



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

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности
предприятий природопользования

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

На тему «Анализ связи ветрового режима в районах Новороссийска и Туапсе»

Исполнитель Загребина Татьяна Николаевна

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«23» 01 2020 г.

Туапсе
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Физико-географическое описание районов г. Новороссийска и г. Туапсе	5
1.1 Физико-географические условия г. Новороссийска.....	5
1.2 Физико-географические условия г. Туапсе	8
2 Атмосферная циркуляция в районе Новороссийск – Туапсе	13
2.1 Факторы формирования ветрового режима в исследуемом районе	13
2.2 Параметры ветра в районе Новороссийск – Туапсе	21
3 Связь ветрового режима Новороссийска и Туапсе.....	32
3.1 Сравнительный анализ ветрового режима рассматриваемых городов .	32
3.2 Сопоставительный анализ метеорологических показателей районов Новороссийска и Туапсе по данным за 2019 год.....	36
Заключение	45
Список использованной литературы.....	47

Введение

Ветровой режим формируется под воздействием крупномасштабных циркуляционных процессов. В Причерноморском регионе существенное влияние имеет приморское его положение и горный рельеф. Как следствие, годовой ход распределения направлений и скоростей ветра испытывает сильную пространственную изменчивость.

Данные о ветровом режиме используются при проектировании промышленных объектов, жилых и общественных зданий, при планировке и застройке городов и рабочих поселков. Параметры ветра оказывают положительные и отрицательные воздействия на сооружения, а также их эксплуатацию. Теплоотдача зданий и расход топлива в значительной степени зависят от скорости ветра. Чтобы обеспечить сооружению необходимую прочность, нужно правильно рассчитать ветровую нагрузку, действующую на здание. При учёте влияния ветрового режима в строительстве используются средние скорости ветра по направлениям, повторяемости штилей и максимальные скорости ветра. Большое значение имеет вероятность возникновения сильных ветров, которые могут наблюдаться один раз в год, а также в диапазоне от 5 до 50 лет.

Учёт режима ветра необходим не только в отношении различных сооружений. Данные о ветре и ветровой нагрузке существенны для работы различных видов транспорта: морского, железнодорожного, автодорожного и воздушного. Данные о скорости ветра прямо или косвенно используются в интересах сельского хозяйства, лесного хозяйства, рекреационной деятельности.

В Краснодарском крае и Краснодарском Причерноморье особенно суровые условия по ветровому режиму складываются в районах Тамани, Анапы, Новороссийска, Джубги и Туапсе. Ветровой режим в этой части Северо-Западного Кавказа исследуется многие годы. Однако еще остаются дискуссионные вопросы, в том, числе по прогнозированию параметров ветра.

Необходимы дополнительные усилия чтобы решать эти вопросы. Особого внимания заслуживают районы Новороссийска и Туапсе, поскольку здесь располагаются крупные порты, сосредоточена промышленная деятельность, развиты другие виды хозяйства.

Анализ и прогнозирование ветрового режима в отмеченном районе можно считать актуальной задачей в практическом плане и учебной исследовательской работе.

Объектом исследования в данной работе является ветровой режим в береговой зоне района Новороссийск- Туапсе.

Предметом исследования является закономерности ветрового режима, на метеостанциях Новороссийск и Туапсе.

Целью данной работы является выявление взаимной связи параметров ветра в исследуемых районах, особенно в прогностических целях.

Для реализации поставленной цели наиболее существенны следующие задачи:

- описание физико-географических условий районов Новороссийска и Туапсе;
- изучение крупномасштабных и местных факторов формирования ветров;
- сравнительный анализ ветрового режима на метеостанциях рассматриваемых городов;
- выявление особенностей изменений температуры воздуха, скорости ветра и осадков в течение 2019 г.

1 Физико-географическое описание районов г. Новороссийска и г. Туапсе

1.1 Физико-географические условия г. Новороссийска

Город Новороссийск расположен в умеренном теплом климатическом районе средиземноморского типа. Непосредственная близость Чёрного моря, горный хребет, защищающий Новороссийск от холодных северных и северо-западных ветров, оказывают сильное влияние на климат района. В зимнее время здесь господствуют воздушные массы умеренных широт, летом – тропических. В среднем за год бывает около 90 солнечных дней. Наибольшее их число наблюдается в летний сезон с мая по сентябрь, наименьшее – в зимний период с декабря по март.

Каждое время года имеет свои особенности, но резкой смены времён года не наблюдается. Средняя температура самого холодного месяца года (января) составляет $2,6^{\circ}\text{C}$, а в августе $23,7^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура равна $12,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры воздуха отмечен в феврале 1945 года: минус $20,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум равен 41°C и отмечен в июле 1970 года. Безморозный период составляет 232 дня в году.

Средняя температура морской воды колеблется в Новороссийской бухте зимой от $+7^{\circ}\text{C}$ до $+12^{\circ}\text{C}$, летом – от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$. Летом, особенно в августе, на побережье, а также над акваторией бухты возможно возникновение гроз и смерчей, а также сильных ливней, которые могут вызывать наводнения.

Осадки в течение года выпадают неравномерно. Наибольшее количество их бывает зимой, наименьшее летом. Среднегодовое количество осадков по многолетним наблюдениям составляет 139 мм. Снежный покров в городе Новороссийске - довольно редкое явление. Максимальное число дней в году со снежным покровом -14, это наблюдается в январе. Средняя высота снежного покрова составляет 2 см.

Район города Новороссийска характеризуется повышенными скоростями ветра по сравнению с большинством других районов Краснодарского края. Среднегодовая скорость ветра составляет 4,6 м/с. Наибольшие скорости ветра

наблюдаются зимой, с декабря по март, наименьшие – в летний период, с мая по июль. В отдельные годы скорость ветра северо-восточного направления достигает 50 м/с. Преобладающие направления ветров в течение большинства месяцев года северо-восточное и южное [7, с. 118].

Ежегодно, чаще всего с ноября по март, в районе Новороссийска может возникать шквальный северо-восточный ветер, который называют норд-ост или бора. Он возникает при вторжении на Черноморское побережье холодного воздуха с Северо-Кавказского плато. При возникновении норд-оста происходит резкое понижение температуры воздуха (за считанные часы температура может понизиться на 10 – 15 градусов). В течение двух-трёх суток (и до нескольких недель) Новороссийская бухта становится несудоходной. Скорость ветра достигает 30 – 70 м/с, поэтому на время шторма суда вынуждены выходить в открытое море. Повторяемость этих ветров в среднем за год по многолетним наблюдениям равна 19,8 %. В течение года отмечается увеличение повторяемости слабых ветров от зимы к лету. Наиболее вероятны (90-94 %) слабые ветры летом в утренние часы [25].

Новороссийский район приурочен к области северо-западных отрогов Кавказского хребта. Основными геоморфологическими элементами являются Маркотхский и Кацехурский хребты, прослеживаемые в северо-западном направлении и разделённые широкой долиной, именуемой Атакаевской щелью. Маркотхский хребет, к которому приурочены месторождения цементного сырья, простирается вдоль Черноморского побережья, постепенно понижаясь в северо-западном направлении. Абсолютные отметки хребта уменьшаются в этом направлении с 559 м у Новороссийска, до 373 м у посёлка Верхнебаканский. Юго-западный склон Маркотхского хребта более крутой, чем северо-восточный, что обусловлено условиями залегания и литологическими свойствами пород, слагающих склоны. Хребет расчленён многочисленными долинами и балками, большая часть которых является сухими.

Несколько параллельных хребтов, именуемых Черноморской цепью,

относятся к низкогорьям, поскольку не превышают 1000 м над уровнем моря. Хребты тянутся от Анапы до Туапсе. С северной стороны город Новороссийск прижат к морю Маркотхским хребтом, который тянется ещё на 50 км на юго-восток вплоть до Геленджика. В юго-западной части город окаймлён отрогами Навагирского хребта, подходящими к городу с северо-запада, от района Анапы. Самая высокая точка Навагирского хребта на территории Новороссийска – гора Колдун (447 м). Самая высокая точка Маркотхского хребта на территории Новороссийска – гора Сахарная голова отметкой 558 м. По другую сторону Цемесской бухты продолжением этих гор является хребет Туапхат с вершиной Дооб высотой 425 м над уровнем моря.

Горы защищают город от холодных воздушных масс, идущих с континента. По центру Новороссийска протекает узкая и неглубокая река Цемес. Она проходит через индустриальную часть города. В юго-восточной части города находится озеро Солёное, которое в народе называют лиманом. Оно примечательно тем, что от моря его отделяет узкая полоса Суджукской косы. В 14 км от Новороссийска находится самое большое пресноводное озеро Краснодарского края - Абрау.

Течения в Цемесской бухте в основном возникают под действием ветра и вследствие изменений уровня воды в результате сгонно-нагонных явлений. Однако даже в штилевую погоду имеют место течения, как на поверхности, так и у дна. В упрощенной схеме поверхностные течения в основном совпадают с направлением действующего ветра, а у берега отклоняются в сторону острого угла прибоя волн (угол между линией берега и направлением ветра). Направление течений зависит от продолжительности, силы и направления ветра. При определённых условиях течения могут быть направлены и против действующего ветра [12, с. 211].

Среднегодовая температура воды на поверхности Цемесской бухты 14,4°C. В отдельные годы наблюдаются её колебания от 12,8°C до 15,3°C. Летом максимальная среднемесячная температура воды колеблется от 21,0°C до 24,0°C. Зимой среднемесячные температуры воды колеблются от 6,5°C до

14,2°C. За длительный период наблюдений наиболее высокая температура воды наблюдалась около 28,0°C, а наиболее низкая - около 0°C. В тёплую половину года температура воды устойчива (отклонения от среднего многолетнего уровня не превышают $\pm 2^\circ\text{C}$; зимой температура воды менее устойчива и отклонения от среднего уровня достигают $\pm 3^\circ\text{C}$. Температура воды может существенно изменяться даже в течение суток. Общее количество дней с температурой выше 20,0°C - 112. У дна средняя многолетняя температура воды положительна (от 11,2 до 12,2°C) [25].

В Новороссийской бухте южные ветры зимой вызывают повышение, а летом - понижение температуры воды. Северные ветры летом способствуют охлаждению воды по всей толщине, а зимой вызывают понижение температуры воды на поверхности и её повышение у дна вследствие компенсации глубинных вод при сгоне. Только в отдельных случаях при сильном северо-восточном ветре наступает охлаждение воды в бухте по всей толще.

Солёность морской воды колеблется в среднем по месяцам незначительно. Среднегодовая солёность составляет 16,5‰. Зимой её среднемесячная величина падает до 14,1‰ (в связи с паводками реки при интенсивных осадках). Летом и осенью солёность растёт до 17‰. Максимальная амплитуда колебаний среднемесячной солёности 7,3‰ (январь), а минимальная – 0,2‰ (октябрь). Из срочных наблюдений максимальная солёность достигала 19,0‰, а минимальная – 2,0‰ [3, с. 232].

1.2 Физико-географические условия г. Туапсе

Туапсинский район, с центром в городе Туапсе, протянулся вдоль моря на 91 км от села Шепси до села Бжид Джубского района, а в ширину, в горы, на 68 км до села Афпостик. Площадь Туапсинского района 2366,4 кв. км [26, с. 28]. Территория района занята Главным Кавказским хребтом и его отрогами. Горы низкие, их средняя высота 500-700 метров над уровнем моря. Они круто спускаются к побережью, образуя отвесные обрывы и террасы. В береговой

зоне имеются неширокие галечные и частично песчаные пляжи. Наиболее высокие вершины в границах района: Большое Псеушхо-1098 м, Шепси – 1844м, Два брата-1000м, Семашко -1024 м. Вечно снежных вершин и ледников нет. Снежный покров даже на самых высоких горах неустойчив и неглубок, держится сравнительно короткое время. Только в балках снег достигает глубины до 6 м. Сильные морозы в горах ослабевают по мере снижения их к морю. В Туапсе снег лежит несколько дней, а иногда всего несколько часов.

Все горы и террасы, а также дно моря сложены светло-серыми известково-глинистыми сланцами, «трескунами» по местному выражению. Это - известковые мергели, темно-серые мелкозернистые песчаники, глинистые сланцы, кое-где меловые отложения. Для района характерно большое количество осыпей и оползней [24].

Склоны гор изрезаны многочисленными глубокими ущельями, и балками, по дну которых текут ручьи и речки. Они сливаются в более глубокие короткие реки, впадающие в Черное море. Наиболее крупные реки района: Джубга, Шапсухо, Нечепсухо, Ту, Небуг, Агой, Паук, Туапсе, Дедеркой, Шепси. Во время ливней и больших паводков эти реки превращаются в бурные потоки. Они ломают мосты, смывают поваленные деревья и часто заносят галькой речные поймы. Во время бурных паводков реки выносят массу пород - щебенку, камни, обломки от осыпей. В такое время реки причиняют немало бедствий. В тоже время, речные наносы способствуют образованию пляжей в береговой зоне.

С прекращением дождей уровень воды спадает. Реки мелеют, а в летнюю жару даже пересыхают. Особенно характерна в этом отношении река Ту, протекающая около села Ольгинка [25]. Сток реки Туапсе отличается стабильностью. Город располагается в вершине Туапсинской бухты куда впадают реки Туапсе и Паук.

Вследствие значительной высоты истоков и малой протяженности реки Туапсинского района отличаются большими уклонами. Ложе русла у них обычно каменистое или галечниковое, а долины, особенно в верхнем течении,

имеют облик каньонов.

Все реки района имеют преимущественно дождевое питание. Максимальный сток здесь совпадает с максимумом дождей и приходится на зимний период. Реки относятся к средиземноморскому типу водного режима. К этому типу относится река Туапсе. Истоки реки находятся на южном склоне Большого Кавказа. Она питается атмосферными осадками и грунтовыми водами. Бассейн реки характеризуется следующими параметрами: площадь водосбора - 352 км², длина - 35 км, среднегодовой расход воды у города Туапсе - около 14м³/с. За год река выносит в Чёрное море 0,5 ·10⁹ м³ воды и более 0,2 млн. тонн взвешенных веществ [25].

Соленость морской воды на поверхности моря в прибрежной зоне меняется в течение года, максимум – 17,6 ‰ в сентябре, минимум – 15 ‰ в апреле. В изменении солености большую роль играют осадки. Среднегодовая соленость составляет 16 ‰ [25].

Уровень Черного моря выше уровня Средиземного в связи с большим поступлением речных вод. За последние сто лет отмечено повышение уровня воды в море на 20-50 см. Годовая амплитуда его колебаний составляет 18 см со средним максимальным уровнем – 143 см в июне-июле, минимум – 125 см в октябре-ноябре. Суточные колебания уровня моря выражены слабо. Они составляют в среднем 3-4 см. Течения на поверхности моря в районе Туапсе имеют два основных направления. Одно – в сторону Новороссийска, другое – в сторону Сочи. Наибольшая скорость течения, наблюдавшаяся в районе Туапсе, составляет 100-102 см/с.

