



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной гидрологии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему **«ВЕТРОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БЕРЕГОВЫЕ  
ИНЖЕНЕРНЫЕ  
СООРУЖЕНИЯ В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ Р.ОКА»**

Исполнитель Гаврилова Александра Юрьевна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат физико-математических наук  
(ученая степень, ученое звание)  
Саноцкая Надежда Александровна  
(фамилия, имя, отчество)

(подпись)

к. т. н.  
(ученая степень, ученое звание)  
Исаев Дмитрий Игоревич  
(фамилия, имя, отчество)

«13» июня 2022г.

Санкт-Петербург  
2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ГИДРАВЛИКУ ВОДНОГО ПОТОКА .....	5
1.1. Обзор нормативной документации по определению параметров ветрового волнения .....	5
1.2. Существующие методы расчета .....	6
1.3. Гидрометеорологическая изученность и характеристика .....	12
1.4. Гидрологические посты реки .....	16
2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ОКА .....	18
2.1. Климатическая характеристика района .....	19
2.2. Ветер .....	21
2.3. Температура воздуха .....	24
2.4. Осадки .....	25
2.5. Снежный покров .....	28
2.6. Промерзание почвы .....	29
2.7. Атмосферные явления .....	31
2.8. Сведения об опасных гидрометеорологических процессах и явлениях ..	34
3. РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА БЕРЕГОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ОКА .....	38
3.1. Описание места проведения расчетов влияния .....	38
3.2. Расчет ветрового волнения на береговые сооружения в устьевой области реки Ока .....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	50

## ВВЕДЕНИЕ

Ветровое волнение относится к геофизическим процессам мелкомасштабного диапазона изменчивости с характерными временными масштабами от долей до нескольких десятков секунд и пространственными масштабами от сантиметров до нескольких сотен метров.

Размеры волн определяются набором внешних факторов (условий волнообразования), в частности, скоростью ветра, продолжительностью его действия, разгоном и т.д. Условия волнообразования любой акватории не остаются неизменными; изменения связаны с прохождением барических образований (синоптическая изменчивость), годовой ритмикой (сезонная изменчивость) и долгопериодными вариациями циркуляционных процессов (межгодовая изменчивость).

Вопрос влияния ветра на береговые инженерные сооружения водного потока представляется актуальным в виду отсутствия исчерпывающей информации о существующих закономерностях такого воздействия.

На устьевом взморье речной поток формирует течение, скорость которого для крупных рек также может достигать нескольких метров в секунду. Процессы, происходящие на устьевых взморьях, играют важную роль в динамике прилегающих участков береговой зоны. Кроме того, различные гидротехнические сооружения могут возводиться на взморье или в устье реки.

Основным нормативным документом, регламентирующим порядок анализа влияния ветра на сооружения в устьевой области рек считается СН 92-60 «Технические условия определения волновых воздействий на морские и речные сооружения и берега». Согласно данному нормативному документу, в основе ветрового воздействия на береговые сооружения лежит методология расчета такого влияния посредством сбора и анализа имеющейся информации.

Вопрос ветрового влияния на прочность береговых сооружений находит отражение во множестве исследованиях и научных статьях, публикуемых в гидрометеорологических журналах. При этом, отсутствует четкое определение методики расчета ветрового влияния.

Таким образом, целью настоящего выпускного квалификационного исследования является определение влияния ветра на прочность и устойчивость береговых сооружений в устьевой области реки Ока.

Для достижения поставленной цели, в работе сформулирован ряд задач:

1. Определить степень гидрометеорологической изученности реки Ока.
2. Дать характеристику району исследования.
3. Оценить ветровое воздействие на береговых сооружения реки Ока.
4. Разработать методику расчета ветрового воздействия.
5. Оценить эффективность проделанной работы.

Объект исследования – ветровое влияние на береговые сооружения реки Ока.

Предмет исследования – береговые сооружения устьевой области реки Ока.

Структура работы представлена введением, тремя главами, заключением, списком используемых источников и приложениями.

Практическая значимость исследования заключается в определении эффективной методики расчета ветрового влияния на устойчивость береговых сооружений в устьевой области рек. Полученные результаты могут применяться для оценки влияния ветра на сооружения различных рек, аналогичных с рекой в районе исследования.

## 1. ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ГИДРАВЛИКУ ВОДНОГО ПОТОКА

### 1.1. Обзор нормативной документации по определению параметров ветрового волнения

В рамках написания настоящего выпускного квалификационного исследования предлагается использовать в качестве нормативной базы совокупность следующих документов:

- ✓ ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения
- ✓ ГОСТ 25855-83 Уровень и расход поверхностных вод. Общие требования к измерению
- ✓ ГОСТ 32453-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек
- ✓ МИ 1759-87 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом "скорость-площадь"
- ✓ РД 52.08.163-88 Дополнение к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6. Ч.1. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках
- ✓ СНиП 2.06.04-82\* «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» СНиП II-57-75

Однако основным документом, регламентирующем в прошлом порядок проведения влияния ветра на устойчивость береговых сооружения является СН 92-60 «Технические условия определения волновых воздействий на морские и речные сооружения и берега».

Настоящими Техническими условиями следует руководствоваться при определении воздействия ветровых волн на гидротехнические и другие сооружения, возводимые на морях, озерах, водохранилищах и реках, судовых волн на крепление откосов каналов, а также воздействия ветровых волн на берега водохранилищ.

В технических условиях приведены указания по определению расчетных параметров волн и волновых воздействий на различные конструкции сооружений и рекомендации по расчету переформирования берегов водохранилищ.

По своему содержанию данный документ заменял ГОСТ 3255-46 и СНиП 2.06.04-82\*.

Однако сейчас единственным ключевым нормативным актом в данной области принято считать – «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» СНиП II-57-75.

## **1.2.Существующие методы расчета**

Волнообразующими факторами являются скорость ветра, продолжительность его действия и разгон волн. На развитие и распространение волн оказывают влияние глубины, рельеф и шероховатость дна в направлении разгона. Скорости ветра и продолжительности его действия для разных направлений определяются на основе статистической обработки данных наблюдений за ветром в безледные периоды на гидрометеорологических станциях. В результате этой обработки получают характеристики повторяемости и продолжительности ветров по градациям скоростей и направлений.

Предпочтительными являются данные наблюдений гидрометеорологических станций, расположенных на островах и низких берегах.

Расчетная максимальная скорость ветра  $W_{10}$  в м/сек, вводимая в расчет при определении элементов ветровых волн, а также при определении ветрового нагона, для нормальных условий эксплуатации принимается с расчетной вероятностью превышения:

- для сооружений I и II классов - 2% (1 раз в 50 лет);
- для сооружений III и IV классов - 4% (1 раз в 25 лет);
- для сооружений V класса - 10% (1 раз в 10 лет).

При форсировании уровней в момент пропуска наивысшего расчетного расхода расчетная максимальная скорость ветра для сооружений I- IV классов принимается равной среднемноголетней максимальной скорости ветра, наблюдаемой в сроки форсированных уровней за период  $w$  емее 10 лет.

При наличии коротких рядов наблюдений расчетные скорости ветра указанных выше обеспеченностей определяют на основе графической экстраполяции наблюдаемой части кривой распределения скорости ветра.

Для речных сооружений в указанных случаях допускается также определять расчетные скорости ветра по «Нормам и техническим условиям для расчета максимальных расходов воды при проектировании гидротехнических сооружений на реках» (СН 2-57).

Обеспеченность скорости ветра рассчитывается из условия, что в одну навигацию(год) возможен один случай максимальной скорости.

Расчетная максимальная скорость ветра для сооружений I и II классов при нормальных условиях эксплуатации должна приниматься не меньше той наблюдаемой максимальной скорости определенной продолжительности, при которой устанавливается наибольшее значение элементов волн. Наибольшие возможные размеры элементов волн в данном районе определяются при наиболее неблагоприятном сочетании значений скорости ветра, его продолжительности и разгона, устанавливаемых по результатам расчета.

При определении волновых воздействий на сооружения учитываются колебания уровней воды, вызываемые нагоном, стоном, приливами, отливами, попусками, форсированием расходов и т. п.

Измеренные над водоемами скорости ветра должны приводиться к одной и той же высоте (10 м) над уровнем водоема.

Приведение производится по формуле:

$$W_{10} = k_w w_h \quad (1)$$

Где:

—  $w_h$  - скорость ветра, измеренная на высоте  $H$ .

—  $k_w$  – коэффициент приведения, применяемый в зависимости от высоты

Н по таблице 1.2.1

Таблица 1.2.1

Значение коэффициента  $k_w$

Н в м	2	6,5	8	10	12	17	28
$k_w$	1,25	1,05	1,03	1	0,98	0,94	0,89

При определении расчетных скоростей ветра над водоемами по данным наблюдений материковых станций, в эти данные вводятся поправочные коэффициенты на основании имеющихся материалов или результатов специальных исследований.

При пользовании данными наблюдений скоростей ветра на флюгерных станциях должен производиться пересчет этих данных на показания анемометрических станций.

Продолжительность действия ветра может не учитываться при расчете элементов ветровых волн мелких водоемов, а при расчете элементов волн глубоких водоемов - для разгонов до 100 км при скоростях менее 25 м/сек. Разгон волны определяется по направлениям восьми основных румбов и по направлению наибольшей протяженности. При наличии по линии разгона местного резкого сужения водоема разгон  $D$  принимается равным  $D \approx 5B$ , где  $B$  - минимальная ширина водоема по разгону, но не более 5λ1%

При этом величина разгона  $D$  должна приниматься не меньше длины разгона до сужения. При наличии мелководных участков в районе сужений влияние глубин (рефракция волн) может учитываться согласно приложению III, пп. 9 и 10. Для определения разгона в условиях морей и больших водохранилищ рекомендуется производство анализа ветровых условий над всем водоемом и в случае необходимости - построение карт ветровых полей.

Скорость ветра по разгону допускается принимать постоянной при ее колебаниях в пределах  $\pm 10\%$ , а также при значениях скоростей, меньших 25 - 30 м/сек, для разгонов менее 100 км.

