



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему Ветровой режим и волнение моря в районе порта Новороссийск

Исполнитель Пономарев Антон Алексеевич

Руководитель к.с.х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 22 » января 2021 г.

Туапсе

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Физико-географические положение и синоптические условия района морского порта Новороссийск.....	5
1.1 Физико-географическое положение акватории порта	5
1.2 Циркуляция атмосферы над Черным морем	12
2 Условия формирования сильных ветров и волнения в районе порта Новороссийск.....	18
2.1 Синоптические условия влияющие на формирование сильного ветра в районе порта Новороссийск	18
2.2 Синоптические условия влияющие на формирование сильного волнения в районе порта Новороссийск	24
3 Гидрометеорологическая характеристика порта Новороссийск.....	33
3.1 Климатические условия прибрежной части порта Новороссийск.....	33
3.2 Особенности режимов ветра и волнения моря в районе порта Новороссийск.....	41
Заключение	56
Список использованной литературы.....	58

Введение

На территории Краснодарского края действует девять морских портов - Новороссийск, Туапсе, Ейск, Темрюк, Кавказ, Тамань, Геленджик, Сочи, Анапа, через которые проходит более 30% всех транзитных и внешнеторговых грузов, перерабатываемых морскими портами на всей территории России. Все порты Черноморского побережья Краснодарского края принимают суда под иностранными флагами, за 2019г общий оборот грузов, прошедших через эти порты, составил более 250 млн. тонн.

Морской порт Новороссийск расположен в северо-восточной части Чёрного моря и является крупнейшим не только в Краснодарском крае, но и в целом в России. В настоящее время порт Новороссийск принимает суда с осадкой 13 и более метров.

На сегодняшний день порт продолжает активно развиваться и соответственно, возрастают требования не только к объему и качеству гидрометеорологической информации, но и ее доступности. В современных условиях для нормальной работы порта недостаточно только точных и заблаговременных прогнозов возникновения опасных явлений, от которых зависит работа порта, возникает также необходимость в постоянном получении фактической информации.

Работа порта не в последнюю очередь зависит от гидрометеорологических условий, возникновение опасных явлений может привести не только к ограничению определенного вида портовых работ, но и полной приостановке работы порта. Например, если в районе порта наблюдаются сильные ветра, то погрузочно-разгрузочные работы, либо навигация могут быть остановлены в случае объявления штормового предупреждения портовым инспектором.

Для порта Новороссийск к опасным явлениям относят устойчивое усиление ветра свыше 12 м/с, сильные осадки, сильное волнение моря.

Уже при достижении силы ветра 12 м/с волнение моря развивается до 4

баллов, что представляет опасность для стоянки малотоннажных судов, погрузки, разгрузки, лоцманской службы.

В настоящей работе рассматриваются особенности формирования гидрометеорологических условий Новороссийска. Порт занимает удобное местоположение на пересечении международных транспортных коридоров, которые связывают Россию со странами Средиземноморья, Ближнего Востока, Африки, Южной и Юго-Восточной Азии, Северной и Южной Америки что дает порту, уже сейчас имеющему приоритетное экономическое значение, перспективы для дальнейшего развития.

Следовательно, тема исследования является актуальной, т.к., в работе рассматриваются гидрометеорологические условия, влияющие на деятельность порта Новороссийск.

Объектом изучения работы являются гидрометеорологические условия района размещения порта.

Предметом изучения являются особенности формирования гидрометеорологических условий района размещения порта.

Цель данной работы – анализ многолетних данных гидрометеорологических условий района порта Новороссийск для оценки перспектив его развития.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- рассмотреть общее географическое положение района размещения порта;
- рассмотреть циркуляцию атмосферы над Черным морем;
- охарактеризовать климатические условия прибрежной зоны порта Новороссийск;
- рассмотреть условия формирования сильных ветров и волнения в районе порта Новороссийск;
- рассмотреть особенности ветрового режима и режима волнения моря в районе порта Новороссийск.

1 Физико-географические положение и синоптические условия района морского порта Новороссийск

1.1 Физико-географическое положение акватории порта

Морской порт Новороссийск расположен в северо-восточной части Чёрного моря в Цемесской бухте. Цемесская бухта (второе ее название – Новороссийская) является незамерзающей бухтой в северной части российского побережья Чёрного моря. В российской акватории черноморского бассейна Цемесская бухта является второй по своему стратегическому значению бухтой после Севастопольской.

Свое название бухта получила от впадающей в неё одноименной реки Цемес. Западная окраина бухты сформирована относительно невысоким Абрауским полуостровом.

С правой стороны бухту ограничивает довольно высокий Маркотхский хребет. Самой высокой точкой Маркотхского хребта для территории Новороссийского района является г. Маркотх (высота над уровнем моря 696 м). Для территории города Новороссийск самой высокой точкой является г. Сахарная голова (558 м над уровнем моря),

На северо-востоке Черного моря расположена Новороссийская или Цемесская бухта, которая вдаётся в материк в направлении с юго-востока на северо-запад. Длина бухты от мыса Дообский до устья реки Цемесс составляет 15 км, средняя ширина бухты в пределах 4-5 км, на внешнем рейде ширина бухты более 10км (таблица 1.1).

Таблица 1.1– Характеристики Цемесской бухты

Длина береговой линии	ширина у входа	ширина в средней части	глубина хода	глубина якорного места	максимальная глубина
15км	9км	4,6км	11,0- 12,4 км	9,4-10,9 км	27м

Цемесская бухта обладает достаточно большой глубиной - максимальная ее глубина составляет более 27 м, что позволяет входить в бухту не только

морским судам, но и любым океанским. В глубину суши бухта простирается на 7км

Береговой рельеф Цемесской бухты отличается в зависимости от стороны света: на юго-западе берега низменные, на северо-востоке более возвышенные и малоизрезанные.

Вход в бухту с северо-запада ограничен островом Суджук, а с юго-востока бухта ограничена мысом Дооб. В середине бухты, напротив мыса Пенай образовались одноименные подводные отроги, в районе которых отмечены наименьшие глубины бухты 5,5-6 м.

Город-герой Новороссийск располагается в северо-западной части бухты в восточной - село Кабардинка, входящее в муниципальное образование г. Геленджик.

Морской порт Новороссийск, как и одноименный город, располагается в северо-западной части бухты.

С восточной стороны бухту ограничивает горная система, представленная двумя параллельно протянувшимися хребтами - Свинцовый и Варада, которые являются представителями северо-западной оконечности Кавказского хребта.

Ближайшая к берегу моря является первой гряда гор хребта Варада, общей протяженностью не более 30км. Высота склонов хребта не превышает 450 - 600 м, сами хребты представляют непрерывную цепь невысоких гор, юго-западные склоны которых, обращены к Черному морю. Образованная горная цепь круто обрывается на высоте 200-300 м, а затем в виде пологих склонов на различном расстоянии подступает к берегу моря [22, с.112].

Свинцовый является вторым горным хребтом Новороссийска, который расположился параллельно хребту Варада и обладает менее обрывистыми склонами и значительно меньшими высотами, чем хребет Варада.

К северо-востоку в направлении Геленджика, хребет Свинцовый довольно сильно снижается и плавно переходит в Кабардинскую низменность.

Широкая долина реки Цемесс пересекает горные хребты, подступающие к бухте в ее вершине. Вторая долина реки, образованная в юго-восточной части

Цемесской бухты, образовалась в районе поселка Кабардинка.

От восточного берега бухты в сторону моря расположены три выступающих мыса: Шесхарис, Пенай и Дообский. У всех трех мысов берега обрывистые и крутые.

В средней части бухты расположен мыс Шесхарис, который незначительно выступает от восточного берега бухты,

Юго-восточным входным мысом Новороссийской бухты является мыс Дообский.

С юго-западной стороны, напротив главного входа в бухту находится мыс Пенай, который образует пенайские банки, к западу и востоку от которых пролегают два фарватера – западный, который является основным и восточный.

Именно наличие в бухте подводных отрогов Суджукской косы и Пенайских банок, обуславливают основные особенности распределения глубин Цемесской бухты и представляют собой два довольно ярко выраженных мелководных районов на входе в бухту.

Между мелководными районами бухты располагается более глубокий водный коридор, ориентированный с юга на север. Сложившаяся орографическая особенность дна бухты оказывает большое влияние на структуру волнового поля в районе бухты.

Современное навигационное оборудование обеспечивают для судов подходы к Новороссийской бухте и плавание в ней.

Благодаря сложившемуся естественному рельефу акватория Цемесской бухты подразделяется на два рейда: внутренний и внешний.

Вершина Цемесской бухты относится к внутреннему рейду, который отделяется от внешнего рейда двумя молами Западным и Восточным. Ширина входа между молами составляет два кабельтовых, южной границей внешнего рейда является южная граница порта Новороссийск. На внешнем рейде Цемесская бухта имеет возможность принимать суда с осадкой до 19м, а во внутренней акватории порта не превышает 13 м.

На западном берегу Цемесской бухты располагается центральная часть

города Новороссийска. В самой вершине бухты сосредоточены причалы лесного и рыбного портов с их хозяйственными объектами. Западный берег бухты характеризуется более пологим и даже равнинным рельефом. При углублении в материк берег плавно повышается и на расстояние 6-7 км от берега моря переходит в Абраусский хребет. С западной стороны при входе в бухту выступают в море мыс Мысхако и отмель Суджукской косы [22, с.115].

Грузовые причалы морского торгового порта, а также основные промышленные предприятия, крупнейшими из которых являются: комбинат «Новоросцемент», судоремонтный завод расположены вдоль восточного берега бухты [7].

В границах акватории морского порта расположены гавани различных комплексов - нефтегавань «Шесхарис», гавань судоремонтного завода и морского терминала Каспийского трубопроводного консорциума, «Комбинат Стройкомплект» (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Карта-схема акватории морского порта Новороссийск

Благодаря удобному местоположению Цемесской бухты, глубоководности акватории порта, морской порт Новорossiysk обладает

достаточными возможностями не только для обеспечения безопасной работы, при осуществлении различного рода работ по перевалке многообразных грузов, в том числе с 2-6, 8-9 классов опасности по спецификации Международной морской организации, но и при посадке и высадке пассажиров.

Общая протяжённость причального фронта порта составляет около 15 км, причем в пределах внутренней гавани располагается 58 причалов различного назначения общей протяженностью почти 10 км, еще 28 причалов различного назначения размещено на остальной акватории порта протяженностью 5 км. Оградительные гидротехнические сооружения порта расположены на протяжении почти 4000 м, береговые укрепления протянулись на 1000 м [7].

Морской порт Новороссийск проводит работы по перевалке следующих грузов - навалочных, контейнерных, продовольственных грузов, лесоматериалов, сырой нефти и несколько видов нефтепродуктов.

Свою деятельность в границах порта Новороссийск осуществляют более 80 экономических субъектов (компании, занимающиеся разгрузкой и погрузкой коммерческих судов, заправочные, сюрвейерские и агентирующие компании и др.) В акватории морского порта помимо гражданского флота, в северо-восточной части расположен пункт базирования военных кораблей ВМФ России.

К очень важному фактору, влияющему на работу порта, относится круглогодичная навигация в морском порту, с учетом гидрометеорологической обстановки, главными из которых являются ветровой и волновой режимы в морском порту проводятся круглосуточные швартовые операции. По многолетним данным, можно отметить, что, в целом, гидрометеорологические условия для плавания судов в Черном море являются достаточно благоприятными.

Город Новороссийск расположен по обеим сторонам берега бухты. Новороссийск полукругом вытянулся вдоль Цемесской бухты на расстояние 25 км в окружении горных хребтов Северного Кавказа.

Юго-западную часть города окружают горы Навагирского хребта,

берущего свое начало от Анапского района. На территории Новороссийска самой высокой точкой Навагирского хребта является гора Колдун (447 м над уровнем моря).

Маркотхский горный хребет раскинулся в северной стороне города и как бы прижимает город к морю, тянется в направлении юго-восток на 50 км до Геленджика. Маркотхский горный хребет защищает город от континентальных воздушных масс, приносящих с похолодание.

Река Цемес, являющаяся узкой и неглубокой протекает через весь центр Новороссийска в промышленную часть города.

В территории Новороссийске, имеются озера, в юго-восточной части города образовалось озеро Солёное, которое от моря отделено небольшой узкой полосой Суджукской косы.

Самое большое пресноводное озеро Краснодарского края Абрау располагается на расстоянии 14 км от Новороссийска в сторону Анапы.

Для судоходства наибольшую опасность в осенне-зимний период представляют ветры ураганной силы северо-восточного направления (бора). На прилегающей к бухте территории максимальной является сила давления ветра VI-ой категории по шкале Бофорта [23].

Ветры южного направления со скоростями более 15 м/с обуславливают в Цемесской бухте довольно неблагоприятный для судов волновой режим.

Благодаря действию этих ветров и вследствие сгонно-нагонных явлений, изменяющих уровень воды, в Цемесской бухте возникают течения. Даже в спокойную погоду в акватории Цемесской бухты наблюдаются достаточно сильные поверхностные и придонные течения моря.

Основным фактором, обуславливающим направление течений, является ветер, и следующие ветровые характеристики - направление ветра, его скорость и продолжительность.

В основном поверхностные течения совпадают с направлением действующего ветра, но у берега отклоняются в сторону острого угла прибоя волн (угол между линией берега и направлением ветра).

При определённых условиях течения могут быть направлены и против действующего ветра.

В Цемесской бухте среднегодовая температура воды поверхностного слоя около $14,5^{\circ}\text{C}$, в отдельные годы температура воды понижается ниже климатической нормы на 2°C или повышается на 1°C [23].

Летом, море в районе Цемесской бухты прогревается $21-24,0^{\circ}\text{C}$, зимой море остывает до $+6,5^{\circ}\text{C}$, в переходное время температура воды равна $+14,0^{\circ}\text{C}$.