Температура поверхности черноморских вод зависит главным образом от географического положения района, от преобладающих морских течений и атмосферной циркуляции. На распределение температуры в прибрежных водах района оказывают воздействие Кавказские горы, защищающие от холодных ветров, поверхностное течение, которое приносит теплые водные массы. Большое число ясных дней и способность моря к аккумуляции тепла создают условия, при которых среднегодовая температура поверхностного слоя воды

(15,7°C) выше среднегодовой температуры воздуха (14,0°C).

Для моря в районе Туапсе характерны резкие понижения температуры воды. Наиболее часто это проявляется в мае – октябре, когда на фоне высоких температур (20-23°C) происходит резкое охлаждение поверхностных вод у берега. В течение суток температура понижается на 8-11°C. Причиной таких колебаний является северо – восточный ветер. Резкое понижение температуры часто сопровождается обратным юго - восточным течением. Суточные колебания температуры воды на поверхности выражены слабо. С глубиной температура воды понижается. В слое от 30 до 60 м она достигает своего минимального значения (7 – 8°C). Море, снижая летние максимумы и повышая зимние минимумы температуры, оказывает смягчающее воздействие на климат Туапсинского района [24].

Условия циркуляции атмосферы над Черным морем и связанные с ними погодные условия имеют хорошо выраженные сезонные различия.

Летом на Черное море распространяется отрог субтропического (Азорского) антициклона, в связи, с чем преобладают длительные периоды ясной и сухой погоды. Изменчивость температуры воздуха во времени в летние месяцы значительно меньше, чем зимой.

В генезисе климата существенная роль принадлежит рельефу, под влиянием которого видоизменяются все атмосферные процессы и, в первую очередь, циркуляция воздушных масс [5, с. 201]. Кавказский хребет является климатической границей между Северным Кавказом и Закавказьем (рисунок 1).

Благодаря влиянию рельефа Черноморское побережье Кавказа относится к зоне субтропиков - как наиболее северная территория этой зоны в Евразии. Система хребтов Большого Кавказа, большое количество долин, ущелий, котловин создают сложную циркуляцию воздуха внутри горной системы. Летом из-за термической неоднородности долин и склонов гор возникает горно-долинная циркуляция.

При переваливании хребтов влажными воздушными массами формируются фёны – тёплые сухие ветры, спускающиеся с гор.



Рисунок 1 – Карта Краснодарского края [10]

В предгорной зоне Северного Кавказа перед орографическими препятствиями происходит задержка холодных масс воздуха, их стационарирование и нередко обострение атмосферных фронтов [15, с. 48].

На севере Черноморского побережья, где высота хребтов невелика, нередко происходит прорыв тяжёлых холодных масс воздуха к побережью. В результате здесь наблюдается очень сильный ветер – бора, которая особенно заметно проявляется в холодный период года в районе Новороссийска [19]. Эти вопросы более обстоятельно рассматриваются в главе 2.

2 Атмосферная циркуляция в районе Новороссийск – Туапсе

2.1 Факторы формирования ветрового режима в исследуемом районе

Неравномерное изменение высотного барического поля вызывает сходимоссть или расходимоссть изогипс и изменения их кривизны. Возникает вихревой компонент в виде циклонических и антициклонических образований. Вихревой компонент усиливается при взаимодействии атмосферы с различно нагретыми зонами водной поверхности.

Поэтому в тех районах, где создаются условия для интенсивной адвекции холодных и тёплых воздушных масс, имеет место существенное динамическое изменение давления, что влечёт за собой образование мезомасштабных систем ветров.

Их названия связаны либо с их направлением, либо с сопровождающими их явлениями погоды. Различают четыре группы факторов, формирующих местные ветры:

Радиационный фактор связан с радиационным балансом участка. Для заданной широты и времени года влияние этого фактора на местные ветры проявляется через их суточные колебания [13, с. 217].

Циркуляционный фактор – это характер барического поля над районом. Он проявляется через направление барического градиента и кривизну изобар в свободной атмосфере над территорией развития местных ветров.

Атмосферное давление подвергается значительным непериодическим изменениям. Однако по средним многолетним данным зимой давление несколько выше, чем летом. Среднее месячное давление составляет:

- в Новороссийске - 1019,8 и 1010,7 млбр;
- в Туапсе - 1019,8 и 1010,9 млбр.

Максимум атмосферного давления наблюдается зимой (январь), минимум – летом (июль). Для давления воздуха, как и для других метеорологических показателей, характерны суточные и годовые колебания.

В соответствии с обобщающими климатологическими исследованиями

циркуляционные условия региона определяются сезонными смещениями таких звеньев общей циркуляции в атмосфере, как умеренная зона западного переноса и субтропическая зона повышенного давления с разделяющим их полярным (умеренным) фронтом.

Циркуляционная специфика региона, по сравнению с более южными регионами средиземноморской субтропической области, обуславливается пограничным его положением с зоной умеренного климата [17, с. 219].

Существенное влияние на циркуляционные процессы оказывает теплообмен Чёрного моря с атмосферой. В весенне-летнее время море аккумулирует тепло и стабилизирует атмосферу, а в осенне-зимний период море отдаёт тепло и активизирует атмосферную циркуляцию.

Специалисты по синоптической метеорологии разработали несколько типизаций циркуляционных процессов Черноморском регионе, которые охватывают все сезоны года. Наиболее обстоятельная типизация была разработана в конце прошлого столетия метеорологом- профессионалом преподавателем ТГМТ И.В. Кильдышем. Рассмотрим эту типизацию по данным работы (Сергин и др. 2001 год). Она включает шесть сравнительно устойчивых синоптических ситуаций [11, с. 166]

Циклон с юго-запада. Как правило, он зарождается над Средиземным морем, перемещается на Чёрное море и уходит на северо-восток. Он кратковременно, на 1-2 дня, ухудшает погоду, вызывая обильные осадки и сильные юго-восточные ветры.

Если над степями Северного Кавказа располагается область повышенного давления, то южный циклон становится малоподвижным и окклюдирует. Фронт окклюзии протягивается вдоль Черноморского побережья Северного Кавказа, подпитывается влажным воздухом со стороны Чёрного моря и вызывает ненастную погоду с обильными осадками и юго-восточным ветром (рисунок 2).

Наиболее часто южный циклон наблюдается в холодную половину года, когда Чёрное море отдаёт тепло и влагу. Это барическое образование иногда называют черноморской депрессией [19, с. 115].

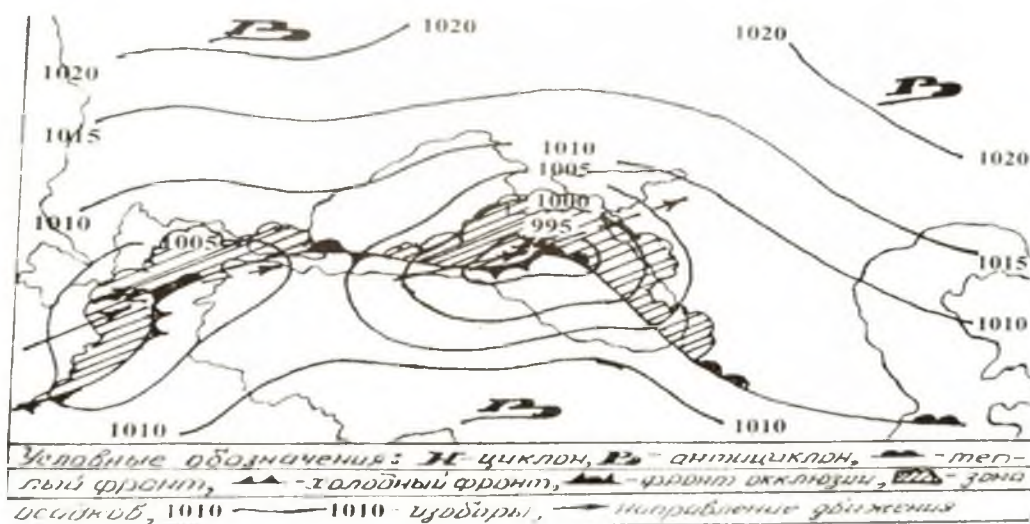


Рисунок 2 – Циклон с юго-запада [11, с. 168]

Циклон с северо-запада и запада. Проходит на территорию Черноморского побережья с Атлантики, в виде «ныряющих» циклонов. Для них характерна активность фронтальных зон и большая скорость перемещения (рисунок 3).

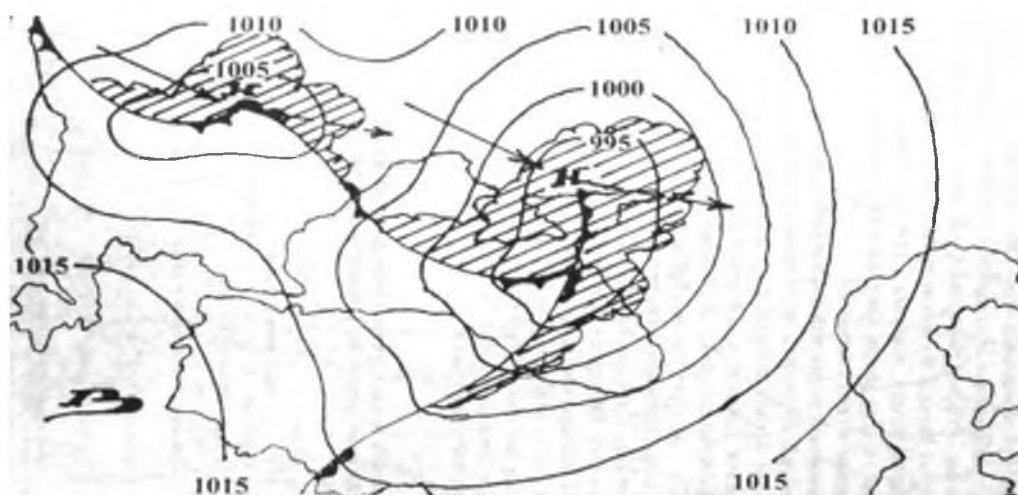


Рисунок 3 – Циклон с северо-запада и запада [11, с. 168]

Гребень с северо-востока и востока. В значительной мере определяет погоду холодного периода года, особенно в новороссийском климатическом районе. Гребень является отрогом антициклона, возникающего над Восточной Европой или даже сибирского антициклона. При наличии над юго-восточной частью Чёрного моря барической депрессии в береговой зоне возрастают градиенты давления и усиливается северо-восточный ветер (норд-ост). При

этом наблюдается «обвал» холодного воздуха и резкое похолодание до отрицательных температур $-10...-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. В районе Новороссийска этот процесс проявляется особенно активно и получил название новороссийской боры. Продолжительность действия гребня обычно составляет 5-7 дней, но изредка достигает одного-двух месяцев, с краткими переборами (рисунок 4).

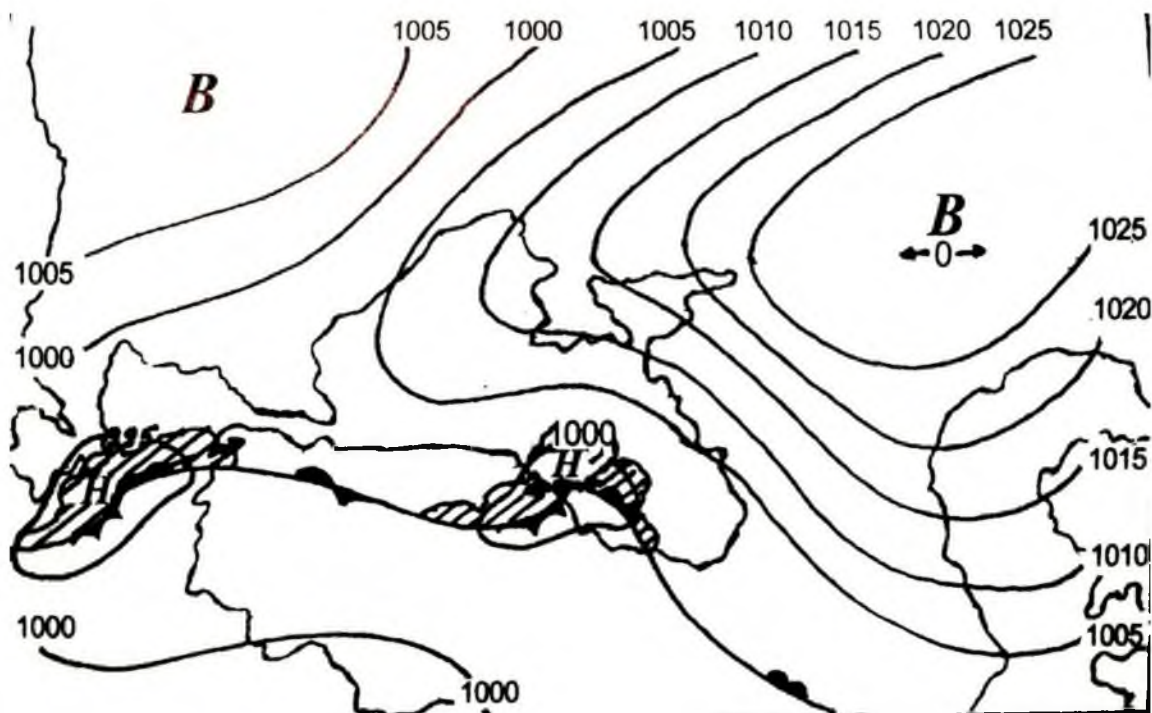


Рисунок 4 – Гребень с северо-востока и востока[11, с. 169]

Гребень с запада и юго-запада. Барическое образование того типа связано с антициклонами, которые распространяются из области формирования азорского максимума (рисунок 5). Над Черным морем устанавливается тихая и малооблачная погода, типичная для теплой половины года. Такая синоптическая ситуация благоприятствует развитию бризовой и горно-долинной циркуляции со скоростью ветра 3-5 м/с и более. В горной зоне могут развиваться кучевая и кучево-дождевая облачность, грозы и ливни. Влияние описываемого гребня продолжается в течение 2-3 недель, изредка до месяца.

Малогradientное барическое поле. Условия размытого барического поля обычно возникают после прохождения активных процессов, как правило циклонов. Рассматриваемая барическая ситуация характеризуется слабыми ветрами и переменной облачностью: зимой – слоистообразной, летом –

кучевой [18].

