

## ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ МИНИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕКИ ЛАНЬ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

**Шпока Д. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь, daria-a-sh@rambler.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article provides an assessment of fluctuations in the minimum water levels of the Lan River observed at the post of Mokrovo from 1988 to 2014. The analysis of the minimum summer-autumn period shows a downward trend in the level and a rising trend in winter.*

**Введение.** Уровненный режим является одной из главных характеристик реки. Он определяет экологический режим, хозяйственное использование и т. д.

**Цель исследований.** Дать количественную оценку колебаний уровенного режима р. Лань в современных условиях.

**Исходные данные.** Основными исходными материалами при исследовании уровней воды реки Лань (средние годовые, минимальные летне-осенние, минимальные зимние уровни) послужили данные государственного водного кадастра ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за 1988–2014 гг. Выбор данного периода связан с тем, что с 1988 г. началось современное потепление климата на территории Беларуси.

**Река Лань** – правый приток р. Случь. Длина 153 км, площадь водосбора 2160 км<sup>2</sup>. Естественное русло сильно зарастает, принимает большое количество осушительных каналов и канав [1].

**Методика исследований.** Для исследований использовались статистические методы анализа: регрессионный, корреляционный, ряд Фурье [2–4].

Факторы, влияющие на формирование уровенного режима воды в реке можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся глобальные факторы, которые касаются больших территорий, а ко второй – локальные факторы.

$$H(t) = H_{\phi}(t) \pm \Delta H_{л}(t), \quad (1)$$

где  $H(t)$  – уровень воды в реке в расчетном календарном году, см;  $H_{\phi}(t)$  – фоновая составляющая в формировании уровенного режима реки в том же году, см;  $\pm \Delta H_{л}(t)$  – вклад в формирование уровенного режима реки локальных факторов, см.

Значимость трендов оценивается с помощью коэффициента линейной корреляции.

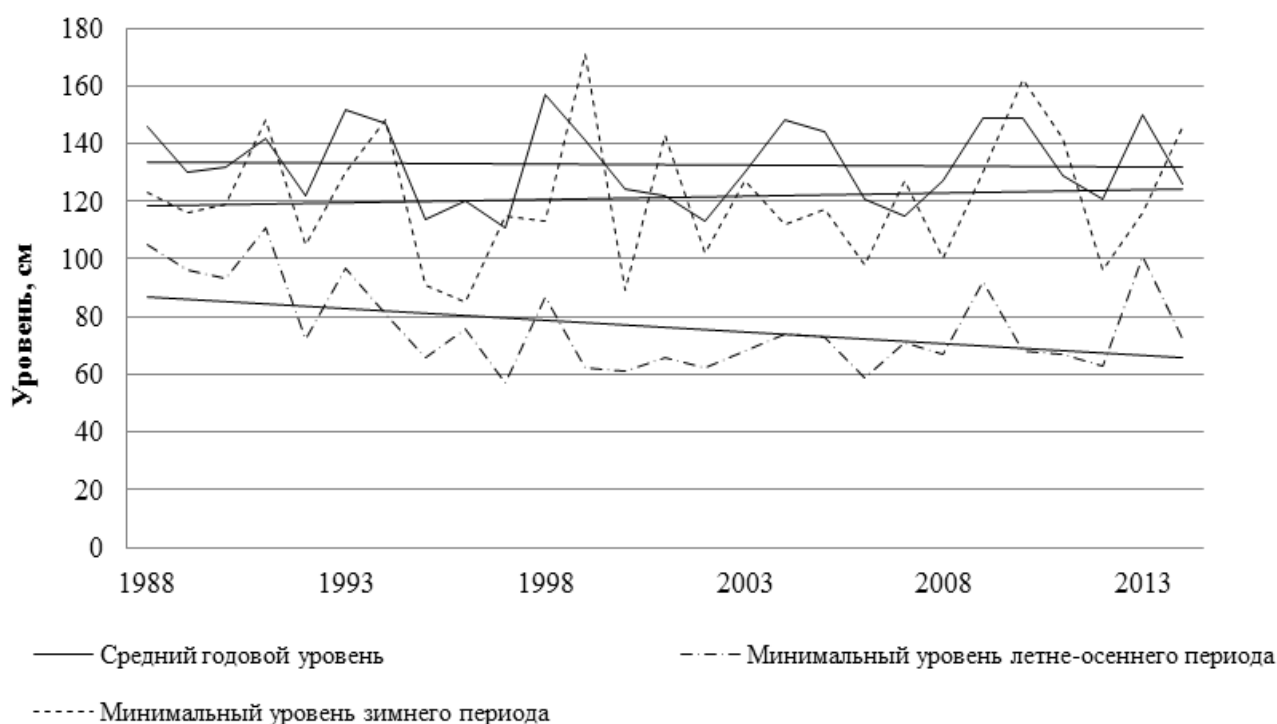
**Обсуждение результатов.** Проведен анализ изменения уровней воды на р. Лань–д. Мокрово за период 1988–2014 гг. (рисунок 1). Значения минимального уровня летне-осеннего периода на р. Лань–д. Мокрово имеют устойчивую тенденцию в сторону понижения (рисунок 1). Анализ минимального уровня показал, что в зимний период наблюдается незначительное повышение уровня воды на р. Лань–д. Мокрово (рисунок 1). Так, в 1997 г. уровень составил 111 см, а в 1998 г. – 157 см.

