



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

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

На тему Ветровой режим Ростовской области

Исполнитель Золотых Алексей Геннадьевич

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

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 22 » января 2021 г.

Туапсе  
2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Физико-географическая характеристика Ростовской области.....	5
1.1 Орография и почвенно - растительные ресурсы региона.....	5
1.2 Основные климатические особенности.....	11
2 Физическая характеристика ветра, условия его образования и методы наблюдения за ним.....	17
2.1 Параметры климатических характеристик ветра и методы их расчета	17
2.2 Методы и средства измерений направления и скорости ветра .....	27
3 Особенности распределения приземного ветра по территории и во времени	32
3.1 Суточный и годовой ход направления ветра в Ростовской области ...	32
3.2 Суточный и годовой ход скорости ветра в Ростовской области.....	36
3.3 Территориальные особенности распределения ветра.....	48
Заключение .....	52
Список использованной литературы.....	54
Приложение .....	56

## Введение

Изучение климата идет не только по линии использования средних значений, дающих количественную характеристику его, но и по линии изучения климатообразующих процессов, приводящих к образованию тех или иных особенностей климата. В этом случае большое внимание уделяется циркуляционным факторам, путем анализа которых объясняются различные проявления климата. В данном случае под циркуляционными факторами понимаются горизонтальный перенос воздушных масс (теплых и холодных), их перерождение, или трансформация над материками и океанами, а также образование поверхностей раздела между ними, или фронтов, которым принадлежит главная роль в формировании осадков [16, с.195].

Ветры в образование климата играют большую роль. Тесную связь в климатических процессах с передвижением воздуха (с атмосферной циркуляцией), впервые рассмотрел А.И. Воейков. Он называл ветры «передаточными механизмами тепла».

Воздушные течения образуются благодаря разнице температур между водной поверхностью (океанами) и сушей. Они переносят теплые и холодные воздушные массы, облачность, осадки.

Энергия ветра относится к альтернативному виду энергетики, тем не менее она с давних пор используется человеком. В дневные часы прослеживается увеличение скорости ветра, что является благоприятным при использовании ветродвигателей для механизации сельскохозяйственных работ.

Энергия ветра повсеместно распространена, доступна и ею можно пользоваться на месте. Ценность её заключается в том, что она возобновляема и неистощима. В транспортировке энергия ветра не нуждается. Кроме того, ветродвигатели, преобразующие энергию ветра в механическую работу, не выбрасывают каких-либо загрязняющих веществ. Воздух при работе ветродвигателя остается чистым, что благоприятно для экологии. К сожалению, на исследуемой территории большинство станций относятся к

полузащищенному типу и поэтому оценка ветроэнергетических ресурсов территории несколько занижена [16, с.224].

Актуальность темы состоит в том, что в современную эпоху возрастает востребованность климатологических знаний и исследований ветрового режима.

Объект исследования: ветровой режим Ростовской области.

Предмет исследования: особенности характеристик приземного ветра в Ростовской области.

Цель работы: изучить особенности режима приземного ветра в Ростовской области.

Задачи исследования:

- изучить особенности формирования и возникновения ветра;
- рассмотреть основные климатические условия региона, и методы расчета климатических характеристик ветра;
- обобщить современные методы и средства наблюдений за ветром,
- проанализировать пространственно временную структуру приземного ветра.

# 1 Физико-географическая характеристика Ростовской области

## 1.1 Орография и почвенно - растительные ресурсы региона

Ростовская область находится на юго-западе России, в южной части Восточно-Европейской равнины и частично в Северо-Кавказском регионе. Она занимает обширную территорию в речном бассейне Нижнего Дона. По характеру поверхности территория области представляет собой равнину, с большим количеством долин рек и балок ( рисунок1.1).



Рисунок 1.1— карта Ростовской области

Из рисунка 1.1 видно, что Ростовская область имеет сухопутные границы на западе и северо-западе – Донецкой и Луганской республиками, на севере и северо-востоке - с Воронежской и Волгоградской областями, на востоке и юго-востоке - с Калмыкией, на юге - со Ставропольским и Краснодарским краями.

Водные границы: на юго-западе омывается Таганрогским заливом Азовского моря. Территория области равна сумме площадей Бельгии, Дании и Нидерландов.

Область занимает площадь 100,8 тыс. кв. км, что составляет 0,6 % территории России, имеет протяжённость 470 км с севера на юг, 455 км с запада на восток.

Максимальная высота над уровнем моря - 253 м. С севера на территорию области заходит Среднерусская возвышенность, на западе - восточная часть Донецкого кряжа, в юго-восточной части области возвышаются Сальско-Маньчская гряда и Ергени.

На территории изучаемой области имеется достаточное количество рек.

Это в основном малые реки, с небольшим водным стоком. Почти все они являются притоками реки Дон или ее главными притоками. Реки Кагальник и Миус, впадают в Азовское море ( рисунок1.2)



Рисунок 1.2—Карта рек Ростовской области

На рисунке 1.2 нанесены речные ресурсы Ростовской области. Река Дон

занимает пятое место по длине рек в европейской части России протяженностью 1870 км. На территории Ростовской области – 480 километров. Площадь водосбора – 422 тысяч км<sup>2</sup>. Пересекая всю территорию области с востока на юго-запад, Дон впадает в Таганрогский залив, образуя дельту. Длина её от начала до Таганрогского залива составляет 30 км., общая площадь дельты – 340 км<sup>2</sup>. Северский Донец – главный приток Дона, его протяженность по территории области составляет 280 км.

Речная система области относится к бассейну Атлантики, так как Азовское море – внутреннее море Атлантического океана. Рельеф территории области оказывает значительное влияние на характер течения рек. Все они имеют малый уклон, а следовательно, малое течение. Скорость течения рек не превышает 1 м/сек. Русла рек извилистые, меандрового типа. В Ростовской области питание рек смешанное: дождевое, снеговое (талые воды) и грунтовое (подземные воды). Преобладающим из них является снеговое.

В Ростовской области расположено Цимлянское водохранилище. Цимлянский гидроузел является крупнейшим гидротехническим сооружением, входящим в комплекс Волго-Донского канала. Основные задачи и назначения гидроузла – это обеспечение достаточным количеством воды для полива сельскохозяйственных культур; создание и поддержание судоходного пути от Балтийского в Черное море, а также обеспечение прохода судов типа «река-море»; а также большое значение имеет улучшение условий для осуществления рыбоводства.

Малые реки области образуют единый организм бассейна р. Дон. На территории области протекает 165 малых рек, которые имеют общей протяженностью 9565 км, они образуют 26 бассейнов.

Для улучшения экологической обстановки проводятся мероприятия для оздоровления малых рек. Осуществляется расчистка русел рек, выполняется обустройство водоохранной зоны.

Защита малых рек – одна из главных проблем в общей системе природоохранного комплекса.

В Ростовской области много озер, тем не менее, общая площадь их составляет всего 0,4%. В основном на территории области преобладают пойменные озера. Самое большое озеро на территории Ростовской области – солёное озеро Маныч-Гудило, площадь его составляет 344 км<sup>2</sup>. Озёра Манычской впадины – тектонические, реликтовые, а некоторые из них и наличием целебных сероводородных грязей. Всего на изучаемой территории известно 250 озер, преобладают озера с площадью менее 0,1 км<sup>2</sup>.

Водные ресурсы области оцениваются в 27,7 км<sup>3</sup>, всего 10% формируются в пределах территории, Ресурсы речного стока неравномерно распределяются по территории области и во времени. В северо-западных районах области слой годового стока достигает 70 мм., а восточных и юго-восточных всего лишь порядка 10 мм. Причем 70%, а в юго-восточных районах до 90% годового стока приходится на период кратковременного весеннего половодья. Среднеобластной слой речного стока (33 мм) более чем в 7 раз уступает среднероссийскому показателю, а в расчете на одного жителя (2,4 тыс.куб.м на человека) более чем в 10 раз [21, с.49].

Таким образом, на территории области протекает одна из крупнейших рек Европы — Дон (2 тыс. км), расположено Цимлянское водохранилище объемом 24 млрд. куб. м. Судходны основные притоки Дона — реки Северский Донец и Маныч. Озёра занимают лишь 0,4% территории области.

Территория изучаемой области лежит в пределах степной зоны, в юго-восточной части есть переходный район от степей к полупустыням. Лесами и кустарниками покрыты 5,6 % земельного фонда, в то время как большая часть области занята сельскохозяйственными территориями, преимущественно на высокоплодородных черноземах [24, с.15].

На территории Ростовской области выделяются три подзональных типа степей:

- разнотравно-дерновиннозлаковые;
- сухие дерновиннозлаковые или бедноразнотравные;
- опустыненные полынно-дерновиннозлаковые.



В настоящее время они практически полностью распаханы и сохранились преимущественно на склонах балок, в лесхозах, заказниках, на водоохраных и других особо охраняемых территориях. Более или менее крупные их массивы распространены в юго-восточных районах, где находится единственный в области заповедник. Наиболее характерными чертами естественной растительности являются ксерофитность травостоя, обилие жизненных форм, видовое богатство, разнообразная фенология, ярусное строение.

В результате длительного и сложного отбора растений для обитания в засушливых континентальных условиях степи, широкое развитие получили узколистные дерновинные злаки (ковыли, овсяницы, мятлики, типчак). Развита и корневищная ксерофитность (волоснецы, пырей). Встречаются и эфемероидные злаки (мятлик луковичный) и эфемеры. Флора области характеризуется разнообразием видового состава.

Достаточно отметить, что в ее состав входит свыше 1700 видов сосудистых растений, 140 - мохообразных, 192 - лишайниковых, около 550 - грибов-макромицетов и 648 видов фитопатогенных макро- и микромицетов. Наиболее богатым является северо-западный регион, охватывающий настоящие богаторазнотравно и разнотравно-дерновиннозлаковые степи, в пределах которого насчитывается 1202 вида растений. Юго-восточная часть области флористически значительно беднее. Здесь обнаружено всего 784 вида растений.

Степные виды являются основной составляющей растительного покрова Ростовской области. Доля их варьирует от 22 до 32% во флорах различных регионов, закономерно увеличиваясь с северо-запада на юго-восток области за счет резкого уменьшения числа лесных видов.

Ростовская область целиком расположена в степной зоне, чем и определяется характер покрывающей ее растительности. В прошлом, до начала активного вмешательства человека в природу, здесь господствовала вековечная целинная степь, от которой остались незначительные островки на склонах балок, на опушках лесов, а также в виде небольших участков, принадлежащих конезаводам и лесхозам – в основном в восточных районах.

Остальные площади, удобные для обработки, либо распаханы, либо в разной степени выбиты скотом.

Донская земля относится к малолесным регионам России. Лесистость территории области всего лишь 2,5%, тогда как по Южному федеральному округу она составляет более 10%. Наибольшие площади лесов сосредоточены в центральной и северной зонах области. Все леса области отнесены к первой группе, основное их назначение – выполнение водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных функций.

Из общей площади лесов Ростовской области на долю естественных приходится не более 30%. Они делятся на байрачные (произрастающие в балках); пойменные (произрастающие в поймах рек); аренные (произрастающие на песчаных массивах).

Область по праву считается родиной степного лесоразведения в России. Первые лесные массивы были заложены в области в начале 20-го столетия на Верхнем Дону с целью предотвращения движущихся песков; первые защитные лесные насаждения – в Сальской степи, зерносовхозе «Гигант» - с целью защиты земель от пагубных ветров, ветровой эрозии (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Леса Ростовской области

Состояние лесных ресурсов Ростовской области, в том числе и воспроизводства лесов, характеризуется данными учета лесного фонда, сведениями о воспроизводстве лесов и лесных пожарах, материалами лесного и лесопатологического мониторинга. Безусловно, состояние лесов зависит от ежегодного выполнения работниками леса основных задач лесного хозяйства – охраны, защиты и воспроизводства лесов, исходя из принципов устойчивого управления лесами, повышения экологического и ресурсного потенциала лесов; защиты земель от эрозии и повышения плодородия почв сельскохозяйственного региона России.

Сегодня площадь лесного фонда области составляет около 344 тыс.га, в том числе покрытая лесом площадь – или собственно леса 221 тыс.га. Лесные массивы расположены крайне неравномерно - в пределах административных районов лесистость колеблется от 12,5% (Шлоховский) до 0,1% (Заветинский). Основными лесообразующими породами является дуб – и сосна.

Лесной фонд области находится в основном в ведении органов лесного хозяйства, значительно меньше его площадь – 29 тыс. га в ведении органов сельского хозяйства. Фонд лесовосстановления или земли, на которых возможно посадить молодой лес составляет более 20 тыс. га. В 2003 году посадка лесных культур произведена на площади 750 га.

Лесные насаждения области несут большую рекреационную нагрузку – на тысячу жителей приходится всего лишь 55 га леса [24, с.63].

## 1.2 Основные климатические особенности

Климат изучаемой территории умеренно-континентальный, достаточно благоприятный, характерной чертой является наличие ветров, как в зимний, так и в летний период года.

На территории Ростовской области зима начинается с середины ноября. Раньше всего снижение значений температуры приходит на север и северо-запад области, позже на юго-запад территории Ростовской области,

объясняется это влиянием Азовского моря.

Тем самым прослеживается усиление континентальности климата с северо-западной части на юго-восток области (рисунок 1. 4).

