

МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ МИНИМАЛЬНОГО ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО СТОКА РЕКИ ПРИПЯТЬ

А.А. Волчек*, О.И. Грядунова**

*Отдел проблем Полесья НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

**Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Анализ массовой исходной гидрологической информации минимальных расходов крупных рек Беларуси позволил исследовать многолетние колебания стока р. Припять как основной реки Белорусского Полесья на фоне остальных рек Беларуси, выявить закономерности колебаний, изменений речного стока, его антропогенную и природную составляющие.

Изучение многолетних колебаний стока Припяти представляет интересную задачу в плане общего изучения климата Полесья, поскольку сток р. Припять может рассматриваться как интегральная характеристика речного стока крупного географического объекта, каким является бассейн р. Припять.

Полесская низменность является уникальной физико-географической областью, занимает южную часть Беларуси на площади 88 тыс. км², что примерно составляет около 42 % территории республики. Болота и заболоченные земли составляют около 4 млн. га. Заболоченность вызвана плоским равнинным рельефом, близким залеганием грунтовых вод, а также частыми и продолжительными половодьями и паводками.

Река Припять является главной водной артерией Полесской низменности, протекает по Украине и Беларуси. Длина р. Припять 761 км, из которых 500 км приходится на территорию Беларуси, при этом площади водосбора соответственно равны 121 и 52,7 тыс. км². Общее падение реки 69,5 м, средний уклон водной поверхности 0,09 ‰, коэффициент извилистости – 1,25. Общее направление течения реки широтное: с запада на восток. Речная сеть развита слабо (густота речной сети 0,20 км/км²). Поймы сильно заболоченные и заросшие древесной растительностью, а их ширина колеблется от сотен метров до 30 км. Долины рек плоские, сливающиеся с окружающей болотной местностью. Долина Припяти двухсторонняя, низкая, четко не выражена. Русло р. Припять в истоке канализированное, на остальном протяжении извилистое, слабо меандрирующее, разветвленное, изобилует заливами и примыкающими староречьями. Ширина русла в истоке от 5-10 м, в среднем течении выше устья р. Горынь – до 80 м, ниже – от 130 до 170 м, а у г. Мозырь достигает 250 м. Глубина воды на перекатах 1,0-1,5 м и меньше, а на плесах обычно более 1,5-2,0 м, достигая 3-5 м и больше. Скорости течения в межень колеблются в значительных пределах в зависимости от глубины участков реки от 0,1-0,2 до 0,3-0,5 м/с и более. Речная сеть состоит из 10,5 тыс. рек и ручьев, включая водотоки длиной менее 10 км. Общая длина речной сети свыше 47 тыс. км. Ручьи составляют 93 % от общего числа водотоков, и их суммарная длина равна почти 55 % длины всей речной сети [1].

Наиболее крупными левыми притоками Припяти являются реки Ясельда, Лань, Случь, Птичь, Пина, Бобрик, Цна, Иппа, а правыми – Стоход, Горынь, Ствига, Убороть, Словечна.

Большинство рек Полесья в связи с равнинным характером рельефа имеют незначительные уклоны. Такие реки, как Птичь, Лань, Морочь, Ствига, Горынь, в верховьях имеют уклоны от 2 до 5 ‰. Наименьшими уклонами (около 0,15 ‰) характеризуются рр. Ясельда и Пина. В пределах заболоченной низменности скорость водотоков в межень обычно не превышает 0,10-0,015 м/с, реже составляет 0,3-0,5 м/с.

Относительная водность реки примерно одинаковая по всей длине, несколько увеличиваясь к устью (таблица 1).

Таблица 1. Изменение среднемноголетних расходов воды по длине р. Припять.

Створ	Площадь водосбора, км ²		Модуль стока, л/(с·км ²)	Расход воды, м ³ /с
	участка	общая (от истока)		
Коробы	23700	35100	1,08	37,8
Туров	38900	74000	1,22	90,6
Мозырь	27000	101000	1,38	139

Приведенные в таблице 2 основные статистические характеристики рядов наблюдений за расходами воды в бассейне р. Припять и на самой р. Припять (средний многолетний расход $Q_{ср}$, коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s) показывают, что изменчивость исследуемых рядов в общем однородна и характерна для рек равнинного типа.

