УДК 556.535.2+551.515.1 *ISSN 1609-0683*
DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/69-76

Влияние циклонической активности на уровенный режим средних озер восточной части бассейна Балтийского моря

А. А. Батмазова ✉, Е. В. Гайдукова

Российский государственный гидрометеорологический университет,
Российская Федерация
(192007, г. Санкт-Петербург, Воронежская ул., 79)

Аннотация. *Цель* – установление связей между параметрами циклонической деятельности и уровнями воды в озерах, а также выявление численных диапазонов атмосферного давления, характеризующих циклоническую деятельность на исследуемой территории.

Материалы и методы. В качестве исходных данных использовались среднемесячные уровни озер бассейна Балтийского моря, среднемесячное атмосферное давление и характеристики циклонической активности за период с 2008 по 2022 гг. Основным инструментом являлся корреляционный и статистический анализ.

Результаты и обсуждение. Определены градации циклонической активности, водности озер и количества атмосферных осадков, обнаружена хорошая корреляционная связь между ними. Для выявленных градаций определены типовые месяцы. Проведена интервальная оценка значений атмосферного давления на уровне моря и на уровне станции за типовые месяцы, соответствующие градациям водности и циклонической активности, с целью получения диапазона и количества повторяемости наиболее часто встречающихся значений атмосферного давления.

Выводы. Согласно результатам исследования, циклоническая активность, определяемая параметрами атмосферного давления, напрямую воздействует на колебания уровня воды в озерах. Обнаруженная закономерность позволит ориентироваться на ход атмосферного давления в определенных диапазонах в вопросе моделирования уровенного режима озер.

Ключевые слова: циклоническая активность, средние озера, повторяемость циклонов, уровенный режим, корреляционный анализ, атмосферное давление.

Источник финансирования: Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ № FSZU-2026-0003.

Для цитирования: Батмазова А. А., Гайдукова Е. В. Влияние циклонической активности на уровенный режим средних озер восточной части бассейна Балтийского моря // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2026, № 2, с. 69-76. DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/69-76

ВВЕДЕНИЕ

Согласно закону сохранения материи (массы), водный баланс озер представляет собой совокупность приходных (поверхностный и подземный приток с водосбора, атмосферные осадки на водную поверхность) и расходных (сток воды из озера, испарение) характеристик [8]. Для моделирования и прогнозирования уровенного режима озер воднобалансовую теорию можно адаптировать, разложив некоторые из составляющих уравнения водного баланса (УВБ) на величины, характеризующие этот процесс [4]. Благодаря этому становится возможным моделирование уровенного режима на макроуровне — в масштабе циклонической активности, в отличие от осадков, представляющих собой мезопроцессы.

Целесообразность разработки модели, которая бы объединила физический и статистический подход, продиктована необходимостью компенсировать искажения прогнозов осадков, вызванные влиянием водоема на прибрежный климат [12]. В предыдущих работах авторов (см., например, [4, 5]) рассматривалась возможность замены атмосферных осадков на предикторы, которые будут характеризовать осадковыпадение. В ходе проведенных исследований для озер бассейна Балтийского моря были получены регрессионные уравнения, в которых предикторами, отвечающими за приходную составляющую, послужили такие величины как относительная влажность воздуха, уровни воды притоков и высота снежного покрова. Практически для всех рассматриваемых озер критерии эффективности *NSE*, S/σ_{Δ} и S/σ (в зависимости от периода заблаговременности) показали удовлетворительные результаты.

Экспертный аспект предлагаемой модели, рассматриваемый в данной работе, сводится к изучению того, как циклоническая деятельность над Балтийским бассейном влияет на уровенный режим озер и на осадки по данным репрезентативных метеостанций.

В отечественных и зарубежных исследованиях сложилось несколько подходов к изучению влияния циклонов на колебания уровней воды. Первый подход напрямую связывает параметры циклонов с уровен-

© Батмазова А. А., Гайдукова Е. В., 2026
✉ Батмазова Анна Александровна, e-mail: batmazovaa@mail.ru
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

ным режимом конкретных водоемов: Невской губы [1], оз. Балхаш и Каспийского моря [14], оз. Врана [19]. При этом в [14] особо выделяется роль направления траекторий циклонов. Второй подход фокусируется на связке «циклон – атмосферное давление – осадки». Так, в [11] глубиной циклонов объясняется интенсивное осадковыпадение и наводнение на Амуре; в [10] зафиксировано падение давления при приближении циклона в районе обсерватории Паратунка; в [17] поля давления и ветра используются для моделирования циклонов; в [18] давление на уровне моря служит основой для идентификации внетропических циклонов.

Целью исследования является установление связей между параметрами циклонической деятельности и уровнями воды в средних озерах восточной части бассейна Балтийского моря (Суоярви, Лексозеро, Сандал, Ведлозеро), а также выявление численных диапазонов атмосферного давления, характеризующих циклоническую деятельность на изучаемой территории.

