



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

На тему "Анализ особенностей ветрового режима Сахалина"

Исполнитель Лащилова Марина Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель к. физ.-мат. н., доцент
(ученая степень, ученое звание)
Кашлева Лариса Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

к. физ.-мат. н., доцент
(ученая степень, ученое звание)
Сероухова Ольга Станиславовна
(фамилия, имя, отчество)

01 июня 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Содержание.

Введение	3
Раздел 1. Общие сведения	4
1.1. Физико-географическое описание острова Сахалин	6
1.2. Атмосферная циркуляция в регионе	9
1.3. Климатическое районирование Сахалина	13
1.4. Общая климатическая характеристика	17
Раздел 2. Сравнительный анализ средств измерения параметров ветра на метеорологических станциях Сахалина	22
2.1. Сравнительная оценка результатов визуальных и инструментальных измерений скорости ветра	23
2.2. Сравнительная оценка результатов измерения скорости ветра по флюгеру Вильда и анеморумбометру	25
2.3. Сравнительная оценка результатов измерения скорости ветра по анеморумбометру и автоматическим датчикам	27
Раздел 3. Анализ ветрового режима	31
3.1. Обзор базы климатических данных для анализа	31
3.2. Анализ пространственного распределения скорости ветра	32
3.3. Годовой ход скорости ветра	40
3.4. Повторяемость различных направлений ветра	41
3.5. Соотношение скоростей и направлений	45
3.6. Повторяемость сильных ветров	49
3.7. Повторяемость штилей	52
Заключение	53
Список литературы	55
Приложение	56

Введение.

Данная работа посвящена ветровому режиму Сахалина. Сахалинская область – один из дальневосточных регионов России, расположенный полностью на островах. Крупнейший остров области – Сахалин – находится между Охотским и Японским морями и отличается богатством и разнообразием природных условий. Хозяйственная деятельность на Сахалине представлена добычей полезных ископаемых, в основном нефти и газа, в том числе и на шельфе Охотского моря; лесной и рыбной промышленностью. Развит морской транспорт и авиационное сообщение – как внутри региона, так и с материковой частью страны и Японией. Все эти отрасли нуждаются как в оперативном метеорологическом обеспечении, так и в режимной климатической информации. Полноценных исследований климатических условий Сахалина позднее 1990-х годов очень мало, практически нет; несмотря на то, что за последние десятилетия технические средства для регистрации и обработки метеорологических данных претерпели существенные изменения в лучшую сторону.

При этом ежегодно экономика острова испытывает значительный ущерб от неблагоприятных и опасных природных явлений, в том числе связанных с ветром. Скорость ветра в отдельных районах Сахалина может достигать значений 60 м/с и более, что представляет опасность для людей как само по себе, так и при развитии сопутствующих явлений – это шторма и сильное волнение на море, метели и снежные заносы на дорогах. Для предотвращения человеческих жертв и экономического ущерба, требуется решать массу прикладных задач - связанных с расчетами ветровой нагрузки на здания и систему энергообеспечения, оценкой устойчивости прибрежных портовых и гидротехнических сооружений, воздействия ветра на транспортную систему. В связи с этим необходим глубокий анализ режимной климатической информации и метеорологических данных для того, чтобы максимально изучить сложный и разнообразный ветровой режим региона.

Цель работы – проанализировать особенности ветрового режима Сахалина.

Исходя из цели, можно сформулировать следующие **задачи**:

- ознакомиться с географическими и климатическими условиями исследуемого региона;
- сформировать базу данных о скорости и направлении ветра, охватывающую наибольшее количество точек и максимально возможный период времени;
- исследовать различия используемых средств измерения параметров ветра и оценить их возможное влияние на климатическую информацию;
- на основе базы данных провести анализ пространственного распределения скорости ветра на территории Сахалина;
- проанализировать основные параметры ветрового режима – повторяемость и соотношение скоростей и направлений ветра, повторяемость штилей и сильных ветров.

Информационно-методическое обеспечение работы – научно-климатические справочники РФ и СССР, база метеорологических наблюдений Сахалинского УГМС, различные литературные источники. Подробная информация об используемых источниках климатических данных представлена в п. 3.1.

Работа состоит из введения, трех разделов и заключения. Первый раздел содержит общие сведения о Сахалине – географическое и климатическое описание, информацию об особенностях атмосферной циркуляции в регионе. Второй раздел посвящен сравнительному анализу показаний различных ветроизмерительных приборов. Третий раздел содержит описание и анализ особенностей ветрового режима региона. Объем работы – 56 страниц; включает 26 иллюстраций, 12 таблиц, 1 приложение.

Раздел 1. Общие сведения.

ВЕТЕР - движение воздуха относительно земной поверхности [12]. Обычно подразумевается горизонтальная составляющая этого движения.

В понятии ветра различаются числовая величина скорости ветра, выражаемая в м/с, км/ч, узлах или условных единицах (баллах), и направление, откуда дует ветер. Для обозначения направления ветра указывают либо румб по 16-румбовой системе, либо угол, который горизонтальный вектор скорости ветра образует с меридианом, причем север принимается за 360 или 0°, восток - за 90°, юг - за 180°, запад - за 270°.

Ветер скоростью порядка 5 - 8 м/с считается умеренным, выше 14 м/с - сильным; выше 20 - 25 м/с - штормовым, а выше 30 - 35 м/с - ураганом. Ветер как горизонтальное движение воздуха происходит под воздействием силы барического градиента, силы трения, отклоняющей силы вращения Земли и центробежной силы. Движущей силой является сила барического градиента. Сила трения существенно проявляется только в нижних сотнях метров.

ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ – это ветровые условия в данной местности, характер распределения и изменения скорости ветра и его направления, их годовой и суточный ход, свойства ветров различных направлений и скоростей [12].

Наиболее значимые параметры ветрового режима – это повторяемость направлений (роза ветров), средняя и максимальная скорость, повторяемость сильных ветров и штилей за исследуемый период времени.

1.1. Физико-географическое описание острова Сахалин.

Остров Сахалин расположен у восточного побережья Евразии, на крайнем востоке России. Омывается Японским и Охотским морями; от Хабаровского края отделен Татарским проливом и проливом Невельского с наименьшей шириной 7,5 км в районе поселка Лазарев. От японского острова Хоккайдо Сахалин отделяется проливом Лаперуза шириной 42 км. Ближайшие к Сахалину острова – Тюлений в заливе Терпения (расстояние 12 км) и Монерон в Японском море (40 км).

Сахалин ориентирован в меридиональном направлении и имеет длину 948 км, ширина изменяется от 160 км до 26 км в самом узком месте (перешеек Поясок), площадь острова 76600 км². Крайние точки Сахалина – мыс Елизаветы на севере, мысы Крильон и Анива на юге, мыс Терпения на востоке. Остров имеет гористую поверхность, наиболее высокие – Восточно-Сахалинские горы (до 1609 м, гора Лопатина). Крупнейшие реки – Поронай (длина 350 км), Тымь (330 км), Лютога (130 км), Найба (119 км); много озер, в основном лагунного типа (Тунайча, Невское), и болот. В горах преобладает елово-пихтовая тайга, на равнинах – лиственничная тайга.

Климат Сахалина умеренный, муссонный, с холодной многоснежной зимой и прохладным летом. Довольно часто на Сахалине бывают тайфуны, сопровождающиеся наводнениями и разрушительными ветрами; во время тайфуна «Филлис» в 1981 году за 3 дня в Южно-Сахалинске выпало 322 мм осадков, были человеческие жертвы; большое число разрушений и пострадавших вызывали также тайфуны Чатаан и Хигос в 2002 и 2009 годах.

Для Сахалина характерна высокая сейсмическая активность; наиболее крупные землетрясения происходили в пос. Нефтегорск в 1995 году – магнитудой 7,6 баллов (погибло более 2000 человек) и в г. Невельск в 2007 году магнитудой 6,8 баллов.

Административно Сахалин относится к одноименной области Дальневосточного федерального округа. Численность населения острова –

485000 человек; на Сахалине находится областная столица – город Южно-Сахалинск и 14 административных районов.



Рис. 1. Физическая карта острова Сахалин.



Рис. 2. Карта метеорологических станций Сахалина.

1.2. Атмосферная циркуляция в регионе.

Сахалин расположен в зоне муссонной циркуляции, где зимой и летом происходит смена знака преобладающих барических систем и смена направления воздушных течений. Климат Сахалина зависит от нескольких сезонных центров действия атмосферы – это Сибирский (Азиатский) антициклон и Алеутский минимум зимой и Северотихоокеанский антициклон и Южноазиатская депрессия летом.

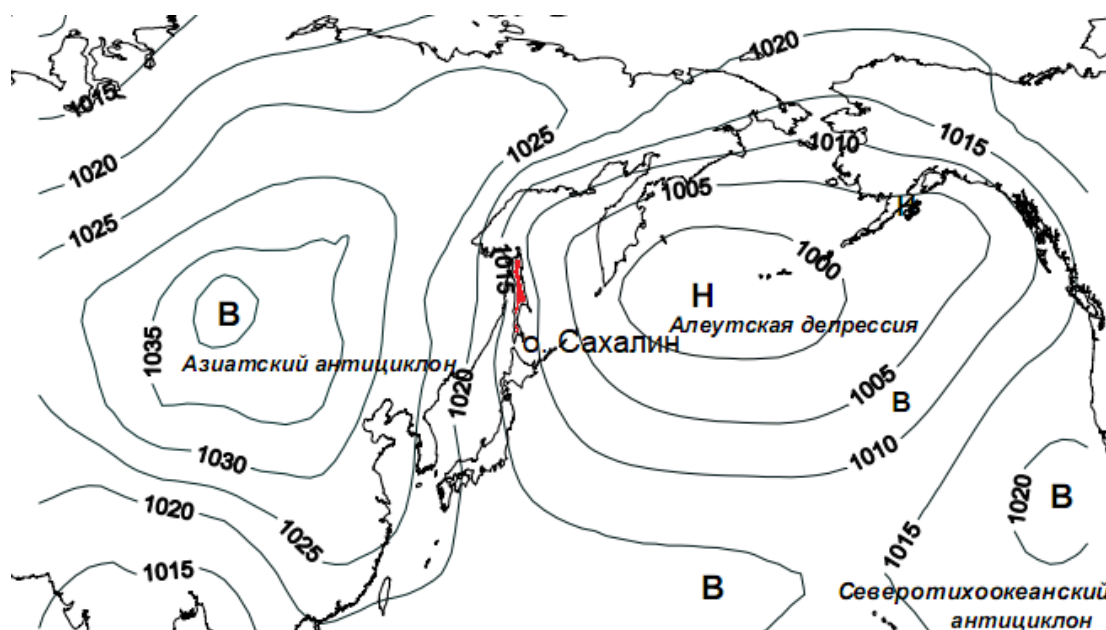


Рис. 3. Барическое поле в январе.

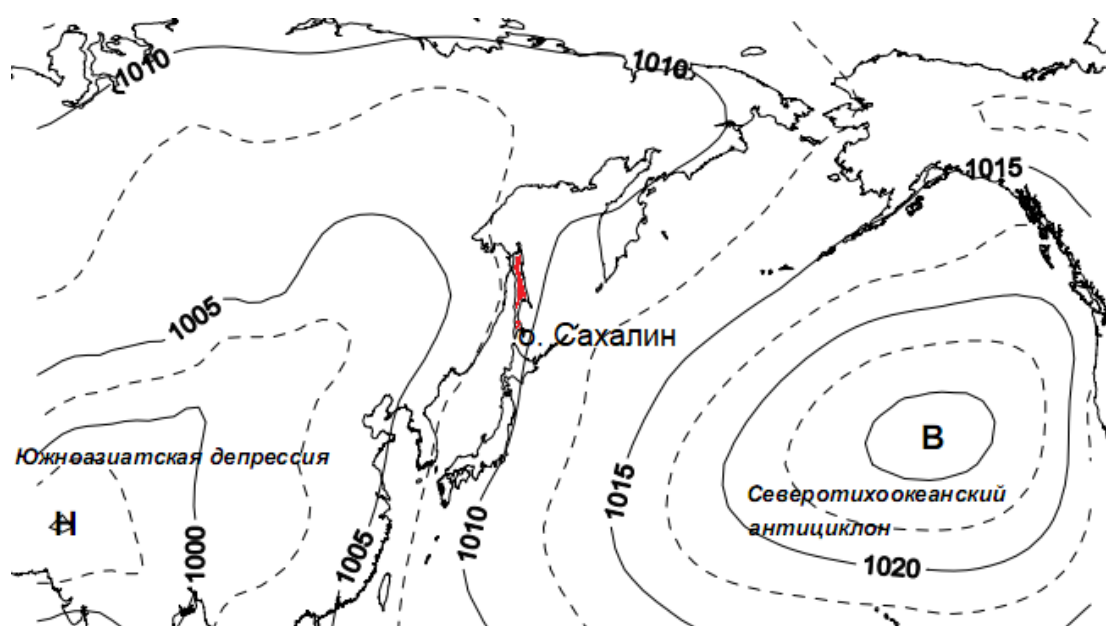


Рис. 4. Барическое поле в июле.

Сибирский антициклон с центром в Монголии начинает формироваться в сентябре и достигает максимума в январе-феврале. Среднее месячное давление в центре этого антициклона превышает 1035 гПа, а в отдельные годы доходит до 1060 гПа. Антициклон может прослеживаться до июня.

Алеутская депрессия с центром в Беринговом море также наиболее ярко выражена в зимние месяцы, когда усиливается циклоническая деятельность в зоне тихоокеанского умеренного фронта и арктического фронта в северной части Охотского моря. Среднее месячное атмосферное давление в алеутском минимуме может достигать 980 гПа.

Северотихоокеанский антициклон наиболее выражен в летний период; центр его в июле смещен к западу и расположен у побережья Азии. Среднее многолетнее давление в центре превышает 1025 гПа.

Южноазиатская депрессия летом сменяет зимний максимум над континентом. Центр депрессии расположен над Афганистаном, среднее многолетнее давление – около 995 гПа.

Существенное влияние на климат Дальнего Востока оказывает **восточноазиатская высотная фронтальная зона** над Японским морем, которая развивается зимой в результате разницы давления и температур над континентом и океаном. В этой зоне возникает большая часть циклонов, которые движутся в северо-восточном направлении и проходят через Сахалин. По северо-восточной периферии этих южных циклонов происходит интенсивный вынос теплого и влажного неустойчивого морского воздуха. При этом на Сахалине и Курильских островах наблюдаются затяжные периоды с теплой облачной погодой, многоснежными метелями и сильными ветрами; в южных районах острова случаются оттепели с мокрым снегом и гололедом. Континентальные западные циклоны выходят на Сахалин реже и имеют меньшую интенсивность, чем южные. За холодное полугодие через Сахалин проходит в среднем 50 циклонов. В некоторых случаях над Охотским морем они углубляются и могут существовать до 15 суток и более в виде малоподвижных депрессий.

