 – воздух; 3 – продукция фотосинтеза), соответственно; C_i – годовое производство органического вещества (i) растительным сообществом; T_o – площадь, занимаемая (i) растительным сообществом; k_i – переводной коэффициент биомассы в жизненно важные компоненты биосферы.

Значения оценочных показателей для расчетных периодов и на перспективу приведены в таблице 2.

Анализ матрицы относительных оценочных показателей состояния социо-эколого-геосистем дает представление о их

динамике: для 1980 года характерно ухудшение 9 показателей, 1990 года – ухудшение 13 показателей, 2000 года ухудшение 14, при улучшении 3 показателей, 2010 года прогнозно (метод теории хаоса) возможно ухудшение 17 показателей, при этом, часть их них достигает критических значений.

Практический вывод следующий: необходимо изменение требований нормативных документов в области охраны природы и на их основе повышение эффективности решения конкретных экологических проблем, независимо от политических и экономических условий текущего момента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шведовский П.В., Валуев В.Е. и др. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелираций. – Минск: Ураджай, 1998. – 364с.
2. Шведовский П.В. и др. Исследование динамики эколого-социально-экономических свойств-признаков ландшафтно-мелиоративных преобразований. Тр. Междунар. научно-практической конференции "Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды", Биберах-Брест-Ноттингем, 1998. – С.40-44.

УДК 551.480

Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю., Цыганок В.В.

РЕЧНОЙ СТОК И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Известно, что климатические факторы, в основном определяют пространственно-временное распределение речного стока, последовательную смену многоводных и маловодных лет. Комплексное исследование многолетних колебаний теплоэнергетических ресурсов климата, атмосферных осадков, характеристик годового стока рек указывает на закономерность циклов различной продолжительности. Однако, до настоящего времени не получены достаточно точные физиче-

ские модели, описывающие механизмы формирования речного стока, на практике пока используются статистические методы [1, 2, 3]. Вместе с тем, моделирование многолетних колебаний стока возможно в контексте исследования геофизических макропроцессов [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], когда при глобальном (общепланетарном) подходе осуществляется рациональный поиск моделей изменчивости стока на локальном уровне. Поэтому, перспективным, на наш взгляд, может стать

Валуев Владимир Егорович. Профессор каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

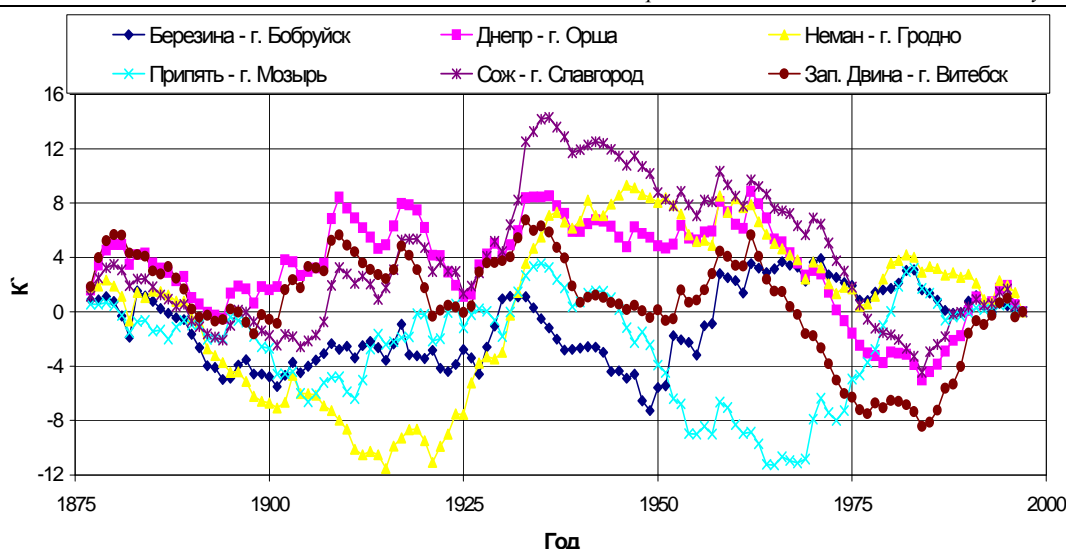
Волчек Александр Александрович. Доцент каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Мешик Олег Павлович. Старший преподаватель каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Цилиндь Валерий Юзифович. Начальник вычислительного центра.

