



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

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Штормовые ветры на территории Краснодарского края»

Исполнитель Рябикова Ксения Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)
Лаврова Ирина Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой



(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 12 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. ПОНЯТИЕ О ШТОРМОВОМ ВЕТРЕ	6
2. ШТОРМОВЫЕ ВЕТРЫ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ	9
2.1 Климат Краснодарского края.....	9
2.2 Сеть метеостанций Краснодарского ЦГМС	14
2.3 Синоптические условия формирования штормовых ветров над территорией Краснодарского края.	16
2.4 Анализ ветров на территории Краснодарского края	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60

ВВЕДЕНИЕ

Ветер – одно из главных явлений, которое учитывается в авиации, судоходстве, аграрной промышленности и городской инфраструктуре.

В природе именно ветер приносит на сушу облака, а вместе с ними и различные осадки. Ветер занимает не маловажную роль в формировании рельефа и изменениях климата.

Еще с давних времен человек использовал силу ветра в различных областях. Например, в мореплавании и в использовании ветровых мельниц.

В настоящее же время силу ветра используют в ветроэнергетике. Это перспективная отрасль энергетики, связанная с производством электроэнергии из ветра. Ветряные турбины используются для преобразования кинетической энергии ветра в механическую, а затем в электрическую энергию. Главными достоинствами ветроэнергетики является экологическая безопасность и наличие бесконечного ресурса для использования. В данный момент большинство действующих электростанций находятся на юге России и близлежащих регионах: Ставропольский край, республика Адыгея, Ростовская область, республика Крым и Калмыкия. Всего на территории России установлено 37 действующих ветряных электростанций. Одним из наиболее перспективным районом для ветроэнергетики является Краснодарский край, так как он имеет потенциал для использования ветровой энергии благодаря высоким скоростям ветра и равнинной местности.

Далее проведем краткий экскурс об основных аспектах Краснодарского края. Известно, что край соседствует с Республикой Адыгеей, Абхазией, Ставропольским краем и Ростовской областью. Вблизи него находятся Азовское и Черное море. [1].

Со стороны моря соседствует непосредственно с Крымским полуостровом. Общая протяжённость границы приходится в 1540 километров, и из нее — 740 километров в непосредственной близости

морского побережья. Самое обширное расстояние приходится со стороны севера на юг — 327 километров. А также расстояние с западного направления на восток — 360 километров. Общая площадь исследуемой территории юга России насчитывает 75,5 тысяч квадратных километров. [2].

Всем известно, что сильный ветер может перерасти в бури и ураганы, что неоднократно приводило к разного рода разрушениям и опасности для жизни многих людей.

Краснодарский край сильно подвержен воздействию опасных явлений. Повторяемость штормовых ветров здесь случается более семи в год. [].

В зоне побережья наблюдаются такие явления, как штормы, смерчи и опасные гололедные отложения.

Сильные ветры на побережье несут большую опасность для портовой инфраструктуры и морского транспорта. На территории Краснодарского края располагаются 9 морских судов. На побережье Черного моря: Сочи, Геленджик, Туапсе, Новороссийск и Тамань. А на побережье Азовского моря: Кавказ, Темрюк и Ейск. Морские порты Краснодарского края имеют стратегическое значение не только для развития региона, но и для страны в целом, они обеспечивают прямой выход к международным внешнеторговым путям. Во время шторма в море высота волны может достигать до 8 м. Штормовой ветер способен нанести огромный ущерб судовому транспорту, препятствовать полноценной работе портовыми предприятиями и нести опасность для жизни сотрудников морских судов. [8].

Сильный ветер имеет большое влияние на авиацию. Известно, что боковой ветер с порывами является одним из опаснейших факторов при взлете и посадке самолета. На территории Краснодарского края находится 4 аэропорта, и 3 из них международные. Неоднократно происходили ситуации, когда погодные условия не позволяли работать аэропортам в Сочи и Анапе в полной мере — рейсы отменяли, а прибывшие воздушные суда не могли приземлиться без рисков. Причиной этому являлся сильный гололед, плохая видимость и ветер скоростью более 15 м/с. Таким образом, штормовой ветер

может прекращать полноценную деятельность аэропортов и нести опасность для сотрудников и пассажиров самолета.

Краснодарский край отличается необычайно важной сельскохозяйственной ролью для всей страны. Край является главным производителем и поставщиком по сбору таких культур, как сахарная свёкла и подсолнечник. [3].

Эти и многие другие сельскохозяйственные культуры очень часто могут подвергаться негативному воздействию ветра. В особенности оно выражается в сильном испарении с поверхности почвы, из-за которого возникает почвенная засуха, а также в усилении повреждения сельскохозяйственных культур и многих других растений при суховеях. Кроме того, штормовые ветры вызывают эрозию почвы, что является не последней проблемой в этом вопросе. Штормовые ветры, особенно отличающиеся своей разрушительной силой, часто являются главной причиной отсутствия урожая на полях.

Ветер скоростью более 15 м/с способен нанести большой урон городской инфраструктуре. В большинстве зафиксированных случаев разрушений в городах посредством штормового ветра и его невероятной силы, часто происходила полная остановка работы ЛЭП, а также отсутствие электроснабжения.

Таким образом, штормовые ветры могут приводить к серьезной опасности для жизни людей и большим убыткам для таких отраслей экономического положения Краснодарского края, как судоходство, авиация и аграрная промышленность.

Объектом исследования являются штормовые ветры.

Предметом исследования является ветровой режим в Краснодарском крае.

Актуальность работы заключается в том, что такое опасное явление, как штормовой ветер является большой проблемой для городской инфраструктуры, агропромышленных предприятий и портов

Краснодарского края. Он может привести к таким негативным последствиям, как разрушение строений, повреждение посевов сельскохозяйственных культур и затопление морских судов.

Моя дипломная работа имеет практическую значимость и может быть полезной для специалистов в области гидрометеорологии, градостроительства, сельского хозяйства и других областей, где важно учитывать влияние штормовых ветров на жизнедеятельность человека и окружающую среду.

Целью работы является исследование штормовых ветров на территории Краснодарского края.

Задачи, поставленные перед работой:

- 1) сформировать массив гидрометеорологических данных наблюдений по территории Краснодарского края.
- 2) Проанализировать общий ветровой режим и повторяемость штормовых ветров на территории Краснодарского края.
- 3) Рассмотреть отдельные синоптические ситуации, при которых возникают штормовые ветры над рассматриваемой территорией.

1. ПОНЯТИЕ О ШТОРМОВОМ ВЕТРЕ

Ветер – это горизонтальное движение, возникающее благодаря неоднородному распределению тепла и атмосферного давления, направленное из зоны высокого давления в зону низкого давления.

Основными характеристиками ветра являются скорость и направление. Координируется направление сторонами горизонта и измеряется непосредственно в градусах. Скорость ветра фиксируется в метрах в секунду и километрах в час, также известно, что сила ветра измеряется в баллах. [7].

Шкала Бофорта – это условная шкала, предназначенная для визуального оценивания скорости ветра в баллах. Оценка силы ветра как правило тесно связана с его действиями на наземные предметы и по волнам в море. Была придумана Ф. Бофортом в 1806 году. Но применять шкалу стали только в 1874 году для работы в международной синоптической практике. Следующие несколько лет шкалу модернизировали. Шкала Бофорта обширно используется в морской навигации. [10].

Основные и устоявшиеся характеристики шкалы Бофорта (таблица 1).

За ноль баллов было определено как состояние штиля на морской глади.

Умеренный ветер – более 5 м/с (~20 км/час) - листья и тонкие ветки деревьев непрерывно покачиваются.

Сильный ветер – более 10 м/с (~35 км/час) - простирает большие флаги, вызывает свист в ушах.

Крепкий ветер – более 15 м/с (~55 км/час) – возникает трудность идти против ветра.

Сильный шторм – более 25 м/с (~90 км/час) - ветер опрокидывает деревья, разрушает жилые дома и другие строения.

Опасным явлением считается ветер скоростью более 15 м/с и классифицируется он как штормовой.

Таблица 1 – шкала Бофорта.

Сила ветра у земной поверхности по шкале Бофорта (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/сек	Действие ветра	
			на суше	на море
0	Штиль	0-0,2	Штиль. Дым поднимается вертикально	Зеркально гладкое море
1	Тихий	0,3-1,5	Направление ветра заметно по отношению дыма, но не по флюгеру	Рябь, пены на гребнях нет
2	Лёгкий	1,6-3,3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер	Короткие волны, гребни не опрокидываются и кажутся стекловидными
3	Слабый	3,4-5,4	Листья и тонкие ветви деревьев всё время колеблются, ветер развеивает верхние флаги	Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидываясь, образуют стекловидную пену, изредка образуются маленькие белые барашки
4	Умеренный	5,5-7,9	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев	Волны удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	Свежий	8,0-10,7	Качаются тонкие стволы деревьев, на воде появляются волны с гребнями	Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги)
6	Сильный	10,8-13,8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода	Начинают образовываться крупные волны. Белые пенистые гребни занимают значительные площади (вероятны брызги)
7	Крепкий	13,9-17,1	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно	Волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	Очень крепкий	17,2-20,7	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно	Умеренно высокие длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги. Полосы пены ложатся рядами по направлению ветра
9	Шторм	20,8-24,4	Небольшие повреждения; ветер срывает дымовые колпаки и черепицу	Высокие волны. Пена широкими плотными полосами ложится по ветру. Гребни волн начинают опрокидываться и рассыпаться в брызги, которые ухудшают видимость

10	Сильный шторм	24,5-28,4	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем. На суше бывает редко	Очень высокие волны с длинными загибающимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых белых полос. Поверхность моря белая от пены. Сильный грохот волн подобен ударам. Видимость плохая
11	Жестокий шторм	28,5-32,6	Большие разрушения на значительном пространстве. На суше наблюдается очень редко	Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размера временами скрываются из вида. Море всё покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися по ветру. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая
12	Ураган	32,7 и более		Воздух наполнен пеной и брызгами. Море всё покрыто полосами пены. Очень плохая видимость

2. ШТОРМОВЫЕ ВЕТРЫ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

2.1 Климат Краснодарского края

Климат Краснодарского края характеризуется определенным влиянием арктических, умеренных и тропических воздушных масс.

Арктические воздушные массы отличаются в зимний и летний сезон своей сухостью. Воздушная масса является холодной непосредственно в зимний период, а теплой – в летний, продвигаясь над западом России.

Умеренные воздушные массы имеют места формирования в двух случаях – над континентальной европейской частью России и над Атлантикой. Рассматривая первый вариант, можно выразить основные характеристики воздушной массы: как правило холодные и сухие бывают в зимний период и теплые сухие в летний. Второй вариант формирования воздушных масс над Атлантикой отличаются теплом и влагой круглый год. [15].

Тропические воздушные массы имеют очаг формирования над Северной Африкой и Средиземным морем. Характеризуются как теплые и сухие воздушные массы.

Известно, что атмосферная циркуляция и близкое расположение Черного и Азовского морей имеют особенно сильное влияние на климат Краснодарского края. Море играет важную роль накопителя тепла и влаги. А также известно, что не последнюю роль в этом играют горы Большого Кавказа. [14].

Под влиянием всех этих важных факторов на территории края образовалось два климатических пояса: умеренный и субтропический. Умеренный климатический пояс в основном распространён именно на равнинной части края, а субтропический распространён обособленно вдоль побережья Черного моря. В горах под влиянием высотной поясности сформировался горный климат.

Умеренно континентальный климат распространён на Кубано-Приазовской низменности. Отличается недостаточной влажностью. Арктические воздушные массы имеют влияние на территорию Кубанской равнины. Это происходит из-за того, что с северной стороны территории нет возвышенностей, которые бы перекрывали холодный воздух. Для этого климата характерны сильные морозы в зимний сезон. Источником их возникновения являются ветры восточного и северо-восточного направления - они приносят вместе с собой холодные воздушные массы. В летний период ветры этого же направления приносят с прогретого материка сухую и жаркую погоду. А ветры юго-западного направления летом приносят прохладу и дождевые осадки, а зимой - оттепели, снег и дождь. [15].

Достоверно известно, что важную роль в формировании климата Краснодарского края играют также местные ветры.

Фён — это тёплый, сухой ветер, отличающийся порывистостью и силой. Начинающий свою траекторию движения с гор и возвышенностей в сторону долины. Активное время для Фёна считается преимущественно в осенний период - с октября по декабрь. Для Фёна характерно заметное повышение температуры воздуха. Средняя продолжительность активности ветра за раз насчитывает до 1—2 суток.

Бризы характеризуются тем, что предпочитают воздействовать на побережье Черного и Азовского морей днем и ночью определённым образом: в дневное время суток – исходить с морской поверхности на сушу, а ночью действовать строго наоборот. Бризы таким образом сильно влияют на регуляцию климата, ведь в конечном итоге происходит усиление влажности и перемешивание воздуха. Для бризов характерная суточная продолжительность, а скорость в среднем составляет от 1 до 5 м/с.

Бора – это сильный ветер, отличающийся холодом и порывистостью. Берет направление с северо-восточной стороны. Его основным отличием от других местных ветров является траектория его движения - с горных вершин и возвышенностей с огромной силой обрушивается на территорию вблизи

моря. В основном характерен для районов с небольшими горами, находящимися рядом с побережьем. Главный сезон активности Боры – зима. Это обусловлено тем, что есть большая амплитуда барометрического давления на суше и на море. В Краснодарском крае самой известной считается Новороссийская бора. Её скорость варьируется от 45 до 50 метров в секунду, а порывы достигают до 100 метров в секунду. Бора характеризуется резким понижением температуры. За год количество дней с зафиксированным появлением этого сильного ветра наблюдается порядка 50 дней. Преимущественно часто бора возникает в ноябре и марте. [12].

Главной проблемой в Краснодарском крае является неравномерное распределение годового количества осадков. На юге России большинство осадков выпадает преимущественно в виде дождя, из-за чего летом на побережье случаются затопления, а на территории Кубано-приазовской низменности - засухи. [4].

Для северной и северо-восточной части Кубано-Приазовской низменности (Кушевский район) характерна холодная зима и жаркое лето. Осень здесь гораздо короче по сравнению с другими районами края. В весенний и зимний сезон наблюдаются пыльные бури. Этому способствуют ветер восточного и северо-восточного направления.

В Павловском и Тихорецком районах зимний период проходит с резкими колебаниями температур с большой амплитудой. Характерна для районов также рано приходящая прохладная весна в самом начале, жаркое лето и сухая теплая осень.

В Краснодаре, а также в Усть-Лабинском, Динском и Крымском районах причиной дождевых осадков являются западные и юго-западные ветры. В зимнее время года они приносят осадки в виде снега. В декабре наблюдается преимущественно ветер северо-восточного направления.

Климат Таманского полуострова является умеренно-континентальным. Характеризуется сухим жарким летом и относительно мягкой влажной

зимой. Осенний и зимний период являются наиболее характерным для выпадения осадков.

Климат предгорий является умеренно-континентальным. Для него не характерны резкие смены суточных и месячных температур. Летом такого явления, как засуха там практически не случается. Осадки в виде сухого снега выпадают, но как правило, больше одного дня не сохраняются в прежнем виде.

Климат горной части края является неоднородным. Известно, что с высотой температура воздуха понижается – так примерно на каждые 100 м температура понижается на 0,5 °С. Уже в середине осеннего сезона лежит снег в горах, но температура здесь не отличается низкими температурами. Для зимнего сезона характерно выпадение снега, ветра более 5 м/с здесь не бывает. Также хорошо выражена здесь смена вертикальных климатических поясов. Для предгорья характерен теплый климат, для средней зоны гор — прохладный. Прохладный климат характеризуется коротким летним периодом и длинным зимним с большим количеством снеговых осадков. В высокогорьях преобладает умеренно-холодный климат. [13].

Климат Черноморского побережья разделяют на два климатических района: северный и южный. Северный район расположен от Анапы до Туапсе, южный — от Туапсе до границы с Абхазией. В северной части побережья преобладает умеренно-континентальный климат. Характеризуется данный район жарким летним сезоном и хорошей доступностью для ветров разных направлений и скоростей благодаря открытой местности в районе Анапы.