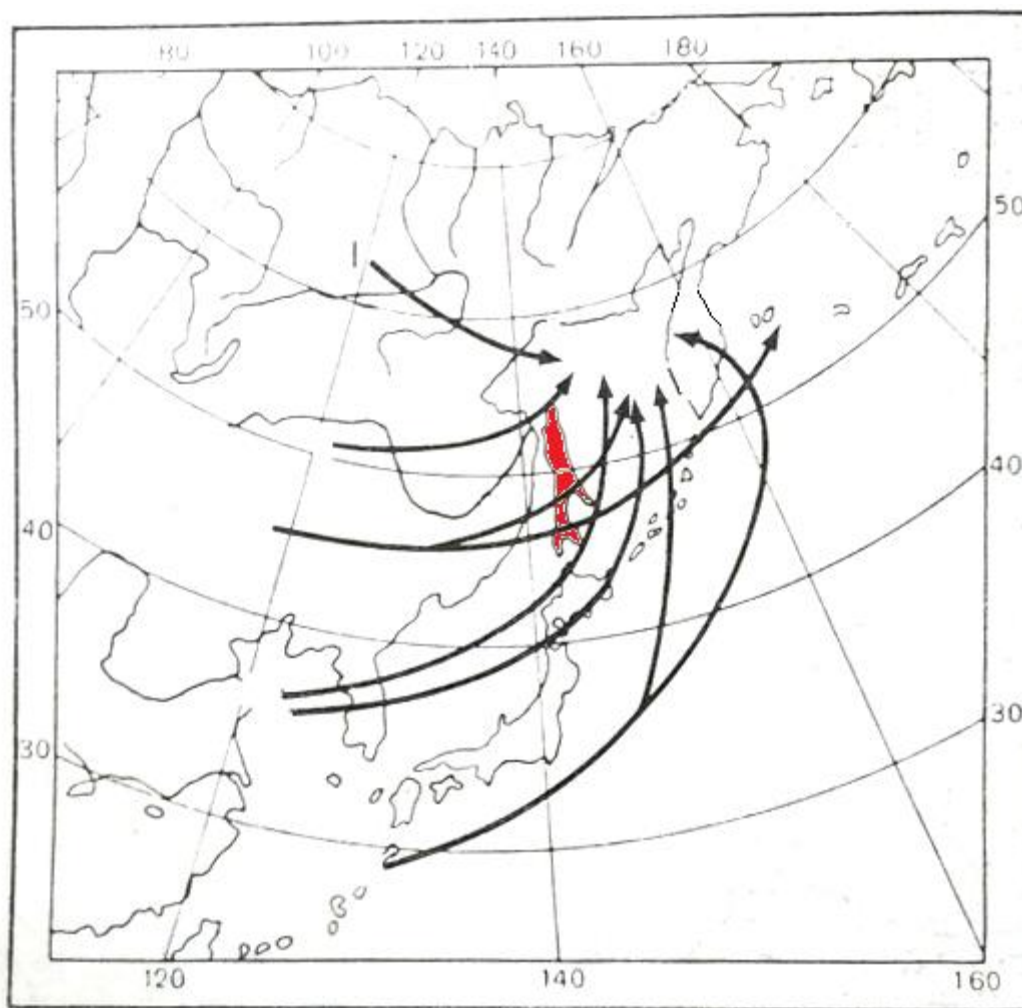


Рис. 5. Типовые траектории циклонов в холодное полугодие [6].

Антициклоническая циркуляция атмосферы наблюдается над Сахалином гораздо реже, и в зимние месяцы ее повторяемость не превышает 15 % [6]. Наиболее сильные морозы на Сахалине отмечаются при формировании гребня на восточной периферии азиатских антициклонов. Стоит также отметить, что в силу значительной меридиональной протяженности острова – 948 км – северная и южная его части могут оказываться в зонах различной циркуляции. Южная часть Сахалина чаще попадает в траектории западных и южных циклонов, поэтому зимой здесь преобладают северные и северо-восточные ветры. Северная и средняя части острова зимой оказываются в зоне отрогов континентальных антициклонов и преобладающее направление ветров здесь северо-западное.

Весной происходит разрушение Сибирского антициклона и заполнение Алеутской депрессии. В теплый период года над Сахалином преобладает антициклоническая циркуляция, связанная с вторжениями арктического воздуха на Охотское море. Число дней с антициклонической циркуляцией летом составляет около 50 %; но улучшению погоды это не способствует – температурные контрасты моря и суши вызывают образование туманов и низких слоистых облаков над Сахалином всю первую половину лета.

В августе и сентябре увеличивается количество южных циклонов и регенерировавших тайфунов из Японского моря. Большая влажность морского воздуха в этих циклонах резко увеличивает количество осадков на Сахалине.

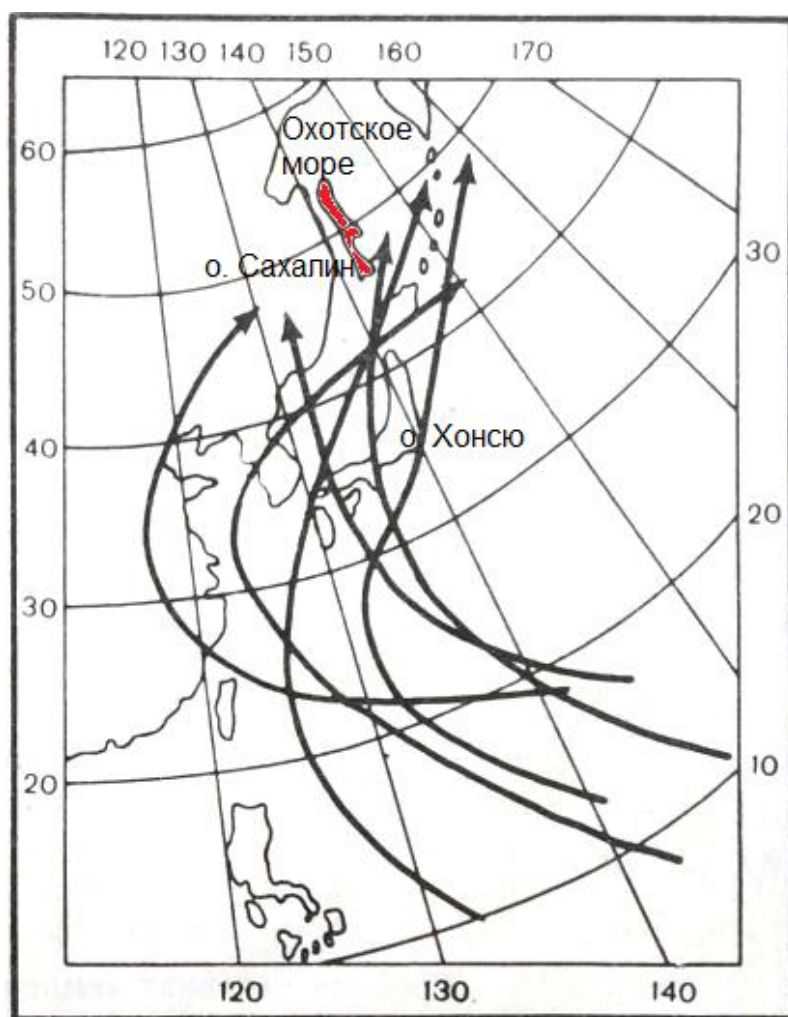


Рис. 6. Основные траектории тайфунов на Дальнем Востоке [6].

В октябре число тайфунов резко уменьшается. Восточноазиатская депрессия ослабевает, а тихоокеанский антициклон смещается к востоку, ближе к Америке. Область повышенного давления над Охотским морем исчезает в ноябре, когда завершается переход к зимней циркуляции атмосферы.

1.3. Климатическое районирование острова Сахалин.

С учетом того, что протяженность Сахалина с севера на юг почти 1000 км, имеются значительные отличия климата в пределах острова. Территорию Сахалина можно разделить на три основные части:

1. Северная часть – к ней относятся полуостров Шмидта и обширная Северо-Сахалинская равнина, резко отличающаяся по климатическим условиям от гористой центральной части острова. Крупные населенные пункты в этой части – города Оха и Ноглики.
2. Центральная часть – включает в себя массив Восточно-Сахалинских гор и Западно-Сахалинские горы до перешейка Поясок; Тымь-Поронайскую низменность и мыс Терпения. Крупные населенные пункты – города Александровск-Сахалинский и Поронайск, пгт Тымовское.
3. Южная часть – включает в себя южную оконечность Западно-Сахалинских гор, полуострова Крильон и Тонино-Анивский, Сусунайскую низменность. Крупные города – Южно-Сахалинск, Холмск, Невельск, Корсаков.

Средние температуры воздуха на Сахалине в январе варьируются от -5 °С в южной части до -24 °С в северной; в августе – от 18 °С до 10 °С. Количество выпадающих летом осадков в южной части в среднем вдвое больше, чем на севере. Климатические различия наблюдаются как при движении с севера на юг, так и между западным и восточным побережьями острова. Такое разнообразие связано с особенностями муссонной циркуляции и различным термическим режимом Японского и Охотского морей; существенное влияние на климат оказывает также местный рельеф и расстояние от моря. А. И. Земцова в книге «Климат Сахалина» [6] выделяет 12 самостоятельных климатических районов с различными природными условиями, в том числе отличающихся друг от друга по геоботаническим

признакам – типу почв и характеру преобладающей растительности. В северной части наибольшие пространства занимают лиственничные леса; в центральной – темнохвойная тайга с преобладанием ели; в южной части острова растут

пихтовые и широколиственные леса, курильский бамбук.

Рис. 7. Климатические районы Сахалина по А.И. Земцовой [6].

I – район полуострова Шмидта;

II – северо-западный район;

III – северо-восточный район;

IV – западный район;

V – долина р. Тымь;

VI – долина р. Поронай;

VII – восточный район;

VIII – полуостров Терпения;

IX – западное побережье залива Терпения;

X – юго-западный район;

XI – Сусунайская низменность;

XII – юго-восточный район.

1 – границы частей острова; 2 – границы климатических районов; 3,4 – метеорологические станции и посты.



Северная часть Сахалина – низменная, заболоченная, с большим количеством озер и заливов лагунного типа. Зима здесь холодная и ветреная, продолжительность вегетационного периода самая короткая на Сахалине – 120 – 125 дней. Количество осадков составляет в среднем 500 – 550 мм в год, но недостаток тепла и отсутствие испарения создает избыточное увлажнение почвы. На заболоченных участках низких побережий даже встречаются признаки многолетней мерзлоты – линзы многолетнего льда, гидролакколиты – бугры вспучивания. Полуостров Шмидта, обладающий более выраженным рельефом (Восточный хребет высотой до 623 м) лучше защищен от морских ветров и отличается более мягкой зимой и сравнительно более теплым летом, чем Северо-Сахалинская равнина. Средние месячные температуры воздуха зимой на полуострове Шмидта на 2 – 5 °С выше. Минимальная температура в северной части Сахалина в отдельные годы доходит до -50 °С; продолжительность залегания снежного покрова – до 200 дней, высота его неравномерна – в среднем 30-40 см на открытых местах. Наиболее теплая часть северного Сахалина – район станций Москальво и Погиби, где средняя температура августа может достигать 15 °С. Погода Северо-Сахалинской равнины в теплый период года чрезвычайно неустойчива; при ветрах восточных направлений как правило наблюдается холодная погода с туманом и моросью, западные ветры, наоборот, связаны с более теплой и солнечной погодой. Объясняется это тем, что с запада близко расположен материк и мелководный Амурский лиман прогревается гораздо быстрее, чем Охотское море.

Центральная часть Сахалина отличается, в общем, более благоприятными климатическими условиями – здесь уже теплее лето, меньше туманов. Сложный характер рельефа и различные свойства окружающих морей способствуют формированию разнообразных условий. Наиболее континентальными чертами климата обладает Тымь-Поронайская долина, расположенная в межгорной котловине. Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха здесь более 40 °С; зарегистрированный максимум

составляет 38 °С, минимум -55 °С. Климат западного побережья по сравнению с межгорными долинами более мягкий, с меньшей разностью температур, что связано с влиянием относительно теплого Татарского пролива. Восточное побережье, омываемое холодным Охотским морем, отличается холодной весной и летом. Температура морской воды в июне – всего 3-5 °С, до середины лета нередко появляется плавучий лед; поэтому среднемесячная температура воздуха здесь даже в августе не превышает 13°С. Выдающийся далеко в Охотское море полуостров Терпения отличается холодным и пасмурным морским климатом – среднемесячная температура воздуха в июне здесь составляет 4,1 °С; в летний период туманы отмечаются 25 – 26 дней в месяц, то есть почти ежедневно. Продолжительность залегания снежного покрова в центральной части Сахалина – от 6 месяцев в межгорных долинах до 9 месяцев и более на вершинах Восточно-Сахалинских гор. Вегетационный период – до 150 дней в Поронайской долине.

Южная часть имеет наиболее мягкий климат на Сахалине. Юго-западное побережье в течение всего года остается самым теплым местом на острове. Связано это с влиянием морского течения Куроисио, северная ветвь которого – теплое течение Соя – способствует нагреванию воздушных масс над незамерзающим проливом Лаперуза и в заливе Анива. Юго-восточное охотоморское побережье, напротив, зимой покрыто льдом и отличается более низкими температурами. Наибольшей континентальностью климата в этой части острова обладает район Сусунайской низменности с городами Южно-Сахалинск и Корсаков, расположенный в межгорной долине. Годовой минимум температуры здесь достигает -25-30 °С. В южной части Сахалина выпадает больше всего осадков – до 1200 мм в год, в горах возможно и больше. Продолжительность вегетационного периода наибольшая на острове – до 180 дней. Туманы отмечаются до 40 дней в году, на побережьях и мысах значительно чаще. Наиболее теплым и наименее облачным является август, среднемесячная температура воздуха до 18 °С на западном побережье. Снежный покров держится до 150 дней на равнинах, в горах – до 200 дней.

1.4. Общая климатическая характеристика острова Сахалин.

1.4.1. Радиационный режим и облачность.

По сравнению с аналогичными широтами материковой России, остров Сахалин отличается большим количеством облачности, причем наблюдается она круглогодично. Летом пасмурная погода связана в основном со слоистыми облаками и туманами, образующимися над морем в результате неравномерного прогрева воды и суши. При направлениях ветра, совпадающих с ориентировкой речных и межгорных долин, вынос слоистых облаков может достигать районов, весьма удаленных от побережья. Например, в Южно-Сахалинске низкая облачность чаще всего отмечается при ветрах южного направления – из Анивского залива; а в район станции Омор, находящейся более чем в 100 км от моря, слоистые облака выносятся по долине реки Поронай при ветрах с юга и юго-востока. Наибольшее количество облаков отмечается в летний период года на мысах Анива, Терпения, Крильон. Пасмурное небо в июне здесь наблюдается с повторяемостью до 80 %. В зимнее время на Сахалине преобладает фронтальная облачность. Часто наблюдаются также кучево-дождевые облака, образующиеся при соприкосновении холодного континентального воздуха с более теплой поверхностью моря. Осенью и в начале зимы такая внутримассовая облачность наблюдается по всему Сахалину, а на юго-западном побережье, рядом с незамерзающим Японским морем, низкие кучево-дождевые облака появляются всю зиму.

В связи с большой облачностью на Сахалине, число часов солнечного сияния за год не превышает 50% от возможного при безоблачном небе[6]. Наименьшая годовая продолжительность солнечного сияния – около 1500 часов – наблюдается на мысе Елизаветы, самой северной точке острова. Максимум отмечает станция Корсаков на побережье Анивского залива – 1900 часов. На Сахалине можно выделить 2 типа годового хода солнечного сияния:

1. Астрономический – максимум в июне, минимум в декабре.

Наблюдается в районах с меньшим количеством облачности в летний период – это северо-западное побережье, Тымь-Поронайская низменность, полуостров

Шмидта. Здесь продолжительность солнечного сияния в июне составляет 40-45% от возможной, а зимой – всего 20-25%.

2. Муссонный тип – имеет глубокий зимний минимум в декабре (около 20% от возможной продолжительности сияния), и менее глубокий летний минимум, обусловленный большим количеством облаков и туманов (35%). Максимумов в этом типе также два – в марте и сентябре, с количеством солнечных часов до 50-60% от возможных.