Задачи: 1) определение градаций для параметров циклонической активности, уровней воды в исследуемых озерах и атмосферных осадков с использованием процедуры ранжирования; 2) анализ связей между перечисленными градациями; 3) определение типовых месяцев для каждого озера; 4) построение для типовых месяцев гистограмм интервальных рядов значений атмосферного давления и их интерпретация.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для описания циклонической активности в работе используются три характеристики: повторяемость циклонов, число их траекторий и показатель глубины (интенсивности) [7]. Ежемесячные значения этих характеристик за период 2008-2022 гг. получены из специализированного каталога, размещенного в базе ЕСИМО [9].

Также для работы использовались среднемесячные уровни воды за период 2008-2022 гг. по озерам: Сандал, Ведлозеро, Суоярви, Лексозеро. Данные были получены из базы АИС ГМВО. Метеорологическая информация: среднемесячное атмосферное давление на уровне моря и станции и месячная сумма атмосферных осадков за период 2008-2022 гг. получены с порталов ВНИИГМИ МЦД и rp5.ru.

Карта-схема обеспеченности гидрометеорологической информацией исследуемых озер представлена на рисунке 1.

Основным статистическим инструментом являлся корреляционный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Определение градаций и типовых месяцев. В таблице 1 для каждой градации конкретной характеристики указано число лет (из пятнадцати наблюдаемых, период 2008-2022 гг.), в которых встретился тот или иной характерный месяц (обозначен римской цифрой).

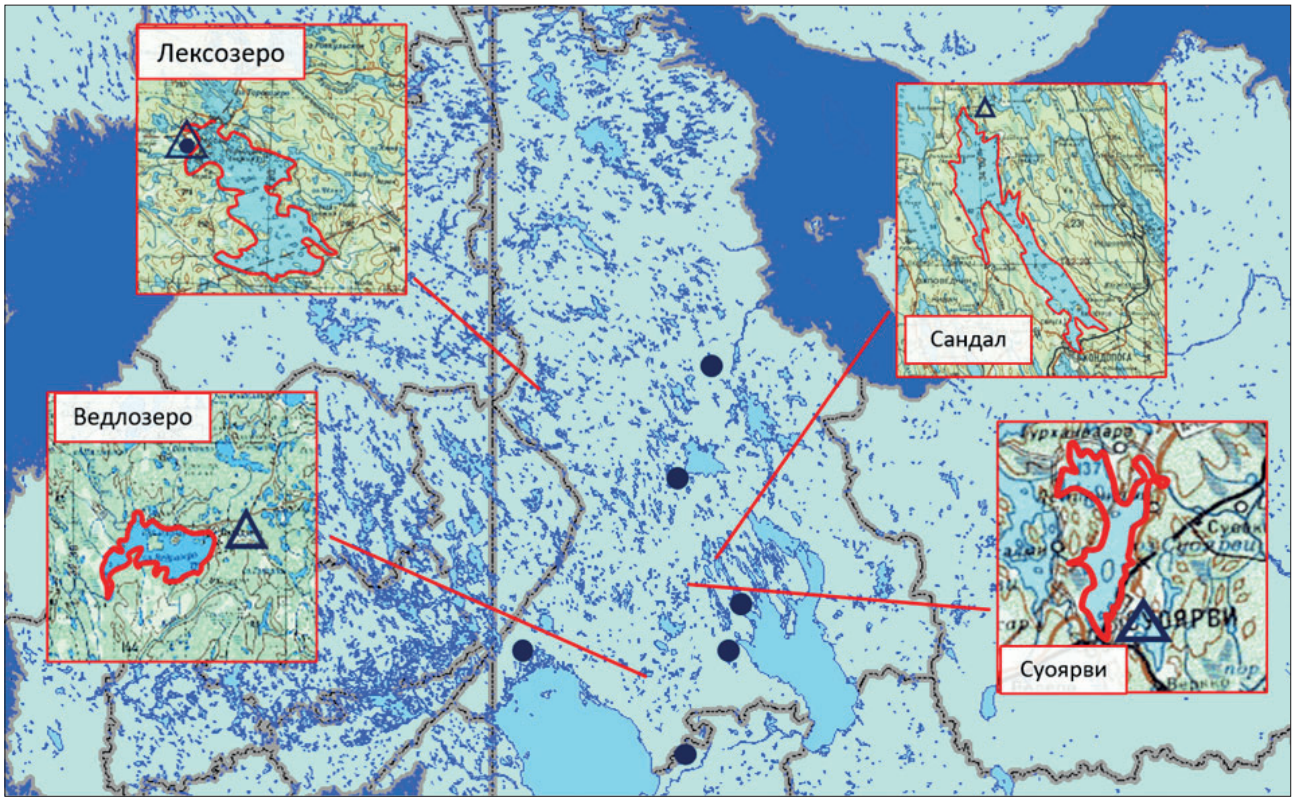


Рис. 1. Карта-схема обеспеченности гидрометеорологической информацией исследуемого района
[*Fig. 1.* Map-scheme of provision of hydrometeorological information of the studied area]

С помощью процедуры ранжирования среднемесячных уровней воды за тот же период были получены следующие результаты: выделены периоды низкой, средней и высокой водности, а также определены месяцы, характерные для каждого из этих периодов. Проверка корректности выделенных градаций осуществлялась через сравнение вошедших в них уровней воды со среднемноголетними значениями. Ранжирование данных об атмосферных осадках и по характеристикам циклонической активности проводилось по той же схеме.