За весь период метеорологических наблюдений самая высокая температура моря в районе Цемесской бухты составила $+28,0^{\circ}\text{C}$, а самая низкая - около 0°C .

Наименьшие отклонения от среднего многолетнего уровня отмечаются в тёплый период года, когда температура воды наиболее неизменна и отклонения не превышают $\pm 2^{\circ}\text{C}$, в холодный период - температура воды более изменчива и отклонения от средних климатических значений достигают $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Характерное для моря в районе Цемесской бухты перемешивание обуславливают изменчивость температуры моря даже в течение суток. В целом, в акватории порта Новороссийск за год отмечается 112 дней с температурой воды выше $+20,0^{\circ}\text{C}$. В течение всего года температура воды у дна моря является положительной и колеблется от $+11,0$ до $+12,3^{\circ}\text{C}$ [23].

Быстрое повышение температуры воды в акватории Цемесской бухты в холодный период года вызывают южные ветры, которые в теплое время года, наоборот, способствуют понижению температуры моря.

При проникновении на побережье Новороссийска летом северных ветров наблюдается резкое охлаждение воды по всей толще моря, зимой северные ветры быстро понижают температуру воды в поверхностном слое, но способствуют повышению температуры у дна, что обусловлено компенсацией глубинных вод при сгоне.

В отдельных случаях наблюдается охлаждение воды в бухте по всей толще, которое связано с возникновением сильных северо - восточных ветров.

Среднегодовая солёность воды в акватории порта составляет 16,5‰, зимой наблюдается падение солёности до 14,1‰, обусловленное интенсивными осадками и как следствие паводками реки. Поэтому максимум амплитуды колебаний приходится на зиму (январь 7,3‰), а минимум на осенние месяцы - 0,2‰. [23].

В летний и осенний периоды солёность морской воды поднимается до 17‰, что связано с повышенным испарением воды с поверхности моря. В среднем солёность морской воды колеблется по месяцам незначительно.

1.2 Циркуляция атмосферы над Черным морем

Влиянием акватории Черного моря на термическое состояние прилегающего слоя воздуха к морю обуславливает особенности циркуляции атмосферы над Черным морем. Сложившаяся циркуляция атмосферы над морем на фоне общего зонального переноса над Европой, обладает хорошо выраженными меридиональными чертами [3, с.43].

Основными воздушными массами, имеющими наибольшее значение для погодных условий летнего периода, в районе порта Новороссийск являются массы континентального воздуха умеренных широт. Поступающие на территорию Черного моря воздушные массы из Атлантики, Арктики и тропиков по мере своего продвижения из места зарождения теряют свои свойства и в район исследования приходят более ослабленными. При продвижении по континенту все барические образования, в том числе и воздушные массы, подвергаются непосредственному влиянию подстилающей поверхности, над которой они продвигаются.

Горные хребты Кавказа, ограничивающие море со стороны суши, являются естественной преградой на пути холодного воздуха, тем самым способствуют увеличению вертикальной протяженности воздушных масс и их накоплению перед горными хребтами.

На участке от Новороссийска до Анапы, хребты обладают небольшими

высотами и теплый воздух, поступающий с юга и юго-запада, довольно легко преодолевает горные хребты на своем пути и быстро распространяется на всей территории края [2, с.26].

Южнее Туапсе горные системы уже более высокие и теплый воздух, переваливаясь через них, приобретает фенообразные черты, что в весенний период года увеличивает стаивание снега с горных хребтов и может быть причиной образования на реках паводков.

В холодное время года, практически весь район Черного моря находится под властью западного переноса, такое распределение циркуляции воздушных масс обусловлено увеличением термического различия между холодным полюсом и более теплым экватором. В это время года во власти западного переноса находится практически вся Европейская часть Евразии.

Проходящие над морем в зимнее время средиземноморские циклоны, на побережье приносят теплую и влажную погоду, с большим количеством осадков, при этом наблюдаются южные ветры, отличающиеся большой порывистостью.

В районе Черного моря нередко создаются большие температурные контрасты, связанные с наличием двух различных по своим характеристикам воздушных масс - теплого морского воздуха и холодного континентального. Большое влияние на разницу в температурном режиме оказывают орографические условия поверхности. Созданные температурные контрасты приводят к образованию новых циклонических образований не только над прибрежной территорией, но и по всему Краснодарскому краю. В это время в районе Новороссийска выпадают обложные осадки, нередко в виде снега, отличающиеся особой интенсивностью и продолжительностью и нередко вызывающие быстрый подъем уровней горных рек, впадающих в Черное море.

Связью между различными антициклонами, формирующимися над ЕТР и Черноморской депрессией, определяют основные типы атмосферной циркуляции над территорией Черного моря.

На Черноморском побережье в районе Анапа – Туапсе наблюдается

частая повторяемость восточных ветров, что связано с одновременным нахождением над Черным морем Черноморской депрессии и отрога Сибирского антициклона [4, с.65].

Именно встреча Черноморской депрессии и отрога Сибирского антициклона формирует особые погодные условия в районе порта Новороссийск.

В теплое время года наблюдается ослабление горизонтального барического градиента, что обуславливает ослабление зональной циркуляции воздуха и, следовательно, единственным процессом в летний период является прогревание континентального воздуха над сушей. Сильно прогретый воздух занимает всю территорию края и устанавливается сухая жаркая погода.

Практически все циркуляционные процессы в районе Новороссийска наблюдаются в весенние и осенние месяцы.

По климатическим данным средних положений центров действия атмосферы над Черным морем можно составить типизацию синоптических процессов.

Над Черным морем в соответствие с основными направлениями ветра выделяются семь основных типов синоптических процессов - северо-восточный тип, восточный, юго-восточный, юго-западный и южным тип, западный, северо-западный и северный.

Выделено еще два типа - восьмой тип – циклонический, который обусловлен наличием на севере Черного моря восточного ветра, который на юге моря постепенно меняет свое направление на западное.

В девятый тип входит бризовая циркуляция атмосферы, образование которой вызваны малым градиентным барическим полем. Можно сказать, что в этот синоптический тип включены атмосферные процессы, характеризующиеся неустойчивыми направлениями ветра со слабыми скоростями, не более 0-5 м/сек.

Каждый перечисленный тип синоптических процессов характеризует определенное барическое поле над Черным морем [8, с.217].

При северо-восточном типе над Черным морем проходит юго-восточная периферия антициклона, а центр антициклона располагается над Северо-западными районами ЕТР. При этом, за исключением юго-восточной части, весь район Черного моря оказывается под влиянием обширного антициклона, а на юго-востоке Черного моря наблюдается область пониженного давления и активно развивается циклоническая деятельность.

К образованию в районе Новороссийска сильного северо-восточного ветра (боры) приводит именно северо-восточный тип процессов.

При восточном типе циклоническая деятельность активно развивается над Средиземным морем и Турцией, а центр антициклона сдвигается в направлении центральных районов ЕТР, что при дальнейшем смещении средиземноморского циклона на юг Черного моря обуславливает усиление восточного ветра практически над всей акваторией моря.

Если при этом циклон и антициклон смещается друг к другу навстречу, наблюдается усиление восточного ветра, который нередко достигает ураганной скорости.

При юго-восточном типе над Средиземным морем и Балканским полуостровом устанавливается область пониженного давления, а антициклон располагается частично над восточными районами ЕТР, частично в районе Казахстана.

Установившейся циклон над Черным морем носит название Черноморская депрессия. При смещении средиземноморских циклонов на юго-запад Черного моря наблюдается усиление юго-восточного ветра.

При юго-западном типе над акваторией Азовского моря образуется ложбина Балканского циклона и образуется свой частный циклон, который над восточной частью Черного моря вызывает образование сильных юго-западных и южных ветров.

При западном типе при прохождении скандинавских циклонов над Черным морем в районе Крыма в тылу средиземноморских циклонов возникают сильные западные ветры.

При северо-западном типе над Черным морем возникают очень сильные северо-западные ветры, которые представляют большую опасность для разгрузочно-погрузочных работ в порту Новороссийска.

При северном типе если в восточной части Черного моря наблюдается циклоническая деятельность, то вторжение отрога антициклона с Балкан приведет к усилению северного ветра в районе порта Новороссийск.

Циклонический тип способствует образованию самых сильных ветров в северной части Черного моря [5, с.74].

Район восточного побережья Черного моря характеризуется частой сменой циклонической и антициклонической деятельности, особенно в холодный период года, что характеризует зиму на Черноморском побережье резкими перепадами температуры воздуха. Сезонная смена погодных условий над Черным морем связана с сезонным характером циркуляции атмосферы, зимой над морем довольно часто наблюдаются устойчивые сильные восточные и северо-восточные ветры.

При антициклонах зимой устанавливается сухая ясная погода, с невысокими температурами воздуха и пониженной влажностью.

Циклоны, наоборот зимой обуславливают выпадение большего количества осадков, и вызывают незначительное потепление воздуха. Например, на участке побережья от Анапы до Сочи колебания зимних температур воздуха могут находиться в пределах от 10-15° С до 20-25° С.

Под влиянием отрога устойчивого Азорского антициклона (субтропического) Черное море наиболее часто находится в летнее время, что устанавливает на территории побережья довольно длительные периоды ясной и сухой погоды с небольшими колебаниями температуры воздуха. Летом, нередко температура воздуха на восточном побережье Черного моря достигает 40°С, при этом по сравнению с зимним периодом, наблюдается снижение количества осадков почти вдвое.

На климатические условия Черноморского побережья большое влияние оказывают орографические условия.

На территориях Краснодарского края, где горные хребты оказываются на пути движения теплых потоков воздуха, насыщенных влагой, а также являются преградой на пути движения циклонов, особенно в прибрежных районах, где прямо к береговой линии спускаются отроги гор, наблюдается значительное увеличение выпадения осадков.

В связи с этим, на участках побережья, где горные отроги практически вплотную подходят к морю, воздушные массы вынуждено поднимаются по наветренным склонам гор, и уже в горной части района наблюдается значительное количество выпавших осадков, нередко они достигают критериев опасных явлений.

Благодаря сложившимся орографическим особенностям у западных склонов Главного Кавказского хребта наблюдается частое обострение атмосферных фронтов и как следствие выпадает большое количество осадков.

2 Условия формирования сильных ветров и волнения в районе порта Новороссийск

2.1 Синоптические условия влияющие на формирование сильного ветра в районе порта Новороссийск

В районе порта Новороссийск наиболее интенсивным северо-восточный ветер бывает в холодное время года и связан со следующими синоптическими процессами:

1. При перемещении антициклонов со Скандинавии или с центральной Европы на Украину. Высотное барическое поле в этих случаях характеризуется как широтным переносом, так и более или менее выраженной меридиональной составляющей и определяется обширной высотной депрессией с центром над Баренцевым морем, севером или северо-востоком ЕТР [9, с.18].

ВФЗ проходит через Украину, центральные районы ЕТР и далее на восток или юго-восток, на нижнюю Волгу. Контраст температуры в ней в холодное время года не менее 10-12 градусов на расстоянии 500 км. Над Черным морем в это время располагается термическая депрессия.

Усиление ветра, как правило, начинается, как только центр антициклона оказывается на широте Харькова - Воронежа, при этом усиление ветра на участке Новороссийск- Туапсе до 15 м/сек начинается при барических градиентах 2-2.5 гПа/100 км. Направление изобар в таких случаях с востока - северо-востока на запад-юго-запад. Перепад температуры на поверхности АТ 850 гПа, при данном типе синоптических условий за 6-12 часов, составляет в холодное время года 6-10 градусов, в теплое 2-6 градусов на 500 км [9, с.23].

Указанный тип синоптических условий наблюдается как в теплое, так и в холодное время года, но наибольшая активность процессов бывает в холодное время года, когда в большинстве случаев за 12-24 час, до усиления ветра в рассматриваемом районе над Северным Кавказом располагается ветвь струйного течения с западно-северо-западными или северо-западными ветрами. В теплое время года струйных течений, связанных с указанным типом

синоптических процессов, не наблюдается.

2. Наиболее жестокие штормы от северо-востока и только в холодное время года связаны со следующими синоптическими условиями: над Западной Сибирью и востоком ЕТР располагается обширный малоподвижный антициклон с давлением в центре 1040-1060 гПа [9, с.34].

На северный Кавказ и восток Украины распространяется отрог этого антициклона. Над Черным морем развивается циклоническая деятельность, связанная с перемещением циклонов со Средиземного на Черное море.

Процессу циклогенеза над Средиземным морем способствует заток холода на его западные районы с Исландии через Атлантику, так как, высотное термобарическое поле в этих районах характеризуется наличием циклона над Гренландией и западной Европой и антициклона над северной Атлантикой.

При смещении со Средиземного моря на Черное море циклон часто регенерирует на арктическом фронте и при усилении отрога антициклона на северном Кавказе и на юге Украины штормы на северо-востоке Черного моря бывают особенно сильными. Контраст температуры на поверхности Ат 850 гПа, чаще всего равны 8-12 °С/ 500 км (расстояние между Туапсе и Ростовом) и появляются они над рассматриваемым районом уже за 12-24 часа до усиления ветра, что является прогностическим признаком. Скорость ветра при данном типе синоптических условий нередко достигает 30-35 м/сек (средняя), порывы 45 и более м/сек [9, с.39].

Горизонтальные барические градиенты давления в период, когда скорость ветра при ураганах достигает максимума, составляют 6-7 гПа/100м, а перепады давления увеличиваются до 12-14 гПа/100 км расстояния. Причины возникновения в предгорных районах столь больших барических градиентов общеизвестны.

Вертикальная мощность холодного воздуха при ультраполярном вторжении обычно невелика, и он не переваливает даже через северо-западную, сравнительно низкую часть Кавказских гор. Вследствие этого над Кавказскими горами создаётся исключительно большой контраст температуры, который

обуславливает большой перепад давления. Контраст температуры между холодной (над Северным Кавказом и теплой в районе Туапсе) воздушными массами достигает 14-20 °С.