Цыганок Вадим Валентинович. Аспирант каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.



Солнечная активность (номер цикла, число Вольфа)										
12-й	13-й	14-й (-10)	15-й (-3,3)	16-й (-6,4)	17-й (26,6)	18-й (28,8)	19-й (47,7)	20-й (11,3)	21-й (36,1)	22-й
Атмосферная циркуляция (тип)										
С			W+C	W	E	С	E+C	E		
РВМПВЗ										
		→	+	↔	-	↔	+	↔	-	←

Рисунок 1. Разностные интегральные кривые годового стока рек ($K = (\sum(K-I))/C_v$); РВМПВЗ - периоды его увеличения (+) и уменьшения (-), при тенденции роста спада (↔).

описание пространственно-временных колебаний стока рек Беларуси с позиций циркуляционной структуры климата.

В общем случае, колебания атмосферно-циркуляционных структур и их статистические параметры в долговременном аспекте должны отражать не только атмосферно-солнечно-земные связи, но и их зависимости от гравитационных, гео-динамических и других факторов. При интерпретации особенностей многолетних колебаний годового стока учитываются (рисунок): классификация атмосферных процессов по Вангенгейму-Гирсу, данные о многолетних изменениях местоположения полюса циркуляции, динамика радиус-вектора мгновенного полюса вращения Земли (РВМПВЗ), интенсивность некоторых центров действия атмосферы, повторяемость циклонов и антициклонов.

Известно, что классификация атмосферных процессов Вангенгейма - Гирса наиболее полно отражает развитие общей циркуляции атмосферы в своих трех формах: зональной - (W), восточной - (E) и меридиональной - (C). Для формы (W) - характерен слабовозмущенный западно-восточный перенос. В случае форм (E) и (C) - в тропосфере имеют место ультрадлинные волны большой амплитуды.

При форме (E) - высотный барический гребень расположен над европейской территорией бывшего Союза (ЕТС), а высотные ложбины - над Западной Европой и Западной Сибирью. В случае формы (C), расположение барических образований - противоположное. При процессах формы (W), отрицательные аномалии температуры воздуха и атмосферного давления наблюдаются в полярных, а положительные - в умеренных и субтропических широтах. При формах (E) и (C), положительные аномалии температуры и давления отмечаются в гребнях, а отрицательные - в ложбинах. Аномалии атмосферных осадков обычно обратны аномалиям атмосферного давления. Таким образом, избыток атмосферных осадков на ЕТС формируется циркуляционными процессами форм (W) и (C), а дефицит - формы (E).

Данные закономерности действуют во все сезоны года. Более того, действие тех или иных форм циркуляции атмосферы как бы прокладывает возможные пути циклонам, от которых зависит режим и количество выпадающих атмосферных осадков и их производной - климатического стока. Условно циклоны, проходящие над ЕТС, делятся на четыре типа: северные, иначе - "ныряющие", идущие с севера на юг; западные (от 44⁰ до 68⁰ с.ш.) и южные циклоны, формирующиеся над Средиземным, Черным и Каспийским морями, которые затем перемещаются в северо-восточном направлении. Установлено, что наиболее продолжительны - западные, менее - северо-западные и южные циклоны. Хотя северные циклоны наиболее редки [13].

Начало эпохи зональной циркуляции (W) приходится на минимум векового и 11-ти летнего циклов солнечной активности, когда внешнее возмущающее воздействие на зональные процессы, свойственные атмосфере, было минимальным. Для этой эпохи, в целом, характерны увеличение РВМПВЗ и, как следствие, - расширение циркуляционного вихря, смещение зоны максимальных западных ветров к югу до 60⁰ с.ш., что, в свою очередь, способствовало формированию положительных аномалий температуры воздуха в сочетании с любой из трех форм атмосферной циркуляции [4, 12].

В смысле термического режима, характеризуемая эпоха была относительно теплой, главным образом, за счет зимы. Крайнее западное положение Исландской депрессии в течение всей эпохи приводило к частому стационарированию летом блокирующих антициклонов над Скандинавией и Норвежским морем. А это означает, с одной стороны, - проникновение на ЕТС холодных арктических масс, с другой, - частый выход юго-западных циклонов и, как следствие, - холодное влажное лето.