Обобщая типовые месяцы по всем исследуемым озерам, можно выделить те из них, которые повторяются для разных водоемов в рамках одной градации водности.

Одним из таких месяцев является июнь, который в градации максимальной водности является типовым для всех исследуемых озер. Также максимальная водность наблюдается в июле – для трех озер. Для минимальной водности в большинстве случаев типовыми являются август и сентябрь (Лексозеро, Сандал, Суоярви). Средняя водность наблюдается в январе для двух озер. Остальные типовые месяцы, приведенные в таблице 1, являются уникальными для каждого озера.

2. Выявление связей осуществлялось с помощью корреляционного анализа и метода графов (рис. 2), по результатам проведения которых можно сделать вывод о наличии связей между тремя парами характеристик:

Таблица 1

Определение типовых месяцев водности озер, атмосферных осадков, циклонической активности
[*Table 1*. Determination of typical months of lake water content, precipitation, cyclonic activity]

Уровень воды / Water level														
Градация / Gradation	Минимум / Minimum					Среднее / Average					Максимум / Maximum			
Ведлозеро / Vedlozero	VII 8	VIII 13	IX 13	–	–	I 10	II 8	X 8	–	–	V 14	IV 10	VI 8	–
Лексозеро / Leksozero	III 10	IV 10	IX 9	X 9	–	XI 9	XII 7	–	–	–	VI 15	VII 14	–	–
Сандал / Sandal	III 13	IV 14	–	–	–	V 10	IX 10	X 9	–	–	VI 15	VII 15	VIII 12	–
Суоярви / Suoyarvi	III 11	VIII 11	IX 12	–	–	I 10	IV 7	VII 10	X 7	–	V 15	VI 13	–	–
Атмосферные осадки / Precipitation														
Градация / Gradation	Минимум / Minimum					Среднее / Average					Максимум / Maximum			
Лодейное Поле / Lodeyniye Pole	III 8	IV 13	–	–	–	I 7	VI 7	VII 6	X 6		VIII 11	IX 7	–	–
Сортавала / Sortavala	III 11	IV 12	–	–	–	I 7	II 7	IX 8	XI 8	XII 7	VIII 11	X 9	–	–
Петрозаводск / Petrozavodsk	III 12	IV 11	–	–	–	X 7	XII 9	–	–	–	VII 13	VIII 13	IX 7	–
Паданы / Padany	II 10	III 12	–	–	–	I 8	XI 10	–	–	–	VI 10	VII 12	VIII 12	–
Реболы / Reboly	II 9	III 11	–	–	–	IV 8	X 7	XI 7	–	–	VII 8	VIII 10	–	–
Кондопога / Kondopoga	III 13	IV 11	–	–	–	I 10	XII 11	–	–	–	VII 9	VIII 13	X 9	–
Циклоническая деятельность / Cyclonic activity														
Градация / Gradation	Минимум / Minimum					Среднее / Average					Максимум / Maximum			
Траектории / Trajectories	V 9	XI 7	XII 9	–	–	I 6	II 6	III 8	VIII 8	IX 6	VI 9	VII 10	–	–
Повторяемость / Repeatability	IV 7	VIII 7	IX 10	X 8	XII 7	II 8	V 8	VII 6	XI 6	–	I 12	III 7	–	–
Интенсивность / Intensity	IX 8	X 8	XI 9	XII 8	–	I 7	V 7	VII 7	–	–	II 6	III 7	VI 6	VIII 6

Примечание. Максимальное число определенных типовых месяцев для характеристики или объекта равно пяти (см., например, средняя градация для Сортавалы и траектории циклонов, минимальная – для повторяемости и максимальная для интенсивности). Этим объясняется наличие ячеек с прочерками у других характеристик и объектов: типовых месяцев было обнаружено меньше пяти.

[Note. The maximum number of specific typical months for a characteristic or object is five (see, for example, the average gradation for the Range and trajectory of cyclones, the minimum for repeatability and the maximum for intensity). This explains the presence of cells with dashes in other characteristics and objects: less than five typical months were found]

уровни воды с циклонической активностью ($H–N_{cy}$), уровни воды с атмосферными осадками ($H–X$), циклоническая активность с атмосферными осадками ($N_{cy}–X$).

Полученные коэффициенты корреляции изменяются в диапазоне 0,36-0,61, что по шкале Чеддока [16] соответствует умеренной и заметной связи. Для оценки статистической достоверности коэффициентов используется выражение (1) и условие $|r|/\sigma_r \geq 2$, выполнение которого свидетельствует о статистической достоверности связи между переменными [13] (см. табл. 2).