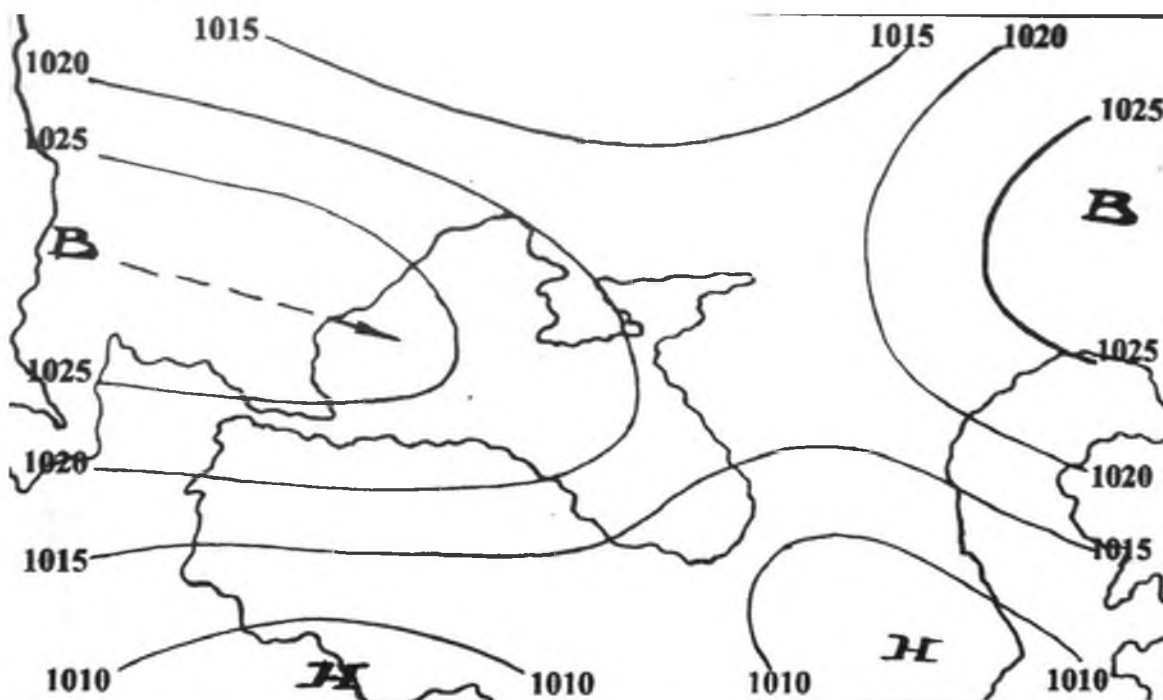


Рисунок 5 – Гребень с запада и юго-запада [11, с. 170]

Погодные условия при малоградиентном барическом поле подобны погодным условиям при влиянии гребня с запада и юго-запада (рисунок 6).

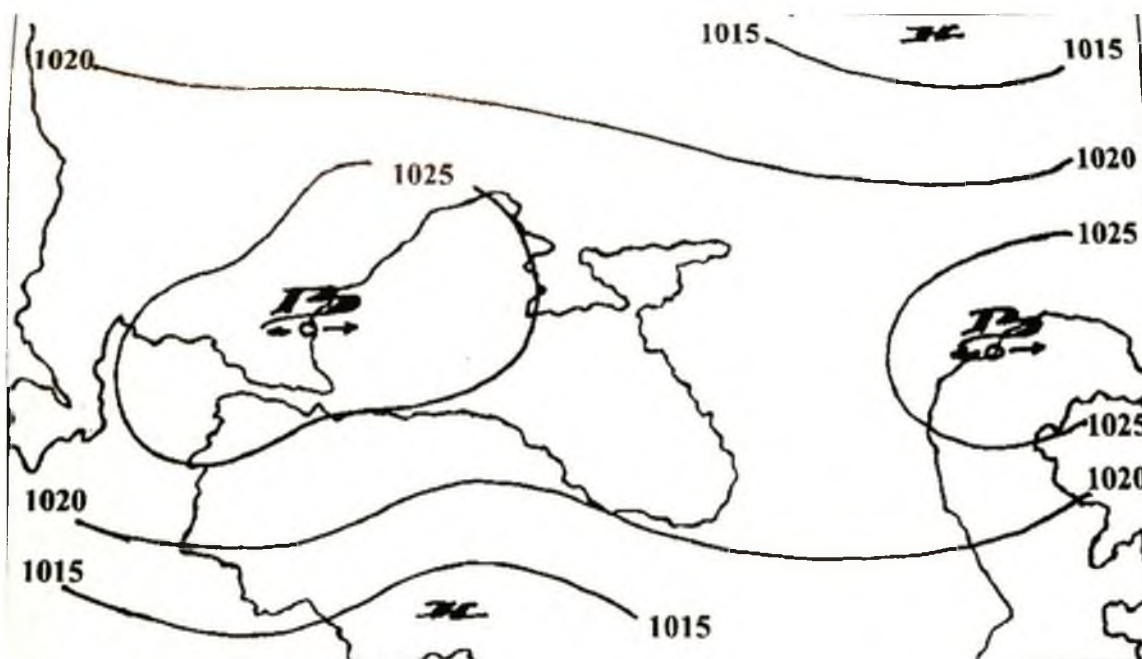


Рисунок 6 – Малоградиентное барическое поле [11, с. 170]

Стационарный циклон над Черным морем. Эту циркуляционную структуру называют «черноморской депрессией». Обычно она возникает из

циклона, который смещается со стороны Средиземного моря, становится малоподвижным и задерживается над Черным морем, не переваливая через Главный Кавказский хребет. Стационарный циклон находится в заключительной стадии развития, его фронт окклюзии протягивается вдоль Черноморского побережья Кавказа. В системе этого циклона взаимодействуют тёплый влажный воздух, поступающий с юга, и холодный воздух, притекающий с северо-запада. Как следствие, циклон не заполняется, фронт окклюзии остаётся активным (рисунок 7).

Отметим, что с Черноморской депрессией обычно связана мощная (до 10 баллов) слоисто-дождевая облачность, часто маскирующая кучево-дождевые облака. В зоне фронта выпадают интенсивные обложные дожди, иногда ливневые. Пасмурная, дождливая с юго-восточными штормовыми ветрами погода сохраняется длительное время, обычно 5-7 дней, нередко до двух недель [11, с. 170].

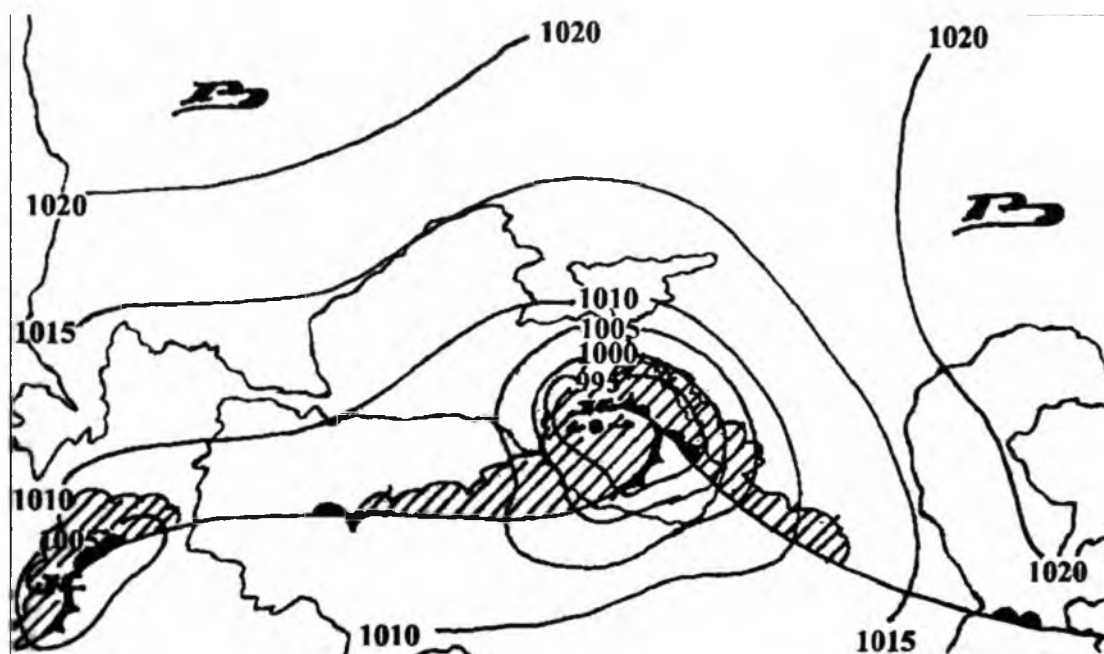


Рисунок 7 – Стационарный циклон над Черным морем [11, с. 172]

Этот тип циркуляции зачастую «ответственен» за опасные и катастрофические события на реках исследуемого района, упомянутых в главе 1 данной работы.

Важными объектами циркуляции над Черным морем являются центры

действия атмосферы или области повышенного (пониженного) давления на картах среднего давления. Эти области, отмеченные в данном географическом районе в течение всего года, принято называть постоянными (или переменными) центрами действия атмосферы [14].

К постоянным ЦДА, влияющим на климат Черноморского побережья, относятся центры глобального масштаба:

- азорский и сибирский максимумы,
- исландский и алеутский минимумы.

К сезонным ЦДА относят циркуляционные структуры, формирующиеся над континентом:

- сибирский максимум (зимний),
- азиатский минимум (летний).

Крупнейшие различия ветрового режима наблюдаются при переходе от акватории к территории региона, от новороссийского климатического района к сочинскому, от долин к водоразделам.

Повторяемость ветров северных, восточных, западных и северозападных в течение всего года в районе Туапсе невелика и в среднем за год колеблется от 4 до 6%. Повторяемость юго-восточных и юго-западных ветров в среднем составляет от 12 до 20%. Средняя годовая скорость ветра в районе Туапсе — 4,5 м/сек. Наиболее высокие средние скорости почти в течение всего года имеют юго-восточные ветры. Особенно значительно увеличивается скорость этих ветров в январе, феврале, ноябре и декабре и составляет 8-10 м/сек. В эти же месяцы года довольно велика и средняя скорость юго-западных ветров - 5-10 м/сек. Юго- восточные ветры имеют самую высокую среднюю годовую скорость, северо-западные, напротив, самую низкую. Наиболее сильными в районе Туапсе являются юго-восточные и северо-восточные ветры. Их максимальные скорости составляют от 16 до 40 м/сек [11, с.152].

В январе, феврале, ноябре и декабре наибольшую повторяемость имели северные, северо-восточные и юго-восточные ветры. В марте повторяемость северо-восточных ветров уменьшилась, но зато возросла повторяемость южных

и юго-западных ветров. В период с апреля по июнь повторяемость ветров южной половины горизонта была выше, нежели ветров северной половины горизонта. В июле и особенно в августе, сентябре и октябре ветры юго-восточные, южные наблюдались все реже, а северные и северо-восточные все чаще. Во все месяцы года наиболее редко отмечались восточные, северо-западные и западные ветры.

Внутригодовой ход скорости ветра характеризуется увеличением её в холодное полугодие. В феврале-марте, когда усиливается неоднородность барического поля над западной частью Евразии, скорости ветра в степных районах края максимальные. В это время наиболее велика вероятность образования сильных ветров (более 15 м/с).

Влияние подстилающей поверхности, вследствие сложной орографии, сказывается в крае очень сильно. Территория расположена частью – на равнине Западного Предкавказья, частью в предгорьях и горах западной части Большого Кавказа, что в конечном итоге вносит большие изменения в общий перенос воздушных масс [9, с.248].

Крупномасштабные движения воздуха, связанные с неравномерностью атмосферного давления, формируют общую циркуляцию атмосферы. Она создаёт фоновые поля ветра, определяя режим ветра на больших территориях земного шара. Однако под влиянием целого ряда факторов фоновые поля могут значительно деформироваться, что приводит к высокой изменчивости ветра как в пространстве, так и во времени.

Поскольку в формировании поля приземного ветра заметное влияние оказывает сила трения, то характер воздушного потока зависит от условий подстилающей поверхности. Чем больше её шероховатость, тем сильнее искажение поля ветра [14, с. 98].

Очень существенное усиление ветра происходит при попадании воздушного потока в суживающееся орографическое ложе, например, между двумя сближающимися горными хребтами. При продвижении воздушного потока в таких условиях ему приходится проходить через все более узкое

поперечное сечение. Так как масса воздуха, проходящая через такое сечение, не должна меняться, то скорость потока должна увеличиваться.

В процессе движения и развития циклонические и антициклонические образования, воздушные массы и фронты испытывают непрерывное воздействие подстилающей поверхности. Холодный воздух легко проникает в бассейн Кубани, поскольку к северо-западу, северу и северо-востоку от него нет значительных горных препятствий. Горные массивы Кавказа, почти полностью приостанавливая движение холодного воздуха к югу, способствуют накоплению его перед горами и увеличению его вертикальной мощности. свободно распространяется на бассейн Кубани и тёплый воздух с юга и юго-запада, довольно легко преодолевая горные хребты, особенно севернее Туапсе, где высота их невелика. При прохождении через более высокие горные системы, располагающиеся южнее Туапсе, на температуре и влагосодержании тёплого воздуха в значительной мере сказывается фёновый эффект. Фёновые явления способствуют быстрому сходу снега весной и соответственно увеличению паводка на реках [11, с. 110].

В холодное время года, вследствие увеличения термических различий между полюсом и экватором, наиболее ярко выражен общий западный перенос в атмосфере над Европой. Проходящие средиземноморские циклоны, приносят тёплый влажный воздух, осадки, сильные порывистые ветры южных румбов. Доступность края, как для холодных, так и для тёплых воздушных масс, и расположение его на границе между тёплыми южными морями и холодным континентом определяет резкие изменения погоды и большие колебания температуры, как в течение конкретного месяца или сезона, так и на протяжении ряда лет [11, с. 171].

2.2 Параметры ветра в районе Новороссийск – Туапсе

Перейдем к конкретизации сведений по ветру в исследуемом районе. Нас будет интересовать связь параметров ветра по Новороссийску и Туапсе. Ситуацию

в Туапсе можно (пока условно) считать функцией по отношению к району Новороссийска. По мнению Н.С. Темниковой, С.Я. Сергина и ряда других авторов Туапсе входит в состав Новороссийского климатического района. Данные по нему логично считать аргументом по отношению к району Туапсе. Ввиду этого рассмотрим, прежде всего, сведения о ветровом режиме в Туапсе.

В таблице 1 представлены данные наблюдений по направлению ветра, средней и максимальной его скорости в Туапсе. Период анализа составляет с 2007 по 2018 год.