Определение разгонов по пути распространения волн с учетом рефракции в случаях возможного изменения прямолинейного распространения волн



на криволинейное под действием препятствий, а также мелководий может производиться согласно приложению III, п. 9 и 10.

Направление распространения волн считается совпадающим с направлением ветра в пределах  $\pm 22,5^\circ$ . Ориентировочные предельные значения разгонов для некоторых водоемов на территории СССР приведены в таблице приложения 1. Для приближенных расчетов рекомендуются следующие предельные сочетания разгонов и расчетных максимальных скоростей ветра:

Таблица 1.2.2

## Сочетания разгонов и расчетных скоростей ветра

Разгон <i>D</i> в км	Скорость $W_{10}$ в м/сек	
Для океанов	1500	25
» морей	600	30
» глубоких водохранилищ	100	30

При оценке влияния глубины водоема в пределах разгона волн учитываются колебания уровней. Определение нагона  $\Delta h$  может производиться по зависимости:

$$\Delta h = k * \frac{w_{10}^2 D}{2qH} \cos a \quad (2)$$

Где величина  $k$ , зависящая от относительной глубины принимается по данным специальных исследований. Ориентировочные значения  $k$  находятся в пределах  $6 \cdot 10^{-3} - 12 \cdot 10^{-3}$ ,  $a$  - угол между осью водоема и направлением ветра. Для различных интервалов и повторяемостей скоростей ветра, его различных направлений, разгонов и профилей дна определяются элементы волн по каждому направлению (по пп. 20- 26).

Повторяемость этих элементов волн принимается совпадающей с повторяемостью ветра данного румба, данной скорости и продолжительности. Кроме учета обеспеченности элементов волн на тот или другой промежуток времени (например, год), учитывается также их обеспеченность в данной системе воли, характеризуемая количеством волн рассчитанных размеров при

непрерывном и последовательном прохождении 100 волн через заданную точку. Распределение элементов двумерных волн в данной их системе, которая состоит не менее чем из 100 волн, последовательно проходящих через одну и ту же точку «а поверхности водоема, выражается вероятностными характеристиками (функциями их обеспеченности).

Функции распределения элементов двумерных волн на глубоких водоемах и в глубоководных зонах по их обеспеченности приведены в табл. ниже.

Таблица 1.2.3

Функции(безразмерные) обеспеченности параметров двумерных волн на глубоких водоемах и в глубоководных зонах

Обеспеченность элемента в %	$(h/\bar{h})_{2D}$ $(\lambda/\bar{\lambda})_{2D}$	$(\tau/\bar{\tau})_{2D}$ $(c/\bar{c})_{2D}$	$\frac{(h/\lambda)_{2D}}{(h/\lambda)_{2D,CP}}$
1	2,52	1,65	6,5
2	2,28	1,57	4,8
5	1,91	1,47	2,75
10	1,69	1,37	1,9
20	1,38	1,23	1,3
30	1,21	1,15	0,96
40	1,05	1,07	0,77
50	0,93	1	0,62
60	0,81	0,93	0,51
70	0,69	0,85	0,4
80	0,51	0,76	0,3
90	0,37	0,66	0,2
95	0,23	0,58	0,15
99	0,1	0,44	0,04

Указания о распределении элементов двумерных волн в условиях мелких водоемов и мелководных зон приведены в п.26.

Определение высоты трехмерных волн различной обеспеченности на глубоких водоемах и в глубоководных зонах производится путем пересчета значения высоты двумерных волн по табл. Ниже.

Таблица 1.2.4

Статистическая связь между значениями высот трехмерных и двухмерных волн в точке

Обеспеченность высоты двухмерной волны в точке в %	Коэффициент перехода к высоте трехмерной волны	Обеспеченность высоты двухмерной волны в точке в %	Коэффициент перехода к высоте трехмерной волны
1	1,1	50	1,3
5	1,14	60	1,34
10	1,18	70	1,42
20	1,2	80	1,51
30	1,23	90	1,73
40	1,27	95	1,98

На трехмерное волнение рассчитываются сквозные сооружения и сооружения, стоящие на относительно глубоководных участках. Средняя высота двухмерных волн  $h$  и трехмерных волн  $h_t$  в точке связаны между собой отношением. Допускается при надлежащем обосновании пользоваться и другими функциями обеспеченности элементов волн.

Расчетная обеспеченность высоты волны в данной системе волн для характеристики волнового режима принимается равной 1%. По возможности и учитывается также обеспеченность периода и длины (крутизны) волны, рассчитываемых по соответствующим формулам для высоты волны 1 % обеспеченности. Расчетная обеспеченность высоты волны в данной системе при расчете гидротехнических сооружений принимается в зависимости от типа сооружений по соответствующим указаниям норм и технических условий на проектирование этих сооружений, но не менее 1%.

При этом для расчета сооружений, для которых волновые нагрузки являются определяющими при расчете устойчивости и прочности, расчетная обеспеченность высоты волны принимается равной 1%. При расчете сооружений на действие волн требуется также обоснованный выбор крутизны волны, соответствующей расчетной высоте волны.

### 1.3. Гидрометеорологическая изученность и характеристика

Оку не случайно называют сердцем России: причиной тому географические, гидрологические и исторические факты. А ещё интересно, что именно отсюда – с долины реки Оки – начинается формирование основы русской и российской государственности. И именно русло этой реки стало географической границей и историческим рубежом на пути набегов кочевников.

С точки зрения гидрологии Оку считают одной из самых крупных рек РФ: занимает среднее положение в рейтинге из 60 водных русел. При протяженности реки в 1500 км площадь ее бассейна составляет около 245 тысяч квадратных километров, а ширина долины в иных местах достигает 30 км. Ширина самого водного русла составляет 200 метров при глубине 13 м. Дно меняет характер и может быть илистым, каменистым, песчаным.

Питание реки по преимуществу зависит от атмосферных осадков, 59% из которых составляют талые воды, а 20% - дожди. Только 21% приходится на питание подземными источниками. Скорость течения вод – 1,3 м/с, тогда как в половодье скорость возрастает в три раза и достигает 4 м/с. В сумме все источники влаги обеспечивают среднегодовой сток в 1200 кубических метров в секунду.



Рис.1.3.1 – Река Ока в нижегородской области

При таких природных и географических условиях невозможно было не использовать преимущества, определяемые наличием реки, поэтому еще около 20 тысяч лет тому назад берега Оки заселяют люди и дают ей название, которое можно трактовать как «главная» или «большая».

Это топонимический аспект. А если говорить с точки зрения истории, то именно с Поочья начинается история славян – с племен вятичей, появившихся тут в раннем средневековье – VI-VIII вв. нашей эры. Что касается географии, то по Оке проходит граница между двумя растительными зонами – лесостепью и лесом.

Свое начало река берет на высоте 226 м.н.у.м. в деревне Александровка, которая расположена в Глазуновском р-не Орловской области, тогда как устье расположено на высоте 61 м в г. Нижний Новгород при впадении в р. Волга.

Протекает река по Среднерусской возвышенности. Верхняя часть Оки до места впадения р. Москвы характеризуется сравнительно большим для равнинной реки уклоном и узкой врезанной долиной. В нижнем течении характер водотока меняется – река разливается, и в широкой части поймы появляются гривы (наносы), между которых уютно расположены озера-старицы.



Рис.1.3.2 – Схема реки Ока

Притоков у Оки 150, а в целом к окскому бассейну относят 1655 рек. Протяженность рек и их среднегодовой сток очень различен: некоторые представляют собой небольшие – до 10 км – водотоки, которые в сухое время года превращаются в обезвоженное русло – суходол.

В качестве притоков гидрологи рассматривают даже очень незначительные по длине по водостоку источники, например, ручьи Бударин и Добрый, протяженность которых менее 1,5 км. К крупным и средним притокам относят Выздру, Гусь, Зушу, Клязьму, Мокшу, Москву, Нару, Осётр, Пару, Пра, Проню, Протву, Тёшу, Угру, Упу, Ушну.

Река Ока от места истока начинает свой бег в северном направлении и чуть выше г. Орла принимает воды р. Орлик, а ниже - с Зушей и Жиздрой. Затем, не изменяя направление течения, сливается с Упой, Угрой. Повернув на восток, соединяется с реками Протва, Нара, Осётр, Москва (около г. Коломна). Далее река причудливо изгибается и в районе г. Рязань образует излучины.

Встречается с водотоками рек Проня, Пара, а потом, изменив направление, вбирает и воды реки Пра. В районе Касимова вливается р. Гусь, ниже – Унжа и Мокша, и уже ниже Мурома встречается с водами рек Ушна и Тёша. Между Муромом и Дзержинском принимает воды Клязьмы. В районе Нижнего Новгорода Ока впадает в Волгу.

Интересен тот факт, что на реке нет водохранилищ, но есть два гидроузла – Новый Кузьминский (старый демонтирован в 2015 году), расположенный в Рязанской области, и Белоомутский в Московской. Эти гидросооружения оснащены шлюзовыми камерами для обеспечения судоходства. Есть и плотины. Построены оба гидроузла были еще в начале прошлого века для того, чтобы соединить г. Москва с Волгой и Поволжским регионом, городом Нижний Новгород.

Что касается водохранилищ, то они расположены исключительно на притоках Оки, тогда как сама река сохраняет природное русло.

Из работавших ранее особый интерес для туристов представляют заброшенные Шаховская ГЭС и Вендеревская малая ГЭС. Первая начала работу в

1953 году, но уже в начале 1970-х была выведена из строя в связи с запуском Единой энергосистемы СССР. Остались плотина и зарыбленное водохранилище площадью 50 га.

Для преодоления разливов реки по всему ее течению было построено 73 моста, в том числе некоторые из них оснащены железнодорожными путями – Ступинский, Серпуховской, Муромский, Коломенский, Алексинский. Кроме того работает паромная переправа.

Водный режим Оки обычен для всех рек Средней полосы России: половодье возможно во время таяния льдов, а паводки случаются весной и осенью. Встает река в октябре-ноябре, а вскрывается в марте-мае. Зимой толщина ледяного покрытия может достигать 60 см. Во время таяния льдов уровень воды может подниматься до 14 метров и тем самым увеличивать русло до 6 км: эта ситуация характерная для среднего и верхнего течения. Поскольку река зарегулирована плотинами, то удастся избежать стремительного подъема воды. Вода в образующихся поймах может стоять до месяца и больше.