Достоверность всех рассчитанных коэффициентов корреляции в сочетании с их незначительным разбросом позволяет утверждать, что величину атмосферных осадков можно заменить на вероятность их выпадения, связанную с циклонической активностью.

$$\sigma_r = \frac{(1-r^2)}{n^{1/2}} \quad (1)$$

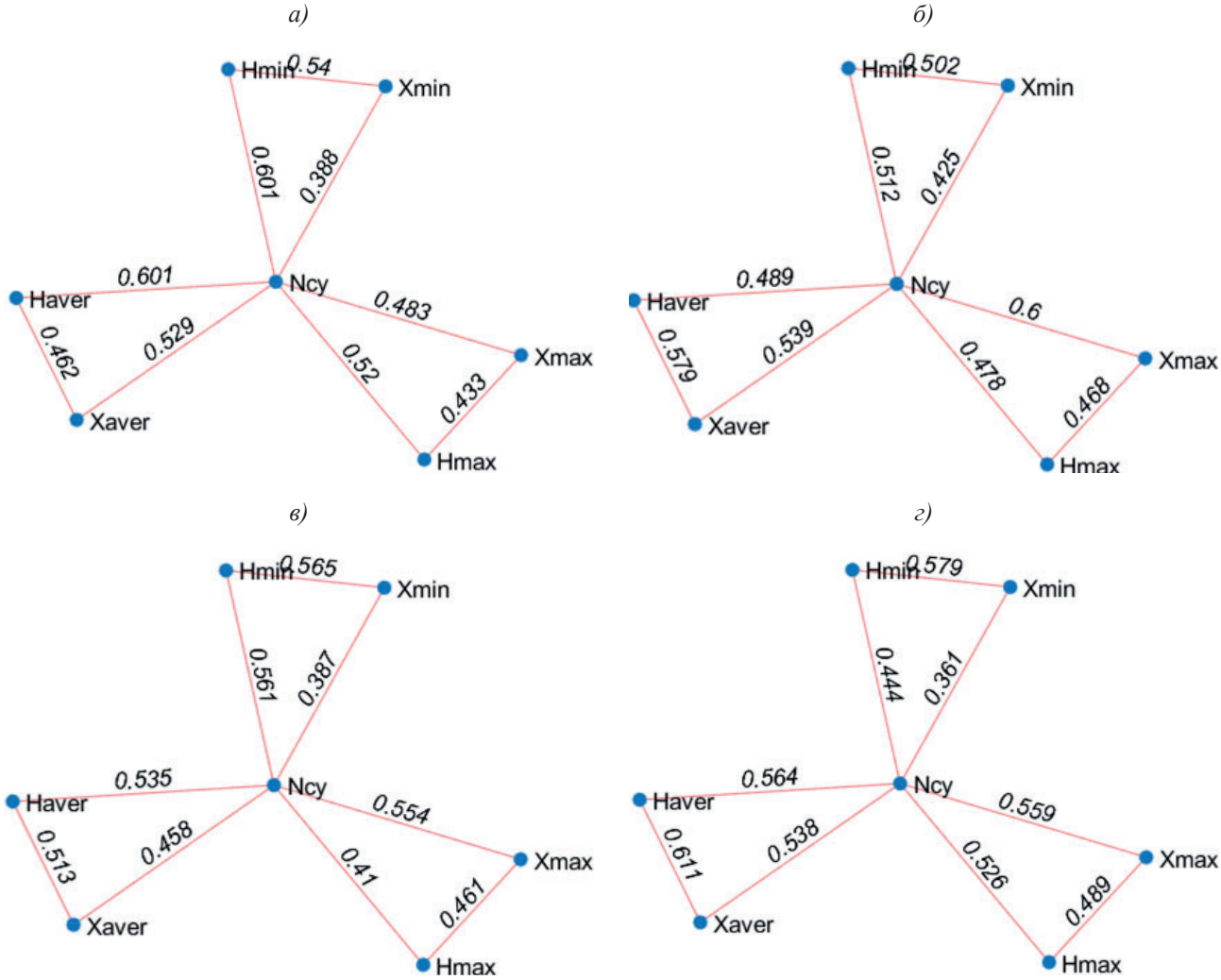


Рис. 2. Корреляционные графы: *а* – оз. Ведлозеро; *б* – оз. Лексозеро; *в* – оз. Сандал; *г* – оз. Суоярви
[*Fig. 2.* Correlation graphs: *a* – Lake Vedlozero; *b* – Lake Leksozero; *c* – Lake Sandal; *d* – Lake Suoyarvi]

3. Интервальный анализ. Согласно литературным данным [6, 15], для внетропических циклонов характерно понижение атмосферного давления на уровне моря до 970-1010 мбар (727-757 мм рт. ст.) при норме в 760 мм рт. ст., а относительная влажность воздуха в таких системах нередко достигает 100 % [3]. Поскольку в предыдущем разделе подтвердилось наличие связи между циклонической активностью и уровнями воды в озерах, возникает необходимость определить, какие количественные характеристики циклонов должны учитываться при прогнозировании. Один из возможных подходов – интерпретация циклонов через атмосферное давление (см., например, [2]).