Южный район попадает под воздействие влажных субтропиков. Главными условиями формирования влажного субтропического климата в этом районе является Кавказский хребет, который закрывает побережье от холодных северных ветров и теплое море, что обогревает его. Зимнего сезона здесь практически не случается. В частных случаях случается так, что сухие холодные воздушные массы попадают за Кавказский хребет, и, в среднем, до

10 дней оказывают свое влияние на побережье. Тем самым понижая температуру воздуха до отрицательных значений. Для весеннего сезона характерно начинаться достаточно рано — в конце февраля. Осень является самым благоприятным и комфортным временем года.

Такие опасные явления погоды, как сильные ливневые осадки, ветер скоростью более 25 м/с, смерчи, паводки на реках возникают на территории Краснодарского края благодаря особенностям атмосферной циркуляции и рельефа Северо-Кавказского региона. Они влияют на циклоническую деятельность и внутримассовые конвективные процессы. [14].

Сильные дожди и ливни наблюдаются здесь стабильно каждый год. В среднем в году насчитывается порядка 27 дней с сильными осадками. Максимальное количество дней было отмечено в 2002 году – 53. Из-за сильных и продолжительных дождей происходит повышение уровня воды в реках, что в итоге приводит к затоплениям и сильным наводнениям. Примером этому послужит особо сильное наводнение, случившееся в 2012 году - необычайно сильные дожди вызвали разрушительные последствия в Туапсе, Крымске, Новороссийске и во многих других городах Краснодарского края. [6].

Известны случаи на территории Краснодарского края, когда скорость ветра превышала 30 м/с. В год насчитывается до 7 дней с штормовым ветром, а максимум был зафиксирован в 1997 году. В Новороссийске 16 декабря 1997 года порывы ветра достигали 52 м/с.

Над Черным морем у побережья Краснодарского края ежегодно формируются смерчи, но отмечено лишь два случая их выхода на побережье - 26 сентября 2001 г. в районе Адлера и 8 августа 2002 г. в районе Новороссийска. В обоих случаях наблюдались значительные разрушения, многочисленные пострадавшие и жертвы.

2.2 Сеть метеостанций Краснодарского ЦГМС

Наблюдения за погодными характеристиками и их изменениями в Краснодарском крае стали проводить еще с середины XIX века. Первыми городами, где были установлены и готовы к работе метеорологические станции были Краснодар и Темрюк.

В данный момент метеорологическая сеть на территории Краснодарского края состоит из 37 гидрометеорологических и авиационных станций и одной аэрологической станции. Актинометрические наблюдения проводятся в г. Краснодаре и г. Сочи.

На станциях проводятся стандартные измерения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, количества атмосферных осадков и облачности, скорости и направления ветра, дальность видимости, а также температуры почвы и воды. [11].

В таблице 2 и на рисунке 1 приведены сведения о 7 метеорологических станциях Краснодарского края, данные с которых использованы в практической части данной работы.

Данные были отобраны с архива Всероссийского Научно-исследовательского института Гидрометеорологической Информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ МЦД) за период 1966-2023 гг. [16].

Таблица 2. Метеорологические станции Краснодарского края.

Индекс ВМО	Название станции	Широта, гр.	Долгота, гр.	Высота, м	Примечание
34824	Приморско-Ахтарск	46.03	38.15	3	
34927	Краснодар	45.47	39.00	28	
37001	Анапа	44.90	37.30	30	Перенос 1986-2км Ю
37009	Туапсе	44.10	39.07	67	
37013	Армавир	45.00	41.12	158	Перенос 1963-6км С
37099	Сочи	43.6	39.8	34	
37107	Красная поляна	43.7	40.2	568	



Рисунок 1. Карта расположения метеорологических станций на территории Краснодарского края.

2.3 Синоптические условия формирования штормовых ветров над территорией Краснодарского края.

В данном разделе будут приведены и подробно описаны пять синоптических ситуаций, при которых наблюдались штормовые ветры над территорией Краснодарского края. Первые три случая обособлены действием южных циклонов. Один случай был подвержен влиянию атлантического циклона. Последняя синоптическая ситуация была обусловлена влиянием антициклона.

11 ноября 2007 г.

На территорию Черноморского побережья с ночи 10 по 11 ноября обрушился южный циклон. Циклон представлял собой высокое барическое образование с минимальным давлением в центре 985 гПа. Циклон сформировался 10 ноября в 18 UTC как волна на холодном фронте над акваторией Черного моря у западного побережья. Направление передвижения циклона преимущественно проходило в сторону Крымского полуострова.

С 11 по 13 ноября 2007 г погода отличалась ливневыми осадками, порывистым ветром и низкой облачностью на всем Черноморском побережье (рисунок 3, 4). Практически по всему побережью, за исключением южной части, резко усилился ветер. В таблице 3 указаны скорости и порывы ветра в сроки, когда на станциях Краснодарского края отмечались штормовые скорости ветра. Эти сроки показаны на рисунке 2 красными точками.

Направление ветра было в основном южным и юго-западным. Температура в среднем составляла +10 - +11 С.

В южной части Краснодарского края ветры были значительно слабее, но присутствовали сильные осадки: в Туапсе за три часа выпало порядка 7,7 мм, в Сочи – 7,1 мм, в Красной поляне – 7,6 мм. На следующий день циклон продолжил движение на северо-восток. В это же время над акваторией Черного моря продолжались ливневые осадки и небо было полностью

затянута низкой облачностью. Ветер ночью 12 ноября оставался по прежнему южным, а 13 ноября сменился на северо-западный, не превышая 7—12 м/с за исключением г. Туапсе. 13 ноября 12 часов по UTC в Туапсе наблюдался ветер скоростью 15 м/с, а порывы доходили до 24 м/с. Уже вечером того же дня скорость ветра в среднем составляла 7-8 м/с.

Анализируя данные реанализа ECMWF с данными ВНИИГМИ МЦД можно сделать вывод о том, что реанализ ECMWF занижает значения скорости и порывов ветра. Так, например, 11 ноября 2007 года в срок 09 часов по UTC реанализ ECMWF по станции 37001 (Анапа) имеет разницу в изучаемых значениях скорости ветра порядка 8 м/с и порывов около 14 м/с. В дальнейшем следует ориентироваться на данные ВНИИГМИ МЦД.

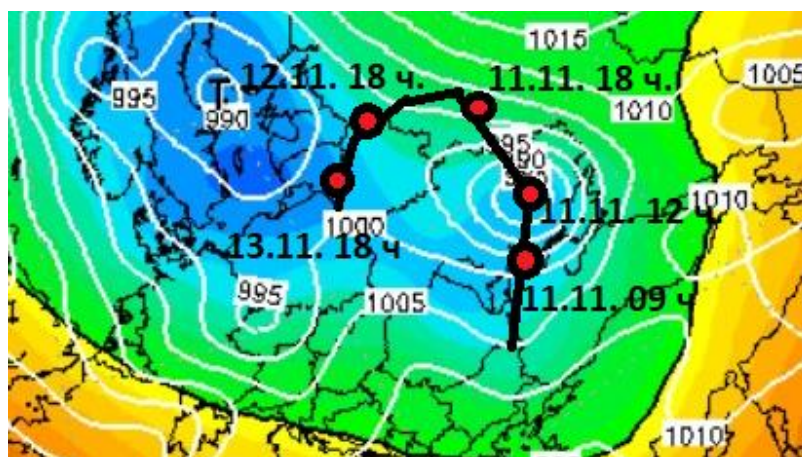


Рисунок 2 – Совмещенные карты давления на уровне моря (изобары, белые линии) и АТ-500 (изогипсы, цветное поле) за 11.11.2007 г. 12 ч по UTC.

Реанализ CFSR. [17].

Таблица 3 – Скорость и порывы ветра в период с 11.11.2007 по 13.11.2007 в сроки по UTC по данным ВНИИГМИ МЦД [16].

Дата	Срок по UTC	Номер станции	Скорость ветра (м/с)	Порывы ветра (м/с)
11.11.2007	09:00	34824	10	18
		34927	4	14
		37001	25	35
		37018	13	23
		37031	8	15
		37099	10	17
		37107	4	20
11.11.2007	12:00	34824	10	18
		34927	8	13
		37001	24	34
		37018	12	25
		37031	5	13
		37099	12	17
		37107	4	17
11.11.2007	18:00	34824	14	23
		34927	9	16
		37001	17	25
		37018	10	19
		37031	6	11
		37099	7	12
		37107	3	15
12.11.2007	18:00	34824	8	12
		34927	9	14
		37001	14	18
		37018	11	19
		37031	5	8
		37099	8	11
		37107	3	12
13.11.2007	12:00	34824	5	11
		34927	9	20
		37001	7	18
		37018	15	24
		37031	5	10
		37099	12	17
		37107	4	18
13.11.2007	18:00	34824	8	12
		34927	7	14
		37001	8	13
		37018	8	16
		37031	3	9
		37099	10	14
		37107	3	19

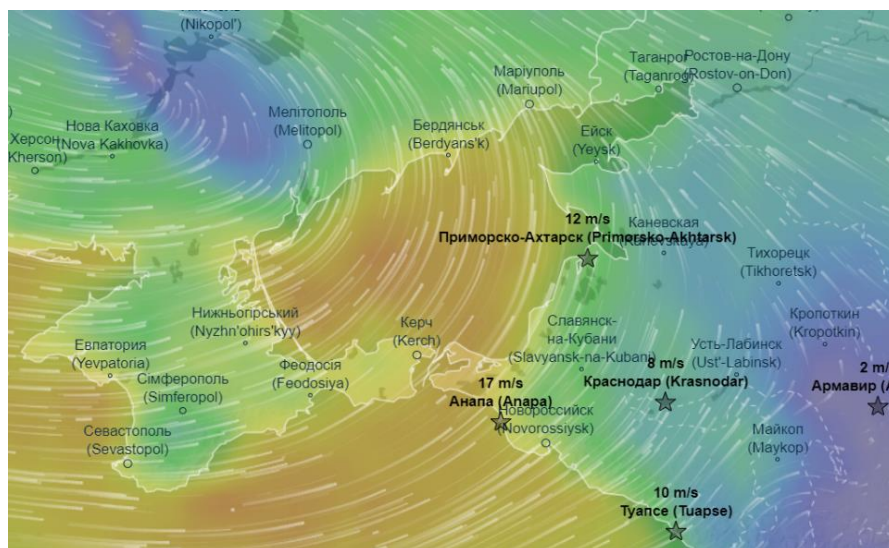


Рисунок 3 - Средняя скорость ветра 11.11.2007 г. 9 ч по UTC. Реанализ ECMWF. [7].

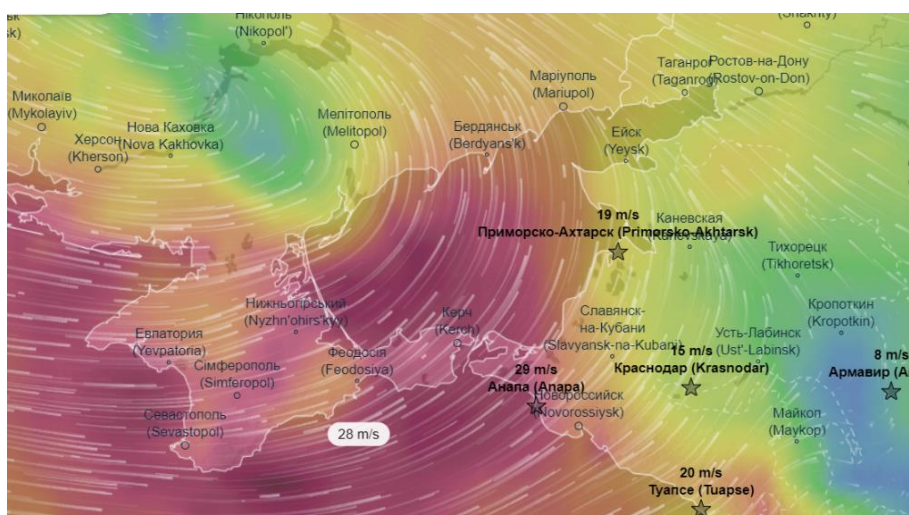


Рисунок 4 – Порывы ветра 11.11.2007 г. 9 ч по UTC. Реанализ ECMWF. [7].

16.02.2010 г

С ночи 15 по 16 февраля погоду определял южный циклон, минимальное давление в центре составляло – 995 гПа. Циклон принес на восточную часть Украины сильные осадки, а после полудня 16 февраля изменил свое направление на восток – на Воронежскую, Саратовскую и Волгоградскую области.

15 февраля 2010 года в срок 18 часов по UTC центр циклона находился западнее Крымского полуострова. На побережье Краснодарского края

умеренно возрастала скорость и порывы ветра (таблица 4). Направление ветра преимущественно юго-восточное. Температура воздуха варьировалась от +8 до +17 С. Наблюдалась сплошная низкая облачность, но осадков не наблюдалось.

16 февраля 2010 года в срок 06 часов по UTC циклон сместился к востоку Украины. Температура воздуха в данный срок колебалась от +5 до +10 С. Наблюдалась низкая облачность, высота нижней границы составляла от 600 до 1000 м. Наблюдались обильные осадки на побережье Черного моря. В Туапсе в водном эквиваленте за три часа выпало около 5,3 мм, в Сочи – 4,1 и в Красной поляне – 4,8 мм ливневых осадков. В Анапе скорость ветра достигла штормовой отметки – 15 м/с, а порыв – 24 м/с.

16 февраля 2010 года в срок 09 часов по UTC центр циклона продолжал смещаться на восток. На юго-западе Краснодарского края осадков фактически не наблюдалось, но скорости и порывы ветра оставались достаточно высокими. Так в Приморско-Ахтарске скорость составляла 13 м/с и порыв 21 м/с, а в Анапе скорость ветра была зафиксирована в 14 м/с при порыве 23 м/с. Направление ветра было преимущественно западным и юго-западным. Температура воздуха на исследуемых станциях варьировалась от +3 до +9 С. Обложные осадки сместились на самый юг побережья – на Красной поляне за три часа наблюдалось порядка 5,3 мм в водном эквиваленте.

16 февраля 2010 года в срок 12 часов по UTC скорости ветра на территории Краснодарского края постепенно снижались. Лишь в Приморско-Ахтарске средняя скорость оставалась близка к критической отметке – 14 м/с при порыве 21 м/с. Направление ветра оставалась прежним юго-западным. Температура воздуха в среднем составляла 6 С. На юге Краснодарского края осадки сильно уменьшились: Туапсе – 0,9 мм, Сочи и Красная поляна – 1 мм за три часа наблюдений. Погода в целом была пасмурной.

17 февраля 2010 года в срок 06 часов по UTC циклон достиг стадии заполнения в районе юго-востока европейской части России. Температура

воздуха в Краснодарском крае составляла от -2 до $+7$ С. Скорость ветра не превышала 6 м/с. Направление ветра сменилось преимущественно на северо-восток. Небольшие дождевые осадки наблюдались в районе Туапсе и Краснодара – 0,2 мм. Сохранилась низкая облачность в большинстве районов края.

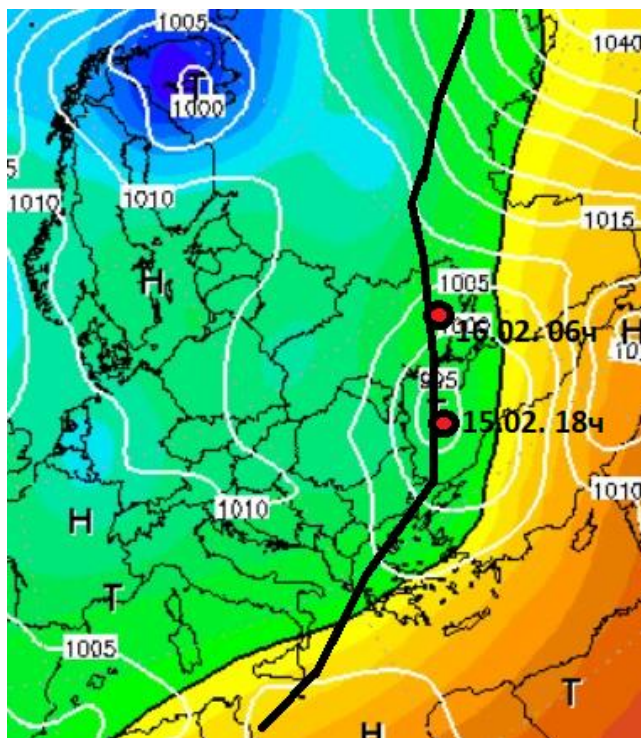


Рисунок 5 – Совмещенные карты давления на уровне моря (изобары, белые линии) и АТ-500 (изогипсы, цветное поле) за 16.02.2010г. 12 ч по UTC.