Вертикальный температурный градиент в период действия сильного северо-восточного ветра, обусловленного данным типом синоптических процессов, характеризуется в приземном слое 0,6-2,0°С/100м, что не препятствует переносу больших скоростей сверху вниз и является дополнительным фактором усиления ветра, обусловленного увеличением барического градиента.

Устойчивой связи между скоростью ветра и величиной барического градиента не найдено, что объясняется местными орографическими условиями. При одних и тех же градиентах могут наблюдаться сильные ветры, отличающиеся как по средней скорости, так и по величине порывов.

Так, например, при горизонтальном барическом градиенте давления 10гПа /100 км 22 января 1969 г. в районе Новороссийска наблюдался северо-восточный ветер со средней скоростью 20 м/с, порывы достигали 30 м/с, а при таком же градиенте 7 ноября 1969 г. ветер был 18 м/с, порывы 24 м/с. В первом случае разница температуры на поверхности Ат 850гПа была 8°С/ 500 км, а во втором - не превышала 4 °С/ 500 км. [8, с.234].

Во всех случаях северо-восточных ураганов наблюдаются струйные течения на высоте 9-11 км, с западными и юго-западными ветрами и скоростями по оси струй 50-60 м/сек.

Отсутствие устойчивой связи между величиной горизонтального барического градиента и скоростью ветра привело к необходимости брать разность давления между Туапсе и Новороссийском, по которой можно судить о скорости ветра в Туапсе и Новороссийском.

Рассмотрим необходимые условия возникновения сильного северо – восточного ветра для района Новороссийск.

Северо-восточный сильный ветер в районе Новороссийска вызывается взаимодействием депрессии над юго-востоком Черного моря и антициклоном

над центральной территорией Восточной Европы. Наиболее благоприятные условия для боры наблюдаются в зимнее время при арктическом вторжении. Бора в этом случае возникает сразу же после прохождения холодного фронта.

Синоптики Новороссийского ГМБ выявили некоторые местные особенности усиления северо-восточного ветра. Так, усиление ветра в Новороссийске у поверхности земли и на высотах до 1500 м. начинается в большинстве случаев почти одновременно. Сильный северо – восточный ветер (бора) в слое Земля-1000 м. наблюдается только над хребтом и к западу от него в сторону моря. К востоку от хребта, над всей Кубанью и Северным Кавказом в это время наблюдается слабый ветер.

Как указывалось выше, в этом районе отсутствует непосредственная связь между скоростью ветра и горизонтальным барическим градиентом. Синоптики Новороссийска выявили зависимость между скоростью ветра и суммой разностей давления между Новороссийском и пятью точками, удаленными от города на 100 км (в масштабе кольцевой карты 1 см равен 50 км) к северо-западу, северу, северо-востоку, востоку и юго- востоку (СЗ, С, СВ, В, ЮВ). Для скоростей же более 26 м эта связь проявляется теснее, если берется 6 точек, удаленных от Новороссийска на 200 км к западу, северо-западу, северу, северо-востоку, востоку и юго- востоку (З, СЗ, С, СВ, В, ЮВ). Такая связь косвенно выражает зависимость скорости ветра от горизонтального барического градиента [9, с.56].

Кроме того, непосредственно для Новороссийска имеются местные признаки боры:

1. При наличии благоприятной синоптической обстановки и усилении восточного ветра в Потти и падении давления в районе Трабзон – Батуми – Сухуми ветер в Новороссийске усиливается через 5-8 час.

2. В теплое время года максимальное усиление северо-восточного ветра наступает в момент прохождения ядра высокого давления через меридиан Новороссийска. Продолжительность такого ветра не превышает 12 час.

3. Бора весьма вероятна при появлении облачного вала над хребтами и

его сползания по склонам гор в сторону моря в зимнее время года. При отрыве облачных масс с Маркхотского перевала и их быстром смещении в юго-западном направлении бора начинается в Новороссийске через 2-3 час.

В малоподвижной черноморской барической депрессии или ложбине давление понижается до 1010 – 1000 гПа, в отдельных случаях до 995 гПа и даже до 975 гПа. Перепад давления между двумя вихрями, как правило, составляет 40-43,5 гПа – для сильной боры, когда скорость ветра может достигать критериев ОЯ (35 м/с и более). Тогда как при обычном сильном северо-восточном ветре (15-18 м/с) эта разность не превышает 30 гПа.

Поскольку разность между антициклоном и циклоном колеблется в широких пределах, то величина перепада давления между ними сама по себе еще не является достаточным условием для усиления северо-восточного ветра до сильного шторма. На возможность такого ветра более конкретно указывают значительные перепады давления между отдельными пунктами, расположенными на рассматриваемой территории в направлениях, близких к нормальным положениям изобар. Так, почти во всех случаях необычных штормов, разность давления между Туапсе и Краснодаром составляет 13-15 гПа, между Туапсе и Новороссийском 6-8 гПа. При обычном же сильном ветре эта разность не достигает таких столь больших значений.

Таким образом, указанные выше необычайно большие перепады давления между антициклоном и циклоном, а также между отдельно взятыми пунктами на исследуемой территории – эта вторая отличительная особенность синоптической обстановки при выдающемся штормовом ветре.

Но в самой конкретной форме выражается третья отличительная особенность – величина горизонтального барического градиента, которая, как известно, является основным фактором, регламентирующим скорость ветра на участке Новороссийск-Туапсе. Если при обычных сильных северо-восточных ветрах, горизонтальный барический градиент составляет 2,5 – 3,5 гПа на 1° меридиана, то при сильных штормах - до 4,5 – 5,0 гПа на 1° меридиана, а в районе Новороссийска до 6,0 -7,0 гПа на 1° меридиана [9, с.67].

Барическое поле на уровне 1,5-3,0 км (на поверхности АТ 850 – АТ 700 гПа) при сильном норд-осте почти полностью повторяет приземное, однако градиент геопотенциала становится, как правило, заметно меньшим, особенно на изобарической поверхности АТ 700 гПа. Скорость ветра с высотой до 1000 м. существенно не меняется, а выше этого слоя – ослабевает.

Поле температуры, как у земли, так и на различных уровнях нижней тропосферы довольно контрастно. Перепад температуры в пределах исследуемой территории при сильном северо-восточном ветре на участке от Керчи до Сочи достигает 12-18°C. Обычно наиболее низкие температуры, как у земли, так и на высотах наблюдаются в Ростовской области, а наиболее высокие в районе Сочи – Батуми. Приземные изотермы ориентированы примерно так же, как и изобары.

На высотах от 1,5 км и выше, в связи с увеличением южной составляющей ветра, над юго – западной частью рассматриваемого района и юго-востоком Черного моря формируется гребень тепла. Адвекция тепла над этими районами, которая почти во всех случаях предшествует шторму, приводит к значительному падению давления в передней части черноморской депрессии (ложбине). В результате этого, даже при неизменном давлении в антициклоне горизонтальный барический градиент на севере черноморского побережья Кавказа постепенно увеличивается до 3,0-4,0 гПа на 1° меридиана, а затем и до 5,0-6,0 гПа на 1° меридиана.

Необходимо отметить и то, что перед сильными штормовыми и ураганскими ветрами всегда существуют приземные инверсии температуры. Однако в период шторма температура с высотой испытывает несущественные изменения: она заметно выравнивается в значительной толще слоя при вертикальных градиентах, близких к 0°.

Вертикальная протяженность термически однородного слоя достигает 1-1.5 км, выше его обнаруживается рост температуры с высотой (инверсия сжатия), либо же нормальное ее падение. Естественно при этом, что как до возникновения ураганских ветров, так и в их период, по крайней мере, нижние

слои стратифицированы устойчиво. Тем не менее, ветер довольно порывист, отдельные порывы урагана достигают 20-25 % средней скорости.

При безоблачной или малооблачной погоде, в результате некоторого прогрева подстилающей поверхности и усиления турбулентного обмена в нижних воздушных слоях, сила шторма в дневное время при неизменном горизонтальном барическом градиенте становится больше, чем в ночное время. При облачной погоде и при одних и тех же барических градиентах существенных изменений в скорости ветра в течение суток не обнаружено.

Таким образом, на силу северо-восточного ветра при прочих равных условиях сказывается именно орография местности. Об этом уже говорилось ранее, т.к. именно на Черноморском побережье от Новороссийска до Туапсе, где, как известно, время от времени свирепствуют необычайно сильные северо-восточные ураганы, в том числе и Новороссийская бора.

2.2 Синоптические условия влияющие на формирование сильного волнения в районе порта Новороссийск

К одному из основных метеорологических явлений, оказывающих непосредственное влияние на различные виды работ в порту Новороссийска, относится волнение моря.

В течение года, особенно в холодное время, Черное море довольно часто находится под влиянием областей низкого давления - циклонов, барических ложбин и связанных с ними атмосферных фронтов, что определенным образом оказывает влияние на формирование не только ветрового режима территории, но и волнового.

Но, наибольшее влияние на формирование сильного волнения моря оказывает само положение штормовой зоны, т.е., определенной зоны, в которой наблюдаются скорости ветра, соответствующие среднему горизонтальному градиенту давления более 1 Гпа на 1° меридиана [1, с.18].

Соответствующее данным условиям положение штормовой зоной должно

сохраняться на протяжении не менее 5-6 часов, причем очень важно, чтобы в этот период направление штормовой зоны было неизменным или изменялось не более чем на 30-40°.

При проведении анализа активности штормовой зоны, в данной работе рассмотрена связь градиентов давления между границами штормовой зоны по соответствующему барическому градиенту.

Штормовые зоны, вызывающие сильные волнения в районе порта Новороссийск, могут располагаться во всех пяти зонах акватории Черного моря согласно районированию моря по ветровому режиму (рисунок 1.1).

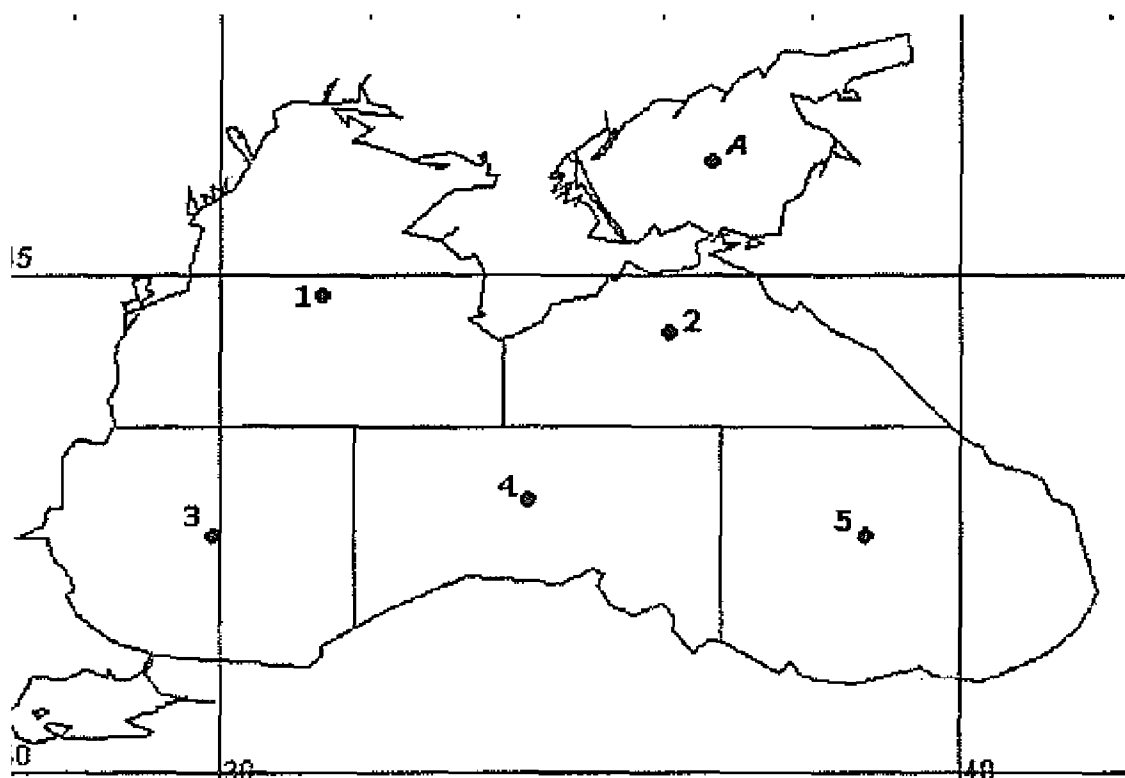


Рисунок 2.1 – Схема районирования Черного и Азовского морей [19, с.224]

Наиболее часто волнение моря вызывает положение штормовой зоны во II зоне. Рассмотрим данный случай. В штормовой зоне для II района направлении изобар положения зоны составляет 360-280°. При этом направлении изобар в данной штормовой зоне волнение моря чаще всего будет смешанного характера или иметь форму зыби. Волнение будет носить характер коротких волн. На гребнях волн появляются небольшие барашки. Высота волн колеблется в пределах от 0,5 до 1,25 м.

Ветровые волны - волны с соответствующим периодом и характером уменьшения волнения могут наблюдаться после ослабления ветра на протяжении всего II участка, при выполнении следующих условий. Направление изобар в штормовой зоне находится в пределах 120-100°, положение зоны прибрежной части в северной стороне характерно для IV и V зон.

Нередко, причиной возникновения ветрового волнения является быстрое прохождение холодных западных фронтов, которые перемещаются со скоростью более 30 км/час, если, при этом наблюдается большой контраст температуры воздуха по обе стороны от фронта на расстоянии по 250 километров по обе стороны, то, прогноз возникновения ветрового волнения будет 100%.

Особенно жестко сильные ветровые волны проявляются при усилении северо-восточных ветров на береговом участке Анапа – Туапсе.