Таблица 1 –Повторяемость ветра по направлениям в г. Туапсе (%)

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Месяцы									
I	4	44	5	29	6	7	4	2	5
II	5	38	4	30	7	10	3	3	6
III	5	36	3	26	8	13	5	4	9
IV	5	27	4	27	10	15	6	6	15
V	5	28	4	24	10	16	7	7	13
VI	5	30	5	17	9	17	10	7	10
VII	6	38	5	11	6	19	9	6	10
VIII	5	46	4	9	6	15	8	7	10
IX	8	56	2	6	6	12	5	5	8
X	8	54	3	12	5	11	4	3	7
XI	6	51	4	20	5	8	2	3	7
XII	4	49	4	26	6	6	2	2	6
Год	6	42	4	19	7	12	5	5	9

В период 2007-2018 гг. наиболее часто наблюдались северо-восточные ветры, около 42%, а 38% всех случаев с ветром приходилось на долю юго-восточных, южных и юго-западных ветров (рисунок 8). Преобладающим направлением в Туапсе является северо-восточное. Следующим по величине повторяемости выступает юго-восточное направление (19%). Наименьшей повторяемостью обладали ветра западного, северо-западного и восточного

направления, около 5-4% всех случаев.

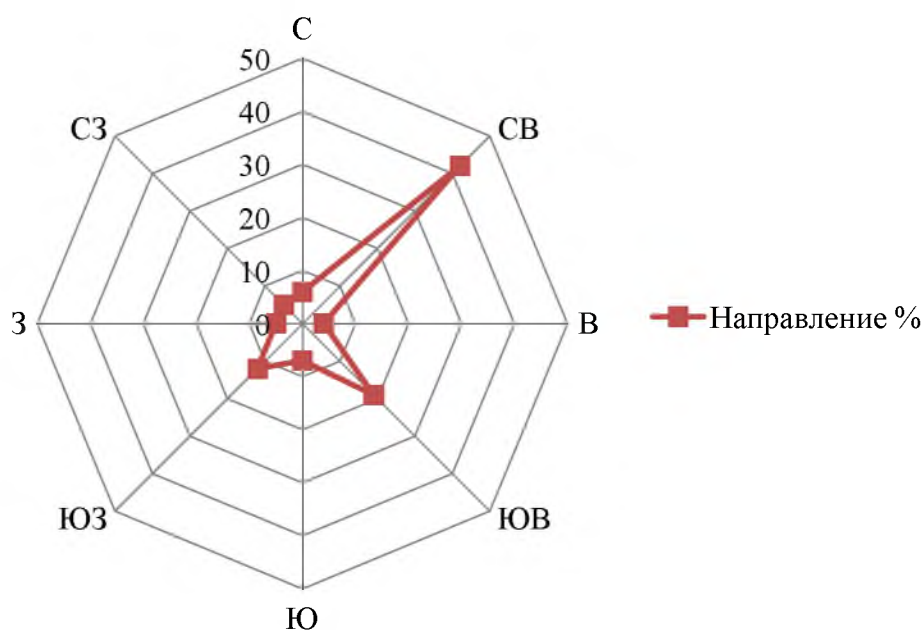


Рисунок 8 – Направления (роза ветров) на МС Туапсепо средним многолетним данным

Штилевая погода, согласно таблице 1, наблюдалась в 9% случаев наблюдений за год. Отмечаются особенности в годовом ходе, изображенные на гистограмме повторяемости штиля по месяцам (рисунок 9).

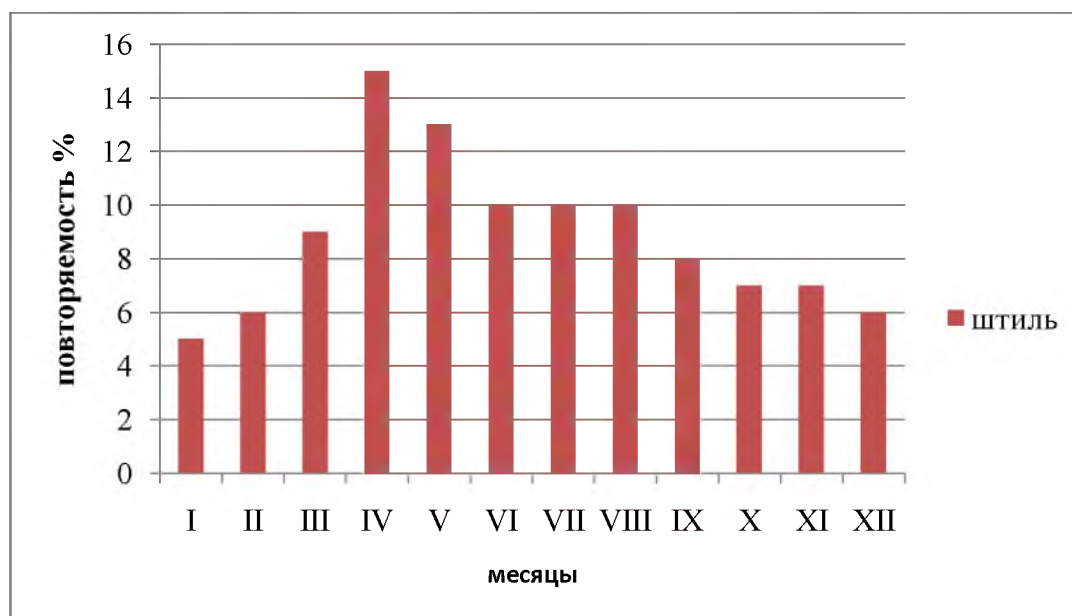


Рисунок 9 – Повторяемость штилей на МС Туапсе

Самым маловетренным месяцем является апрель – 15% случаев штиля.

Следующим по количеству штилей является май -13 %. Далее в годовом ходе отмечается увеличение ветреных дней. Минимум штиля приходится на январь – 5%. Таким образом, зимние месяцы характерны большими значениями скорости ветра.

В таблице 2 представлены данные наблюдений за скоростью ветра. Будем рассматривать среднюю скорость и максимальную из средних.

Таблица 2 –Скорость ветра на МС Туапсе за 2007-2018 гг.(м/с)

Скорость	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
сред.	5,7	5,1	4,3	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,5	4,2	4,8	5,6	4,0
макс.ср.	7,3	6,7	6,0	4,3	4,9	4,4	4,4	4,0	5,1	6,2	7,0	7,4	5,0

Из таблицы следует, что средняя и максимальная из средних скорость ветра относительно велика в зимние месяцы и существенно уменьшается в летние месяцы. Более детальное отображение данных показано на рисунке 10.

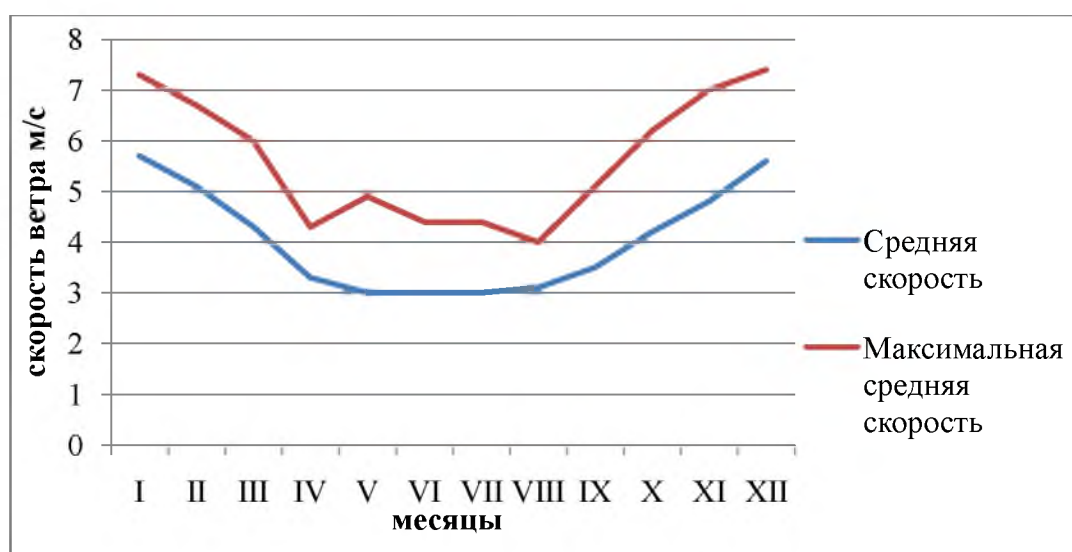


Рисунок 10 – Скорость ветра на МС Туапсе

Изменение скорости ветра имеет плавный годовой ход с постепенным увеличением средних скоростей в осенний период и убыванием с января по апрель. Наибольшие значения средней скорости отмечаются в январе (5,7 м/с) и декабре (5,6 м/с), а минимум - в летние месяцы (в августе – 4 м/с).

Скорость ветра в годовом ходе изменяется по направлениям. В таблице 3

представлены данные по восьми основным румбам.

Таблица 3 – Средняя скорость ветра по направлениям (румбам)

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	3,7	5,0	3,7	7,1	6,6	5,5	3,9	2,7
II	3,6	4,7	3,8	6,7	5,8	4,5	4,2	2,6
III	3,6	4,8	3,1	5,7	4,6	3,7	3,0	2,6
IV	2,8	3,6	2,8	4,4	3,7	3,0	2,7	2,2
V	2,5	3,5	2,3	3,6	3,0	3,0	2,8	2,5
VI	2,4	3,2	2,5	3,7	3,2	3,2	3,0	2,6
VII	2,7	3,4	2,5	3,5	2,9	3,4	3,2	2,8
VIII	2,7	3,4	2,5	3,7	3,1	3,3	3,0	2,7
IX	3,2	4,0	3,1	3,5	3,4	3,7	3,1	2,5
X	3,4	4,4	3,1	5,7	4,4	4,2	3,1	2,4
XI	3,9	4,4	3,2	6,7	5,9	5,1	3,3	2,8
XII	3,4	4,6	3,9	7,5	7,8	6,2	4,5	2,4
сред.	3,2	4,1	3,8	5,2	4,5	4,1	3,3	2,6

Скорость ветра распределяется неравномерно. Выделяются В и ЮВ румбы с наибольшими скоростями, а также СЗ направление с минимальной скоростью. Детализация распределения скоростей по румбам показана на рисунке 11.

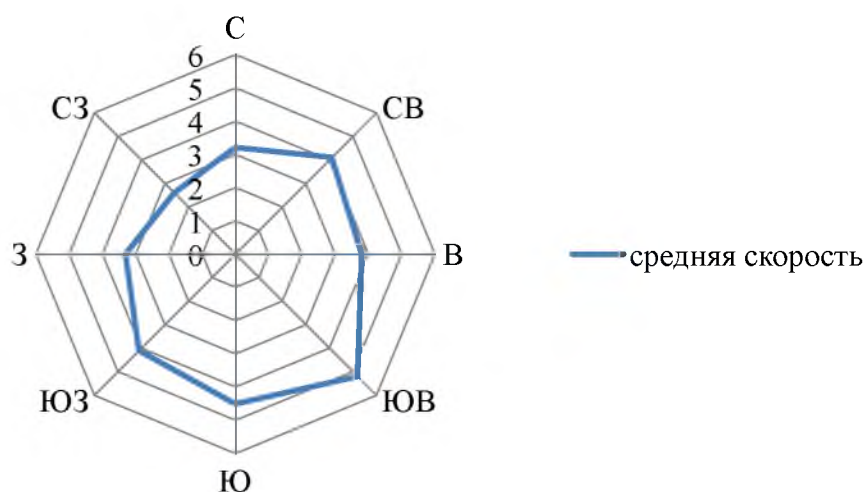


Рисунок 11 – Скорость ветра по направлениям на МС Туапсе

Максимальными скоростями отличаются ветры юго-восточного

направления, также всего южного сектора.

Средняя скорость ветра в районе Туапсе в общем невелика в течение всего года и в период с апреля по сентябрь она изменяется в пределах 3,0-3,5 м/сек; в марте и октябре, ноябре - в пределах 4,2-4,8 м/сек; в январе, феврале и декабре - в пределах 5,1-5,7 м/сек. Средняя месячная скорость ветра имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в холодное время года и минимумом в теплое. В месяцы с наименьшими скоростями ветра, как правило, наблюдается наибольшее количество штилей.

Средняя скорость ветра любого направления в общем небольшая и изменяется в пределах 2,2 м/сек - 7,8 м/сек. Первая наблюдалась в апреле, ветер северо-западный, вторая - в декабре, ветер юго-восточный (7,5), южный (7,8). Наибольшими средними скоростями во все месяцы года обладают, как правило, юго-восточные ветры, но если не юго-восточные, то либо южные, либо юго-западные и лишь в четвертую очередь северо-восточные ветры. Самая низкая средняя скорость в период с января по апрель и с сентября по декабрь бывает у северо-западных ветров, а в период с мая по август - или у северных или у восточных ветров. Еще можно отметить, что в холодное время года по всем направлениям средняя скорость несколько больше, чем в теплое.

Наряду со средними величинами скорости ветра интерес представляют повторяемости различных ее градаций. В таблице 4 дана процентная повторяемость скорости ветра по градациям во все месяцы года.

Таблица 4 – Повторяемость скорости ветра на МС Туапсе по градациям (%)

Месяц Градация м/сек	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0-1	9	10	15	23	26	22	22	18	15	13	12	8	16
2-3	28	29	35	42	47	50	49	50	48	41	33	29	40
4-5	24	24	23	20	17	18	19	22	23	24	24	24	22
6-7	14	14	13	8	5	6	6	6	7	9	12	13	9
8-9	5	5	4	3	2	1	1	2	2	4	5	6	3

Продолжение таблицы 4

10-11	10	11	5	3	2	2	2	1	3	5	8	11	5
12-13	4	3	2	1	0,5	0,4	0,6	0,7	1	2	2	4	2
14-15	3	1	4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	1	1	2	1
16-17	2	2	1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	1	2	2	1
18-20	1	1	1	0,02	0,04	0,02	0,08	-	0,1	0,2	1	1	0,4
21-24	0,1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	0,04	0,04	0,06
25-34	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-	-	-	0,04	0,08	0,06	0,03
35 и более	0,02												0,002
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Наименьшие скорости наблюдаются в течении всего года, но максимальное повторение отмечалось с апреля по август с максимумом в мае – 26 %. С возрастанием скорости число случаев меняет сезонность, таким образом, ветры со скоростями 6-7 отмечаются больше с января по март и с октября по декабрь (январь, февраль -14%, март, декабрь -13%, ноябрь-12%). Скорости ветра 12-15 м/с отмечены также в зимние месяцы с небольшим процентным соотношением, и скорости ветра достигающие ОЯ (20-34 м/с) отмечаются только в зимние месяцы, а также в марте, октябре и ноябре и составляют 0,04-0,08% случаев.

Подобным образом проведем анализ ветрового режима в г. Новороссийск. Будем рассматривать тот же период времени: 2007-2018 гг.

В таблице 5 представлена повторяемость направлений ветра за каждый месяц и год.