Годовой приход солнечной радиации на Сахалине изменяется от 410 кДж/год в северо-восточном районе до 450 кДж/год в районе Южно-Сахалинска, что значительно меньше, чем на аналогичных широтах континента. Связано это с особенностями циркуляции. Летняя облачность Сахалина влияет и на годовой ход солнечной радиации, сдвигая максимум с июня на май. В связи с избыточным увлажнением, до 70% радиационного баланса расходуется на испарение.

1.4.2. Температурный режим.

Окружающее Сахалин холодное море оказывает существенное влияние на климат острова, определяя продолжительную холодную весну и теплую осень. По сравнению с соответствующими широтами континента, времена года сменяются с опозданием на 3-4 недели. Самый теплый месяц в году здесь – август, а самый холодный – февраль; при этом температура воздуха в сентябре, (а в южных районах – и в начале октября), обычно бывает выше, чем в июне. Холодный период на Сахалине длится от 140 дней на юге до 200 дней на севере. Температура воздуха переходит через 0°C в конце октября – начале ноября, и обратно в апреле – начале мая.

Сильные морозы бывают связаны с адвекцией холодного воздуха с материка по восточной периферии сибирских антициклонов, и сопровождаются ветрами, в большинстве случаев слабыми – 2-5 м/с. С учетом относительной влажности, которая и в зимний период редко бывает ниже 70%, низкие температуры на Сахалине переносятся людьми намного хуже, чем в Сибири.



Рис. 8. Распределение температуры воздуха в январе (а) и августе (б) [6]. Продолжительность теплого периода от 170 дней на севере до 230 дней на юге. Повышение температуры весной происходит очень медленно; заморозки в

северной части острова отмечаются до июля. В Тымовской долине в отдельные годы заморозки до -1°C отмечались и в августе, при вторжении арктического воздуха в антициклонах. Глубина промерзания почвы в пределах острова от 0,5 до 1,5 метров; наибольшее промерзание в северо-западной части и в Тымовской долине. Температура поверхности почвы летом в среднем на $3-5^{\circ}\text{C}$ теплее воздуха, на глубине 0,5 м температура в августе достигает 18°C в южных районах.

1.4.3. Влажность воздуха и осадки.

Относительная влажность воздуха на Сахалине остается высокой круглогодично. Годовой ход влажности типичен для муссонного климата и имеет два максимума – зимой, когда морской воздух охлаждается над сушей; и летом – при переносе воздушных масс с более теплых южных морей. Относительная влажность как правило превышает 70%, ниже 30% не опускается практически никогда. Минимум наблюдается в сентябре, когда температуры моря и суши выравниваются. Исключение составляет район Тымь-Поронайской долины, где годовой ход влажности близок к континентальному типу – максимум здесь наблюдается зимой, минимум – в мае (в среднем 55%). В Тымовской долине также отмечаются наибольшие амплитуды суточного хода влажности воздуха – до 30%. Помимо летнего максимума относительной влажности, муссонная циркуляция вызывает появление адвективных туманов в теплый период года; максимум туманов приходится на июнь-июль. На восточном побережье отмечается наибольшее число дней с туманами – до 85 дней в году. Возникают они при движении нагретых воздушных масс над морской поверхностью – вдоль всего побережья проходит холодное Восточно-Сахалинское течение. На западном побережье туманы отмечаются 55-60 дней в году; во внутренних районах – Сусунайской и Тымь-Поронайской низменностях - туманы выносные и наблюдаются 20-30 дней в году.

Годовая сумма осадков на Сахалине варьируется от 500 до 1200 мм с севера на юг; причем до 50% их приходится на август и сентябрь в связи с

усилением в это время циклонической деятельности в Охотском море и прохождением тайфунов. Месячная сумма осадков может достигать 400 мм в южных районах; при прохождении тайфунов 200-300 мм может выпасть всего за несколько дней. Минимум осадков выпадает в феврале-марте, суточное количество осадков в холодный период обычно бывает меньше 10 мм. Несмотря на это, высота снега на Сахалине значительно больше, чем на материке. Снежный покров образуется начиная с середины октября в северной и центральной части и с начала ноября – в южной. Устойчивый снежный покров на всей территории острова появляется в ноябре. Высота снега изменяется от 30 см на открытых побережьях и мысах до 110-120 см и более в горах и понижениях рельефа.

Раздел 2. Сравнительный анализ средств измерения параметров ветра на метеорологических станциях Сахалина.

Для измерения параметров ветра на метеорологических станциях Сахалина применялись и применяются следующие приборы:

- флюгеры Вильда с легкой и тяжелой доской (относятся к классу динамометрических анемометров);
- винтовые вращающиеся анемометры М-63, М-63М, М-63М1, М-47;
- чашечный анемограф М-12 и динамометрический анемограф М-27С – применялись на выборочных станциях для непрерывной регистрации параметров ветра;
- в составе автоматизированных метеорологических комплексов (АМК) применяются датчики скорости и направления ветра Wind Monitor 05103 R. M. Young Company (производство США) и WAV151/252, WAA 151/252 финской фирмы Vaisala.

При неисправности приборов скорость ветра оценивается визуально с использованием шкалы Бофорта.

Флюгеры Вильда с тяжелой доской использовались в качестве основных приборов наблюдательной сети СахУГКС до 1970-х годов. На станции г. Южно-Сахалинск анеморумбометр впервые был установлен в 1962 году, на остальных станциях – в период с 1971 по 1977 год.

В 2009 – 2014 годах на всех станциях СахУГМС были установлены АМК, поэтому основным прибором для измерения параметров ветра в настоящее время является автоматический датчик ветра Wind Monitor 05103. В качестве резервных средств измерений до сих пор используются анеморумбометры М-63М1.

Подробное рассмотрение технических характеристик упомянутых приборов не входит в задачи данной работы. Различия средств измерений рассмотрены в этой главе исключительно с точки зрения их возможного влияния на качество рядов климатических данных, и, следовательно, на анализ ветрового режима.

2.1. Сравнительная оценка результатов визуальных и инструментальных измерений скорости ветра.

Для получения качественной оценки точности визуального измерения скорости ветра, сотрудниками АГМО Александровск-Сахалинский проводились в течение года сравнительные наблюдения за скоростью ветра по анеморумбометру М-63М1 и визуально с использованием шкалы Бофорта. В результате было получено и проанализировано более 800 пар сравнительных наблюдений.

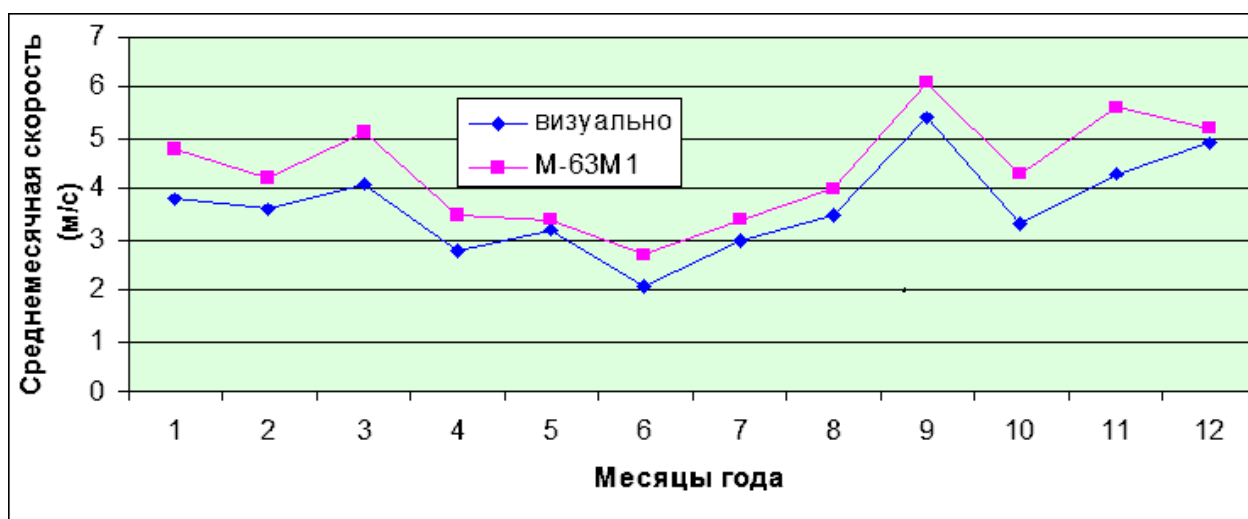


Рис. 9. Результаты параллельных наблюдений. (Бернгардт Р.П., 1995 г.,[2]).

Из рис. 9 мы можем видеть, что визуальная оценка в среднем всегда дает несколько заниженные значения скорости ветра, но годовой ход при этом практически не отличается от данных инструментальных измерений. Было установлено, что наиболее часто наблюдатели фиксируют визуально скорости ветра 1-3 м/с и 9-10 м/с. При этом при скоростях ветра 15 м/с и более проявления силы ветрового воздействия становятся настолько заметны, что наблюдатели начинают завышать скорость ветра по сравнению с показаниями анеморумбометра. Ход поправки к визуальным наблюдениям в зависимости от скорости ветра представлен на рис. 10.

В целом, проведенный опыт продемонстрировал, что данные, полученные при визуальных наблюдениях, позволяют правильно оценить годовой ход скорости ветра, выявить периоды с максимальными и минимальными

скоростями; то есть визуальные наблюдения вполне пригодны для оценки ветрового режима. Первоначальная гипотеза о том, что наблюдатели будут визуально систематически завышать скорость ветра, также не подтвердилась.



Рис. 10. График приведения визуальных оценок скорости ветра к показаниям анеморумбометра М-63М1.

2.2. Сравнительная оценка результатов измерений скорости ветра по флюгеру Вильда и анеморумбометру.

На рис. 11 приведены сравнительные графики для осредненных скоростей ветра, измеренных при помощи флюгера Вильда с тяжелой доской (ФВТ) и анемометров различных типов. Данные были получены в условиях метеорологических площадок ГМС или на специализированных полигонах.

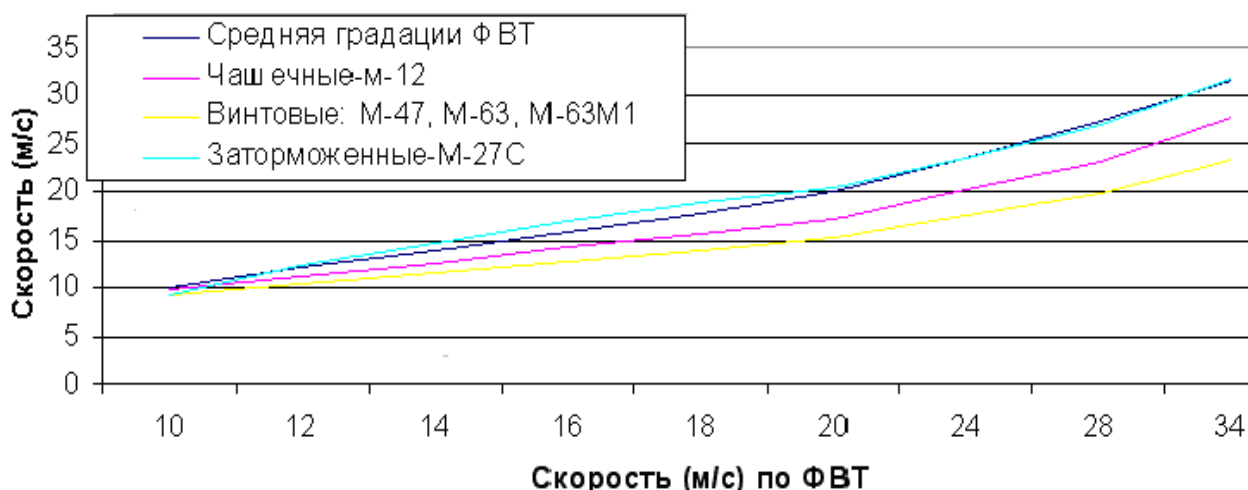


Рис. 11. Графики сравнений показаний сетевых анемометров в репрезентативных условиях. (Бернгардт Р.П., 1983 г., [3]).

Из данного графика можно сделать вывод, что разница в показаниях флюгера и винтовых анемометров (в частности, наиболее широко распространенного на станциях наблюдательной сети анеморумбометра М-63М1), становится заметной при скорости ветра 10 м/с и более. Анеморумбометр явно занижает показания, по сравнению с флюгером. При экстремальных скоростях ветра более 30 м/с, разница в показаниях приборов достигает до 8 м/с. Разность в показаниях обусловлена конструктивными отличиями приборов – по способу отсчета скорости ветра (визуально или инструментально), по интервалу осреднения (2 минуты у ФВТ и 10 минут у М-63М1). Чем меньше временной интервал осреднения, тем больше амплитуда колебаний скорости ветра; соответственно больше итоговая средняя скорость за промежуток времени.

При климатологической обработке данных, полученных с помощью разных приборов, показания флюгера приводятся к показаниям анеморумбометра при помощи переводных графиков. Это позволяет обеспечить достаточную однородность рядов наблюдений. В частности, в Справочнике по климату СССР 1982 года выпуска для расчета средних месячных и годовых скоростей ветра по Сахалинской области использовались ряды ежегодных месячных значений скорости ветра за период с 1936 по 1980 год. Для перехода от скоростей ветра по флюгеру к анеморумбометру использовалась переводная таблица (рис. 12).

Переход от скоростей ветра по флюгеру к скорости ветра по анеморумбометру любого типа										
Скорость ветра, м/с										
по флюгеру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
по анеморумбометру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
Скорость ветра, м/с										
по флюгеру	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
по анеморумбометру	10	11	12	12	13	14	15	16	17	17
Скорость ветра, м/с										
по флюгеру	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
по анеморумбометру	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26
Скорость ветра, м/с										
по флюгеру	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40 > 40
по анеморумбометру	27	28	28	29	30	31	32	33	34	35 ≥ 36

Рис. 12. Переводная таблица.

2.3. Сравнительная оценка результатов измерений скорости ветра по анеморумбометру М-63М1 и автоматическим датчикам параметров ветра.

Полноценных исследований по сравнению результатов измерений параметров ветра при помощи анеморумбометра и датчиков автоматизированных метеорологических комплексов (АМК) пока не проводилось, по крайней мере, на Сахалине. При этом архивы метеорологических данных некоторых станций Сахалинского УГМС уже позволяют получить десятилетние ряды наблюдений по АМК. В рамках данной работы был проведен сравнительный анализ результатов измерений среднемесячных и среднегодовых скоростей ветра, полученных анеморумбометром М-63М1 и датчиком АМК Wind Monitor 05103. Для анализа были взяты метеорологические станции Александровск-Сахалинский, Поронайск и Южно-Сахалинск, расположенные в разных частях острова. Ряд наблюдений по АМК – с 2011 по 2020 год (см. Приложение 1), по анеморумбометру – с 1981 по 2000 год (данные ДВНИГМИ [8]). Полученные значения средних скоростей ветра по месяцам и за год приведены в таблицах 1-3 и на рисунках 13-15 в виде графиков.

Табл. 1. Средние месячные и годовые скорости ветра по анеморумбометру.

Станция	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	
Александровск-Сахалинский	4,7	4,7	4,8	4,8	4,3	3,7	
Поронайск	3,8	3,5	3,6	3,8	3,8	3,5	
Южно-Сахалинск	3,5	3,7	3,6	3,7	4,2	3,7	
	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноя	Дек	Год
Александровск-Сахалинский	3,4	3,7	4,7	5,8	6,5	5,7	4,7
Поронайск	3,2	3,4	3,9	3,7	3,6	3,7	3,6
Южно-Сахалинск	3,2	2,9	2,8	2,8	2,9	3,0	3,3

Табл. 2. Средние месячные и годовые скорости ветра по АМК.