На картах АТ 925 и 850 Гпа поверхностях ветер расположен по направлению к фронту, при этом, в нижнем слое атмосферы, за фронтом наблюдается довольно сильная адвекция холода. Происходит быстрое изменение геопотенциальных высот на карте ОТ 500/1000, более 10 гПа за 12 час [1, с.34].

Прогнозная вероятность образования и усиления ветрового волнения, связанная с прохождением холодного фронта, будет более точная, если изобары за фронтом будут иметь северо-западное, а перед фронтом юго-западное направление.

За исследуемый период в районе порта Новороссийск волнение моря, вызванное юго-западными ветрами чаще всего, проявлялось в виде зыби, реже волнение было смешанным, и лишь в единичных случаях волнение моря отмечалось, как ветровое, но после ослабления ветра, ветровое волнение по характеру уменьшения волнения, больше соответствовало форме зыби [23].

При возникновении ветрового волнения, вызванного юго-западными ветрами, максимальная высота волн отмечалась в районе порта Туапсе, где

достигала 6-7 м., в Новороссийске при одних и тех же условиях высота волн не превышала 5 м., а в Сочи была отмечена на уровне 4 м.

К основному фактору, обуславливающего образование сильного ветрового волнения юго-западного направления относится обязательное наличие штормовой зоны, в которой изобары направлены в пределах 280–360 градусов, а сама штормовая зона располагается в I, II, III районах Черного моря. Эти же условия остаются, если штормовая зона располагается только во II районе, или только – в III районе, или в I и в III районах моря.

При этом, необходимо чтобы разница давления (ΔP_1) на одной из трех метеорологических станций Турецкого побережья (номера МС 37060, 37020, 37022) между наибольшим значением давления и минимальным давлением на южном или юго-западном побережье Крыма составляла более 3 гПа, а для участке Анапа – Туапсе разница (ΔP_2) между минимальным значением давления на МС Новороссийск и наибольшим давлением на тех же метеорологических станциях Турецкого побережья составляла уже не менее 4 гПа, причем, критические значения ΔP_1 и ΔP_2 сохранялись на протяжении более 6 часов [1, с.38].

В зависимости от расстояния порта Новороссийск до штормовой зоны время начала сильного волнения юго-западного направления.

В таблице 2.1 представлены данные о временном периоде в течение, которого сильная зыбь подойдет к району порта Новороссийск.

Таблица 2.1 – Время прихода сильной зыби в район порта Новороссийск в зависимости от разницы давления [1, с.39]

ΔP , гПа	Районы моря					
	I-II	II	I-III	II-III	III	IV
	Время, час					
3-4	22-30	22-30	18-24	18-24	18-24	-
4-5	20-24	20-24	15-18	15-18	15-18	-
6-7	20-24	20-24	15-18	15-18	15-18	-
7-8	10-15	10-15	6-9	6-9	6-9	-

Временной период движения прихода зыби зависит главным образом от значений ΔP_1 и ΔP_2 и положения самой штормовой зоны, а именно, расстояния

зоны до рассматриваемого участка.

Так, при условии, что разница давления на первом участке равна 3 гПа, на втором участке - 4 гПа, положение переднего края штормовой зоны находится во II районе, в течение 22-30 час. к побережью Анапа – Туапсе может придти волнение в виде зыби. В большинстве случаев сильное юго-западное волнение отмечается в первую очередь в районе порта Туапсе, затем проявляется в районе порта Новороссийск.

Время продолжительности волнообразующих факторов для величины ΔP_1 и ΔP_2 3-4 гПа характеризуется наиболее часто повторяющимся временным периодом 9-18 час [1, с.42].

Если временной период будет более продолжительным, при таком же значении ΔP_1 и ΔP_2 , то на высоту волн это не окажет влияния, а продолжительность самого волнения увеличится.

Складывающиеся особенности синоптических процессов над районом порта Новороссийск обуславливают переход волнения от юго-запада к волнению от юга и юго-востока, при этом, штормовые зоны с направлением изобар $360-280^\circ$, образуются вследствие влияния быстро движущихся циклонов и ложбин, а именно, их тыловых частей. Сохраняются такие штормовые зоны в пределах от 9 до 28 час.

По мере дальнейшего смещения штормовой зоны в IV и V районы Черного моря, над районами моря II и III зоны в 30-40% случаев образуется новая штормовая зона, соответствующая северной периферии антициклона расположенного над Турцией или тыловой части его гребня с направлением изобар $270-210^\circ$.

Сложившаяся синоптическая ситуация затем сменяется областью пониженного давления, на смену антициклону приходит циклон, который имеет более южное направление изобар.

При этом наблюдающееся сильное волнение моря меняет свое направление с юго-западного на южное, меняется и интенсивность волнения, которая зависит от активности вновь образованной штормовой зоны и

продолжительности ее существования в соответствующем районе Черного моря.

При дальнейшем изменении направления штормовой зоны к 200-140° сильное волнение переходит к юго-восточному направлению, чаще всего характеризующегося более слабой интенсивностью, только в редких случаях интенсивность волнения усиливается.

Сильное волнение, пришедшее на территорию от юга и юго-востока, характеризуется такой же повторяемостью, как и волнение от юга-запада. В 70% случаев оно является смешанным или зыбь, и лишь в 30% ветровым.

Высоты волн при волнении от юга и юго-востока чаще всего не превышает 1-2 м. При таком волнении высокие волны наблюдаются значительно меньше, чем при волнении от юго-запада. Например, в районе Новороссийска при волнении от юго-востока волны с высотой от 2 до 4 м наблюдаются в 10 раз меньше, чем при волнении от юго-запада. В районе Сочи волны с такой градацией за исследуемый период не наблюдались вовсе.

В передней части барических ложбин или в тыловой части гребней чаще всего происходит возникновение сильного волнения от юга и юго-востока, при этом должны выполняться следующие волнообразовательные условия:

Штормовая зона располагается над II и III районами Черного моря или только III, направление изобар составляет 270-210°, горизонтальный барический градиент 1,5 гПа/1° меридиана.

Штормовая зона располагается над III районом направление изобар в пределах 200-160°, горизонтальный барический градиент равен или более 1 гПа/1° меридиана, разница давления (ΔP_3) между МС Турецкого побережья (№37026 и №37022) 2,5 гПа [23].

Штормовая зона располагается над IV и V районами направление изобар составляет 160-140°, горизонтальный барический градиент в районе 1 гПа/1° меридиана, разница давления (ΔP_4) между МС Турецкого побережья (№37038 и №37026) составляет более 2,5 гПа. Важным является сохранение критических значений ΔP_3 и ΔP_4 ($\geq 2,5$ гПа) на протяжении довольно длительного времени -

не менее 3-5 час.

Время начала сильного волнения от юга и юго-востока определяется в зависимости от активности зоны и расстояния от нее до переднего края штормовой зоны.

В таблице 2.2 указано временные периоды, в течение которых сильное волнение, движущееся от юга и юго-востока, преодолеет расстояние от места расположения штормовой зоной до участка побережья Анапа-Сочи. Вероятность прогнозирования составляет 80-85 %.

Также в таблице учтена связь временного периода со значениями разницы давления ΔP_3 , ΔP_4 .

Таблица 2.2 – Время прихода (в час) сильной зыби на побережье Анапа-Сочи

Разница давления 3 и 4 участка	Районы моря		
	III	IV	V
	Время, час		
2,5-3	24-20	12-15	12-15
4-5	10-15	6-10	9-12
6-7	5-9	3-6	-

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что при выполнении определенных условий, когда значение ΔP_3 и ΔP_4 не превышает 2,5-3гПа, при этом, штормовая зона сохраняется в течение 3-5 час, волны высотой 1-2 м подходят к Кавказскому побережью, в среднем, через 20-28 час.

При положении штормовой зоны во II и III районах и направлении изобар близком к широтному, зыбь с высотой волны более 1 м. приходит к Черноморскому побережью Краснодарского края через 24-28 час, после достижения величины барического градиента на меридиане Крыма значения 1,5гПа/1° меридиана.

Нередко, с прихода зыби в район порта Новороссийск может начаться сильное волнение от юга и юго-востока. При перемещении штормовой зоны в IV район моря наблюдается увеличение горизонтальных градиентов давления, обуславливающих усиление южного и юго-восточного ветра и как следствие, волнение становится смешанным.

В таких случаях для данного волнения наблюдения ГМБ Новороссийск и МС Геленджик являются наиболее характерными не только для данной территории, но и для всей прибрежной зоны края.

Появление сильного волнения от юга и юго-востока при значениях $\Delta P3$ и $\Delta P4$ не превышающих 2.5-3 гПа не отмечается одновременно на всем участке Анапа-Сочи, Разница начала волнения по данным пяти МС Черноморского побережья может составлять от 1,5 до 3,0 час, при этом фиксируется зыбь высотой 1-1,5 м.

Если разница градиента $\Delta P3$ и $\Delta P4$ составляет более 3гПа, интервал времени уменьшается в среднем, до 0,7-1,5 час.

Особенности циркуляции воздуха и связанные с ними синоптические условия обуславливают сравнительно малую вероятность перехода волнения от юга и юго-востока к волнению от юго-запада.

При пересечении акватории моря развитым циклоном, или при прохождении барических ложбин с хорошо выраженной тыловой частью в редких случаях может наблюдаться изменение направления волнения.

Длительность перехода волнения от одного направления к другому, зависит от активности новой штормовой зоны.

В работе рассмотрена связь сильного волнения с атмосферными фронтами. Над прибрежными районами Черного моря на участке Анапа – Сочи, прохождение атмосферных фронтов обычно связано с перемещением над морем циклонов и барических ложбин.

Средняя многолетняя повторяемость прохождения атмосферных фронтов над Черноморским побережьем представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Повторяемость атмосферных фронтов по месяцам

Число случаев	Месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
атмосферные фронты	18	21	28	26	19	20	18	17	13	20	21	20	241
наблюдалось сильное волнение моря	16	16	24	15	9	6	7	5	6	15	17	20	156

Проведенный анализ показал, что из 241 исследуемого случая прохождения холодных атмосферных фронтов в 65% наблюдалось сильное волнение моря. При прохождении атмосферных фронтов в холодный и переходный периоды года в большинстве случаев наблюдалось сильное волнение – в 75% случаях, в теплое время года – только в 30% от общего числа проходивших фронтов.

По данным наблюдений МС Анапы, ГМБ Новороссийск, МС Джубги и ГМБ Туапсе, при прохождении атмосферных фронтов над этими районами наблюдается усиление ветра в среднем, до 4-5 м/с, в более редком случае, до 8-10 м/с. В основном степень усиления ветра обусловлена активностью фронта.

Очень важно, что усиление интенсивности волнения моря происходит не в момент прохождения самого фронта, а непосредственно перед прохождением фронта. На участке Анапа – Новороссийск волнение моря начинает усиливаться, когда фронт еще только подходит к границам Краснодарского края [23].

3 Гидрометеорологическая характеристика порта Новороссийск

3.1 Климатические условия прибрежной части порта Новороссийск

К основным факторам, определяющим климат прибрежной части порта Новороссийск, относят географическое положение района, строение подстилающей поверхности и характер воздушных масс [10, с.216].

Район Новороссийска характеризуется довольно сложными физико-географическими условиями, обусловленными незамерзающим Черным морем и наличием системы высоких хребтов Кавказа. Сложившиеся в районе физико-географические условия обуславливают особенности местного климата.

Формирование климата прибрежной части Черного моря в районе порта Новороссийск определяется не только географическим положением района, но и условиями атмосферной циркуляции над Цемесской бухтой, а также орографическими особенностями берегов бухты.

Черное море расположено получает большое количество солнечной энергии, т.к., расположено между $46,5^{\circ}$ и $41,0^{\circ}$ с.ш., что обуславливает в течение всего года большой приток солнечной радиации. Тепловой баланс Черного моря показывают, что севернее 44° с. ш. поверхность моря в течение года получает значительно меньше тепла, чем отдает в атмосферу и тепловой баланс отрицательный, южнее 44° с. ш. наоборот, морская поверхность получает энергии больше, чем отдает, и, следовательно, тепловой баланс положительный [15, с.16].

В зимний период года над морем тепловой баланс всегда отрицательный, в летний период - положительный.

В прибрежной части порта Новороссийск циркуляционные процессы находятся под влиянием господствующего западного переноса воздушных масс, а также антициклонической деятельности.

В течение всего года в данном районе могут наблюдаться воздушные массы, различного происхождения и обладающие противоположными свойствами - из Арктики холодные, с Атлантики морские, из Казахстана сухие.

В зимний период важнейшими процессами являются западный отрог Сибирского антициклона и Арктическая область высокого давления. В летний период - Субтропический пояс высокого давления и Северо – атлантический циклон.

Нередко в районе порта господствующим циклоном становится черноморская депрессия, характеризующаяся ненастной сырой погодой. От частого прихода холодных континентальных масс район порта Новороссийск защищает Маркотхский перевал, который является своего рода защитой от восточных континентальных воздействий [5, с.42].

В прибрежной части порта Новороссийск циркуляционные процессы в атмосфере имеют хорошо выраженные сезонные различия, что обуславливает и частую смену связанных с ними погодных условий.

Район Черного моря в районе порта Новороссийск характеризуется частой сменой циклонической деятельности в зимнее время и довольно часто оказывается под влиянием отрога Сибирского антициклона, захватывающего практически на всю восточную часть Европы.

Помимо влияния отрога Сибирского антициклона акватория порта нередко подвергается воздействию циклонов, которые возникают на средиземноморской ветви полярного фронта и смещаются в северо-восточном направлении.

При установлении над морем Сибирского антициклона в порту нередко наблюдаются сильные северо-восточные ветры, отличающиеся продолжительной длительностью. Такие ветры приносят с собой на территории порта и города длительное похолодание с понижением влажности воздуха.

Приход в район порта Средиземноморских циклонов наоборот, обуславливает выпадение обильных осадков, повышению температуры воздуха и усиление скоростей южного ветра.