Таблица 5 – Повторяемость направления ветра и штилей (%) на МС Новороссийск

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Шт
I	16	11	1	11	16	6	4	35	5
II	14	10	1	14	19	6	5	31	6
III	13	18	1	13	17	7	4	27	8
IV	7	18	4	23	17	4	5	22	15
V	6	14	5	30	18	4	4	19	15

Продолжение таблицы 5

VI	9	15	6	28	13	6	5	20	14
VII	13	17	4	17	8	7	6	28	14
VIII	15	21	3	12	6	6	7	30	14
IX	10	27	2	11	6	4	8	32	12
X	13	20	2	11	9	4	7	34	11
XI	15	15	1	12	15	4	4	24	7
XII	14	15	0	13	16	4	4	34	5
Год	12	16	3	16	14	5	5	29	10

Графическая расшифровка данных таблицы 5 показана на рисунке 12.

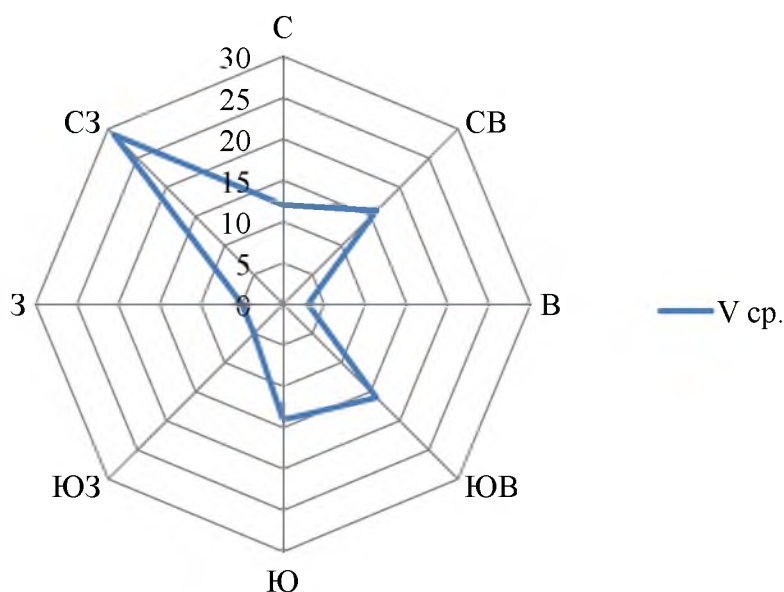


Рисунок 12 –Средняя скорость ветра по направлениям на МС Новороссийск

Можно отметить преобладающее северо-западное направление. Прослеживается также заметная повторяемость северного, северо-восточного, юго-восточного, и южного направлений. Максимальная повторяемость северо-западного направления составляет 29%, северо-восточного и юго-восточного направления -16% случаев. Отмечается высокая повторяемость южных ветров – 14%, и северных – 12%. Минимальной повторяемостью наблюдались восточные ветры.

На рисунке 13 представлена повторяемость штиля в течение года.

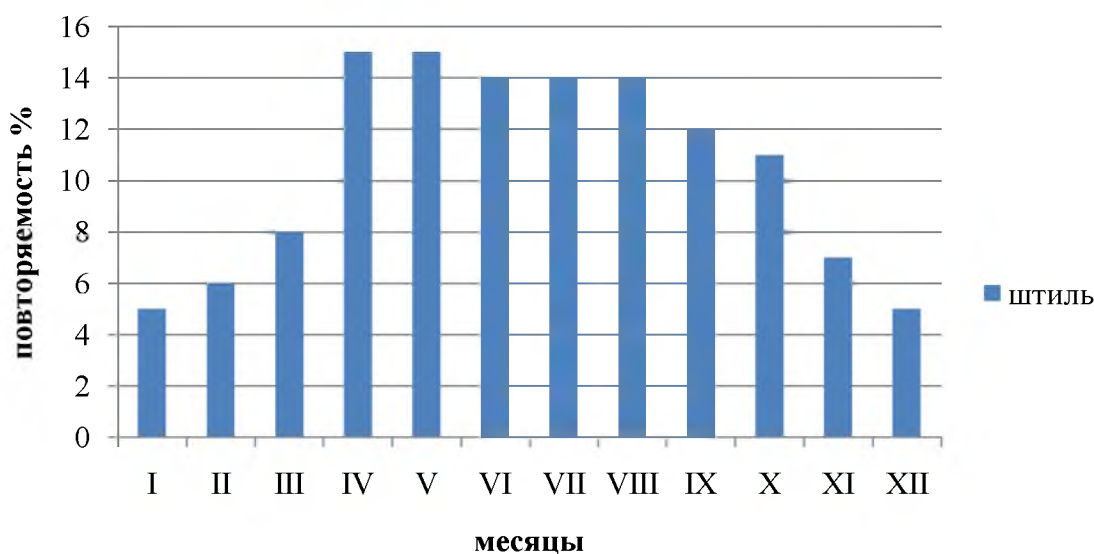


Рисунок 13 – Повторяемость штилей по средним многолетним данным станция Новороссийск

Годовой ход имеет выраженный максимум в апреле и мае – 15 %, далее 14% отмечается за летний период. В целом можно сказать, что в зимние месяцы штилевой погоды отмечается меньше всего - 5 %.

В таблице 6 представлены данные по средней скорости и максимальной из средних.

Таблица 6 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/сек) г. Новороссийск

скорость	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
сред.	5,5	5,6	5,8	4,3	3,7	3,5	3,5	3,9	4,4	4,8	4,9	5,6	4,6
макс. ср.	7,6	6,7	6,1	4,5	5,5	4,4	4,6	4,2	5,2	6,3	7,1	7,5	5,3

Годовая изменчивость средней скорости ветра имеет относительно плавный ход с максимумом в марте - 5,8 м/с и минимумом в июне и июле – 3,5 м/с. Максимальная из средних скоростей обладает изменчивостью в течение года, однако максимальные скорости отмечаются в холодный период года, а большие изломы наблюдаются с апреля по август с максимальным значением в мае – 5,5

м/с.

На рисунке 14 представлен годовой ход средних скоростей $V_{\text{ср}}$ и $V_{\text{макс.ср}}$.

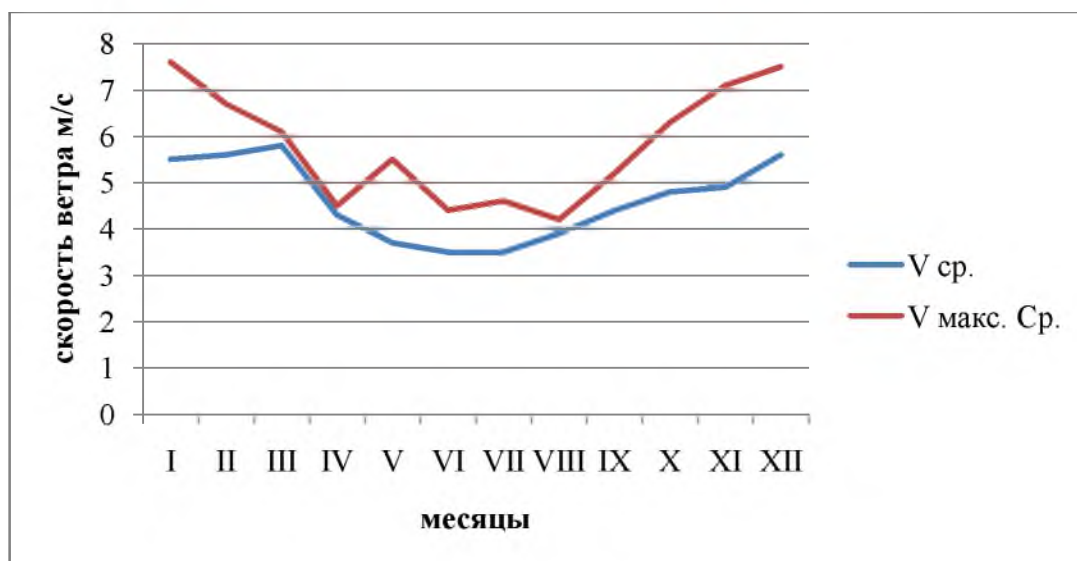


Рисунок 14 – Скорость ветра по средним многолетним данным на МС Новороссийск

Средняя скорость ветра в Новороссийске в общем невелика. В период с апреля по сентябрь она изменяется в пределах 3,5 - 4,4 м/сек. В остальные месяцы года она составляет 4,8 – 5,8 м/с. В целом, средняя месячная скорость ветра имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в холодное время года и минимумом в теплое.

В таблице 7 дана процентная повторяемость скорости ветра по градациям и месяцам года.

Таблица 7 – Повторяемость (%) скорости ветра по градациям на МС Новороссийск

Скорость Месяц	1-2	3-5	6-7	8-11	12-15	16-20	21-25	>26	Шт
	I	17,5	17,8	11,7	5,4	2,0	0,23	0,13	
II	17,5	15,2	10,6	5,0	1,9	0,55	0,11	0,26	17,6
III	19,3	13,4	9,0	4,5	2,6	1,0	0,6	0,27	19,3
IV	23,8	9,8	7,0	1,9	1,1	0,27	0,21	0,13	28,8
V	26,6	9,5	5,3	2,1	0,91	0,27	0,10		31,1
VI	27,8	9,7	5,3	1,2	0,59	0,03			31,6
VII	25,1	11,0	4,4	1,7	0,34				30,6

Продолжение таблицы 7

VIII	24,6	9,8	7,0	2,6	0,97	0,27	0,03		28,6
IX	26,4	8,8	6,5	2,9	1,8	0,47	0,40	0,04	26,4
X	22,2	11,5	8,4	3,2	1,5	0,35	0,18	0,24	26,2
XI	22,6	11,4	8,5	4,0	1,6	0,43	0,25	0,18	22,1
XII	19,4	13,3	10,0	5,0	2,3	0,49	0,24	0,60	18,1
Год	22,8	11,5	7,8	3,3	1,5	0,36	0,18	0,15	24,8

Скорости 1-2 м/с прослеживаются в течение всего года с максимальной повторяемостью в теплый период. Небольшие скорости отмечались в июне - 27,8 %. Начиная с 3 м/с и до значений ОЯ максимальная повторяемость наблюдается в зимний период. Ветры с максимальной скоростью 16-20 м/с не наблюдаются в июле, сильные штормовые ветры 21-25 м/с отсутствуют в июне и июле и ветры со скоростью более 26 м/с не наблюдались с мая по август включительно.

3 Связь ветрового режима Новороссийска и Туапсе

3.1 Сравнительный анализ ветрового режима рассматриваемых городов

Проведём сравнительный анализ характеристик ветра по двум станциям. В таблице 8 мы свели повторяемости по направлениям за многолетний период. Таблица 8 – Повторяемость ветра по направлениям (в %) на метеостанциях Новороссийск –Туапсе

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
МС Туапсе	6	42	4	19	7	12	5	5
МС Новороссийск	12	16	3	16	14	5	5	29

Согласно таблице, имеются существенные различия метеостанций по направлениям ветров. Представим эти различия на розе ветров (рисунок 15).

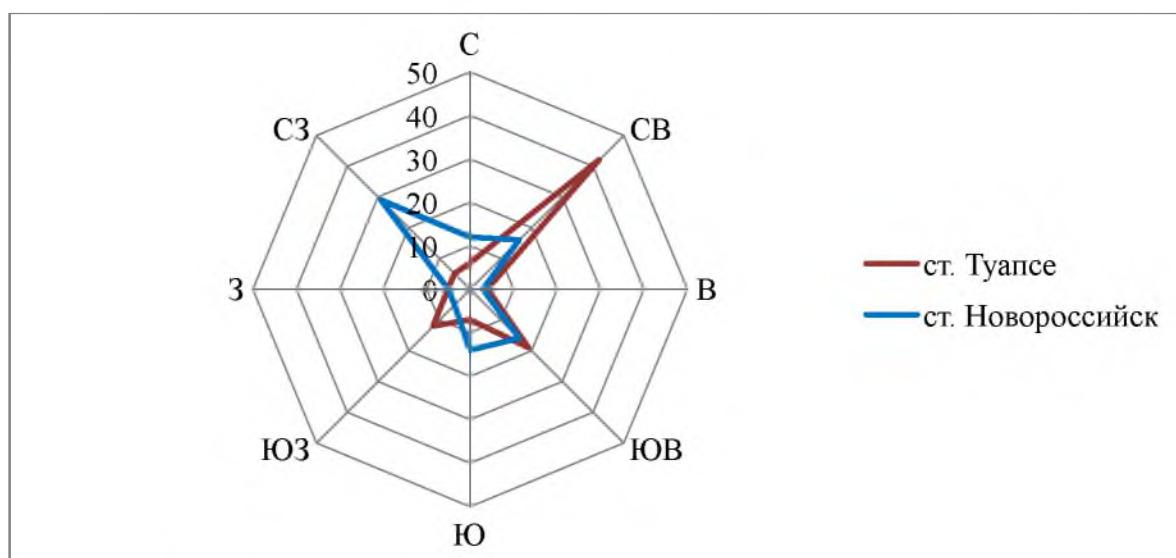


Рисунок 15 – Повторяемость ветра по направлениям на рассматриваемых метеостанциях

Оказывается, по преобладающим направлениям ветра Новороссийск отличается от Туапсе. Преобладают северо-западные ветры - 29 %. Далее следуют северо-восточные и юго-восточные ветры – по 16% случаев. Немалую долю занимает южное направление – 14%. Отличия графиков на розе ветров объясняются главным образом разнообразием рельефа и особенностями

синоптической ситуации. В отличие от Новороссийска, в Туапсе главным является северо-восточное направление ветра (42 %). Оно более всего проявляется в холодный период года, когда устанавливается повышенное давление в восточной Европе. В случае развития циклонической деятельности над Черным морем происходит усиление юго-восточных ветров. Эти ветры повторяются в 16%. Данным о повторяемости штилей показаны в таблице 9 и на рисунке 16

Таблица 9 – Повторяемость штилей на метеостанциях Новороссийск и Туапсе (%)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
МС Новороссийск	5	6	8	15	13	14	14	14	12	11	7	5
МС Туапсе	5	6	9	15	13	10	10	10	8	7	7	6

Можно сказать, что их годовой ход имеет общие черты, но сильно отличается по количеству случаев. Максимальная повторяемость штиля по обеим станциям отмечается в апреле и составляет около 15 %.

Летние месяцы характеризуются относительной стабильностью количества штилей (14 % и 10 %). В зимние месяцы повторяемость штилей практически одинакова с небольшим преобладанием в Новороссийске. В целом по двум станциям случаи штиля в Новороссийске отмечались больше чем в Туапсе.

