

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**Волчек А.А., Дашкевич Д.Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г.Брест, Республика Беларусь, [Volchak@tut.by](mailto:Volchak@tut.by)

*The aim of this work is to study changes in water level in rivers in the period of modern climate change. The analysis of monthly average water levels. Presents the annual distribution of water levels.*

### **Введение**

Для описания состояния водного объекта используется ряд гидрологических характеристик. Уровень воды относится к наиболее информативным гидрологическим характеристикам, который позволяет оценить глубину, частоту вероятности и продолжительности затопления речной долины. Уровенный режим отражает закономерности наполнения русла водотока, описывает специфику этого процесса в различных пространственных и временных масштабах. Прямые измерения уровня воды на смежных участках реки позволяют определить уклон водной поверхности – важнейшую гидравлическую характеристику, отражающую интегральное воздействие различных факторов на удельные потери напора, изменение энергии рек. Анализ сезонной и многолетней изменчивости уровней воды – метод обоснования инженерных средств организации безопасного судоходства, надежного водоснабжения населенных пунктов, их защиты от наводнений.

Колебания уровня воды в реках теснейшим образом связаны с режимом стока. На уровенный режим водотоков большое влияние оказывают морфологические особенности строения русла (характер и размеры поперечного профиля, уклоны и др.), поэтому уровенный режим рек является сугубо индивидуальным и при внешнем их сходстве может быть абсолютно отличным не только для каждой из рек, но и для отдельных их участков. Это и определяет значительные трудности при географических обобщениях по данному элементу режима рек.

Целью настоящей работы является исследование изменения уровня воды в реках в период современного изменения климата на примере рек Белорусского Полесья.

### **Исходные данные и методика исследования**

В качестве исходных данных для исследования послужили материалы об уровнях воды в бассейнах рек Западного Буга и Припяти, приведенные в «Гидрологических ежегодниках» за 1972-2010 годы. Для сравнения и оценки ряды уровней воды разбиты на две части: с 1972 по 1986 гг. – период интенсивной мелиорации и с 1987 по 2010 гг. – период современного изменения климата. Исследования выполнены для 25 рек по средним месячным значениям уровней воды.

Для выявления количественных изменений уровней воды использовался сравнительно-географический метод исследования. При статистическом анализе временных рядов для выявления тенденций изменения уровней воды использованы хронологические месячные графики колебаний и разностные интегральные кривые, а для оценки различий в статистических параметрах применялись критерии Стьюдента и Фишера [1].

В качестве модельных выбраны следующие реки: река Лесная – г.Каменец, река Случь – с.Ленин.

### Результаты исследований и их обсуждение

В таблице приведены значения критериев Стьюдента и Фишера, средние, максимальные, минимальные значения уровней воды, отношение среднего месячного значения уровня к среднему годовому, а также амплитуда колебания уровней за рассматриваемые периоды.