Реанализ CFSR. [17].

Таблица 4 – Скорость и порывы ветра в период с 15.02.2010 по 16.02.2010 в срок по UTC по данным ВНИИГМИ МЦД [16].

Дата	Срок по UTC	Номер станции	Скорость ветра (м/с)	Порывы ветра (м/с)
15.02.2010	18:00	34824	4	5
		34927	4	5
		37001	11	16
		37018	14	23
		37031	6	11
		37099	12	18
		37107	4	23
16.02.2010	06:00	34824	11	16
		34927	9	18
		37001	15	24
		37018	7	12
		37031	3	7
		37099	2	10
		37107	3	25
16.02.2010	09:00	34824	13	21
		34927	10	18
		37001	14	23
		37018	9	15
		37031	9	17
		37099	7	11
		37107	4	19
16.02.2010	12:00	34824	14	21
		34927	8	16
		37001	12	18
		37018	9	14
		37031	11	21
		37099	5	7
		37107	3	13
16.02.2010	15:00	34824	13	20
		34927	9	16
		37001	11	17
		37018	14	14
		37031	9	25
		37099	5	8
		37107	4	15

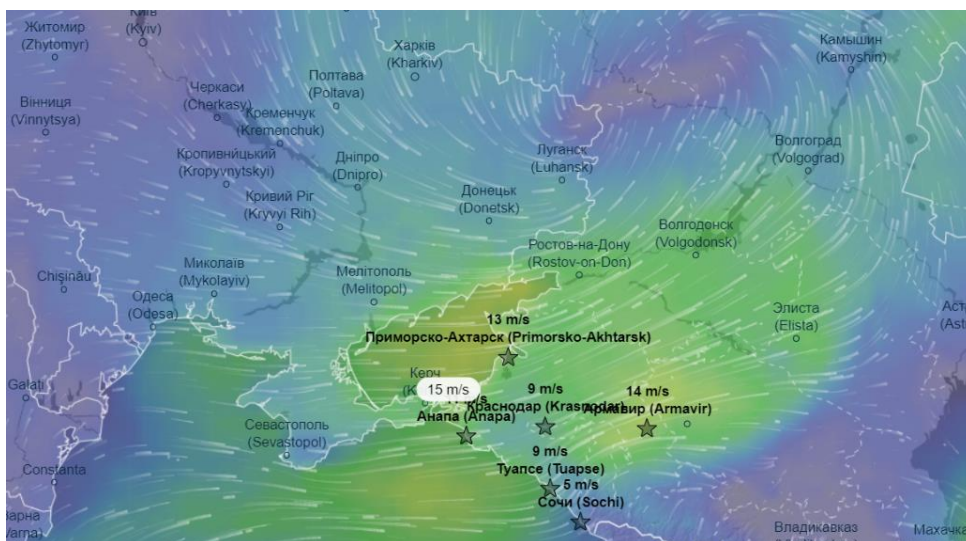


Рисунок 6 – Скорость ветра 16.10.2010 г 12 ч по UTC. Реанализ ECMWF. [7].

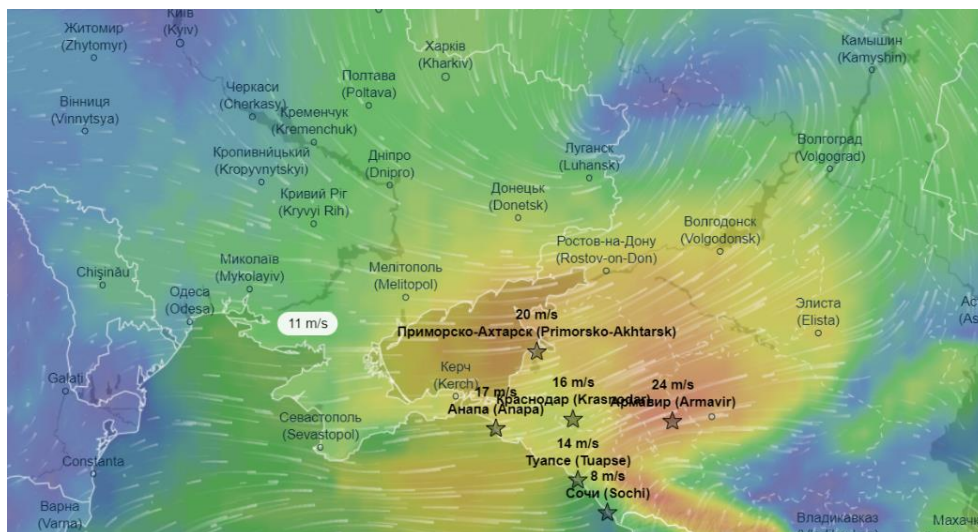


Рисунок 7 – Порывы ветра 16.10.2010г. 12 ч по UTC. Реанализ ECMWF. [7].

26.11.2023

С 26 по 27 ноября 2023 г. с юго-запада Черного моря пришел глубокий южный циклон, траектория его движения была в направлении на северо-восток через Крымский полуостров. Влияние циклона понесло за собой ряд опасных явлений в прибрежных районах Чёрного и Азовского моря. Минимальное давление в центре вихря составляло 967 гПа.

26 ноября 2023 года в срок 00 часов по UTC центр южного циклона находился в акватории Черного моря к западу от Крымского полуострова. Краснодарский край находился в южной периферии атмосферного вихря,

температура была достаточно высокой – значения варьировались от +10 до +19 С. Осадков фактически не наблюдалось, за исключением Красной поляны – 0,4 мм в водном эквиваленте. Низкая облачность полностью застилала небо над Краснодарским краем, высота ее границы составляла от 600 до 1000 м. Скорости ветра отмечались небольшие, только в Анапе и Туапсе была зафиксирована скорость в 10 м/с (рисунок 9,10). Направление ветра было юго-восточным. Высота волн в районе Туапсе заметно поднялась – до 2,5 м.

26 ноября 2023 года в срок 12 часов по UTC центр циклона сместился к побережью Румынии. Скорость и порывы ветра заметно возросли, их точные значения указаны в таблице 5, а также красной точкой указан на рисунке 8. Направление ветра было преимущественно южным. Температура воздуха колебалась от +10 до +19 С. Средняя облачность наблюдалась на юге региона, выпадения осадков не было замечено. В районе Туапсе и Анапы длина волн возросла до 3,5 м.

26 ноября 2023 года в срок 15 часов по UTC циклон продолжал углубляться, давление в центре составляло 973 гПа. Температура в среднем по краю составляла +17 С. На северо-востоке Краснодарского края наблюдалась высокая облачность, на юге – средняя. Небольшие осадки наблюдались только на Красной поляне – 0,8 мм в водном эквиваленте за три часа наблюдений. Скорость ветра в Анапе почти дошла до критической отметки – 14 м/с при порывах – 25 м/с. Направление ветра оставалось по-прежнему южным. Вдоль побережья Черного моря высота волн возрастала до 4 м. В порту Туапсе отмечался сильный тягун.

26 ноября 2023 года в срок 21:00 часов по UTC циклон достиг максимального уровня развития, давление в центре составляло 967 гПа. Центр сместился к Крымскому полуострову. Температура воздуха варьируется от +11 до +21 С. На северо-западе наблюдается низкая облачность, высота ее границы составляет от 300 до 600 м. Выпали обильные ливневые осадки: Анапа – 13,3 мм, Приморско-Ахтарск – 8,8 мм в водном

эквиваленте за три часа наблюдений. На юге региона также наблюдались дожди: в Туапсе выпало около 1 мм, на Красной поляне – 1,8 мм. Скорость ветра не превышала 11 м/с, направление преимущественно юго-западное. Длина волн в районе Туапсе немного снизилась, но все еще являлась большим значением – 3,5 м.

27 ноября 2023 года в срок 00:00 часов по UTC атмосферный вихрь сместился на юго-восток Украины. Циклон находился в стадии заполнения, давление в центре постепенно растет. Температура воздуха в среднем составляла 9 С. Над территорией побережья наблюдалась низкая сплошная облачность, высота ее нижней границы варьируется от 600 до 1000 м. Наблюдаются сильные осадки преимущественно на юге региона. В Краснодаре – 9,7 мм, Туапсе 10,2 мм, Сочи – 8,3 мм, Красной поляне 10,2 мм в водном эквиваленте за три часа наблюдений. Скорость ветра сильно снизилась за исключением только одной станции – Анапы – 14 м/с. Направление ветра оставалось прежним. Длина волн в районе Анапы достигала 4,5 м.

Уже днём 27 ноября атмосферный вихрь начнет двигаться в сторону центральной России, принося с собой сильные снегопады и гололед. На юге же скорости ветра значительно снизятся до 6-9 м/с.

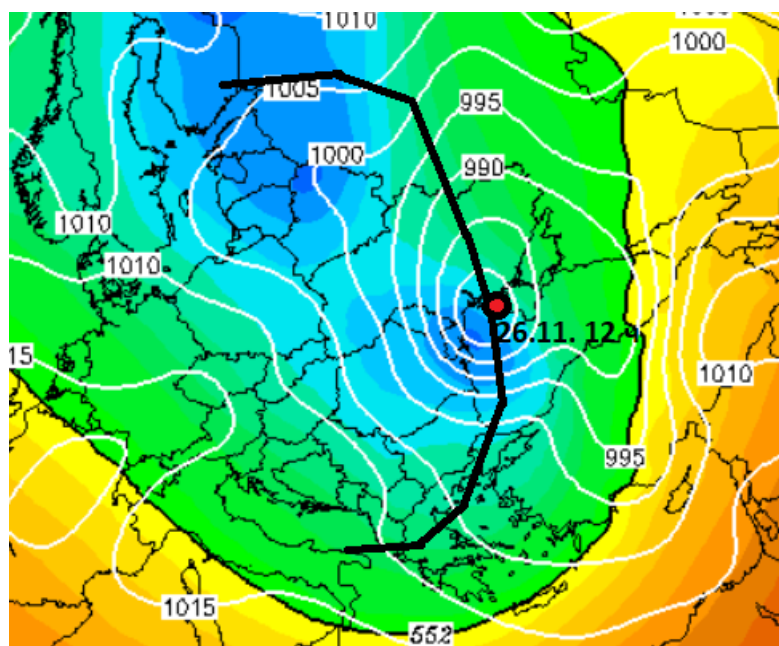


Рисунок 8 - Совмещенные карты давления на уровне моря (изобары, белые линии) и АТ-500 (изогипсы, цветное поле) за 26.11.2023 г. 12 ч по. Реанализ CFSR. [17].

Таблица 5 – Скорость и порывы в период с 26.11.2023 по 27.11.2023 г в сроки по UTC по данным ВНИИГМИ МЦД [16].

Дата	Срок по UTC	Номер станции	Скорость ветра (м/с)	Порывы ветра (м/с)
26.11.2023	12:00	34824	4	7
		34927	3	6
		37001	13	24
		37018	10	22
		37031	3	6
		37099	7	13
		37107	3	9
26.11.2023	15:00	34824	5	9
		34927	2	7
		37001	14	25
		37018	11	25
		37031	3	6
		37099	9	17
		37107	4	13
26.11.2023	21:00	34824	10	18
		34927	2	3
		37001	9	15
		37018	10	23
		37031	3	10
		37099	11	21
		37107	5	17
27.11.2023	00:00	34824	6	11
		34927	4	7
		37001	14	24
		37018	4	8
		37031	6	11
		37099	6	13
		37107	5	12

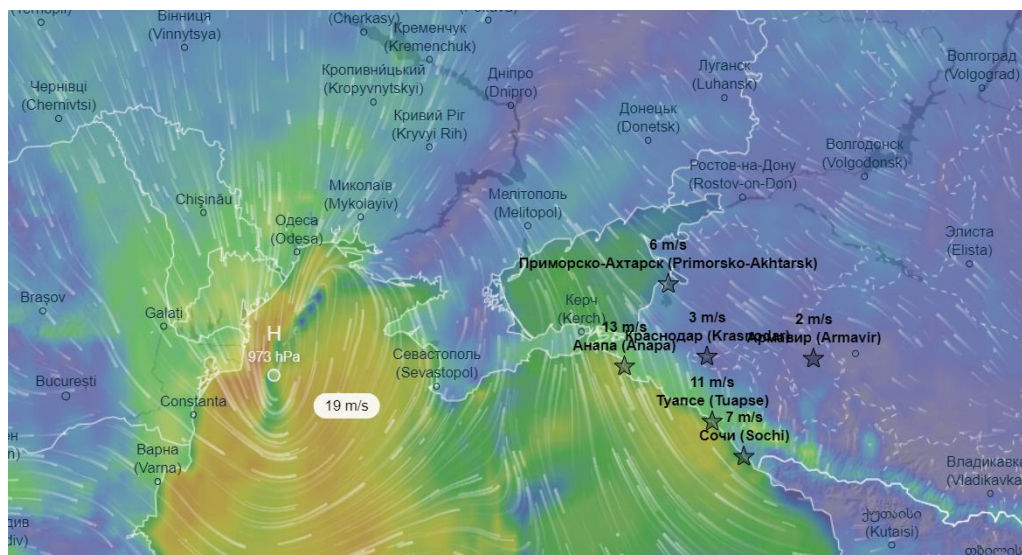


Рисунок 9 – 16.10.2010 Скорость ветра 12 ч по UTC. Реанализ ICON. [7].

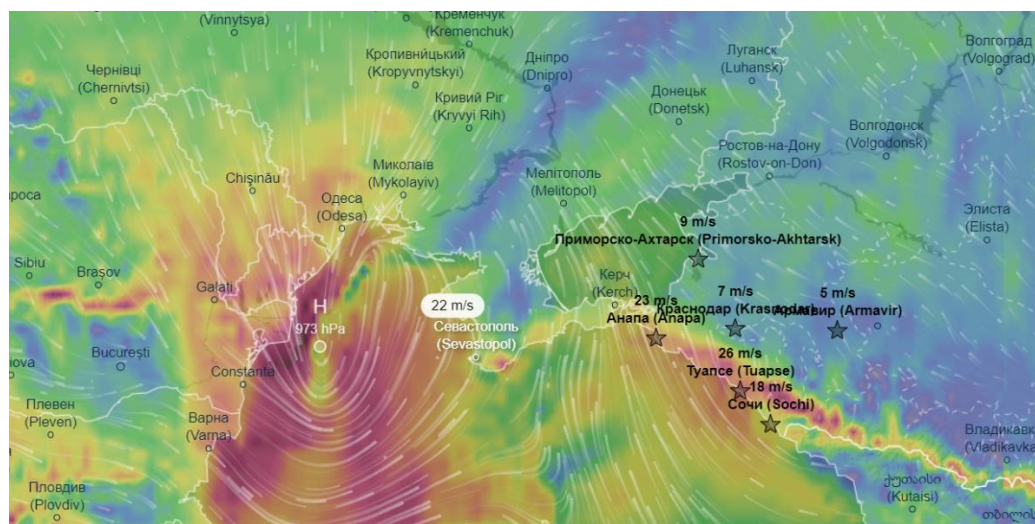


Рисунок 10 – 16.10.2010 Порывы ветра 12 ч по UTC. Реанализ ICON. [7].

14.02.2023

С 14 по 15 февраля погода над территорией Краснодарского края обуславливалась влиянием северного (ныряющего) циклона.

14 февраля 2023 года в 09 часов по UTC центр циклона находился на юго-востоке европейской части России, давление в центре составляло 1001 гПа. Температура воздуха в Краснодарском крае наблюдалась от -1 до +5 С. Наблюдалась низкая облачность над всей территорией Краснодарского края, высота нижней границы составляла от 600 до 1000 м. Выпадения осадков не

наблюдалось. Скорость ветра не превышала 9 м/с (таблица 6), направление было преимущественно южным.