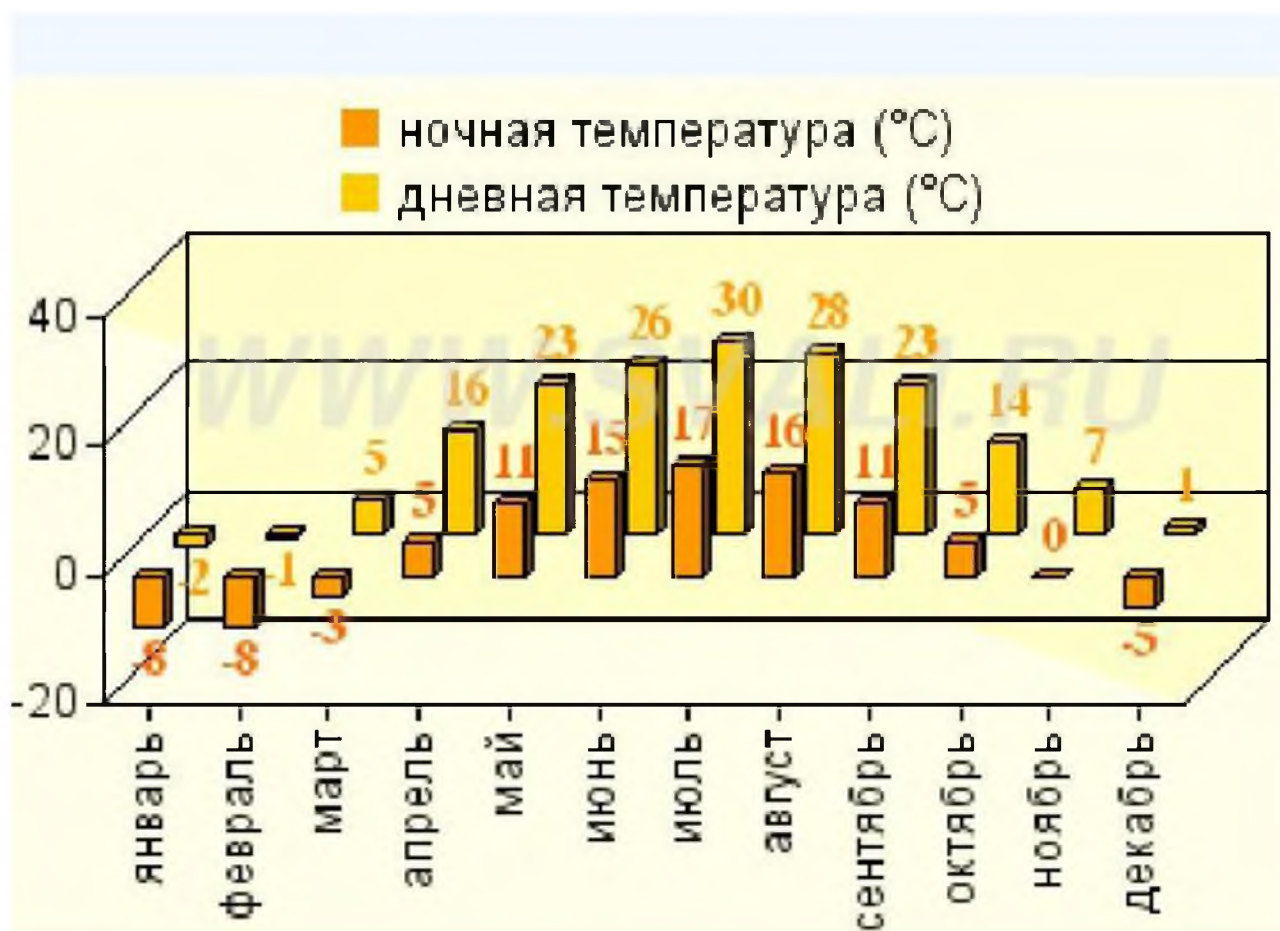


Рисунок 1.4 — Разность дневных и ночных температур

Среднегодовая температура составляет  $+9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  но при этом наблюдается значительная разность температур, как по сезонам, так и по и в суточном ходе. В годовом ходе абсолютный минимум достигает  $-31,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а абсолютный максимум до  $+40,1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Погоде тёплой сырой зимы, свойственна морось (очень мелкий дождь). На территории Ростовской области меньше всего осадков выпадает зимой. Зима мягкая; температура варьируется от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-9^{\circ}\text{C}$ . Из таблицы 1.1 видно, что средняя температура января  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  из расчета по всей территории.

На территории Ростовской области весна с первых чисел марта. То есть раньше всего она приходит в юго-западную часть территории Ростовской

области. Здесь это также обусловлено наличием Азовского моря и объясняется это приходом тёплых воздушных масс с территории Средиземноморского региона. Позднее весна начинается в северных Верхнедонском и Шолоховском районах. Здесь весна более прохладная и протяжная. Особенно это прослеживается в Миллеровском районе, который находится на севере области.

Во второй половине весны на территории Ростовской области погода характеризуется засухой. В этой половине года свойственны частые возвраты заморозков. Существует некоторое мнение, что прослеживающее потепление климата на Земле увеличило продолжительность тёплого времени на территории Ростовской области.

Для летнего периода на территории Ростовской области погода характеризуется жаркой погодой, прослеживается начавшаяся весной засуха. Лето длится около пяти месяцев: с мая, когда температура превышает  $+15^{\circ}\text{C}$  по сентябрь.

Самое жаркое и засушливое лето на юго-востоке территории Ростовской области, в Заветинском и Ремонтненском административно-территориальных районах. Объясняется такое увеличение температуры частым проникновением горячих континентальных воздушных масс с востока. Самое прохладное лето в Верхнедонском и Шолоховском административно-территориальных районах. Здесь среднемесячная июльская температура равна  $+ 22^{\circ}\text{C}$  но, например, в самом северном городе Ростовской области средняя июльская температура воздуха около  $20^{\circ}\text{C}$ , а чаще и ниже.

Самый жаркий месяц в году на территории Ростовской области - это июль. Средняя температура июля  $+ 23^{\circ}\text{C}$ . Зарегистрированный метеослужбой абсолютный максимум на территории Ростовской области равен  $+ 43^{\circ}\text{C}$  в 2020 году.

На изучаемой территории осень достаточно тёплая. Длится около трёх месяцев - с сентября, до третьей декады ноября. Суточный ход температуры в сентябре варьирует от  $+ 25^{\circ}\text{C}$  в дневные часы, с понижением ночью до  $+ 10^{\circ}\text{C}$ . Первая половина осени - сухая. Самый сухой месяц в году на территории

Ростовской области - сентябрь. Но в октябре остывает поверхность земли.

Характерной чертой при рассмотрении погодных явлений является наличие туманов в утренние часы суток. На территорию Ростовской области всё чаще затекают холодные воздушные массы, а вместе с ними заморозки.

Для второй половины осени типично преобладание дней с моросью, с проливными дождями и с усилением ветра.

Таблица 1.1 Температурный режим Ростовской области

Город	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Миллерово	-5,3	-3,1	2,4	9,7	17,0	23,1	20,9	20,1	14,5	10,6	1,7	0,3	9,3
Зерноград	-0,8	-0,2	5,0	11,3	19,0	25,2	22,7	23,4	17,0	12,6	4,5	2,4	11,8
Ростов-на-Дону	-3,0	-2,8	2,4	10,5	16,6	20,9	23,4	22,7	16,7	9,9	3,0	-1,6	9,9
Таганрог	-1,2	0,1	4,9	11,8	19,9	25,8	23,4	23,7	18,0	12,9	4,8	2,3	12,2
Сальск	-4,2	-1,6	8,4	11,2	17,7	22,7	25,7	25,5	19,4	11,4	4,8	1,6	9,7

В таблице 1.1 рассмотрен температурный режим Ростовской области по городам: Миллерово, Зерноград, Ростов-на-Дону, Таганрог, Сальск. Тем самым можно рассмотреть температуру воздуха во всех частях области.

Из табл. 1.1 видно, что наименьшие годовые значения зафиксированы на севере области. В г. Миллерово средняя годовая температура воздуха равна +9,3°C. Максимум в г. Таганрог — +12,2°C.

Температуры января варьируют от -5,3°C (Миллерово) до 0,1°C (г. Таганрог). В летний период температуры превышают +20°C. По данным таблицы 1.1 можно сделать вывод о том, что самый теплый месяц – июнь. В Миллерово температура воздуха прогревается до +23,1°C, максимальные по всей области значения в июне фиксируются в Таганроге (+25,8°C), в Зернограде +25,2°C, в Сальске +22,7°C и наименьшие температуры июня – в Ростове-на-Дону (+20,9°C).

Основными видами жидких атмосферных осадков на территории Ростовской области являются морось (преобладающее количество дней в году),

обложные и проливные дожди.

Последних за собой приносит с собой холодный фронт воздуха, который заходит на территорию Ростовской области в тёплый период года. Осадки в виде дождей связаны с тёплым воздухом, проникающим на территорию Ростовской области в холодный период года (рисунок 1.5).

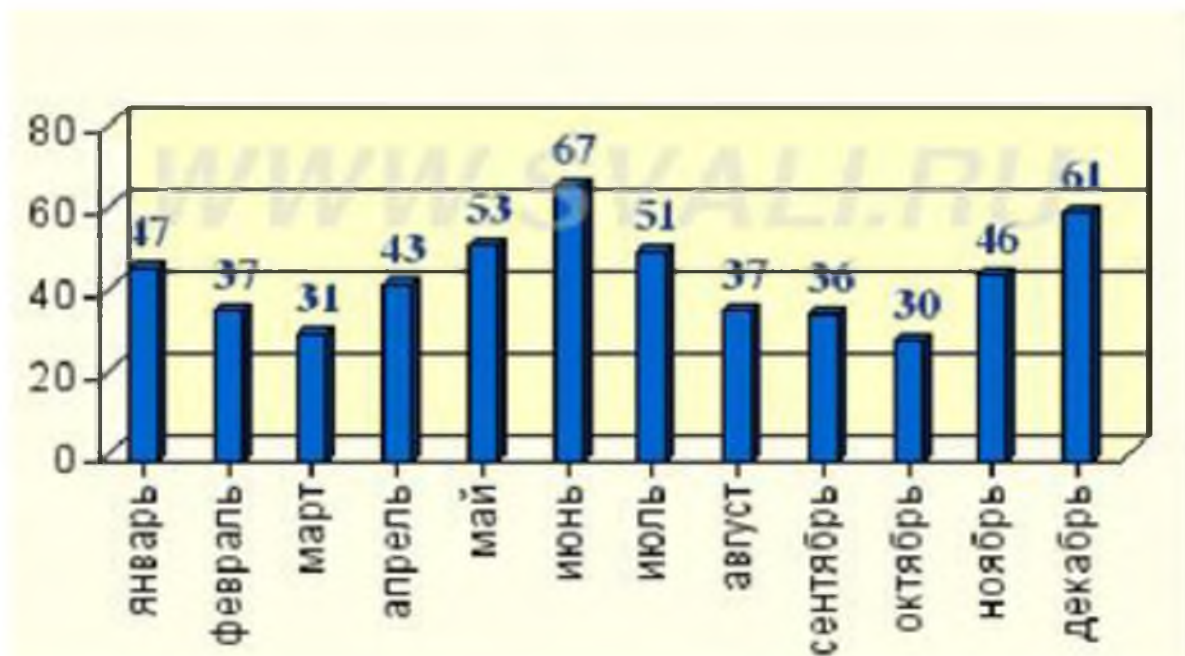


Рисунок 1.5 — Среднее количество осадков по Ростовской области

Как отмечалось, что для погоды поздней осени и зиме (особенно в южной части территории) свойственна морось. Такие погодные условия являются неблагоприятными для деятельности человека. Например, для авиации и транспорта.

Таблица 1.2 — Годовой ход атмосферных осадков в некоторых районах Ростовской области

город	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Миллерово	109	6	58	72	96	17	83	67	25	23	23	24	605
Зерноград	75	17	58	28	62	12	71	14	48	20	13	20	437
Ростов-на-Дону	105	8	21	33	60	29	63	17	33	19	40	17	475
Таганрог	112	74	38	29	82	6	60	32	17	24	33	25	472
Сальск	30,7	18,3	26,2	18,2	37,8	29,5	23,6	14,2	14,7	24,4	22,8	28,5	294

По данным таблицы 1.2 можно сделать вывод о годовом ходе атмосферных осадков в Ростовской области. Минимум осадков выпадает в Сальске, значение равно 294 мм. Максимальное количество осадков фиксируется в Миллерово (605 мм в год). Почти одинаковое значение имеют показатели в Ростове-на-Дону и Таганроге — 475 мм/год и 472 мм/год соответственно, чуть меньше в Зернограде (437 мм в год).

На территории Ростовской области меньше всего осадков выпадает зимой. Больше всего осадков на территорию Ростовской области выпадает летом. Причём, наибольшее их количество выпадает на той части территории Ростовской области, которая расположена западнее меридиана 42° в.д. На юго-востоке территории Ростовской области дожди идут редко.

Таблица 1.3—Количество дождливых дней

город	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Миллерово	5	5	8	11	15	11	11	6	8	7	7	8	102
Зерноград	10	11	7	12	12	16	13	13	6	8	8	7	123
Ростов-на-Дону	2	2	3	2	2	3	3	2	1	4	3	2	29
Таганрог	4	3	1	5	3	6	4	1	4	2	1	4	38
Сальск	10	7	12	10	15	11	9	6	8	7	7	11	113

На основании данных приведенных в таблице 1.3 можно сделать вывод, что максимальное количество дней с осадками наблюдается в Зернограде (123 дня), что составляет 33,6% всего года, в Сальске – 113 дня (около 31%).