В рамках настоящего раздела на основе интервального анализа рядов давления и влажности по репрезентативным метеостанциям для каждого озера были выделены диапазоны этих параметров, соответствующие разным градациям водности. Частота стояния пониженного давления (P_0, P) и повышенной влажности воздуха (U) за типовой месяц определяется путем ранжирования значений по убыванию, деления на равные интервалы согласно амплитуде и последующего

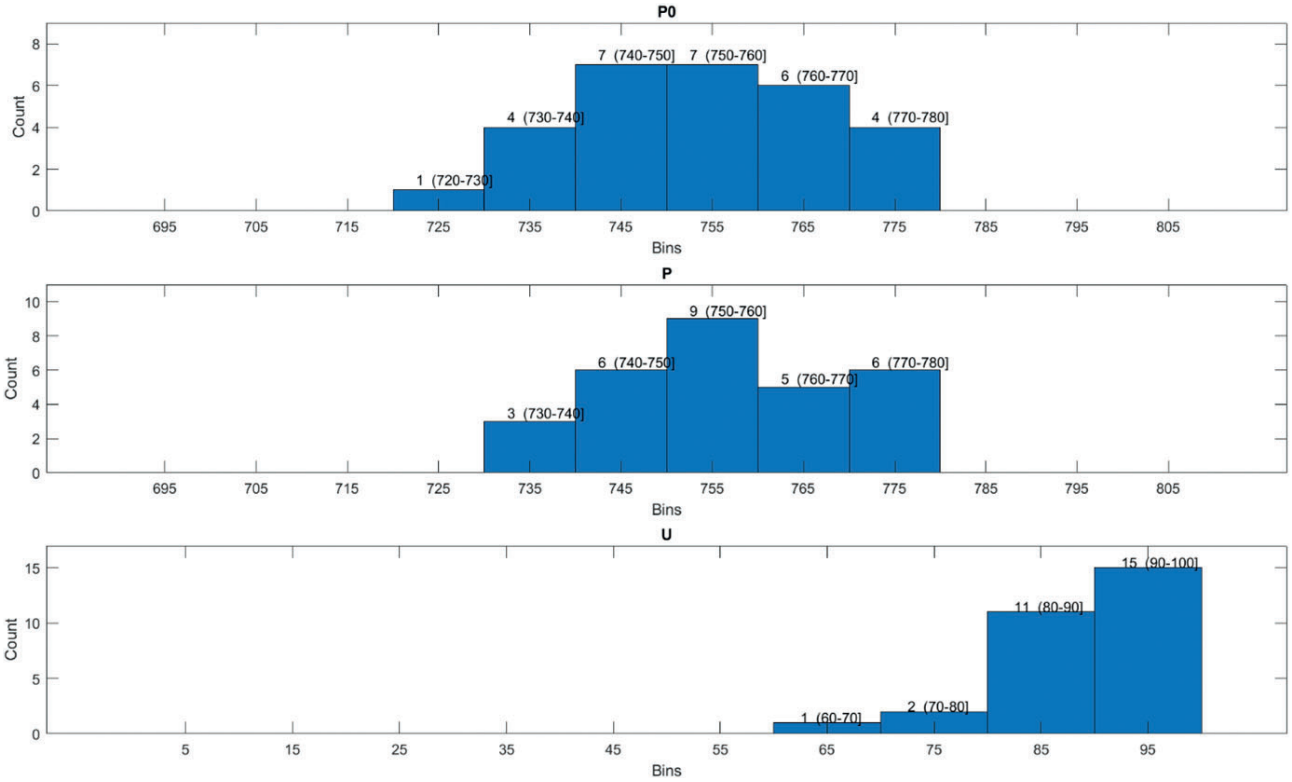
подсчета попаданий в каждый интервал. Комплексные гистограммы (см. рис. 3) построены в *Matlab*: по оси абсцисс указаны диапазоны значений P_0, P и U.

Корреляционный анализ, результаты которого представлены в таблице 3, позволил количественно оценить тесноту связи между циклонической деятельностью и приведенными выше интервалами давления. В обобщенном виде для всех озер установлены следующие закономерности: минимальная водность: давление 740-750 мм рт. ст. (R = 0,57); средняя водность: давление 720-730 мм рт. ст. (R = 0,52); максимальная водность: давление 750-760 мм рт. ст. (R = 0,43).

Таблица 2

Оценка достоверности коэффициентов корреляции
[*Table 2*. Evaluation of the reliability of correlation coefficients]

Озеро / Lake	Тип связи / Relationship type	$\|r\|/\sigma_r$
Ведлозеро	*H–Ncy*	3,32
	H–X	2,51
	X–Ncy	2,31
Лексозеро	*H–Ncy*	2,52
	H–X	2,72
	X–Ncy	2,77
Сандал	*H–Ncy*	2,59
	H–X	2,69
	X–Ncy	2,31
Суоярви	*H–Ncy*	2,68
	H–X	3,16
	X–Ncy	2,35



Условные обозначения: P_0 – атмосферное давление на уровне станции, мм рт. ст.; P – атмосферное давление на уровне моря, мм рт. ст.; U – относительная влажность воздуха, %