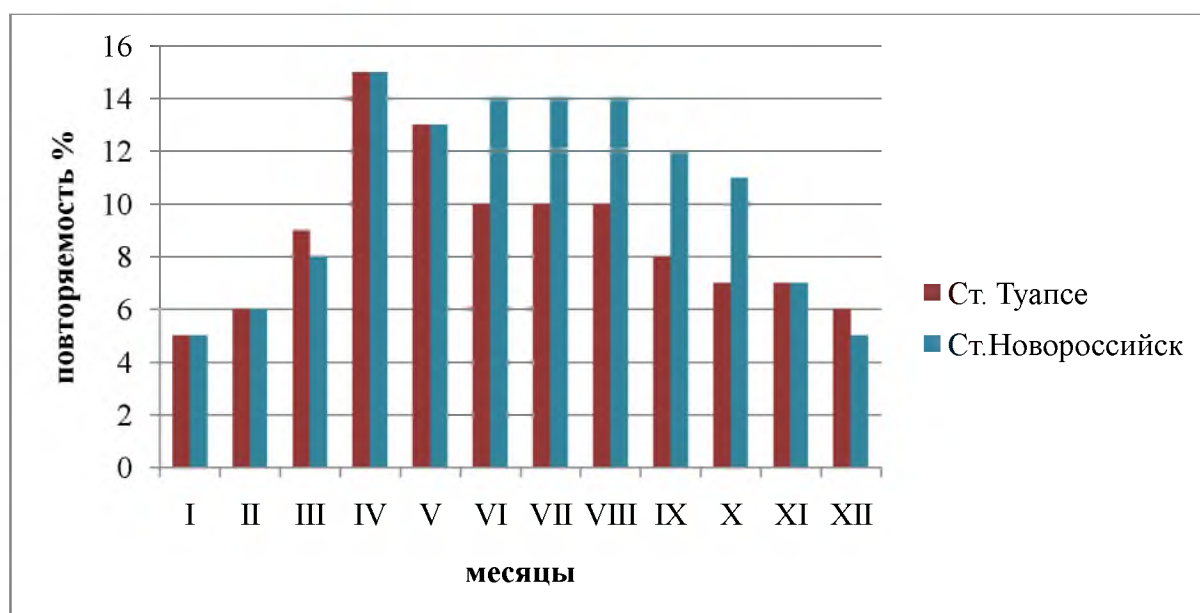


Рисунок 16 –Повторяемость штиля по рассматриваемым метеостанциям

Следующие анализируемые параметры – средняя, средняя максимальная и абсолютная максимальная скорости ветра. Они представлены в таблицах 10 и 11, а также на рисунке 17.

Таблица 10 – Средние и максимальные скорости ветра на МС Новороссийск

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$V_{\text{ср.}}$	3,8	4,6	4,2	3,4	2,5	2,9	2,8	3,6	3,1	3,4	5,2	3,7
$V_{\text{ср.макс}}$	16,4	18,2	15,7	17,2	15,8	14,3	12,5	14,0	10,0	16,3	19,1	15,6
$V_{\text{абс. макс}}$	25,0	26,6	25,6	27,0	23,3	19,6	15,6	22,0	18,5	24,6	30,3	23,6

Таблица 11 – Средние и максимальные скорости ветра на МС Туапсе

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$V_{\text{ср.}}$	3,3	3,0	2,9	2,7	1,9	2,1	2,0	1,9	2,4	2,3	3,3	3,1
$V_{\text{макс}}$	15,2	15,2	15,5	10,8	14,5	11,6	10,0	11,5	11,0	9,9	15,2	15,5
$V_{\text{абс. макс}}$	23,6	20,3	21,0	20,0	17,6	22,5	16,0	18,5	19,5	21,5	20,6	23,0

Графическая развертка данных таблиц представлена на рисунке 17.

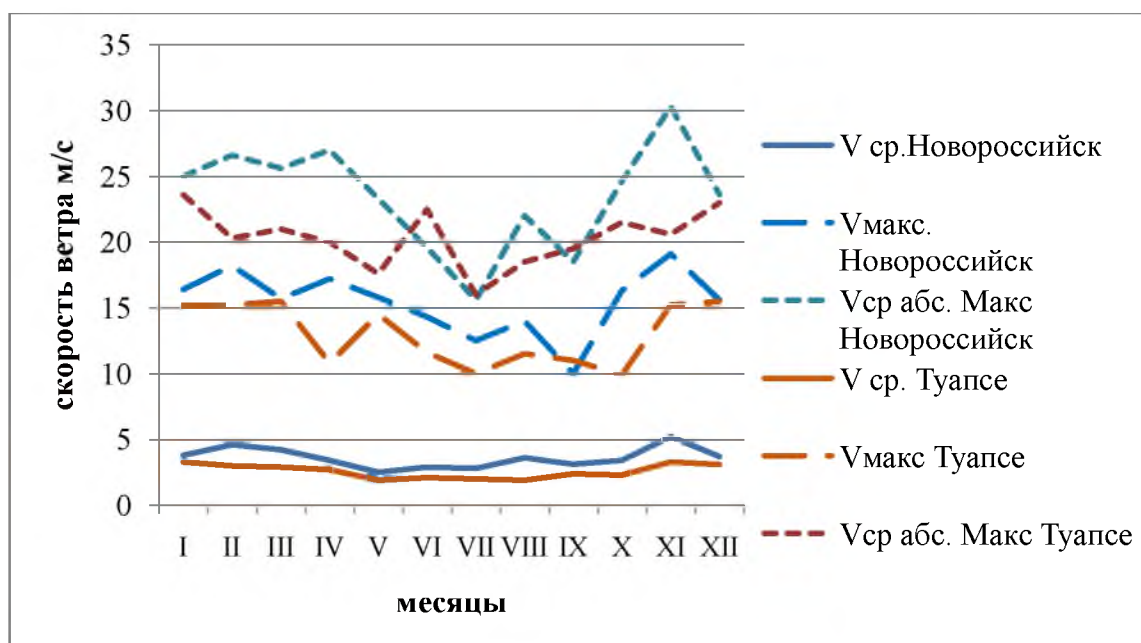


Рисунок 17 – Средние и максимальные скорости ветра на метеостанциях Новороссийск и Туапсе

Средние скорости на обеих метеостанциях имеют сравнительно плавный ход. Это видно из нижних графиков рисунка. На протяжении всего года средняя скорость в Новороссийске больше, чем в Туапсе.

Средняя максимальная скорость не имеет столь же выраженного плавного хода по месяцам года. Максимальные его значения характерны для зимних месяцев. В течение всего года Новороссийск отличается повышенными значениями $V_{\text{ср. макс.}}$. Значения абсолютных максимумов в Новороссийске также превышают показатели в Туапсе с максимальным отрывом в ноябре, феврале, марте и апреле, до 6-10 м/с.

Особого внимания в данном параграфе заслуживает то, что Новороссийск кардинально отличается от Туапсе как по розе ветров, так и по их силе. Вполне очевидно, что преобладающее северо-западное направление ветра в Новороссийске обусловлено северо-западной ориентацией долины реки Цемес и Цемесской бухты. Именно в этом направлении воздушные массы (особенно холодные) вынуждены переваливать к морю через горную оконечность Северо-западного Кавказа. Что касается Туапсе, то межгорные долины рек Туапсе и Паука ориентированы в северо-восточном направлении. Воздушные массы вынуждены переваливать горные цепи с северо-востока.

Условия рельефа в свою очередь, благоприятствуют повышенным скоростям ветра в районе Новороссийска. Этот район более открыт для ветров, чем район Туапсе. Согласно таблицам 3.3 и 3.4, мы можем выписать следующие соотношения для скоростей ветра в изучаемых районах (в м/с):

$$V_{\text{ср.т}} = k_1 V_{\text{ср.н}}; \quad (1)$$

$$V_{\text{ср. макс.т}} = k_2 V_{\text{ср. макс.н}} \quad (2)$$

$$V_{\text{абс. макс.т}} = k_3 V_{\text{абс. Макс.н}} \quad (3)$$

Здесь слева записаны скорости для МС Туапсе, а справа для МС

Новороссийск. Коль скоро в многолетнем выводе ветры в Туапсе, как правило, слабее, коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 обычно меньше единицы. В качестве примеры приведем значения коэффициентов для средних годовых условий:

$$k_1 = 4,0 / 4,6 = 0,87;$$

$$k_2 = 5,0 / 5,3 = 0,94;$$

$$k_3 = 30,5 / 35,2 = 0,87.$$

Аналогичным образом значения коэффициентов можем найти для всех месяцев года. Понятно, что соотношения (1), (2), (3) позволяют находить и проверять климатические данные по изучаемым метеостанциям.

3.2 Сопоставительный анализ метеорологических показателей районов Новороссийска и Туапсе по данным за 2019 год

Для детализации связи ветрового режима между исследуемыми районами рассмотрим метеорологические параметры за 2019 год (таблицы 12, 13). Отметим, что при написании данной работы мы не располагали данными за декабрь 2019 года.

Таблица 12 – Метеопараметры по данным МС Туапсе за 2019 г. (без декабря)

Мет.пар	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_{cp}, ^\circ C$	7,9	7,4	7,7	12,7	18,8	25,7	23,6	25,3	21,1	16,9	12,4	-
$T_{cp}, ^\circ C$ (норма)	5,0	5,2	7,0	11,8	16,4	20,3	23,1	23,3	19,3	14,3	10,5	7,1
$V_{cp}, м/с$	3,6	2,8	2,6	1,8	1,9	1,6	1,8	1,9	2,4	1,7	2,7	-
$P, мм$	151	55	225	55	79	25	131	90	63	49	62	-
$P, мм$ (норма)	142	136	102	76	73	84	76	100	95	91	130	144

Для большей ясности отобразим эти данные на рисунках 18 и 19.

Обратим внимание на отличие хода температуры и осадков в 2019 году по отношению к норме. В феврале и марте 2019 года температура была на уровне январской температуры, что не соответствует норме. Столь же сильно деформирован ход температуры в летние месяцы.

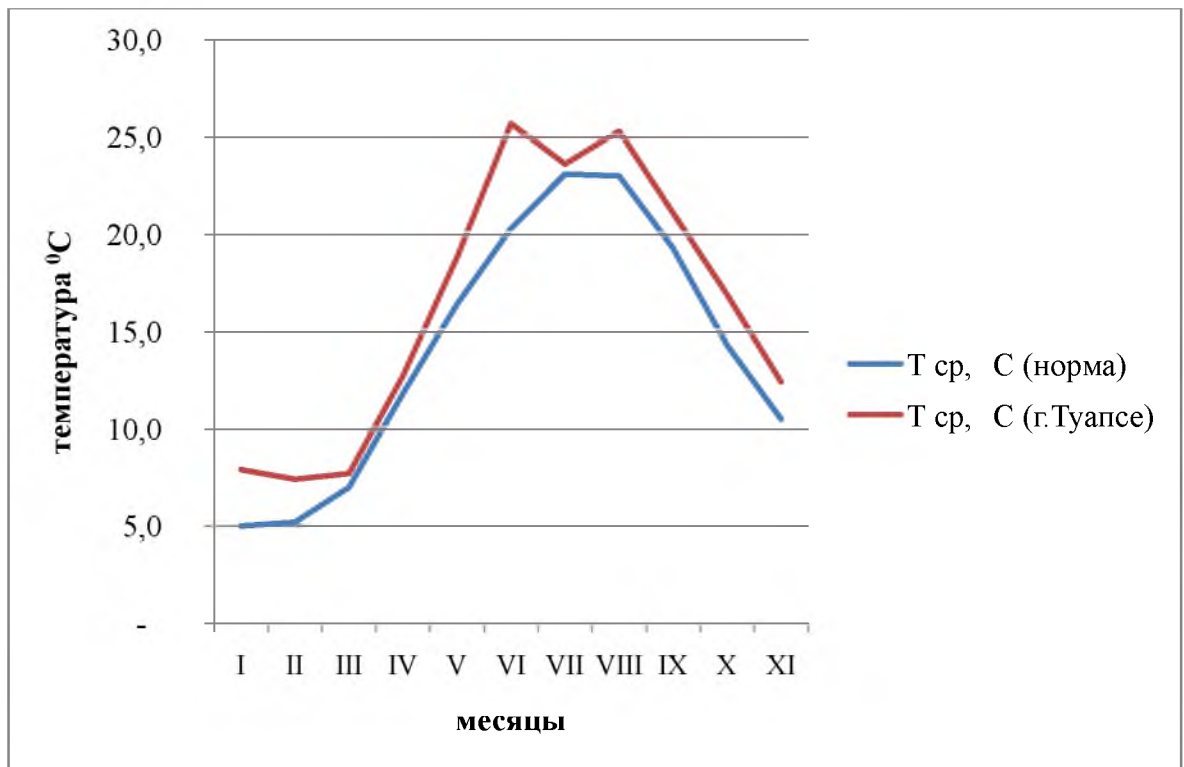


Рисунок 18 – Температура на МС Туапсе в 2019 г по сравнению с нормой

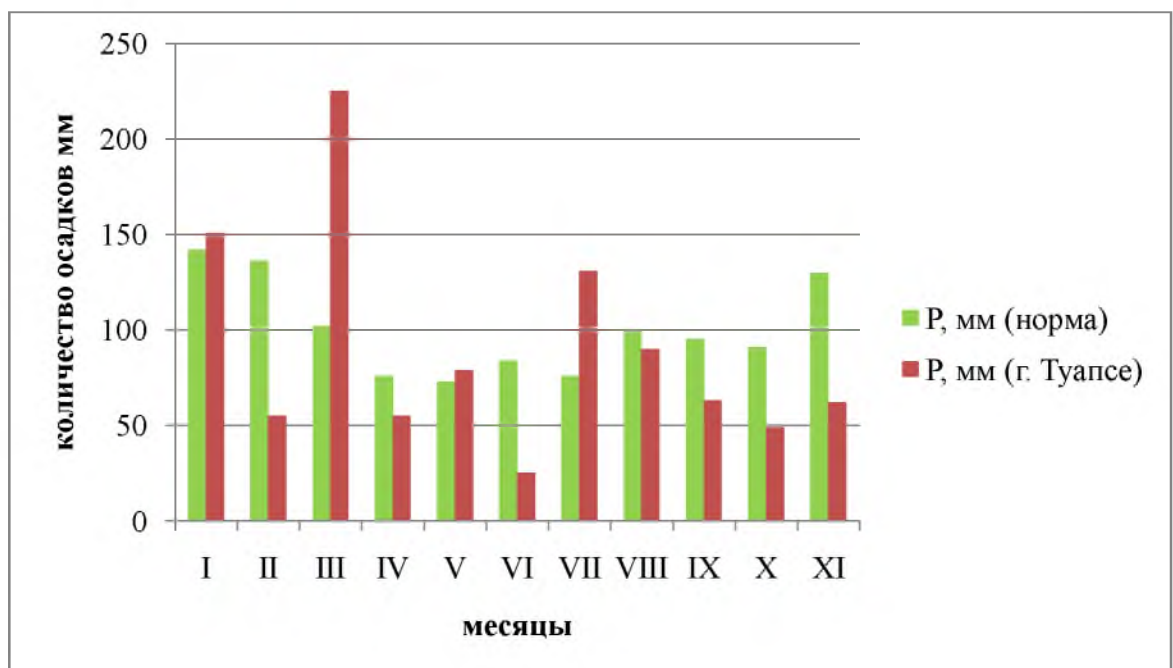


Рисунок 19 – Количество осадков на МС Туапсе 2019 г по сравнению с нормой

Оказалось, что летний максимум температуры приходился на июнь, а не на июль. Возник двухвершинный ход температуры, что находится в контрасте с нормой. Сильные аномалии прослеживаются и в ходе осадков. Отчетливо

видно, что в марте осадки двукратно перекрывают норму, а в июне они меньше нормы в три раза.

