



## АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЛИНИНГРАДСКОГО ЗАЛИВА

А.А. Кустикова, студентка,

lotos\_aleks@mail.ru

Н.Р. Ахмедова, доцент,

isfendi@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

В статье отражены некоторые результаты изучения гидрометеорологических характеристик Калининградского залива. Для анализа использованы данные по двум метеорологическим станциям (Мамоново, Калининград) и двум гидрологическим постам (Балтийск, Краснофлотское). Построена аналитическая кривая обеспеченности максимальных уровней залива по трехпараметрическому закону распределения Крицкого-Менкеля. Найдены значения максимальных уровней в области малых вероятностей.

Изучен ветровой режим Калининградского залива по основным характеристикам ветра: скорости и направления. Выполненный анализ пространственного изменения характеристик ветрового режима показал неоднородность преобладающих направлений ветра на территории лагуны, обусловленную географическими особенностями залива.

Результаты работы могут быть использованы при разработке проектов строительства, ветроэнергетических кадастров территории Калининградского залива.

*Калининградский залив, максимальный уровень воды, скорость ветра, кривая обеспеченности*

Процессы, протекающие в береговой зоне морей и заливов, оказывают существенное влияние на хозяйственную деятельность в прибрежной зоне. В некоторых случаях действие этих процессов может привести к серьезным материальным потерям.

При выборе мест размещения объектов строительства и их инженерной защиты от неблагоприятных гидрометеорологических воздействий возникают задачи ретроспективного анализа гидрометеорологических условий территории и оценки их изменения.

В связи с этим были изучены колебания максимальных уровней и ветровой режим Калининградского залива.

Калининградский залив – мелководная лагуна в юго-западной части Калининградской области, отделена от моря песчаным полуостровом – Балтийской косой. Обмен воды происходит через узкий пролив, расположенный в западной части лагуны вблизи г. Балтийска.

По данным Калининградского ЦГМС на территории области действует одна морская гидрологическая станция Балтийск, находящаяся на Балтийской косе. В ее состав входит три гидрологических поста [1].

Для анализа и построения кривых обеспеченности максимальных уровней Калининградского залива используются данные многолетних наблюдений по станции Балтийск и гидрологическому посту I разряда Краснофлотское с 1977 по 2006 г. [2] (рисунок 1), были определены средние многолетние и максимальные экстремальные значения уровней (таблица 1).

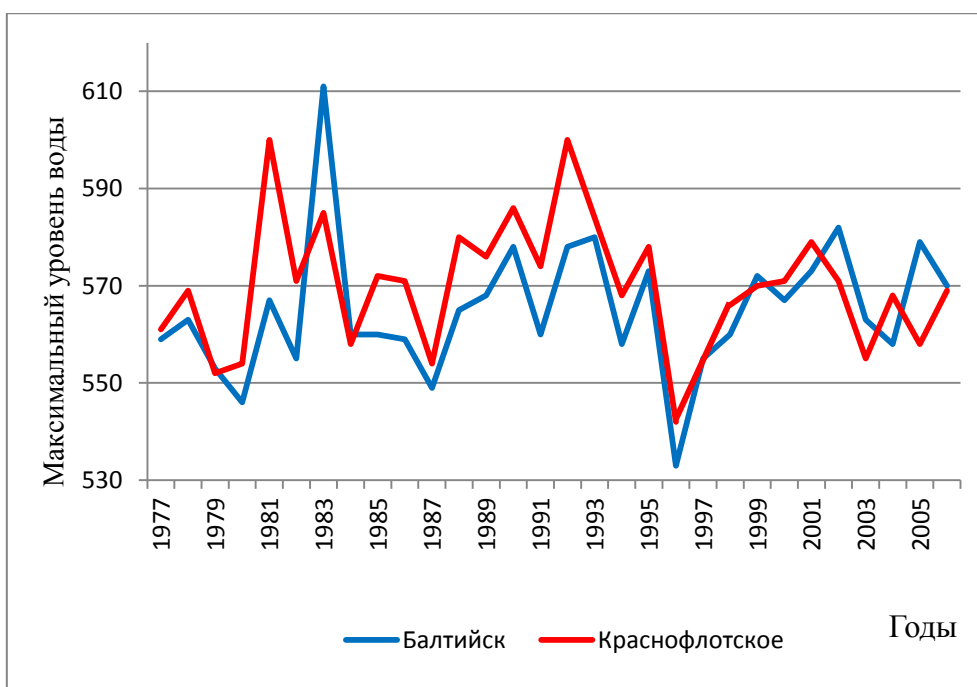


Рисунок 1 - Многолетние данные максимальных уровней Калининградского залива, БС (см)