Поскольку вскрытие происходит сначала в верховьях, а потом протекает довольно бурно в среднем и нижнем течении, то любителям сплава на плотах или байдарках стоит обратить внимание на высокий уровень вод и на довольно высокую скорость течения в верхней части русла.

Поскольку ещё со средних веков река использовалась в качестве дороги и по ней проходили важные торговые пути, то эта традиция была унаследована и потомками: с середины XIX века открыто движение пароходов по Оке.

Но с 50-х годов прошлого века река постепенно мелеет, и случаются годы, когда уровень воды в межень падает настолько, что становится невозможным сплав и судоходство. Для предотвращения подобных ситуаций с 2021 года проводят дноуглубительные работы в районе г. Алексин, а также строят плотины, шлюзы.

#### 1.4. Гидрологические посты реки

Ширина реки в межень 400 – 600 м, максимальные глубины на фарватере достигают 2,5-3,0 м, скорость течения в пределах 0,4- 0,7 м/с. В питании реки имеют преимущественное значение снеговые воды. Сток половодья составляет от 55 до 75 % годового стока (в среднем 64 %).

По наблюдениям Верхне-Волжского УГМС вода реки Оки на территории Нижегородской области в 2000-2001 гг. относилось в основном к классу умеренно загрязненных и загрязненных вод (ИЗВ = 1,5 – 2,5).

Гидрологические наблюдения на данном участке реки Оки проводятся на водомерных постах, расположенных у г. Горбатова, г. Дзержинска и в д. Новинки. Ближайшим к водозабору является действующий водомерный пост р. Ока – д. Новинки, расположенный на правом берегу на 19 км от устья реки Оки. Материалы уровенных наблюдений на данном посту наиболее полно отражают колебания уровней в устьевой части реки Оки.

Уровенный режим реки Оки характеризуется четко выраженным высоким половодьем, низкой летней меженью, прерываемой дождевыми паводками, и устойчивой продолжительной зимней меженью. Зимние паводки, вызванные таянием снега, проходят очень редко. Характер колебаний уровня определяется в основном сроками прохождения, интенсивностью и высотой весеннего половодья и дождевых паводков. Уклон водной поверхности на устьевом участке реки Оки меняется в пределах 3-5 см на км.

Подъем уровня в весеннее половодье обычно начинается в первой декаде апреля. Половодье, как правило, одновершинное, но в отдельные годы с возвратом холодов возможно прохождение 2-3 волн подъема уровней.

Подъем уровня воды во время половодья происходит быстро и интенсивно; продолжительность его составляет в среднем одну треть общей продолжительности половодья. Интенсивность подъема уровня в многоводные годы достигает 70-120 см в сутки. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются в среднем в третьей декаде апреля – 27.04 (16.04.1965 - 11.05.1944, 1958 – крайние сроки).



Высота подъема уровня достигает 8-10 м. Многолетняя амплитуда колебаний доходит до 12,4 м

Таблица 1.4.1

## Данные о гидрологических постах

№ п/п	Река - водпост	В чем ведении находится	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период действия		Высота нуля графика, м БС
					открыт	закрыт	
1	р.Ока –д.Новинки	"	17	245 000	20.XI.1932 (X.1955)	"	62,00
2	р.Ока – г.Н. Новгород, в 260 м выше моста	"	1,2	245 000	4.V.1877 (X.1955)	1964	63,80

В целом гидрометеорологическая изученность района проектируемого строительства оценивается как «изученная» - в соответствии с табл. 4.1 СП 11-103-97. Продолжительность уровенных и стоковых наблюдений согласно СП 33-101-2003 достаточна для расчетов основных гидрологических характеристик.

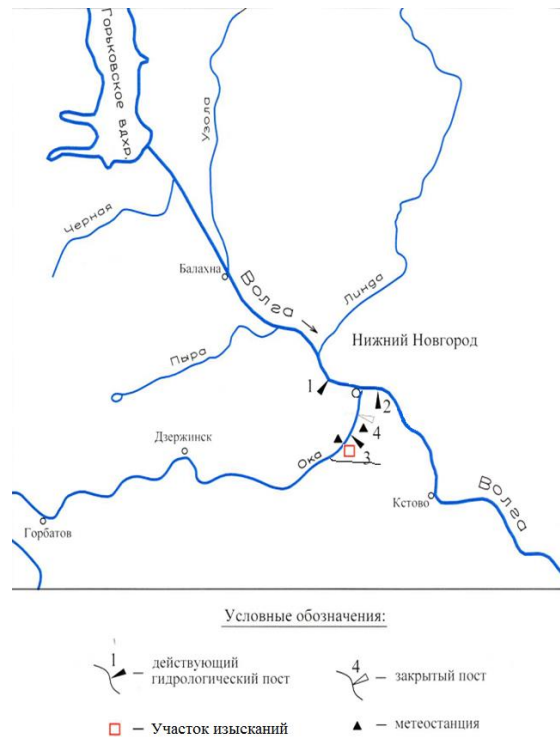


Рис.1.4.1 – Схема расположения пунктов гидрометеорологической изученности

## 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ОКА

Река Ока является правобережным притоком реки Волги (Чебоксарское водохранилище), впадает в нее на 2231 км от устья. Длина реки 1500 км, площадь водосбора 245000 км<sup>2</sup>. В бассейне Оки имеется 1655 рек длиной более 10 км, 371 река длиной менее 10 км, 11065 озер общей площадью водного зеркала 604 км<sup>2</sup>.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 3-5 км. Правый склон долины, высотой 60-80 м, крутой, сложен суглинками и мергелем, местами расчленен оврагами, порос кустарником и зрелым лесом, оползневой. Левый склон пологий, незаметно сливается с окружающей местностью, сложен супесями и суглинками, заболочен, частично залесен и застроен.

Пойма реки на участке изысканий левобережная, ровная, песчаная, шириной до 1,0 км, затапливается при уровнях воды выше 74,0 м БС.

Русло реки шириной 600-800 м слабоизвилистое. Правый берег сливается со склоном долины, сложен мергелем, слаборазрушающийся. Левый берег низкий, пологий, сложен песками и супесью, местами зарос кустарником, деформирующийся.

Ширина реки в межень 400 – 600 м, максимальные глубины на фарватере достигают 2,5-3,0 м, скорость течения в пределах 0,4- 0,7 м/с. В питании реки имеют преимущественное значение снеговые воды. Сток половодья составляет от 55 до 75 % годового стока (в среднем 64 %).

По наблюдениям Верхне-Волжского УГМС вода реки Оки на территории Нижегородской области в 2000-2001 гг. относилось в основном к классу умеренно загрязненных и загрязненных вод (ИЗВ = 1,5 – 2,5).

Степень гидрологической изученности реки Оки согласно СП 11-103-97 на рассматриваемом участке можно оценить как «изученная». Продолжительность и стоковых наблюдений согласно СП 33-101-2003 достаточна для расчетов основных гидрологических характеристик.

Гидрологические наблюдения на данном участке реки Оки проводятся на водомерных постах, расположенных у г. Горбатова, г. Дзержинска и в д. Новинки. Ближайшим к участку изысканий является действующий водомерный пост р. Ока – д. Новинки, расположенный на правом берегу на 17 км от устья реки Оки, в 2,0 км выше расчетного створа.

Материалы уровенных наблюдений на данном посту наиболее полно отражают колебания уровней в устьевой части реки Оки. Уровенный режим реки Оки характеризуется четко выраженным высоким половодьем, низкой летней меженью, прерываемой дождевыми паводками, и устойчивой продолжительной зимней меженью. Зимние паводки, вызванные таянием снега, проходят очень редко.

Характер колебаний уровня определяется в основном сроками прохождения, интенсивностью и высотой весеннего половодья и дождевых паводков. Уклон водной поверхности на устьевом участке реки Оки меняется в пределах 3-5 см на км.

Подъем уровня в весеннее половодье обычно начинается в первой декаде апреля. Половодье, как правило, одновершинное, но в отдельные годы с возвратом холодов возможно прохождение 2-3 волн подъема уровней.

Подъем уровня воды во время половодья происходит быстро и интенсивно; продолжительность его составляет в среднем одну треть общей продолжительности половодья. Интенсивность подъема уровня в многоводные годы достигает 70-120 см в сутки. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются в среднем в третьей декаде апреля – 27.04 (16.04.1965 - 11.05.1944, 1958 – крайние сроки). Высота подъема уровня достигает 8-10 м. Многолетняя амплитуда колебаний доходит до 12,4 м.

## **2.1. Климатическая характеристика района**

Территория района изысканий расположена в зоне умеренно-континентального климата с холодной и снежной зимой и умеренно-жарким коротким летом. По географическому положению район находится под воздействием

воздушных масс Атлантики, Арктики, а также масс, сформировавшихся над территорией Европы.

В течение большей части года на рассматриваемой территории преобладает западный тип атмосферной циркуляции, сопровождающийся обычно активной циклонической деятельностью, значительными осадками, положительными аномалиями температуры воздуха зимой и отрицательными летом.

Начало весны определяется устойчивым переходом температуры через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В среднем переход температуры через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  в районе изысканий отмечается 3 апреля. Перемещение циклонов с запада на восток оказывает большое влияние на погоду весны.

Кроме того, весной происходят частые меридиональные переносы, обмен воздушными массами между севером и югом, что обуславливает как периоды наиболее интенсивного таяния снега, так и типичные для весны возвраты холодов, вследствие чего в мае возможны продолжительные похолодания, сопровождающиеся понижениями температуры воздуха до  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выпадением снега. Прекращение устойчивых заморозков в воздухе (в пределах первой декады мая) характеризует переход к летнему периоду.