14 февраля 2023 года в 12 часов по UTC циклон находится в стадии заполнения и давление в его центре постепенно растет – 1002 гПа. Траектория его движения происходит преимущественно в южном направлении. Температура воздуха в среднем составляет 3 С. Наблюдались снеговые осадки в Туапсе – 0,2 мм, которые практически сразу таяли. Над всей территорией края по-прежнему наблюдается затянутое низкой облачностью небо. Скорость и порывы ветра заметно увеличиваются (рисунок 11). В Анапе и Туапсе скорость ветра составляла 10 м/с, а порывы – 16 м/с и 19 м/с (рисунок 12,13).

14 февраля 2023 года в 15 часов по UTC атмосферный вихрь продолжает двигаться в южном направлении. Температура воздуха варьируется от +3 до +7 С. Ливневой дождь со снегом наблюдался в районе Туапсе – в водном эквиваленте его значение составило 1,8 мм за три часа наблюдений. В этом же районе был замечен порывистый ветер – 21 м/с, направление южное.

14 февраля 2023 года в 18 часов по UTC давление в центре циклона стало еще выше – 1003 гПа. Его центр в этот срок находился уже в районе Волгоградской области. Температура воздуха в среднем была +3 С. Низкая облачность покрывало все небо над Краснодарским краем, высота ее нижней границы была от 600 до 1000 м. Ливневые осадки наблюдались в районе Туапсе – 4,3 мм и в Анапе – 1,9 мм в водном эквиваленте. Скорость ветра постепенно снижалась, направление сменилось на юго-восток.

15 февраля 2023 года в срок 00 часов по UTC траектория движения циклона изменилась – вихрь повернул на восток и заполнился еще больше – давление в центре дошло до отметки 1004 гПа. На территории Краснодарского края скорость ветра не превышала 8 м/с, направление сменилось на северо-восток. Обильные ливневые осадки усилились в

районах Туапсе и Сочи – 8 мм наблюдалось за три часа. Высота нижней границы облачности составляла от 300 до 600 м.

15 февраля 2023 года в срок 06 часов по UTC давление в центре атмосферного вихря составляло 1005 гПа. Обильные осадки в виде ливневого снега покрывали территорию Туапсе и Сочи. За три часа наблюдений насчитывалось в водном эквиваленте 12,7 мм в Туапсе и 12,9 в Сочи. Порыв ветра в Сочи составлял 20 м/с. Ветер усилился из-за образовавшегося небольшого циклона на южном побережье Черного моря. Направление ветра было преимущественно северо-восточным.

15 февраля 2023 года в срок 18 часов по UTC циклон, двигаясь на северо-восток заполнился окончательно, давление в центре составило 1009 гПа. Осадки на территории края практически прекратились за исключением Сочи и Красной поляны – 4 мм и 1,6 мм в виде снега. Скорость ветра не превышала 5-6 м/с, направление северо-западное.

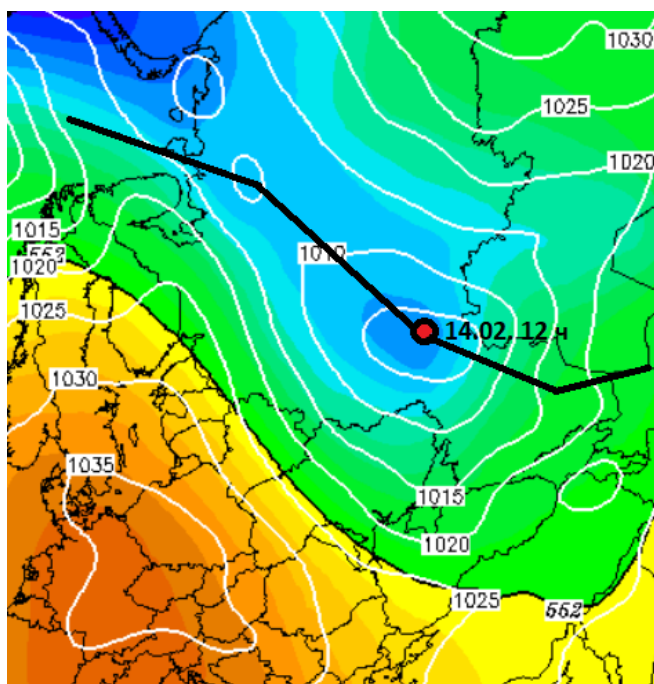


Рисунок 11 - Совмещенные карты давления на уровне моря (изобары, белые линии) и АТ-500 (изогипсы, цветное поле) за 14.02.2023 г. 12 ч по UTC.

Реанализ CFSR. [17].

Таблица 6 – Скорость и порывы ветра за 14.02.2023 в срок по UTC по данным ВНИИГМИ МЦД [16].

Дата	Срок по UTC	Номер станции	Скорость ветра (м/с)	Порывы ветра (м/с)
14.02.2023	09:00	34824	8	13
		34927	3	6
		37001	7	10
		37018	9	14
		37031	5	8
		37099	3	5
		37107	2	6
14.02.2023	12:00	34824	4	7
		34927	3	6
		37001	13	24
		37018	10	22
		37031	3	6
		37099	7	13
		37107	3	9
14.02.2023	15:00	34824	5	9
		34927	2	7
		37001	14	25
		37018	11	25
		37031	3	6
		37099	9	17
		37107	4	13
14.02.2023	18:00	34824	10	18
		34927	2	3
		37001	9	15
		37018	10	23
		37031	3	10
		37099	11	21
		37107	5	17
15.02.2023	06:00	34824	3	5
		34927	2	3
		37001	4	7
		37018	8	14
		37031	3	6
		37099	11	20
		37107	2	6

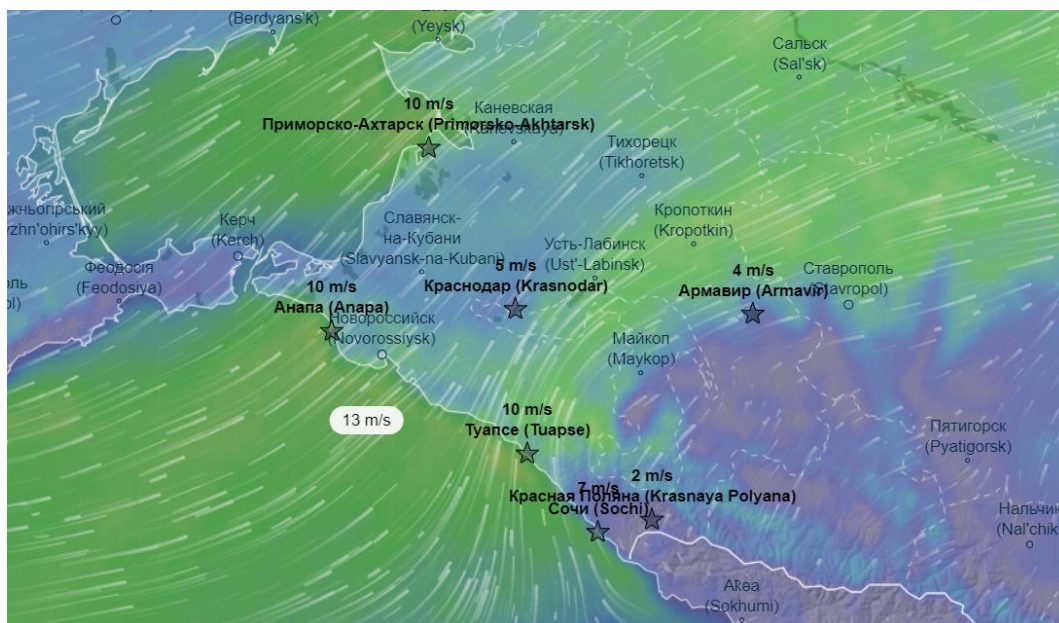


Рисунок 12 – Скорость ветра 14.02.2023 г. 12 ч по UTC. Реанализ ICON. [7].

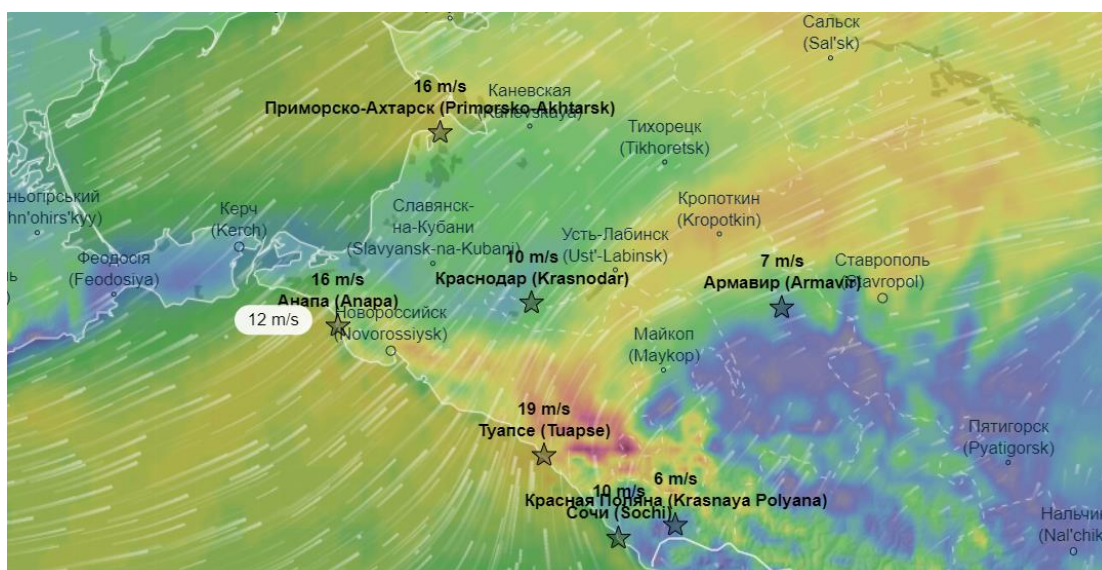


Рисунок 13 – Порывы ветра 14.02.2023 г. 12 ч по UTC. Реанализ ICON. [7].

16.12.1997 г.

С 15 декабря по 17 декабря 1997 года погоду на территории Краснодарского края определял обширный северный антициклон, максимальное давление в центре составляло 1060 гПа. Он образовался над акваторией Баренцева моря 13 декабря 1997 года в 12 часов по UTC. Траектория его движения была в юго-восточном направлении. Краснодарский край находился его южной периферии.

15 декабря в срок 18 часов по UTC центр циклона находился на севере европейской территории России, постепенно двигаясь в южном направлении. Температура воздуха в Краснодарском крае варьировалась от -8 до +11 С. Наблюдались снеговые осадки в южной части побережья и районах предгорий: Туапсе – 2,3 мм, Сочи - 1,1 мм, Красная поляна – 1 мм и Армавир – 2,2 мм за три часа наблюдений. Скорость ветра относительно была невысокой, однако порывы ветра в Приморско-Ахтарске и Анапе превышали 15 м/с (таблица 7).

16 декабря 1997 года в срок 03 часа по UTC скорость и порывы ветра на территории Краснодарского края постепенно продолжали расти. В этот срок в районе Анапы средняя скорость ветра почти достигла штормовой отметки – 14 м/с при порывах 23 м/с. Наблюдались дождевые осадки в районе Туапсе – 0,8 мм и в УТССочи – 0,4 мм в водном эквиваленте. Низкая облачность покрывала небо всего края.

16 декабря 1997 года в срок 06 часов по UTC температура воздуха колебалась по всему краю от – 16 до +12 С. Самое низкое температурное значение наблюдалось в Приморско-Ахтарске, а самое высокое в Сочи. На рисунке 14 можно наблюдать траекторию движения антициклона, отмеченную черной линией. Замерзающие дождевые осадки выпали в Туапсе – 0,8 мм за три часа наблюдений. Скорость ветра в Анапе возросла до 15 м/с. Порывы ветра в Приморско-Ахтарске доходили до отметки 21 м/с, Туапсе - 18 м/с, Анапа – 25 м/с (рисунок 15,16).

16 декабря 1997 года в срок 12 часов по UTC центр антициклона переместился на юго-запад от Москвы, давление в центре оставалось по-прежнему максимально высоким. Антициклон находился в стадии своего максимального развития. Температура воздуха на высоте 2 метров над землей опускалась все ниже: в Приморско-Ахтарске, Краснодаре и Армави́ре среднее температурное значение составляло –19 С. Лишь на южном побережье Черного моря температура воздуха была положительной: Сочи – 13 С, Красная поляна - 2 С. Это связано с образовавшимся заполняющимся циклоном в близи Сочи, с давлением в центре 1015 гПа. Однако на этот район выпало большое количество обложных осадков - 4,2 мм, а в Туапсе наблюдались грозы с дождем – 1,2 мм осадков за три часа наблюдений.

16 декабря 1997 года в срок 21 час по UTC центр антициклона сместился в южном направлении. Обложные осадки продолжали выпадать на юг региона: Сочи – 4,8 мм, Красная поляна – 4,6 мм осадков в виде дождя и дождь со снегом наблюдался в районе Туапсе - 0,9 мм за три часа

наблюдений. Скорость ветра значительно возросла: в Анапе средняя значение скорости составляет 17 м/с при порыве 29 м/с, в Приморско-Ахтарске 13 м/с с порывом 20 м/с. Направление ветра по-прежнему северо-восточное.

17 декабря 1997 года в срок 06 часов по UTC давление в центре высокого барического образования стало падать – 1045 гПа. Антициклон перемещается все медленнее. Для него наступила стадия заполнения. Скорость ветра возросла: в Анапе среднее значение составляет 18 м/с при порыве 30 м/с. Порывистый ветер также наблюдается в Приморско-Ахтарске, Туапсе и Краснодаре. Снеговые осадки были замечены в районе Туапсе – 1,2 мм и дождевые осадки в районе Сочи – 0,7 мм в водном эквиваленте.

18 декабря 1997 года в срок 12 часов по UTC центр антициклона находился к югу от Украины со значением давления 1035 гПа. Скорость ветра на территории Краснодарского края составляла 4-9 м/с. Направление ветра преимущественно западное. Осадки прекратились.

20 декабря 1997 года в срок 00 часов по UTC антициклон, находясь в акватории Черного моря разрушился с давлением в центре 1025 гПа.

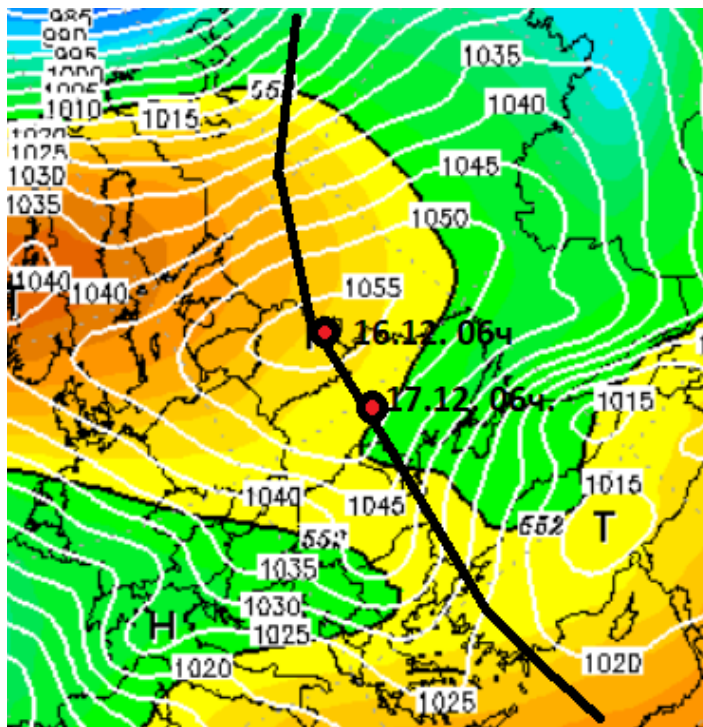


Рисунок 14 - Совмещенные карты давления на уровне моря (изобары, белые линии) и АТ-500 (изогипсы, цветное поле) за 16.12.1997 г. 06 ч по. Реанализ CFSR. [17].