Станция	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	
Александровск-Сахалинский	4,5	4,3	4,3	4,2	3,8	3,7	
Поронайск	3,6	3,4	3,5	3,6	3,7	3,5	
Южно-Сахалинск	3,2	3,3	3,5	3,4	3,7	3,2	
	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноя	Дек	Год
Александровск-Сахалинский	3,3	3,6	4,4	5,3	5,8	5,6	4,4
Поронайск	3,1	3,2	3,5	3,6	3,5	3,6	3,5
Южно-Сахалинск	3,0	2,7	2,4	2,5	2,8	2,7	3,0

Для сравнения в Таблице 3 и на сравнительных графиках приводятся данные среднемесячных и годовых скоростей ветра 50-тилетнего ряда наблюдений – с 1966 по 2016 год по тем же станциям. Данные взяты из научно-прикладного справочника «Климат России» 2018 года выпуска.

Табл. 3. Средние месячные и годовые скорости ветра по данным за 1966 -2016г.

Станция	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	
Александровск-Сахалинский	4,3	4,2	4,3	4,2	3,8	3,3	
Поронайск	3,5	3,3	3,4	3,5	3,5	3,1	
Южно-Сахалинск	2,8	2,8	2,9	3,2	3,5	3,1	
	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноя	Дек	Год
Александровск-Сахалинский	3,1	3,4	4,3	5,1	5,5	5,1	4,2
Поронайск	3,0	3,2	3,5	3,7	3,4	3,4	3,4
Южно-Сахалинск	2,6	2,4	2,3	2,5	2,4	2,4	2,7

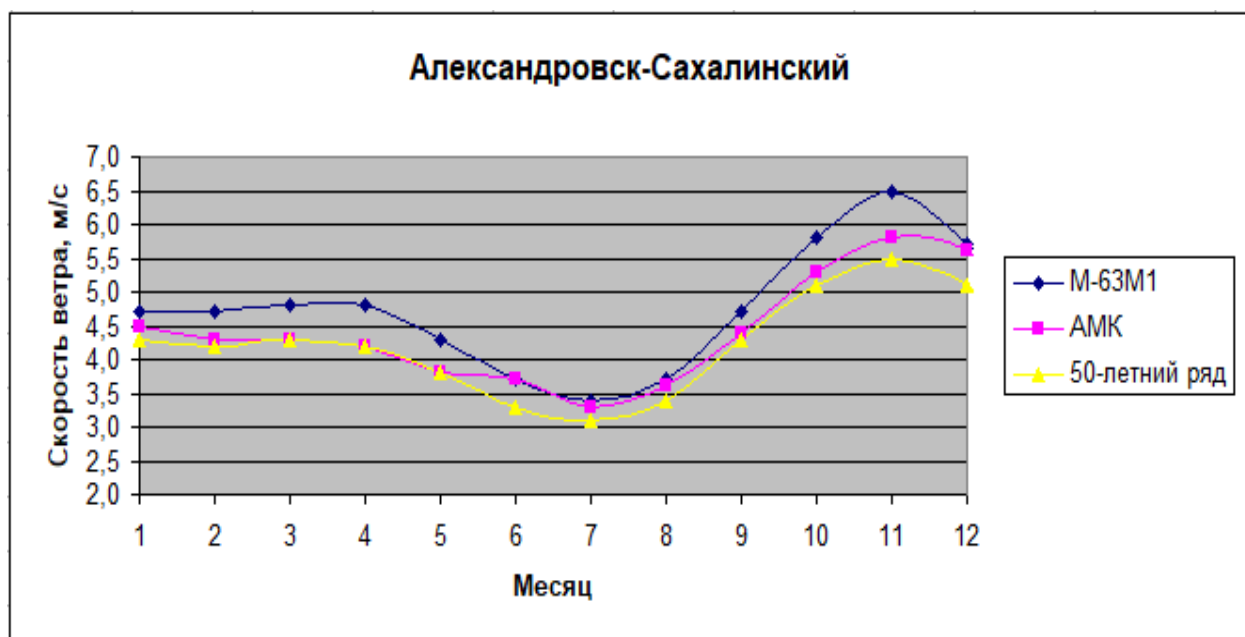


Рис. 13. Сравнительный график средних скоростей ветра для станции Александровск-Сахалинский.

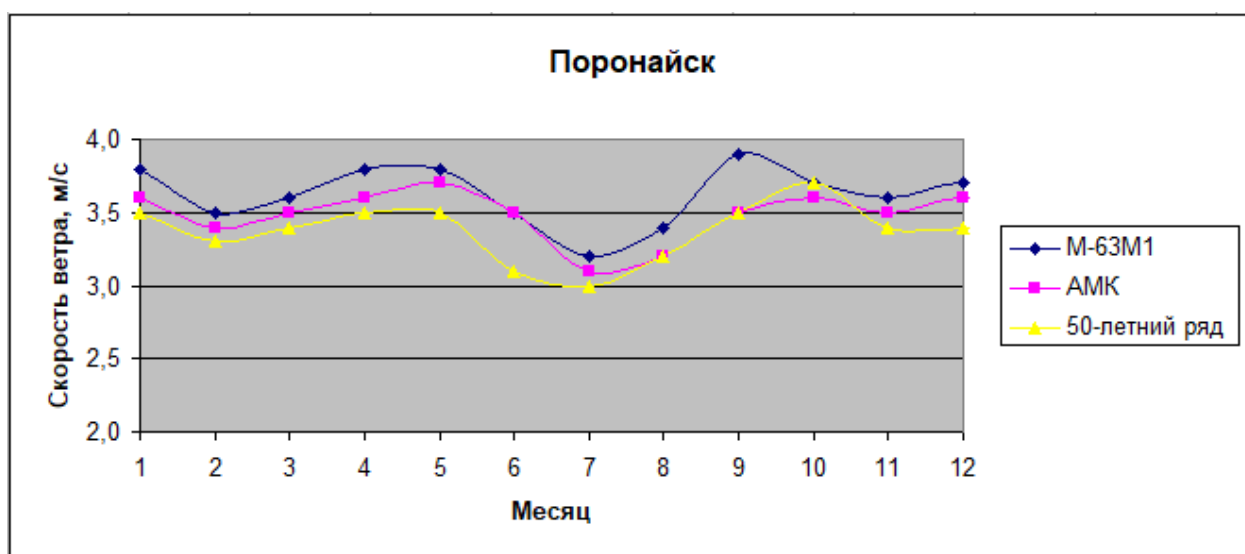


Рис. 14. Сравнительный график средних скоростей ветра для станции Поронайск.

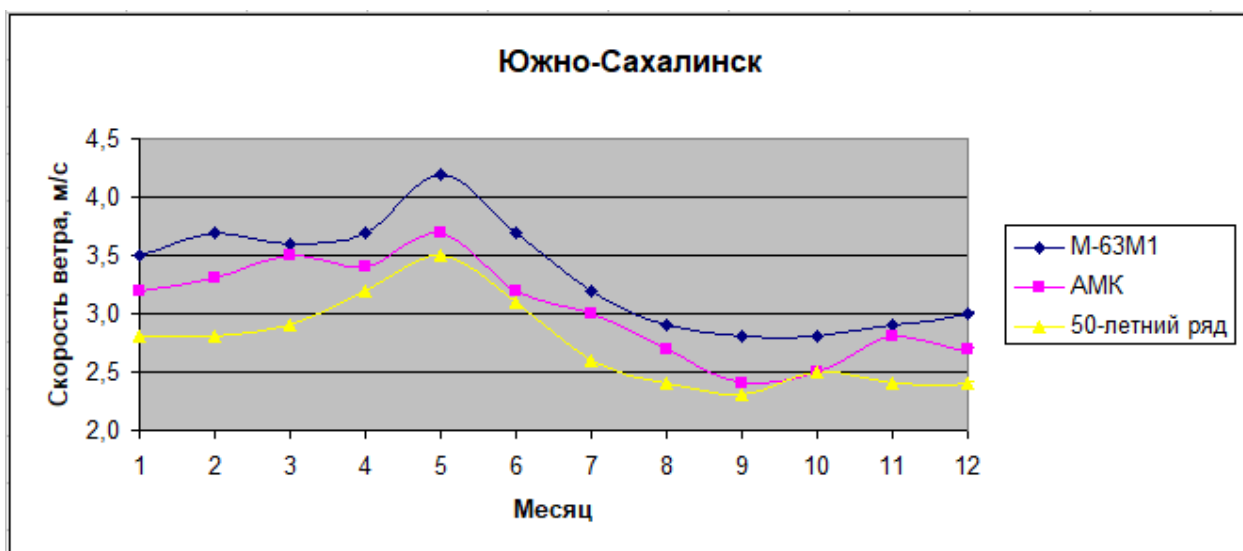


Рис. 15. Сравнительный график средних скоростей ветра для станции Южно-Сахалинск.

По результатам сравнения, можно сделать вывод, что принципиальных отличий средних скоростей ветра, измеренных анеморумбометром и датчиком АМК, не наблюдается. Значения скорости, полученные АМК, несколько ниже, чем данные М-63М1; но разница среднегодовых скоростей не превышает 0,3 м/с. Такое соответствие можно объяснить принадлежностью рассматриваемых приборов к одному типу – винтовые, и одинаковым интервалом осреднения – 10 минут.

Основным ветроизмерительным прибором на станциях СахУГМС в период с 1970 по 2010 год был анеморумбометр М-63М1. Несмотря на это, данные пятидесятилетнего ряда наблюдений несколько ниже, чем данные М-63М1 за 1981-2000 годы и данные АМК за 2011-2020 годы. Очевидно, это отличие связано с разной продолжительностью временных рядов наблюдений.

Выводы, полученные при сравнении многолетних рядов наблюдений в разные периоды, носят общий характер. Для полноценного анализа результатов измерений скорости ветра при помощи анеморумбометра и автоматических датчиков требуется проведение параллельных сравнительных наблюдений в репрезентативных условиях.

Раздел 3. Анализ ветрового режима.

3.1. Обзор базы климатических данных для анализа.

Для анализа ветрового режима Сахалина использовались следующие источники:

1. База данных наблюдений СахУГМС за скоростью и направлением ветра на 30 метеорологических станциях Сахалина (из них одна – на острове Монерон в 40 км от Сахалина) в период с 2006 по 2020 год по материалам интернет-сайта <http://rp5.ru> (Приложение 1).
2. Научно-прикладной справочник «Климат России», 2018 год. Данные наблюдений с 1966 по 2016 год по 6 метеорологическим станциям Сахалина с интернет-сайта <http://meteo.ru/climate/197-nauchno-prikladnoj-spravochnik-klimat-rossii>.
3. Данные ДВНИГМИ с 1981 по 2000 год, результаты наблюдений за ветром, по материалам интернет-сайта <http://rus.ferhri.ru/okhotsk> – Ветровой режим Охотского моря.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные. Выпуск 34 «Сахалинская область», данные наблюдений с 1936 по 1980 год. Л.: Гидрометеиздат, 1990.

База данных наблюдений СахУГМС по 30 станциям использовалась для анализа пространственного распределения скорости ветра на Сахалине в п. 3.2 данной работы для наиболее полного охвата территории острова с целью более точной экстраполяции средних значений. Основная часть анализа ветрового режима проводилась с использованием пятидесятилетнего ряда наблюдений по 6 метеорологическим станциям – Погиби, Александровск-Сахалинский, Пограничное, Поронайск, Мыс Терпения, Южно-Сахалинск из Научно-прикладного справочника «Климат России».

3.2. Анализ пространственного распределения скорости ветра на Сахалине.

Для анализа использовались данные ежедневных восьмисрочных наблюдений за скоростью ветра на 30 метеорологических станциях Сахалина (из них одна – на острове Монерон в 40 км от Сахалина) в период с 2006 по 2020 год. На основе этих пятнадцатилетних рядов наблюдений были получены среднегодовые значения скоростей ветра (с интервалом осреднения 10 минут) и среднегодовые порывы ветра за 10 минут и за 3 часа, т.е. порывы в срок и между сроками. Приборы, используемые станциями СахУГМС для измерения параметров ветра в указанный период – анеморумбометр М-63М1 и автоматический датчик Wind Monitor 05103 в составе автоматизированных метеорологических комплексов (АМК).

Полученные данные среднегодовых скоростей и порывов представлены в таблице 4. На основе этих данных была построена карта средних скоростей, наглядно отражающая пространственное распределение скоростей ветра на Сахалине, она представлена на рис.16.

Таблица 4.

Станция	Среднегодовая скорость ветра, м/с	Среднегодовой порыв ветра за 10 мин, м/с	Среднегодовой порыв ветра за 3 часа, м/с
Ныврово	6,3	9,2	12,1
Москальво	5,9	9,8	11,3
Оха	5,3	8,1	10,4
Одопту	4,6	6,7	9,8
Вал	3,3	5,0	7,7
Погиби	5,8	8,4	10,6
Ноглики	3,7	5,4	7,1
Ныш	2,4	3,7	5,6
Комрво	3,5	6,3	7,6
Александровск- Сахалинский	4,4	7,5	9,1
Тымовское	2,7	3,8	5,9
Пограничное	3,3	5,2	6,7
Онор	3,6	5,1	6,4
Пильво	4,9	7,3	10,1
Первомайское	2,6	4,1	5,8
Поронайск	3,5	6,2	9,7
Углегорск	5,2	7,4	9,3
Мыс Терпения	7,2	11,1	13,3
Макаров	4,1	6,3	9,8
Ильинский	4,8	6,6	10,5
Стародубское	4,9	8,1	11,0
Долинск	4,2	7,5	10,7
Холмск	4,1	7,2	10,3
Южно- Сахалинск	3,0	6,5	8,1
Огоньки	3,4	5,7	7,8
Невельск	6,3	9,4	12,1
Корсаков	3,8	7,6	9,9
Новиково	5,9	8,7	11,4
Мыс Крильон	7,4	10,9	13,6
Монерон	7,1	10,3	13,4

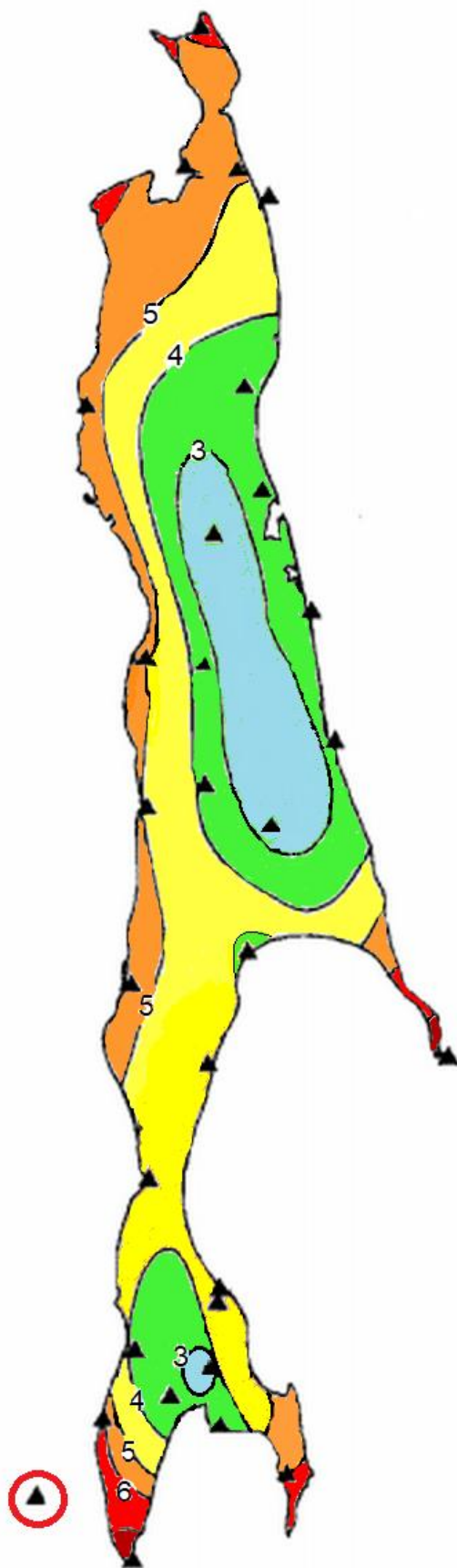


Рис 16. Карта распределения средних скоростей ветра на о. Сахалин.