Таблица 2. Статистические характеристики рядов величин годовых расходов воды р. Припять и основных ее притоков.

Река-створ	Период наблюдений	Число лет наблюдений	A, км ²	$Q_{ср}$, л/(с·км ²)	C_v	C_s
Припять – д. Коробы	1924-1933, 1945-1985	51	35100	1,12	0,52	1,10
Припять – пгт Туров	1931-1940, 1945-2000	66	74000	1,42	0,41	1,38
Припять – г. Мозырь	1882-1940; 1944-2000	114	101000	1,55	0,57	2,16
Ясельда – г. Береза	1929-1932, 1945-2000	60	1040	1,13	0,63	1,05
Бобрин – д. Парохонск	1925-1932, 1945-1986	50	1510	0,70	0,74	1,65
Горынь – пгт Речица	1963-2000	38	27000	1,29	0,35	0,70
Лань – д. Локтыши	1948-1976	29	909	1,22	0,34	1,18
Случь – пгт Старобин	1926-1939, 1946-1986	51	1780	0,67	0,72	1,75
Птичь – д. Лучицы	1895-1940, 1945-2000	93	8770	1,63	0,46	0,93
Оресса – д. Андреевка	1926-1940, 1945-2000	70	3580	1,57	0,48	1,15
Вить – д. Борисовщина	1936-1940, 1945-1988	46	782	0,71	0,83	1,60

Анализ матрицы коэффициентов корреляции между различными рядами годовых расходов воды на створах реки Припять и ее притоках (таблица 3) дает возможность говорить о большой пространственной однородности колебаний годового стока в целом, хотя между отдельными створами наблюдается значительная асинхронность. Следует отметить, что наибольшей пространственной неоднородностью характеризуются ряды минимального стока р. Случь – г. Старобин.

Таблица 3. Матрица коэффициентов корреляции рядов минимального летне-осеннего стока р. Припять и ее основных притоков.

Река-створ	Припять – д. Коробы	Припять – пгт Туров	Припять – г. Мозырь	Ясельда – г. Береза	Бобрин – д. Парохонск	Горынь – пгт. Речица	Лань – д. Локтыши	Случь – пгт Старобин	Птичь – д. Лучицы	Оресса – д. Андреевка	Вить – д. Борисовщина
Припять – д. Коробы	1,00	0,82	0,56	0,57	0,82	0,74	0,70	0,07	0,58	0,54	0,59
Припять – пгт Туров	0,82	1,00	0,64	0,64	0,67	0,73	0,76	0,08	0,74	0,70	0,59
Припять – г. Мозырь	0,56	0,64	1,00	0,46	0,53	0,46	0,67	0,08	0,55	0,52	0,58
Ясельда – г. Береза	0,57	0,64	0,46	1,00	0,51	0,56	0,67	-0,24	0,52	0,38	0,56
Бобрин – д. Парохонск	0,82	0,67	0,53	0,51	1,00	0,65	0,69	0,06	0,60	0,58	0,66
Горынь – пгт Речица	0,74	0,73	0,46	0,56	0,65	1,00	0,66	-0,23	0,58	0,57	0,66
Лань – д. Локтыши	0,70	0,76	0,67	0,67	0,69	0,66	1,00	-0,05	0,71	0,72	0,75
Случь – пгт Старобин	0,07	0,08	0,08	-0,24	0,06	-0,23	-0,05	1,00	0,24	0,25	-0,07
Птичь – д. Лучицы	0,58	0,74	0,55	0,52	0,60	0,58	0,71	0,24	1,00	0,87	0,56
Оресса – д. Андреевка	0,54	0,70	0,52	0,38	0,58	0,57	0,72	0,25	0,87	1,00	0,55
Вить – д. Борисовщина	0,59	0,59	0,58	0,56	0,66	0,66	0,75	-0,07	0,56	0,55	1,00

Изучение многолетних колебаний минимального стока р. Припять представляет важную народнохозяйственную задачу в плане общего изучения колебаний климата Полесья, влияния на численность и видовое соотношение околоводных и водных экосистем, поскольку минимальный сток р. Припять может рассматриваться и как интегральная характеристика соотношения тепла и влаги на водосборе, и как лимитирующий фактор для развития экосистем и разработке компенсационных мероприятий.