Особенно частой сменой циклонической и антициклонической погоды, район Новороссийского порта характеризуется в холодный период года, потому \зимний период отличается резкими изменениями температуры воздуха. В

течение непродолжительного времени температура воздуха может понижаться до -15°C , или другие подниматься до $+15^{\circ}\text{C}$ [23].

По сравнению с зимним периодом в летний период температура воздуха характеризуется постоянством. Отрог Азорского антициклона, обуславливающий погоду летом, обуславливает длительные периоды ясной и сухой погоды с яркими субтропическими чертами.

Сложный рельеф и Черное море придает территории Новороссийска довольно разнообразные климатические условия.

По классификации климатических поясов район прибрежной части порта Новороссийск относится к морскому климату умеренных широт и характеризуется теплым летом и умеренно мягкой зимой.

Море в районе Новороссийска не замерзает даже в самые холодные зимы, что позволяет в течение всего года в порту вести круглосуточную навигацию.

По многолетним данным МС Новороссийск среднегодовая температура воздуха равна $12,8^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха зимнего периода составляет $3-5^{\circ}\text{C}$ тепла (таблица 3.1)

Таблица 3.1 –Значения температура воздуха по данным ГМБ Новороссийск

Значения	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	2,7	3,0	6,0	11,0	16,0	20,4	23,8	24,0	19,2	14,1	8,8	5,2	12,8
Абс. Максимум	18	22	26	29	34	35	41	39	36	35	25	22	41
Средн. максимум	6,4	6,2	9,4	14,6	20,1	24,5	28,1	28,4	23,9	18,4	12,9	8,6	16,5
Абс. Минимум	-24	-21	-17	-6	0	6	11	9	1	-4	-18	-23	-24
Средн. минимум	-0,7	-0,6	2,1	7,0	12,1	16,4	19,3	19,3	14,8	10,2	5,1	1,5	8,9

Самым холодным месяцем года является январь, с многолетней температурой воздуха $+2,7^{\circ}\text{C}$, самым тёплым - август, с температурой воздуха $24,0^{\circ}\text{C}$.

За весь период наблюдений по данным ГМБ Новороссийск отмечен абсолютный максимум температуры воздуха 41°C , абсолютный минимум

составляет -24°C . Амплитуда колебания абсолютных температур воздуха составляет около 65°C . Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца, августа, превышает $28,4^{\circ}\text{C}$, средняя минимальная температура наиболее холодного месяца, января – минус $0,7^{\circ}\text{C}$ (рисунок 3.1).

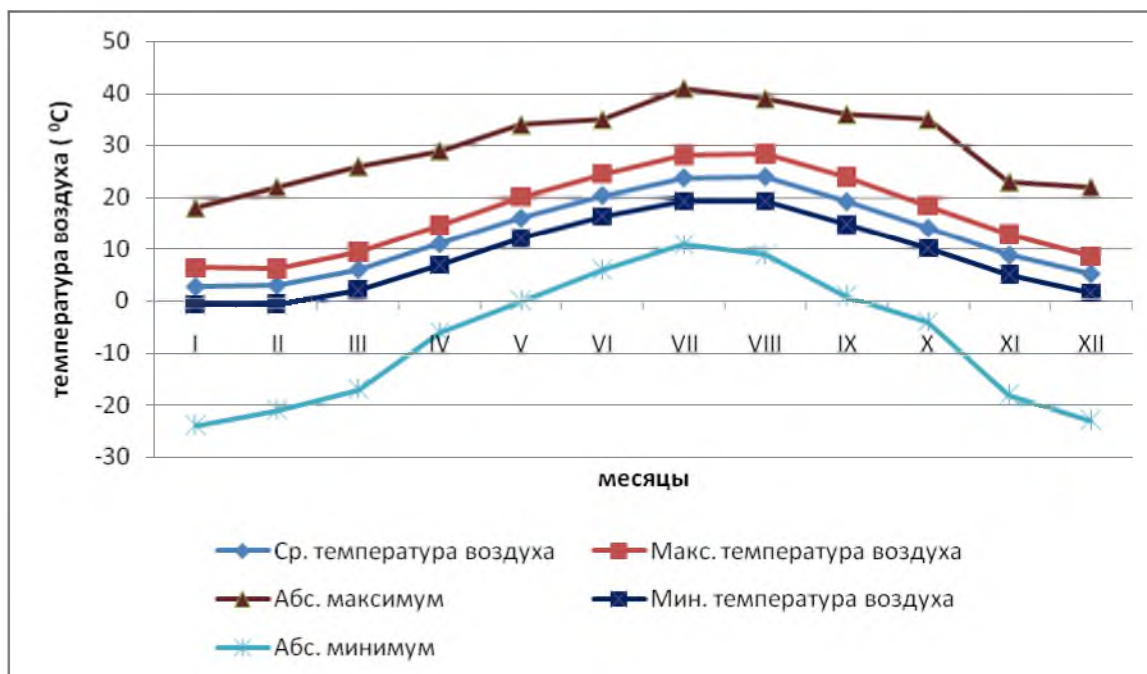


Рисунок 3.1 – Среднемесячные и среднегодовые значения температура воздуха по данным ГМБ Новороссийск

Среднее многолетнее число дней с морозами составляет 28,4 дня, за весь период наблюдений максимальное число дней с морозами составило 57 дней, минимальное – 1 день. В течение года от 190 до 220 дней приходится на безморозный период. Уже с первых дней ноября начинаются заморозки, которые длятся до конца марта (таблица 3.2).

Таблица 3.2– Среднее многолетнее число дней с морозами [17]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее	6,3	6,1	7	-	-	-	-	-	-	-	2,9	6,1	28,4
Максимальное	11	12	3	-	-	-	-	-	-	-	20	11	57
Минимальное	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1

Среднегодовая относительная влажность воздуха не превышает 72 %.

Основной причиной относительно высокой влажности воздуха в данном районе является частая повторяемость циклонов, которые в холодное время года особенно развиты. Поэтому самым влажным временем года в районе Новороссийская является зима. Средние месячные и годовые значения влажности воздуха приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Средние многолетние значения влажности воздуха

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Относительная влажность воздуха, %												
77	76	74	72	73	70	64	63	65	71	76	77	72
Абсолютная влажность воздуха, гПа												
6,3	6,1	6,7	9,2	13,3	17,3	19,2	18,3	14,4	11,1	9,1	7,4	11,5

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца - января составляет 77 % (в районе полудня), наиболее теплого месяца августа - 63%.

Наибольшие значения относительной влажности воздуха наблюдаются в холодный период года с ноября по март (ноябрь 76 %, март 74 %), наименьшие значения влажности приходятся на теплый период с апреля по октябрь (рисунок 3.2).

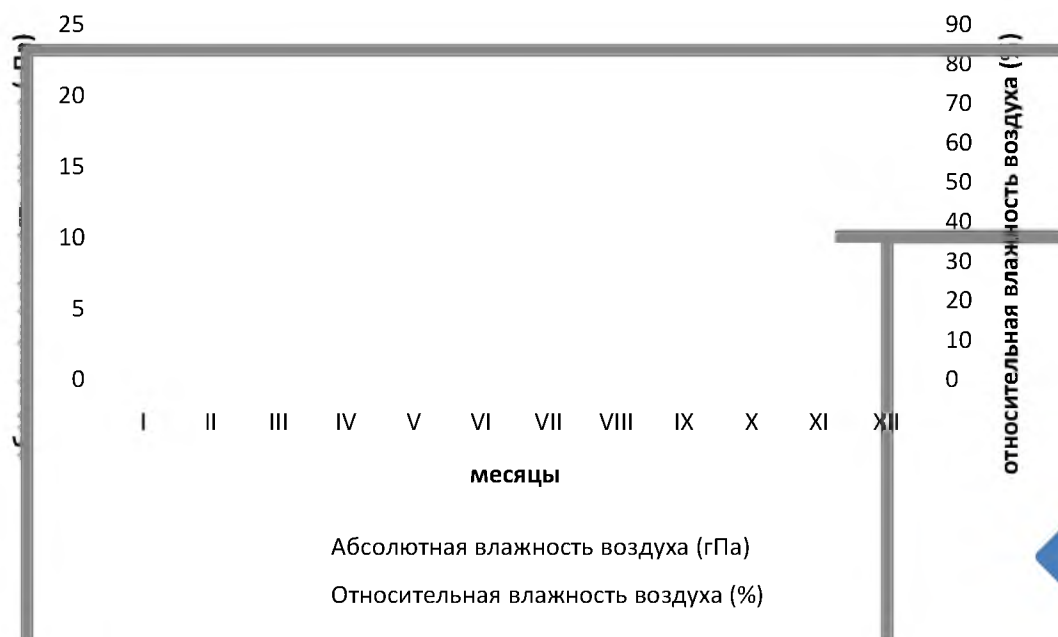


Рисунок 3.2 – Влажность воздуха по данным ГМБ Новороссийск

Среднегодовое количество осадков в районе порта составляет 775 мм. В различные годы суммы осадков могут значительно отклоняться от среднего значения. Если рассматривать осадки по тёплому (апрель – октябрь) и холодному (ноябрь – март) периодам года, то в оба периода выпадает примерно одинаковое количество осадков.

Кратковременные ливневые дожди с грозами являются характерными для летнего периода. Летом среднемесячное количество осадков выпадает в пределах 44-59 мм (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Среднее количество осадков с поправками к показаниям осадкомера (мм)

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Новороссийск	81	73	67	50	44	59	58	49	56	59	76	103	775

Декабрь-январь, характеризуется наибольшим среднемесячным количеством выпавших осадков, май наименьшим (рисунок 3.3).

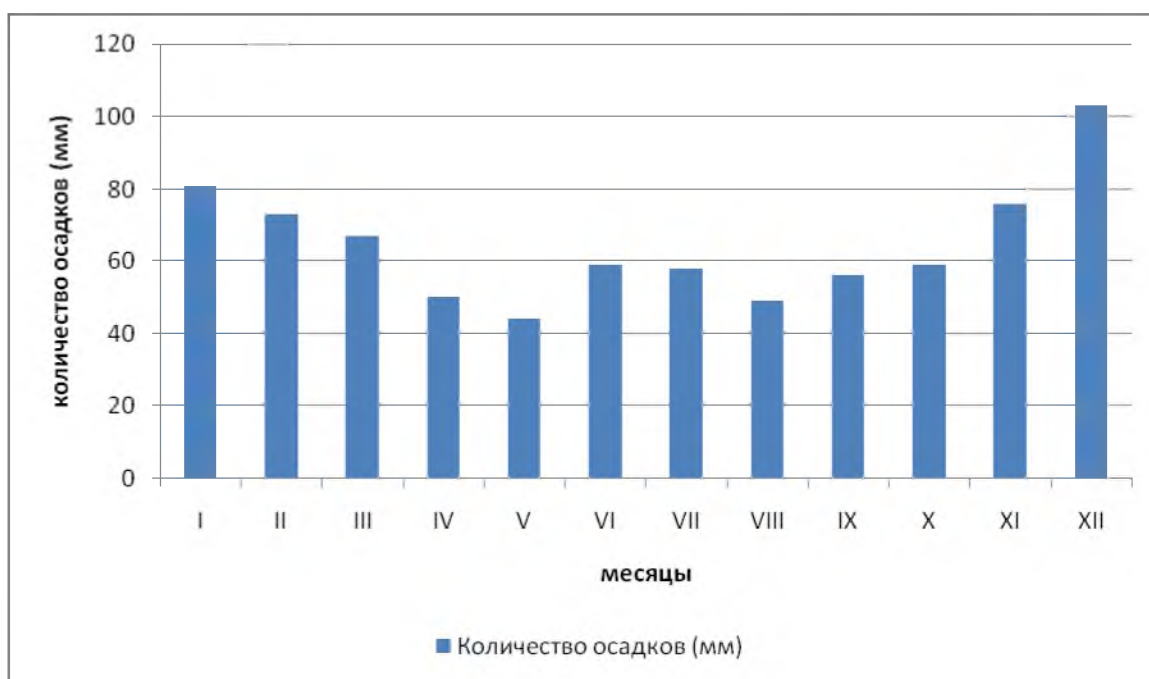


Рисунок 3.3 – Среднее количество осадков, мм

Зимой количество осадков составляет в декабре 103 мм, в январе - 81мм. В холодный период года осадки носят обложной характер, в теплый период

чаще всего осадки выпадают в виде кратковременных ливней, сопровождающимися грозами со среднемесечным количеством осадков от 44 мм в мае до 59 мм в октябре.

Характерной особенностью годового хода осадков района Новороссийска является то, что максимум выпадения осадков может наблюдаться в любой из месяцев года. За многолетний период наблюдений суточный максимум осадков по МС Новороссийск был отмечен 20.06.1988 г и составил 181 мм. Нередко в зимний период года осадки выпадают в виде мокрого снега [23].

Максимальное количество осадков за разные месяцы по данным ГМБ Новороссийск представлено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Максимальное количество осадков по месяцам и за год, мм

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Новороссийск	72	84	71	56	76	181	145	95	153	85	75	128	181

В среднем число дней с осадками за год составляет 160-170 дней. В течение года суммарная продолжительность выпадения осадков колеблется от 711 до 960 час (рисунок 3.4).