Из таблицы 4 мы видим, что среднегодовая скорость ветра на Сахалине составляет от 2,6 м/с до 7,4 м/с. Среднегодовые порывы ветра – от 5,6 до 13,6 м/с. Порывы ветра превышают средние скорости на 4-6 м/с в среднем.

Полученные средние значения скорости ветра хорошо соотносятся с рельефом местности, где расположены метеорологические станции. На карте средних скоростей на рис. 16 мы видим, что наименее ветреными районами Сахалина являются межгорные долины рек Тымь и Поронай и Сусунайская низменность между Западно-Сахалинскими горами и Сусунайским хребтом. Здесь среднегодовые скорости ветра не превышают 3 м/с. В Сусунайской низменности расположена областная столица – город Южно-Сахалинск, средняя скорость ветра здесь – 3 м/с, среднегодовой порыв ветра 6,5 м/с.

В зону относительного затишья входит и все восточное побережье к северу от полуострова Терпения до залива Пильтун; обусловлено это тем, что ветры преобладающих в этой части острова западных направлений закрыты цепью Восточно-Сахалинских гор – например, на станциях Пограничное, Комрво; Западно-Сахалинскими горами закрыты города Поронайск и Макаров.



Рис. 17. Метеоплощадки станций Пограничное и Комрво (фото автора).

Наиболее значительные средние скорости ветра наблюдаются по всему северо-западному побережью – 5 м/с и более. Средние скорости ветра 6 - 7 м/с и более отмечены на мысах полуострова Шмидта, полуостровах Терпения, Анива и Крильон. Самыми ветреными местами Сахалина являются высокие, выдающиеся в море мысы Крильон – 7,4 м/с, Терпения – 7,2 м/с, а также небольшой остров Монерон в Татарском проливе – 7,1 м/с. Связано это с

мысовым эффектом – у высоких крутых орографических препятствий скорость ветра может значительно увеличиваться в результате вынужденной сходимости линий тока. В нашем случае высота метеорологических площадок на мысе Крильон – 46 м, мысе Терпения – 42 м, острове Монерон – целых 106 м; все они расположены практически над обрывами (рис.18), поэтому мысовой эффект оказывает существенное влияние на скорость ветра на этих станциях.



Рис. 18. Мысы Терпения (слева) и Крильон (фото автора).

Также были определены максимальные зарегистрированные скорости ветра в исследуемый период и построена карта их распределения. Она представлена на рис. 19.

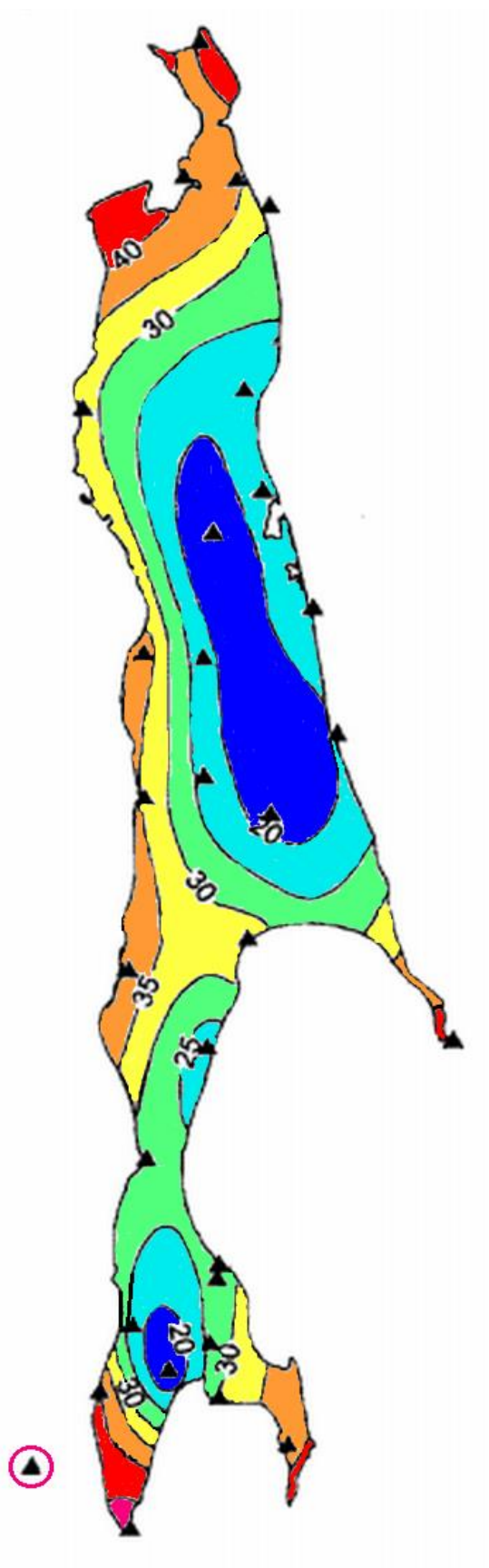


Рис. 19. Карта распределения максимальных скоростей ветра на о. Сахалин.

Карта максимальных скоростей ветра на рис. 19 в целом соответствует карте средних скоростей. Наименьшие максимальные скорости ветра – менее 20 м/с – отмечены в Тымь-Поронайской и Сусунайской долинах. Максимумы наблюдаются на открытых мысах Елизаветы, Терпения и Анива – здесь отмечаются скорости более 40 м/с, на мысе Крильон и острове Монерон – более 45 м/с. Зарегистрированный максимальный порыв ветра в исследуемый период был отмечен на мысе Крильон в октябре 2015 года и составляет 63 м/с. Экстремальные скорости ветра с порывами более 60 м/с отмечались на юго-западе Сахалина неоднократно – в Невельске в сентябре 1974 года, на мысе Крильон в ноябре 1995 года; связано это бывает, как правило, с прохождением глубоких циклонов из Японского моря. Что касается «обычных» ураганных ветров со скоростями более 33 м/с, на значительной части территории Сахалина они отмечаются ежегодно.

В таблице 5 представлены сведения о количестве дней в году с заданными скоростями ветра для 30 исследуемых станций. Используются значения скоростей ветра – 8, 15, 20, 30, 40 м/с.

Так, например, наибольшее количество дней со штормовыми ветрами 15 м/с и более наблюдается в городах Оха, Углегорск, Холмск и Невельск – более 60 дней в году. Тогда как на станции пгт Тымовское скорость ветра 15 м/с и более отмечается всего 4 дня в году, а скорости более 20 м/с вообще не наблюдаются.

Таблица 5. Среднее число дней с заданными скоростями ветра.

Наименование станции	Число дней в году со скоростью ветра более или равной:				
	8 м/с	15 м/с	20 м/с	30 м/с	40 м/с
Ныврово	193	41	12		
Москальво	199	30	10		
Оха	219	63	13		
Одопту	189	46	10	1	
Вал	84	16	2		
Погиби	205	57	11	1	
Ноглики	109	14			
Ныш	67	8			
Комрво	74	17	4		
Александровск-Сахалинский	154	55	11	1	
Тымовское	59	4			
Пограничное	69	14	2		
Онор	63	11			
Пильво	190	49	10	1	
Первомайское	57	6			
Поронайск	101	27			
Углегорск	184	61	16	1	
Мыс Терпения	236	126	34	5	1
Макаров	82	21			
Ильинский	201	40	8		
Стародубское	227	43	6		
Долинск	135	46	10		
Холмск	220	74	21	2	
Южно-Сахалинск	71	31			
Огоньки	84	28	1		
Невельск	236	65	20		
Корсаков	156	27	5		
Новиково	223	54	26	2	
Мыс Крильон	248	131	42	7	2
Монерон	234	116	38	4	1

3.3. Годовой ход скорости ветра.

Для анализа были взяты данные по 6 метеорологическим станциям Сахалина из Научно-прикладного справочника «Климат России» (пятидесятилетний ряд наблюдений с 1966 по 2016 г.).

Таблица 6. Средние месячные скорости ветра.

Станция/месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Погиби	4.7	4.3	4.2	4.6	4.5	5.4	5.3	4.9	4.8	5.1	4.8	4.8
Александровск-Сахалинский	4.3	4.2	4.3	4.2	3.8	3.3	3.1	3.4	4.3	5.1	5.5	5.1
Пограничное	2.9	2.7	2.7	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	2.1	2.5	2.6	2.9
Поронайск	3.5	3.3	3.4	3.5	3.5	3.1	3.0	3.2	3.5	3.7	3.4	3.4
Мыс Терпения	8.1	7.3	7.0	6.6	6.3	5.7	5.1	5.3	6.2	7.8	8.8	9.2
Южно-Сахалинск	2.8	2.8	2.9	3.2	3.5	3.1	2.6	2.4	2.3	2.5	2.4	2.4

Из таблицы 6 мы видим, что наибольшие среднемесячные скорости ветра ожидаемо, наблюдаются на станции Мыс Терпения, максимальная средняя скорость ветра отмечается в декабре и составляет 9,2 м/с.

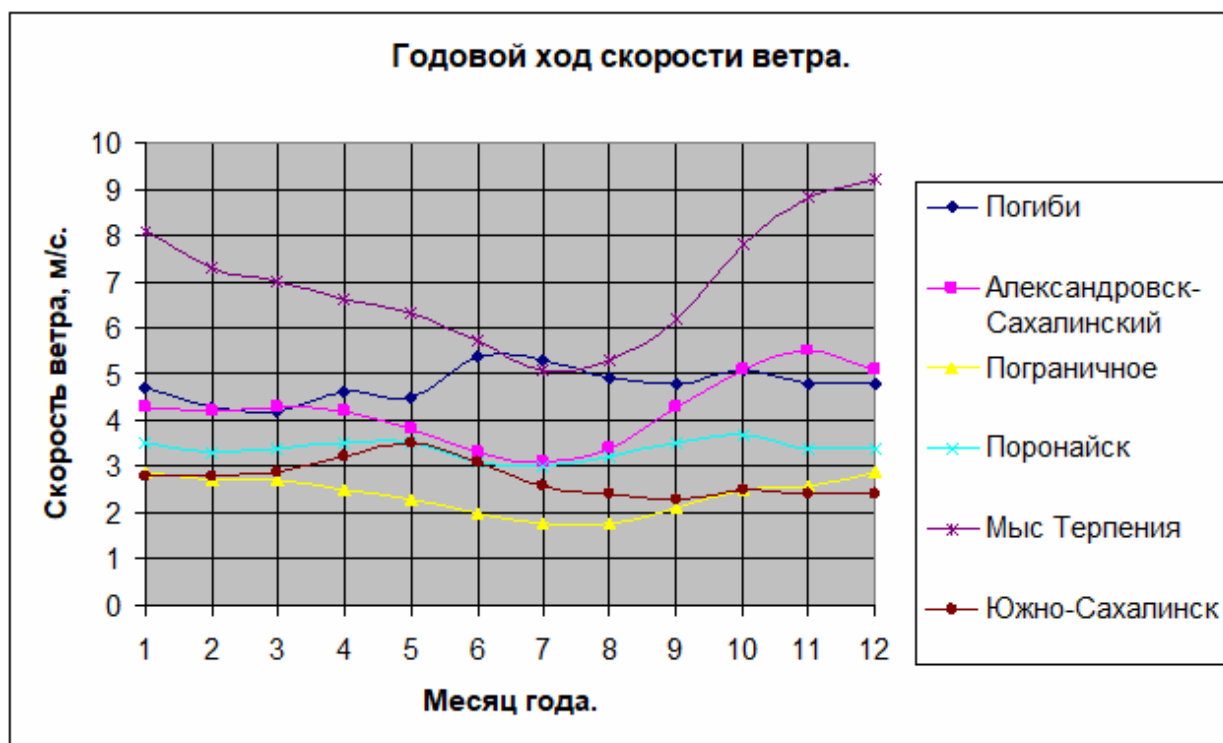


Рис. 20. График годового хода скорости ветра.

На рис. 20 представлен график годового хода скорости ветра, построенный по данным таблицы 6. Анализируя данный график, мы можем сделать вывод, что наибольшие скорости ветра на Сахалине наблюдаются в холодный период года – с октября по апрель; исключение составляет станция Погиби на северо-западном побережье – здесь максимум наблюдается в июне и июле, когда преобладают вдольбереговые ветры южных направлений.

3.4. Повторяемость различных направлений ветра.

В таблице 7 приведена повторяемость направлений ветра, выраженная в процентах от общего числа наблюдений за каждый месяц и в целом за год без учета штилей. Повторяемость штилей приводится в процентах от общего числа наблюдений.

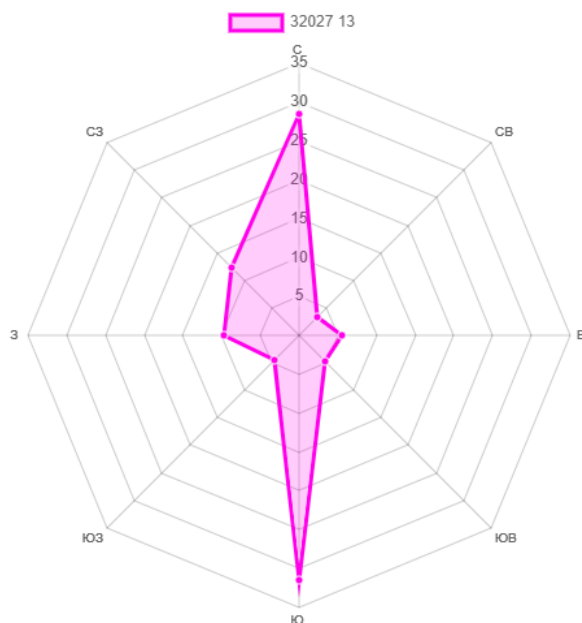
Таблица 7. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей.