Таблица 7 – Скорость и порывы ветра в период с 16.12.1997 по 17.12.1997 в сроки по UTC по данным ВНИИГМИ МЦД. [16].

Дата	Срок по UTC	Номер станции	Скорость ветра (м/с)	Порывы ветра (м/с)
15.12.1997	18:00	34824	11	17
		34927	7	12
		37001	10	16
		37018	6	10
		37031	6	11
		37099	5	8
		37107	2	7
16.12.1997	03:00	34824	12	19
		34927	9	23
		37001	14	16
		37018	9	16
		37031	7	13
		37099	3	6
		37107	1	5
16.12.1997	06:00	34824	13	21
		34927	9	17
		37001	15	25
		37018	10	18
		37031	7	13
		37099	2	5
		37107	0	4
16.12.1997	12:00	34824	12	21
		34927	10	18
		37001	16	28
		37018	12	21
		37031	7	14
		37099	4	10
		37107	1	7
16.12.1997	21:00	34824	13	20
		34927	12	19
		37001	17	29
		37018	12	22
		37031	7	15
		37099	5	8
		37107	2	8
17.12.1997	06:00	34824	13	20
		34927	10	20
		37001	18	30
		37018	11	20
		37031	8	14
		37099	6	11
		37107	2	8

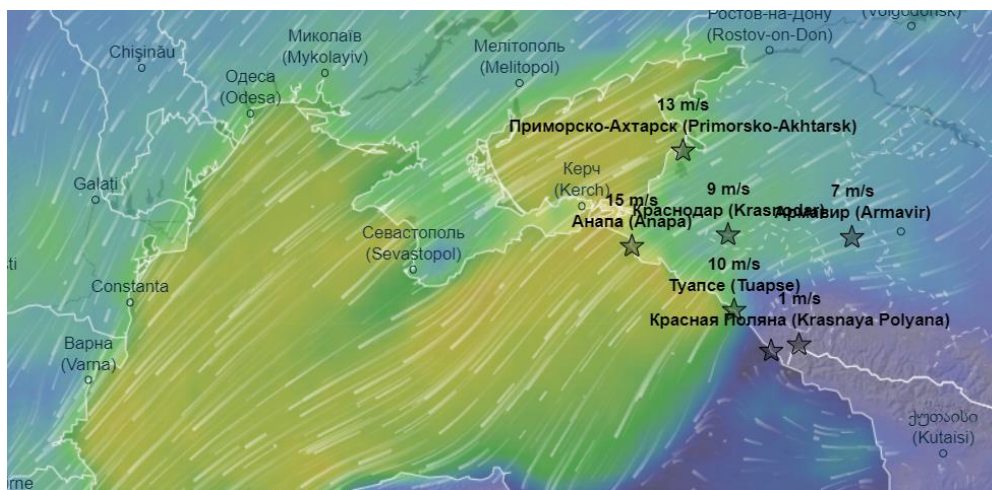


Рисунок 15 – Скорость ветра. 16.12.1997 г 06 ч по UTC. Реанализ ECMWF.
[7].

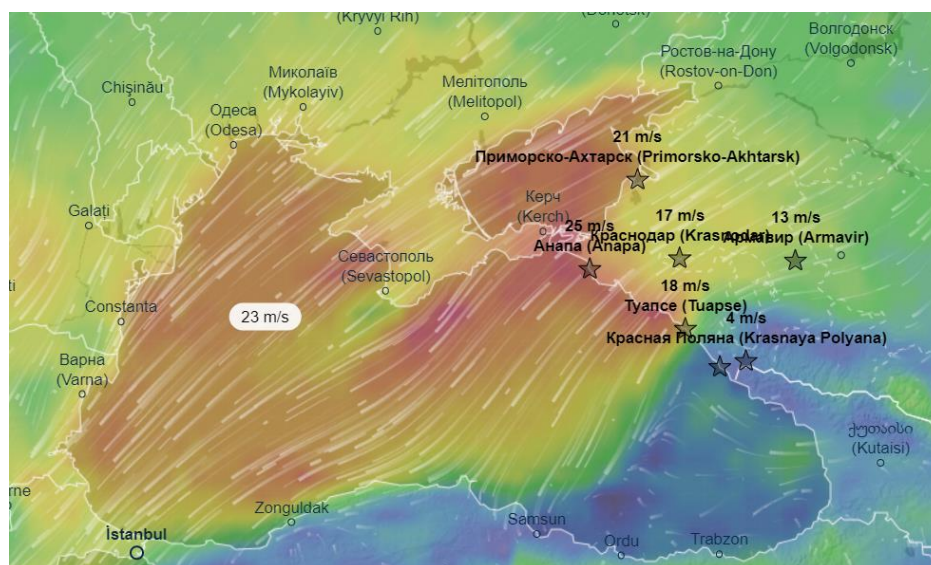


Рисунок 16 – Порывы ветра. 16.12.1997 г. 06 ч по UTC. Реанализ ECMWF.
[7].

2.4 Анализ ветров на территории Краснодарского края

В данном разделе выполнен анализ ветрового режима для территории Краснодарского края по графикам годового хода среднемесячной скорости ветра и повторяемости штормовых ветров, а также розы ветров, построенных по сезонам для каждой станции.

На рисунке 17 показано распределение среднегодовых скоростей ветра по станциям Краснодарского края за период наблюдений с 1966 по 2023 гг.

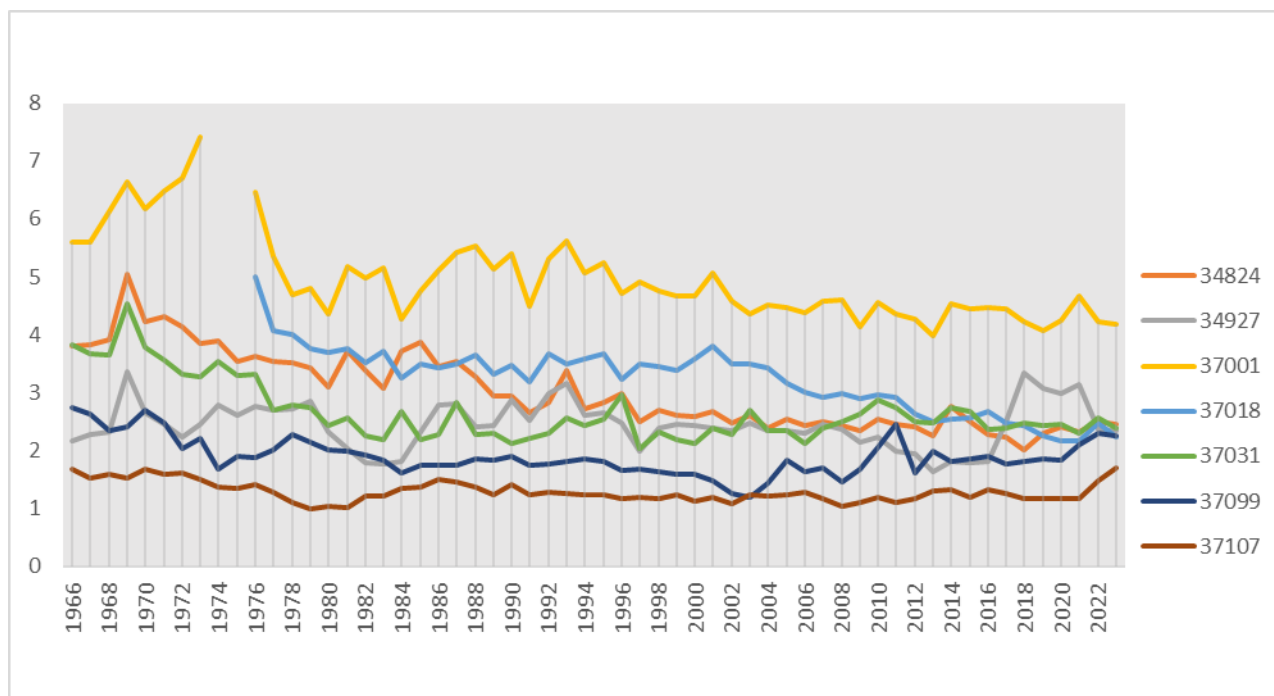


Рисунок 17 – Среднегодовые скорости ветра по станциям.

Изучив данные и построив график, можно сделать такие выводы: наиболее высокие скорости ветра наблюдались в 1973 году на станции Анапа – 7 - 8 м/с. А минимальные значения наблюдались с 1979 по 1981 год на станции Красная поляна – 1 м/с.

Скорость ветра на станции 34824 (Приморско-Ахтарск) достигла своего максимума в 1968 год – ровно 5 м/с, далее постепенно значения уменьшались до 2-3 м/с.

Средние значения за весь исследуемый период на станции 34927 (Краснодар) практически не меняются, средняя скорость ветра в год составляет 2-3 м/с.

На станции 37001 (Анапа) показаны наибольшие значения среднегодовой скорости ветра в 1974 год – более 7 м/с, ее минимальное значение в 4 м/с было зафиксировано в 1984 год и в последующие годы это значение практически не менялось.

В 1977 год был замечен скачок значений на станции 37018 (Туапсе) – 5 м/с, далее, начиная с 1980 до 2006 года сохранял среднее значение – 3 м/с, после 2010 и заканчивая 2023 годом – скорость составляла 2 м/с.

Станция 37031 (Армавир) имела максимум скорости - 4 м/с в 1970 году. Дальше, с 1974 года до 1996 года сохранялись средние значения 3-4 м/с. В последующие годы скорость упала до 2 м/с.

В Сочи (37099) средние значения 3 м/с сохранялись в период с 1966 по 1982 год. В дальнейшем среднегодовая скорость ветра составляла 1-2 м/с.

А вот станция 37107 (Красная поляна) на протяжении всех лет отличается своей неизменностью и линейностью – в среднем 1 м/с в год.

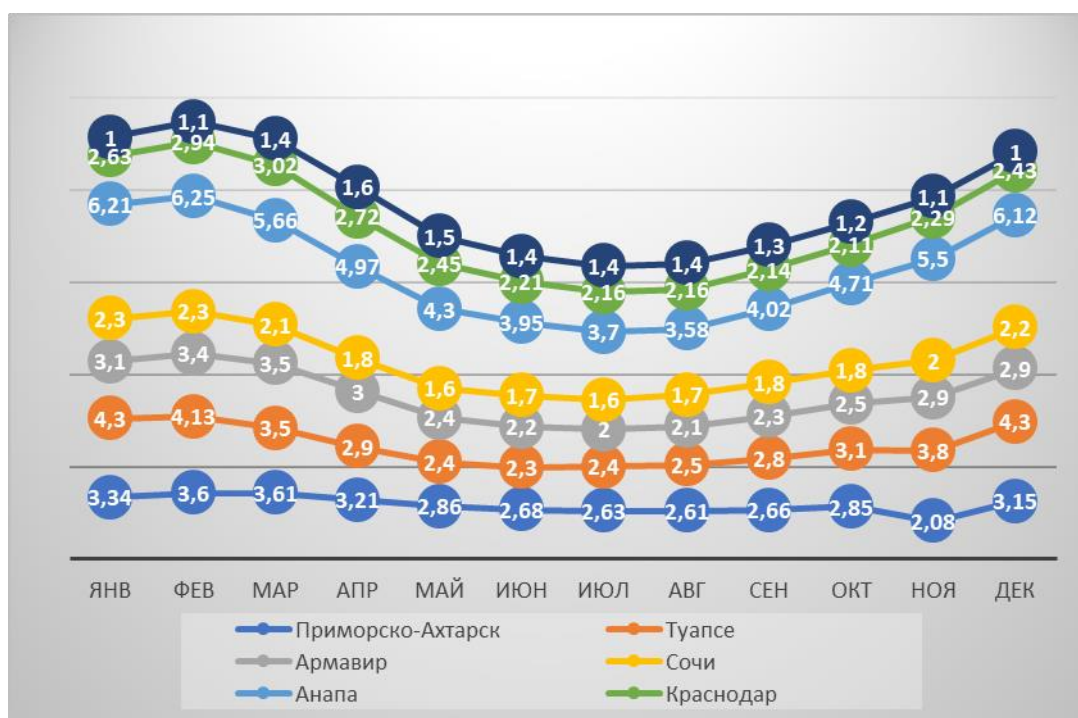


Рисунок 18 – Среднемесячная скорость ветра на станциях Краснодарского края

Проанализировав график средней скорости ветра (рисунок 18), можно сделать такой вывод: самые высокие значения скоростей ветра приходятся на ноябрь, декабрь и февраль. Причиной этому непосредственно являются штормовые циклоны, ведь для них характерна максимальная активность и интенсивность в зимний период. Высокими скоростями выделяется станция, расположенная в г. Анапа. В активный период штормовых циклонов средняя скорость на станции приходится примерно в 6 м/с.

А вот самые низкие значения приходятся в поздний весенний и летний периоды. Станции Сочи и Красная поляна менее всего подвержены влиянию штормовых ветров, их средние значения скорости в зимний период составляют – 2 м/с и 1 м/с соответственно.



Рисунок 19 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 34824, %

На станции Приморско-Ахтарск (рисунок 19) преобладают ветры со скоростью 10 м/с и более в зимний период года. Максимум приходится на февраль – более 7% повторяемости. А минимум значений наблюдается в августе – 1%.

Штормовой ветер со скоростью 15 м/с и более случается значительно реже – чуть больше 1% повторяемости. Максимум наблюдается в январь, февраль и март. Ветер 20 м/с и более по наблюдениям бывает на территории Приморско-Ахтарска особенно редко и не превышает 1 % в течение всего года.

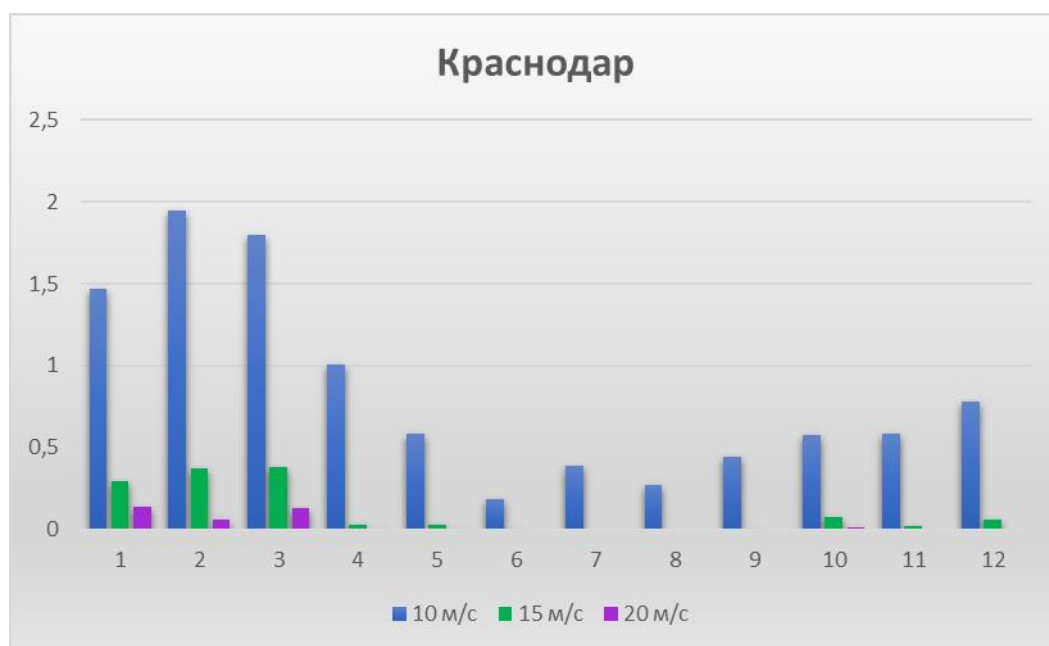


Рисунок 20 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 34927, %

На станции Краснодар преобладают ветры со скоростью 10 м/с и более, своего пика ветер достигает в феврале – около 2% повторяемости, а минимума в июне – около 0,3%.

Штормовой ветер наблюдается примерно на одном низком уровне повторяемости в январе, феврале и марте – порядка 0,4%. Ветер 20 м/с и более практически не наблюдался на станции Краснодар. Единичными случаями являются зимние месяцы, где повторяемость составляет 0,1%. Все эти данные хорошо изображает рисунок 20.