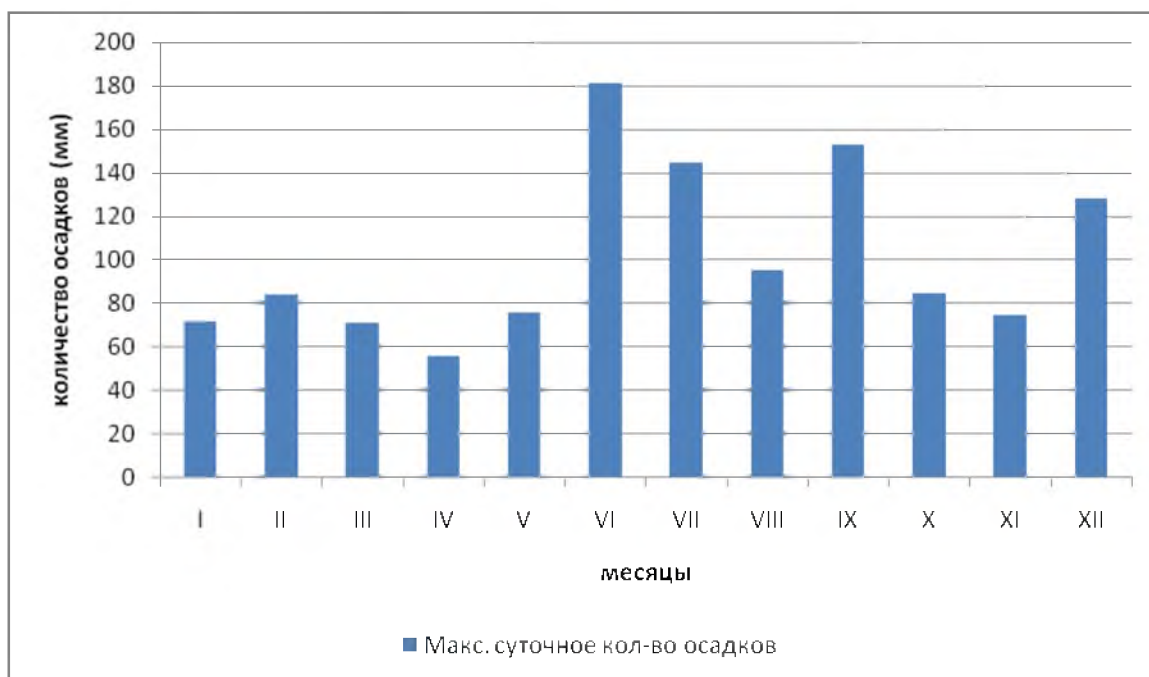


Рисунок 3.4 – Максимальное суточное количество осадков, мм

За период с 1990 по 2019гг максимальная интенсивность атмосферных осадков за 10-минутный интервал времени составила 0,48 мм/мин

Нередко, в летний период ливневые осадки сопровождаются грозами. На территории Новороссийска количество дней с грозами может составлять от 20 до 45 дней. Наиболее часто грозы наблюдаются в июле (до 12 дней).

Грозы довольно кратковременны, в среднем их продолжительность не превышает 2-3 час.

В прибрежной части порта Новороссийск преобладающими ветрами в течение всего года являются ветры северо-восточного направления. Ветры юго-восточного и южного направления наблюдаются значительно реже. Летом и в начале осени в районе порта возможны смерчи.

Определённую опасность для работы порта в зимнее время несут гололедные явления, которые отмечаются в холодную половину года, и могут наблюдаться в период с декабря по февраль.

Среднегодовое число дней с гололедом составляет 3-4 дня, в аномальные годы их продолжительность может увеличиваться до 11 дней (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Число дней с гололедом [23]

Дни	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее	1,2	0,5	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,1	0,4	1,6	0,3
Максимальное	11	1	1	1	-	-	-	-	-	1	2	9	11

Чаще всего гололед образуется в зоне выпадения переохлажденного дождя перед медленно движущимися теплыми фронтами. При этом, на возвышенностях от 200 до 300 м над уровнем моря температура может достигать отрицательных значений, что обуславливает выпадение осадков в виде снега или ледяного дождя и приводит к образованию на дорогах гололедных отложений, которые сохраняются длительное время, до нескольких дней и даже недель. Нередко наблюдается усиление ГИО, что связано с повторным выпадением осадков в условиях влажной погоды [23].

3.2 Особенности режимов ветра и волнения моря в районе порта Новороссийск

Наибольшее значение на эффективную работу морского порта Новороссийск и безопасное судоходство в Цемесской бухте оказывают следующие гидрометеорологические явления - ветер, волнение моря, туманы и сильные осадки.

Затруднения в работе порта могут вызывать сильные осадки, при которых значительно ухудшается метеорологическая дальность видимости (горизонтальная). Сильные осадки могут наблюдаться в любой период года.

Ухудшение видимости в весенний период может происходить из-за образования в этот период года туманов.

В зимний период осложнения в работе порта чаще всего наблюдаются из-за возникающих штормовых ветров.

Ветровой режим в районе порта Новороссийск определяется циркуляционными процессами, складывающимися из адвекции тёплых и холодных воздушных масс, приходящих в данный район уже значительно трансформированными под воздействием подстилающей поверхности и фронтогенеза.

В холодный период года типичными процессами для района Новороссийска являются антициклонические вторжения со стороны Черного моря. В этот период года большую роль в циркуляционных процессах несут восточные или юго-восточные потоки на периферии Азиатского антициклона.

В прибрежной части порта Новороссийск преобладающими ветрами в течение всего года являются ветры северо-восточного направления. Ветры юго-восточного и южного направления наблюдаются значительно реже.

Анализируя многолетние данные о ветровом режиме, можно выделить следующее: в течение всего года в районе порта Новороссийск наблюдаются северо-восточные ветры с повторяемостью 42 %, наименьшая их повторяемость приходится на месяцы апрель – июнь в пределах 30%, с июля повторяемость

северо-восточных ветров начинается увеличиваться и в августе достигает уже 47%.

Среднемесячная и среднегодовая повторяемость направлений ветра, а также штилей, приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Повторяемость направлений ветра и штилей, %

Месяцы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
I	5	36	6	15	12	8	6	12	15
II	3	37	6	17	13	8	5	11	14
III	3	41	6	14	17	8	4	7	18
IV	3	27	6	19	25	8	6	6	21
V	3	30	6	16	26	10	4	5	25
VI	4	28	7	15	25	10	5	6	21
VII	5	40	5	8	18	10	6	8	19
VIII	6	47	6	7	15	6	5	8	19
IX	5	45	7	6	14	8	7	8	21
X	5	44	6	9	11	7	7	11	19
XI	4	37	7	13	14	8	6	11	17
XII	5	32	6	15	14	9	7	12	14
год	3	42	6	12	18	8	4	7	20

На долю южных ветров в среднем в году приходится 18%, их наибольшая повторяемость приходится на весенне-летние месяцы и достигает 25-26% (рисунок 3.5).

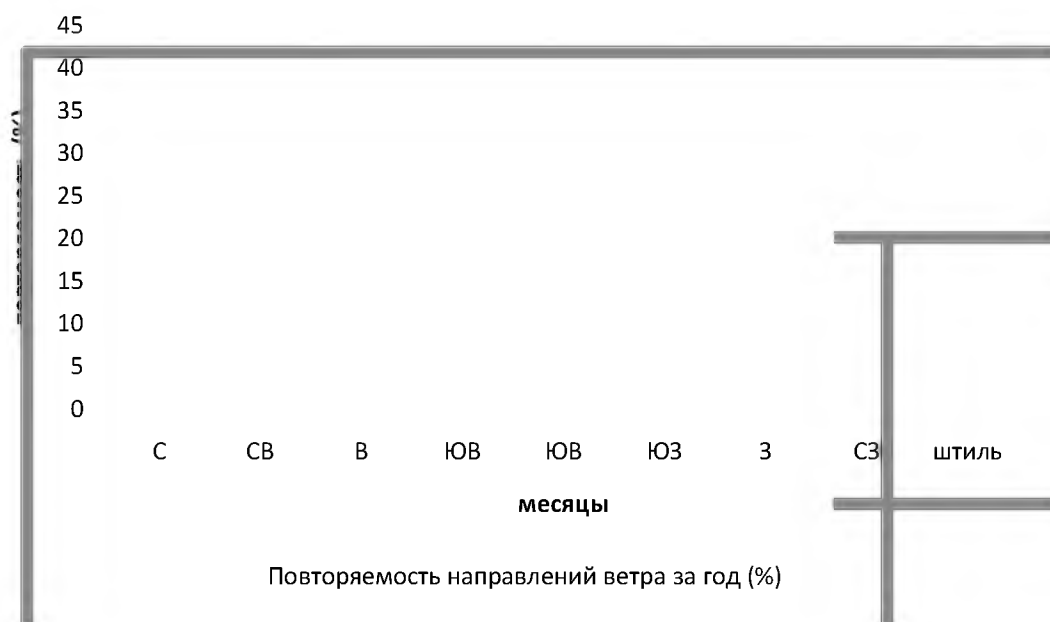


Рисунок 3.5 – Повторяемость направлений ветра и штилей, %

В течение года на долю юго-восточных ветров приходится 12%, с июля по октябрь включительно повторяемость юго-восточных ветров не превышает 9%. На долю остальных ветров приходится менее 10% на каждое направление, на долю штиля - 20%. Наименьшая повторяемость в течение всего года наблюдается у ветров северного и западного направлений – 3% и 4% соответственно (рисунок 3.6).

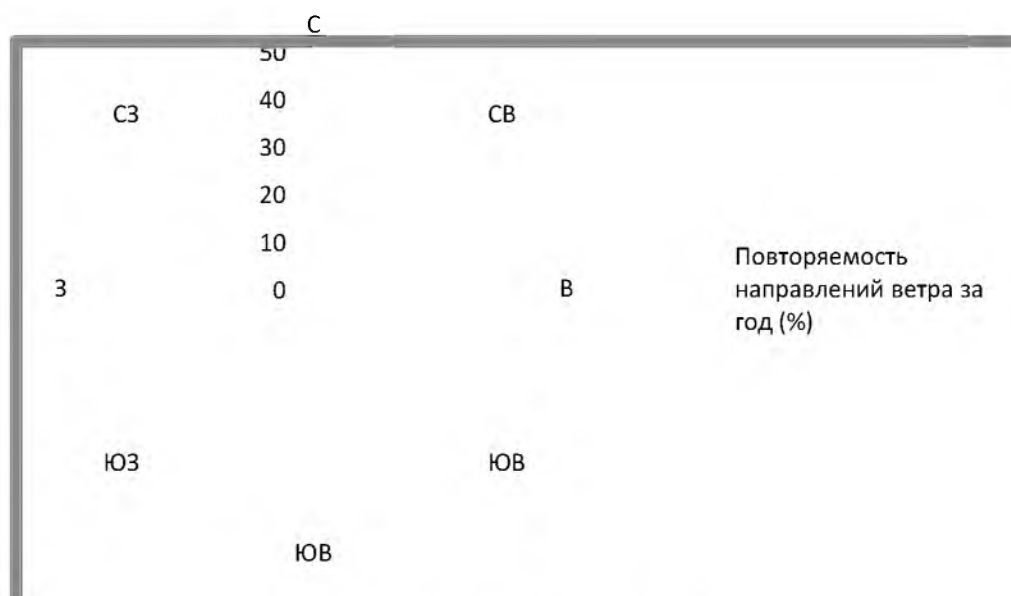


Рисунок 3.6 – Роза ветров, %

Максимальная скорость наблюдается при северо-восточном и юго-восточном ветрах и может превышать 40 м/с, при других направлениях максимальная скорость ветра не превышает 28 м/с (таблица 3.8) [23].

Таблица 3.8 – Средняя и абсолютно максимальная скорость ветра, м/с

Скорость ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	5,6	5,6	4,9	3,3	2,9	2,6	3,3	3,8	3,9	4,9	5,1	5,5	4,3
максимальная с учетом порывов	>40	40	40	40	40	34	40	44	40	>40*	40	47	47

В течение всего года в прибрежной части порта Новороссийск могут отмечаться ветры со скоростью более 15м/с, в среднем за год число дней

достигает 107 дней, наибольшее – 144 дня (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Среднее и наибольшее число дней со скоростью ветра >15 м/с

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней	13,0	11,2	11,2	6,7	5,3	3,2	5,2	7,3	8,4	11,8	11,2	12,4	107
Наибольшее число	21	20	21	16	13	10	13	16	16	25	22	17	144

В холодный период года у восточного побережья Черного моря на всем его протяжении от морского порта Анапа до Туапсе могут наблюдаться сильные и холодные порывистые ветры, приносящие с собой резкие изменения погодных условий на большом отрезке побережья. Особенно жестко бора проявляется в районе Новороссийска, поэтому бору часто называют Новороссийская. Бора обладает большой интенсивностью, а в зимний период, сопровождается резким понижением температуры. При возникновении боры стоянка судов у берегов становится опасной [9, с.18].

Бора в районе Новороссийска является особым явлением, обуславливающим погоду холодного периода года. С ноября по март, когда над юго-востоком Европейской территории России устанавливается достаточно холодный гребень Сибирского антициклона, а над Черным морем углубляется термическая депрессия складываются благоприятные условия для образования боры. Бора проявляется особенно интенсивно в районе Новороссийска благодаря наличию Маркхотского перевала, переваливаясь через который и без того сильные северо-восточные ветры достигают ураганной силы. При боре максимальные скорости ветра в районе Новороссийске могут превышать 40-50 м/с [23].

За период метеорологических наблюдений с 2000 по 2020гг бора со скоростью более 50 м/с была отмечена в декабре 1997г. Боре того года нет аналогов за всю историю гидрометеорологических наблюдений в Новороссийске, по своей жестокости бора имела исключительно уникальный характер. Общая продолжительность боры составила 87 час, в том числе с ветром, достигавшим ураганной скорости - 44 час. На ГМБ Новороссийск

максимальная скорость ветра достигала 39 м/с, после чего ветровые приборы вышли из строя. По данным датчиков ветра, установленных в морском порту на различных участках скорость урагана, достигала 45-52 м/с [23].