Летом (июнь-август) погода формируется в основном за счет трансформации воздушных масс в антициклонах, чему способствует большой приток солнечной энергии. Циклоническая деятельность в летнее время уменьшается. Средняя продолжительность лета составляет 120-130 дней. Июль – самый теплый месяц в году, средняя месячная температура составляет  $18,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При длительном сохранении антициклонального режима температура воздуха может достигать  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (абсолютный максимум, 29 июля 2010 г. на ГМС Н.Новгород, Стригино). Осадки летом носят преимущественно ливневой характер. В среднем в каждый летний месяц наблюдается 13 дней с дождем, больше половины из них, как правило, сопровождается грозами.

Первые заморозки в воздухе возможны в начале сентября, наиболее же часто они повторяются в конце сентября – начале октября. На поверхности почвы заморозки наступают на 10-12 дней раньше.

С переходом температуры воздуха к отрицательным значениям в последних числах октября заканчивается осенний сезон и начинается предзимье – период с частой сменой морозных дней оттепелями, что вызывает гололедно-изморозевые явления на проводах.

Ноябрь является переходным месяцем от осени к зиме. Преобладание циклонического типа процессов в этом месяце вызывает пасмурную погоду с осадками, туманами и первыми метелями. В третьей декаде ноября устанавливается устойчивый снежный покров.

С переходом средней суточной температуры воздуха через  $-10^{\circ}\text{C}$  наступают типично зимние условия, охватывающие полностью декабрь, январь, февраль. В январе устанавливаются наиболее холодные дни со средней месячной температурой  $-10,3^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум составляет  $-42^{\circ}\text{C}$ .

Зимой наблюдается большая изменчивость атмосферных процессов, что приводит к резким колебаниям метеорологических характеристик. Ежемесячно в течение 15-20 дней наблюдаются осадки, в половине случаев сопровождающихся метелями, 2-6 дней в месяце бывают с туманами и гололедом. В марте еще преобладают атмосферные процессы зимнего характера, к апрелю они перестраиваются на летние.

Для характеристики климатических условий в районе проектирования использовались данные многолетних наблюдений по ближайшим к объекту метеостанциям Нижний Новгород, Мыза и Нижний Новгород, Стригино. Расположение станций показано на схеме гидрометеорологической изученности.

## **2.2.Ветер**

Ветровой режим формируется под влиянием циркуляционных факторов климата и местных физико-географических особенностей. На рассматриваемой территории циклоническая деятельность является преобладающей в течение большей части года. Примерно с сентября по май в районе изысканий преобладают ветры южной четверти и западные, что вызвано перемещением циклонов с запада на восток.

Летом преобладающее направление менее устойчиво. На пересеченной местности направление ветра под влиянием рельефа может в значительной степени изменяться. В среднем за год преобладают в нагорной части города западные ветры, в заречной – южные.

В рассматриваемом районе в течение всего года преобладают ветры западного и юго-западного направлений. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в холодный период года, в теплый период года средние скорости ниже. В таблице 2.2.1 представлена средняя месячная и годовая скорость ветра. В таблице 2.2.2 представлена повторяемость направлений ветра и штилей.

Таблица 2.2.1

Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с. Нижний Новгород, 1966-2018 [18]

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
3,9	3,8	3,7	3,4	3,4	3,0	2,9	2,9	3,1	3,7	3,7	3,9	3,5

Таблица 2.2.2

Повторяемость направлений ветра и штилей, %

период	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
МС Нижний Новгород, Стригино									
I	6	4	6	15	18	28	14	9	13
II	6	4	11	18	18	23	11	9	18
III	7	6	7	15	16	24	13	12	14
IV	8	4	6	15	16	25	14	12	16
V	14	7	10	10	11	18	14	16	19
VI	13	5	7	9	12	21	16	17	21
VII	11	7	9	10	10	14	18	21	25
VIII	10	8	10	11	12	17	17	14	23
IX	7	4	2	8	14	26	20	16	19
X	5	4	4	7	12	30	20	16	13
XI	5	4	6	14	17	31	14	9	12
XII	9	3	4	16	17	30	14	11	11
год	12	5	7	12	14	24	15	14	17
период	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль

В среднем в год наблюдается 60 дней со скоростью ветра более 8 м/с, в навигационный период – 30,2 дня. Со скоростью ветра более 15 м/с наблюдается 20 дней в год, в навигационный период – 11,4 дня.

Максимальная скорость ветра 10-минутного осреднения на высоте 10 м во все месяцы года не превышает 20 м/с.

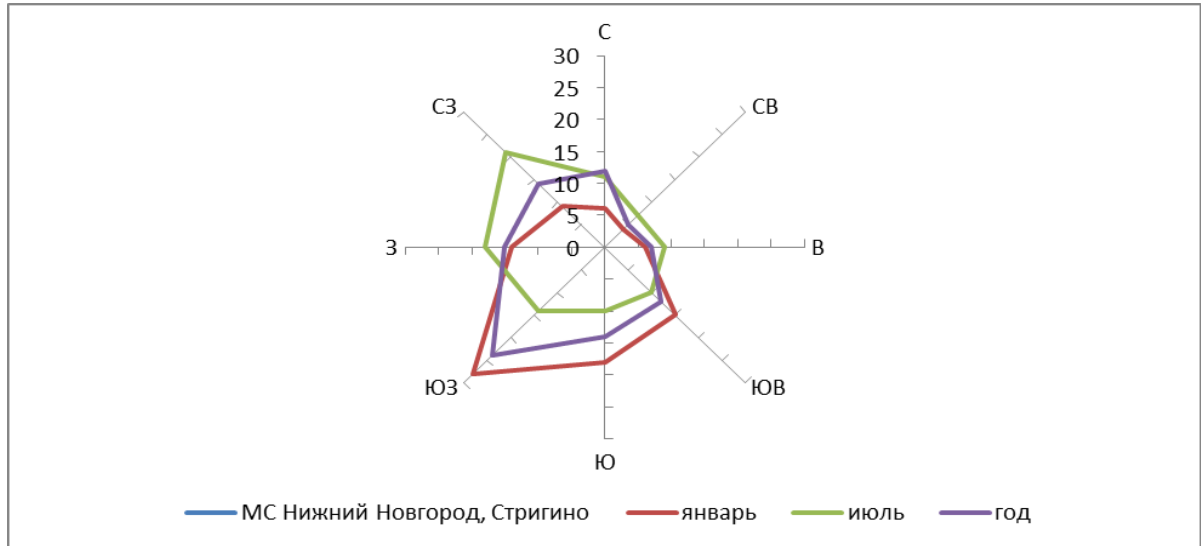


Рисунок 2.2.1 – Повторяемость направлений ветра, МС Нижний Новгород, Стригино

Таблица 2.2.3

Среднее число дней со скоростью ветра, равной или более 15 м/с Нижний Новгород, Мыза

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1,6	2	1,9	1,4	2,2	1,7	1,2	1,1	1,4	2	1,4	1,7	20

В таблице 2.2.3 представлены значения скорости ветра, рассчитанные по материалам наблюдений.

Таблица 2.2.4

Расчетная скорость ветра, м/с

Метеостанция	Расчетная скорость ветра, м/с повторяемостью 1 раз в			
	5 лет	10 лет	20 лет	25 лет
Нижний Новгород, Стригино	19.1	21.5	23.8	24.6

В соответствии СП 20.13330.2011 проектируемые сооружения расположены в первом климатическом районе с нормативным ветровым давлением 230 Па и скоростью ветра на высоте 10 м от поверхности земли повторяемостью один раз в 5 лет, равной 19 м/с.

### 2.3. Температура воздуха

Температурный режим района изысканий характеризуется среднемесячной, среднегодовой, абсолютной минимальной и максимальной температурами воздуха.

Средняя многолетняя годовая температура воздуха равна 3,6 °С.

Самым жарким месяцем является июль – средняя месячная температура воздуха равна 18,4°С. Абсолютный максимум температуры воздуха равен 36 °С. Самый холодный месяц в году – январь. Средняя многолетняя температура воздуха в январе составляет минус 11,8 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха равен минус 42°С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца составляет 6,1°С.

Средняя температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 98% составляет минус 38°С, обеспеченностью 92% составляет минус 34°С. Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 98% составляет минус 34°С, обеспеченностью 92% составляет минус 31°С. В таблице 2.3.1 приведена среднемесячная и годовая температуры воздуха.

Таблица 2.3.1

Температура воздуха, °С. Нижний Новгород, СП 131.13330.2012.

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-11,8	-11,1	-5,0	4,2	12,0	16,4	18,4	16,9	11,0	3,6	-2,8	-8,9	3,6



Средняя продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее  $0^{\circ}\text{C}$  равна 151 суткам, средняя температура периода минус  $7,5^{\circ}\text{C}$ .

Средняя продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее  $8^{\circ}\text{C}$  - 215 суток, средняя температура периода минус  $4,1^{\circ}\text{C}$ .

Средняя продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее  $10^{\circ}\text{C}$  - 231 суток, средняя температура периода минус  $3,2^{\circ}\text{C}$ .

Средняя дата последнего заморозка 4-7 мая, наиболее поздний заморозок отмечен 10 июня 1963 года.

Средняя дата первого заморозка 29 сентября, наиболее ранний заморозок отмечен 5 сентября 1949 года.

Средняя продолжительность безморозного периода 150 дней, максимальная 185 дней отмечена в 1975 году, минимальная – 100 дней – отмечена в 1930 году.

Среднее число дней в году с переходом температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  равно 60 дням. Температура воздуха теплого периода обеспеченностью 95% равна  $22,4^{\circ}\text{C}$ , обеспеченностью 98 % -  $26,2^{\circ}\text{C}$ . Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца равна  $9,3^{\circ}\text{C}$ . Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца равна  $23,5^{\circ}\text{C}$ .

## 2.4.Осадки

На рассматриваемой территории в течение всего года атмосферные осадки определяются главным образом циклонической деятельностью. Территория Нижегородской области относится к зоне достаточного увлажнения.

Режим осадков характеризуется средними многолетними суммами осадков по месяцам и за год. В зависимости от вида атмосферных осадков год принято делить на два периода: период с преимущественно твердыми осадками считается холодным, с преобладанием жидких осадков – теплым. В течение года осадки распределяются неравномерно. Основное их количество (66%) приходится на теплый период (апрель-октябрь).