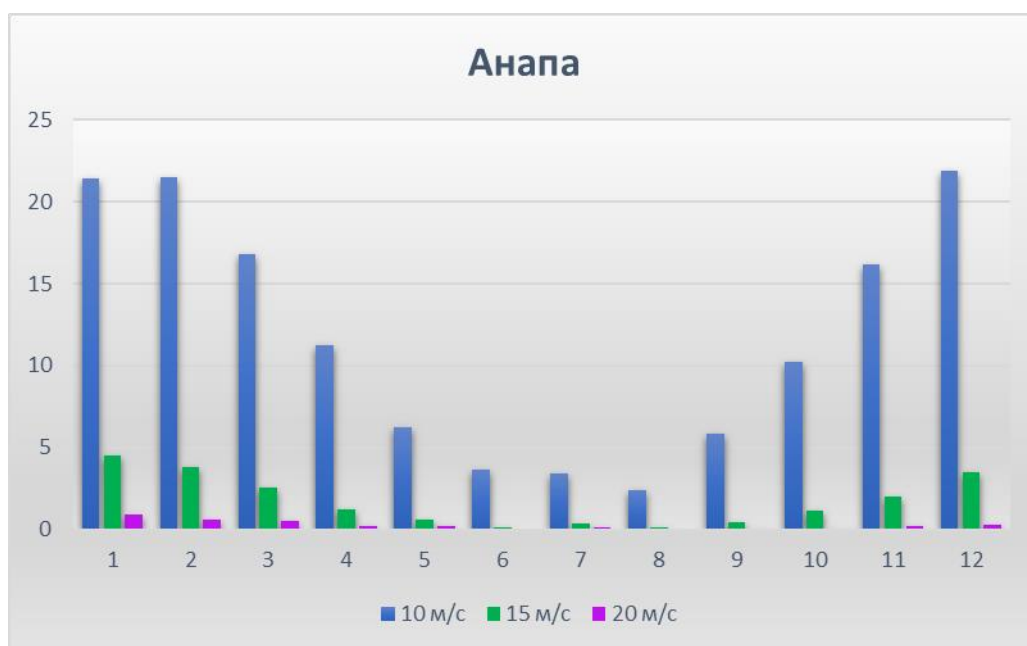


Рисунок 21 – Повторяемость скорости ветра 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с и более на станции 37001, %

Анализируя график скоростей ветра по градациям на станции Анапа (рисунок 21), можно сделать такой вывод: ветер 10 м/с и более имеет высокий процент повторяемости – более 20% в зимние месяцы, с максимумом в декабре.

Штормовые ветры зимой также имеют место быть – около 5% повторяемости. Ветер 20 м/с и более наблюдается в январе, феврале и марте – около 1%. Район Анапы всегда отличался высокими скоростями ветра.

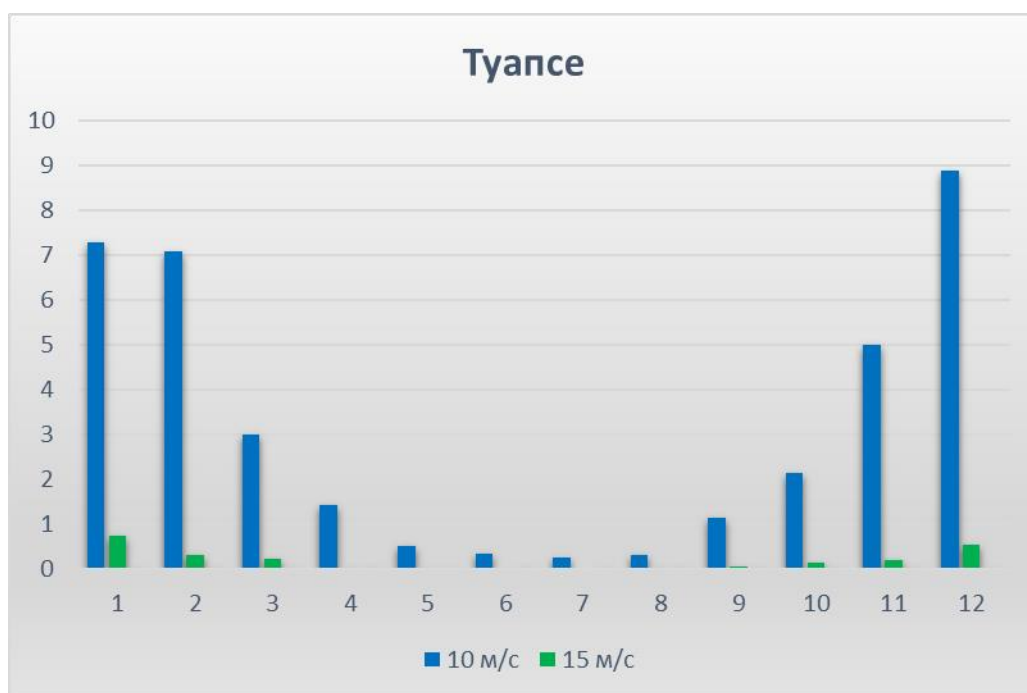


Рисунок 22 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 37018, %

Анализируя графики градаций скоростей ветра на станции Туапсе (рисунок 22), отчетливо видна тенденция роста скоростей в холодное время года и резкое падение в летний период. В районе Туапсе в декабре наблюдается самый высокий показатель повторяемости скорости ветра 10 м/с и более – 9%, что считается достаточно много.

Январь и февраль отличаются примерно одинаковыми высокими показателями повторяемости – чуть более 7%. Повторяемость ветра 15 м/с и более достаточно низкая – менее 1 %. Ветры 20 м/с и более фактически отсутствуют.

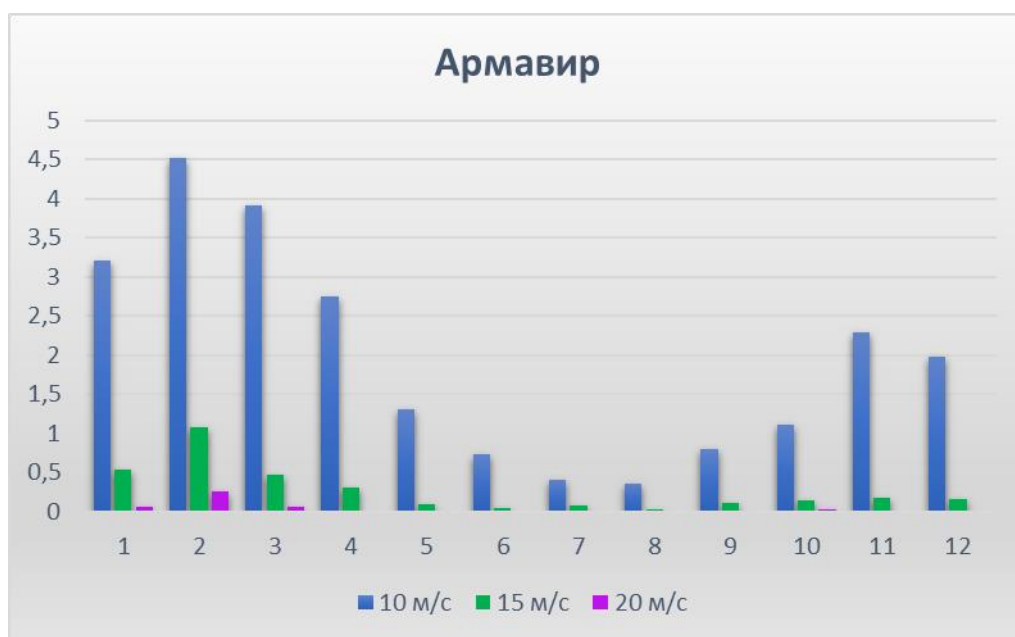


Рисунок 23 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 37031, %

В районе Армавира показатели повторяемости ветра не слишком высокие, так как находится станция на территории низменности. Повторяемость скорости ветра 10 м/с и более в феврале достигает своего наибольшего значения – 4,5%, наименьшего – в августе порядка 0,3%. Все это хорошо видно на рисунке 23.

Более сильный ветер 15 м/с и более отмечается в феврале – чуть больше 1%. У ветра с наибольшей скоростью процент повторяемости совсем небольшой – 0,3% в том же месяце.

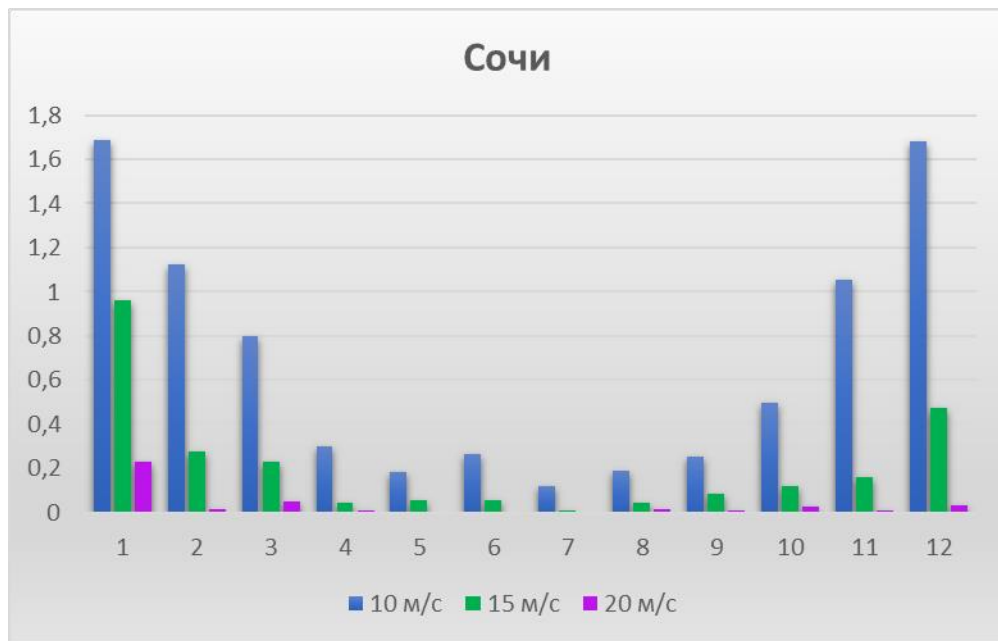


Рисунок 24 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 37099, %

Анализируя график (рисунок 24), можно сделать такие выводы: станция, находящаяся в районе Сочи, не отличается большими скоростями ветра из-за близости горной местности, однако самыми активными для ветра месяцами здесь являются декабрь и январь. В декабре повторяемость ветра 10 м/с и более составляет 1,7%, минимум приходится на июль – 0,1%.

В январе штормовой ветер наблюдается – около 1%. В этом же месяце ветер со скоростью 20 м/с и более характеризуется повторяемостью в 0,2%.



Рисунок 25 –Повторяемость скорости ветра 10 м/с,15 м/с, 20 м/с и более на станции 37107, %

Анализируя рисунок 25, можно сказать, что для станции Красная поляна сильные ветры редкое явление. Максимум приходится на март – 0,04% повторяемости скорости ветра 10 м/с и более. Минимум из имеющихся данных наблюдается в 0,007% в июле.

Далее будет подробно изучено распределение случаев с ветрами более 15 м/с в год на исследуемых станциях Краснодарского края.



Рисунок 26 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 34824.

Анализируя данный график (рисунок 26), можно сделать такие выводы: максимум зафиксированных случаев на станции Приморско-Ахтарск пришелся на 1969 год – порядка 150 случаев. Минимум же приходится с 2000 до 2023 года – нулевые значения.

В среднем, начиная с первого года наблюдений – 1966 года до 1998 года включительно, количество случаев практически не превышает 40. Исключениями являются 1970, 1977 и 1984 годы, в эти временные промежутки случаев сильного ветра наблюдалось около 40-45.



Рисунок 27 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 34927.

На станции Краснодар максимумом является 1968 год – в этот год наблюдалось порядка 92 случаев сильного ветра. А в 1969 году было зафиксировано около 30 таких случаев. Около 15 случаев было замечено в 1978 году.

Анализируя график (рисунок 27), сразу видно, что начиная с 1980 года количество случаев практически все время вплоть до 2023 года были нулевыми.

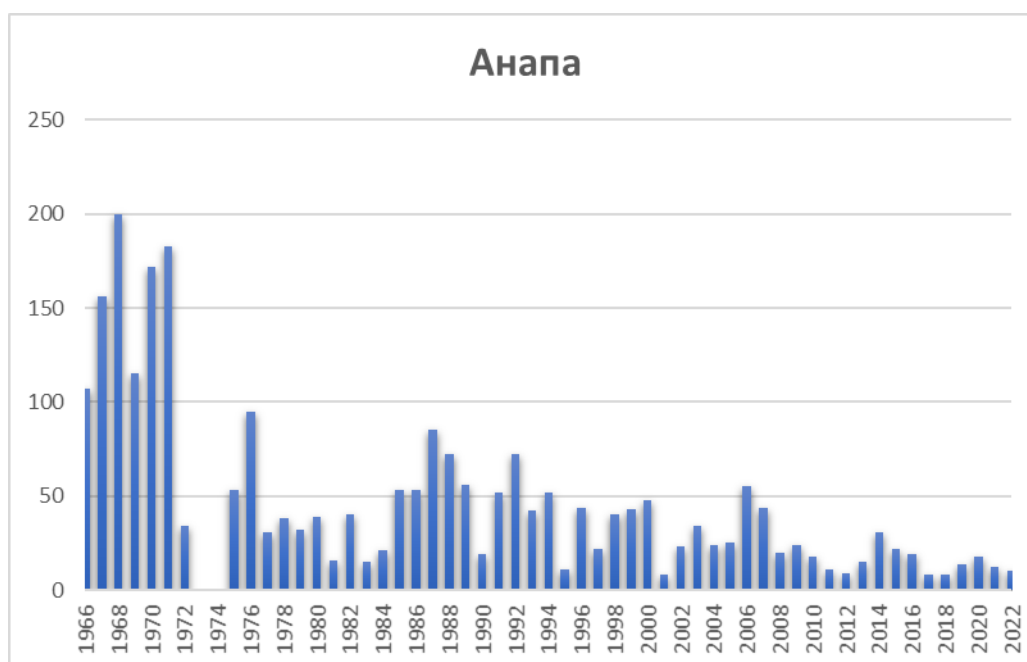


Рисунок 28 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 37001.

По графику (рисунок 28) можно сразу сказать, что станция Анапа выделяется высокими показателями случаев с сильным ветром в сравнении с другими исследуемыми станциями. Это связано с расположением Анапы на побережье Черного моря и на северо-западе Краснодарского края. Очень часто южные циклоны проходят совсем рядом с регионом.

Максимальное количество дней на станции было зафиксировано в 1968 году – 200 случаев за год, а минимум ветренных дней был в 1973-1974 году – ноль случаев. В среднем значения сохранялись от 40 до 50 за весь период. Это количество сроков за год считается достаточно большим для района.