Однако бора охватывала не только восточный берег бухты, но и ее западную часть, где расположен жилой массив города. Бора сопровождалась рядом сопутствующих гидрометеорологических опасных явлений погоды. Температура воздуха резко понизилась с +10°С до -20 °С, а температура воды понизилась с 12 °С до 5 °С (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Бора на набережной Новороссийска в декабре 1997 г

Обусловленное таким резким понижением температуры воздуха в Цемесской бухте, над поверхностью моря началось парение с ухудшением видимости менее 500м. Одновременно, при сохранении ветра ураганной силы и сильного мороза началось интенсивное обледенение судов, причалов. Набережная на западной стороне бухты покрылась сплошным льдом. Бора может проявляться и летом, но гораздо реже и менее интенсивно. В среднем за год число дней с борой составляет около 70 дней. Средняя продолжительность боры 2-3 дня, иногда до 9-12 дней. Максимальное число дней с борой наблюдается с ноября по январь. Из года в год общее число дней с борой значительно колеблется. Наибольшее их число 74 дня, наименьшее – 21 день

(таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Многолетняя повторяемость ураганной боры по месяцам за многолетний период (в днях) [23]

Общее число всех случаев боры ураганной силы	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
8	4	7	2	0	0	0	0	1	2	8	2	7	41
В том числе, фронтальной	5	4	5	2	0	0	0	0	1	4	1	7	29

К числу важнейших гидрометеорологических условий, оказывающих сильное влияние на безопасность и экономическую эффективность работ, проводимых в открытых и прибрежных водах Черного моря, относится ветровое волнение. В порту Новороссийск пункт наблюдения над волнением моря морского гидрометеорологического поста (МГП-1 Новороссийск) находится на траверзе мыса Шесхарис, у основания причала №1 нефтегазавани Шесхарис (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Схема расположения пунктов морских гидрометеорологических наблюдений МГП-1 Новороссийск

Данный причал характеризуется неравномерным изменением глубин на расстоянии 1 км, и неравномерным понижением глубин (уклон дна составляет 2,7 см на 1м).

Наблюдения за волнением моря производятся глазомерно. Сектор свободного подхода волн к месту наблюдений от ЮВ через Ю к ЗЮЗ.

Режим волнения моря в порту Новороссийск определяют два основных фактора - ветровой режим и длина разгона волн.

В зависимости от складывающейся ветровой обстановки, на Черном море может наблюдаться пять типов волнения: штиль, ветровое волнение, зыбь, мертвая зыбь, смешанное волнение.

В таблице 3.11 приводится повторяемость типов волнения моря по данным наблюдений поста МГП-1 Новороссийск.

Таблица 3.11 – Повторяемость типов волнения моря в порту Новороссийск

Тип волнения	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Ветровое волнение	52	57	53	42	44	42	41	46	58	64	56	52	48
Зыбь	41	32	31	30	28	31	24	27	25	20	32	42	30
Мелкая зыбь	6	9	11	20	20	19	23	16	11	10	6	3	14
Штиль	1	2	5	8	8	8	12	11	6	6	6	3	8

По многолетним данным МГП-1 Новороссийск среднегодовая повторяемость ветрового волнения составила 48%.

В холодный период года с января по март и с сентября по декабрь на долю ветрового волнения приходится от 52% в январе, до 64%, в октябре.

В теплый период года с апреля по август повторяемость ветрового волнения отмечена в пределах 41-46%.

На долю зыби приходится в среднем 30 %, в разные месяцы года повторяемость зыби колеблется от 20 до 42 %.

В летние месяцы увеличение повторяемости мелкой зыби и штиля на Черном море происходит за счет увеличения повторяемости штилей и слабых ветров (рисунок 3.9).

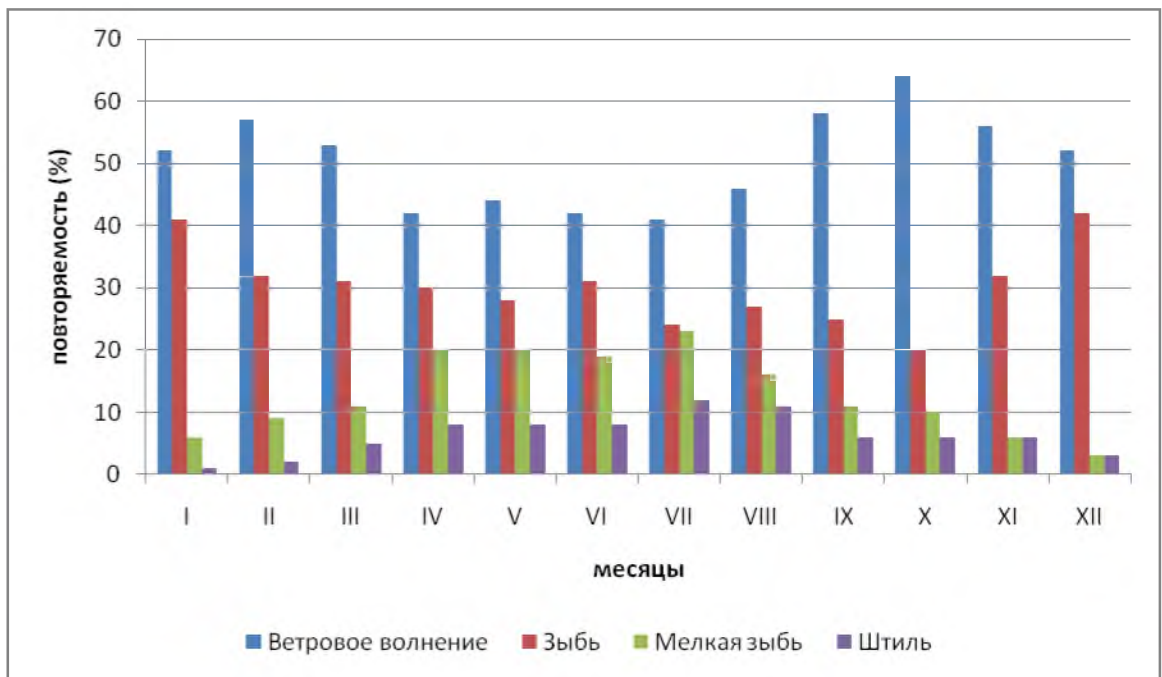


Рисунок 3.9 – Повторяемость типов волнения моря в порту Новороссийск

Волновой режим в Новороссийской бухте складывается из двух типов волнений.

Первое ветровое волнение проникает в бухту порта со стороны моря, и наиболее интенсивным бывает при действии южных и юго-западных ветров. Например, согласно карты волновых полей, при юго-западной синоптической обстановки и при ветре со скоростью 10-15 м/с, на входе в Цемесскую бухту высота волны может достигать 2,5 м, длина волны составляет 40 м. При скорости ветра 15-20 м/с длина волны может достигать более 5 м, а ее длина превышает 60 м.

Второе волновое поле, образованное под действием юго-восточных, северо-западных и северо-восточных ветров возникает в самой Цемесской бухте.

При сильном северо-восточном ветре в глубине бухты, на выходе из нее и под западным ее берегом возникает каскад с высотами волн, достигающих 2-2,5 м и со стороны северо-восточного берега образованной зоной затишья.

При ветрах остальных румбов Цемесская бухта оказывается достаточно надежно укрытой от волнения.

Вследствие высокой повторяемости штормов в осенне-зимний период и в условиях открытости акватории Цемесской бухты - незащищенности для проникновения ветровых волн и зыби, экстремальное волнение с высотой волн 3,9 – 4,5 м., может встречаться практически на всей акватории Морского порта Новороссийск и достигать защитных гидросооружений портоубежища практически не трансформируясь.

При анализе средней и максимальной высоты волн в данной работе не учитывалось волнение моря при штормовом северо-восточном ветре, т.к. в работе использованы гидрометеорологические данные МПГ Шесхарис, расположенного на восточной стороне Цемесской бухты и не фиксирующего штормового волнения от северо-востока.

Таблица 3.12– Средняя и максимальная высота волн по месяцам, за период 1991-2019гг

Параметры высоты волны	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Направление	ЮЗ	ЮЗ	ЮВ	ЮЗ	ЮВ	Ю	ЮЗ	Ю	ЮВ	Ю	Ю	Ю	
Средняя	0,7	0,9	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,7	0,9	0,6
Максимальная	4,5	4,5	5	5	2,5	2	2	2,5	3	3,5	5	4,5	5

В таблице 3.13 приведена повторяемость срочных значений высот волн по градациям скорости и направлениям - розы волнения моря.

Таблица 3.13– Повторяемость высот волн по направлениям, %

градация	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль	сумма
0-0,3	1	26	0,4	7	8	4	1	3	5	55,4
0,4-0,7	0,1	0,1	0,1	6	9	5	0,3	0,4		21
0,8-1,2	0,1	0,1	0,1	4	5	3	0,1	0,1		12,5
1,3-1,9		0,1		2	2	1	0,1	0,1		5,3
2-2,9		0,1		1,7	1,5	0,6	0,1	0,1		4,1
3-3,9				1	0,2	0,1				1,3
4-4,9				0,1	0,1					0,2
>5				0,1	0,1					0,2
сумма	1,2	26,4	0,6	21,9	25,9	13,7	1,6	3,7	5	100

По многолетним данным, среднемесячная высота волн 0,4-0,9 м, но при штормовом ветре, особенно южной четверти, волны могут достигать 5-6 м, например, ноябрь 2007г.

Среднемесячная повторяемость волнения моря 3 балла и более составляет 20-35% зимой (максимум 73%) и 3-9% летом.

Наибольшую повторяемость имеют северо-восточные волны - 26,4%, южные - 25,9%, юго-восточные волны - 21,9% на долю юго-западных волн приходится 13,7% (рисунок 3.10).

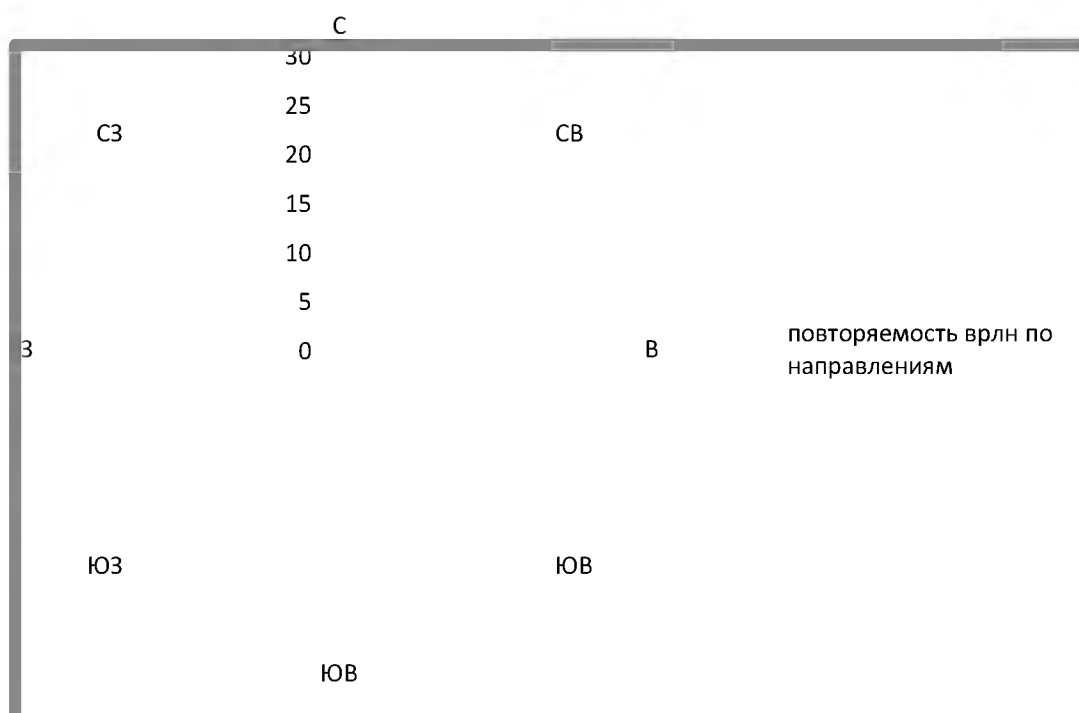


Рисунок 3.10 –Роза волнения моря

Наибольшую среднюю высоту имеют южные и юго-восточные волны. Слабое волнение моря, высота волн 0,3 м, является преобладающим для северного, северо-восточного, восточного, юго-восточного, западного и северо-западного волнения.

Проследить изменчивость средних высот волн разных направлений на протяжении года можно за каждый месяц. Во все месяцы года наблюдается волнение моря с высотами до 0,03м - 54%, до 0, 7м - 20%, до 1,2и – 12%, до 1,9и- 7% и до 3м – менее 2% (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Повторяемость волнения моря различной высоты, %

градация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
0-0,3	48,2	44	45	46	56	59	69	72	68	56	47	48	54,85
0,4-0,7	16,5	19	19	22,8	27	24	20	17	18	23	18	16	20,03
0,8-1,2	13,3	13	18	16,7	10	12,7	8	8,5	7	10	14	13	12,02
1,3-1,9	8,2	11	10	9	5	4	2	2	5	5	12,9	10	7,017
2-2,9	10,2	9,8	6,4	5	2	0,3	1	0,5	1,9	5	6	10	4,85
3-3,9	3,6	3	1	0,3					0,1	1	2	3	1,75
4-4,9		0,2	0,3	0,1							0,1		0,233
>5			0,1	0,1							0,1		0,001

В холодный и переходный периоды года погода в прибрежной зоне и над морем в районе Новороссийска часто бывает неустойчивой и как следствие, море часто штормит. Максимальная высота волн от 4 до 4,9м наблюдается в феврале, марте, апреле и ноябре. Волны, с высотой более 5м наблюдаются преимущественно в марте, апреле и ноябре (рисунок 3.11).