Таблица 1 – Многолетние средние и максимальные значения уровня, БС (см)

Пост	Средний уровень, см	Максимальный экстремальный уровень, (дата)
Краснофлотское	501,58	600 (17.1.1992)
Балтийск	483,2	611(19.1.1983)

Эмпирическая и аналитическая обеспеченности максимальных уровней воды строятся в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

Построение эмпирической обеспеченности производится по ранжированному в убывающем порядке ряду многолетних данных уровней, вероятности находятся по формуле Крицкого-Менкеля [3]:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где  $m$  – порядковый номер членов ранжированного ряда гидрологической характеристики,

$n$  – общее число членов ряда.

Данная формула (1) создает некоторый запас надежности в оценке значений переменной малой расчетной обеспеченности. Поэтому она применяется в расчетах наивысших уровней при проектировании ответственных сооружений.

Эмпирическая кривая обеспеченности имеет два существенных недостатка. Во-первых, она имеет вид ломаной линии, т. е. охватывает не все области значений, которые может принять гидрологическая характеристика. Во-вторых, она не определена в зонах наименьших и наибольших вероятностей превышения, наиболее важных при гидрологических расчетах [4].

Для сглаживания и экстраполяции эмпирической кривой применяется трехпараметрический закон распределения Крицкого-Менкеля.

Аналитическая кривая обеспеченности строится в зависимости от коэффициентов вариации  $C_v$  и асимметрии  $C_s$ , а также от соотношения  $C_s/C_v$ .

В ходе исследований коэффициенты вариации и асимметрии были определены двумя способами: методом моментов и по аналитической кривой обеспеченности. Значения коэффициента вариации, определенные двумя способами, оказались относительно одинаковыми в отличие от коэффициента асимметрии, значения которого сильно отличаются. Данное отличие объясняется погрешностями вычислений, а также недостаточной длительностью рядом гидрологических наблюдений, так как для достоверной оценки коэффициента асимметрии требуются данные за 50–70 лет натуральных наблюдений.

Поэтому соотношение  $C_s/C_v$  приводят к значению, характерному условиям формирования гидрологических характеристик в Калининградской области,  $C_s/C_v = 2$ .

По таблицам ординат кривых трехпараметрического распределения Крицкого-Менкеля [5, прил. 6] выписывают координаты аналитической кривой с учетом значений  $C_v$ ,  $C_s/C_v$ , при необходимости проводя интерполяцию значений.

Аналитическую кривую обеспеченности строят на одном графике с эмпирической и проводят визуальную оценку степени их согласования (рисунки 2, 3).

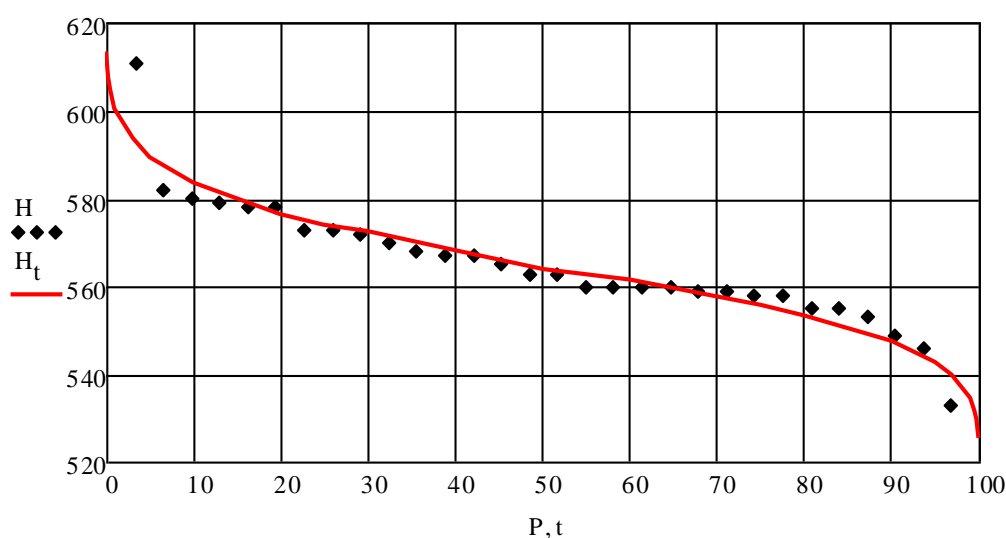


Рисунок 2 - Кривая обеспеченности максимальных уровней, станция Балтийск  
(точки – эмпирическая, линия – аналитическая)