Месячный максимум осадков чаще наблюдается в июле, минимум – в марте-апреле. Большая часть осадков выпадает в виде слабых и незначительных дождей или снегопадов, реже в виде затяжных дождей или сильных ливней. В среднем за год число дней с осадками 0,1 мм и более составляет 180 дней. Осадки со слоем 10 мм и более – 10 дней, из них половина приходится на июнь- август. Максимальное суточное количество осадков за период наблюдений составило 72 мм. В осенний период наблюдаются преимущественно длительные осадки обложного характера.

Район проектируемого строительства относится к зоне с избыточным увлажнением. Однако в отдельные годы могут наблюдаться периоды без осадков продолжительностью до 16-25 дней. Средняя годовая сумма осадков составляет 582 мм. Согласно СП 131.13330.2012 до 70% годовой суммы осадков выпадает в теплый период года – апрель-октябрь (410 мм).

В таблице 2.4.1 приведена характеристика осадков в мм с поправками (с поправками к показаниям осадкомера) по МС Нижний Новгород.

Таблица 2.4.1

Средняя месячная и годовая сумма осадков, мм (с поправками к показаниям осадкомера)

Месяцы												год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Справочник по климату СССР, вып.29, ч. III-IV. -Л., 1968												
32	27	26	35	52	63	77	64	59	60	48	39	582
1966-2018, <a href="http://aisori-m.meteo.ru/">http://aisori-m.meteo.ru/</a>												
45	37	34	39	44	71	75	66	62	66	56	55	650

60-70% годовой суммы осадков выпадает в теплый период года. Среднее число дней в году с осадками составляет 176 - 180 дней.

Суточный максимум осадков 1% обеспеченности в Нижнем Новгороде равен 79 мм, наблюдаемый максимум равен 72 мм и отмечен 10 июля 1929 года. В таблице 2.4.2 представлено месячное и годовое количество жидких (Ж), твердых (Т) и смешанных (С) осадков.

Таблица 2.4.2

Месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков Нижний Новгород, Мыза

Вид осадков	месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ж		1	1	17	48	62	77	64	56	37	9	2	374
т	27	22	18	6					1	5	22	26	127
с	5	4	7	12	4	1			2	18	17	11	81

Среднее многолетнее значение суммарного испарения с поверхности речных бассейнов исследуемой территории равно 510 мм. Среднее годовое испарение с водной поверхности малых и средних водоемов равно 600 мм.

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 76%, наименьшая влажность наблюдается в мае, наибольшая – в ноябре – декабре.

Таблица 2.4.3

Средняя многолетняя относительная влажность воздуха, % Нижний Новгород, 1966-2018

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
85	80	74	65	60	67	70	73	78	81	87	86	76

Устойчивый снежный покров устанавливается в среднем 18 ноября (20 октября – 23 декабря – крайние сроки). Основные характеристики снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады представлены в таблице 7.4.

Таблица 2.4.4

Средняя высота снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады, см

XI	XII			I			II			III			Средний/максимальный из наибольших за зиму
3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
МС Нижний Новгород, Мыза, в лесу под кронами деревьев													
8	18	24	30	36	44	52	57	61	67	70	73	72	76/99

Наиболее интенсивный рост высоты снежного покрова идет от ноября к январю. Максимальной величины высота снежного покрова достигает в третьей декаде февраля – первой декаде марта.

Из наибольших высот снежного покрова за зиму средняя – 65-76 см, максимальная – 90-100 см, минимальная – 23 см.

Средний многолетний запас воды в мм в снежном покрове по снегосьемкам на последний день декады представлен в таблице 7.5.

Таблица 2.4.5

Средний многолетний запас воды в мм в снежном покрове по снегосьемкам на последний день декады, МС Нижний Новгород, лес

XI	XII			I			II			III			Средний / максимальный из наибольших за зиму
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
24	32	50	61	80	96	106	122	136	150	163	162	146	177/264

Разрушается снежный покров в среднем в начале второй декады апреля (16 марта – 28 апреля – крайние сроки), сходит в среднем 16-19 апреля (24 марта- 25 мая – крайние сроки). Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова составляет 154 дня.

Максимальный запас воды в снеге в год 10 % обеспеченности равен 180 мм, 5% – 200 мм и 2% – 220 мм.

## 2.5. Снежный покров

Снежный покров является фактором, оказывающим существенное влияние на формирование климата в зимний период. На рассматриваемой территории первый снег появляется в среднем в конце октября. Примерно через 3 недели образуется устойчивый снежный покров (19.11).

Сроки образования устойчивого снежного покрова из года в год изменяются от 21 октября до 23 декабря. За год в среднем насчитывается 154 дней со снежным покровом. После образования снежного покрова высота его постепенно увеличивается.

Наиболее интенсивный его рост происходит от ноября к январю. Максимальной величины снежный покров достигает в первой декаде марта.

Разрушение и сход снежного покрова протекает в более сжатые сроки, чем его образование. Интенсивность разрушения снежного покрова зависит от местных условий. На возвышенных и в защищенных местах таяние снега идет медленнее, чем на окружающих участках. Колебание дат разрушения снежного покрова из года в год довольно велико. За рассматриваемый период крайние даты составляют от 16.03 до 28.04. В среднем к середине апреля (16.04) вся рассматриваемая территория освобождается от снега.

Таблица 2.5.1

Высота снежного покрова на конец третьей декады месяца (см)

ГМС	Участок	11	12	1	2	3	4	Из наибольших за зиму		
								сред.	макс.	мин.
Нижний Новгород, Мыза	метеоплощадка	9	25	39	49	27	-	58	100	33

В соответствии с рекомендациями СП 20.13330.2011 проектируемые сооружения расположены в IV климатическом районе с расчетной снеговой нагрузкой, равной 2,4 кПа или 240 кгс/м<sup>2</sup>.

## 2.6.Промерзание почвы

Средняя многолетняя годовая температура поверхности почвы равна 4°C.

В таблице 2.6.1 приведена среднемесячная и годовая, абсолютный максимум и минимум температуры поверхности почвы.

Средняя дата последнего заморозка на поверхности почвы 16 мая, наиболее поздний заморозок отмечен 10 июня 1963 года.

Средняя дата первого заморозка на поверхности почвы 24 сентября, наиболее ранний заморозок отмечен 5 сентября 1949 года.

Таблица 2.6.1

Температура поверхности почвы, °С. МС Нижний Новгород, Мыза

месяц												год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя												
-13	-12	-6	4	14	20	21	19	11	3	-4	-8	4
Абсолютный максимум												
2	3	16	35	52	53	56	52	42	29	14	4	56
Абсолютный минимум												
-46	-41	-39	-27	-5	-4	1	0	-5	-23	-35	-48	-48

Средняя продолжительность безморозного периода 130 дней, максимальная 164 дня отмечена в 1975 году, минимальная – 105 дней – отмечена в 1967 году. Промерзание почвы под естественным покровом начинается в среднем в первой декаде ноября, достигая к середине марта в среднем 75 см. Наибольшая из наблюдаемых глубин промерзания почвы равна 138 см.

В таблице 2.6.2 приведена средняя многолетняя глубина промерзания почвы под естественным покровом по наблюдениям на МС Нижний Новгород, Стригино.

Таблица 2.6.2

Средняя многолетняя глубина промерзания почвы под естественным покровом, см . МС Нижний Новгород, Стригино

XI			XII			I			II			III		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2	20	25	30	37	43	49	54	62	67	71	74	75	76	76

Нормативная глубина промерзания грунтов, определенная согласно СП 22.13330.2016, для различных грунтов составляет:

Суглинок и глина	1.45 м
Супесь, пески мелкие и пылеватые	1.76 м
Пески гравелистые, крупные и средней крупности	1.89 м
Крупнообломочный грунт	2.14 м

## 2.7. Атмосферные явления

Грозы относятся к разряду вредных и опасных метеорологических явлений, нанося значительный ущерб. Они часто сопровождаются шквалами, сильными ливнями, иногда градом и, как правило, сильными электрическими разрядами, способными повредить линии электропередачи.

Изменчивость грозовой деятельности (число дней и продолжительность гроз) находится в тесной зависимости от физико-географических условий местности. При этом большое влияние на грозовую деятельность оказывает рельеф местности.

Даже над небольшими возвышенностями отмечается повышенная грозовая деятельность по сравнению с равнинной местностью, что большей частью обусловлено усилением турбулентности, связанной с изрезанностью рельефа. Активная грозовая деятельность возможна в районе проектируемых сооружений с апреля по октябрь – за это время наблюдается 28 дней с грозой.

Наиболее часты грозы в июне и июле – в иные годы в эти месяцы отмечается по 13-15 дней с грозой.

В таблице 2.7.1 представлено число дней с грозой, в которую включены как близкие, так и отдаленные грозы.

Таблица 2.7.1

Число дней с грозой, МС Нижний Новгород, Мыза

месяц	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
Среднее	0,02	0,02	0,7	4	7	9	6	1	0,1	0,04	28
Наибольшее	1	1	4	9	13	15	13	4	1	1	38

Средняя годовая продолжительность гроз по данным наблюдений составляет 52-70 часа, а максимальная – 78 часов с грозой.

В среднем за зиму отмечается от 36 до 41 дня с метелью, наибольшее число дней с метелью отмечено в 1945-46 году и равно 70 дням. Средняя продолжительность метелей за зиму 261 -280 часов, средняя продолжительность метелей в день с метелью – 7,2 часа.

Таблица 2.7.2

## Число дней с метелью, МС Нижний Новгород, Мыза

месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
Среднее	0.02	1	4	7	8	8	7	1	0.02	36
Наибольшее	1	6	13	17	16	18	23	7	1	70

В районе проектируемых сооружений наблюдается в среднем до 47 дней с туманами. В таблице 2.7.3 представлено число дней с туманами.

Таблица 2.7.3

## Число дней с туманами, МС Нижний Новгород, Мыза

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее	5	4	4	4	1	0.8	2	3	4	6	7	6	47
Наибольшее	12	11	8	10	5	6	5	11	10	13	17	13	70

Суммарная продолжительность туманов составляет в среднем 217 часов в год. Средняя продолжительность туманов в день с туманом равна 3,6 часа в теплый период года и 5,1 часа в холодный период года.

