

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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 условий формирования микроклиматического
режима ветров в Печенгской районе Мурманской области**

Исполнитель Марцин Татьяна Васильевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой



(подпись)

Кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

«_06_» _____ 06 _____ 2020г.

Санкт–Петербург, 2020

Содержание

Введение.....	3
1. Физико-географические особенности Печенгского района Мурманской области	4
1.1. Географическое положение и общие сведения.....	4
1.2 Особенности рельефа и гидрологии	6
1.3. Климат региона исследования.....	9
2. Режим метеорологических характеристик в Печенгском районе.....	12
2.1 Характер атмосферной циркуляции в Печенгском районе	12
2.2. Исследование скорости ветра по месяцам и годам	17
2.3. Анализ повторяемости ветра	23
3. Анализ микроклиматического режима ветра на территории Печенгского района.	28
3.1. Оценка связи показателей ветрового режима с общей циркуляцией атмосферы и с рельефом местности.....	28
3.2. Аппроксимация показателей ветрового режима с помощью поправочных коэффициентов с учетом особенностей рельефа.....	37
Заключение	44
Список литературы	45
Приложения	46

Введение

Актуальность предлагаемой темы выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что исследование микроклиматических условий формирования режима ветров имеют существенно важное значение для обеспечения экологической безопасности в местах размещения крупных металлургических предприятиях. Вопросы влияния режима ветра в Печенгском районе Мурманской области изучены недостаточно. Это связано с недостатком получения фактической информации на метеорологических станциях из-за расположения их на закрытых военных территориях.

Целью выпускной работы является определение особенностей формирования микроклиматического режима скорости ветра на территории Печенгского района в зависимости от рельефа местности.

Задачи, для достижения поставленной цели:

- анализ физико-географических особенностей территории Печенгского района;
- поиск и обработка метеорологической информации для территории Печенгского района;
- выявление закономерностей формирования скорости ветра: годового и сезонного;
- изучение скоростей ветра по данным метеорологических станций в зависимости от рельефа местности.

Объектом исследования является территория Печенгского района Мурманской области.

Предмет исследования - микроклиматический режим скорости ветра

1. Физико-географические особенности Печенгского района Мурманской области

1.1. Географическое положение и общие сведения

Мурманская область расположена на северо-западе европейской части России. Практически вся ее территория находится за Северным полярным кругом и располагается на Кольском полуострове - $66^{\circ}03'$ - $69^{\circ}57'$ с. ш. и $28^{\circ}30'$ - $41^{\circ}26'$ в. д. Часть западного и юго-западного районов области выходят на материк. Ее площадь чуть больше 140 тысяч квадратных километров, наибольшая протяженность около 400 км с юга на север и около 570 километров с запада на восток.