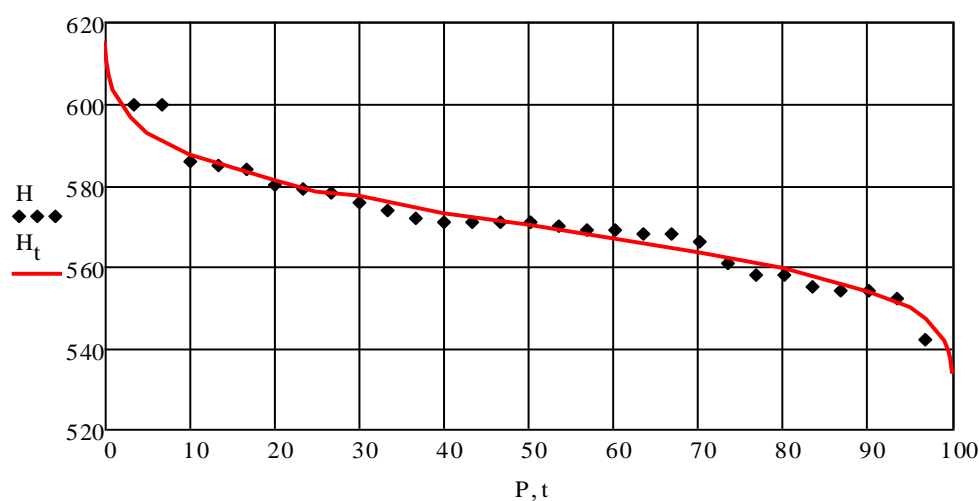


Рисунок 3 - Кривая обеспеченности максимальных уровней, пост Краснофлотское  
(точки – эмпирическая, линия – аналитическая)

Аналитическая кривая обеспеченности позволяет вычислять максимальные уровни любой заданной обеспеченности. В ходе исследования были определены значения в многоводные годы наименьшей обеспеченности (таблица 2).

Таблица 2 – Максимальные уровни в многоводные годы, см

Пост	Обеспеченность года, %			
	0,1	1,0	3,0	5,0
Краснофлотское	615,02	603,21	596,65	592,72
Балтийск	613,17	600,45	593,4	589,15

В течение года режим ветра над территорией побережий и заливов заметно изменяется, это связано с общей циркуляцией атмосферы и действием местных барических центров. В зависимости от этого формируется годовой ход средней месячной скорости ветра.

Анализ ветрового режима Калининградского залива проводился по станциям Калининград и Мамоново. Ветровой режим изучался по основным характеристикам ветра: скорости и направлению.

Для анализа используются данные за 10 лет (2007–2016 гг.), взятые с сайта GISMETEO [6].

Полученные по двум станциям результаты свели в итоговые таблицы 3, 4.

Таблица 3 – Повторяемость (%) ветра по румбам

Пункт наблюдения	Направление								Штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
зима									
Калининград	3,77	5,65	12,75	14,97	17,41	17,96	18,18	6,98	2,33
Мамоново	5,7	6,7	12,4	12,6	26,6	17,5	11,4	3,8	3,3
весна									
Калининград	13,26	9,67	10,76	11,3	9,02	10,98	21,2	13,48	0,33
Мамоново	13,0	6,4	7,4	8,9	11,8	7,7	17,9	25,9	1
лето									
Калининград	12,14	6,24	8,21	10,61	12,36	9,63	25,39	14,22	1,2
Мамоново	11,0	4,2	7,5	5,6	11,6	8,9	23,9	26,2	1,1
осень									
Калининград	6,15	6,37	9,34	13,84	18,13	13,74	20,66	8,57	3,2
Мамоново	6,9	6,3	10,6	12,5	22,1	15,4	14,4	10,6	1,2