Станция	Мес.	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Погиби	1	37.2	1.8	5.0	4.4	9.8	5.0	14.1	22.9	10.3
	2	44.2	1.6	3.4	5.5	13.6	3.4	10.3	17.9	11.5
	3	44.2	2.5	4.4	5.6	21.1	2.4	5.2	14.6	9.9
	4	35.1	3.8	5.4	4.4	37.8	1.8	3.2	8.4	6.7
	5	28.4	3.4	6.1	4.5	44.1	1.7	3.1	8.7	5.6
	6	20.0	3.0	6.7	4.1	57.8	1.8	1.6	5.0	4.2
	7	18.1	4.1	7.0	4.5	59.4	1.6	1.2	4.1	4.6
	8	21.5	4.7	7.0	5.0	50.8	2.9	2.7	5.4	6.1
	9	21.2	4.8	6.7	6.3	36.7	5.6	8.7	9.9	5.6
	10	23.0	3.7	5.4	4.3	22.8	8.1	16.6	16.2	5.7
	11	20.5	2.5	4.2	4.0	14.8	11.2	26.5	16.2	7.1
	12	28.2	2.1	5.3	3.7	9.8	7.6	23.0	20.2	9.3
	Год	28.5	3.2	5.6	4.7	31.5	4.4	9.7	12.4	7.2
Александровск-Сахалинский	1	22.2	7.3	6.8	36.7	4.6	3.1	4.6	14.8	3.6
	2	23.1	6.7	6.9	37.1	4.4	4.7	5.1	12.0	3.1
	3	22.1	7.0	6.7	31.6	7.8	7.9	6.3	10.6	3.5
	4	20.0	6.4	6.0	24.1	14.6	12.5	7.7	8.6	4.2
	5	16.8	5.3	7.0	22.6	14.5	15.0	9.6	9.3	4.9

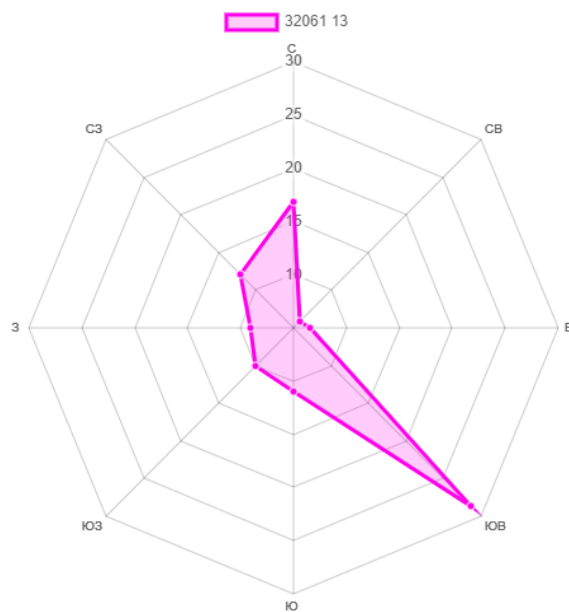
Станция	Мес.	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
	6	16.5	5.3	7.3	19.7	12.8	18.6	11.5	8.4	6.4
	7	13.7	4.7	8.3	21.7	14.0	18.3	11.7	7.7	7.4
	8	11.8	4.3	7.2	30.7	17.3	14.2	7.9	6.5	4.2
	9	8.9	5.2	6.8	36.3	16.0	10.9	8.4	7.5	1.7
	10	12.8	5.5	5.3	30.3	13.2	7.1	11.8	14.1	1.5
	11	14.0	5.1	5.0	25.0	7.9	5.3	15.2	22.4	1.5
	12	19.2	6.4	6.3	28.5	4.6	2.8	9.3	22.8	2.5
	Год	16.8	5.8	6.6	28.7	11.0	10.0	9.1	12.1	3.7
Пограничное	1	18.0	1.9	1.7	2.3	1.2	2.9	55.5	16.5	11.3
	2	21.0	3.5	4.3	5.0	1.0	2.8	49.2	13.1	13.3
	3	24.4	6.3	6.9	8.4	2.8	4.2	35.9	11.1	14.4
	4	27.8	8.0	10.3	16.1	5.0	5.9	19.4	7.7	18.4
	5	25.7	9.8	12.8	21.5	5.3	5.5	13.5	5.9	19.2
	6	22.7	12.8	18.1	23.3	4.2	4.5	10.4	3.9	22.3
	7	19.9	12.9	19.5	26.5	4.0	4.1	9.3	3.7	26.4
	8	20.1	9.6	13.1	22.3	5.8	6.4	17.2	5.5	26.0
	9	13.4	5.6	8.0	15.2	6.9	9.6	33.0	8.2	20.9
	10	11.7	3.3	5.1	7.7	5.5	9.9	42.9	14.0	15.9
	11	10.2	3.0	2.6	2.5	3.8	8.9	52.4	16.7	13.9
	12	12.8	1.4	1.4	0.9	1.3	4.0	60.7	17.6	9.8
	Год	19.0	6.5	8.6	12.6	3.9	5.7	33.3	10.3	17.6
Поронайск	1	58.9	4.2	0.9	0.5	0.9	1.3	6.1	27.3	2.3
	2	51.8	6.2	2.9	1.9	3.4	1.8	9.1	22.9	3.2
	3	35.9	6.7	6.4	5.9	11.8	4.5	11.1	17.7	3.7
	4	21.0	6.0	8.6	11.4	26.2	6.1	9.7	11.0	4.1
	5	16.1	5.3	9.9	13.8	34.2	5.1	7.0	8.8	3.7
	6	12.0	4.1	9.6	16.9	41.2	4.3	4.7	7.2	5.0
	7	9.6	3.5	9.6	18.6	43.8	4.0	4.0	6.8	5.1
	8	13.8	3.7	8.3	13.5	38.9	5.4	7.2	9.2	4.7
	9	18.7	4.0	7.3	9.1	24.6	8.2	14.0	14.2	3.2
	10	24.7	3.4	4.5	5.3	14.7	11.2	18.8	17.4	3.6
	11	36.7	3.9	2.5	1.9	5.9	8.8	18.4	22.0	3.3
	12	54.4	3.7	1.1	0.4	1.1	2.9	9.4	27.0	2.0
	Год	29.5	4.6	6.0	8.3	20.6	5.3	9.9	16.0	3.7

Станция	Мес.	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Мыс Терпения	1	43.2	7.6	3.7	2.8	4.3	2.7	9.3	26.5	4.2
	2	39.9	6.4	5.0	4.4	7.5	5.0	11.6	20.1	4.5
	3	29.0	8.0	6.8	6.6	15.8	8.7	12.2	13.0	3.9
	4	22.7	8.2	7.6	7.9	25.6	12.0	9.3	6.7	3.2
	5	19.6	10.2	10.2	11.3	28.7	10.0	6.4	3.7	2.4
	6	19.1	11.9	10.6	11.6	31.4	9.4	3.6	2.3	2.8
	7	20.3	9.6	9.2	14.8	33.5	8.4	2.7	1.6	3.5
	8	19.8	8.4	8.5	10.9	33.7	9.9	5.3	3.4	3.1
	9	16.3	7.3	7.9	10.5	27.5	13.6	11.2	5.7	2.5
	10	16.1	5.4	6.3	6.7	19.3	13.7	18.3	14.2	2.6
	11	18.0	6.0	5.0	4.5	10.8	8.6	21.4	25.7	1.9
	12	30.9	6.8	5.0	3.2	4.7	3.8	13.8	31.7	2.3
	Год	24.6	8.0	7.1	8.0	20.2	8.8	10.4	12.9	3.1
Южно-Сахалинск	1	71.2	2.0	1.0	2.2	6.4	1.9	2.9	12.3	11.3
	2	64.0	1.8	1.1	2.5	10.6	3.0	4.1	12.9	12.0
	3	45.6	2.0	2.1	4.5	19.2	5.9	7.8	12.9	11.6
	4	32.8	2.1	2.3	7.3	30.8	7.5	8.2	8.9	10.1
	5	35.2	2.3	2.4	7.7	33.6	7.2	5.1	6.5	7.9
	6	35.3	2.1	1.8	7.4	38.5	7.5	2.8	4.6	9.3
	7	33.2	2.2	1.9	7.8	40.9	7.0	2.9	4.1	11.6
	8	31.8	2.8	3.2	7.5	36.6	7.3	5.2	5.6	14.5
	9	30.8	3.1	4.3	8.4	28.3	7.3	9.2	8.6	17.4
	10	29.2	2.8	3.2	9.5	23.9	7.9	11.7	11.7	16.7
	11	38.7	2.5	2.7	7.7	17.1	6.6	11.2	13.5	15.6
	12	58.3	2.2	1.6	4.4	10.9	3.2	5.3	14.0	13.6
	Год	42.2	2.3	2.3	6.4	24.7	6.0	6.4	9.6	12.6

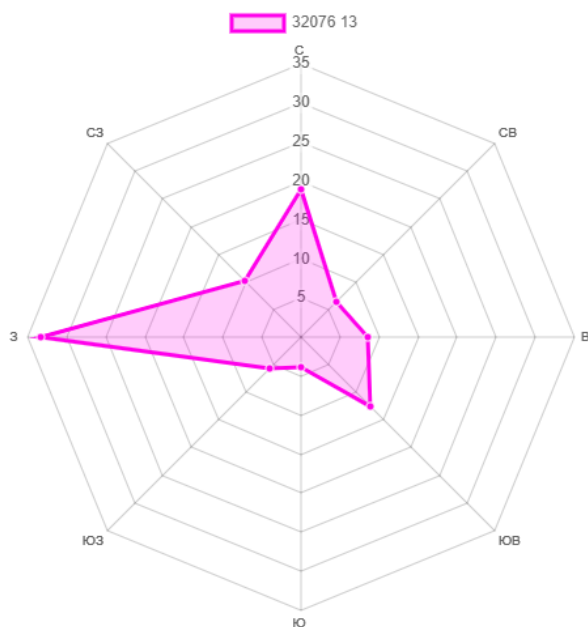
На основе этих данных построим среднегодовые розы ветров для рассматриваемых станций для наглядности повторяемости различных направлений ветра.



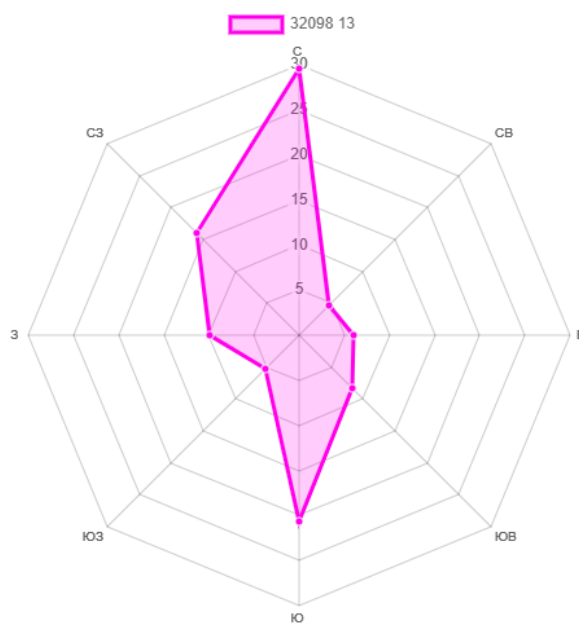
Погиби.



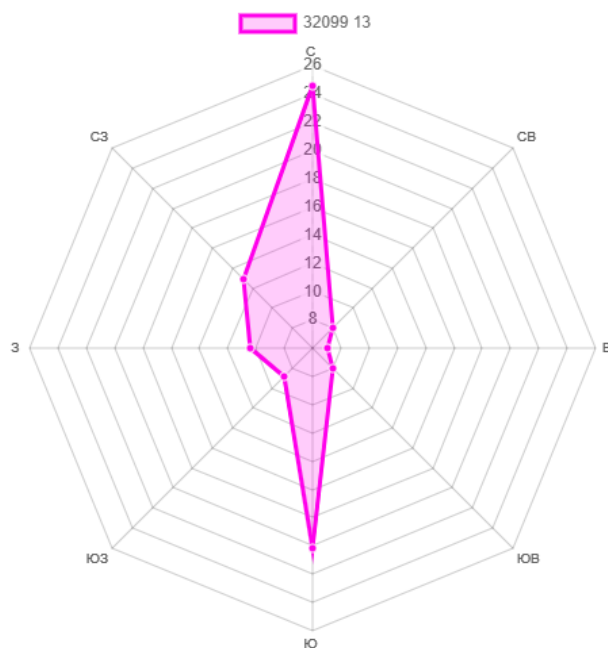
Александровск-Сахалинский.



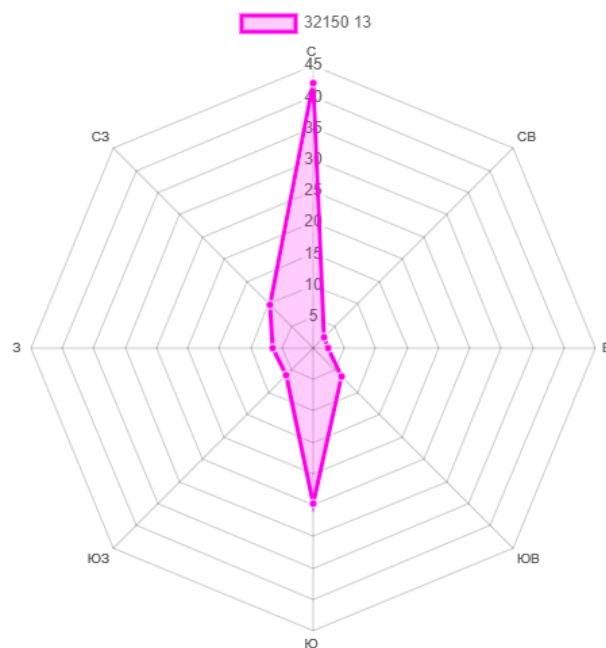
Пограничное.



Поронайск.



Мыс Терпения.



Южно-Сахалинск.

Рис. 21. Розы ветров.

3.5. Соотношение скоростей и направлений ветра.

Информация о соотношении скоростей и направлений ветра играет важную роль – при проектировании зданий для учета ветровой нагрузки с разных сторон и в разное время года, для энергетики и в других отраслях хозяйственной деятельности. В таблице 8 приводятся сведения о средних скоростях ветра различных направлений в разные месяцы.

Табл. 8. Средняя месячная скорость ветра (м/с) различных направлений.

Станция	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Погиби	1	6.2	2.0	2.1	2.0	2.7	4.1	5.1	6.9
	2	5.8	3.3	1.8	2.3	2.6	3.7	4.7	5.9
	3	5.4	3.5	3.5	2.9	3.6	3.9	4.2	5.3
	4	5.2	3.2	3.6	3.8	5.5	3.7	4.0	3.9
	5	4.7	3.0	3.1	3.4	5.6	3.7	3.3	3.2
	6	4.6	2.5	2.6	3.2	7.0	3.9	2.8	3.9
	7	4.2	2.5	2.5	3.5	6.9	3.7	3.3	3.4
	8	4.8	2.8	2.6	3.2	6.2	4.1	4.2	5.1
	9	5.2	3.0	3.0	3.5	5.5	5.1	5.7	6.2

Станция	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
	10	6.0	3.3	3.1	3.3	4.4	4.9	6.2	7.3
	11	6.2	3.1	2.4	2.8	3.4	4.3	5.7	6.9
	12	5.9	3.3	2.0	2.1	2.8	4.2	5.9	7.1
Александровск-Сахалинский	1	6.5	3.5	2.3	2.9	3.4	3.7	5.0	7.0
	2	6.0	4.0	2.5	3.0	4.1	3.9	4.7	6.5
	3	6.1	4.0	2.8	3.3	4.4	4.6	4.4	6.3
	4	5.2	3.7	2.6	3.6	5.2	4.9	3.8	4.9
	5	4.1	3.5	2.5	3.5	4.9	5.2	3.5	3.6
	6	3.4	3.0	2.2	3.0	4.1	5.0	3.0	2.6
	7	3.2	2.8	2.0	3.0	3.8	4.7	3.0	2.6
	8	4.0	3.1	2.2	3.0	4.2	4.7	3.2	3.7
	9	5.4	3.5	2.5	3.3	4.9	5.2	6.3	6.0
	10	6.4	3.6	2.6	3.3	5.1	5.6	7.3	7.4
	11	7.0	4.1	2.5	3.2	4.5	5.3	7.4	7.7
	12	7.1	3.6	2.5	2.9	3.7	5.4	7.0	7.1
Пограничное	1	5.1	3.1	3.9	2.4	2.6	2.5	2.6	3.6
	2	4.9	2.7	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	3.6
	3	4.5	2.1	2.7	3.2	2.6	2.6	2.6	3.3
	4	3.7	2.0	2.3	3.3	2.9	2.9	2.5	3.2
	5	3.2	1.9	2.5	3.4	2.6	2.7	2.4	2.6
	6	2.9	1.9	2.4	3.4	2.4	2.1	2.0	2.0
	7	2.7	1.7	2.2	3.2	2.2	1.8	1.8	2.0
	8	2.9	1.7	2.1	2.9	2.4	2.3	2.2	2.2
	9	3.1	2.2	2.4	3.1	2.8	2.6	2.4	2.5
	10	3.9	2.9	3.2	3.4	2.8	2.6	2.6	3.1
	11	4.8	4.5	4.8	3.3	2.5	2.5	2.6	3.2
	12	5.1	3.8	5.2	2.8	2.5	2.6	2.8	3.5
Поронайск	1	4.0	2.9	4.4	4.1	4.5	3.3	2.9	3.0
	2	3.8	2.9	2.9	2.4	3.9	2.9	3.1	2.7
	3	3.8	3.2	3.7	2.9	4.1	3.5	3.3	3.1
	4	3.6	3.2	3.3	3.2	4.5	3.5	3.5	3.2
	5	3.2	3.1	3.3	3.1	4.4	3.7	3.6	2.8
	6	2.5	2.7	2.9	2.9	4.1	2.8	2.4	1.9
	7	2.1	2.4	2.7	2.9	4.0	2.8	2.1	1.8