Основные статистические гидрологические характеристики уровней воды р. Лань вычислялись по стандартной методике и представлены в таблице 1 [4].

**Таблица 1 – Статистические характеристики уровней воды р. Лань–д.Мокрово**

Название поста / Название уровня	Средний уровень	Коэффициент			Градиент измене- ния уровня воды	Началь- ный уро- вень (1988 г.)
		вариации	асиммет- рии	корре- ля- ции тренда		
	Нср, см	Cv	Cs	r	α, см/год	Н <sub>0</sub> , см
р. Лань – д. Мокрово						
Средний годовой уровень	132,7	0,10	0,13	0,04	-0,07	133,6
Минимальный уровень летне-осеннего периода	76,6	0,20	0,82	0,42	-0,81	87,9
Минимальный уровень зимнего периода	121,2	0,18	0,40	0,08	0,23	118,0

Примечание:  $r_{\tau}=0,38$  – критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости 0,05 и числа степени свободы  $v=n-2=27-2=25$  [2].



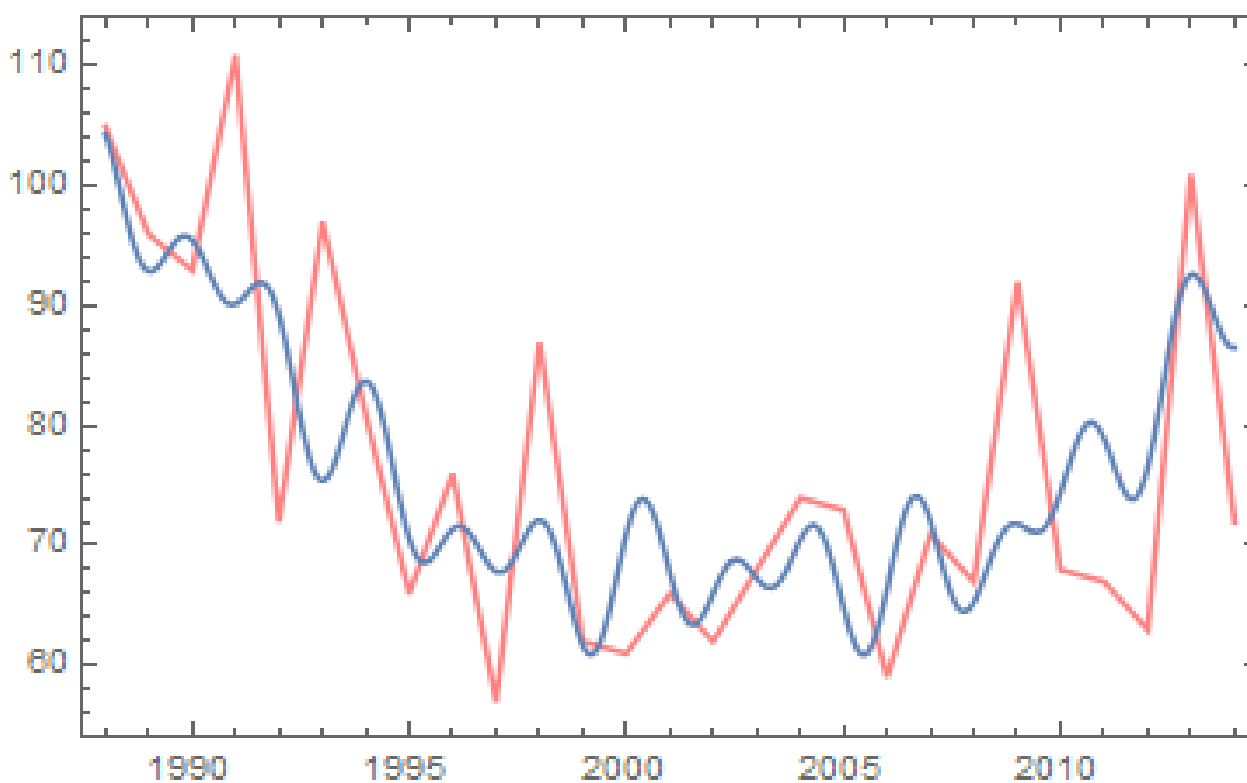
**Рисунок 1 – Многолетний ход уровней воды на р. Лань–д. Мокрово**