Сопоставим выявленную картину с данными по Новороссийску, которые представлены в таблице 13 и на рисунках 20 и 21.

Таблица 13 – Метеопараметры по данным МС Новороссийск за 2019 г. (без декабря)

Мет. пар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_{\text{ср.}}^{\circ\text{C}}$	7,0	6,2	7,5	11,9	18,8	26,3	24,0	26,1	21,0	17,1	17,1	-
$T_{\text{ср.}}^{\circ\text{C}}$ (норма)	1,8	2,1	4,9	11,0	16,2	20,5	23,1	22,8	18,5	12,8	8,2	4,6
$V_{\text{ср.}}$ м/с	3,1	4,1	2,6	3,3	2,1	3,2	2,5	2,1	4,6	2,2	2,2	-
P , мм	188	15	85	63	81	8	47	30	4,7	25	25	-
P , мм (норма)	80	62	53	48	47	63	49	46	58	52	75	119

Согласно этим данным в Новороссийске ход температуры 2019 году отличается от нормы почти так же, как в Туапсе. Ход осадков оказался еще более аномальным, чем в Туапсе. Аномалии касаются практически всех месяцев года.

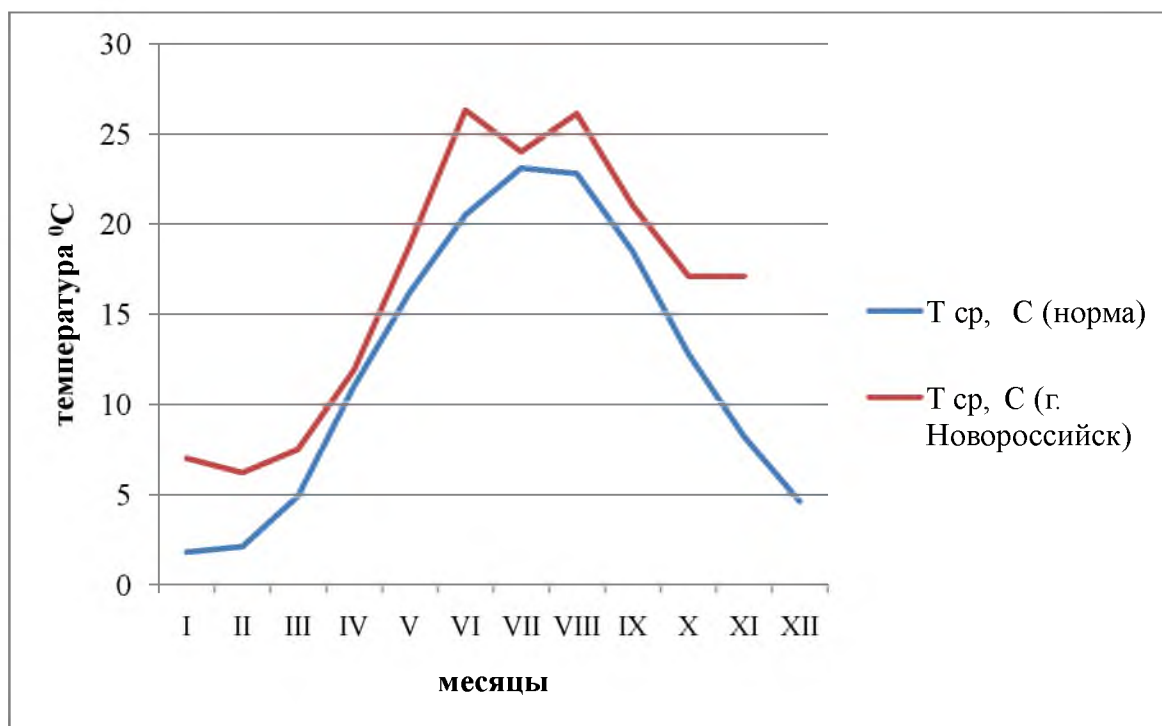


Рисунок 20 – Температура на МС Новороссийск в 2019 г по сравнению с нормой

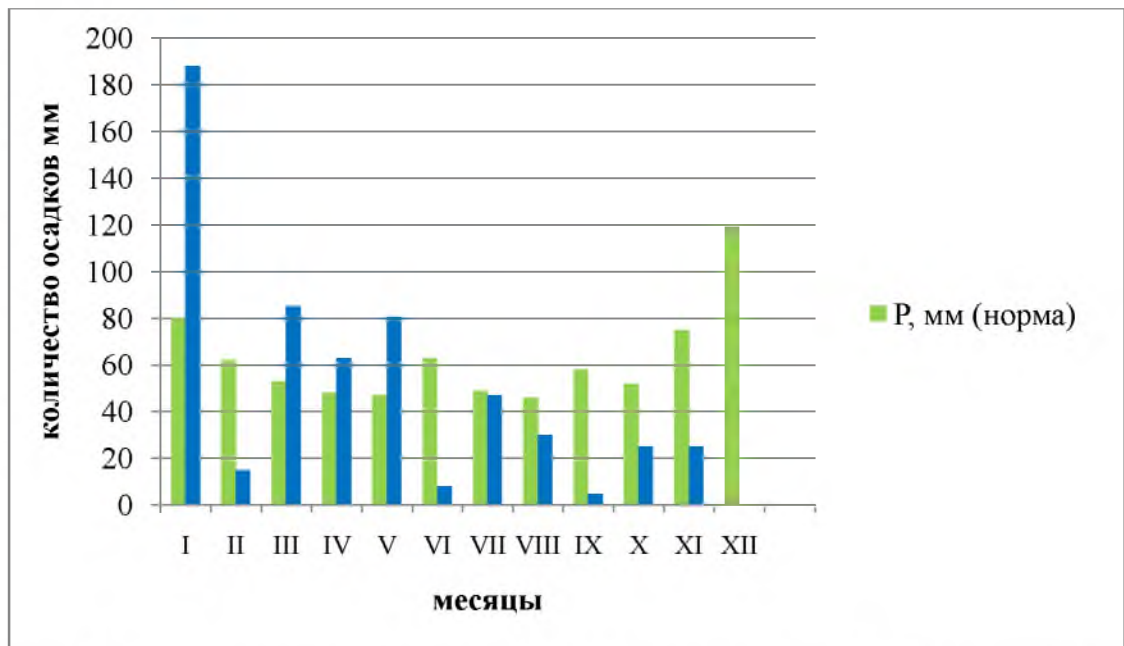


Рисунок 21 –Количество осадков на МС Новороссийск 2019 г по сравнению с нормой

На рисунке 22 сведены данные за 2019 год по обоим районам.

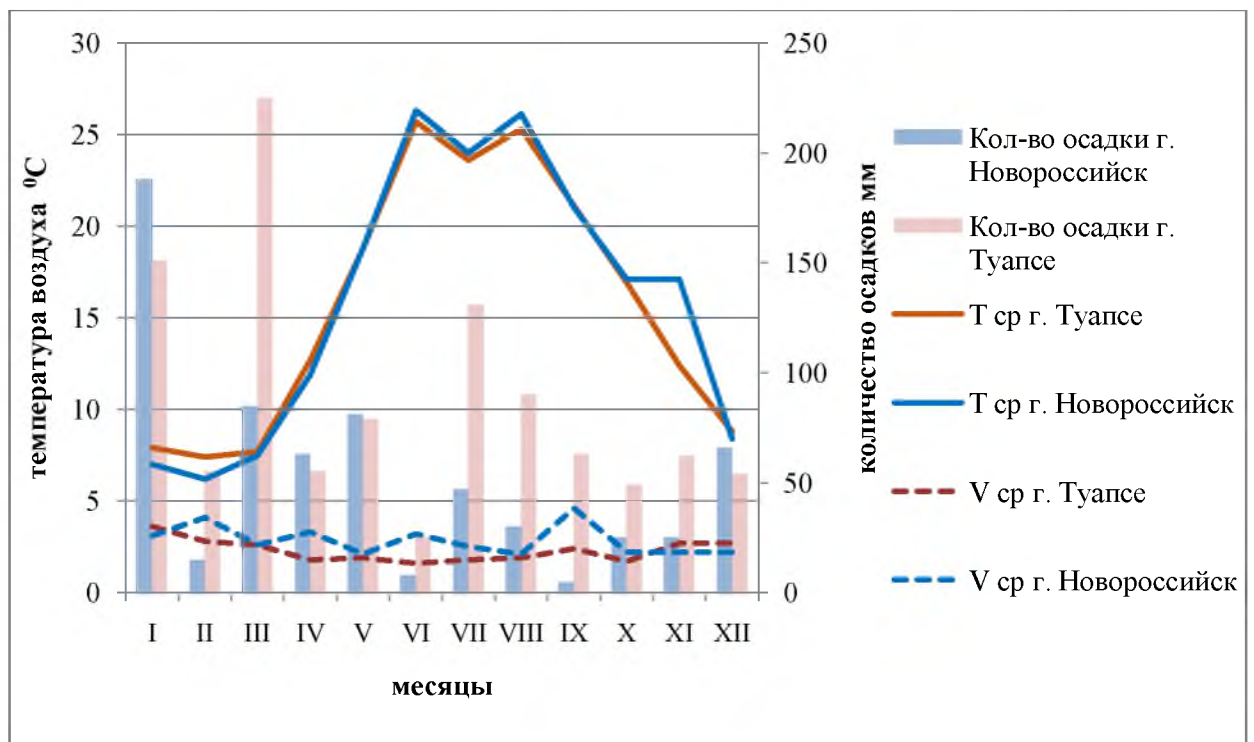


Рисунок 22 – Сводный график метеорологических параметров количества осадков, средней температуры и средней скорости ветра по двум станциям

Оказывается, аномальные отклонения метеорологических параметров

затрагивают оба района во взаимно подобной мере. Например, температура в июле понижена относительно июня и августа. Количество осадков в течение года распределялось неравномерно, наибольшая разность составила 210 мм, когда в Туапсе выпало 225 мм за месяц. В июле количество осадков в Туапсе выпало больше чем в Новороссийске на 94 мм (Туапсе - 131 мм, Новороссийск – 47 мм). В течение всего года в Туапсе количество осадков заметно превышает количество осадков в Новороссийске. За год в Туапсе выпало 1039 мм осадков, а в Новороссийске 638 мм.

Исключение составили месяцы январь, апрель и декабрь, когда в Новороссийске отмечалось незначительное превышение количества выпавших осадков. Общая тенденция в годовом ходе прослеживается по двум станциям, за исключением марта и июля. В 2019 году январь отличился дождливой погодой по двум станциям, в Новороссийске выпало 188 мм, а в Туапсе 151 мм. Средняя скорость ветра в течение всего года колебалась в пределах 4 м/с в Туапсе и 5 м/с в Новороссийске. Наибольшее отличие наблюдалось в сентябре, когда скорость ветра в Новороссийске была выше на 2,2 м/с чем в Туапсе.

В целом на МС Новороссийск отмечались более высокие средние скорости в течение всего года кроме января и декабря. Это соответствует климатическим нормам.

Воспользуемся данными крайних месяцев 2019 года для сопоставления и выявления связи скоростей ветра в районах Туапсе и Новороссийска. Отообразим их в таблицах 14, 15, а также на рисунке 23.

Таблица 14 – Максимальная скорость ветра (м/с) в сроки наблюдений и между ними (МС Туапсе)

Дни февраля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V макс. срочн.	10	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	13
V макс, пром.	10	10	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	15
Дни февраля	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
V макс. срочн.	12	10	10	13	12	-	-	14	-	-	-	13	-	-
V макс. пром.	13	12	11	14	13	-	-	14	-	10	-	15	15	-

Таблица 15 – Максимальная скорость ветра в сроки наблюдений и между ними (МС Новороссийск)

Дни февраля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V макс. срочн.	13	-	-	-	-	-	22	19	12	-	-	-	14	20
V макс. пром.	13	-	-	-	-	-	23	20	15	-	-	10	14	22
Дни февраля	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
V макс. срочн.	23	17	-	-	12	-	-	-	18	20	12	10	-	-
V макс. пром.	24	21	-	10	13	-	10	14	20	22	16	10	-	11

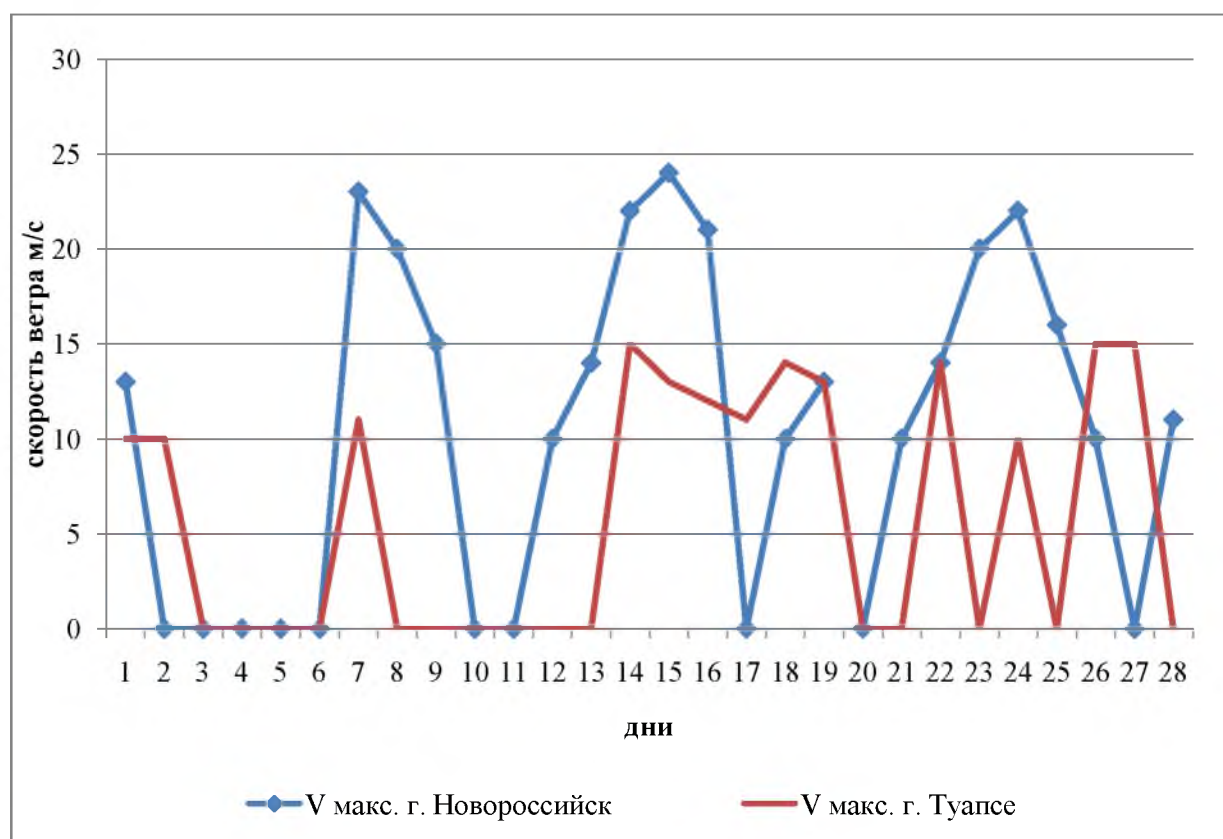


Рисунок 23 –Сводные графики максимальных скоростей ветра на МС Новороссийск и Туапсе (февраль)