В основу анализа положены основные данные минимальных расходов воды р. Припять за 1881-2000 гг. Хронологический ход минимальных расходов и скользящих средних минимальных летне-осенних расходов воды р. Припять – г. Мозырь представлен на рис. 1 [2]. Рассматривая кривые изменчивости минимального стока р. Припять (рис. 1), можно заметить чередование групп маловодных и многоводных лет (5-летние циклы). Продолжительность этих циклов неодинакова, и смена циклов носит неопределённый характер. Как видно из рисунка 1, чем больше период сглаживания, тем меньше амплитуда высокочастотных колебаний и более четко представляются колебания низких частот. Кроме того, обращает на себя внимание увеличение амплитуды колебаний в последние годы.

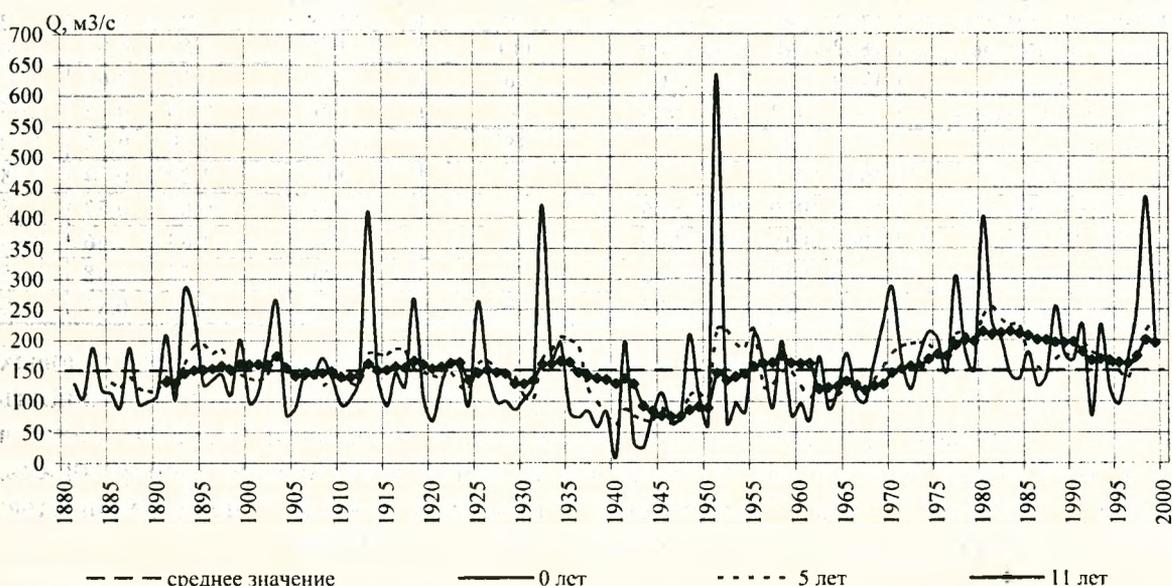
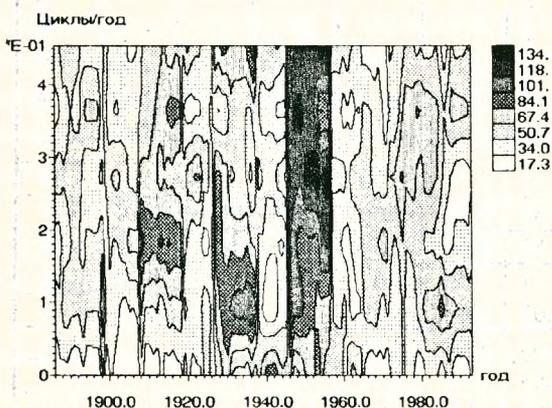


Рис. 1. Хронологические функции скользящих средних минимальных летне-осенних расходов воды р. Припять – г. Мозырь

а)



б)