Исходя из общих закономерностей циркуляции атмосферы, можно заключить, что эти процессы способствовали повышению водности рек на большей части ЕТС. Особый ре-

жим увлажнения водосборных бассейнов Припяти и Березы обусловлен их промежуточным положением между зонами влияния различных типов циркуляций; находясь вне зоны воздействия процессов по форме (**W**) и (**C**), они испытывали лишь слабое влияние восточной формы циркуляции – (**E**) [12].

Процессы влагопереноса в атмосфере, при активном совместном влиянии форм циркуляции (**W**) и (**E**), привели к существенному увеличению водности рек Беларуси на других водосборах. Самыми аномальными в рассматриваемую эпоху оказались 1920 -1921 годы, когда отмечалось повсеместное снижение водности рек Беларуси. Для этих лет характерна резкая активизация циркуляционных процессов по типу (**E**), приведших к повторяемости арктических антициклонов и ядер азорского антициклона [12]. Именно здесь необходимо усматривать зарождение эпохи восточной формы циркуляции атмосферы – (**E**), когда циркуляционные процессы развивались исключительно аномально (1929-1939 годы), с повторяемостью 8 из 11 лет [10]. Кроме того, в этот период (до 40% его продолжительности) происходило стационарирование полюса циркуляции над Таймыром и Баренцевым морем. На большую часть ЕТС поступали очень холодные массы арктического воздуха, здесь формировались мощные стационарные антициклоны, по западной периферии которых осуществлялся вынос тепла на юг. Не менее важной особенностью эпохи циркуляции атмосферы по типу (**E**) является различие знака аномалии атмосферного давления в высоких широтах в теплое и холодное время года. В зимнее время наблюдались положительные аномалии давления, в летнее - отрицательные, т.е. зимой над большей частью ЕТС складывались условия, благоприятные для формирования отрицательных температурных аномалий, летом - для положительных.

Следует отметить, что водность рек Беларуси повсеместно, особенно в 1931-1932 годы, возрастала на фоне минимума очередного (шестнадцатого) 11-летнего цикла солнечной активности и при аномальном развитии циркуляционных процессов в атмосфере (по форме (**W**)), рисунок.

В следующую эпоху аномальное развитие получили меридианально направленные процессы влагопереноса по типу (**C**). Повторяемость их за весь период (1940 - 1948 годы) превысила норму и составила 36% общего числа дней. Циркуляционная картина наступившей эпохи является, практически, зеркальным отражением, по сравнению с предыдущей эпохой, хотя, сток рек Беларуси - сохранился в пределах нормы.

С 1949 года началась новая активизация циркуляционных процессов: по форме (**E**), при наличии возвратов к форме (**C**). Период 1949 - 1964 годы, приходящий на пик максимума векового цикла солнечной активности, - эпоха комбинированной циркуляции, когда аномально развиваются сразу две ее формы. Основная особенность этой эпохи - довольно резкое различие ее основных стадий. До 1955 года более аномальное развитие получили процессы формы (**E**), а затем - процессы формы (**C**).

В целом, для фона эпохи (**E+C**) характерны: смещение к югу Исландской депрессии и незначительные по величине, но частые отклонения от нормы атмосферного давления в ее центре [14]. Для Сибирского антициклона в первой половине периода было отмечено сильное смещение его центра к северу и югу, а также его ослабление. В начале 1960-х годов имела место обратная картина: очень сильное смещение антициклона к северо-востоку с повышением его интенсивности. Эти различия в состоянии Сибирского антициклона объясняются спецификой форм циркуляции (**E**) и (**C**), которые получили развитие в данной эпохе, но в разной степени в отдельные ее стадии. Для циклической деятельности в рассматриваемую эпоху характерны следующие закономерности: рост повторя-

емости южных циклонов в зимний период при резком уменьшении западных и столь же резком усилении влияния Сибирского антициклона; повсеместное развитие летом стационарных антициклонов, которые на севере ЕТС чередовались с западными циклонами, а на юге - с юго-западными, повторяемость которых особенно резко возросла к концу данной эпохи [13].