В Миллерово 102 дня по наблюдениям на метеостанции (28%), в Таганроге 38 дней (10,4%) и наименьшее количество дней с осадками наблюдается в Ростове-на-Дону, всего 29 дней (около 8%). В общей характеристике климат - умеренно-континентальный. Зима мягкая; средняя температура января по всей территории –4 °С. Лето жаркое, продолжительное, с преобладанием солнечной погоды; средняя температура июля +23°С. Осадков выпадает около 600 мм в год.



## 2 Физическая характеристика ветра, условия его образования и методы наблюдения за ним

### 2.1 Параметры климатических характеристик ветра и методы их расчета

Главная задача климатологической обработки данных наблюдений состоит в получении климатических показателей, правильно характеризующих особенно климата рассматриваемого района. Ветер – величина векторная. В полярных координатах вектор ветра имеет две составляющих: модуль вектора, или скорость ветра, выраженную в м/с, и его направление по 8 или 16 румбам.

Климатическую обработку ветра по наблюдениям у Земли обычно ведут отдельно по скорости и направлению, так как измеряются эти величины также отдельно (таблица 2.1).

Таблица 2.1 Классификация местоположения флюгеров на станциях по степени их открытости и по характеру рельефа

Положение флюгера	Характер местности	Форма рельефа		
		выпуклая	плоская	вогнутая
Близ водных поверхностей, открытое побережье	Океан или открытое (внешнее) море	12а	11б	10в
	Закрытое (внутреннее) море	11а	10б	9в
	Залив, большое озеро	10а	9б	8в
	Большая река	9а	8б	7в
Вдали от водных поверхностей:	Нет никаких элементов защищенности	8а	7б	6в
флюгер выше окружающих предметов	Отдельные предметы защищенности	7а	6б	5в
	Среди элементов защищенности	6а	5б	4в
флюгер ниже окружающих предметов	Среди элементов защищенности	4а	4б	4г

Примечание. Элементами защищенности могут являться холмы,

строения, деревья, причем они принимаются во внимание, если расстояние от них до флюгера меньше 20-кратной их высоты [8, с. 123].

Из таблицы 2.1 можно подчеркнуть то, что классифицировать размещение флюгеров можно таким образом: вблизи водных поверхностей или на открытом побережье, вдали от поверхностей воды, а также расположить флюгер ниже окружающих его предметов (рисунок 2.1).

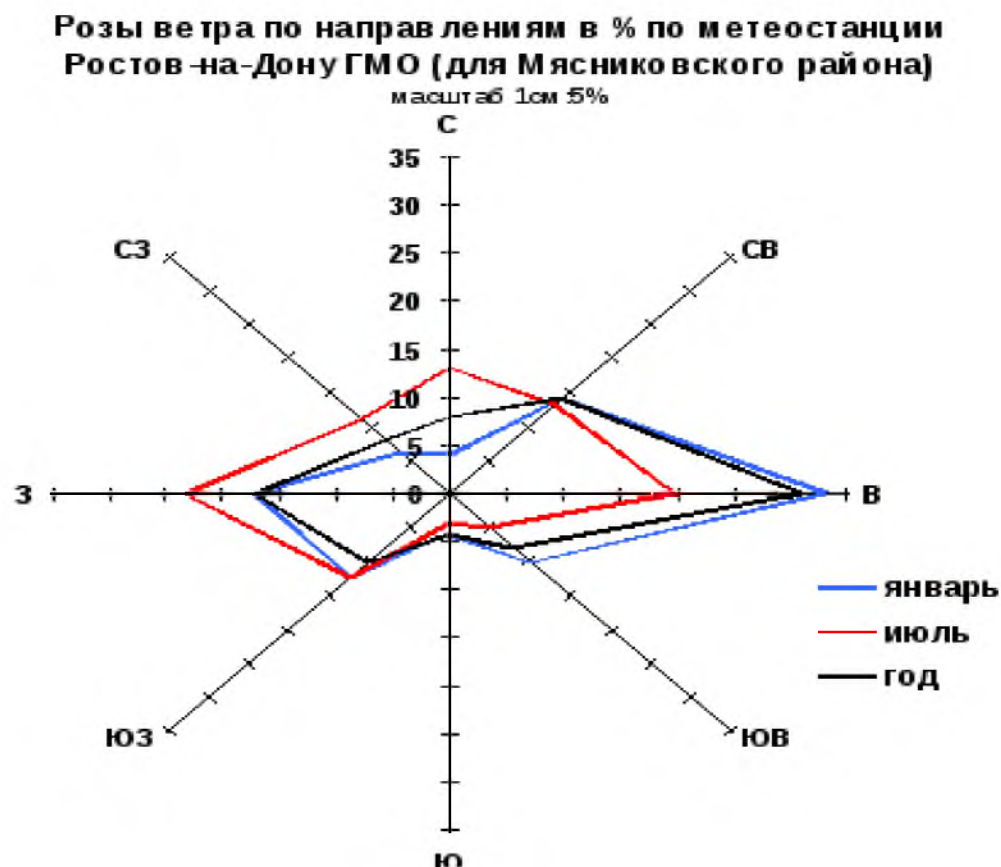


Рисунок 2.1 — Роза ветров (Ростовская область) за 2019год

Направление ветра очень сильно зависит от местоположения метеорологической площадки и прибора, служащего для измерения ветра. Поэтому следует до начала обработки составить розу ветров открытости станции по горизонту, пользуясь классификацией степени открытости и условными обозначениями, введенными В. Ю. Милевским [15, с. 60]. Анализ качества исходного материала и проверки однородности рядов осуществляется критическим просмотром данных, сопоставлением данных наблюдений от года

к году на одной и той же станции.

Неоднородность рядов чаще всего возникает из-за переноса флюгера или анемометра или изменения окружающей обстановки, а также из-за смены наблюдений. Причина недоброкачества наблюдений могут служить дефекты в установке и в уходе за флюгером и неопытности наблюдателя.

Примечательно то, что защищающими элементами могут выступать различные постройки, а так же особенности рельефа поверхности - холмистые возвышения, деревья. Важным моментом является то, что они должны располагаться на расстоянии меньше 20-кратной высоты.

Еще одной важной характеристикой является повторяемость направления ветра.

Ее вычисляют по количеству румбов для каждого из восьми румбов за весь период лет и выражаются в процентах к общему числу случаев, когда отмечается ветер. Штили вычисляются отдельно и выражены в процентах от общего числа наблюдений. Это связано с тем, что повторяемость штилей сильно зависит от качества установки и ухода за флюгером. И если их включать в общее число наблюдений, принимаемых за 100% при подсчете повторяемости направлений ветра, то климатические характеристики ветра соседних станций будет трудно сравнивать. Если на станциях используют для наблюдений за ветром анемометры, то при обработке данных по направлению ветра отпадает необходимость выделять штили.

Повторяемость направления ветра в окончательном виде изображают обычно в виде розы ветров в полярных координатах. По каждому из восьми фиксированных направлений откладываются отрезки, пропорциональные повторяемости ветра данного направления, и концы отрезков соединяются прямыми [9, с.195].

Основными климатическими характеристиками скорости ветра служат средняя скорость, повторяемость различных скоростей и максимальную скорость. Изменчивость скорости ветра сравнительно невелика, поэтому для получения надежных значений средней скорости обычно достаточен 10-летний

ряд наблюдений. Чтобы получить надежные характеристики по повторяемости различных скоростей ветра, необходимы более длинные ряды наблюдений.

Анализ качества исходного материала наблюдений над скоростью ветра и проверка однородности рядов осуществляются, так же как и при анализе направления ветра, критическим просмотром наблюдений на данной станции.

Неоднородность в ряды наблюдений ветра вносит переход к анеморумбометру. Еще одной причиной неоднородности рядов по скорости ветра является переход к восьмисрочным наблюдениям [1, с.49]. В таблице 2.2 приведены поправки по данным скоростей ветра от флюгера.

Таблица 2.2— Данные результатов скоростей от флюгера к данным анеморумбометра М-63

Скорость по флюгеру, м/с	14	17	20	24	28	34
поправка	-2	-3	-4	-4	-5	-7

Обычно поправки вводятся, при повышении скорости по флюгеру 12 м/с.. Поэтому в большинстве случаев, используют среднее арифметическое значение метеорологического элемента, так как оно выражает в качестве одного числа наиболее важную информацию данного метеорологического ряда и

В статистике и в климатологии среднее арифметическое значение просто вычисляется и обладает ясными и простыми свойствами, делающими легко уловимыми его смысл. находит широкое применение

При чем достоверные данные по среднемесячной скорости ветра можно получить за довольно короткий промежуток времени всего за 10—12 лет, а суточный ход по месяцам за 15 лет.

Однако следует учитывать, что показатели скорости скорости ветра зависят от рельефа местности, от высоты и защищенности флюгера. С увеличением абсолютной высоты возрастает скорость ветра в свободной атмосфере, что сказывается на ветровом режиме открыто расположенных склонов, плато, вершин. На возвышенностях, берегах морей и водохранилищ, в

долинах больших рек наблюдается увеличение скорости ветра по сравнению с равнинными участками. В больших городах, лесных районах скорость ветра уменьшается по сравнению с окружающим районом [1, с.106].

Различают абсолютный максимум или минимум, среднее из минимальных или максимальных значений метеорологического элемента и максимум или минимум заданной обеспеченности.

Крайние значения элемента выбирают из данных многолетних наблюдений. Выборку можно производить или независимо от того, в каком календарном периоде отмечались экстремальные значения элемента на данной станции, или выбирать эти значения только из данных наблюдений в одноименные календарные периоды (месяцы, сезоны) различных лет. В первом случае мы получаем абсолютный максимум или минимум значения элемента, присущий данной станции вообще; во втором случае получаем абсолютный максимум или минимум, присущий станции в определенный календарный период [2, с.37].

Расчетная скорость ветра. Скорость ветра допускается определять по данным натурных наблюдений над максимальными ежегодными значениями скоростей ветра за расчетный период без учета продолжительности ветра [7, с.35].

Ряд непрерывных наблюдений на опорной метеостанции должен быть не менее 25 лет. За каждый год наблюдений выбирают максимальные скорости ветра за расчетный период года и выстраивают их в хронологические ряды. Для каждого направления строят кривую эмпирической вероятности скорости ветра, ранжируя хронологический ряд и присваивая каждому члену ряда эмпирическую вероятность.

За расчетную скорость ветра  $v_w$  берут скорость ветра на высоте 10 м и определяют по зависимости:

$$v_w = K_z K_{fe} K_e v_{wzm} , \quad (2.1)$$

где  $K_z$  - коэффициент приведения к высоте 10 м, принимаемый при  $z = 5$

м равным 1,1; при  $z = 10 < m - 1,0$ ; при  $z = 20$  м и более - 0,9;

$K_{fe}$  - коэффициент пересчета к анемометрическим данным по скоростям ветра, приведенным по флюгеру (таблица 2.3);

$K_e$  – коэффициент пересчета скорости ветра и приведенной к высоте 10 м. Коэффициент  $K_e$  назначают по таблице 2.3 по коэффициенту  $K_{mv}$  и скорости ветра;

$v_{wm}$  - скорость ветра, измеренная на опорной станции по флюгеру, установленному на высоте  $z$ , м/с.

$$v_{mz} = v_{mz} K_z K_{fe} \quad (2.2)$$

Таблица 2.3 - Коэффициент пересчета к анемометрическим данным по скоростям ветра

$V_w$	$\leq 20$	25	30	35	40	40	50
$K_{fe}$	1	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,85
$v$ Анемометрическая	20	24	28	31	35	34	43

Из таблицы 2.3 видно, что значения  $v_w$  варьируются от 20 до 50,  $K_{fe}$  от 1 до 0,85, и ванеметрическая от 20 до 43 единиц.

Таблица 2.4 —Коэффициент пересчета скорости ветра по высоте

$v_w, \text{м/с}$	$K_{mv}$				
	1	1,4	1,5	1,7	2,0
5	1	1,4	1,5	1,7	2,0
10	1	1,2	1,4	1,5	1,7
15	1	1,1	1,3	1,4	1,5
20	1	1,1	1,1	1,2	1,3
25	1	1,1	1,1	1,2	1,3

Коэффициент  $K_{mv}$  характеризует защищенность опорной метеостанции и

ее местоположения по румбам и образуется умножением коэффициента защищенности  $K_m$ , определяемого по таблице 2.5, на коэффициент  $K_p$ , учитывающий рельеф местности и определяемый по таблице 2.6.

Таблица 2.5 -Зависимость скорости ветра от положения флюгера

№ п/п	Характеристика местоположения и защищенности опорной метеостанции по измерению скорости ветра	$K_m$
1.	В лесу: флюгер на уровне деревьев, отдельные деревья выше флюгера	3,0
2.	В лесу: флюгер значительно выше деревьев	2,5
3.	На окраине города: кустарник, отдельные строения или деревья на расстоянии 30 - 50 м, отдельные деревья и строения выше флюгера	2,0
4.	То же, но флюгер значительно выше окружающих предметов	1,6
5.	В селении на открытой ровной площадке: ближайшие строения на расстоянии 30 - 50 м, флюгер выше окружающих предметов	1,7
6.	На открытой ровной местности (поле, луг, аэродром): в 200 - 500 м лес и кустарник	1,6
7.	На самом берегу озера, моря или большой реки: в 100 - 200 м лес или строения	1,4
8.	На ровной степной поверхности	1,3
9.	На совершенно открытом берегу озера, моря или большой реки у самой воды	1,1
10.	На совершенно открытой узкой косе у самой воды	1,05

Следовательно, градации разности от местоположения и защищенности метеостанции варьируют от показателей от 1 до 10 со скоростями ветра от 3,0 до 1,05.