Рис. 3. Комплексная гистограмма за февраль 2008 г., метеостанция Кондопога
[*Fig. 3*. Complex histogram for February 2008, Kondopoga weather station]

Таблица 3

Корреляционные связи повторяемостей диапазонов атмосферного давления с циклонической активностью
[*Table 3*. Correlation relationships between the repeatability of atmospheric pressure ranges and cyclonic activity]

Водность / Water content	Давление / Pressure	Ведлозеро / Vedlozero	Лексозеро / Leksozero	Сандал / Sandal	Суоярви / Suoyarvi	Для всех озер по типу водности / For all lakes by water content type
минимальная / minimum	720-730	0,42	0,47	–	–	0,45
	730-740	0,45	0,62	0,41	0,45	0,48
	740-750	–	0,71	–	0,44	**0,57**
	750-760	–	–	–	–	–
средняя / average	720-730	–	–	0,59	0,45	**0,52**
	730-740	–	0,40	0,59	0,39	0,46
	740-750	0,39	–	–	–	–
	750-760	0,49	–	0,42	0,63	0,51
максимальная / maximum	720-730	–	0,36	0,42	–	0,39
	730-740	–	0,32	0,37	–	0,34
	740-750	–	–	0,41	–	0,41
	750-760	0,43	–		0,45	**0,44**

Примечание. Для каждого озера определяющим является конкретный диапазон атмосферного давления. Если ячейка с прочерком, значит, этот диапазон давления не является определяющим для данного озера в какой-либо градации водности (например, давление, лежащее в диапазоне 720-730 мм рт. ст. не является определяющим для месяцев максимальной градации водности для оз. Ведлозеро)

[Note. A specific range of atmospheric pressure is crucial for each lake. If the cell has a dash, it means that this pressure range is not decisive for this lake in any gradation of water content (for example, the pressure lying in the range of 720-730 mmHg is not decisive for the months of maximum gradation of water content for the lake Vedlozero)]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования для озер Ведлозеро, Суоярви, Сандал и Лексозеро, которые относятся к восточной части бассейна Балтийского моря, определены типовые месяцы, соответствующие трем градациям водности, а также выявлены статистически значимые корреляционные связи между циклонической активностью, уровнями воды и атмосферными осадками.

На основе интервального анализа рядов атмосферного давления и относительной влажности воздуха для каждого типа водности определены характерные диапазоны давления: минимальная водность – 740-750 мм рт. ст. (R = 0,57), средняя – 720-730 мм рт. ст. (R = 0,52), максимальная – 750-760 мм рт. ст. (R = 0,43).

Таким образом, параметры циклонической деятельности (повторяемость, число траекторий, глубина циклонов) могут служить надежными прогностическими индикаторами. Их использование в моделях позволяет перейти от анализа локальных осадков к учету крупномасштабных атмосферных процессов, что открывает новые возможности для прогнозирования уровенного режима озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиев А. С. Оценка влияния циклонической активности на колебания уровня воды в Невской губе // *Ученые записки РГГМУ*, 2011, № 18, с. 100-111.

2. Акимов Л. М., Акимов Е. Л. Оценка прогностических возможностей вертикальных движений воздуха // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 2, с. 81-89.

3. *Атлас облаков* / Д. П. Беспалов и др.; ред.: Л. К. Сурыгина. Санкт-Петербург: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова; Д'АРТ, 2011. 248 с.

4. Батмазова А. А., Гайдукова Е. В. Метод удлинения рядов наблюдений за уровнями воды в озерах Карелии // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*, 2025, т. 35, вып. 1, с. 70-80.

5. Батмазова А. А., Гайдукова Е. В. Построение регрессионных моделей для оценки уровенного режима озер Северо-Западной части России // *Гидрометеорология и экология*, 2025, № 78, с. 150-164.

6. Васильев К. П. *Что должен знать судоводитель о картах погоды и состоянии моря.* Ленинград: Гидрометеоиздат, 1980. 230 с.

7. Годовой ход и сезонные тренды параметров циклонов в Черноморского-Средиземноморском регионе в 1951-2017 гг. / В. Н. Маслова, Е. Н. Воскресенская, А. В. Юровский, М. Ю. Бардин // *Системы контроля окружающей среды*, 2019, т. 4, вып. 38, с. 91-98.

8. Догановский А. М., Мякишева Н. В. Водный баланс и внешний водообмен озер России и сопредельных территорий // *Ученые записки РГГМУ*, 2015, № 41, с. 63-75.

9. *Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане*. – URL: http://portal.esimo.ru/portal/ (дата обращения: 31.03.2025). – Текст: электронный.

10. Кузнецов В. В., Чернева Н. В., Дружин Г. И. О влиянии циклонов на атмосферное электрическое поле Камчатки // *Доклады академии наук*, 2007, т. 412, № 4, с. 547-551.

11. Мезенцева Л. И., Соколов О. В., Друзь Н. И. Атмосферная циркуляция над Дальним Востоком в 2013 г. при экстремальном наводнении в бассейне Амура // *Известия Ти-*

хоокеанского научного института рыбного хозяйства, 2015, т. 180, с. 261-272.