Согласно приведенным данным, усиление скорости ветра от минимальных скоростей до максимальных проявлялось несколькими волнами (периодами). Они отчетливо видны на рисунке. Скорости (м/с) соотносятся следующим образом (с округлением):

Новороссийск 13 23 24 13 14 25 11

Туапсе 10 11 15 13 14 10 20

Средние февральские значения для этих станций составляют:

$V_{\text{макс.н.}} = 17,6 \text{ м/с}$

$V_{\text{макс.т.}} = 13,3 \text{ м/с}$

Простейшая связь скорости ветра в Туапсе со скоростью ветра в Новороссийске оказывается следующей:

$$V_{\text{макс.т.}} = (13,3/17,6) V_{\text{макс.н.}} = 0,76 V_{\text{макс.н.}} \quad (4)$$

Можно заметить, что коэффициент k_3 в формуле (3) равен 0,87. То есть нет полного совпадения между коэффициентами связи по климатическим данным и данным за отдельно взятый год (2019) и месяц (февраль). Полного совпадения и не может быть (!). Тем не менее, мы получаем ориентировочный способ расчета максимальных скоростей в Туапсе по данным МС Новороссийск.

Материалы рассматриваемых таблиц и графиков позволяют определить сдвигку по времени сильных ветров в Туапсе по отношению МС Новороссийск. С этой целью находим соотношение по сдвигке тех же февральских волн усиления ветра. Введем обозначение для сдвигки дат по Туапсе в виде $C_{\text{дт}}$ с единицей измерения «сутки». Не входя в детали анализа отметим, что в первом приближении $C_{\text{дт}} = 1,5$ суток. Эта величина имеет прогностическое значение – как и выражение (4). Аналогичным образом рассмотрим зависимость параметров ветра в Туапсе по отношению к Новороссийску для июля 2019 года (таблицы 16 и 17 и рисунок 24).

Таблица 16 – Максимальная скорость ветра (м/с) в сроки наблюдений и между ними (МС Туапсе)

Дни июля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
$V_{\text{макс. срочн.}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$V_{\text{макс. пром.}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	14	11	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Дни июля	1 6	1 7	1 8	19	2 0	2 1	2 2	23	24	25	26	27	28	29	30	31
V макс. срочн.	-	-	-	-	-	1 2	1 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V макс. пром.	1 1	-	-	-	-	1 2	1 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 17 – Максимальная скорость ветра в сроки наблюдений и между ними (МС Новороссийск)

Дни июля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
V макс. срочн.	-	-	-	-	10	12	-	-	10	-	13	13	-	-	13	-
V макс. пром.					11	13			11		14	14			16	
Дни июля	1 6	1 7	1 8	1 9	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
V макс. срочн.	-	1	1	1	11	13	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-
V макс. пром.	-	1	1	1	11	14	11	11	-	11	-	-	-	-	-	-

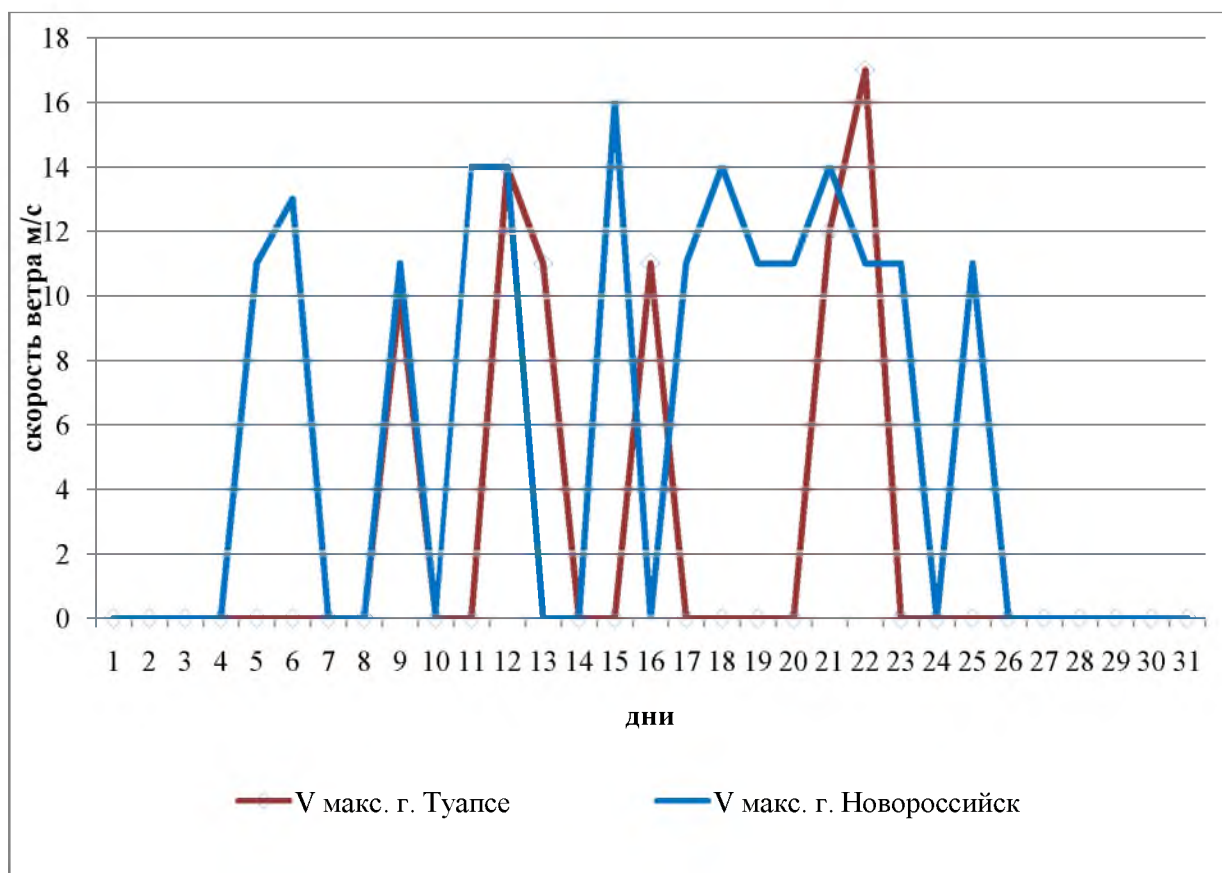


Рисунок 24 – Сводные графики максимальных скоростей ветра на МС Новороссийск и Туапсе (июль)

Связь скорости ветра в Туапсе со скоростью ветра в Новороссийске по июлю оказывается следующей:

$$V_{\text{макс.т.}} = 0,53 V_{\text{макс.н.}} \quad (5)$$

Что касается сдвижки проявления сильных ветров в Туапсе по отношению к Новороссийску, то ориентировочное его значения составляет: $C_{\text{дт}} = 1,7$ суток.

Заключение

В итоге проведённой работы мы можем сформулировать следующие выводы. Они соответствуют задачам, поставленным во введении, и отражают некоторые дополнения, появившиеся в ходе исследования.

1. Главные особенности ветрового режима в районе Новороссийск-Туапсе обусловлены синоптическими условиями в регионе. Согласно типизации циркуляционных условий И.В. Кильдыша, имеется шесть сравнительно устойчивых синоптических ситуаций.

- циклон с юго-запада
- циклон с северо-запада и запада
- гребень с северо-востока и востока
- гребень с запада и юго-запада
- малоградиентное барическое поле
- стационарный циклон над Черным морем

С черноморской депрессией обычно связана мощная (до 10 баллов) слоисто-дождевая облачность, часто маскирующая кучево-дождевые облака. Этот тип циркуляции зачастую «ответственен» за опасные и катастрофические события на реках исследуемого района.

2. Выполнен сравнительный анализ характеристик ветра в районе Новороссийск - Туапсе по современным данным. Построены розы ветров для каждой из метеорологических станций на совмещенном графике. Они принципиальным образом отличаются между собой, чему не уделяется должного внимания в научной и учебной литературе. В Новороссийске преобладают северо-западные ветры - 29 %. Северо-восточные и юго-восточные ветры охватывают по 16% случаев. В отличие от Новороссийска, в Туапсе главным является северо-восточное направление ветра (42 %). Столь же сильно различаются скорости ветра. Средняя, средняя максимальная и абсолютная максимальная скорости ветра в Новороссийске существенно выше, чем в Туапсе.

3. В нашей работе подтверждается тот факт, что Новороссийск кардинально отличается от Туапсе по розе ветров и по их силе. Вполне очевидно, что преобладающее северо-западное направление ветра в Новороссийске обусловлено северо-западной ориентацией долины реки Цемес и Цемесской бухты. Именно в этом направлении воздушные массы (особенно холодные) вынуждены переваливать к морю через горную оконечность Северо-западного Кавказа. Что касается Туапсе, то межгорные долины рек Туапсе и Паука ориентированы в северо-восточном направлении. Воздушные массы вынуждены переваливать горные цепи с северо-востока.

4. Условия рельефа благоприятствуют повышенным скоростям ветра в районе Новороссийска. Этот район более открыт для ветров, чем район Туапсе. В нашей работе получены следующие соотношения для скоростей ветра: $V_{\text{ср.т}} = k_1 V_{\text{ср.н}}$; $V_{\text{ср. макс.т}} = k_2 V_{\text{ср. макс.н}}$; $V_{\text{абс. макс.т}} = k_3 V_{\text{абс. макс.н}}$

Здесь слева записаны скорости для МС Туапсе, а справа для МС Новороссийск. В многолетнем выводе ветры в Туапсе слабее, в виду чего коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 меньше единицы: $k_1 = 0,87$; $k_2 = 0,94$; $k_3 = 0,87$.

Эти соотношения позволяют находить и проверять климатические данные по изучаемым метеостанциям.

5. Исследовано отличие хода температуры и осадков в 2019 году по отношению к норме. В феврале и марте 2019 года температура в Новороссийске и в Туапсе была ниже (или на уровне) январской температуры, что не соответствует норме. Столь же сильно деформирован ход температуры в летние месяцы. Оказалось, что летний максимум температуры приходился на июнь, а не на июль. Возник двухвершинный ход температуры, что находится в контрасте с нормой. Сильные (можно сказать экстремальные!) аномалии прослеживаются и в ходе осадков. Оказывается, аномальные отклонения метеорологических параметров затрагивают оба района во взаимно подобной мере.

Список использованной литературы

1. Алисов, Б.П. Климатология: учеб. – М.: МГУ, 1974. – 278 с.
2. Атмосфера: справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 286 с.
3. Белюченко, И.С. Экология Краснодарского края(Региональная экология): учеб. пособие. – Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2010. – 356 с.
4. Городецкий, О.А. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 194 с.
5. Гуральник, И.И. Метеорология: учеб. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 300 с.
6. Гуральник, И.М. Задачи и упражнения по метеорологии. – М.: Наука, 1983. – 117 с.
7. Дробышев, А.Д. Энергия солнца и ветра в Краснодарском крае, условия ее утилизации. Монография. – СПб.: РГГМУ, 2014. – 276 с.
8. Дроздов, О.А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
9. Ефремов, Ю.В., Панов, В.Д., Лурье, П.М., и др. Орфография, оледенение, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и взаимосвязей. Монография. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2007. – 377 с.
10. Карта Краснодарского края [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hab.kp.ru/online/news/3406740/> (дата обращения: 02.12.2019)
11. Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. Монография / С.Я. Сергин, Е.А. Яйли, С.Н. Цай, И.А. Потехина. – СПб.: изд. РГГМУ, 2001. – 188 с.
12. Климат России /под ред. Н.В. Кобышевой. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 655 с.
13. Климатология: учеб. для вузов / под ред. О.А. Дроздова, Н.В. Кобышевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
14. Моргунов, В.К. Основы метеорологии, климатологии.

- Метеорологические приборы и метеорологические наблюдения: учеб. для вузов. – Ростов-н/д.: Флакс, 2005. – 331 с.
15. Погорелов, А.В. Снежные ресурсы Большого Кавказа // Изв. РГО. – 2001. – Т. 133. – Вып. 2. – С. 43-49.
 16. Расписание погоды [Электронный ресурс]. URL: <https://rp5.ru>(дата обращения: 20.12.2019)
 17. Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. Режим ветра над побережьем и шельфом северо-восточной части Чёрного моря.
 18. CLIMATE – DATA. ORG [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.climate-data.org>(дата обращения: 20.12.2019)
 19. Семёнов Е.К., Соколихина Н.Н., Соколихина Е.В. Синоптические условия формирования новороссийской боры.
 20. Система экологического мониторинга Краснодарского края [Электронный ресурс]. URL: http://kiacem.ru/atlas_of_krasnodar_region.php (дата обращения: 02.12.2019)
 21. Справочник по климату СССР. Ч. III. Вып. 13. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 331 с.
 22. Справочник по климату Чёрного моря. – М.: Гидрометеиздат, 1994. – 406 с.
 23. Стернзат, М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометиздат, 1978. – 320 с.
 24. Фондовые материалы ГМБ Новороссийск.
 25. Фондовые материалы ГМБ Туапсе.
 26. Щукин, И.С. Климат и рельеф. – М.: Изд. МГУ, 1995. – 198 с.