**Таблица – Значения исследуемых параметров рек**

Параметр	Месяцы												год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
река Лесная – г. Каменец													
критерий Фишера F	1,17	0,15	0,77	1,83	0,55	1,56	2,49	2,52	2,46	5,55	3,34	6,01	
t-критерий Стьюдента	1,98	0,24	0,68	1,98	2,90	3,07	1,78	1,84	2,31	2,21	1,98	2,05	
Ср.72-86, см	118	120	126	143	116	113	121	122	112	117	114	120	120
Ср.87-2010, см	104	117	120	124	99	89	95	91	85	86	91	97	100
макс72-86, см	161	159	168	221	151	158	206	216	177	212	200	190	161
мин72-86, см	80	89	78	79	78	76	73	75	74	75	76	81	88
Амп72-86, см	80	70	90	142	74	82	133	141	103	137	124	109	73
макс87-2010, см	162	312	207	172	151	124	143	165	149	137	142	132	125
мин87-2010, см	78	75	75	88	66	61	57	58	57	61	64	71	75
Амп87-2010, см	84	237	132	84	85	63	86	107	92	76	78	61	50
$\Delta A$ , см	4	167	42	-58	12	-19	-47	-34	-11	-61	-46	-48	-23
Нср.i.72-86/ Нгод72-86	0,98	1,00	1,05	1,19	0,96	0,94	1,00	1,02	0,93	0,98	0,95	1,00	0,98
Нср.i.87-2010/ Нгод87-2010	1,04	1,17	1,21	1,24	0,99	0,89	0,95	0,91	0,85	0,87	0,91	0,97	1,04
река Случь – с. Ленин													
критерий Фишера F	1,29	1,21	1,26	0,69	0,79	0,56	0,93	0,51	0,99	0,74	1,33	2,38	
t-критерий Стьюдента	-2,85	-4,25	-3,54	-2,16	-1,75	-1,96	-2,51	-2,38	-2,02	-1,24	-1,47	-1,24	
Ср.72-86, см	87	81	114	136	83	46	35	29	50	76	77	96	76
Ср.87-2010, см	137	147	168	173	115	79	74	68	83	94	98	120	113
макс72-86, см	176	167	180	196	139	138	134	110	147	150	154	270	114
мин72-86, см	3	14	29	30	-23	-14	-30	-36	-25	33	12	17	4
Амп72-86, см	173	153	151	166	162	152	164	146	172	117	142	253	110
макс87-2010, см	240	227	264	295	235	207	180	216	191	229	235	226	191
мин87-2010, см	24	25	35	51	17	9	-3	-16	4	26	31	33	48
Амп87-2010, см	216	202	229	244	218	198	183	232	187	203	204	193	143
$\Delta A$ , см	43	49	78	78	56	46	19	86	15	85	63	-60	33
Нср.i.72-86/ Нгод72-86	1,15	1,07	1,50	1,80	1,10	0,60	0,46	0,38	0,66	1,00	1,01	1,27	1,15
Нср.i.87-2010/ Нгод87-2010	1,21	1,30	1,49	1,53	1,01	0,70	0,66	0,60	0,74	0,83	0,87	1,06	1,21

**Примечание.** Оценка различий в статистических параметрах временных рядов осуществлена по критерию Стьюдента (t) и критерию Фишера(F) [1]. Полученные значения t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера сравнивались с их критическими значениями ( $t_{\alpha}$ ) и ( $F_{\alpha}$ ) при заданном уровне значимости,  $\alpha=5\%$ . Если  $t > t_{\alpha}$ , принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при  $F > F_{\alpha}$  принимается гипотеза статистического различия в колебаниях, рассматриваемых рядов. В таблице жирным шрифтом выделены статистически значимые значения критериев Фишера и Стьюдента.

Анализируя результаты статистической обработки временных рядов можно сделать следующий вывод, что во все месяцы произошли статистически значимые изменения двух выборочных средних: в январе у 9 рек, феврале – 12, марте – 10, апреле – 11, мае – 14, июне – 13, июле – 10, августе – 8, сентябре – 10, октябре – 10, ноябре – 10, декабре – 6 из 25 исследуемых рек. Различия в колебаниях рядов: январь – у 7 рек, февраль – 8, март – 13, апрель – 12, май – 15, июнь – 14, июль – 10, август – 17, сентябрь – 10, октябрь – 14, но-

ябрь – 11, декабрь – 9. Эти данные согласуются с результатами статистической обработки временных рядов климатических параметров, полученных нами ранее [2]. Наибольшие изменения произошли на реках: Лань – с. Мокрово, Лесная – г. Каменец, Малорита – г. Малорита, Припять – г. Мозырь, Шать – с. Шацк, Случь – с. Ленин, Ясельда – г. Береза.

Амплитуда колебания уровней воды варьируется в следующих диапазонах: за период 1972–1986 гг. от 7 см в июне на р. Мухавец – г. Брест ВБ до 437 см в апреле на р. Припять – г. Мозырь; за период 1987–2010 гг. от 25 см в мае на р. Припять – с. Качановичи ВБ до 1156 см в апреле на р. Припять – г. Мозырь. Минимальные значения колебания уровней наблюдаются на зарегулированных реках, а максимальная амплитуда колебания уровней воды наблюдается в период весеннего половодья, когда потоки талой воды со всего водосбора устремляются к руслу реки. Наступление высших уровней на всех реках Белорусского Полесья происходит вслед за вскрытием и ледоходом. Нарастание уровней и наступление пиков зависит от многоводности года и от характера весны, в частности, от хода температур. Разность амплитуд колебания уровней воды периодов 1987–2010 гг. и 1972–1987 гг. изменяется от минус 141 см в ноябре на р. Малорита – г. Малорита до 719 см в апреле на р. Припять – г. Мозырь. Знак минус показывает уменьшение уровней воды в настоящий период.

