

УДК 556.53(476)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ
МИНИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ПЕРИОДА ОТКРЫТОГО
РУСЛА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

А. А. Волчек, Д. А. Шпока

*Брестский государственный технический университет, ул. Московская, 267, 224017,
г. Брест, Беларусь, volchak@tut.by, daryashpoka@rambler.ru*

В статье представлены результаты исследований колебаний минимальных уровней воды периода открытого русла рек Белорусского Полесья за время инструментальных наблюдений по 2020 г. Установлено влияние природных факторов и антропогенного воздействия на основные статистические параметры временных рядов минимальных уровней воды периода открытого русла рек Белорусского Полесья.

Ключевые слова: уровень воды; минимальные уровни; гидрологический створ; тренды.

**SPATIAL AND TEMPORAL FLUCTUATIONS OF MINIMUM
WATER LEVELS DURING THE OPEN RIVERBED OF THE
BELARUSIAN POLESIE**

A. A. Volchak, D. A. Shpoka

*Brest State Technical University, Moskovskaya St., 267, 224017, Brest, Belarus,
volchak@tut.by, daryashpoka@rambler.ru*

The article presents the results of studies of fluctuations in the minimum water levels of the period of the open riverbed of the Belarusian Polesie during the period of instrumental observations until 2020. The influence of natural factors and anthropogenic influences on the main statistical parameters of the time series of minimum water levels during the open riverbed of the Belarusian Polesie has been established.

Keywords: water level; spring flood; hydrological range; trends.

Белорусское Полесье находится в зоне переменного увлажнения, при этом отток подземных вод в речную сеть более или менее длителен и постоянен. Минимальные уровни и сток воды в летний период наблюдаются при высоких среднесуточных температурах воздуха и при продолжительных периодах отсутствия осадков.

Летне-осенняя межень в бассейне р. Припять обычно наступает в конце мая–середине июня и заканчивается в октябре. Минимальные уровни наблюдаются в абсолютном большинстве случаев в период летне-

осенней межени, т. е. в период наименьшей водности. В отдельные годы при отсутствии осенних паводков межень может продолжаться до появления ледовых образований — середины ноября—начала декабря. Наиболее маловодный период летне-осенней межени в основном наблюдается в июле—августе, реже — в сентябре. Продолжительность его для малых и средних водотоков составляет до 130 дней, для р. Припять — 85–90 дней. Наиболее раннее начало летне-осенней межени отмечается в 1 декаде мая. Средняя продолжительность равна 120–140 дней, наибольшая — 180–220 дней. Средняя продолжительность наиболее маловодного периода летне-осенней межени составляет 20–30 дней, наибольшая — 60–140 дней. Конец летне-осенней межени относится к 3 декаде ноября–1 половине декабря. В засушливые годы (1939, 1951, 1952 и др.) в бассейне р. Припять, наблюдалось пересыхание 36 водосборов водотоков с площадями свыше 1000 км² [1].

Целью исследований является пространственно-временной анализ колебаний минимальных уровней воды периода открытого русла рек Белорусского Полесья в условиях изменяющегося климата.

Исходные материалы и методы исследования. В работе использованы материалы наблюдений за многолетними минимальными уровнями воды периода открытого русла рек Белорусского Полесья Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за время от начала инструментальных наблюдений до 2020 г. [2].

Исследование основано на статистических методах, позволяющих получить объективную оценку колебаний уровней воды рек Белорусского Полесья на примере р. Припять.

Оценка однородности временных рядов уровней воды осуществлялась с помощью критериев Стьюдента для средних величин и Фишера для характера их колебаний по методике, приведенной в [3, 4].

Для оценки влияния антропогенного воздействия и климатических факторов имеющуюся гидрологическую информацию разбили на следующие интервалы: с начала инструментальных наблюдений до 1965 г. — период, характеризующийся минимальным антропогенным воздействием и условно естественным водным режимом; с 1966 по 2020 гг. — период крупномасштабных мелиораций и современного потепления климата, который в свою очередь разбит на два интервала: 1966–1987 гг. — период массовых мелиораций и 1988–2020 гг. — период современных климатических изменений.

Результаты исследований. На рис. 1 представлена пространственная структура средних минимальных уровней воды периода открытого русла

рек Белорусского Полесья за время инструментальных наблюдений в абсолютных отметках, которые устойчиво коррелируют с рельефом местности.