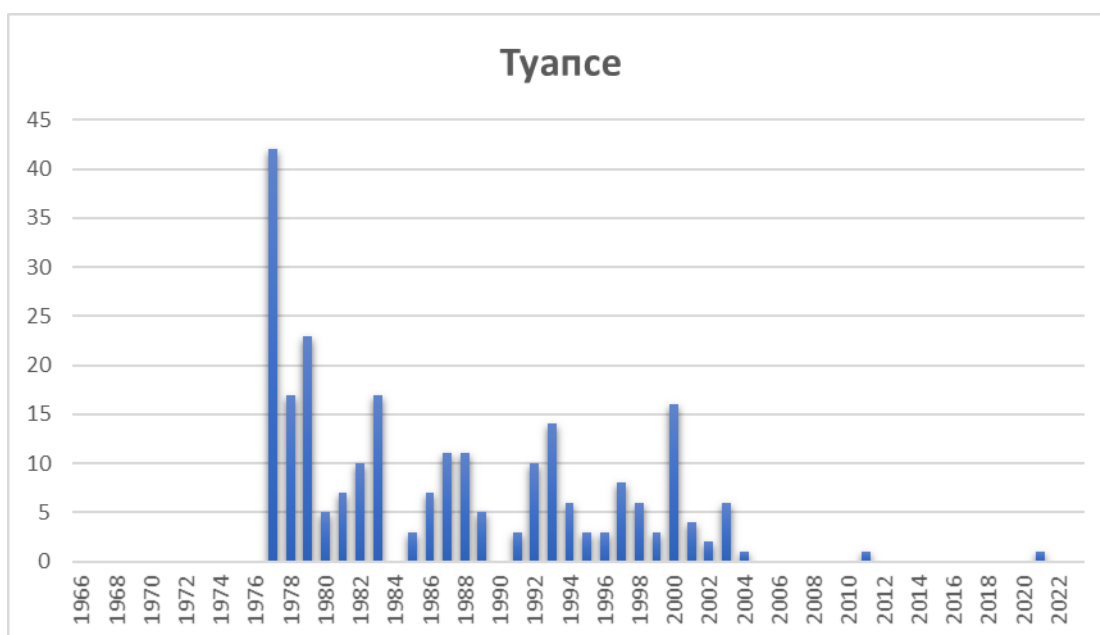


Рисунок 29 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 37018.

Анализируя график среднегодового количества сроков с сильным ветром на станции Туапсе (рисунок 29), выведем основные выводы. Максимальная отметка случаев сильного ветра наблюдалась в 1977 году - 43. Нулевые значения наблюдались в периоды времени: с 1966 по 1976 год, в 1990 году, а затем, начиная с 2006 по 2023 год, за исключением 2011 и 2021 годы – наблюдалось по одному случаю за год.

Рассматривая годы с наиболее выделяющимся количеством дней, можно определить примерное среднее значение – 7 случаев в год. Сильные ветры на территории Туапсе связаны с близостью гор и местоположением станции на побережье Черного моря.



Рисунок 30 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 37031.

Анализируя график среднегодовых случаев сильного ветра на станции Армавир (рисунок 30) , подведем такие итоги: максимум наблюдался в 1969 году – около 105 случаев, минимум наблюдался в 1982 году, а также, начиная с 2006 по 2023 год, были замечены нулевые значения за исключением единичных случаев.

В среднем количество штормовых дней на станции Армавир составляло 3-5 случаев в год. Связано это с тем, что район Армавира находится на территории Прикубанской низменности.

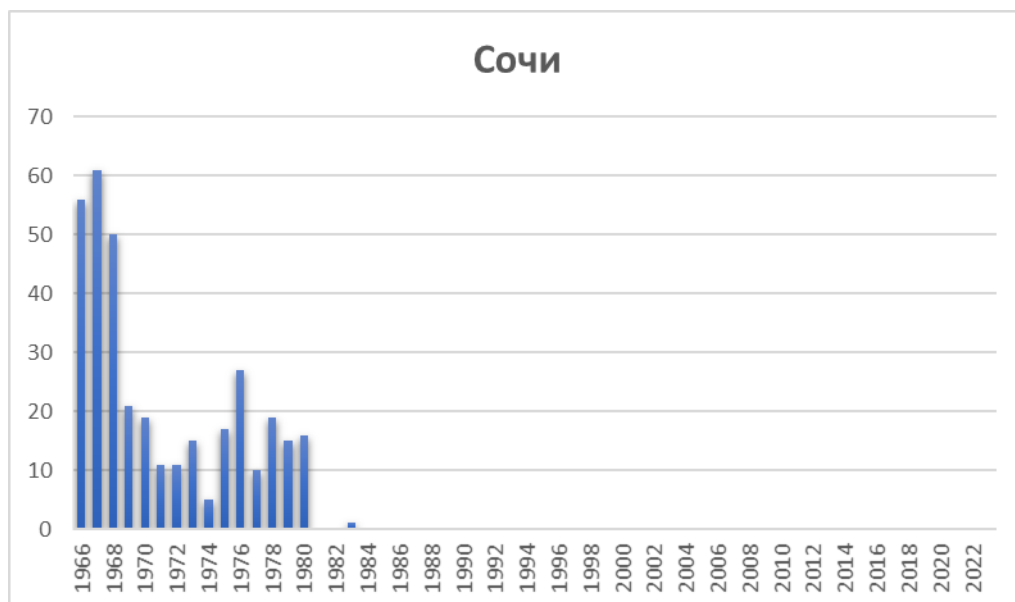


Рисунок 31 - Распределение случаев со штормовыми ветрами по годам на станции 37099

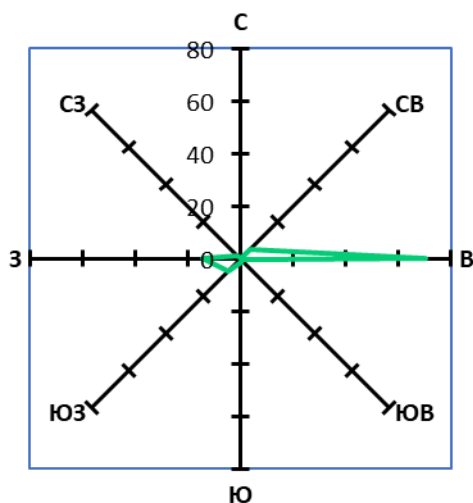
Анализируя количества сроков со штормовым ветром на станции Сочи, скорость которого 15 м/с и более, можно сделать выводы:

Сочи находится на юге Краснодарского края в субтропическом климате и в непосредственной близости горной местности, благодаря чему за большую часть исследуемых лет фактически не было дней с сильным ветром.

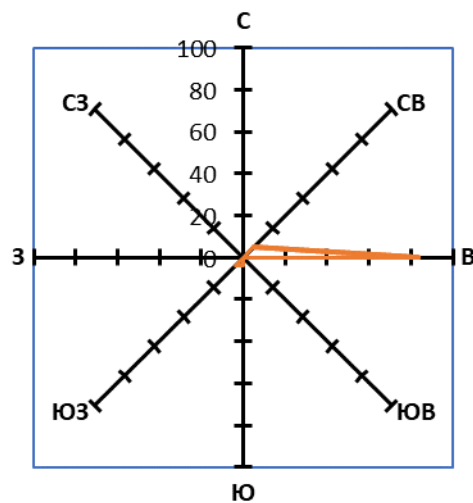
Максимальное значение пришлось на 1967 год – более 60 сроков. В 1966 году было зафиксировано 57 штормовых дней, а в 1968 – 50. Далее до 1980 года включительно не превышало 20 случаев и вовсе пошли на спад.

Далее построены и проанализированы графики повторяемости штормового ветра по направлениям по каждой станции по сезонам. Розы ветров представлены на рисунках 32 - 35.

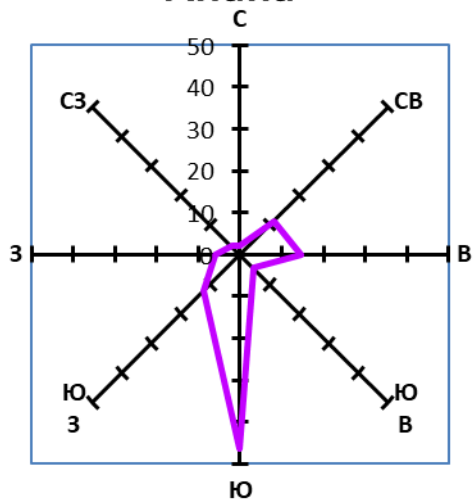
Приморско-Ахтарск



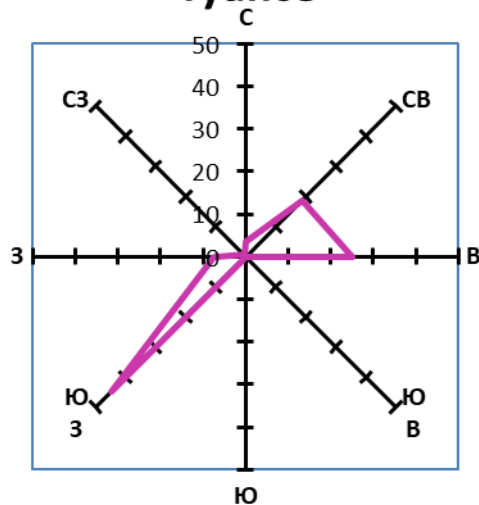
Краснодар



Анапа



Туапсе



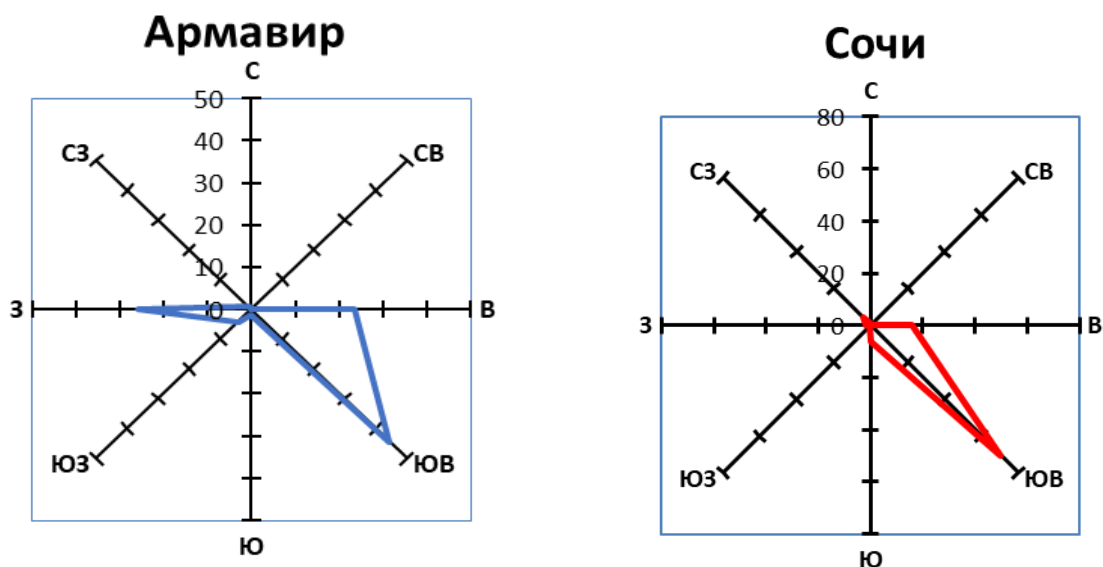
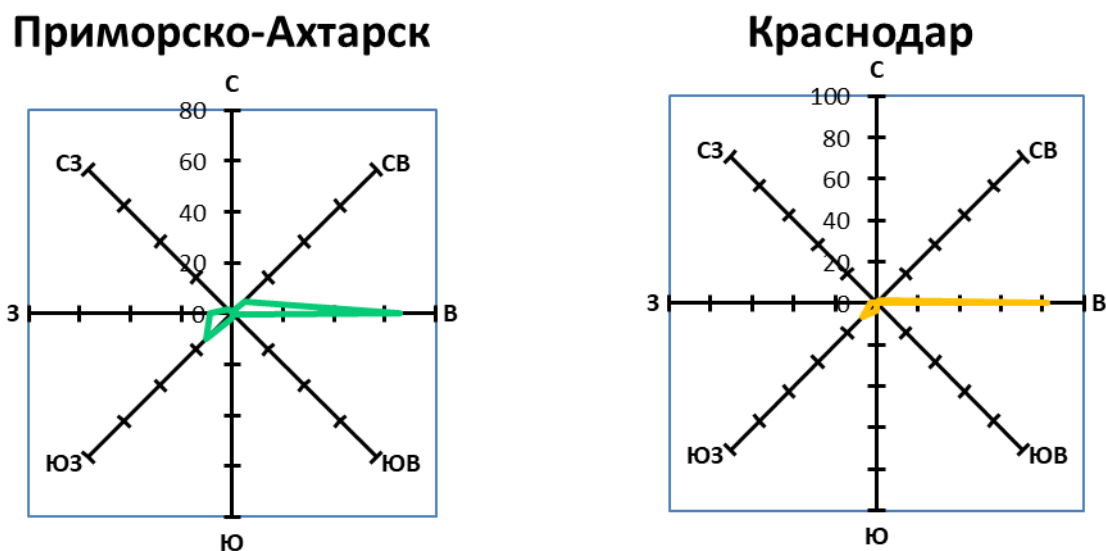


Рисунок 32 – Розы ветров при штормовом ветре по станциям. Зима

В Приморско-Ахтарске и Краснодаре зимой штормовые ветры восточного направления, значение повторяемости ветра 15 м/с и более в Приморско-Ахтарске составляет 70%, а в Краснодаре 80%.

В Анапе преобладает южный ветер. В Туапсе наблюдается ветер с юго-запада. Значение повторяемости ветра в обоих случаях составляет около 45%.

В Армавире и Сочи в зимний сезон штормовой ветер наблюдается преимущественно юго-восточного направления. Повторяемость такого ветра в Армавире достигает 45%, а в Сочи около 75%.



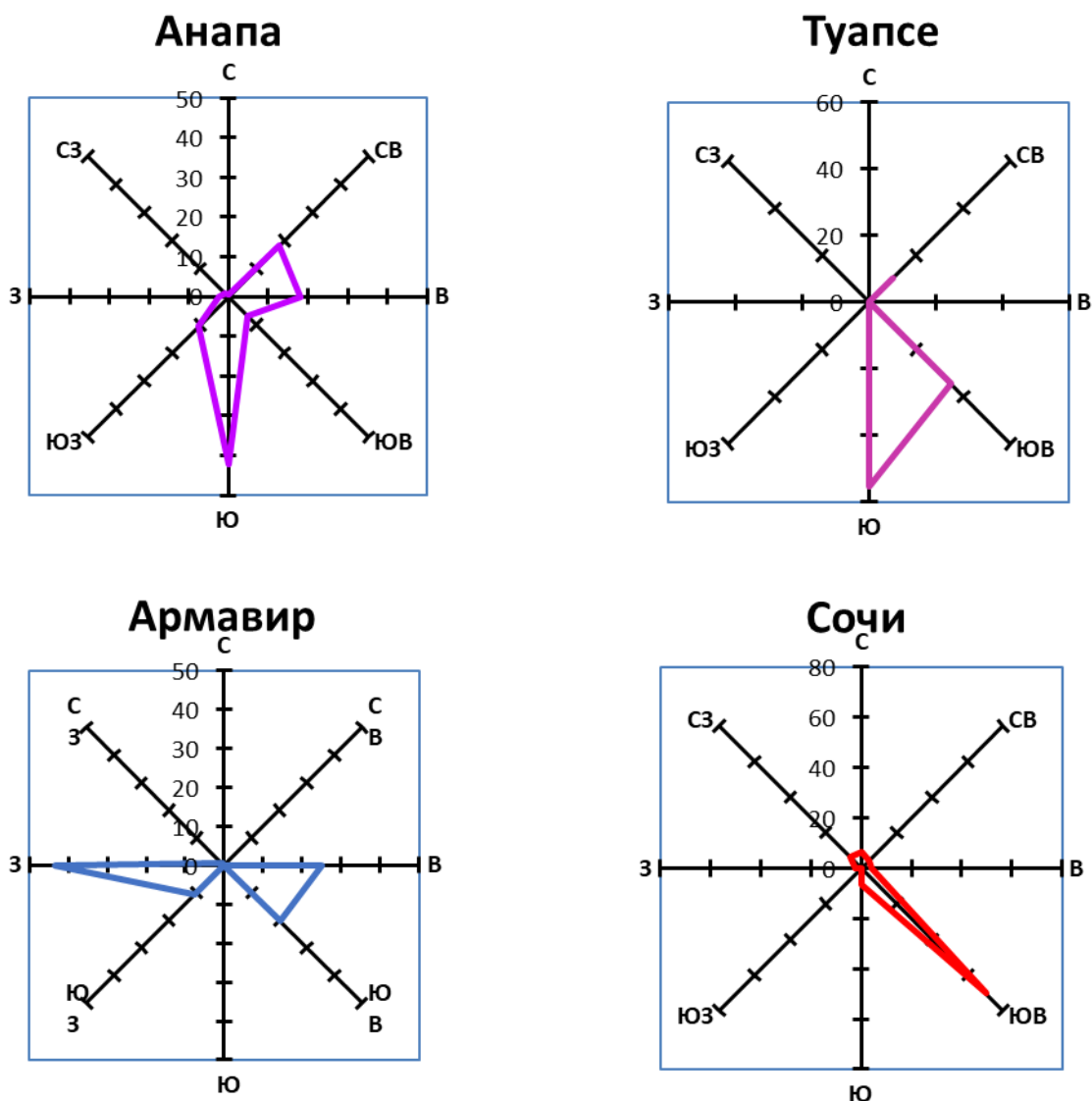


Рисунок 33 - Розы ветров при штормовом ветре по станциям. Весна

В Приморско-Ахтарске и Краснодаре весной преобладает преимущественно восточное направление ветра 15 м/с и более. Повторяемость сильного ветра в Приморско-Ахтарске составляет 65-70%, а в Краснодаре – 80%.