Уровенный режим рек отличает региональный характер внутригодового распределения. Районы с однотипным характером сезонного изменения уровня воды можно выделить на основе учета величины отношения средних месячных  $H_{ср.i}$  и средних годовых уровней  $H_{год}$ . На рисунке представлены возможные типы внутригодовой изменчивости уровней воды за рассматриваемые периоды.

Первый тип уровенного режима (рисунок 1а) характеризуется незначительным увеличением уровней воды в период весеннего половодья и преобладанием в первое полугодие увеличения уровней периода 1987–2010 гг., а во втором полугодии доминированием уровней временного ряда 1972–1986 гг.

Второй тип уровенного режима (рисунок 1б) с коротким половодьем и средней по водности меженью описывается увеличением уровней периода 1972–1986 гг. в первое полугодие и преобладанием повышенных уровней ряда 1987–2010 гг. во второе полугодие. Диапазон изменения уровней воды зависит от порядка реки и площади ее водосбора.

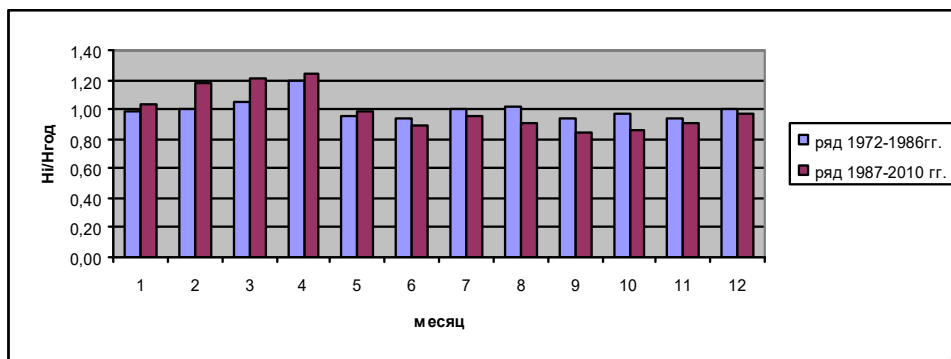
Третий тип уровенного режима (рисунок 1в) характеризуется увеличением уровней в период летне-осенних дождевых паводков.

Для четвертого типа уровенного режима (рисунок 1г) характерна фаза весеннего половодья и превалирование в течение всего года уровней периода 1972–1986 гг. над уровнями 1987–2010 гг.

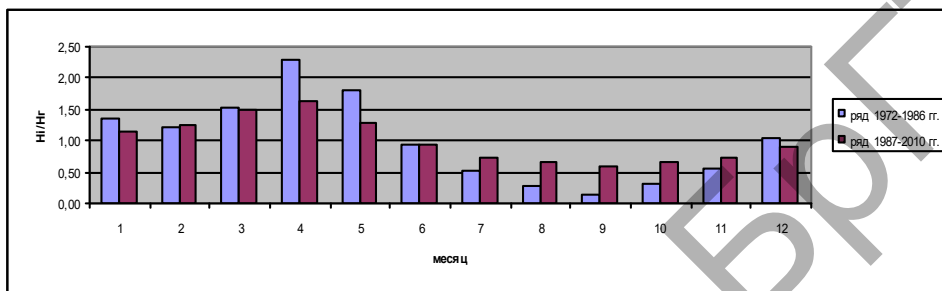
Пятый тип уровенного режима (рисунок 1д) объединяет реки с относительно неизменными уровнями двух периодов в течение года.

Уровень воды зависит от многих факторов, но доминирующим фактором формирования отметок водной поверхности в конкретном створе реки является сток воды. Речной сток формируется вследствие выпадения или таяния атмосферных осадков, которые испытывают сезонные и многолетние колебания. Продолжительность морозного и теплого сезонов года, даты устойчивого перехода температур воздуха через  $0^\circ$  весной и осенью характеризуют продолжительность фаз водного режима.