В эпоху комбинированной циркуляции (в данном случае формы (**E**) и (**C**)), водность рек различных регионов ЕТС зависит от того, какой из этих процессов активнее и сильнее скажется на формировании факторов стока. Пониженная водность, характерная для рек бассейна Припяти, сформировалась под влиянием циркуляционных процессов по форме (**C**). Повышение стока Западной Двины, Немана, Днепра можно объяснить смещением к югу зоны циклической активности, которая, в свою очередь, была вызвана увеличением РВМПВЗ, подъемом атмосферного давления в полярных областях и смещением к югу центра Исландской депрессии.

Следующее десятилетие комбинированной эпохи циркуляции (**E+C**) характеризуется дальнейшим усилением процессов типа (**E**), которые в холодный период повсеместно резко уменьшили повторяемость южных циклонов, а в теплый - увеличили повторяемость на севере стационарных антициклонов, на юге - юго-западных циклонов. Меняется и картина пространственного распределения знака аномалии водности. Появление двух обособленных областей повышенного стока на юго-западе и северо-востоке ЕТС свидетельствует о доминирующем развитии циркуляционного процесса типа (**E**). По мере дальнейшего усиления восточного типа циркуляции, положительные аномалии на юго-западе должны, очевидно, усиливаться, а область их распространения на северо-востоке - сужаться. Следует учитывать, что эта картина отражает лишь ситуацию, которая сложилась в начале эпохи (**E**). Намечившаяся тенденция - роста водности рек Беларуси, может быть связана как с активизацией циркуляционных процессов по типу (**E**), так и с зарождающимися процессами новой эпохи, вызванными зональной циркуляцией – (**W**).

Районирование территории ЕТС по преобладающему влиянию каждого из трех типов циркуляции на формирование повышенной водности рек показывает, что территория Беларуси делится на две области: бассейны рек, где в формировании положительных аномалий водности преобладает влияние циркуляционных процессов по типу (**E**) (Припять, Неман и Западный Буг); зона благоприятного влияния на формирование водности циркуляционных процессов по типу (**W**). Что касается воздействия здесь на сток двух других форм циркуляции, то слабые положительные аномалии водности внутри этой зоны могут возникнуть под влиянием процессов типа (**E**). Меридиональный же характер циркуляции (тип (**C**)) - формирует положительные аномалии. Сюда входят бассейны Днепра, Сожа, Западной Двины, Березины.

Учитывая предсказания климатологов о том, что к началу XXI века доминирующей станет зональная форма циркуляции атмосферы – (**W**), которая постепенно будет сменяться эпохой меридиональных форм – (**C**) [10, 14], можно осторожно предположить уменьшение в это время стока рек Беларуси.

Проведенные исследования колебаний стока рек Беларуси на фоне глобальных циркуляционных процессов в атмосфере, связанных с влиянием гравитационных, геодинамических и др. факторов, свидетельствуют о их взаимосвязанности и взаимообусловленности. Анализ развития и стационарирования различных форм циркуляции над территорией Беларуси позволяет выделить несколько длинных эпох с однородной циркуляционной структурой атмосферы, определяющей тепловлагообеспеченность рассматриваемой территории. Ввиду

того, что период инструментальных наблюдений достаточно ограничен, исследование стока рек должно проводится с учетом цикличности колебаний основных элементов водного баланса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Картвелишвили Н.А. Стахостическая гидрология.- Л.: Гидрометеиздат, 1981.- 167с.
2. Раткович Д.Я. Многолетние колебания речного стока. Закономерности и регулирование.- Л.: Гидрометеиздат, 1967.-225с.
3. Шелутко В.А. Статистические модели и методы многолетних колебаний стока.- Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 159с.
4. Андрусенко К.А. Использование центра циркуляции атмосферы при составлении долгосрочных прогнозов погоды в Казахстане//Тр.Каз.НИГМИ, №90, 1984. - С.36-39.
5. Анискина Н.А. Синоптические условия формирования годового стока рек северо-запада СССР и возможность его прогноза//Тр.ГГИ. Вып.118, 1965. - С.3-44.
6. Андреянов В.Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах//Тр.ГГИ. Вып.68, 1965. - С.326-334.
7. Антонов А.Г. Климатические причины колебания стока крупных сибирских рек//Тр.ААНИИ. Т208, 1957. - С.15-33.