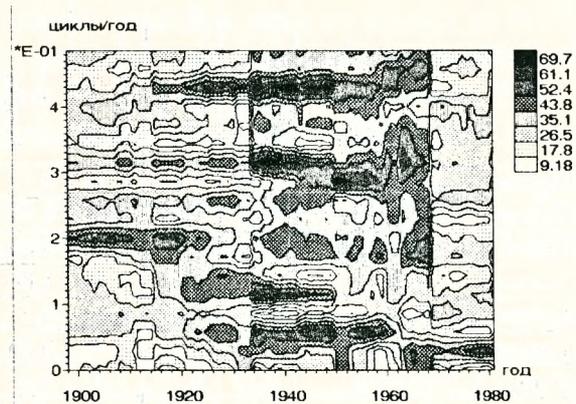


Рис. 2. С-ВАН-диаграммы ряда минимальных расходов воды р. Припять (г. Мозырь) при различном скользящем интервале: а) – 11 лет; б) – 35 лет.

СВАН-анализ использовался нами при исследовании колебаний минимального стока р. Припять и её притоков (рис. 2). Продолжительность скользящего отрезка была выбрана 11 и 35 лет, а СВАН-диаграммы охватывают временной отрезок с 1881 по 2000 годы. Спектр вариаций – набор амплитуд гармонических составляющих, которые получаются спектральным разложением флуктуирующей величины на конкретном временном отрезке. Периоды гармоник (величины-частоты) на СВАН-диаграммах откладывались на вертикальной оси, а время, соответствующее середине окна, - на горизонтальной. Глубина тона (степень зачернённости) отвечает соответствующей амплитуде. Анализируя СВАН-диаграммы минимального стока можно выделить следующие циклы – 2,44 (1948–1954 гг.); 3,45 (1934–1970 гг.); 5,26 (1900–1934 гг.); ярко выраженные циклы – 6,67 (1900–1944 гг.) и 7,69 (1932–1960 гг.); 33,4 (1951–1980 гг.).

На рис. 3 приведено распределение параметра хаотизации.

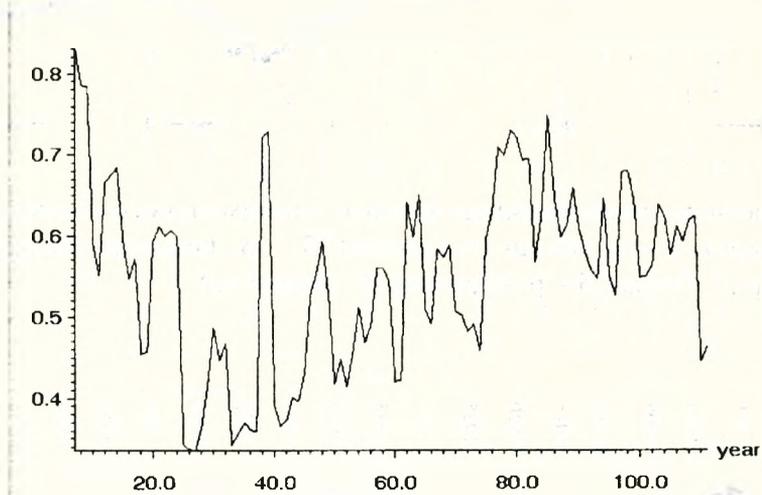


Рис. 3. Распределение параметра хаотизации временных рядов минимального летне-осеннего расхода воды р. Припять – г. Мозырь.

Для р. Припять – г. Мозырь в 1900 – 1920 гг. параметр хаотизации снизился до 0,33, а затем произошел рост, размах колебаний от 0,4 до 0,6, в последние годы XX века наблюдается снижение параметра.

Наглядное представление о циклах колебаний водности рек дают нормированные разностные кривые. Колебания минимальных летне-осенних расходов р. Припять сопоставлены с колебаниями минимальных летне-осенних расходов других рек Беларуси (период наблюдений более 100 лет) и с колебаниями годовых, максимальных и минимальных зимних расходов в виде интегральных кривых (рис. 4, 5). При анализе рис. 4 возможно выделение антифазности колебаний. Кроме того, амплитуда асинхронности увеличивалась, достигнув своего максимума в 70-х годах. Это вызвано, в первую очередь, различными условиями формирования стока. Можно выделить два цикла асинхронности водности р. Припять по сравнению с водностью других рек. Первый начинается с конца XIX столетия и заканчивается во втором десятилетии XX века. Второй цикл асинхронности приурочен к началу 1940-х годов и середине 1960-х. Предположительно он связан с заметным затяжным уменьшением водности. Затем водность Припяти увеличивается вплоть до 1990-х годов. К росту водности приурочено начало крупномасштабной мелиорации на территории Белорусского Полесья. Здесь имеет место наложение двух факторов – естественного и антропогенного, поэтому выделение любого из них представляет собой довольно сложную задачу. При рассмотрении рис. 5 можно заметить синхронность в ходе годового, минимального летне-осеннего и минимального зимнего расходов.