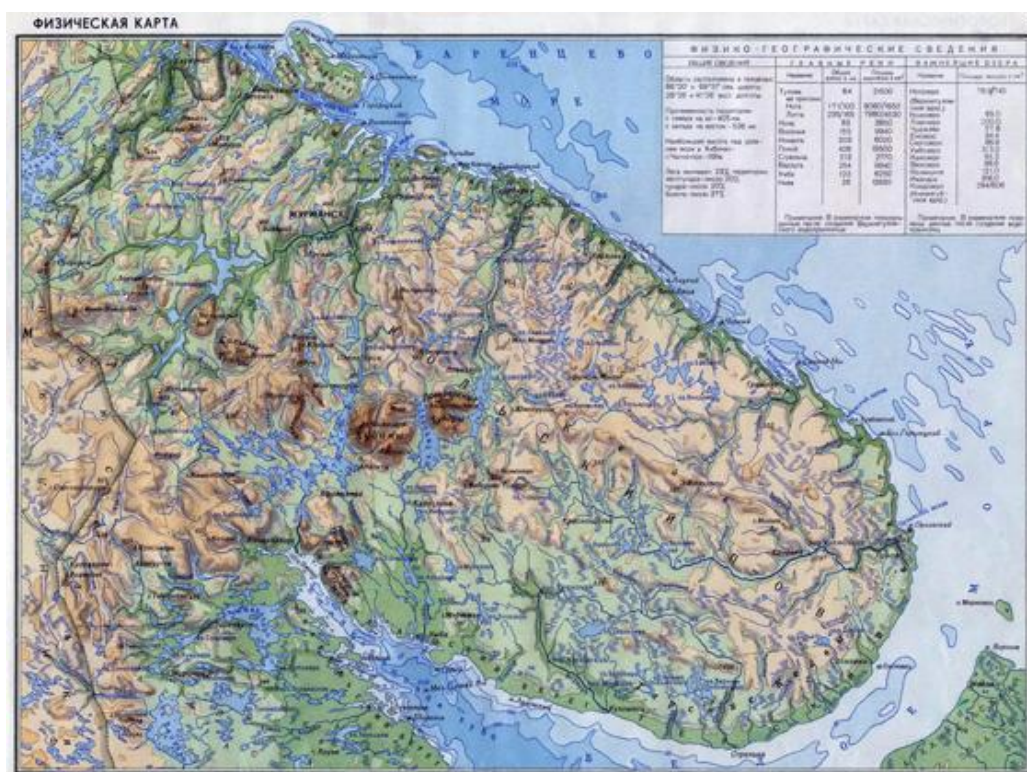


Рисунок 1. Физико–географическая карта Мурманской области

В состав Мурманской области входит пять административных районов: Кольский , Ковдорский, Ловозерский , Терский и рассматриваемый Печенгский.

Гольфстрим обогрел своими теплыми потоками суровое Баренцево море перед Рыбачим полуостровом, Печенгским и всем Мурманским берегом, и оно на сотни километров к северу даже в зимнее время не покрывается льдом. Здесь, у незамерзающих полярных вод, и находится пограничный с Финляндией и Норвегией Печенгский район Мурманской области .

Площадь Печенгского региона -12,3 тысячи квадратных километров. С севера на юг территория протянулась на порядка 120 километров, с запада на восток – на 85 километров. В состав района входят: один город районного подчинения (Заполярный), 3 поселка городского типа (Никель, Печенга и Приречный) и 16 сельских населенных пунктов. Административный центр-поселок городского типа Никель (Рис.2).

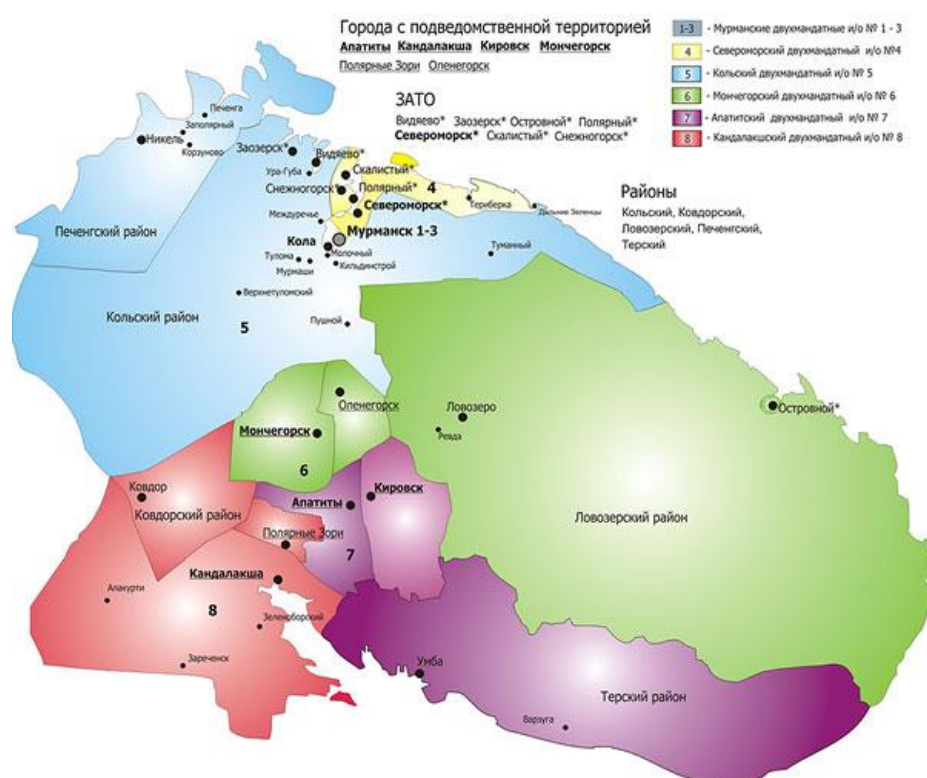


Рисунок 2. Административная карта Мурманской области

По южной и юго-западной окраине Печенгского района проходит древняя, издавна сформировавшаяся российско-финляндская граница. На западе территория района прилегает к норвежской границе, установленной еще в 1826 году по предложению этой соседней страны.