По данным таблицы 2.6 видно, как характеризуется рельеф местности и влияние его на расположение метеостанции. При этом характеристику современного местоположения станции и рельефа устанавливают визуальным наблюдением на месте, а в ретроспективе (если используются данные наблюдений за старые годы).

Таблица 2.6 —Характеристика рельефа местоположения метеостанции

№ п/п	Краткая характеристика рельефа местоположения метеостанции	$K_p$
1.	Крутая вершина холма, у обрыва	0,75
2.	Пологая вершина холма, верхняя часть склона	0,90
3.	Равнина, весьма широкая долина	1,0
4.	Нижняя часть склона, дно неширокой и неглубокой долины, котловины, лощины	1,1
5.	Дно глубокой долины, котловины, лощины	1,4

Анализ качества исходного материала и проверки однородности рядов осуществляется критическим просмотром данных, сопоставлением данных наблюдений от года к году на одной и той же станции. Неоднородность рядов чаще всего возникает из-за переноса флюгера или анемометра или изменения окружающей обстановки, а также из-за смены наблюдений. Значения основных статистик распределения скорости ветра не зависят от того, наблюдается ли он четыре или восемь раз в сутки [2, с.90].

Показатели изменчивости. Показателями изменчивости или рассеивания значений элемента относительно среднего служат среднее абсолютное, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации.

Среднее абсолютное и среднее квадратичное отклонения дают среднее отклонение индивидуальных значений ряда  $X_i$  от среднего арифметического. При этом знак отклонения не должен учитываться. В противном случае среднее отклонение, согласно свойству среднего арифметического, всегда будет равно нулю. Поэтому среднее абсолютное отклонение вычисляется как среднее или среднее взвешенное из модулей отклонений индивидуальных значений  $X_i$  от среднего, а среднее квадратичное — как корень из среднего тех же отклонений, но возведенных в квадрат.

Среднее квадратичное отклонение, возведенное в квадрат, носит название дисперсии.

Так же как и среднее арифметическое значение, среднее квадратичное



отклонение обладает рядом простых свойств:

— при умножении (делении) всех членов ряда на постоянный множитель  $k$  среднее квадратичное отклонение увеличится (уменьшится) в  $k$  раз;

— увеличение (или уменьшение) всех членов ряда на постоянное число  $a$  не меняет значения среднего квадратичного отклонения.

Если имеются значения средних абсолютных отклонений  $v$ , то для получения  $\sigma$  с достаточной точностью можно использовать выражение  $\sigma = 1,28a$ .

В последние годы среднее абсолютное отклонение обычно не вычисляют, так как математические выкладки применительно к  $v$  затруднены, для его оценки требуются более длинные ряды, чем для  $a$ , а при развитой технике вычислений расчет  $a$  не более, а даже менее трудоемок по сравнению с расчетом  $v$ . Однако раньше  $v$  являлось основным показателем изменчивости и содержится во многих исследованиях по климатологии.

Коэффициент вариации  $s$ , определяется по формуле 2.3.

$$cv = \sigma / \bar{x} \dots \dots \dots (2.3)$$

Этот относительный показатель удобен в тех случаях, когда сравнивается изменчивость распределений, имеющих сильно различающиеся средние значения [11, с.71].

Методы анализа качества метеорологических рядов. Метеорологические ряды первичных или осредненных данных наблюдений могут содержать ошибки, которые должны быть или исключены, или учтены при последующей статистической обработке исходного материала. В зависимости от их характера и причин возникновения различают случайные, систематические и грубые ошибки.

Климатологическая обработка результатов метеорологических наблюдений, проводимая с целью изучения формирования климата или для решения прикладных задач, является полноценной лишь в том случае, когда

используются однородные метеорологические ряды или учитывается их неоднородность. Следует различать климатологическую и статистическую однородность ряда.

Нарушение климатологической однородности метеорологических рядов возникает или под влиянием местных причин (перенос метеорологической площадки, застройки и разрастания древесных насаждений вблизи станции) и сказывается на изменении климатических характеристик на какой-то определенной станции, или в связи с изменением методики измерения, типа и установки приборов. В последнем случае неоднородность проявляется в метеорологических рядах всей сети станций, которой коснулись эти изменения.

В процессе климатической практики были выработаны сравнительно простые и точные методы выявления и устранения климатологической неоднородности рядов.

К ним относятся:

- 1) метод сопоставления данных одной и той же станции по годам;
- 2) метод соответствующих разностей;
- 3) метод соответствующих отношений.

Методы косвенных расчетов. Наиболее распространенным является метод косвенного расчета, носящий название метода «номограмм».

«Номограмма» представляет собой систему кривых или прямых, выражающих связь между средними арифметическими значениями, с одной стороны, и квантилями, соответствующими определенным значениям обеспеченности, — с другой стороны. Кривые строятся по данным ряда станций в пределах одного и того же района.

Номограммы использовались для расчета ряда характеристик заданной обеспеченности при составлении Справочника по климату.

Расположение линий на номограмме позволяет выявить некоторые закономерности режима метеорологических элементов. Построение номограмм является полезным методом обработки метеорологических рядов [12, с.153].

## 2.2 Методы и средства измерений направления и скорости ветра

Ветер характеризуется скоростью и направлением. Скорость ветра может измеряться в метрах в секунду; километрах в час, в баллах. За направление принимается направление, откуда дует ветер. Для обозначения направления ветра указывают либо румб (по 16-румбовой системе), либо азимут, отсчитываемый в градусах от северного направления меридиана по часовой стрелке до направления ветра.

Вследствие турбулентности скорость и направление ветра непрерывно меняются. На метеорологических станциях измеряют среднюю скорость, м/с за 10 мин, максимальную – за этот же интервал времени, между сроками (за 3 ч при восьми срочных наблюдениях) и направление ветра, осредненное за 2 мин (азимут, румб).

На метеостанциях характеристики ветра измеряются на высоте 10-12 м. Приборы для измерения скорости ветра называются анемометрами; приборы для измерения скорости и направления ветра называются анеморумбометрами [20, с.190].

Флюгер (рисунок 2.3), предложенный Вильдом в конце XIX в., является одним из простейших приборов.

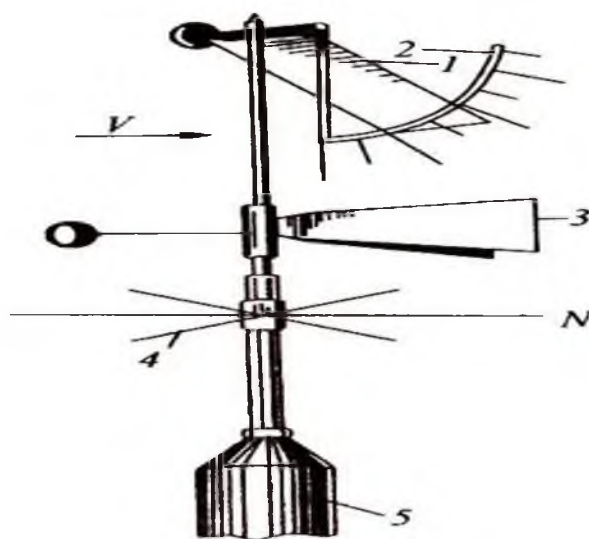


Рисунок 2.3 — Флюгер

На рисунке 2.3 показано устройство флюгера. Прибор состоит из: доски-приемника (обозначено цифрой 1), указателя скорости ветра (2), флюгарки (3), указателя направления ветра (4) и несущего столба (5).

До настоящего времени он применяется на сети метеорологических станций в качестве запасного прибора, а на тех станциях, где нет электрической сети, - в качестве основного. Флюгер дает возможность измерять среднюю скорость, максимальные порывы и направление ветра.

На нижней неподвижной трубе флюгера укреплены штыри – указатели направления ветра. На верхней вращающейся трубе смонтированы флюгарка с противовесом и указатель скорости ветра.

Скорость ветра определяют по отклонению доски относительно штырей указателя скорости, а направление ветра – по положению противовеса флюгарки относительно штырей указателя направления. Флюгеры с легкой и тяжелой доской устанавливаются на отдельных мачтах на высоте 10-12 м. В темное время суток флюгеры освещаются прожектором.

При отсчете скорости ветра наблюдатель отмечает среднее и наибольшее отклонение положения доски за 2 мин, а также за 2 мин отмечается и среднее положение флюгарки. Скорость ветра определяется по таблице, в которой для каждого номера штыря дается значение скорости ветра в миллиметрах в секунду для легкой и тяжелой доски [16, с.251].

На рисунке 2.8 представлен анемометр ручной механический МС- 13. Он предназначен для измерения средней скорости ветра за определенный промежуток времени, определяемый по секундомеру.

Воспринимающей частью анемометра является вращающаяся на вертикальной оси крестовина с четырьмя полыми полушариями, обращенными выпуклостями в одну сторону.

Под действием ветра крестовина всегда вращается в сторону выпуклости полушарий, так как давление воздуха на чашки, обращенные выпуклой стороной к ветру, будет меньше, чем на чашки, обращенные к ветру, будет меньше, чем на чашки, обращенные к ветру внутренней стороной.

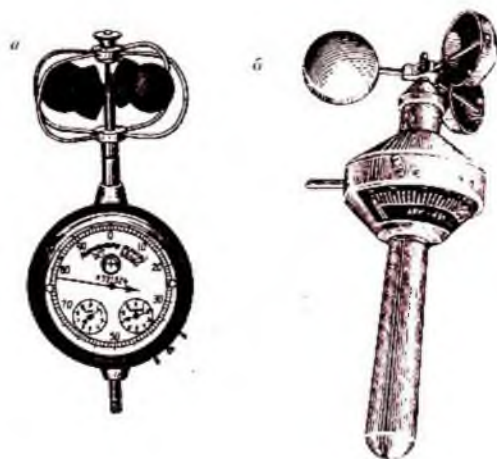


Рисунок 2.8 – Анемометр

Включение и выключение счетного механизма производится арретиром. Во время измерения скорости ветра прибор держат в руках в вертикальном положении выше головы. Скорость ветра рассчитывают: по разности конечных и начальных отсчетов определяют количество оборотов за время измерения, а затем по количеству оборотов крестовины за одну секунду по тарифовочному свидетельству определяют скорость ветра в м/с.

Чувствительным элементом является трехчашечная вертушка.

На нижнем конце оси вертушки находится жестко связанная с ней магнитная система, выполняющая роль электрического генератора, вырабатывающего электрический ток пропорционально угловой скорости вращения вертушки.

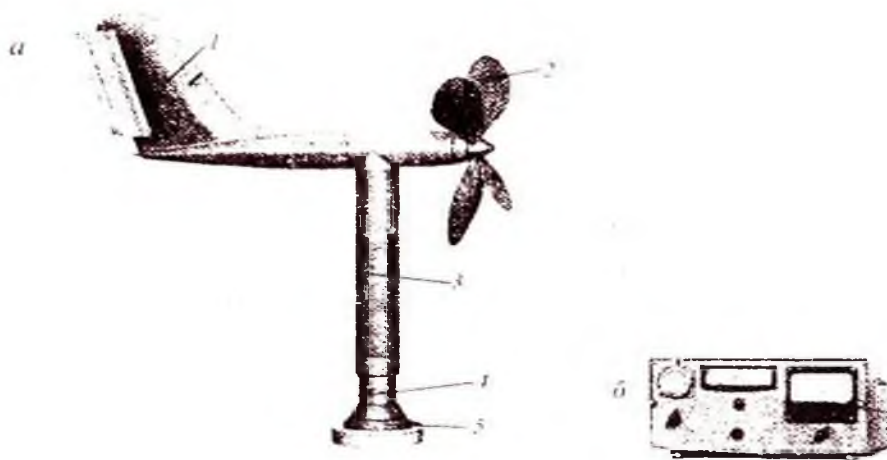


Рисунок 2.9 — Анеморумбометр М-63М

Все части обозначены на рисунке 2.9 соответствующими цифрами. Состоит анеморумбометр М-63М из флюгера, воздушного винта, поворотной части, неподвижной части, стержня и пульта предназначенного для измерения.

Измерения тока производится стрелочным гальванометром, шкала которого проградуирована в единицах скорости ветра. Прибор снабжен ручкой, наворачиваемой на резьбовую часть хвостовика, а также комплектуется специальным наконечником, наворачиваемым вместо ручки, при установке прибора на шесте [20, с.197].

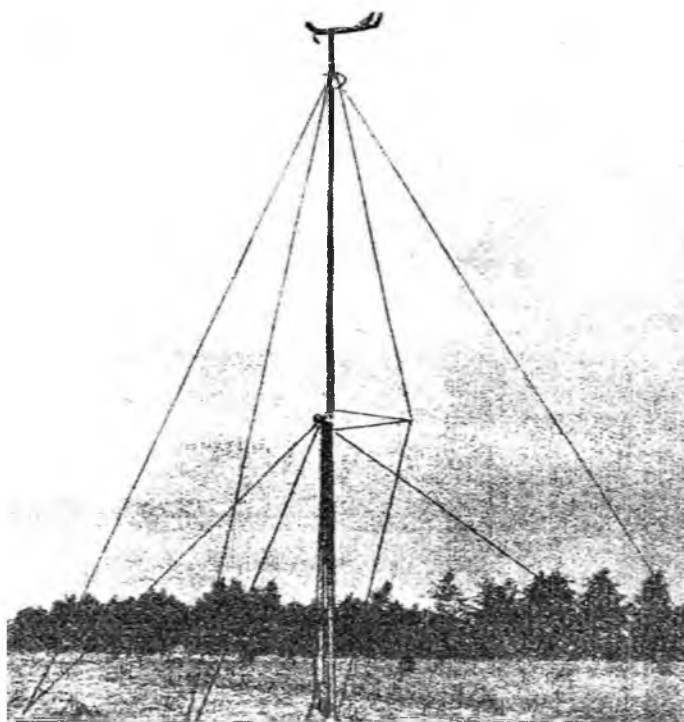


Рисунок 2.10 — Мачта метеорологическая М-82

На рисунке 2.10 показана метеорологическая мачта типа М-82. На верху мачты располагаются датчик скорости и направления ветра.