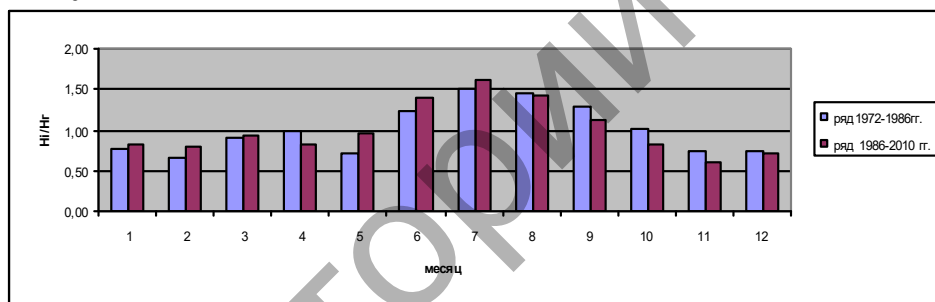
а) река Лесная – г.Каменец



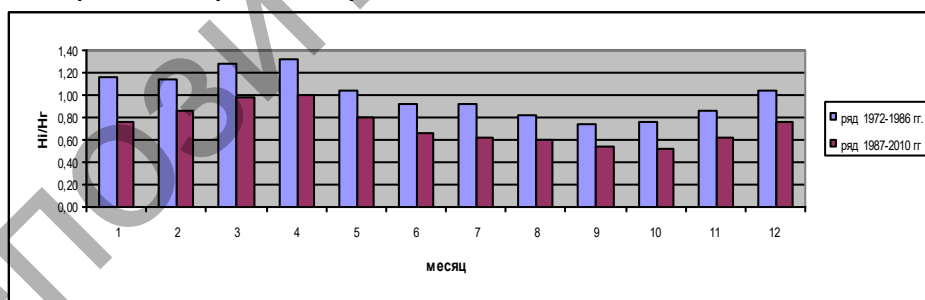
б) река Припять – г.Мозырь



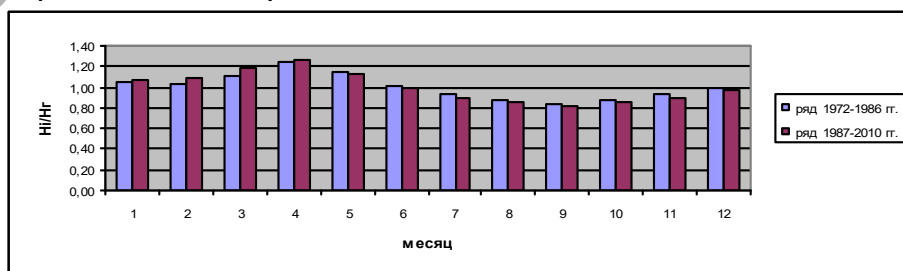
в) река Случь – с. Клепчаны



г) река Уборть – с.Краснобережье



д) река Припять – г.Петриков



**Рисунок** – Основные типы внутригодовой изменчивости отношения среднемесячного и среднего годового уровней за рассматриваемые периоды (а–1, б–2, в–3, г–4, д–5)

Рассмотрим возможные причины, приводящие к таким изменениям в русле рек.

Влияние растительности – разных типов лесов, лугов, посевов и т. д. – неоднозначно. В целом растительность регулирует сток. Например, лес, с одной стороны, усиливает транспирацию, задерживает осадки кронами деревьев (особенно хвойные леса снег зимой), с другой стороны, над лесом обычно выпадает больше осадков, под пологом деревьев ниже температура и меньше испарение, дольше снеготаяние, лучше просачивание осадков в лесную подстилку. Выявить влияние разных типов растительности в чистом виде весьма трудно, ввиду совместного компенсирующего действия разных факторов. Модель влияния залесённости водосбора на величину стока и уровней воды в реке наиболее полно описана Крестовским [4].

При равномерном движении уровни воды оказываются функцией гидравлических сопротивлений. В общем сопротивлении выделяется несколько основных составляющих, связанных с извилистостью реки, параметрами русловых гряд, водной и пойменной растительностью, размером частиц донных и пойменных отложений. Интегрально вклад этих составляющих в общее сопротивление учитывает коэффициент шероховатости [5].