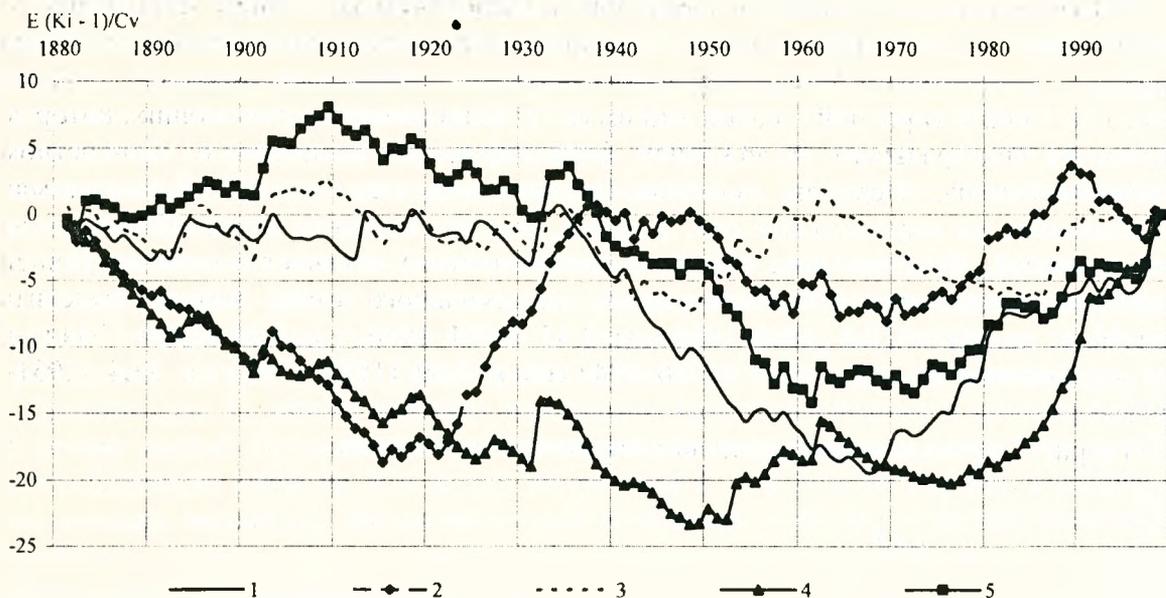


Рис. 4. Разностные интегральные кривые минимального стока: 1 – р. Припять (г. Мозырь), 2 – р. Неман (г. Гродно), 3 – р. Западная Двина (г. Витебск), 4 – р. Днепр (г. Орша), 5 – р. Березина (г. Бобруйск)