В 1960 году, после укрупнения северо-западных районов Мурманской области, в состав Печенгского района вошли полуостров Рыбачий и Средний. Вся северную часть его от соседнего Кольского района на востоке стала отделять река Титовка. А северная граница Печенги- Баренцево море.

Побережье полуострова Рыбачий протянулось в северо-западном направлении более чем на 50 километров. На нем выделяется своими скалистыми берегами и высотами мыс Кекурский.

В пятидесяти километрах на северо-запад от Рыбачего – норвежский полуостров Варангер. Между ними и пролегла государственная граница.

1.2 Особенности рельефа и гидрологии

Печенгский район расположен на материковой части Кольского полуострова. Эта часть области большее количество высот, нежели в восточной. На самом севере берег представляет собой прибрежное плато, снижающееся к востоку. Край плато обрывается к Баренцеву морю крутым до 100-150 м уступом, прорезанным узкими, глубоко вдающимися в сушу фиордами. Начиная от перешейка полуострова Среднего до Печенгской губы и далее вплоть до пограничной реки Варьемы, примерно на 40 километров протянулось обрывистой каменной грядой печенгское морское побережье. Скалистые берега возвышаются над водой на 10-15 метров.

И чем дальше от моря, тем больше и больше возрастают высотные отметки. В пяти километрах от берега вырисовываются вершины высотой уже более 400 метров. Самая заметная среди них, гора Пасари (50,3 метра), находится к западу от входа в Печенгскую губу.

В побережье далеко вдаются заливы. На востоке возле мыса Крикун открывается вход в губу Амбарную, соединенную с двумя озерками.

Печенгская губа, прорезав обрывистые скалистые берега, протянулась в юго-западном направлении на 16,5 километра до устья реки Печенга. Шири-

на губы у входа в нее достигает 1,5 километра, а южнее колеблется от 300 до 1000 метров (рис.3).



Рисунок 3. Физико-географическая карта Печенгской губы

В шести километрах от входа, у мыса Лодейного, в западный берег Печенгской губы коленом вдается Девкина заводь. Это удобная для навигации - не замерзающая круглый год, гавань. Здесь финны в 1930 году построили порт Лиинахамари.

В трех километрах к югу от порта шоссейная дорога выходит к озеру Трифона, или Трифоноярви. Это озеро соединяется Трифоновым ручьем с Печенгской губой.

За Печенгской губой, к западу, береговая линия очерчивает бухты Восточную и Долгую Щель.

На расстоянии чуть побольше километра к юго-западу от Долгой Щели расположено озеро Софья. К западу от бухты в сушу на два километра вдаётся губа Базарная.

Прибрежная часть Печенгского района представляет собой плоскогорье со скудной низкорослой растительностью тундровой зоны и отвесными утесами со стороны моря.

Более одной трети площади Печенгского района занимают смешанные, в основном сосновые и березовые леса. Печенга отличается от остальной части Мурманской области тем, что здесь леса поднимаются дальше к северу и почти вплотную подходят к морскому побережью. Березы встречаются даже у Девкиной заводи Печенгской губы. Лесотундра в южной половине района на значительных площадях переходит в таежную зону.

Ландшафт хранит в своем облике следы древнего ледникового воздействия. Большая часть территории области сложена древнейшими комплексами гнейсов, сланцев, интрузиями гранитов, габбро, диабазов. Породы имеют возраст до 3.5 – 4 миллиардов лет.

За долгие годы тектонические движения привели к тому, что Балтийский щит оказался разбит на многочисленные трещины и разломы. В нем образовались крупные блоки, такое блоковое строение сохраняется и в настоящее время.

На формирование современного рельефа области большое значение оказало четвертичное оледенение.

Все прибрежное плато оголено. Сглажены вершины отрогов и склоны гор. На куполообразных пологих возвышенностях и крутых склонах вдоль береговой линии материка обнажены древнейшие горные породы - гнейсы. Это выступает на поверхность архейский фундамент. Балтийский кристаллический щит, представляющий собой обширную пологую выпуклость.

Рельеф достаточно сложный и расчлененный, характеризуется значительными возвышенностями и амплитудами высот. Часто в этих местах встречаются крупные и малые котловины. В них скопились грунтовые воды, образовав многочисленные озера, а местами болота. Множество рек, стекаясь, образуют бассейны рек Титовка, Печенга и Паз, впадающих с южной части района на восток.