Преобразователи скорости и направления ветра оформлены в виде одного блока датчиков, состоящего из флюгера, представляющего собой сигарообразный корпус со стабилизатором в хвостовой части, и датчика скорости в виде четырех лопастного воздушного винта. Под воздействием флюгарки плоскость вращения винта располагается перпендикулярно к направлению воздушного потока. Скорость вращения винта пропорциональна

скорости ветра.

Корпус вместе с наружной трубкой на шарикоподшипниках свободно вращается на вертикальной неподвижной стойке, укрепленной на мачте. Внутри корпуса и наружной трубы размещены кинематические и электрические элементы, преобразующие измеряемые величины в электрические импульсы, которые по кабелю поступают на измерительный пульт.

Измерительный пульт представляет собой настольный прибор, на лицевой панели которого размещены шкалы скоростей и направлений ветра, кнопки включения прибора, переключения шкал, сброса показаний, индикаторы и др.

В модели анеморумбометра М-63М-1М информация о скорости ветра высвечивается на цифровом табло.

Блок питания обеспечивает работу анеморумбометра от сети переменного тока и от аккумуляторов без подзарядки в течение 3-5 суток (аварийный режим). Для регистрации скорости и направления ветра служит самописец (анеморумбограф).

### 3 Особенности распределения приземного ветра по территории и во времени

#### 3.1 Суточный и годовой ход направления ветра в Ростовской области

До 1966 г. на метеостанциях наблюдения производились исключительно по флюгеру Вильда, причем интервал осреднения скорости ветра по времени принимался равным 2 мин. На всей сети станций флюгера установлены в основном на высоте от 10 до 14 м.

Данные о направлении и скорости ветра приводятся по показаниям флюгера с легкой или тяжелой доской. По флюгеру с легкой доской отмечаются скорости ветра не более 20 м/сек, по флюгеру с тяжелой доской — до 40 м/сек. Флюгера с тяжелой доской установлены на большинстве метеорологических станций, в результате чего на многих станциях отмечались скорости ветра не более 20 м/сек.

Следует учитывать, что наблюдения по флюгеру имеют значительные недостатки. Одним из существенных недостатков является то, что не все скорости ветра могут быть отсчитаны по флюгеру. Так, почти не отмечаются скорости ветра: 11, 13, 15, 19, 21—23, 25—27, 29, 31 м/сек и т. д., что объясняется только конструктивными особенностями флюгера и приводит к накоплению числа случаев отдельных скоростей ветра. Накопление числа случаев скоростей, ветра 12, 16, 20 м/сек отмечается при наблюдениях по флюгеру с легкой доской, а накопление числа случаев скоростей ветра 24, 28, 34, 40 м/сек — по флюгеру с тяжелой доской.

При наблюдениях по флюгеру с легкой доской положение доски, например, между штифтами 6 и 7 (скорости 14—20 м/сек) отмечается как скорость 17 м/сек, а положение доски на 1/3 или 2/3 интервала между штифтами (скорости ветра 15, 16, 18 и 19 м/сек) не поддается учету.

По флюгеру с тяжелой доской скорости ветра от 20 до 28 м/сек измеряются с точностью до 4 м/сек (24 м/сек — середина интервала между штифтами). Скорости ветра от 28 до 40 м/сек определяются положением доски



у штифта 6, между штифтами 6 и 7 и у штифта 7. Разность отметок скоростей ветра между штифтами 6 и 7 равна 12 м/сек. Следовательно, положение доски флюгера может иметь ошибку 4—6 м/сек.

Накопление числа случаев некоторых скоростей ветра объясняется описанными выше конструктивными особенностями флюгера. При наблюдениях по флюгеру с легкой доской накопление, например, числа случаев скоростей ветра 20 м/сек объясняется тем, что все скорости ветра  $> 20$  м/сек отмечаются как 20 м/сек.

Небольшие скорости ветра (1—5 м/сек) более точно определяются по флюгерам с легкой доской, так как малые скорости ветра уравнивают легкую доску (весом 200 г) и не могут отклонить тяжелую (весом 800 г).

В связи с тем, что по флюгеру с легкой доской нельзя измерить некоторые скорости выше 10 м/сек, так как у флюгера с легкой доской положение шрифтов 4 и 5 (скорость 8-10 м/сек) приходится на середину сектора шрифтов, скорости ветра более 10 м/сек отсчитываются по флюгеру с тяжелой доской.

Все перечисленные конструктивные особенности флюгера учитывались и по мере возможности устранялись при обработке наблюдений над ветром [16, с.248].

Возрастание скорости утром и днем в приземном слое над сушей сопровождается вращением ветра вправо, по часовой стрелке, убывание скорости вечером и ночью — вращением влево. В верхней части слоя трения происходит обратное: левое вращение при усилении скорости и правое — при ослаблении.

В Южном полушарии вращение происходит в обратном направлении. Причина суточного изменения направления ветра та же — суточный ход турбулентного обмена.

На горных вершинах суточный ход ветра, в общем, такой же, как в свободной атмосфере: с максимумом скорости ночью, минимумом днем. Однако в горах это явление сложнее, чем в свободной атмосфере.

Направление ветра в данной местности часто изменяется. В течение года обычно отмечаются ветры всех направлений. Однако ветры одних румбов повторяются реже, а других - чаще.

Повторяемость направления ветра дается в процентах от общего числа наблюдений, без учета штилей. Повторяемость штилей рассчитывается от общего числа наблюдений над скоростью ветра.

Станции Ростов-на-Дону расположены в Кубано-Приазовской равнине в долинах рек Дона и Кубани. В течение всего года здесь преобладают ветры восточной и западной четверти.

В теплые и переходные сезоны в Ростове-на-Дону прослеживается суточный ход северного и северо-восточного ветра; ночью увеличивается их повторяемость, а днем уменьшается.

В Ростове-на-Дону летом (несколько слабее весной и осенью) отмечается суточная периодичность западных и юго-западных ветров (с Таганрогского залива). Повторяемость этих ветров возрастает в дневные и вечерние часы, в то время как повторяемость восточных ветров, наоборот, увеличивается в ранние утренние и дневные часы (таблица 3.1).

Таблица составлена в результате механизированных разработок ежечасных метеорологических наблюдений за пятилетний период (1954-1958 гг.) [19, с.87].

Наблюдения проводились в синоптические сроки по московскому декретному времени, которое отличается от московского декретного в Ростове-на-Дону на 20 мин.

Наименьшая повторяемость штилей во все сезоны года отмечаются в дневные часы, а максимальная – ночью и рано утром.

Повторяемость направления дается в процентах от общего числа случаев, без учета штилей. Повторяемость штилей рассчитывается от общего числа наблюдений над скоростью ветра.

Осреднены показатели по календарным сезонам для того, чтобы уменьшить случайные отклонения, связанные с коротким периодом

наблюдений.

В годовом ходе направления ветра преобладает широтная циркуляция, особенно хорошо выраженная в холодное полугодие. В отдельных районах повторяемость ветров восточного направления может достигать 60-70% (таблица 3.1) [19, с.14].

Таблица 3.1 Повторяемость направления ветра и штилей (%) в Ростовской области в среднем за год

месяца	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Январь	5	13	25	14	6	13	17	7	8
Апрель	7	14	29	15	5	10	12	8	8
Июль	12	14	14	8	5	13	19	15	13
Октябрь	8	12	24	12	5	12	17	10	13
Год	8	13	24	13	6	12	15	9	10

Для весны характерно ослабление азиатского барического максимума и отступления к востоку его западного отрога. Над Атлантикой усиливается Азорский антициклон. Средиземноморские циклоны получают возможность продвигаться к востоку и северо-востоку.

В конце весны начале лета увеличивается повторяемость процессов западной адвекции. С наступлением весны увеличивается и повторяемость ветров западной четверти горизонта.

В летний период циркуляция воздушных масс ослаблена. Погода в основном формируется за счет трансформации воздушных масс в медленно движущихся азорских и арктических циклонах.

В этот период преобладают ветры западных румбов. Однако ветры восточных направлений имеют большую вероятность, а иногда и преобладают в течение всего года. Ветры в этом период неустойчивы по направлению и скорости [10, с.101].

Данные этой таблицы представляют повторяемости направлений ветра, вычисленные в процентах от числа случаев ветра (без учета штилей) за теплые и холодные месяца и год. Повторяемость штилей приводится в процентах от общего числа случаев наблюдений.

Устойчивые значения повторяемости направлений ветра могут быть получены из рядов наблюдений не менее 8-10 лет. Данные станций с рядами наблюдений длительностью 6-7 лет могут служить лишь для ориентировки.

На метеорологических станциях, расположенных на возвышенных открытых местах, при отсутствии элементов защищенности флюгера, направление ветра определяется атмосферной циркуляцией макро-структурного порядка [10, с.113].

На большей части рассматриваемой территории в среднем годовом ходе преобладают в основном восточные ветры, лишь в летний период наблюдается также возрастание повторяемости западных составляющих направления ветра.

### 3.2 Суточный и годовой ход скорости ветра в Ростовской области

Скорость ветра имеет хорошо выраженный суточный ход, определяемый в первую очередь суточным ходом температуры воздуха. Наибольшая скорость наблюдается в дневное время, после полудня, наименьшая — перед восходом солнца. Суточные колебания скорости более резко выражены в теплый период и меньше — зимой. Увеличение скорости ветра днем хорошо заметно на равнинной территории [21, с.170].

Суточные изменения скорости ветра над территорией России определяются по многолетней традиции отечественной экспериментальной метеорологии исходя из данных для четырех сроков наблюдений (ночь, утро, день, вечер). Исследования показывают, что практически над всей территорией России имеет место прямой суточный ход скоростей ветра с их усилением в дневное и ослаблением в ночное время суток.

В зимний период суточный ход скорости ветра практически отсутствует

над значительной частью территории. Летом скорость ветра в приземном слое атмосферы имеет более выраженный суточный ход. Значения амплитуд изменяются по рассматриваемой территории от 0 до 4 м/с. Отсутствие суточного хода скорости отмечается летом только над арктическим побережьем европейской территории страны и над островными станциями Дальнего Востока.

В слое трения обнаруживается суточный ход скорости ветра, часто хорошо заметный не только при осреднении данных наблюдений, но и в отдельные дни. У земной поверхности над сушей максимум скорости ветра наблюдается около 14 ч, минимум — ночью или утром. Начиная примерно с высоты 500 м, суточный ход обратный: с максимумом ночью и минимумом днем.

Амплитуда суточного хода скорости ветра над сушей – около половины среднего суточного значения скорости. Особенно велика она летом. Над морем суточный ход скорости ветра незначителен. Суточный ход часто искажается неперiodическими изменениями ветра, связанными с циклонической деятельностью.

Причина суточного хода скорости ветра — в суточном ходе турбулентного обмена. При развитии конвекции в первую половину дня вертикальное перемешивание между приземным слоем и вышележащими слоями воздуха усиливается, а во второй половине дня и ночью оно ослабевает. Усиленное дневное перемешивание приводит к выравниванию скоростей ветра между приземным слоем и вышележащей частью слоя трения.

Воздух сверху, обладающий большими скоростями, в процессе обмена переносится вниз, в результате чего общая скорость ветра внизу днем возрастает. В то же время приземный воздух, замедленный трением, перемещается вверх, вследствие чего в верхней части слоя трения происходит уменьшение скорости.

Ночью при ослабленном вертикальном перемешивании скорость ветра внизу будет меньше, чем днем, а вверху больше.

Над океаном некоторое усиление конвекции приходится на ночь. Поэтому и суточный максимум ветра наблюдается ночью.

Возрастание скорости утром и днем в приземном слое над сушей сопровождается вращением ветра вправо, по часовой стрелке, убывание скорости вечером и ночью — вращением влево. В верхней части слоя трения происходит обратное: левое вращение при усилении скорости и правое — при ослаблении. В Южном полушарии вращение происходит в обратном направлении.

Причина суточного изменения направления ветра та же — суточный ход турбулентного обмена. На горных вершинах суточный ход ветра, в общем, такой же, как в свободной атмосфере: с максимумом скорости ночью, минимумом днем. Однако в горах это явление сложнее, чем в свободной атмосфере [17, с.90].

Наблюдения проводились в синоптические сроки по московскому декретному времени. В таблице скорости ветра даны по местному солнечному времени, которое отличается от московского декретного в Ростове-на-Дону на 20 мин. Поэтому скорости ветра, помещенные в таблицу, относятся не к целым часам, а к часам с минутами.

На территории суточный ход скоростей ветра отличается большим своеобразием и сложностью. Максимум скоростей ветра в апреле-июле наступает в послеполуденные часы.

Во второй половине лета и начале осени (август- октябрь) максимум сдвигается на более ранние полуденные часы.

В апреле-июле минимум скоростей ветра наступает в поздние вечерние часы и устойчиво удерживается почти до восхода солнца.