Гололедно-изморозевые явления в районе проектируемого строительства наблюдаются ежегодно в период с октября по март, в сентябре и мае возможно налипание мокрого снега на провода при ранних похолоданиях и возвратах холодов с выпадением снега.

Наибольшая повторяемость гололёда наблюдается при ветрах южного и юго-западного направления. Повторяемость этих направлений ветра в зимний период высокая и достигает 40-48 %.

Наиболее благоприятной для образования гололеда является температура в пределах от 0 °С до -5 °С. В таблице 10.4 представлено среднее и наибольшее число дней с обледенением проводов гололедного станка.



Таблица 2.7.4

Среднее и наибольшее число дней с обледенением проводов гололедного станка (среднее – наибольшее)

Явление	месяц							год
	X	XI	XII	I	II	III	IV	
Гололед	1 - 6	2 - 8	3 - 10	2 - 9	2 - 8	1 - 5	0.2 - 2	11 - 35
Зернистая изморозь	0.1 - 2	2 - 8	2 - 8	1 - 7	1 - 7	0.3 - 2		6 - 23
Кристаллическая изморозь	0,1- 2	2 - 5	5 - 15	7 - 20	3 - 10	1 - 5		18 - 38
Мокрый снег	0.2- 4	1 - 5	0.4 - 4	0.3 - 2	0.2-4	0.3 - 3	0.2-3	3 - 16
Сложное отложение		0.3 - 5	3- 17	2-11	1 - 11	0.04-1		6 - 26
Все виды	1 - 8	7 - 16	13- 23	12 - 22	7 - 17	3 - 7	0.4 - 5	44 - 69

В таблице 10.5 представлена повторяемость в % различных значений годовых максимумов масс гололедно-изморозевых отложений. В таблице 10.6 представлена повторяемость в % направления ветра при максимальном отложении.

Таблица 2.7.5

Повторяемость в % различных значений годовых максимумов масс гололедно-изморозевых отложений. Нижний Новгород, Мыза

Масса, г/м		
< 40	41 - 140	141 - 310
71%	23%	6%

Таблица 2.7.6

Повторяемость в % направления ветра при максимальном отложении. Нижний Новгород, Мыза

Вес отложения, г/м	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
< 40	3	6	12	11	11	17	22	6	10
41 - 140	0,3		0,3	0,3	0,1		0,1	0,3	0,4
141 - 310	0,1		0,1						

Таблица 2.7.7

Расчетная толщина стенки гололеда, мм

Метеостанция	Расчетная толщина стенки гололеда повторяемостью 1 раз в			
	5 лет	10 лет	20 лет	25 лет
Нижний Новгород, Мыза	8,1	9,95	11,9	12,6

В соответствии с СП 20.13330.2011 проектируемое строительство расположено в первом районе с толщиной стенки гололеда повторяемостью один раз в 5 лет, равной не менее 3 мм.

Температура воздуха при гололеде минус 5 °С.

## 2.8. Сведения об опасных гидрометеорологических процессах и явлениях

В Нижегородской области опасные явления погоды возникают не так часто, но из-за высокой плотности населения и интенсивной хозяйственной деятельности ущерб от таких явлений оказывается очень значительным.

По данным Верхне-Волжского УГМС, в среднем за год на территории области случается 23 опасных явления, больше половины из которых носит метеорологический характер. К наиболее часто возникающим на территории области относятся шквалистые усиления ветра, прохождение грозовых фронтов с градом, гололедно-изморозевые отложения на проводах, метели.

С регулярностью в 4-5 лет наблюдаются случаи понижения температуры воздуха до -35°С, также периодически случаются повышения температуры до 35°С. Абсолютный максимум температуры воздуха зафиксирован в июне 1998 года в Дзержинске (37,7°С), а наиболее продолжительная тепловая волна на территории области наблюдалась в июле-августе 2010 года. Ежегодно с апреля по октябрь отмечаются ливневые дожди, причем на севере области ливни бывают более интенсивными. Но один раз в 4-5 лет в Нижегородской области выпадает за сутки 65 мм и более.

С апреля по октябрь наблюдается активная грозовая деятельность. В среднем бывает 20-28 дней с грозами, а максимальное число дней с грозой отмечено в 1989 году – 33 дня.

В зимний период довольно часто наблюдаются метели, особенно в северных районах области. В метелях ухудшается видимость, образуются заносы на дорогах, что затрудняет, а иногда и приостанавливает, работу автотранспорта.

В среднем по области случается 30-50 дней с гололедно-изморозевыми отложениями, но в большинстве случаев – это отложение мокрого снега. Гололед наблюдается гораздо реже – 3-5 дней. Самое «гололедное» место в области – Лукоянов (10 дней с гололедом). Град в Нижегородской области наблюдается ежегодно, обычно в мае-июле, но не так часто, в среднем фиксируется 1-2 дня с градом.

По степени опасности половодье в области относится к умеренно опасному типу, когда максимальные уровни подъема воды на 0,8 - 1,5 м превышают уровни начала подтопления, затопления прибрежных территорий (чрезвычайные ситуации муниципального уровня). Площадь затопления поймы реки составляет 40 - 60%. Населенные пункты подвергаются, как правило, частичному затоплению. Повторяемость превышения уровня воды над критическим уровнем – каждые 10 - 20 лет.

Количество и площадь природных пожаров значительно варьируют от года к году, потому что они напрямую зависят не только от погодных условий (высокая температура воздуха, продолжительное отсутствие осадков, сильный ветер), но и от антропогенного фактора (посещаемость лесов, подготовка к пожароопасному сезону и т.д.).

Сведения об опасных гидрометеорологических процессах и явлениях представлены в таблице ниже

Таблица 2.8.1

Сведения об опасных гидрометеорологических процессах и явлениях в г. Нижнем Новгороде за период с 1971 по 2020 гг., число случаев (по критериям СП 11-103-97)

Процессы, явления	Количественные показатели проявления процессов и явлений	Число случаев
Наводнение	Затопление на глубину более 1,0 м при скорости течения воды более 0,7 м/с	0
Ветер	Скорость более 30 м/с, для побережий морей более 35 м/с, при порывах более 40 м/с	0
Дождь	Слой осадков более 30 мм за 12 часов и менее в селевых и ливнеопасных районах	-
	Более 50 мм за 12 часов и менее на остальной территории	9
	100 мм за 2 суток и менее	-
	150 мм за 4 суток и менее	-
	250 мм за 9 суток и менее	-
	400 мм за 14 суток и менее	-
Ливень	Слой осадков более 30 мм за 1 ч и менее	3
Гололед	Отложение льда на проводах толщиной стенки более 25 мм	2
Селевые потоки	Угрожающие населению и объектам народного хозяйства	0
Снежные лавины	Угрожающие населению и объектам народного хозяйства	0
Смерч	Любые	1

Вероятность наступления особо опасных гидрометеорологических процессов и явлений (ветер, гололед, ливень, снежные заносы) на участке проектируемого строительства не превышает принятых в соответствии с СП 20.13330.2011 и СП 131.13330.2012 нормативных нагрузок. Вероятность

наступления в районе проектируемого строительства смерчей крайне мала и не нормирована.

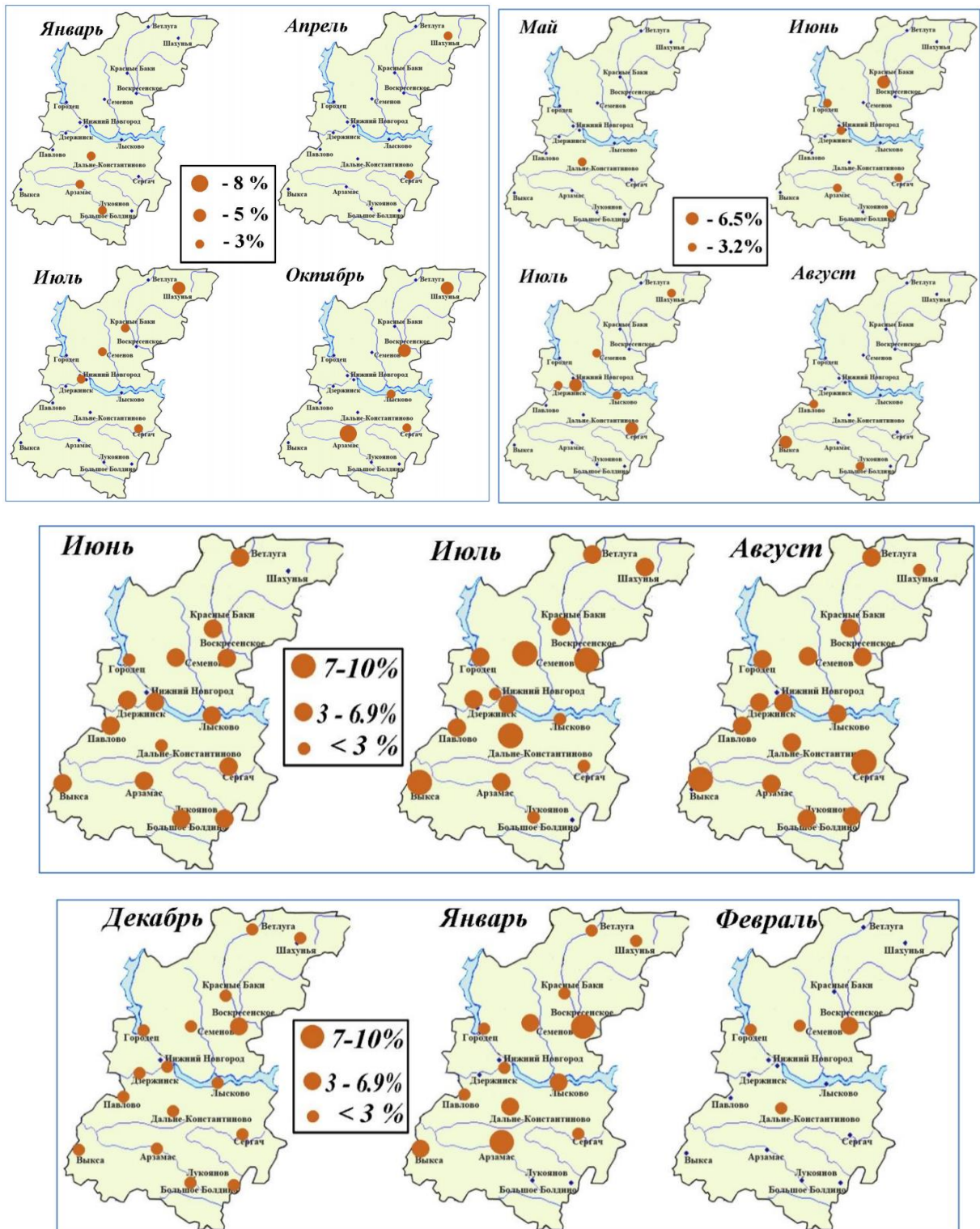


Рис.2.8.1 – Вероятность возникновения (%) сильной жары

### 3. РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА БЕРЕГОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ОКА

#### 3.1. Описание места проведения расчетов влияния

Место проведения расчетов ветрового воздействия на береговые сооружения устьевой области реки представлено водомерным постом является водомерный пост р. Ока – д. Новинки, расположенный на правом берегу р. Оки в 17 км выше устья реки Оки, в 5 км выше расчетного створа.