В Анапе наблюдается южный штормовой ветер. Повторяемость южного ветра в Анапе составляет около 43%. В Туапсе южный и юго-восточный, повторяемость южного ветра 15 м/с и более достигает 60%, а юго-восточный 37%.

В Армавире преобладает западный ветер. В Сочи юго-восточный. В первом случае повторяемость штормового ветра составляет 45%, а во втором 70%.

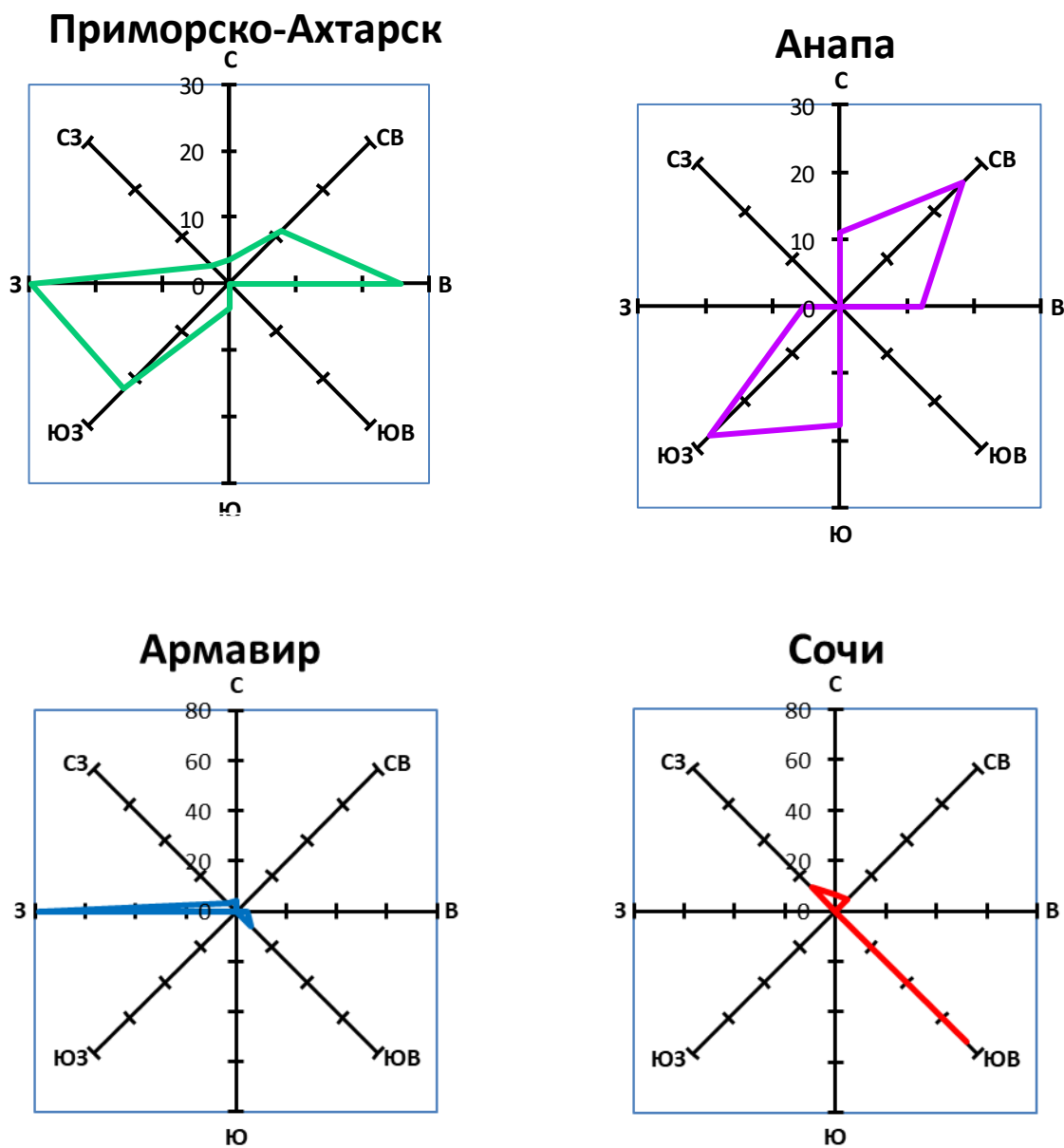


Рисунок 34 - Розы ветров при штормовом ветре по станциям. Лето

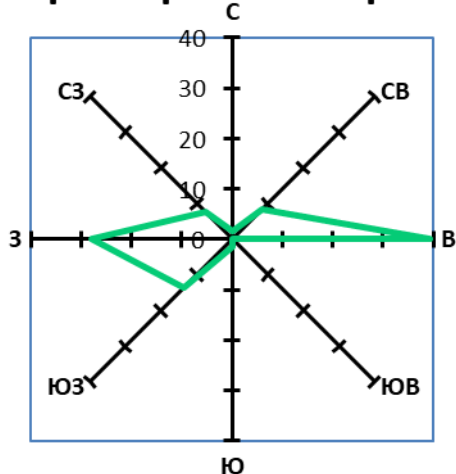
В Приморско-Ахтарске летом штормовой ветер наблюдается с запада, юго-запада и востока. Повторяемость западного ветра составляет 30%, юго-западного – 23% и восточного 26%.

Розы ветров для станций Краснодар и Туапсе в летний период не было построено, так как в первом случае из архива данных рассматривался только один подтвержденный случай юго-западного направления, определяющий 100% повторяемость в этот период. Летом в Туапсе рассматривалось только два случая северо-восточного направления ветра с абсолютной повторяемостью.

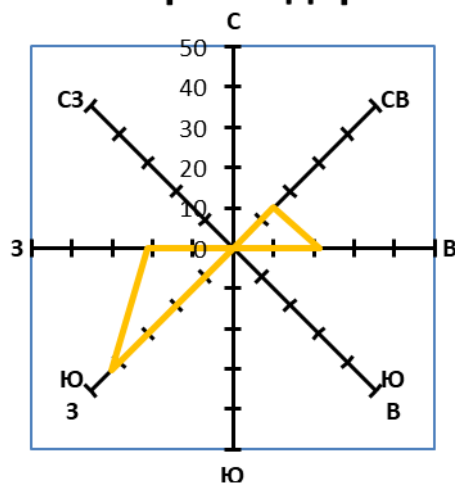
В Анапе в летний сезон наблюдаются юго-западные и северо-восточные ветры. Повторяемость ветров в Анапе имеют практически одинаковые значения – 25%.

В Армавире наблюдается западный ветер, а в Сочи юго-восточный. Повторяемость ветра в Армавире составляет 80%, в Сочи 75%.

Приморско-Ахтарск



Краснодар



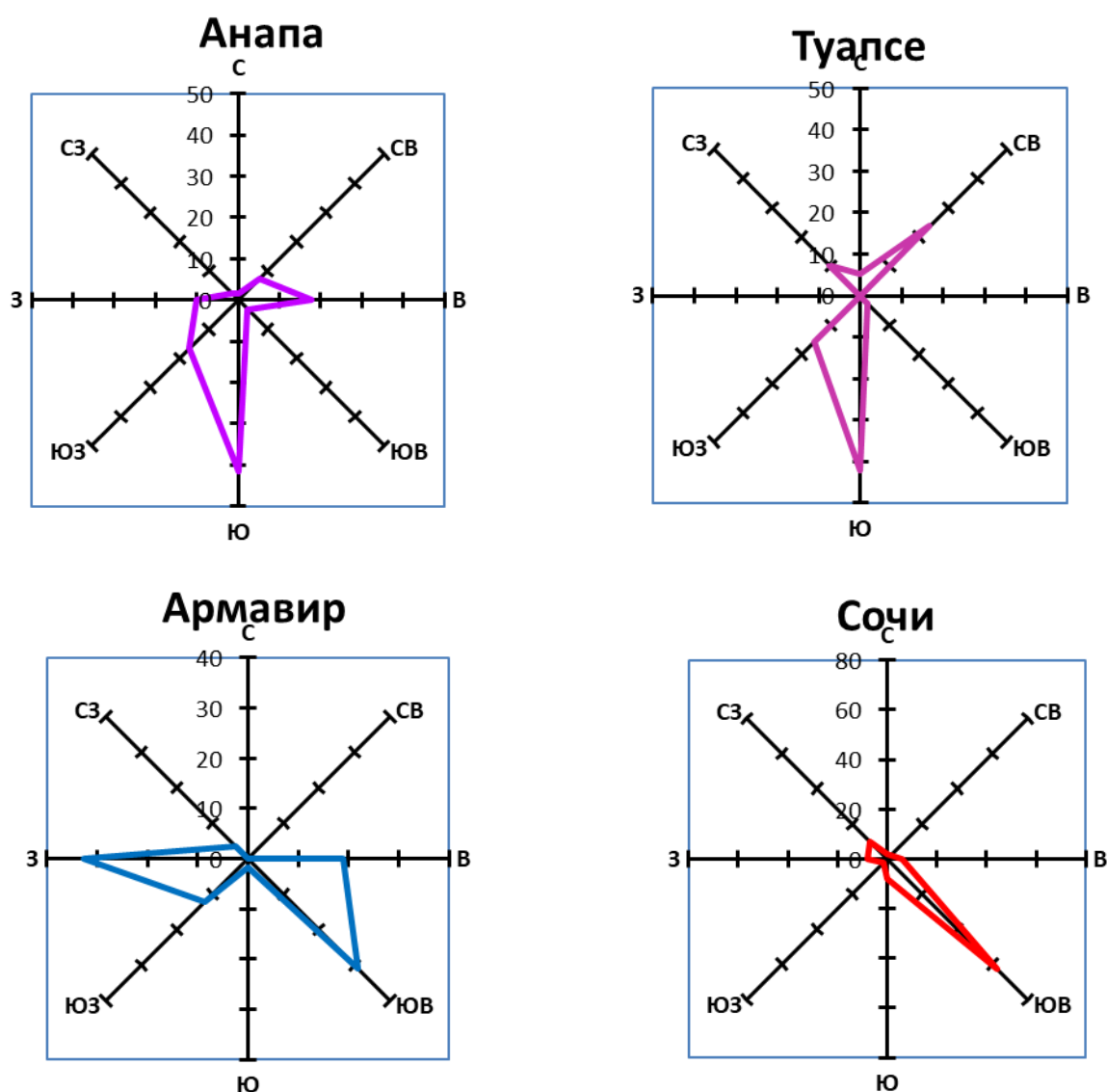


Рисунок 35 - Розы ветров при штормовом ветре по станциям. Осень

В Приморско-Ахтарске направление ветра было преимущественно восточным. Значение повторяемости восточного ветра составляет 40%. В Краснодаре ветер был юго-западным. Повторяемость ветра в Краснодаре около 43%.

В Анапе и Туапсе осенью преобладал южный ветер. Его повторяемость в обоих случаях составляет 42%. В Армавире в осенний период ветер наблюдается западного и юго-восточного направления. Повторяемость западного ветра в Армавире составляет 33%, а юго-восточного 30%. В Сочи преобладал юго-восточный ветер, его повторяемость составляет 62%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате написания работы был проведен анализ ветрового режима на территории Краснодарского края.

Выполнены следующие задачи:

1) Проведен анализ среднегодовой скорости ветра.

Наиболее высокие скорости ветра наблюдались в 1973 году на станции Анапа – 7 - 8 м/с. А минимальные значения наблюдались с 1979 по 1981 год на станции Красная поляна – 1 м/с. Выявлено, что скорости ветра на всех станциях заметно снижаются за 10 лет.

2) Сделан анализ среднемесячной скорости ветра.

Самые высокие значения скоростей ветра приходятся на ноябрь, декабрь и февраль. Наиболее большими скоростями выделяется станция, расположенная в г. Анапа. В активный период штормовых циклонов средняя скорость на станции приходится примерно в 6 м/с. А вот самые низкие значения приходятся в поздний весенний и летний периоды. Наиболее неподвергающиеся сильным ветрам являются станции Сочи и Красная поляна, их средние значения скорости в зимний период составляют – 2 м/с и 1 м/с.

3) Исследована повторяемость среднемесячной скорости ветра.

Можно сделать такие выводы: прибрежные станции – Анапа, Приморско-Ахтарск и Туапсе обладают наиболее высоким процентом повторяемости сильного ветра.

4) Проведен анализ распределения случаев со штормовыми ветрами по годам.

Станция Анапа выделяется высокими показателями дней с сильным ветром в сравнении с другими исследуемыми станциями. Максимальное количество дней на станции было зафиксировано в 1968 году – 200 случаев за год, а минимум ветренных дней был в 1973-1974 году – ноль случаев. В

среднем значения сохранялись от 40 до 50 за весь период. Это количество дней за год считается достаточно большим для района.

Все остальные станции имели наивысшие показатели в временном промежутке с 1968 по 1973 годы и постепенно уменьшались.

5) Проведено исследование роз ветров по сезонам.

Сделаем выводы конкретно по зимнему сезону, характерному для штормовых ветров.

В Приморско-Ахтарске и Краснодаре зимой ветры восточного направления, значение повторяемости ветра в Приморско-Ахтарске составляет 70%, а в Краснодаре 80%.

В Анапе преобладает южный ветер. В Туапсе наблюдается ветер с юго-запада. Значение повторяемости ветра в обоих случаях составляет около 45%.

В Армавире и Сочи в зимний сезон наблюдается ветер преимущественно юго-восточного направления. Повторяемость ветра в Армавире достигает 45%, а в Сочи около 75%.

В результате работы выявлено, что появление штормовых ветров на территории Краснодарского края связано с особенностями атмосферной циркуляции и горным рельефом. А также влияние южных и северных циклонов, проходящих преимущественно в зимнее время года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный сборник "Регионы России. Социально-экономические показатели", 2016г., http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_14p/Main.htm
2. Физическая география Краснодарского края. //Учебное пособие. Под ред. А.В. Погорелова. Кубанский гос. Университет, Краснодар, 2000г., 187 с.
3. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. // Под ред. Валькова В.Ф. Изд-во СКНЦ ВШ, 1995, 193 с.
4. Борисов В. И. Реки Кубани. // Краснодарское книжное изд-во, 1978
5. Экономическая география Краснодарского края. // Учебное пособие. Под ред. В.И. Чистякова. Краснодар, 2000
6. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. //Т. 1-3. Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб, изд-во «Летний сад», 2009
7. Интернет-ресурс <https://www.ventusky.com>
8. Л. И. Мезенцева. Гидрометеорологическое обеспечение судовождения погодные условия в циклонах и антициклонах. – 2014. – 48 с.
10. Н.А. Дашко Курс лекций по синоптической метеорологии. – 2005. – 523 с.
11. Ю. Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский. КРАТКОСРОЧНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ. Материалы по курсам Синоптическая метеорология и Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства. Казань 2008, 52 с.
12. Новороссийская бора / [Отв. ред. А. М. Гусев]. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. - 140 с.
13. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник-5-е изд., перераб, и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 528 с.
14. Андреева Е.С. Опасные явления погоды юга России. Под. ред. Карлина Л. Н. // СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2006. — 216 с.
15. Изд. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Паспорт гидрометеорологической безопасности Краснодарского края. Обнинск, 2017. – 117 с.

16. Архив Всероссийского Научно-исследовательского института Гидрометеорологической Информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ МЦД).

17. Интернет-ресурс <https://www.wetterzentrale.de>. Архив высотных карт погоды.