В августе-октябре основной минимум приходится на 19-21 час. Во вторую половину ночи наблюдается второй минимум, причем для октября он является основным.

В результате механизированных разработок ежечасных метеорологических наблюдений за пятилетний период Ростовской области в

сведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Суточный ход скорости ветра в году по станции Ростов-на-Дону

Время, ч. м.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1. Ростов-на-Дону													
0 40	7.0	8.3	7.4	6.5	5.0	4.4	4.1	4.7	4.7	4.9	7.3	6.8	5.9
1 40	6.9	8.3	7.1	6.3	4.5	4.4	3.7	4.4	4.4	4.4	7.1	6.6	5.7
2 40	6.9	8.2	7.0	6.1	4.6	4.5	3.8	4.7	4.4	4.4	7.0	6.4	5.7
3 40	6.8	8.1	6.9	6.2	4.6	4.5	3.9	4.7	4.5	4.6	7.2	6.5	5.7
4 40	6.9	8.2	7.0	6.3	4.7	4.7	3.9	4.6	4.6	4.9	7.2	6.4	5.8
5 40	6.9	8.3	7.1	6.4	4.7	4.7	3.7	4.4	4.7	4.8	7.4	6.6	5.8
6 40	6.9	8.2	6.9	6.4	4.9	4.8	3.8	4.4	4.6	4.9	7.2	6.5	5.8
7 40	7.0	8.3	6.8	6.6	5.4	5.0	3.8	4.6	4.5	4.8	7.3	6.4	5.9
8 40	6.8	7.9	7.0	7.0	5.7	5.3	4.2	4.7	5.0	5.2	7.4	6.5	6.1
9 40	6.9	8.2	7.3	7.3	6.3	5.5	4.7	5.2	5.3	5.5	7.7	6.7	6.4
10 40	7.1	8.5	7.6	7.6	6.9	6.0	5.1	5.9	5.8	6.0	7.9	6.9	6.8
11 40	7.2	8.7	7.8	8.0	7.1	6.3	5.3	5.8	6.2	6.3	8.3	7.1	7.0
12 40	7.2	8.8	8.0	8.3	7.5	6.5	5.8	6.0	6.3	6.5	8.4	7.2	7.2
13 40	7.1	8.9	8.3	8.4	7.6	6.5	5.9	5.8	6.1	6.3	8.3	7.1	7.2
14 40	7.1	8.7	8.1	8.1	7.4	6.5	5.7	5.8	5.8	6.2	8.1	6.8	7.0
15 40	7.2	9.0	8.1	8.1	7.4	6.6	6.2	5.8	6.1	6.2	7.9	7.0	7.1
16 40	7.1	8.7	8.1	7.8	7.3	6.4	6.1	5.6	5.6	5.7	7.4	6.8	6.9
17 40	7.0	8.4	7.9	7.5	6.8	5.8	5.6	5.4	5.2	5.1	7.4	6.8	6.6
18 40	6.9	8.5	7.5	7.0	6.1	5.2	5.2	4.8	4.6	5.0	7.2	6.7	6.2
19 40	6.9	8.5	7.3	6.4	5.2	4.5	4.5	4.1	4.2	4.9	7.3	6.5	5.9
20 40	6.8	8.4	7.4	6.4	4.8	4.4	4.1	4.0	4.5	4.8	7.3	6.4	5.8
21 40	6.8	8.3	7.4	6.3	4.7	4.5	4.1	4.5	4.6	5.1	7.4	6.4	5.8
22 40	6.9	8.4	7.3	6.4	4.8	4.5	4.3	4.8	4.6	5.1	7.4	6.5	5.9
23 40	6.9	8.4	7.4	6.3	4.9	4.4	4.3	4.7	4.7	5.2	7.6	6.7	6.0
Средняя за 24 часа	7.0	8.4	7.4	7.0	5.8	5.2	4.7	5.0	5.0	5.3	7.5	6.7	6.3
Средняя за 1, 13 и 19 ч.	7.0	8.4	7.4	7.0	5.9	5.2	4.7	5.0	5.0	5.3	7.5	6.8	6.3

Отдельные отклонения от плавного хода скоростей ветра связаны со случайными ошибками, которые вследствие короткого ряда наблюдений могут достигать  $\pm 0.2$  м/сек.

Суточный ход скоростей ветра четко выражен с апреля по октябрь. В остальное время года он проявляется слабо (суточная амплитуда, как правило,  $\leq 2$  м/сек) [19, с.29].

Коэффициент  $K$  равняется отношению отклонений скорости в определенный час ( $v_i$ ) от средней суточной скорости ( $v$ ) к суточной амплитуде скорости ветра ( $A$ ). Коэффициент  $K$  выражен в процентах.

$$K_i = [(v_i - v) / A] 100\% = [(v_i - v) / (v_{\max} - v_{\min})] 100\% \quad (3.1)$$

На рисунке 3.1, по наблюдениям на станции Ростов-на-Дону, изоплеты коэффициента  $K$ , характеризующего суточный ход скорости ветра для месяцев, когда амплитуда суточного хода более значительна ( $\geq 2$  м/сек).

В дневные часы отклонения положительны, т. е. скорости ветра больше средней суточной, ночью, наоборот, — отрицательны.

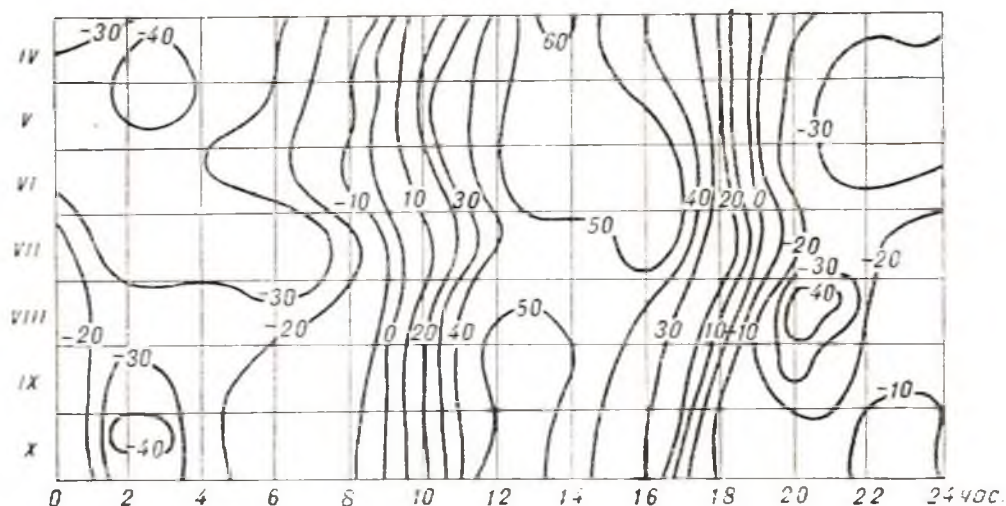


Рисунок 3.1 — Изоплеты коэффициента  $K$  (%), характеризующего суточный ход скорости ветра

По данным результатам максимально точно можно рассчитать скорости ветра для каждого часа суток по станциям, для которых имеются данные о



средних скоростях и их суточные амплитуде. Эти разности несколько меньше амплитуд, рассчитанных по ежечасным данным, которые условно называются истинными. Соответствующая поправка равна 10% амплитуды, вычисленной по данным таблица 3.2 19, с.31].

Таблица 3.2 Средняя месячная и годовая скорость ветра

м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Казанская	4.4	4.5	4.3	3.8	3.6	3.0	2.9	2.8	3.0	3.6	4.3	4.4	3.7
Боковская	5.3	5.6	5.1	4.8	4.2	3.5	3.6	3.2	3.3	4.0	5.1	5.0	4.4
Морозовск	6.4	6.9	6.4	5.8	5.1	4.4	4.3	4.1	4.0	4.8	6.0	6.4	5.4
Лихая	5.3	5.8	5.4	5.0	4.5	4.0	3.9	3.8	3.7	4.2	5.6	5.0	4.7
Ростов-на-Дону, ГМО	6.0	6.2	5.5	5.3	4.9	4.2	4.1	4.2	4.2	4.8	5.7	5.5	4.0
Азов	6.4	6.8	6.3	5.8	5.0	4.3	4.2	4.1	4.3	4.8	6.4	6.7	5.
Веселый	4.9	5.2	5.2	4.8	4.0	3.8	3.5	3.6	3.5	3.8	4.8	4.9	4.3
Зерноград	5.8	6.0	5.7	5.2	4.7	3.9	3.9	4.1	4.0	4.5	5.7	5.4	4.9
Пролетарская	3.9	4.7	4.4	3.9	3.2	2.7	2.5	2.4	2.4	3.1	4.0	4.1	3.4
Ремонтное	5.6	6.0	5.9	5.5	4.9	4.3	3.9	3.8	3.7	4.3	5.7	5.5	4.9
Сальск	4.2	4.9	4.6	4.3	3.5	3.0	2.9	2.9	2.8	3.2	4.7	4.0	3.8

Таблицы представляет средние месячные и годовые скорости ветра, вычисленные из рядов наблюдений длительностью 10-12 лет.

В годовом ходе скорости ветра, независимо от степени защищенности флюгера, сохраняется определенная закономерность: наибольшие скорости наблюдаются в зимне-весенний период, наименьшие скорости — в летне-осенний период.

Снимая значения  $K$  (%) для каждого часа соответствующего месяца, умножая его на значения исправленной суточной амплитуды и деля на 100, получаем для каждого часа отклонения скорости ветра от средней суточной в м/сек. Прибавляя это отклонение с соответствующим знаком к средней

скорости, получаем скорости ветра для каждого числа суток с точностью порядка  $\pm (0.2-0.3)$  м/сек, т.е.:

$$v_i = K_i A / 100 + v \quad (3.12)$$

Чтобы их выявить, необходимо сравнить данные за различные периоды наблюдений (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Средняя месячная и годовая скорость ветра, за различные периоды времени

Метеостанция	Период, лет	Месяц				Год
		I	IV	VII	X	
Миллерово	1936-1980	5.4	5.1	3.5	4.1	4.6
	1936-1964	5.6	5.5	3.8	4.2	4.9
	$\Delta$ , м/с	-0.2	-0.4	-0.3	-0.1	-0.3
Ростов-на-Дону	1936-1980	4.6	4.4	3.0	3.5	4.0
	1936-1964	5.3	5.1	3.6	4.2	4.6
	$\Delta$ , м/с	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6
Таганрог, маяк	1936-1980	4.6	4.5	3.8	4.0	4.3
	1936-1964	4.8	5.2	4.2	4.5	4.8
	$\Delta$ , м/с	-0.2	-0.7	-0.4	-0.5	-0.5
$\Delta$ , м/с	1936-1980	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.5

На большинстве климатических станций до 1936 г. ветер измерялся флюгером с легкой доской три раза в сутки. В период с 1936 по 1965 г. наблюдения осуществлялись с помощью флюгера, как с легкой доской, так и с тяжелой доской (на большинстве метеостанций) четыре раза в сутки. С 1966 г. ветер наблюдался восемь раз в сутки с помощью анеморумбометра. Таким образом, для учета межпериодных изменений ветра в данные старого справочника следует вводить поправки. С 1936 по 1980 наблюдается уменьшение скоростей ветра. Это связано со следующими причинами: смена ветроизмерительного прибора, т.е. флюгера на анеморумбометр М-63М;

различное число сроков (частота) наблюдений; уменьшение циркуляционных процессов.

Для решения многих практических задач недостаточно знать только средние величины скорости ветра. Для более полной характеристики ветрового режима необходимо знать число дней с сильным ветром (таблица 3.4).

Таблица 3.4 — Число дней с сильным ветром по станциям Ростовской области

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Казанская	3.7	3.8	3.9	2.7	2.2	0.9	1.0	1.2	1.3	1.8	2.1	2.9	28
Боковская	3.4	4.2	3.8	4.5	3.7	2.0	2.8	2.2	1.9	0.8	1.9		35
Морозовск	1.9	3.5	3.5	3.0	2.0	1.0	1.1	1.3	1.1	1.6	2.4	2.6	25
Лихая	3.4	4.1	5.0	3.6	2.2	0.9	0.5	0.7	1.0	1.7	2.1	3.4	29
Ростов-на-Дону, ГМО	2.9	3.4	3.6	3.3	1.9	1.1	1.2	1.3	1.1	2.4	2.5	3.2	28
Азов	3.4	3.9	4.7	3.4	2.6	2.0	1.6	2.0	1.2	1.8	3.5	3.9	34
Веселый	1.5	2.1	2.6	2.5	1.4	1.6	1.1	1.2	1.6	1.1	1.8	1.5	20
Зерноград	2.2	3.4	4.3	3.7	2.0	1.2	0.8	1.4	1.7	2.3	2.3	2.3	28
Пролетарская	2.7	3.8	3.0	2.7	1.3	0.8	0.7	1.1	0.8	1.1	1.8	2.0	22
Ремонтное	0.7	1.6	1.9	1.7	0.7	0.7	0.2	0.2	0.3	0.8	0.9	0.9	11
Сальск	2.1	3.5	3.2	2.7	1.2	0.9	0.5	0.8	0.7	1.1	1.8	2.6	21

Число дней с сильным ветром (более 15 м/сек) колеблется по территории, что объясняется расположением метеостанции и степени защищенности флюгера [19, с.35].

Сильные ветры на равнинах наблюдаются по 15-30 дней в году а на открытых возвышенных местах число дней с сильным ветром увеличивается до 40-45 (таблица 3.4). Большое число дней с сильным ветром характерно для побережья Азовского моря. В основном сильные ветры наблюдаются феврале-марте.