Низкие уровни воды, значения которых ниже отметок, при которых нарушается водохозяйственная деятельность, наблюдались в 2015 г., что привело к экстремальному снижению водности рек и водоемов. Это привело не только к прекращению навигации по всем рекам Белорусского Полесья, но и к ухудшению экологического состояния, а также к негативному воздействию на водные биоресурсы. В 2016 г. на р. Горынь у д. Малые Викоровичи отмечалось экстремальные значения минимальных уровней воды летне-осенней межени за весь период инструментальных наблюдений в бассейне Припяти, а в 2020 г. — на притоке Припяти р. Ясельде у г. Березы.

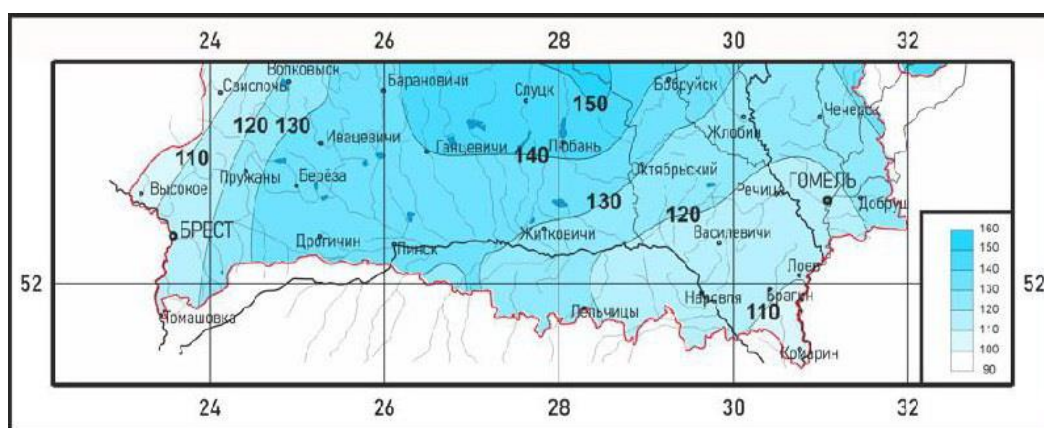
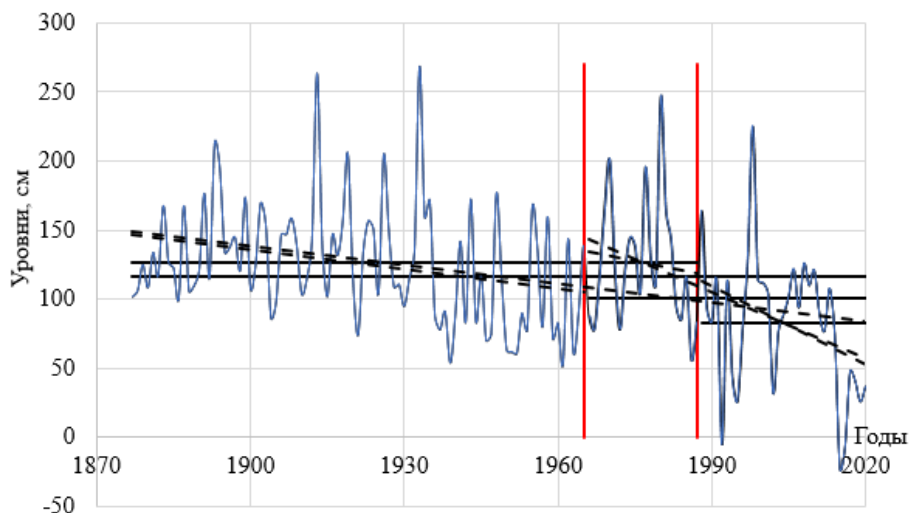


Рис. 1. Пространственная структура средних многолетних минимальных уровней воды летне-осенней межени за период инструментальных наблюдений в абсолютных отметках, м

На рис. 2 представлен хронологический ход минимальных уровней воды периода открытого русла р. Припять в створе г. Мозыря за время от начала инструментальных наблюдений по 2020 г., который в полной мере характеризует режим колебаний расходов воды рек Белорусского Полесья в целом.

На рис. 2 явно прослеживается тенденция к уменьшению минимальных уровней воды периода открытого русла. Скорость изменения уровней воды за периоды с 1877 по 2020 гг., с 1877 по 1965 гг., с 1966 по 2020 гг., с 1966 по 1987 гг., с 1988 по 2020 гг. составила: -5; -5; -16; -8; -19 см/10 лет соответственно.