Таблица 4 – Величины средней скорости ветра в отдельные месяцы и сезоны

Месяц	Скорость ветра, м/с		Сезон	Скорость ветра, м/с	
	Калининград	Мамоново		Калининград	Мамоново
Декабрь	2,322	4,051	Зима	2,438	4,154
Январь	2,395	4,339			
Февраль	2,596	4,072			
Март	2,832	4,447	Весна	2,713	4,14
Апрель	2,829	4,194			
Май	2,477	3,778			
Июнь	2,241	3,766	Лето	2,143	3,656
Июль	2,065	3,569			
Август	2,123	3,632			
Сентябрь	2,116	3,72	Осень	2,304	3,867
Октябрь	2,415	3,784			
Ноябрь	2,381	4,099			

Согласно полученным данным, в разных частях залива направления господствующих в течение года ветров различны: западные – в северной части; южные – в юго-восточной. Весной и летом по двум станциям отмечается наибольшая повторяемость западных ветров. Наименьшую повторяемость в течение года на всей территории залива имеют ветры северо-восточного направления. В течение всего года, кроме весны, в северной части залива штили встречаются чаще, чем в юго-западной.

Характер развития ветра обуславливает опасные подъемы уровня воды в заливе. В целом на территории залива скорости ветра невелики, это объясняется географическими особенностями лагуны.

Среднегодовые скорости ветра равны 2,4 м/с по ст. Калининград и 3,95 м/с – Мамоново. В течение всего года наибольшая ветровая активность наблюдается в южной части залива, с декабря по май средние скорости ветра превышают 4 м/с. Наибольшая активность ветра в северной части отмечается весной, но и тогда средняя скорость не превышает 3 м/с.

В течение всего года чаще всего в заливе наблюдаются ветры скоростью от 1 до 4 м/с: 67,7 % – по ст. Мамоново, 96,5 % – по ст. Калининград.

Выводы. Аналитическая кривая обеспеченности максимальных уровней Калининградского залива, построенная по трехпараметрическому закону распределения Крицкого-Менкеля, хорошо согласуется с эмпирической кривой.

Найденные по аналитической кривой значения максимальных уровней для наименьших вероятностей указывают на то, что в южной части лагуны уровень воды поднимается выше, чем в северной. Это явление может быть обусловлено высокой активностью ветра в южной части залива, т.е. нагонными процессами. Также оно объясняется географической отдаленностью района от Балтийского пролива, через который происходит обмен воды с морем и регулирование уровня залива в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteo39.ru/organizatsiya/14-struktura.html> (дата обращения: 23.08.2017).
2. Портал единой государственной системы об обстановке в мировом океане [Электронный ресурс]. – URL: <http://portal.esimo.ru/portal/portal/esimo-user/services/> (дата обращения: 23.08.2017).
3. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – Введ. 2004-01-01. – Москва, 2004. – 73 с.
4. Инженерная гидрология. Определение расчетных гидрологических характеристик: учебно-методическое пособие [Текст]: для студентов специальности 270205.65 – «Автомобильные дороги и аэродромы» / сост. Т.В. Гавриленко, Ю.Е. Гавриш. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 30 с.
5. Гидрология и регулирование стока: метод. указ. к курсовому проектированию / сост. Э.И. Михневич. – Минск: БНТУ, 2009. – 64 с.
6. GISMETEO.RU: Gismeteo. Дневник: Дневник погоды в Мамоново за январь 2007 г. Архив погоды за январь 2007 г. по г. Мамоново, Мамоново, Россия, [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4227/2007/1/>. – (Дата обращения 5.02.2017).

## ANALYSIS AND ASSESSMENT OF HYDROMETEOROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KALININGRAD LAGOON

A.A. Kustikova, student,  
lotos\_aleks@mail.ru  
N.R. Akhmedova, assistant professor,  
isfendi@mail.ru

The article reflects some results of studying the hydrometeorological characteristics of the Kaliningrad Gulf. For the analysis, data were used for two meteorological stations (Mamonovo, Kaliningrad) and two hydrological stations (Baltiysk, Krasnoflotsky). An analytical curve for the security of the maximum levels of the bay is constructed according to the three-parameter distribution law of the Kritsky-Menckel. The values of the maximum levels in the region of small probabilities are found.

The wind regime of the Kaliningrad Gulf has been studied according to the main characteristics of the wind: speed and direction. The performed analysis of the spatial variation of the characteristics of the wind regime showed the inhomogeneity of the prevailing wind directions in the lagoon, due to the geographic features of the gulf.

The results of the work can be used in the development of construction projects, wind energy cadastres of the Kaliningrad Gulf.

*Kaliningrad Gulf, maximum water level, wind speed, supply curve*