Прогнозные оценки изменения уровней воды в реке Лань осуществлялись с помощью рядов Фурье и представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Прогнозные модели реки Лань**

Река Пост	Уровни	Модель	R
р. Лань – д. Мокрово	Средний годовой уровень	$H(t)=144,64-6,11 \cdot \text{Cost}+10,08 \cdot \text{Cos}[\pi t/30]-9,04 \text{ Sint}-12,60 \text{ Sin}[\pi t/30]$	0,99
	Минимальный уровень летне-осеннего периода	$H(t)=78,52+3,65 \cdot \text{Cost}-4,74 \cdot \text{Cos}[2\pi t/15]-3,13 \cdot \text{Sin}[2t]+15,57 \cdot \text{Sin}[\pi t/15]$	0,98
	Минимальный уровень зимнего периода	$H(t)=121,49-15 \cdot \text{Cos}[2t]+3,14 \cdot \text{Cos}[\pi t/15]+4,15 \cdot \text{Sin}[3t]+4,33 \cdot \text{Sin}[\pi t/15]$	0,97

В качестве примера на рисунке 2 представлена разность между фактическим минимальным уровнем летне-осеннего периода и модельной фоновой составляющей р. Лань–д. Мокрово.



**Рисунок 2 – Хронологический ход измеренных уровней и рассчитанных по формуле Фурье уровней воды летне-осеннего периода на р. Лань–д. Мокрово**

**Заключение.** Проведенный анализ изменения уровня режима на р. Лань–д. Мокрово за период 1988–2014 гг. показывает наличие статистически значимых изменений в динамике минимальных уровней воды летне-осеннего периода. Данные колебания обусловлены как климатическими, так и антропогенными факторами. Показана возможность построения прогнозных моделей уровней воды р. Лань.

### Список цитированных источников

1. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 440 с.
2. Валуев, В.Е. Статистические методы в природопользовании: уч. пособие для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев [и др.] – Брест : Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с.
3. Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек [и др.] – Брест: Альтернатива, 2017. – 228 с.
4. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения ; ТКП 45-3.04-168-2009 (02250). – Введ. 30.12.2009. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 56 с.

УДК 631.3:621.65/68

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЪЕМА ВОДЫ ИЗ ВОДОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ГИДРОТАРАННОГО НАСОСНОГО УСТРОЙСТВА

**Юсупов Ж. Е., Яковлев А. А., Саркынов Е. С., Зулпыхаров Б. А.,  
Аманов Н. А.**

КазНАУ, г. Алматы, Казахстан, zhenis.y@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев А. А., к.т.н., профессор

*This research justifies energy-saving technology of water lift from watercourses with the use of an advanced hydro-pumping device. Constuction - technology scheme and technological scheme are given. Compared with the analogues there are some advantages in improving energy performance, convenience of maintenance and increase in reliability of the pump.*

*The researchers have determined the main technological parameters, manufactured and tested experimental samples under economic conditions with obtaining positive results.*

**Введение.** Статья направлена на решение проблемы использования энергии водотоков в системе пастбищного водоснабжения.

В настоящее время в связи с дефицитом традиционного источника энергии (топлива) и в целях ее экономии, а также снижения темпов ухудшения окружающей среды, приходят к использованию возобновляемых источников энергии (ветровой, водной и солнечной) для привода насосных установок.

Проблема эффективного водоснабжения с использованием естественных энергетических ресурсов воды в современных условиях перспективна и актуальна, решение которой рационально осуществить из водотоков гидротаранными насосными установками, конструкции которых по техническому решению просты и надёжны в эксплуатации и не ухудшают экологию окружающей среды [ 1 ].

**Метод исследования.** В работе использованы патентные, теоретические и экспериментальные методы исследования.

Проведенный обзор работ по энерго- и ресурсосберегающей технологии и техническим средствам подъёма воды из водотоков показал, что существуют две технологии вододёма: традиционная и энергосберегающая.