Влияние озёр неоднозначно: они уменьшают сток рек, поскольку с водной поверхности больше испарение. Однако озера, как и болота, являются мощными естественными регуляторами стока.

Хозяйственная деятельность на сток также весьма значительна. Причем человек воздействует как непосредственно на сток (его величину и распределение в году, особенно при создании водохранилищ), так и на условия его формирования. Водоохранилища меняют режим рек: в период избытка вод происходит накопление их в водохранилищах, в период недостатка – использование на различные нужды, так что сток рек оказывается зарегулированным. Кроме того, сток таких рек в общем сокращается, ибо увеличивается испарение с водной поверхности, значительная часть воды расходуется на водоснабжение, орошение, обводнение, уменьшается подземное питание.

Значительное влияние при относительно постоянных значениях расходов воды в русле реки, на изменение величины уровней оказывают русловые деформации. Степень влияния потока на русло определяется величиной транспортирующей способности потока, которая пропорциональна средней скорости потока в кубе. Соответственно, величина русловых деформаций прямо зависит от критических скоростей потока (неразмывающие, размывающие). Русловые формы обладают некоторой величиной инерционности, поэтому, кроме значений скоростей, важно также время воздействия потока на русло с определенной скоростью.

Для определения влияния русловых процессов на уровеньный режим рек необходимо проанализировать изменения поперечного сечения расчетных створов рек за исследуемый период, что будет являться следующим этапом данной работы.

## **Заключение**

На основании статистической обработки временных рядов уровней воды выявлены значимые изменения в каждом месяце на большей части исследованных рек Белорусского Полесья. Четкой тенденции в направленности изменений уровней воды по территориальному признаку выявить не удалось, так как в различных створах происходят разнонаправленные процессы, что можно объяснить разнообразными русловыми процессами и степенью зарастания водной и пойменной растительностью. Выделено пять типов внутригодовой из-

менчивости уровней воды в бассейнах рек Западного Буга и Припяти. Полученные результаты требуют дальнейшего исследования с точки зрения причин, вызвавших данные изменения уровней воды.

### **Список литературы**

1. Бокс, Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. Вып. 1. – 406 с.
2. Волчек, А.А. Возможные изменения речного стока в зависимости от прогнозируемого изменения климата. / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, В.Е. Валув, О.П. Мешик // Экологический вестник. - № 3(17). – С. 5 – 13.
3. Барышников, И.Б. Речные поймы / И. Б. Барышников. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 152 с.
4. Крестовский, О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек / О.И. Крестовский. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 119 с.
5. Караушев А.В. Проблемы динамики естественных водных потоков / А.В. Караушев. – Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 392 с.

УДК 631.6.001

## **МЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Волчек А.А., Мороз М.Ф.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vig\\_bstu@tut.by](mailto:vig_bstu@tut.by)

*In the article features of formation of meliorative system of the Brest region are considered. Features of construction of reservoirs and channels since the XVI century to the present are considered. The analysis of a condition of lands after meliorative actions is submitted.*

### **Введение**

Водные мелиорации (орошение и осушение) — один из основных путей повышения урожайности сельскохозяйственных угодий. Мелиорация земель является объективной необходимостью в деле преобразования природных комплексов, превращения болот и заболоченных земель в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья, социального и экономического преобразования республики. В результате крупномасштабной мелиорации, проведённой за последние два десятилетия, Белорусское Полесье превратилось в один из развитых индустриально-аграрных регионов республики. Без сомнения, мелиорация земель сыграла ведущую роль, без неё интенсификация сельского хозяйства в этом регионе была бы просто невозможна.

### **Основная часть**

Историки утверждают, что у истоков мелиорации Брестчины была польская королева Бона Сфорца, получившая в подарок от мужа Сигизмунда I часть земель Кобринского и Пинского княжеств. Королева была весьма энергичной женщиной и все свои знания и энергию направляла на приумножение своих богатств, приобретение новых территорий.

Под ее руководством строились не только замки, дороги, школы, но и проводились экономические преобразования в системе местного управления и в земледелии. К примеру, в те годы стало модным выращивать неизвестные ранее овощи и фрукты, на столах польских вельмож стали появляться лимоны,