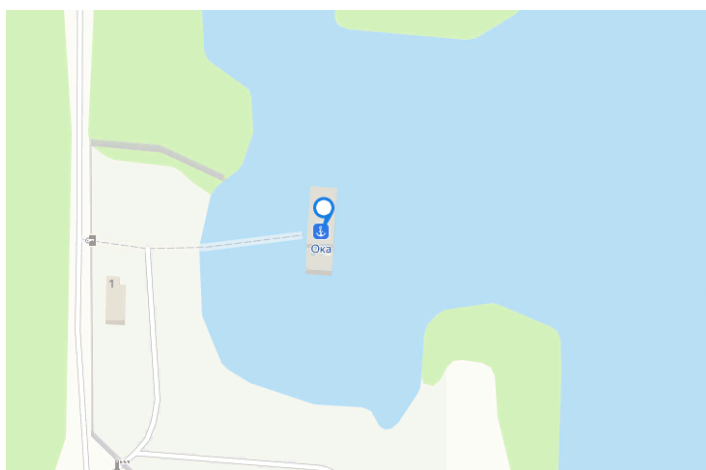


Рис.3.1.1 – Река Ока

Длина Мызинского моста составляет 1006 м, ширина 27 м (рис.13.5). Мост построен в 1981 г. В 2018-2019 гг. произведен ремонт моста. Конструкция моста предполагает обеспечение минимального подпора на реке и максимальную пропускную способность.



Рис.3.1.2 – Местоположение исследуемого участка

Исследуемый участок расположен в зоне выклинивания подпора Чебоксарского водохранилища. На рис. ниже представлено распространение подпора.



Рис.3.1.3 – Распространение подпора на исследуемом участке со стороны Чебоксарского водохранилища

Построение кривых подпора Чебоксарского водохранилища (1981-2014 гг.) выполнено по всем имеющимся озерным постам начиная от поста у г. Чебоксары до поста г. Городец. По многоводным (1991, 1999, 2001, 2012) и маловодными (1985, 1994, 2008, 2011) годам построены кривые подпора, из рисунков 13.8 и 13.9 следует, что подпор от Чебоксарского водохранилища может распространяться при низком положении уровня только до водпоста у с. Просек.

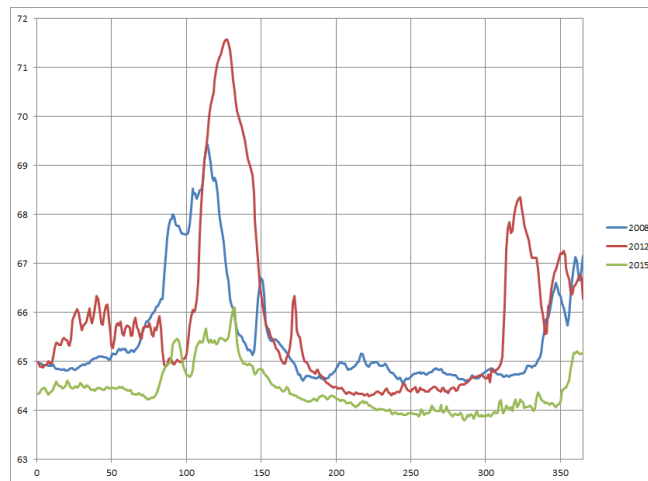


Рис.3.1.4 – Гидрографы среднего по водности

### 3.2. Расчет ветрового волнения на береговые сооружения в устьевой области реки Ока

При проектировании морских и речных сооружений следует учитывать следующие виды волновых воздействий:

- воздействия на сооружения типа вертикальной стенки неразбитой стоячей, разбитой и прибойной волны;
- воздействия на сооружения откосного типа;
- воздействия на отдельно стоящие опоры и сквозные конструкции неразбитой, разбитой и прибойной волны и прибойного потока;
- воздействия на берегоукрепительные сооружения волновых потоков разбитой волны;
- воздействия на основания и отдельные элементы сооружений (массивы, откосы, каменную наброску, настилы и т. п.) при подходе и накате волны, всплесках, переливе и т. п.;
- воздействия судовых волн на откосы и крепления каналов;
- переформирование берегов.

При проектировании сооружений, подверженных воздействию волн, производятся следующие проверки их устойчивости и прочности:

проверка общей устойчивости сооружений типа вертикальной стенки и отдельных их частей, проверка оснований на сдвиг и напряжений в основаниях сооружений;

проверка устойчивости отдельных элементов откосных сооружений - камней, массивов, плит, подстилающего слоя, а также прочности плит и других элементов креплений земляных сооружений;

проверка на высоту наката волн на откос или подъема волны у сооружений, недопускающих перелива через них воды;

проверка на прочность отдельных элементов конструкций сквозных сооружений;

проверка на размыв донными скоростями дна перед сооружением;



другие проверки устойчивости и прочности сооружений и их частей в зависимости от типа и конструкций сооружений, а также местных условий.

Для сооружений, эксплуатация которых осуществляется в условиях волнения, производится проверка влияния волнения на режим работы этих сооружений (водосливные и водозаборные устройства и т.п.).

Расчет сооружений на воздействие стоячих волн со стороны открытой акватории (рис. ниже) должен производиться при глубине до дна  $d_b > 1,25h$ ; при этом в формулах для свободной волновой поверхности и волнового давления вместо глубины до дна  $d_b$ , м, необходимо применять условную расчетную глубину  $d$ , м, определяемую по формуле:

$$d = d_f + k_{br}(d_b - d_f) \quad (3)$$

—  $d_f$  – глубина над подошвой сооружения;

—  $k_{br}$  – коэффициент, применяемый по графикам.

—  $H$  – высота бегущей волны, принимаемая по приложению.

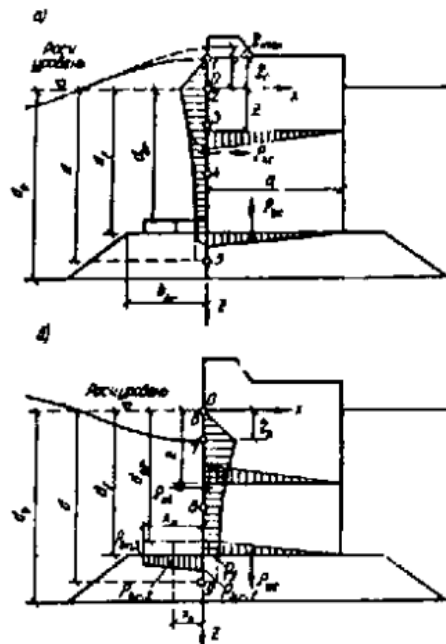


Рис.3.2.1 – Эпюры давления стоячих волн на вертикальную стену со стороны открытой акватории

а - при гребне волны; б - при ложбине волны (с эпюрами взвешивающего волнового давления на берменные массивы)

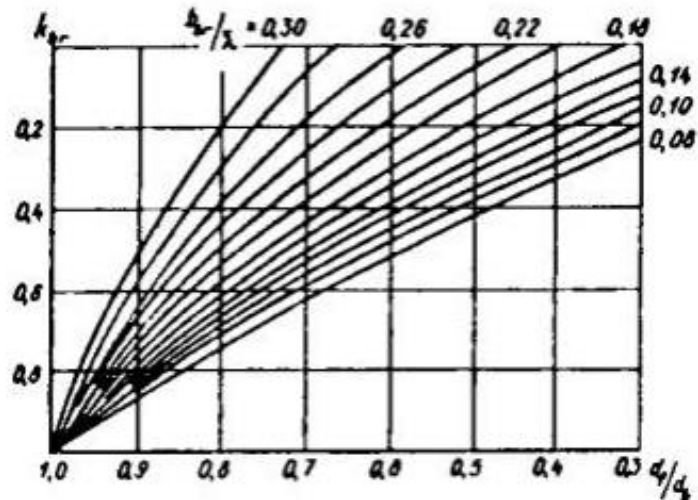


Рис.3.2.2 – Графики значения коэффициента  $k_{br}$

Возвышение или понижение свободной волновой поверхности  $h$ ,  $m$ ,  $y$  вертикальной стены, отсчитываемое от расчетного уровня воды, должно определяться по формуле:

$$n = -h \cos w_t - \frac{kh^2}{2} cthkd \cos wt^2 \quad (4)$$

Где:

—  $w = \frac{2\pi}{T}$  – круговая частота волны.

—  $T$  – средний период волны.

—  $t$  – время, сек.

—  $l$  – средняя длина волны.