Станция	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
	8	2.5	2.6	3.4	3.1	4.3	3.3	3.0	2.1
	9	2.8	2.9	4.3	3.5	4.9	3.4	3.6	2.6
	10	3.4	3.0	4.5	4.0	5.0	3.9	3.8	3.2
	11	3.5	3.0	3.7	3.6	4.8	3.4	3.6	3.0
	12	3.7	2.6	6.1	3.9	4.6	3.4	3.4	2.9
Мыс Терпения	1	9.3	8.6	5.7	5.8	5.8	6.3	6.9	8.7
	2	8.8	7.6	7.0	4.6	5.5	5.6	6.6	8.0
	3	8.9	7.4	6.6	5.3	5.6	5.9	6.5	8.9
	4	8.5	6.9	6.0	5.7	6.2	6.1	5.8	8.2
	5	7.9	6.2	5.1	5.6	6.4	6.8	5.9	7.3
	6	7.0	5.5	4.5	5.1	5.9	6.1	4.8	6.8
	7	6.3	4.8	3.8	4.6	5.7	5.5	4.2	4.2
	8	6.0	4.7	4.4	4.7	5.9	6.0	5.0	6.2
	9	7.5	6.2	5.5	5.4	6.2	6.2	6.3	7.2
	10	10.1	7.8	7.1	6.9	6.8	7.2	8.1	9.2
	11	10.7	9.1	8.0	6.6	7.7	8.0	8.4	9.8
	12	10.3	8.9	8.2	6.8	7.1	8.3	9.2	9.6
Южно-Сахалинск	1	3.4	3.1	3.3	2.7	2.4	1.9	2.1	2.2
	2	3.5	3.0	4.0	2.5	2.6	2.2	2.7	2.4
	3	3.8	3.0	3.4	2.9	3.0	2.6	3.1	2.8
	4	4.1	3.0	3.4	3.0	3.4	2.8	3.4	3.0
	5	4.5	3.1	3.6	3.0	3.5	3.1	3.5	3.1
	6	4.1	3.1	3.4	2.7	3.1	2.6	2.3	2.9
	7	3.6	2.8	3.0	2.5	2.8	2.3	1.9	2.2
	8	3.2	2.8	3.1	2.3	2.7	2.3	2.2	2.1
	9	2.9	2.4	3.4	2.5	2.9	2.8	3.2	2.2
	10	3.1	2.4	2.9	2.7	3.1	3.1	3.4	2.6
	11	3.0	2.4	3.2	2.6	2.7	2.7	2.9	2.4
	12	3.0	2.4	3.0	2.6	2.4	2.3	2.6	2.2

Для наглядности по данным таблицы 8 построим сравнительные графики средних месячных скоростей ветра различных направлений – розы ветров - для января и июля по всем 6 рассматриваемым станциям.

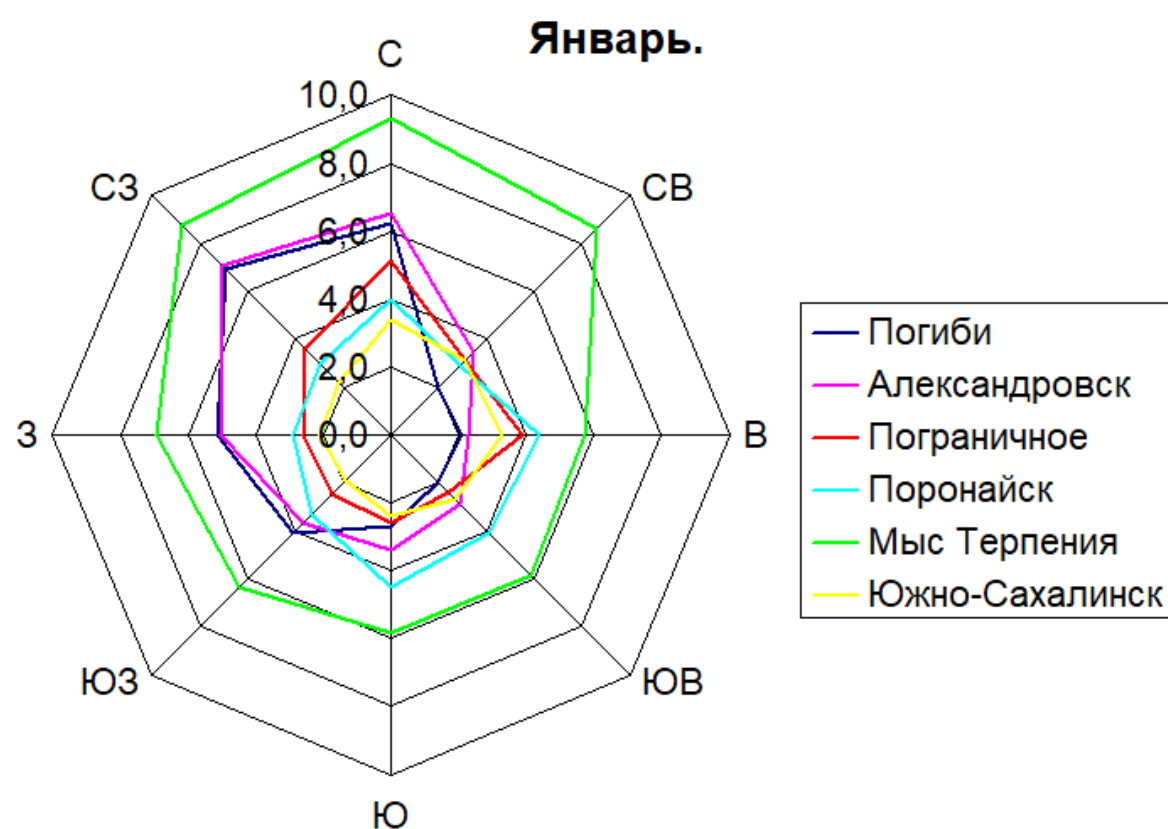


Рис. 22. Роза ветров для января.

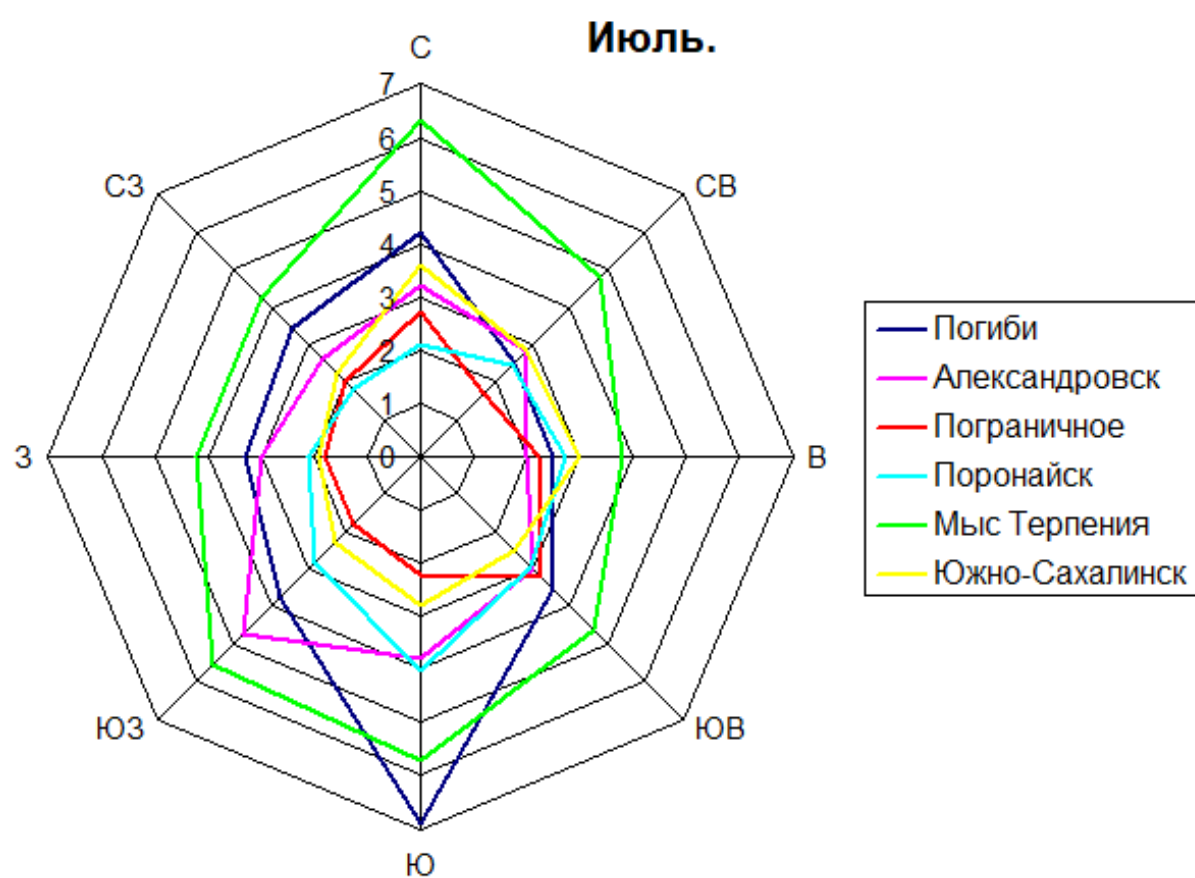


Рис. 23. Роза ветров для июля.

Из этих графиков можно сделать вывод, что в зимний период наибольшими скоростями обладают ветры северных и северо-западных направлений – это связано с активным западным переносом воздушных масс между центрами действия атмосферы холодного полугодия – сибирским антициклоном и алеутской депрессией. На двух станциях восточного побережья Сахалина – Пограничное и Поронайск – наблюдаются значительные скорости и у ветров с открытого восточного направления, так как над морем нет препятствий и ветер достигает больших скоростей.

Летний муссон на Сахалине гораздо менее выражен, поэтому наблюдаются большие различия в скоростях ветра с разных направлений на разных станциях. Наибольшие скорости в июле наблюдаются у ветров южных и юго-западных направлений; исключение составляет мыс Терпения – наиболее сильные ветры здесь и летом отмечаются с открытой к морю северной стороны.

3.6. Повторяемость сильных ветров.

Значительные скорости ветра – не редкое явление на Сахалине, поэтому при анализе ветрового режима необходимо учитывать повторяемость сильных (15 м/с и более) и очень сильных (25 м/с и более) ветров. В таблицах 9 – 11 приводятся данные о повторяемости сильных и очень сильных ветров по месяцам и в течение года на 6 станциях.

Таблица 9. Среднее число дней с сильным ветром (более 15 м/с).

Станция/ месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Погиби	5.1	4.1	4.3	4.4	3.7	5.9	5.5	5.7	5.7	7.4	5.1	5.5	62.3
Александровск- Сахалинский	4.2	3.8	4.9	5.7	5.5	2.3	1.7	2.8	6.0	10.4	9.8	7.7	64.8
Пограничное	1.9	1.5	1.8	1.1	1.1	0.6	0.2	0.3	0.6	2.0	2.5	2.1	15.6
Поронайск	3.3	2.4	2.7	2.8	2.7	0.9	0.4	0.8	2.3	4.8	3.6	3.3	30.1
Мыс Терпения	15.5	10.4	11.5	10.2	8.8	4.3	2.7	3.9	7.8	15.3	17.8	19.4	124. 4
Южно- Сахалинск	3.1	2.2	3.2	3.8	3.6	1.6	0.6	1.0	1.4	3.8	2.8	2.5	29.5

Таблица 10. Среднее число дней с очень сильным ветром (более 25 м/с).

Станция/ месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Погиби	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.8	0.5	0.4	4.2
Александровск- Сахалинский	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	0.7	0.7	3.6
Пограничное	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	2.1
Поронайск	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	1.6
Мыс Терпения	3.6	2.3	2.7	1.4	0.8	0.3	0.1	0.1	0.8	2.9	3.5	4.0	21.8
Южно- Сахалинск	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	2.4

Таблица 11. Наибольшее число дней со скоростью ветра более 25 м/с.

Станция/ месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Погиби	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	13
Александровск- Сахалинский	2	1	3	2	3	1	0	0	3	4	3	2	11
Пограничное	2	2	2	2	0	0	0	0	0	3	2	1	6
Поронайск	2	1	2	1	1	0	0	1	1	1	2	1	5
Мыс Терпения	10	8	9	5	4	2	2	2	5	10	9	10	43
Южно- Сахалинск	2	1	2	2	1	1	0	2	0	4	2	2	8

Для наглядности по данным таблиц 9 и 11 построим графики.

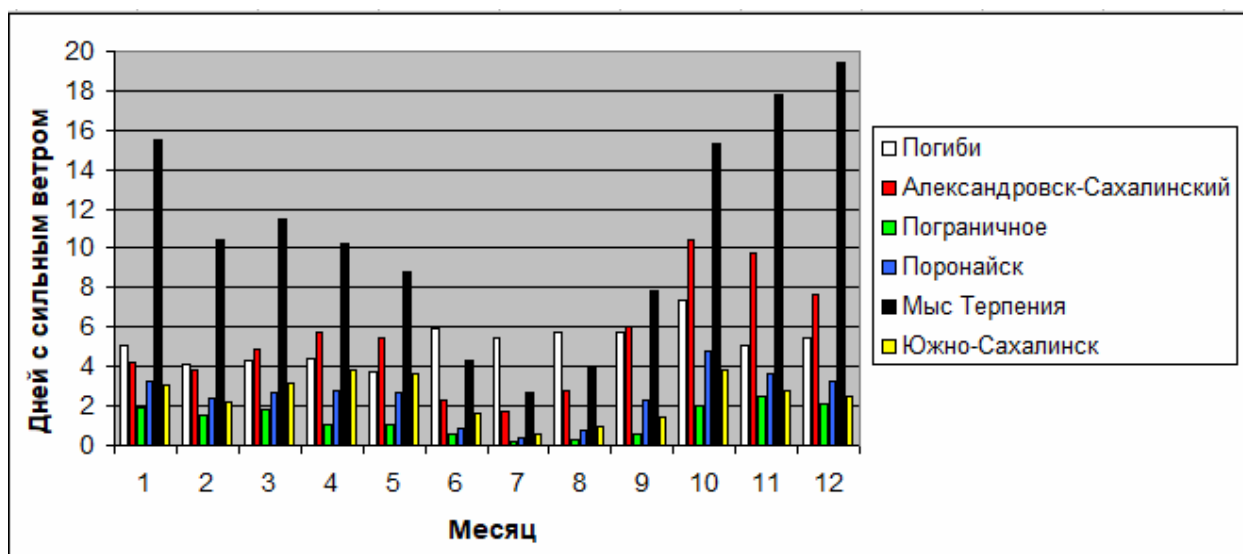


Рис. 24. Среднее число дней с сильным ветром (более 15 м/с).