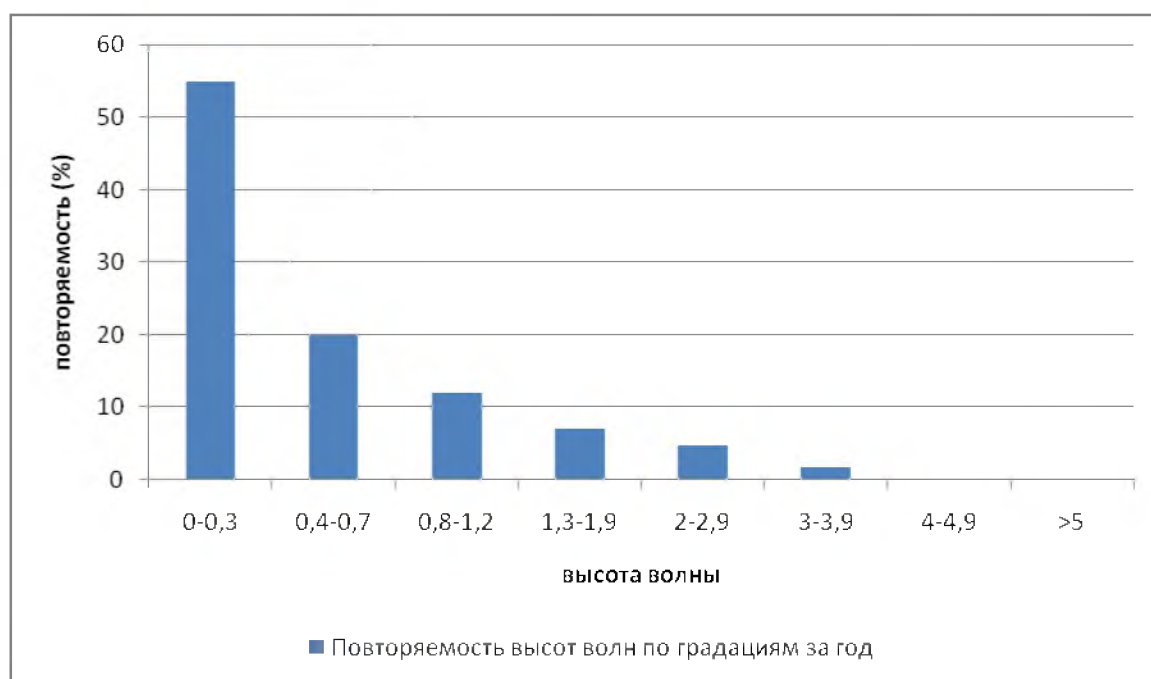


Рисунок 3.11 – Средняя многолетняя повторяемость высот волн по градациям

Число дней с волнением более 1,3м в течение года колеблется в среднем от 1 - 2 дней в летний период и до 8-9 дней в зимний. В весенний и осенний

периоды среднее число дней не превышает от 2 дней (май) до 6 дней (март, ноябрь).

В таблице 3.15 приведены данные о числе дней с волнением более 1,3м.

Таблица 3.15– Число дней с волнением > 1,3 м, %

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Среднее	8	9	6	5	2	2	1	1	3	5	6	9	48
Максимальное	13	22	15	11	5	4	3	3	13	12	12	20	22
Минимальное	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	0

Максимальное число дней с волнением > 1,3 м приходится чаще всего на февраль и может достигать 22 дней (рисунок 3.12).

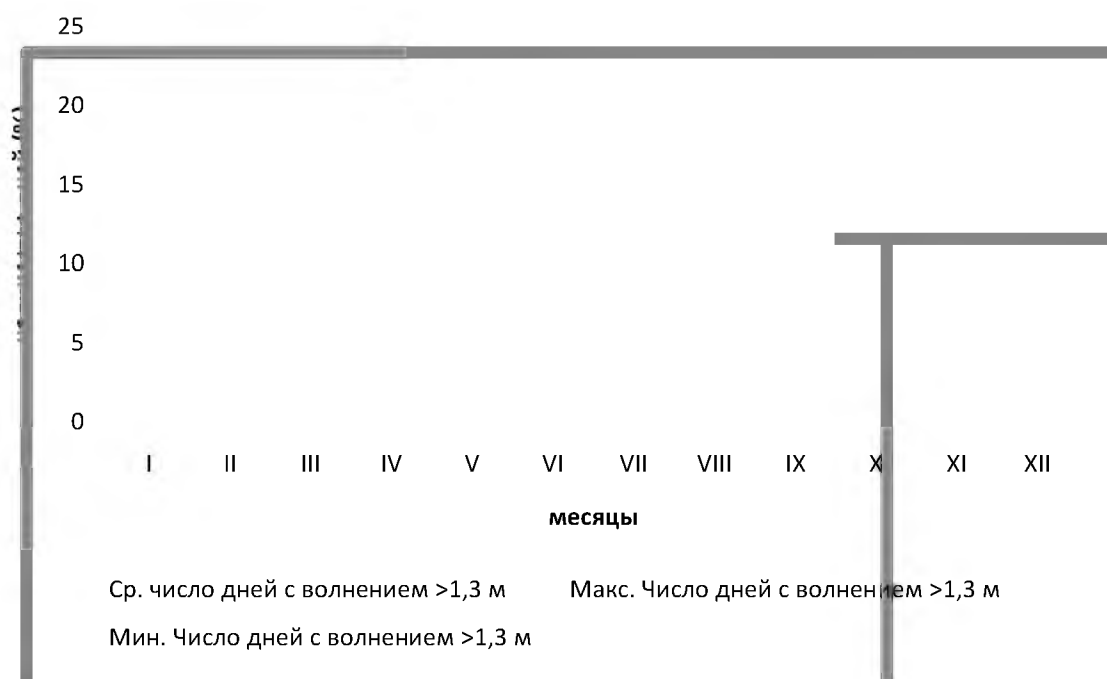


Рисунок 3.12 – Число дней с волнением > 1,3 м, %

В таблице 3.16 представлены данные о максимальной высоте волн, возникающих при направлении от юга и являющихся наиболее волноопасными.

Таблица 3.16 – Максимальная высота волн в зависимости от силы ветра

Скорость ветра, м/с	10	15	20	25	>25
Высота волн, м	1,5	2-2,5	3,1-4,1	4,1-5,1	>5,1

Как следует из данной таблицы, при силе ветра более 25м/с волны закономерно достигают максимальной высоты от 4,1м до 5,1м и более 5,1м.

При скорости ветра 10м/с волнение моря составляет 1,5м, ветер со скоростью 15м/с. может вызывать волнение высотой 2-2,5м.

В настоящее время в районе порта Новороссийск на терминалах порта за ветровым и волновым режимами осуществляется мониторинг не только со стационарной метеостанции ГМБ Новороссийск, но и с автоматических метеодатчиков, которые охватывают практически все стороны бухты, что значительно повышает надежность получаемых данных.

Практически по всему периметру Новороссийской бухты установлены автоматические датчики, позволяющие осуществлять непрерывный мониторинг и в режиме реального времени получать фактические данные о погодных условиях, необходимых для безопасной работы порта (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Расположение автоматических метеодатчиков в Новороссийской бухте

На сегодняшний день, работы по внедрению системы непрерывного

мониторинга гидрометеорологических характеристик в порту Новороссийск продолжают, но, уже сейчас, установленные автоматические датчики, позволяют отслеживать особенности ветрового и волнового режимов бухты и побережья порта Новороссийск и учитывать эти данные при составлении текущих прогнозов и штормовых предупреждений.

Внедряемая система мониторинга позволяет добавлять в нее вновь устанавливаемые датчики, и добавлять новых потребителей, нуждающихся в информации о фактической погоде.

Потребители, включенные в эту систему, обеспечиваются информацией, получаемой с любого датчика на свой монитор компьютера.

В настоящее время на Черноморском побережье Краснодарского края помимо порта Новороссийск такая система внедряется в портах Кавказ, Темрюк, Тамань, мыс Аххиллеон, п. Южная Озереевка (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14 – Схема расположение автоматических метеодатчиков на побережье Черного и Азовского морей

Система непрерывного мониторинга гидрометеорологических характеристик позволяет обеспечивать своевременной и доступной информацией не только работу порта, но и безопасность мореплавания и морской деятельности, т.к., морские администрации портов заключают договора на специализированное гидрометеообеспечение, обеспечивая, таким образом, суда, находящиеся на акватории порта и выходящие из него, информацией об ухудшении погодных условий.

Заключение

На основании проделанной работы сделаны следующие выводы:

Морской порт Новороссийск расположен в северо-восточной части Чёрного моря в Цемесской бухте и характеризуется довольно сложными физико-географическими условиями, обусловленными незамерзающим Черным морем и наличием системы высоких хребтов Кавказа.

Формирование климата прибрежной части Черного моря в районе порта Новороссийск определяется не только географическим положением района, но и условиями атмосферной циркуляции над Цемесской бухтой, а также орографическими особенностями берегов бухты.

Наибольшее значение на работу морских портов и судоходства оказывают следующие гидрометеорологические явления - ветер, волнение моря, туманы и сильные осадки.

Затруднения в работе порта могут вызывать сильные осадки, при которых значительно ухудшается метеорологическая дальность видимости. Сильные осадки могут наблюдаться в любой период года.

В весенний период наблюдается ухудшение видимости из-за образования в этот период года туманов.

Для судоходства наибольшую опасность в осенне-зимний период представляют ветры ураганной силы северо-восточного направления (бора).

В течение всего года в районе порта Новороссийск наблюдаются северо-восточные ветры с повторяемостью 42 %, южные ветры в среднем наблюдаются в 18% случаев, юго-восточные ветры - 12%.

При северо-восточном и юго-восточном ветрах, максимальная скорость может достигать 40 м/с, при других направлениях ветра максимальная скорость не превышает 28 м/с.

В течение всего года в прибрежной части порта Новороссийск могут отмечаться ветры со скоростью 15м/с и более, в среднем за год число дней с такими ветрами достигает 107.

В среднем за год число дней с борой составляет около 70. Средняя продолжительность боры 2-3 дня, реже до 9-12 дней.

К числу важнейших гидрометеорологических условий, оказывающих сильное влияние на безопасность и экономическую эффективность работ, проводимых в открытых и прибрежных водах Черного моря, относится ветровое волнение.

В зависимости от складывающейся ветровой обстановки, на Черном море может наблюдаться пять типов волнения: штиль, ветровое волнение, зыбь, мертвая зыбь, смешанное волнение.

По многолетним данным МГП-1 Новороссийск среднегодовая повторяемость ветрового волнения составляет 48%, на долю зыби приходится в среднем 30 %.

Волновой режим в Новороссийской бухте складывается из двух типов волнений.

Первое ветровое волнение проникает в бухту порта со стороны моря, и наиболее интенсивным бывает при действии южных и юго-западных ветров.

Второе волновое поле, образованное под действием юго-восточных, северо-западных и северо-восточных ветров возникает в самой Цемесской бухте.

Экстремальное волнение с высотой волн 3,9 – 4,5 м., может встречаться практически на всей акватории Морского порта Новороссийск.

Среднемесячная повторяемость волнения моря 3 балла и более составляет 20-35% зимой и 3-9% летом.

Наибольшую повторяемость имеют северо-восточные волны - 26,4%, южные - 25,9%, юго-восточные волны - 21,9% на долю юго-западных волн приходится 13,7%.

Наибольшую среднюю высоту имеют южные и юго-восточные волны. Слабое волнение моря, высота волн 0,3 м, является преобладающим для северного, северо-восточного, восточного, юго-восточного, западного и северо-западного волнения.

Список использованной литературы

1. Абузьяров, З.К. Морское волнение и его прогнозирование. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 159 с.
2. Абдушелишвили, К.Л., Керимов, А.А. Опасные метеорологические явления на Кавказе/ под ред. Г.Г.Сванидзе. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 57 с.
3. Андриенко, Л. А. Условия развития устойчивых штормовых ветров на Черном море (холодное время года). Труды ОГМИ, вып 21, 1960г -117 с.
4. Басевич, В.Н. Новороссийская бора – Морской флот № 1, 1992 – 152 с.
5. Белинский, Н.А. Морские гидрометеорологические информации и прогнозы. – Л.: ГИМИЗ, 1956. – 254с.
6. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 616с.
7. Годовой отчет ПАО «НМТП» за 2019 год. –303 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Черное море. Гидрометеорологические условия. Том IV, вып. 1. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – 429 с.
9. Гусев, А.М. Труды Морского гидрофизического института. «Новороссийская бора», М., Академия наук 1959 г. – 132 с.
10. Дроздов, О.А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В. Климатология Л., Гидрометеоздат, 1989.– 568с.
11. Ефремов, Ю.В. Ильичёв Ю.Г. Хребты большого Кавказа и их влияние на климат. Краснодар, Просвещение 2001 г– 144 с.
12. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 2006. – 380 с.
13. Нагалеvский, Ю.Я., Чистяков, В.И. Физическая география Краснодарского края. – Краснодар: изд. «Северный Кавказ», 2003. – 256 с.
14. Семенченко, Б.А. Физическая метеорология / Б.А. Семенченко. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 416 с.
15. Сергин, С.Я, Яйли, Е.А., Цай, С.Н., Потехина, И.А. Климат и

- природопользование Краснодарского Причерноморья. – СПб. РГГМУ, 2001. – 189 с.
16. Сидоров, В.В., Климатология и метеорология. – Екатеринбург: Уральский государственный технический университет. 2006. – 146 с.
 17. Справочник по климату СССР. Вып.13. часть III. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 331 с.
 18. Справочник по климату Черного моря. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 406с.
 19. Справочные данные по режиму ветра и волнения Балтийского, Северного, Черного, Азовского и Средиземного морей. Российский морской регистр судоходства.– СПб, 2006.– 451 с.
 20. Темникова, Н.С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 368 с.
 21. Хромов, С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов М. А. Петросянц. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 582 с.
 22. Физическая география Краснодарского края: учеб. пособие / Под ред. А.В. Погорелова.– Краснодар, 2000. – 188 с.
 23. Фондовые материалы ГМБ Новороссийск.