При действии стоячей волны на вертикальную стену необходимо предусматривать три случая определения  $h$  по формуле ниже для следующих значений  $\cos wt$ :  $\cos wt = 1$  - при подходе к стене вершины волны, возвышающейся над расчетным уровнем на  $h_{max}$ ,  $m$ ;  $1 > \cos wt > 0$  - при максимальном значении горизонтальной линейной волновой нагрузки  $P_{xc}$ ,  $kH/m$ , для гребня волны, возвышающегося над расчетным уровнем на  $h_c$ , в этом случае значение  $\cos wt$  должно определяться по формуле:

$$\cos wt = \frac{\bar{l}}{\pi h(4kd-3)} \quad (5)$$

Где:  $\cos wt = -1$  - при максимальном значении горизонтальной линейной волновой нагрузки  $P_{xt}$ , кН/м, для подошвы волны, расположенной ниже расчетного уровня на  $h_t$ .

В глубоководной зоне горизонтальную линейную нагрузку на вертикальную стену  $P_x$ , кН/м, при гребне или ложбине стоячей волны (см. рис. ниже) необходимо принимать по эпюре волнового давления, при этом величина  $p$ , кПа, на глубине  $z$ , м, должна определяться по формуле:

$$-pg \frac{k^2 h^3}{2} e^{-3kz} \cos 2wt \cos wt \quad (6)$$

— где  $\rho$  - плотность воды, т/м<sup>3</sup>;

—  $g$  - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

—  $z$  - координаты точек ( $z_1 = h_c$ ,  $z_2 = 0$ , ...  $z_n = d$ ), м, отсчитываемыми от расчетного уровня.

Для гребня при  $z_1 = h_c$ , а для ложбины при  $z_6 = 0$ , следует принимать  $p = 0$ . В мелководной зоне горизонтальную линейную нагрузку на вертикальную стену  $P_x$ , кН/м, при гребне и ложбине стоячей волны (см. рис. ниже) необходимо принимать по эпюре волнового давления, при этом величина  $p$ , кПа, на глубине  $z$ , м, должна определяться по табл. ниже.

№ точек	Заглубление точек $z$ , м	Значение волнового давления
при гребне		
1	$h_c$	$p_1 = 0$
2	0	$p_2 = k_2 r g h$
3	0,25d	$p_3 = k_3 r g h$
4	0,5d	$p_4 = k_4 r g h$
5	d	$p_5 = k_5 r g h$
при ложбине		
6	0	$p_6 = 0$
7	$h_t$	$p_7 = -r g h_t$

№ точек	Заглубление точек z, м	Значение волнового давления
8	0,5d	$p_8 = -k_8 r g h$
9	d	$p_9 = -k_9 r g h$

Рис.3.2.1 – Степень линейной нагрузки

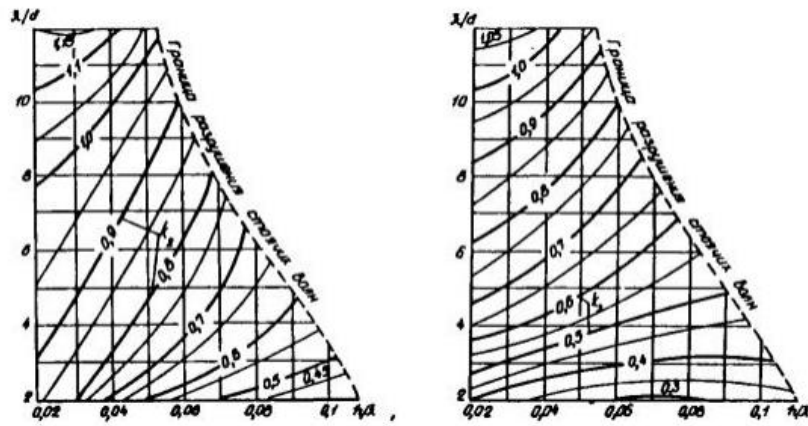


Рис.3.2.2 – Графики значений коэффициентов  $k_2$  и  $k_3$

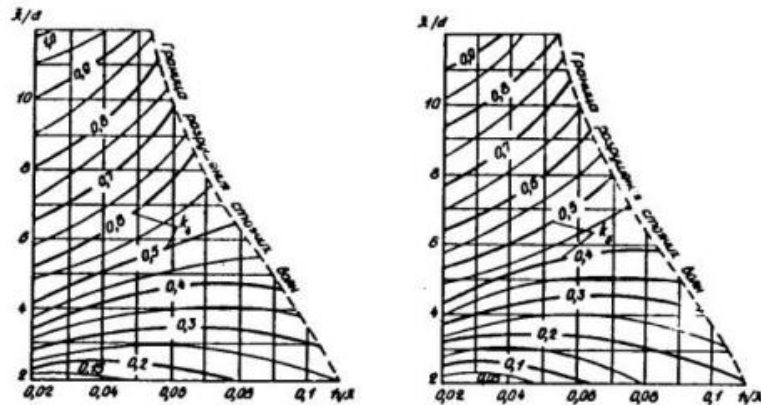


Рис.3.2.3 – Графики значений коэффициентов  $k_4$  и  $k_5$

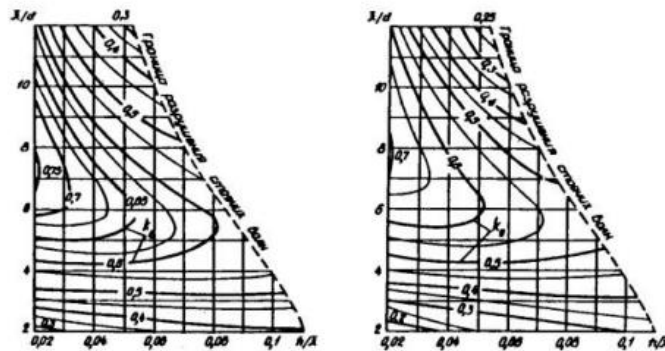


Рис.3.2.3 – Графики значений коэффициентов  $k_8$  и  $k_9$

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтшуль А.Д., Калицун В.И., Майрановский Ф.Г. и др. Примеры расчетов по гидравлике: Учебное пособие. - М.: Стройиздат, 1976. 256 с.
2. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Боглан Н.В. и др. Гидро- пневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи. - Минск: Высшая школа, 1987. 310 с.
3. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. - М.: Машиностроение, 1972. - 320 с.
4. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник. 2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1982. - 423 с.
5. Богданович Л.Б. Гидравлические механизмы поступательного движения: Схемы и конструкции. - М., Киев: МАШГИЗ, 1958. - 181 с.
6. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика: Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1972. - 648 с.
7. Васильченко В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 301 с., ил.
8. Ефимов В. В. Статистическая оценка ветровых данных реанализа по данным срочных измерений ветра на метеостанциях северного побережья Черного моря / В. В. Ефимов, О. И. Комаровская, В. А. Наумова // Системы контроля окружающей среды : сб. науч. тр. – Севастополь : НАН Украины, МГИ, 2004. – С. 214–216.
9. Ефимов В. В. Численное моделирование ветрового волнения в северозападной части Черного моря / В. В. Ефимов, В. Н. Белокопытов, О. И. Комаровская // Мор. гидрофиз. журн. – 2000. – № 6. – С. 36–44.
10. Жуков Л. А. Общая океанология / Л. А. Жуков. – Л. : Гидрометеоздат, 1976. – 376 с.
11. Истошин Ю. В. Океанология / Ю. В. Истошин. – Л. : Гидрометеоздат, 1969. – 470 с.
12. Карнаухова Г. А. Процессы осадкообразования в водохранилищах

Ангарского каскада : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.27 / Г. А. Карнаухова. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2009. – 44 с

13. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учебное пособие. - Красноярск: ПИК "Офсет", 1997. - 384 с.

14. Каминер А.А., Яхно О.М. Гидромеханика в инженерной практике. - К.: Техника, 1987. - 175 с.

15. Копырин М.А. Гидравлика и гидравлические машины. - М.: Высшая школа, 1961. - 302 с.

16. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В.. Теоретическая гидромеханика. Часть 1. 6-е изд., перераб и дополн. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. - 583 с.

17. Кременецкий Н.Н., Штеренлихт Д.В., Алышев В.М. и др. Гидравлика: Учебник. - М.: Энергия, 1973. - 424 с., с ил.

18. Лебедев И.И. Объемный гидропривод машин лесной промышленности. - М.: Лесная промышленность, 1986. - 296 с.

19. Лебедев Н.И. Гидропривод машин лесной промышленности. - М.: Лесная промышленность, 1978. - 304 с.

20. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмопривода: Учебник. - М.: Машиностроение, 1991. - 384 с., ил.

21. Осипов П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод: Уч. Пособие. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Лесная промышленность. 1981. - 424 с.

22. Осипов П.Е. Муратов В.С. Гидропривод машин лесной промышленности и лесного хозяйства. - М.: Лесная промышленность, 1970. - 312 с.

23. Прокофьев В.Н. Аксиально-поршневой регулируемый гидропривод. М.: Машиностроение, 1969. - 496 с.

24. Рабинович Е.З. Гидравлика. 2-е изд. Исправл. - М., 1957. - 395 с.

25. Рабинович Е.З. Гидравлика. 3-е изд., исправл. и перераб. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. 395 с.
26. Сайриддинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: Учеб. пособие. - М.: Издательство АСВ, 2008. - 352 с.
27. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1988. - 512 с.: ил.
28. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение. Том 1. Системы забора, подачи и распределения воды: Учебник для вузов. ? М.: Издательство АСВ, 2010. – 262 с.
29. Угинчус А.А. Гидравлика и гидравлические машины. - М.Л: Государственное энергетическое издательство, 1953. - 359 с.
30. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - Л.: Энергия, 1970. - 552 с.
31. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. - 8-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 2008.-352 с.





## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Среднеарифметическое значение повторения градаций

Градации скорости ветра, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего
0 - 1	3,8	2,7	3,27	2,87	3,47	2,5	3,23	3,8	25,64
2 - 5	8,7	6,5	6,73	6,3	7,2	5,3	7,07	9,14	56,94
6 - 9	1,97	1,33	1,83	1,83	2,2	1,17	2,1	2,93	15,36
10 - 13	0,17	0,11	0,20	0,20	0,25	0,17	0,13	0,37	1,6
14 - 17	0,05	0,01	0,07	0,01	0,09	0,05	0,08	0,08	0,44
18 - 20	-	-	-	-	0,01	-	0,01	-	0,22
Всего	14,69	10,65	12,1	11,21	13,22	9,19	12,62	16,32	100,00