Наибольшее число дней с сильным ветром на рассматриваемой территории в среднем составляет 20-40 дней за год, увеличиваясь на возвышенных местах и в долинах рек до 80 (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Наибольшее число дней с сильным ветром

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Казанская	10	12	9	6	6	5	5	6	6	7	8	14	44
Боковская	9	13	12	12	10	10	11	5	7	6	6	14	58
Морозовск	13	14	13	11	9	7	10	5	9	10	10	15	74
Лихая	7	10	10	9	7	3	4	4	5	7	13	14	52
Ростов-на-Дону, ГМО	11	14	9	11	11	4	9	9	6	15	8	19	54
Азов	9	13	11	9	7	8	5	6	6	11	11	15	55
Веселый	8	13	7	8	5	7	4	4	6	6	7	7	35
Зерноград	18	17	18	11	13	5	6	6	9	12	15	14	80
Пролетарская	10	20	9	11	6	4	7	5	8	6	8	9	43
Ремонтное	6	9	6	6	4	7	3	5	3	4	7	9	36
Сальск	12	15	10	8	5	5	3	4	6	5	10	14	70

Сильные ветры приносят значительный ущерб народному хозяйству. На исследуемой территории штормы и ураганы обычно имеют как восточное, так и западное направление. Наиболее продолжительными бывают сильные восточные ветры. В среднем их продолжительность составляет 2-3 дня, а в отдельных случаях она может увеличиваться до 10-15 и более дней. Сильные ветры западных румбов менее продолжительны – не более двух дней.

Для определения наибольших скоростей ветра различной вероятности (таблица 3.6) используется метод статистической экстраполяции,

разработанный в ГГО Л. С. Гандиным и Л. Е. Анапольской.

Таблица 3.6 - Наибольшие скорости ветра различной вероятности

№ станции	Станция	Скорости ветра (м/сек), возможные один раз в				
		год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
35	Миллерово	28	33	35	36	37
38	Морозовск	25	27	29	30	31
42	Цимлянск (до заполнения водохранилища)	24	27	28	29	30
47	Константиновский	22	25	26	27	28
50	Ростов-на-Дону	25	30	31	32	33
59	Заветное	20	23	24	25	26

Использование метода статистической экстраполяции позволяет преодолеть трудности, связанные с низкой точностью наблюдений по флюгеру и сравнительной краткостью периодов наблюдений. Практическое использование тех или иных изоплет определяется наименьшей разницей между фактическими и расчетными данными [19, с.39].

Сильные ветры приносят значительный ущерб народному хозяйству. Они могут наблюдаться как на ограниченной территории, так и занимать огромные пространства.

На исследуемой территории штормы и ураганы обычно имеют как восточное, так и западное направление. Наиболее продолжительными бывают сильные восточные ветры. В среднем их продолжительность составляет 2-3 дня, а в отдельных случаях она может увеличиваться до 6-7 дней. Сильные штормы западных румбов менее продолжительны – не более двух дней [19, с. 15].

В начале весны сильные восточные ветры вызывают пыльные бури. Благодаря им происходит нагон воды у побережья Каспия и сгон воды на

Нижнем Дону и в Таганрогском заливе [6, с. 99].

В ноябре 1954 г. во время большого нагона воды на северо-западном Каспии, на Нижнем Дону и в Таганрогском заливе наблюдался исключительный по своей силе сгон воды, в результате чего Таганрогский залив наполовину оказался оголенным. Западные штормы, наоборот, вызывают в Таганрогском заливе и на Нижнем Дону сильный нагон воды.

Так, например, при сильном западном шторме 24 августа 1960 года только за одну ночь уровень воды у Ростова поднялся на 2 м, а у Азова на 2,5 м.

Скорости ветра при штормах и ураганах на большей части территории достигают больших значений.

Например, в Ростовском аэропорту 26 мая 1948 года с 18 час. 41 мин. до 18 час. 53 мин. наблюдался шквал.

Скорость ветра, отмеченная анеморумбометром, достигала 67 м/сек, но, по-видимому, в действительности была еще больше, так как стрелка прибора находилась на верхнем пределе шкалы прибора [19, с.17].

Уменьшение числа дней с сильным ветром за период наблюдений с 1936 по 1980 гг. связано с теми же причинами, что и уменьшение средней скорости ветра за этот же период (различное число сроков (частота) наблюдений и неодинаковые интервалы осреднения) (таблица 3.7).

Таблица 3.7 Число дней с сильным ветром, рассчитанное за различные периоды времени

Метеостанция	Период, лет	Месяц				Год
		I	IV	VII	X	
Миллерово	1936-1980	3.9	3.5	1.2	1.4	29
	1936-1964	4.6	4.4	1.5	1.8	37
	$\Delta$ , м/с	-0.7	-0.9	-0.3	-0.4	-8
Ростов-на-Дону	1936-1980	2.5	2.5	0.9	1.3	22
	1936-1964	2.9	3.3	1.2	2.4	28
	$\Delta$ , м/с	-0.4	-0.8	-0.3	-1.1	-6
Таганрог, маяк	1936-1980	2.0	2.7	0.9	1.2	24
	1936-1964	2.5	3.0	1.2	2.1	29
	$\Delta$ , м/с	-0.5	-0.3	-0.3	-0.9	-5
$\bar{\Delta}$ , м/с	1936-1980	-0.5	-0.7	-0.3	-0.8	-0.6

На рассматриваемой территории сильные или умеренные ветры часто

сопровождаются пыльными бурями.

Под пыльными бурями понимается такое метеорологическое явление, при котором сильным или умеренным ветром с поверхности земли, свободной от растительности или имеющей слабо развитый травянистый покров, в воздух поднимается пыль, песок или мелкие почвенные частицы, ухудшающие видимость в пределах от нескольких метров до 10 км.

Пыльные бури обычно возникают во время бездождного засушливого периода, часто одновременно с суховеями. Число дней с пыльной бурей рассмотрим по таблице 3.8:

Таблица 3.8 - Число дней с пыльной бурей за период 1945 – 1960 гг

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Казанская	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.4	0.3	0.5	0.4	0.0	0.2	0.1	2.5
Индустрия	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.4	0.3	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.9
Обливская	0.0	0.0	0.1	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	3.7
Лихая	0.0	0.0	0.1	1.4	0.9	1.4	1.0	1.4	1.0	0.2	0.1	0.0	7.5
Цимлянск (после заплн. водохр.)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6	0.2	0.7	0.5	0.1	0.0	0.0	2.5
Константи- новский	0.0	0.0	0.1	0.8	0.7	1.1	0.7	0.8	0.6	0.2	0.2	0.0	5.2
Ростов-на- Дону, ГМО	0.0	0.1	0.6	1.8	0.9	1.8	1.5	1.9	1.4	0.1	0.4	0.0	10.5
Мартыновка	0.0	0.1	0.4	1.1	1.1	2.5	2.8	2.7	1.7	0.5	0.2	0.2	13.3
Таганрог	0.0	0.0	0.4	0.8	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	1.9
Зимовники	0.0	0.0	0.3	0.6	0.2	1.0	1.2	1.2	0.5	0.2	0.1	0.0	5.3
Заветное	0.0	0.0	0.1	1.9	2.4	3.9	4.5	5.2	3.6	1.2	0.5	0.0	23.3
Зерноград	0.0	0.1	0.8	1.9	0.5	0.5	0.3	0.5	0.6	0.2	0.3	0.1	5.8
Пролетарская	0.0	0.2	0.6	2.1	1.9	1.9	2.8	4.4	2.8	0.4	0.8	0.0	17.9
Гигант	0.0	0.0	0.8	3.1	2.1	2.8	3.1	3.9	3.1	0.9	0.6	0.2	20.6

Пыльные бури при большой скорости и после продолжительного засушливого периода являются источником неисчислимых бедствий. Чаще всего пыльные бури наблюдаются летом и весной, изредка пыльные бури бывают зимой [18, 65].

Распределение числа дней с пыльными бурями в большей степени зависят от рельефа (таблица 3.8. Наибольшее их количество наблюдается на открытых возвышенных местах. Количество их за год в среднем составляет 10-20 дней за год. Наименьшее - в поймах рек, долинах и котловинах, где почва

несколько задернована и ветер ослаблен. В среднем это составляет 1-4 дней за год [19, с.21].

### 3.3 Территориальные особенности распределения ветра

Распределение направления ветра по территории выражено достаточно слабо. Для Ростовской области характерна широтная циркуляция, особенно хорошо выраженная в холодное полугодие (таблица 3.9) [19, с.13].

Таблица 3.9 - Повторяемость направления ветра и штилей (%) в среднем за год по территории

Терит. особенности	месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Вблизи моря, залива, большой реки	I	5	13	27	13	5	13	17	6	7
	IV	12	14	15	7	5	13	19	15	9
	VII	8	15	30	12	4	10	13	8	6
	X	11	14	22	11	4	10	15	13	11
	год	8	14	26	11	5	12	15	9	8
Равнина	I	5	12	26	15	7	13	15	7	9
	IV	8	13	29	15	5	11	12	7	10
	VII	13	14	14	8	5	14	18	14	16
	X	8	13	24	12	6	12	16	9	16
	год	8	13	24	14	6	11	15	9	13
Возвышенность	I	5	12	24	16	6	13	17	7	8
	IV	8	13	29	16	6	10	11	7	9
	VII	14	15	15	10	5	11	16	14	14
	X	7	11	22	14	7	13	17	9	15
	год	8	13	23	14	7	2	14	9	11

Данные этой таблицы представляют повторяемости направлений ветра, вычисленные в процентах от числа случаев ветра (без учета штилей) за теплые и холодные месяца и год по станциям расположенных в разных территориальных условиях. Повторяемость штилей приводится в процентах от общего числа случаев наблюдений.

По данным этой таблицы видно, что практически независимо от рельефа, на всей территории преобладают ветры с восточной составляющей. С наступлением весны увеличивается и повторяемость ветров западной четверти



горизонта, что вызвано увеличением процессов западной адвекции.

В летний период циркуляция воздушных масс ослаблена. Погода в основном формируется за счет трансформации воздушных масс в медленно движущихся азорских и арктических циклонах. В этот период преобладают ветры западных румбов. Однако ветры восточных направлений имеют большую вероятность, а иногда и преобладают в течение всего года. Ветры в этом период неустойчивы по направлению и скорости.

Скорость ветра зависит в большей степени от рельефа местности, от высоты и защищенности флюгера. С увеличением абсолютной высоты возрастает скорость ветра в свободной атмосфере, что сказывается на ветровом режиме открыто расположенных склонов, плато, вершин. На возвышенностях, берегах морей и водохранилищ, в долинах больших рек наблюдается увеличение скорости ветра по сравнению с равнинными участками. В больших городах, лесных районах скорость ветра уменьшается по сравнению с окружающим районом [19, с.19]. Это хорошо видно по данным таблицы 3.10

Скорость ветра имеет хорошо выраженный суточный ход, определяемый в первую очередь суточным ходом температуры воздуха. Наибольшая скорость наблюдается в дневное время, после полудня, наименьшая перед восходом солнца.

Суточные колебания скорости более резко выражены в теплый период и меньше – зимой. Увеличение скорости ветра днем хорошо заметно на равнинной территории. На побережье Азовского моря суточный ход скорости ветра сглажен.

В годовом ходе скорости ветра, независимо от степени защищенности флюгера, сохраняется определенная закономерность: наибольшие скорости наблюдаются в зимне-весенний период на равнинной территории (максимум в феврале — марте), в предгорьях и горах (максимум в марте — апреле), вблизи водных поверхностей (максимум в феврале – марте); наименьшие скорости — в летне-осенний период — на равнинной территории и возвышенностях

(минимум в июле — сентябре), вблизи водных поверхностей (минимум в июне – сентябре) (табл.3.18) [19, с.18].

Таблица 3.10--Территориальные особенностям распределения средне месячной и годовой скорости ветра в различные часы суток

Рельеф	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Вблизи моря, большой реки и т.п.	1	6.6	6.7	6.4	5.5	4.5	3.6	3.5	3.4	3.7	4.9	6.8	6.8
	7	6.4	6.7	6.4	6.1	5.3	4.3	3.9	3.8	4.0	4.9	6.4	6.8
	13	6.8	7.7	8.3	8.3	7.6	6.3	5.9	5.9	6.3	7.0	7.9	7.4
	19	6.4	6.8	6.5	6.0	5.2	4.3	4.2	3.5	3.7	4.8	6.8	6.8
Равнина	1	4.7	5.3	4.7	4.0	2.9	1.8	1.8	3.2	2.2	3.0	4.8	4.9
	7	5.1	4.9	4.6	4.6	3.7	2.7	2.5	2.7	2.5	3.1	4.7	4.9
	13	5.6	6.2	6.6	7.0	6.3	4.8	4.8	5.2	5.3	5.4	6.1	5.7
	19	4.6	5.3	5.1	4.8	4.2	3.1	3.3	3.2	2.2	3.3	4.7	4.8
Возвышенность	1	5.3	5.8	5.3	4.4	3.2	2.5	2.4	2.6	2.5	3.5	5.4	5.6
	7	5.5	5.9	5.5	5.3	4.8	3.8	3.5	3.4	3.1	3.9	5.4	5.8
	13	6.2	6.9	6.9	7.6	6.7	5.7	5.6	5.6	6.0	6.2	6.6	6.4
	19	5.4	6.1	5.6	4.9	4.5	3.9	4.0	3.2	2.8	3.7	5.4	5.5

Средняя годовая скорость на открытых участках , изменяется в широких пределах (таблица 3.11).