12. Назарова Л. Е., Макарова А. С. Влияние крупного водоема на климат прилегающих территорий // *Водная среда: обучение для устойчивого развития*, 2010, с. 41-48.

13. Сикан А. В. *Методы статистической обработки гидрометеорологической информации*. Санкт-Петербург: Издательство РГГМУ, 2007. 279 с.

14. Табелинова А. С. Колебания уровня Каспийского моря: причины, последствия и методы исследования // *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)*, 2019, т. 4, вып. 61, с. 34-40.

15. *Циклон // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал*. – URL: https://bigenc.ru/c/tsiklon-e55d00/?v=7498180 (дата обращения: 30.03.2025). – Текст: электронный.

16. Chaddock R. E. *Principles and methods of statistics*. Boston, New York [etc.]: Houghton Mifflin. 1925. 471 p.

17. Compound flood impact of water level and rainfall during tropical cyclone periods in a coastal city: the case of Shanghai / Xu, H., Tian, Z., Sun, L., Ye, Q., Ragno, E., Bricker, J., Mao, G., Tan, J., Wang, J., Ke, Q., Wang, S., and Toumi, R. // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*., 2022, no. 22, pp. 2347-2358.

18. Contreras-Rojas J., Mardones P., Sobarzo M. Impact of extratropical cyclones on coastal circulation in a semi-enclosed bay within the Humboldt Current System // *Ocean Sci*., 2025, no. 21, pp. 497-514.

19. Ivica Vilibić, Maja Bubalo, Petra Zemunik Selak et al. *High-frequency water level oscillations in a coastal shallow lake*, 25 March 2025, PREPRINT (Version 1) available at Research Square.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 26.05.2025
Принята к публикации: 20.05.2026

UDC 556.535.2+551.515.1 ***ISSN 1609-0683***
DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/69-76

Influence of Cyclonic Activity on the Water Level Regime of Medium-Sized Lakes in the Eastern Part of the Baltic Sea Basin

A. A. Batmazova ✉, E. V. Gaidukova

Russian State Hydrometeorological University, Russian Federation
(79, Voronezhskaya Str., St. Petersburg, 192007)

Abstract. *The purpose* is to establish relationships between the parameters of cyclonic activity and water levels in lakes, as well as to identify numerical ranges of atmospheric pressure that characterize cyclonic activity in the study area.

Materials and methods. The initial data were the average monthly levels of lakes in the Baltic Sea basin, average monthly atmospheric pressure and characteristics of cyclonic activity for the period from 2008 to 2022. The main tool was correlation and statistical analysis.

Results and discussion. The gradations of cyclonic activity, lake water content and the amount of precipitation were determined, a good correlation between them was found. Typical months were determined for the identified gradations. An interval estimate of the atmospheric pressure values at sea level and at the station level for typical months corresponding to the gradations of water content and cyclonic activity was carried out in order to obtain the range and number of repeatability of the most frequently occurring values of atmospheric pressure.

Conclusion. According to the study's results, cyclonic activity, determined by atmospheric pressure parameters, directly influences lake water level fluctuations. The discovered pattern will allow for the use of atmospheric pressure fluctuations within certain ranges when modeling lake level regimes.

Key words: cyclonic activity, medium-sized lakes, cyclone frequency, water level regime, correlation analysis, atmospheric pressure.

Funding: The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. FSZU-2026-0003.

For citation: Batmazova A. A., Gaidukova E. V. Influence of Cyclonic Activity on the Water Level Regime of Medium-Sized Lakes in the Eastern Part of the Baltic Sea Basin. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2026, no. 2, pp. 69-76. (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2026/2/69-76

REFERENCES

1. Averkiev A. S. Ocenka vliyaniya ciklonicheskoj aktivnosti na kolebaniya urovnya vody v Nevskoj gube [Assessment of the influence of cyclonic activity on water level fluctuations in the Neva Bay]. *Uchenye zapiski RGGMU*, 2011, no. 18, pp. 100-111. (In Russ.)

2. Akimov L. M., Akimov E. L. Ocenka prognosticheskikh vozmozhnostey vertikalnykh dvizheniy vozdukha [Assessment

© Batmazova A. A., Gaidukova E. V., 2026
✉ Anna A. Batmazova, e-mail: batmazovaa@mail.ru
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

of the Predictive Capabilities of Vertical air Movements]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2024, no. 2, pp. 81-89. (In Russ)

3. *Atlas oblakov* [Atlas of Clouds] / D. P. Bespalov i dr.; red.: L. K. Surygina. Saint-Petersburg: Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy (Rosgidromet), Glavnaja geofizicheskaja Observatorija im. A. I. Voejkova; D'ART, 2011. 248 p. (In Russ.)

4. Batmazova A. A., Gajdukova E. V. Metod udlineniya ryadov nablyudenij za urovnyami vody v ozerah Karelii [Method of extending series of observations of water levels in lakes of Karelia]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*, 2025, no. 35 (1). pp. 70-80. (In Russ.)