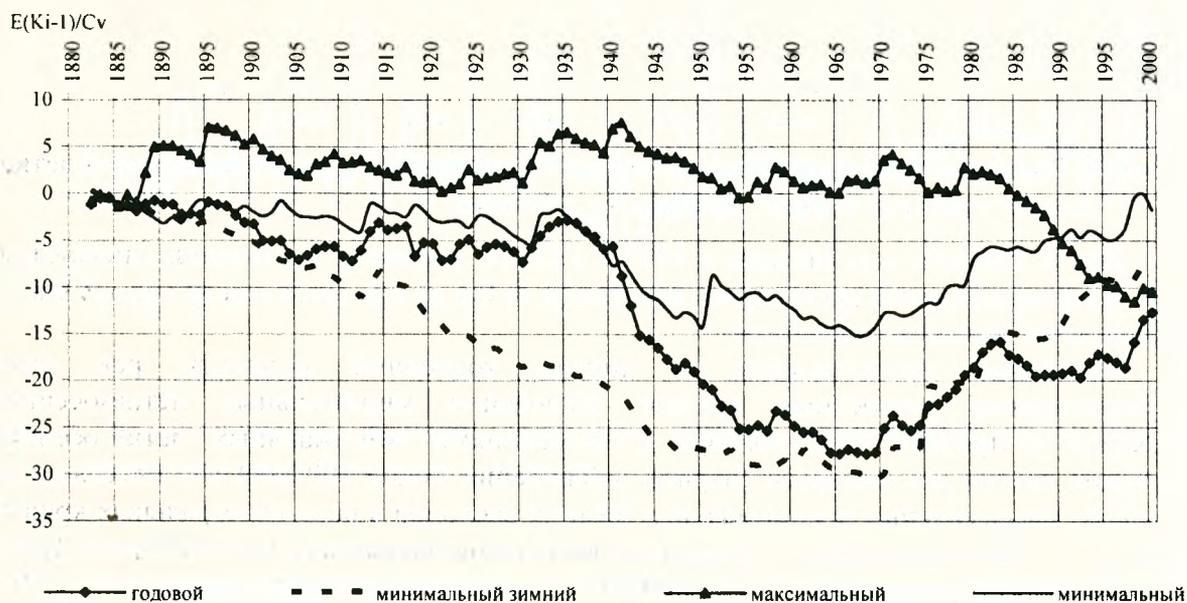


Рис. 5. Разностные интегральные кривые годового, максимального, минимального зимнего и минимального летне-осеннего стока р. Припять – г. Мозырь.

С целью выяснения тенденций изменения водности и ее зависимости от антропогенных факторов стокообразования был предпринят анализ речного стока бассейна р. Припять. Данные по стоку распределялись по трем классам (фазам) водности: маловодный (s_1), средневодный (s_2) и многоводный (s_3). К маловодному классу относились величины с нормой стока выше 66 % обеспеченности, к среднему – 66-33 %, а к многоводному – меньше 33 % обеспеченности. Затем анализировались ряды стока, представляющие собой последовательность маловодных, средневодных и многоводных рек лет, и подсчитывалась исчерпаемость в многолетнем ряду соответствующих классов водности (т.е. определялась их абсолютная частота) в период 1881-1999 гг. Рассматриваемый период охватывает три различных по уровню

хозяйственной деятельности периода (1881-1930, 1931-1964, 1965-1999). Первый период характеризуется примитивной системой земледелия и экстенсивным ведением сельского хозяйства, второй отличается применением высокой агротехники и интенсификации сельскохозяйственного производства, третий - началом широкомасштабной мелиорацией в бассейне р. Припять.

Исследование частот лет различной водности каждого из полупериодов позволяет констатировать, что в первом полупериоде в бассейне р. Припять заметно преобладали средневодные годы, во втором – маловодные, в третьем – многоводные. Эта тенденция отчетливо прослеживается в структуре минимального стока (табл. 4). Следовательно, в анализируемых рядах стока имеет место положительный тренд.

Таблица 4.

Частота водности минимального летне-осеннего стока рек бассейна р. Припять

	р. Припять – д. Коробы	р. Припять – д. Черничи	р. Припять – г. Мозырь	р. Ясельда – г. Береза	р. Бобринь – д. Парохонск	р. Горынь – плт Речица	р. Лань – д. Локтыши	р. Случь – д. Новодворцы	р. Уборть – д. Краснобережье	р. Птичь – д. Комарино	р. Птичь – с. Лучицы	р. Ореса – д. Вертужино	р. Ореса – д. Андреевка	р. Вить – д. Борисовщина	р. Словечна – д. Кузьмичи	р. Чертьень – д. Некрашевка
1881-1930																
пониженная водность	28	22	22	22	28	20	22	24	26	24	20	18	24	24	26	22
средняя водность	48	56	42	64	38	48	52	48	36	44	36	52	40	40	42	44
повышенная водность	24	22	36	14	34	32	26	28	38	32	44	30	36	36	32	34
1931-1964																
пониженная водность	23	26	26	17	23	14	17	17	17	26	20	11	20	17	20	9
средняя водность	11	9	17	14	20	29	23	29	29	26	37	29	34	29	14	34
повышенная водность	66	66	57	69	57	57	60	54	54	49	43	60	46	54	66	57
1965-1999																
пониженная водность	47	53	53	62	47	68	53	59	56	50	56	68	56	59	53	65
средняя водность	44	32	38	15	47	24	41	26	38	32	38	29	26	32	44	32
повышенная водность	9	15	9	24	6	9	6	15	6	18	6	3	18	9	3	3