8. Афанасьев А.Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. - М.: Наука, 1967. -240с.
9. Байдал М.Х., Ханжина Д.Г. Многолетняя изменчивость макроциркуляционных факторов климата. -М.: Гидрометеиздат, 1986.-104с.
10. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы.- Л.: Гидрометеиздат, 1971. -259с.
11. Анискина Н.А., Сорочан О.Г. Циркуляционные условия формирования аномалий месячных осадков в районах ЕТС и Срединного региона, затрагиваемых переборской части стока северных рек// Вопросы гидрометеорологического обоснования перераспределения водных ресурсов.- Л.: Гидрометеиздат, 1981.- С.175-194.
12. Байдал М.Х., Неушкин А.И. Макроциркуляционные факторы и прогноз засух в основных сельскохозяйственных районах СССР// Тр. ВНИИГМИ- МЦД. Вып.59,1975. - С.49-58.
13. Тетерятникова Е.П. Проблемы долгосрочных прогнозов в бассейне р. Амура на основе учета аэросиноптических материалов. Л.: Гидрометеиздат, 1985.-103с.
14. Чернова Н.П. Циркуляционные эпохи и речной сток Европейской территории СССР// Водные ресурсы, 1990, №6.- С.5-15.

УДК 551.480

Цилиндь В.Ю.

**ВЫБОР РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО РАСЧЕТНОГО ПЕРИОДА
ДЛЯ ОСНОВНЫХ ВОДНОБАЛАНСОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Для оценки пространственной изменчивости элементов водного баланса нами использовался коэффициент пространственной вариации (C_{vi})

$$C_{vi} = \left(\sum_{j=1}^{K_i} (M_{ij} / \bar{M}_i - 1)^2 \cdot (K_i - 1) \right)^{0.5}, (j = \overline{1, K_i}), (1)$$

где $M_{ij}=f(\varphi_j; \lambda_j; h_j; t_j)$ - значения гидрометеоэлемента в любом (j) - пункте Беларуси в функции от его координат и времени;

\bar{M}_i - среднее значение гидрометеоэлемента для (i) -го интервала времени.

Важнейшими факторами формирования водного баланса являются условия и характер увлажнения речного водосбора, определяемые, в первую очередь, режимом атмосферных осадков, поступающих на его поверхность.

Наибольшие годовые суммы атмосферных осадков в Беларуси, свыше 800 мм, приурочены к Минской возвышенности, а также к повышениям рельефа у Новогрудка, Орши, Могилева, Витебска и Слонима. На остальной территории выпадает от 700 до 750 мм осадков, что характерно для обширной Полесской низменности с примыкающими к ней долинами рек бассейна Припяти и Днепра, а также на менее крупных низинах - Полоцкой, Вилейской и Неманской. Меньше всего осадков выпадает в Брестской области - 680 мм.

При этом наблюдается тенденция к увеличению (C_v) годовых сумм атмосферных осадков по направлению с северо-запада на юго-восток (0,14...0,25), в отдельные сезоны уста-

новлены несколько большие значения коэффициентов вариации (0,17...0,27 - для теплого периода), месячные величины (C_v) возрастают до 0,34...0,80. Полученные величины (C_{vi}) для территории Беларуси (в целом) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты пространственной вариации (C_{vi}) атмосферных осадков для территории Беларуси (в целом)

Месяцы	1	2	3	4	5	6
C_{vi}	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06	0,05

→ продолжение таблицы 1

7	8	9	10	11	12	Год
0,07	0,07	0,08	0,07	0,10	0,10	0,05

Наблюдается плавная пространственная изменчивость атмосферных осадков от месяца к месяцу при тенденции увеличения значений (C_{vi}) в холодный период (декабрь - март), когда происходит выпадение твердых осадков. В сравнение с временной, их пространственная изменчивость значительно выше. С увеличением периода осреднения атмосферных осадков, происходит снижение значений коэффициентов вариации (C_v), суммарно характеризующих пространственную и временную их изменчивость.

Корреляционный анализ годовых значений атмосферных осадков указывает на их циклический характер. Для районов Минска и Бреста периодичность колебаний - 2 года, Верхнедвинска - 5 лет. Автокорреляционная функция осадков для Василевич несколько размыта, хотя тоже могут быть выделе-

Цилиндь Валерий Юозефович. Начальник вычислительного центра. Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.