Таблица 3.11 - Средняя месячная и годовая скорость ветра

Рельеф	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	
								I					
Близ озера, большой реки	5.2	5.7	5.4	5.1	4.6	4.0	3.8	3.8	3.8	4.5	5.5	5.3	4.7
Равнина	5.1	5.5	5.3	4.9	4.2	3.5	3.4	3.4	3.5	3.9	5.0	5.0	4.4
Возвышенность	5.5	5.9	5.9	5.2	4.7	3.9	3.8	3.7	3.7	4.3	5.5	5.4	4.8

Значительное увеличение скорости наблюдается на побережье Азовского моря. Особенно велика скорость на открытых вдающихся в море мысах, косах. На равнинах наблюдается уменьшение скоростей ветра за счет влияния макрорельефа [19, с.22].

Таким образом, скорость ветра сильно колеблется в зависимости от типа местоположения станции и степени защищенности флюгера.

Различие рельефа и неодинаковые условия защищенности и установки флюгера делают данные некоторых станций не вполне сравнимыми между собой. Поэтому для более детального изучения необходимо рассматривать станции, расположенные в одинаковых условиях.

## Заключение

Движение воздуха относительно земной поверхности называется ветром. Как правило, имеется в виду горизонтальная составляющая движения. Иногда говорят о восходящем или нисходящем ветре, т. е. учитывают вертикальную составляющую. Повторяемость и направление ветра зависят от условий общей циркуляции и (отчасти) от окружающего рельефа.

Выводы :

1. В годовом ходе наибольшая повторяемость наблюдается восточных направлений это около - 53%, из которых только восточного направления до 31%. Несколько меньше западного до 35%, из которых сугубо западных до 17%. Данная ситуация сохраняется в течение всего года, лишь в летний период несколько возрастает повторяемость ветров с западной составляющей.

2. В теплые и переходные сезоны на рассматриваемой территории прослеживается суточный ход северного и северо-восточного ветра; ночью увеличивается их повторяемость, а днем уменьшается.

3. Летом (несколько слабее весной и осенью) отмечается суточная периодичность западных и юго-западных ветров. Повторяемость этих ветров возрастает в дневные и вечерние часы, в то время как повторяемость восточных ветров, наоборот, увеличивается в ранние утренние и дневные часы.

4. В Ростовской области максимум скоростей ветра лишь в апреле — июле наступает в послеполуденные часы. Во второй половине лета и начале осени (август — октябрь) максимум сдвигается на более ранние полуденные часы. В апреле — июле минимум скоростей ветра наступает в поздние вечерние часы и устойчиво удерживается почти до восхода солнца. В августе — октябре основной минимум приходится на 19—21 час.

5. Среднегодовая скорость ветра в области составляет 4,5 м/сек. В северной и центральных частях она уменьшается до 4 м/сек. Повышение среднегодовой скорости до 5 м/сек отмечается в юго-западной части области. В годовом ходе наибольшие скорости ветра отмечаются в холодный период

(ноябрь-март), достигая 6-7 м/сек. В тёплый период среднемесячные скорости ветра уменьшаются до 2,5-4 м/сек.

6. На исследуемой территории сильные ветры обычно имеют как восточное, так и западное направление. Наиболее продолжительными бывают сильные восточные ветры. В среднем их непрерывная продолжительность составляет 2-3 дня, а в отдельных случаях она может увеличиваться до 10-15 и более дней. Сильные ветры западных румбов менее продолжительны – не более двух дней. Наибольшее число дней с сильным ветром в среднем составляет 20-40 дней за год, увеличиваясь на возвышенных местах и в долинах рек до 80.

7. Сильные или умеренные ветры часто сопровождаются пыльными бурями. Распределение числа дней с пыльными бурями в большей степени зависят от рельефа. Наибольшее их количество (10-20 дней в году) наблюдается на открытых возвышенных местах. Наименьшее (1-4 дней в году) в поймах рек, долинах и котловинах, где почва несколько задернована и ветер ослаблен.

8. Уменьшение числа дней с сильным ветром за период наблюдений с 1936 по 1980 гг. связано с теми же причинами, что и уменьшение средней скорости ветра за этот же период.

## Список использованной литературы

1. Берг, Л. С. Основы климатологии. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гос. учебно-педагог. изд-во Наркомпроса РСФСР, Ленинградское отделение, 1938 — 240 с.
2. Бернгардт, Р.П. Восстановление однородности рядов максимальных скоростей ветра // Труды ГГО. — 1983. — вып.475. — С. 105-111.
3. Бернгардт, Р. П., Заварина, М. В. Климатологическая оценка точности измерения больших скоростей ветра // Труды ГГО. — 1974. — вып. 333. — С.197-201.
4. Бернгардт, Р.П. Силы ветра (мера, расчет, польза).— Александровск-Сахалинский, 1994. — 180 с.
5. Воронцов, П. А. Роль местных условий в развитии бризовых ветров. Метеорология и гидрология. — 1941. — № 1. — С. 105-108.
6. Гаель, А. Г. и др. О пыльных бурях в марте — апреле 1960 г., Изд. АН СССР, серия географ. — 1961. — № 1. — С. 97-105.
7. Гандин, Л. С, Труды ВНМС, том IV. — Л.: Гидрометеоздат, 2002, с. 94-98.
8. Городецкий, О.А., Гуральник, И.И., Ларин, В.В. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. — Л.: Гидрометеоздат,199. — 340 с.
9. Дроздов, О. А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В. Климатология.- Л.: Гидрометеоздат, 1969. — 337 с.
10. Занин, А. А. Климат СССР, вып. 2, Кавказ. — Л.: Гидрометеоздат, 1961. — 250 с.
11. Кобышева, Н.В., Леман, А., Пиль, Х. Систематизация климатических характеристик // Труды ГГО. — 1990. — вып.532. — С.105-118.
12. Кобышева, Н.В., Наровлянский, Г.Я. Климатическая обработка метеорологических данных. — Л.: Гидрометеоздат, 1978. — 320 с.
13. Лаптев, А.В. Гидрометеорология. — Серия 37.21.03. Создание государственной системы наблюдений и контроля состояния природной среды.

Обзорная информация. — Обнинск, 1988. — С. 196-205.

14. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. – С-Пб.: Гидрометеиздат, 2005. — 440 с.

15. Милевский, В. Ю. Методика исследования скоростных роз и скоростных роз-диаграмм ветра. Труды ГГО. — 1960. — вып. 113. — С.59-61.

16. Моргунов, В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. —390 с.

17. Погосян, Х.П. Общая циркуляция атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1978, 205.

18. Проценко, В. Ф. Пыльная буря зимой. Природа. — Л.: Изд. АН СССР, 1965. — 145 с.

19. Справочник по климату СССР. — Выпуск 13. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 331 с.

20. Стернзат, М.С. Метеорологические приборы и методы наблюдений. 2-е изд., перераб. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 392 с.

21. Темникова, Н. С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. Л.: Гидрометеиздат, 2003. — 226 с.

22. Федоров, Е.К. Часовые погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 163 с.

23. Хромов, С.П., Петросянц, М.А. Метеорология и климатология. — М.: Изд. МГУ, 2001. — 527 с.

24. Хрусталева, Ю.П., Смагина, Т.А., Меринов, Ю.Н., Кизицкий, М.И., Житников, В.Г. Природа, хозяйство и экология Ростовской области. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. — 227 с.

25. Ясманов, И.Я. Занимательная метеорология. – М., 1989. —189 с.

## Приложение

Время, ч. м.	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
<b>Ростов-на-Дону</b>									
<b>Декабрь - февраль</b>									
0 40	5	19	30	6	5	11	17	7	7
1 40	5	17	33	4	5	11	17	8	8
2 40	3	19	33	5	6	10	15	9	8
3 40	4	18	33	5	5	10	15	10	8
4 40	3	18	32	6	5	11	16	9	9
5 40	5	20	31	4	5	10	16	9	9
6 40	5	19	31	5	5	11	14	10	7
7 40	5	20	30	7	5	11	14	8	6
8 40	6	20	29	6	6	10	14	9	8
9 40	5	21	28	7	7	11	13	8	6
10 40	6	20	29	7	5	11	15	7	6
11 40	6	18	29	7	7	12	13	8	6
12 40	5	19	30	7	6	12	14	7	5
13 40	4	16	31	7	7	11	16	8	5
14 40	5	16	30	6	6	13	15	9	4
15 40	6	16	29	7	6	12	16	8	3
16 40	5	19	29	6	6	10	17	8	5
17 40	5	18	28	6	4	12	18	9	5
18 40	4	22	30	4	5	10	17	8	6
19 40	5	19	32	5	5	12	17	5	9
20 40	4	22	31	5	4	11	16	7	10
21 40	3	21	31	5	5	10	17	8	10
22 40	4	21	30	4	6	11	16	8	8
23 40	3	20	33	4	5	11	14	10	8
Средняя за 24 часа	5	19	30	6	5	11	16	8	7
Средняя за 1, 7, 13, и 19 часов	5	20	30	6	5	11	15	8	7



Продолжение приложения

Март – май									
0 40	8	22	27	4	2	11	17	9	8
1 40	8	22	27	5	3	11	15	9	10
2 40	8	24	27	4	3	11	14	9	13
3 40	8	24	27	4	3	9	14	11	11
4 40	10	25	24	4	4	11	11	11	9
5 40	9	23	26	4	5	11	11	11	10
6 40	9	23	28	3	5	11	10	11	9
7 40	9	21	31	3	6	9	11	10	7
8 40	6	24	30	6	4	12	10	8	6
9 40	7	20	32	5	6	13	9	8	4
10 40	6	19	30	7	7	11	11	9	3
11 40	6	18	31	6	6	14	10	9	2
12 40	7	18	29	7	7	14	11	7	2
13 40	6	15	31	9	7	12	12	8	1
14 40	6	15	29	7	5	15	14	9	1
15 40	6	15	30	6	5	14	15	9	2
16 40	5	16	30	6	4	14	15	10	2
17 40	6	17	29	5	2	13	16	12	3
18 40	5	18	27	5	2	12	19	12	3
19 40	6	20	28	4	2	10	23	7	5
20 40	6	19	28	4	2	11	20	10	6
21 40	8	18	28	5	2	11	19	9	7
22 40	6	19	27	6	3	12	17	10	7
23 40	7	20	27	5	1	12	17	11	8
Средняя за 24 часа	7	20	28	5	4	12	14	10	6
Средняя за 1, 7, 13, и 19 часов	7	20	28	5	4	12	14	10	6
Июль – август									
0 40	16	24	13	2	3	9	16	17	12
1 40	16	23	15	3	2	10	14	17	16

Продолжение приложения

2 40	18	25	15	2	3	9	13	15	15
3 40	18	25	17	2	3	10	11	14	15
4 40	16	25	17	4	4	9	10	15	13
5 40	16	24	20	3	5	9	8	15	14
6 40	14	26	22	2	6	7	9	14	13
7 40	10	26	24	3	6	9	10	12	12
8 40	11	21	28	5	4	11	9	11	8
9 40	9	18	27	6	6	13	10	11	8
10 40	9	16	25	8	5	12	14	11	6
11 40	9	13	27	7	5	13	14	12	4
12 40	7	14	22	8	7	15	14	13	4
13 40	8	12	22	9	7	15	15	12	4
14 40	6	14	20	10	4	15	17	14	3
15 40	8	13	21	8	5	14	19	12	3
16 40	7	14	20	6	5	13	20	15	4
17 40	8	16	17	6	3	14	23	13	4
18 40	9	15	15	6	3	12	25	15	6
19 40	10	22	13	4	3	11	24	13	10
20 40	10	21	14	2	3	10	22	18	12
21 40	13	22	11	4	2	10	20	18	10
22 40	14	21	14	2	1	10	18	20	13
23 40	16	24	12	2	3	10	16	17	11
Средняя за 24 часа	12	20	19	5	4	11	15	14	9
Средняя за 1, 7, 13, и 19 часов	11	20	18	4	5	11	16	15	9
Сентябрь – ноябрь									
0 40	10	23	27	3	2	10	13	12	10
1 40	12	23	29	3	2	9	12	10	14
2 40	9	25	27	4	3	8	13	11	13
3 40	11	26	26	2	4	7	13	11	13
4 40	12	23	27	3	2	9	12	12	11

### Окончание приложения

5 40	12	24	27	2	2	7	12	14	10
6 40	12	25	25	2	3	8	12	13	9
7 40	12	23	30	2	3	8	12	10	12
8 40	8	24	30	4	4	8	12	10	10
9 40	8	21	31	4	4	8	13	11	7
10 40	8	19	31	4	7	10	10	11	6
11 40	7	17	32	5	5	11	12	11	5
12 40	8	18	29	7	4	10	14	10	4
13 40	6	17	27	9	3	11	15	12	4
14 40	8	16	27	9	3	9	18	10	5
15 40	8	20	24	7	3	11	15	12	7
16 40	9	20	23	6	2	10	18	12	7
17 40	9	20	23	6	2	11	18	11	7
18 40	9	22	24	4	3	8	18	12	9
19 40	12	21	28	2	2	8	15	12	10
20 40	11	23	27	2	2	7	17	11	10
21 40	10	24	27	2	2	7	16	12	11
22 40	12	20	27	3	2	8	17	11	10
23 40	12	25	25	3	2	10	11	12	8
Средняя за 24 часа	10	22	27	4	3	9	14	11	9
Средняя за 1, 7, 13, и 19 часов	10	22	26	4	3	9	14	12	8