5. Batmazova A. A., Gajdukova E. V. Postroenie regressionnyh modelej dlya ocenki urovennogo rezhima ozer Severo-Zapadnoj chasti Rossii [Construction of regression models for assessing the level regime of lakes in the North-West part of Russia]. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 2025, no. 78, pp. 150-164. (In Russ.)

6. Vasil'ev K. P. *Chto dolzhen znat' sudovoditel' o kartah pogody i sostoyanii morya* [What a navigator should know about weather charts and sea conditions]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980. 230 p. (In Russ.)

7. Godovoj hod i sezonnye trendy parametrov ciklonov v Chernomorskogo-Sredizemnomorskom regione v 1951-2017 gg. [Annual cycle and seasonal trends of cyclone parameters in the Black Sea-Mediterranean region in 1951-2017] / V. N. Maslova, E. N. Voskresenskaya, A. V. Yurovskij, M. Yu. Bardin. *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2019, no. 4 (38), pp. 91-98. (In Russ.)

8. Doganovskij A. M., Myakisheva N. V. Vodnyj balans i vneshnij vodoobmen ozer Rossii i sopredel'nyh territorij [Water balance and external water exchange of lakes in Russia and adjacent territories]. *Uchenye zapiski RGGMU*, 2015, no. 41, pp. 63-75. (In Russ.)

9. *Unified State System of Information on the Situation in the World Ocean*. – URL: http://portal.esimo.ru/portal/ (accessed 31.03.2025). – Text: electronic. (In Russ.)

10. Kuznecov V. V., Cherneva N. V., Druzhin G. I. O vliyanii ciklonov na atmosfernoe elektricheskoe pole Kamchatki [On the influence of cyclones on the atmospheric electric field of Kamchatka]. *Doklady akademii nauk*, 2007, no. 412 (4), pp. 547-551. (In Russ.)

11. Mezenceva L. I., Sokolov O. V., Druz' N. I. Atmosfernaya cirkulyaciya nad Dal'nim Vostokom v 2013 g. pri ekstremal'nom navodnenii v bassejne Amura [Atmospheric circulation over the Far East in 2013 during extreme flooding in the Amur basin]. *Izvestiya Tihookeanskogo nauchnogo instituta rybnogo hozyajstva*, 2015, no. 180, pp. 261-272. (In Russ.)

12. Nazarova L. E., Makarova A. S. Vliyanie krupnogo vodoema na klimat prilegayushchih territorij [The influence of a large reservoir on the climate of adjacent territories]. *Vodnaya sreda: obuchenie dlya ustojchivogo razvitiya*, 2010, pp. 41-48. (In Russ.)

13. Sikan A. V. *Metody statisticheskoj obrabotki gidrometeorologicheskoj informacii* [Methods of statistical processing of hydrometeorological information]. Saint-Petersburg: Izdatelstvo RGGMU, 2007. 279 p. (In Russ.)

14. Tabelinova A. S. Kolebaniya urovnya Kaspijskogo morya: prichiny, posledstviya i metody issledovaniya [Fluctuations in the Caspian Sea level: causes, consequences and research methods]. *Evrazijskij Soyuz Uchenyh (ESU)*, 2019, no. 4 (61), pp. 34-40. (In Russ.)

15. *Cyclone* // Bol'shaya rossijskaya enciklopediya: nauchno-obrazovatel'nyj portal – URL: https://bigenc.ru/c/tsiklon-e55d00/?v=7498180 (accessed 31.03.2025). – Text: electronic. (In Russ.)

16. Chaddock R. E. *Principles and methods of statistics*. Boston, New York [etc.]: Houghton Mifflin. 1925. 471 p.

17. Compound flood impact of water level and rainfall during tropical cyclone periods in a coastal city: the case of Shanghai / Xu, H., Tian, Z., Sun, L., Ye, Q., Ragno, E., Bricker, J., Mao, G., Tan, J., Wang, J., Ke, Q., Wang, S., and Toumi, R. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*., 2022, no. 22, pp. 2347-2358.

18. Contreras-Rojas J., Mardones P., Sobarzo M. Impact of extratropical cyclones on coastal circulation in a semi-enclosed bay within the Humboldt Current System. *Ocean Sci*., 2025, no. 21, pp. 497-514.

19. Ivica Vilibić, Maja Bubalo, Petra Zemunik Selak et al. *High-frequency water level oscillations in a coastal shallow lake*, 25 March 2025, PREPRINT (Version 1) available at Research Square.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 26.05.2025
Accepted: 20.05.2026

Батмазова Анна Александровна
Ассистент кафедры инженерной гидрологии Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-9135-4925, e-mail: batmazovaa@mail.ru

Гайдукова Екатерина Владимировна
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной гидрологии Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-3547-5538, e-mail: oderiut@mail.ru

Anna A. Batmazova
Assistant at the Department of Engineering Hydrology, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-9135-4925, e-mail: batmazovaa@mail.ru

Ekaterina V. Gaidukova
Cand. Sci. (Tech.)|, Assoc. Prof., Head of the Department of Engineering Hydrology, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-3547-5538, e-mail: oderiut@mail.ru