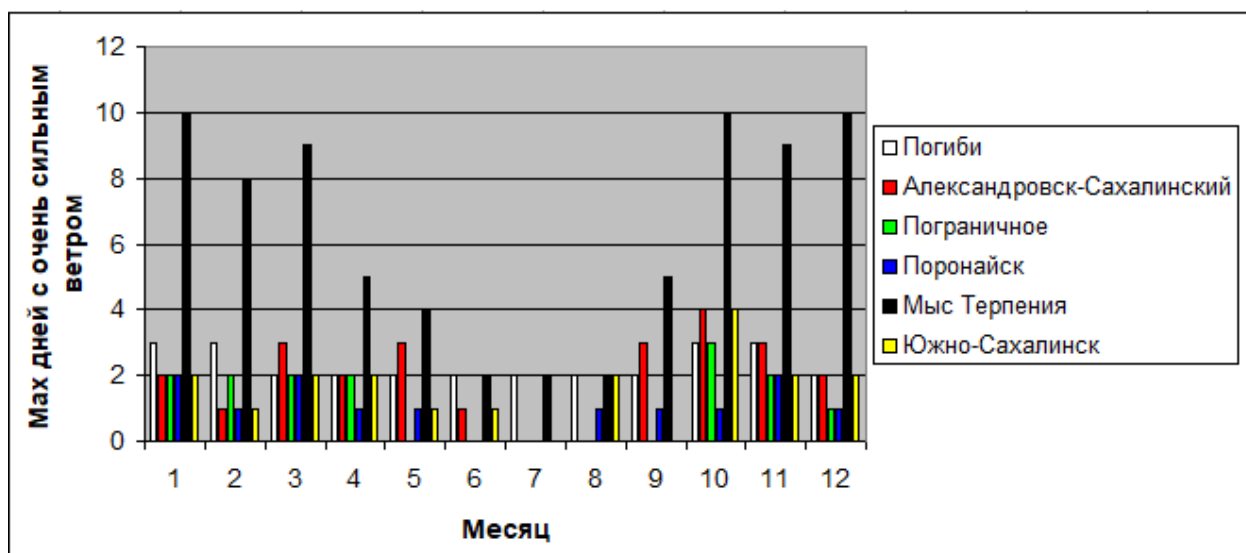


Рис. 25. Наибольшее число дней со скоростью ветра более 25 м/с.

Из представленных данных мы видим, что наибольшее среднегодовое число дней с сильным ветром – 15 м/с и более – наблюдается на мысе Терпения и составляет более 124 дней в году. Обусловлено это уже упомянутым в разделе 3.2 мысовым эффектом. Очень сильный ветер на мысе Терпения наблюдается в среднем от 22 до максимально зарегистрированных 43 дней в году. Самой «тихой» станцией из рассматриваемых является Пограничное на восточном побережье – сильный ветер здесь наблюдается менее 16 дней в год. Крупные сахалинские города не отличаются благоприятным климатом. Сильный ветер наблюдается в Александровске-Сахалинском в среднем 65 дней в году, в Поронайске и Южно-Сахалинске 30 дней в году; то есть больше месяца ежегодно проходит в условиях неблагоприятного явления. Повторяемость очень сильного ветра в областной столице доходит до 8 дней в году.

Из графиков на рис. 24 и 25 хорошо заметно, что наибольшая повторяемость дней с сильным и очень сильным ветром на Сахалине отмечается в холодный период года, максимум на всех станциях приходится на октябрь-ноябрь, это связано с переходом на зимнюю муссонную циркуляцию. В летний период повторяемость сильных ветров значительно снижается, а скорость ветра 25 м/с и более в июле вообще не отмечается нигде, кроме мыса Терпения.

3.7. Повторяемость штилей.

В таблице 12 и на рисунке 25 представлены данные о среднем количестве дней в году, когда на исследуемых станциях отмечался штиль.

Таблица 12. Среднее число дней со штилем.

Станция/ месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Погиби	8.8	8.5	8.6	6.4	6.3	5.0	5.5	6.7	6.3	6.1	6.5	7.5	82.1
Александровск- Сахалинский	6.5	5.2	6.6	6.6	8.2	9.8	11.0	7.1	3.4	2.9	2.8	4.5	74.6
Пограничное	11.5	11.7	15.0	17.2	18.5	20.7	23.9	22.6	18.2	14.7	12.5	10.1	196.5
Поронайск	4.0	4.6	5.6	6.8	6.6	8.0	8.6	7.6	5.7	6.0	6.0	3.8	73.4
Мыс Терпения	4.6	5.0	5.0	4.7	3.5	4.1	4.7	4.8	3.8	3.6	3.0	3.1	49.3
Южно- Сахалинск	12.8	13.0	14.4	13.0	11.3	12.5	14.7	17.3	18.7	18.2	16.9	15.3	177.9

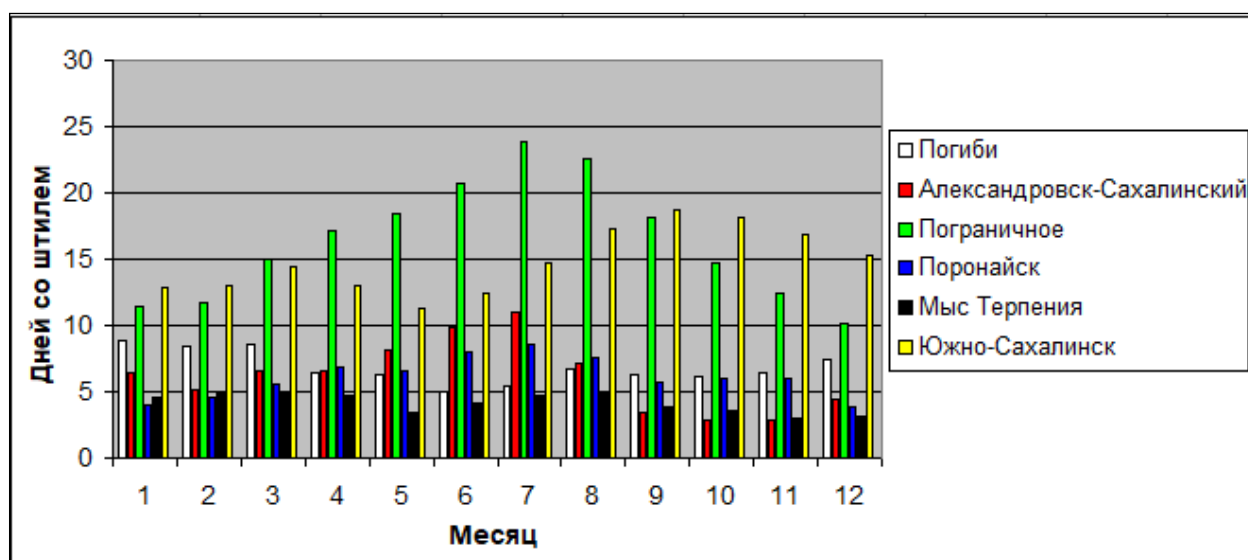


Рис. 26. Среднее число дней со штилем.

Как видим из таблицы, наибольшее число дней со штилем отмечается в теплый период года; максимум по всем станциям – в июле, за исключением Южно-Сахалинска, где больше всего дней со штилем в сентябре. На мысе Терпения во все месяцы года штиль отмечается не более 5 дней в месяц. Чаще всего штиль наблюдается на Пограничном – в среднем около 200 раз в год, в Южно-Сахалинске – около 180 дней.

Заключение.

Сахалин – крупный остров на Дальнем Востоке России, расположенный между Евразией и Охотским морем. Климатические условия Сахалина отличаются сложностью и разнообразием в силу обширности острова и его пограничного положения на стыке разных природных зон.

Целью настоящей работы было изучение ветрового режима Сахалина. Для исследуемого региона характерна муссонная циркуляция воздушных масс – смена направления переноса воздуха между сезонными центрами действия атмосферы. Зимой воздушные массы перемещаются с запада на восток – от азиатского антициклона к Тихому океану; летом – наоборот, с востока на запад в сторону южноазиатской депрессии. Муссонная циркуляция является определяющим фактором для ветрового режима Сахалина.

При выполнении данной работы использовались различные источники метеорологических данных о скорости и направлении ветра в период с 1936 по 2020 год. В результате анализа были получены следующие общие выводы об особенностях ветрового режима:

1) Среднегодовая скорость ветра на Сахалине составляет от 2,6 до 7,4 м/с. Наименее ветреные районы – Тымь-Поронайская и Сусунайская межгорные долины; здесь скорость ветра 15 м/с отмечается несколько раз в году, а скорости ветра более 20 м/с вообще не наблюдаются. Самые сильные ветры регистрируются на полуострове Шмидта, мысах Терпения, Анива, Крильон, острове Монерон – среднегодовые скорости здесь более 6 м/с, а максимальные скорости ветра превышают 45 м/с. Связано это с мысовым эффектом – усилением ветра у высоких крутых орографических препятствий.

Наибольшая повторяемость очень сильного ветра (25 м/с и более) наблюдается на мысах Терпения и Крильон – до 40 дней в год.

2) Наибольшие скорости ветра на Сахалине отмечаются в холодный период года – с октября по апрель; связано это с большей интенсивностью зимнего муссона, по сравнению с летним.

3) Направление ветра изменяется в зависимости от времени года в соответствии с муссонной циркуляцией в регионе. Зимой преобладают ветры северных и северо-западных направлений, летом – южных. Весной и осенью происходит смена направления переноса воздушных масс. Значительное влияние на ветровой режим оказывает местный рельеф – выражается это в увеличении скорости и повторяемости ветров, совпадающих по направлению с речными долинами и береговой линией морей.

Подробная информация о годовом ходе скорости и повторяемости направлений ветра, повторяемости штилей и сильных ветров содержится в пунктах 3.3 – 3.7 настоящей работы. В пункте 3.2 содержится информация о пространственном распределении скорости ветра на территории острова, в том числе карты распределения средних и максимальных скоростей, построенные на основе пятнадцатилетних рядов наблюдений на 30 метеорологических станциях Сахалина.

В рамках данной работы также была проведена оценка результатов измерений скорости ветра при помощи анеморумбометра М-63 по сравнению с данными визуальных наблюдений и флюгера Вильда. Был проведен сравнительный анализ десятилетнего ряда наблюдений за ветром по датчикам автоматизированного метеорологического комплекса Wind Monitor 05103 и анеморумбометра М-63М1. Результаты этих сравнений представлены в Разделе 2.

Список литературы.

1. Акимов В. А. Опасные гидрометеорологические явления на территории России. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2009. – 316 с.
2. Бернгардт Р. П. Актуальные аспекты интерпретации ветровых и гололедных нагрузок Сахалинской области. — Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2001. -С. 150-159.
3. Бернгардт Р. П. Климатологические обобщения и применение информации о скорости ветра и гололеде (на примере Сахалинской области): Монография. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2003. - 96 с.
4. Бернгардт Р. П. О восстановлении однородности рядов максимальных скоростей ветра//Метеорология и гидрология. 2001. - № 12. - С. 31 -37.
5. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. 2005. – 523 с.
6. Земцова А.И. Климат Сахалина. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 197 с.
7. Интернет-сайт <https://tr5.ru> – архив данных наблюдений метеорологических станций РФ.
8. Интернет-сайт <http://rus.ferhri.ru/okhotsk> – Ветровой режим Охотского моря.
9. Научно – прикладной справочник «Климат России», 2018 г. Электронная версия представлена на интернет-сайте <http://meteo.ru/climate/197-nauchno-prikladnoj-spravochnik-klimat-rossii>.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные. Выпуск 34 «Сахалинская область». Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 351 с.
11. Прох Л.З. Словарь ветров. – Киев; Украинский НИИ Госкомгидромета. Электронное издание.
12. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов.– Л.:Гидрометеиздат, 1983. – 443 с.
13. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. метеорологический словарь. – Л.:Гидрометеиздат, 1974. – 560 с.
14. Швер Ц.А., Лазарева Д.Ф. Климат Южно-Сахалинска. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 256 с.

Приложение 1.

Пример данных наблюдений СахУГМС за скоростью и направлением ветра в период с 2006 по 2020 год по материалам интернет-сайта <http://rp5.ru>.

Станция Южно-Сахалинск, декабрь 2020.

Местное время	DD	Ff	ff10	ff3	Местное время	DD	Ff	ff10	ff3
01.01.2021 08:00	315	3	4	7	28.12.2020 05:00	290	2	2	5
01.01.2021 05:00	360	4	6	8	28.12.2020 02:00	290	3	3	5
01.01.2021 02:00	340	3	4	11	27.12.2020 23:00	290	2	3	5
31.12.2020 23:00	360	6	10	11	27.12.2020 20:00	360	2	4	6
31.12.2020 20:00	360	6	10	11	27.12.2020 17:00	360	3	6	6
31.12.2020 17:00	20	4	8	9	27.12.2020 14:00	360	3	5	7
31.12.2020 14:00	360	5	9	9	27.12.2020 11:00	360	3	5	5
31.12.2020 11:00	360	4	7	10	27.12.2020 08:00	315	3	4	4
31.12.2020 08:00	360	5	10	11	27.12.2020 05:00	315	3	4	4
31.12.2020 05:00	360	5	9	12	27.12.2020 02:00	315	3	4	4
31.12.2020 02:00	360	6	12	12	26.12.2020 23:00	360	2	3	5
30.12.2020 23:00	360	5	9	11	26.12.2020 20:00	340	3	5	6
30.12.2020 20:00	340	4	7	11	26.12.2020 17:00	20	3	6	6
30.12.2020 17:00	360	6	10	11	26.12.2020 14:00	20	2	4	5
30.12.2020 14:00	360	5	9	11	26.12.2020 11:00	315	2	3	3
30.12.2020 11:00	360	6	11	11	26.12.2020 08:00	360	2	3	3
30.12.2020 08:00	315	3	4	4	26.12.2020 05:00	340	2	3	4
30.12.2020 05:00	315	2	3	3	26.12.2020 02:00	340	2	4	6
30.12.2020 02:00	290	2	3	3	25.12.2020 23:00	340	2	3	4
29.12.2020 23:00	315	1	1	5	25.12.2020 20:00	360	3	4	7
29.12.2020 20:00	360	3	5	6	25.12.2020 17:00	360	4	6	8
29.12.2020 17:00	20	4	6	7	25.12.2020 14:00	360	5	7	8
29.12.2020 14:00	315	2	3	3	25.12.2020 11:00	360	4	6	9
29.12.2020 11:00	360	1	2	3	25.12.2020 08:00	360	5	9	9
29.12.2020 08:00	340	2	3	3	25.12.2020 05:00	360	5	8	10
29.12.2020 05:00	315	2	2	3	25.12.2020 02:00	360	5	7	8
29.12.2020 02:00	250	1	1	5	24.12.2020 23:00	360	3	5	6
28.12.2020 23:00	360	2	3	4	24.12.2020 20:00	360	3	5	5
28.12.2020 20:00	360	2	3	4	24.12.2020 17:00	360	2	3	4
28.12.2020 17:00	360	2	4	5	24.12.2020 14:00	360	3	4	6
28.12.2020 14:00	360	3	5	5	24.12.2020 11:00	360	4	6	7
28.12.2020 11:00	315	2	2	3	24.12.2020 08:00	20	3	5	6