Условные обозначения: – --- линия тренда; горизонтальная линия – средние минимальные уровни воды периода открытого русла реки; вертикальные линии: первая линия – год начала крупномасштабной мелиорации (1965 г.), вторая линия – год начала современного потепления (1987 г.)

Рис. 2. Временной ход минимальных уровней воды периода открытого русла р. Припять – г. Мозырь.

В таблице 1 представлены средние значения уровней воды ($H_{\text{ср}}$, см) за рассматриваемые периоды, коэффициент вариации (C_v), коэффициент автокорреляции ($r(1)$), линейные тренды градиента изменения уровня воды в см за 10 лет (α , см/10 лет), коэффициент корреляции тренда (r) представлены на примере р. Припять в створе г. Мозыря [4, 5].

Таблица 1

Основные статистические характеристики минимальных уровней воды периода открытого русла р. Припять в створе г. Мозыря за различные периоды

Период наблюдений, годы	n, лет	$H_{\text{ср}}$, см	Коэффициенты			Линейные тренды $H_{\text{max}}(t) = H_{\text{max}}(0) \pm \Delta H_{\text{max}} \cdot t$	
			C_v	C_s	$r(1)$	$\alpha = 10 \cdot \Delta H_{\text{min}}$, см/10 лет	r
1877-2020	144	116	0,42	0,27	0,37	-5	-0,39
1877-1965	89	126	0,34	0,79	0,21	-5	-0,29
1966-2020	55	101	0,53	0,22	0,46	-16	-0,48
1966-1987	22	127	0,37	0,92	0,27	-8	-0,10
1988-2020	33	83	0,61	0,13	0,41	-19	-0,36

Примечание. Выделенные значения статистически значимые.

Анализ минимальных уровней воды р. Припять – г. Мозырь показал, что за все рассматриваемые периоды наблюдается уменьшение градиента. Различия средних величин отмечаются для интервалов: 1877-1965 гг. к 1966-2020 гг.; 1877-1965 гг. к 1988-2020 гг.; 1966-1987 гг. к 1966-2020 гг.;

1988-2020 гг. к 1966-1987 гг. Характер колебаний изменился в интервалы 1877-1965 гг. к 1966-2020 гг.

В таблице 2 приведены выборочные оценки статистических характеристик за периоды, а также тенденции в колебаниях уровней воды, которые оценивались с помощью линейных трендов.

Таблица 2

Статистические характеристики и параметры линейных трендов временных рядов минимальных уровней воды рек Белорусского Полесья

Период наблюдений, годы	n, лет	H _{ср} , см	Коэффициенты			Линейные тренды – $H(t)=H(0)\pm\Delta H \cdot t$	
			вариации C _v	асимметрии C _s	автокорреляции r(1)	$\alpha=10 \cdot \Delta H_{\min}$, см/10 лет	К-т корреляции
р. Припять – г. Пинск (мост Любанский)							
1979 - 2015	37	46	0,62	-0,03	0,25	-10,6	-0,37
р. Припять – д. Черничи							
1931 - 2015	85	106	1,05	0,32	0,83	35,14	0,77
р. Припять – г. Петриков							
1931 - 2015	85	431	0,14	0,53	0,31	8,48	0,23
р. Припять – г. Мозырь							
1881 - 2015	135	119	0,40	0,43	0,28	-3,98	-0,33

Проведенная оценка степени однородности основных статистических характеристик минимальных уровней воды рек Белорусского Полесья позволяет сделать вывод о наличии статистически значимых изменений в динамике уровенного режима, обусловленных естественно-климатическими изменениями гидрологического цикла и антропогенным воздействием.

Библиографические ссылки

1. Волчек А. А., Грядунова О. И. Минимальный сток рек Беларуси. Брест: БрГУ, 2010. 169 с.
2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод. Ч. 1 Реки и каналы. Ч. 2 Озера и водохранилища. Т. III. Минск : 1881-2020 гг.
3. Валуев В. Е., Волчек А. А., Пойта П. С., Шведовский П. В. Статистические методы в природопользовании. Брест: Изд-во Брестского политехнического института, 1999. 252 с.
4. Волчек А. А. Гидрологические расчеты. Москва: КРОНУС, 2021. 418 с.
5. Калинин М. Ю., Волчек А. А. Водные ресурсы Белорусского Полесья: использование и охрана / Природные ресурсы, 2001. № 4. С. 35-49.