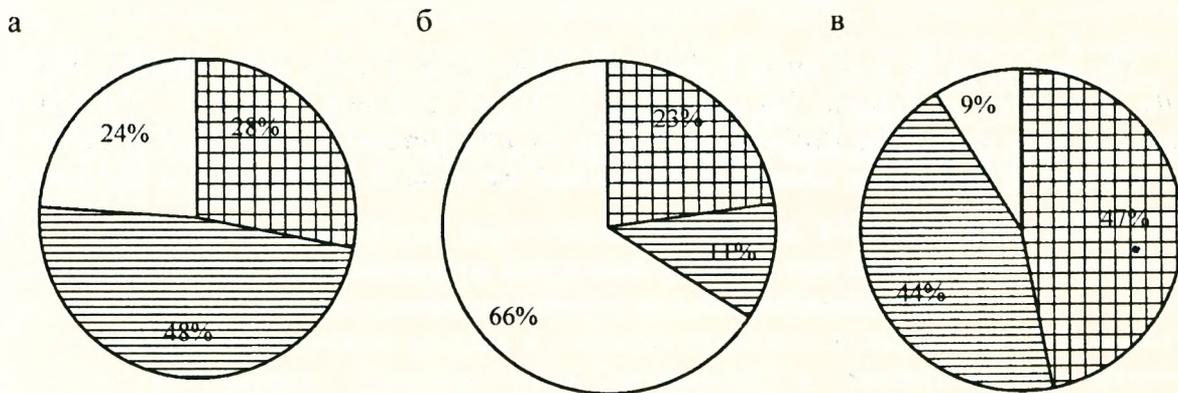


Рис. 6. Структура изменения количества лет различной по водности в различные периоды: а – 1881-1930 гг., б – 1931-1964 гг., в – 1965-1999 гг. р. Припять – г. Мозырь

Установленная таким образом тенденция к увеличению минимального стока рек бассейна р. Припять наряду с климатическими факторами может быть обусловлена антропогенным воздействием на водосборные пространства (рис. 6). Как известно, сельскохозяйственное освоение и интенсивное использование водосборов посредством перераспределения таких элементов водного баланса, как инфильтрация и испарение, изменяют условия формирования на начальных стадиях его развития, и, в конечном

счете могут сказаться на водности рек региона. Исходя из сказанного, можно рассматривать характерное для второго периода сокращение числа многоводных лет и увеличение их в третий период как результат совместного проявления совпадающих по знаку климатических и антропогенных влияний на формирование стока.

Комплексный анализ колебаний минимальных расходов р. Припять, за период 1881-2000 гг. показал, что изменения минимального стока воды р. Припять, имеют сложный характер и тенденцию к увеличению. Совместный анализ СВАН-диаграмм и временных распределений параметров хаотизации показал устойчивость циклов, а, следовательно, возможность построения прогностических оценок для минимального летне-осеннего стока воды р. Припять. Полученные результаты могут быть использованы при решении ряда водохозяйственных задач в области управления водными ресурсами бассейна р. Припять.

Литература

1. Дрозд В.В., Ревера О.З. Река Припять. – Минск: Изд-во «Университетское», 1988. – 77 с.
2. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424с.
3. Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик». – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000 – 174 с.
4. Бакарасов В.А. Колебания стока рек Белоруссии в условиях хозяйственного использования водосборов // Геология осадочного чехла Белоруссии. – Мн.: «Наука и техника», 1984 г.

Long Term Fluctuations of Minimal Summerautumn Flow of the r. Priryat

A. Volchak*, O. Griadunova**

*Department for Problems of Polesie of National Academy of Sciences of Belarus
Brest, Belarus

**Brest State University, Brest, Belarus

The analysis of the mass initial hydrological information of values of the minimal charges of the large rivers of Byelarus has allowed to investigate long-term fluctuations of a flow r. Priryat as basic river of the Byelorussian Polesye on a background of other rivers of Byelarus to reveal laws of fluctuations, changes of the minimal river flow, its anthropogenous and natural components.