Одна из особенностей здешних рек: обилие порогов и падунов-водопадов. На Печенге, например, более 15 порожистых участков. Но наиболее крупные падуны находятся на реке Паз.

Километрах в тридцати к югу от Печенгской губы начинается высокое плоскогорье, раскинувшееся на десятки километров от озера Куэтсярви на западе до реки Печенги и продолжающееся далее к юго-востоку. Русскими оно было названо Каменной тундрой, а позже финнами - Петсамотунтури.

Северной части Каменной тундры находится гора Каммикиви, восточнее - высота Пильгуйоэн, а западнее-Каула.

1.3. Климат региона исследования

На климат Мурманской области повлияло расположение за Северным полярным кругом, между европейским континентом с юга и бассейном Северного Ледовитого океана с севера, а также близостью теплого сектора Атлантики.

Значительное воздействие на климат оказывает проходящее у северных берегов Кольского полуострова теплое Нордкапское течение в Баренцевом море. В полдень высота солнца над Мурманской областью изменяется от $0-0,5^\circ$ — в период зимнего солнцестояния до $42,5-44,5^\circ$ — в период летнего солнцестояния. Максимально возможная продолжительность дня колеблется от 0 ч в сутки — во время полярной ночи до 24 ч — во время полярного дня.

Климат Мурманской области — субарктический морской, имеющий определенные черты континентального. В зимний период распределение температуры воздуха по месяцам соответствует морскому климату. Так, в результате циклонической деятельности над акваториями Норвежского и Баренцева морей, приносящей теплый морской воздух с Атлантического океана, зимы в Мурманской области относительно теплые. Самый холодный месяц — февраль, поскольку именно к этому времени максимально охлаждается Северный Ледовитый океан. Однако нехарактерным для морского климата является тот факт, что самый теплый месяц — июль (температура воздуха несколько выше среднеширотной). Это происходит из-за притока континентальных теплых воздушных масс с юга.

Среднегодовая температура воздуха уменьшается от 0 °С на побережье Баренцева и Белого морей до -2° в центральной части Кольского п-ова и до -3-4 °С в горных районах. В целом в течение года над Мурманской областью преобладает морской воздух умеренных широт, что сглаживает температурный контраст между летним и зимним сезонами. Однако величина годовой амплитуды температуры воздуха ($t_{\max} - t_{\min}$) больше, чем в регионах с типичным морским климатом. Степень континентальности климата закономерно возрастает от морского побережья в глубь территории Кольского полуострова. На полуострове Рыбачий разность средних температур июля и февраля составляет около 5 °С, на Мурманском и Терском берегах — 20°, на остальной территории — 25 °С и более. Отрицательные значения температуры воздуха в области связаны с массивными вторжениями арктического воздуха. Поэтому для климата Мурманской области в отличие от типичного морского характерна значительная изменчивость всех метеорологических величин во времени. Так, на фоне относительно теплой зимы здесь случаются значительные похолодания: до -40 С° — на побережье и ниже -50° — в удаленных от него районах. В любой из летних месяцев возможны заморозки, а в любой из зимних — оттепели.

Особенностью климата Кольского полуострова является крайне неустойчивая погода. Зимой нередки оттепели, штормы могут резко сменяться штормами, летом часты резкие понижения температуры воздуха.

Существуют районы, разные по микроклимату. Западная часть Мурманской области теплее восточной.

Климат Печенги – результат взаимодействия Арктики и Гольфстрима. Именно то, что район находится выше Полярного круга и вместе с тем близ теплого Северо-Атлантического течения, и определяет собой своеобразие здешних климатических условий.

В формировании климата Печенгского района благоприятную роль играет взаимодействие незамерзших вод Баренцева моря и, главным образом, атмосферная циркуляция с запада в зимнее время. Благодаря воздействию Гольфстрима среднегодовая температура воздуха в Печенгском районе выше, чем где-либо на той же широте. Вечной мерзлоты, которая на востоке распространяется даже южнее Полярного круга, здесь нет.

Лето на печенгском побережье непродолжительно. Температура воздуха здесь начинает опускаться ниже нуля обычно уже в конце августа, а поднимается выше нуля – только к маю.

Осенью в Печенге усиливаются циклоны, а вместе с ними учащаются и штормовые ветры со скоростью более 15 метров в секунду, стихающие только летом. Здесь они наблюдаются реже, чем в Мурманске, но и в окрестностях поселка Никель на протяжении месяца бывает до десяти дней со штормом.

В целом климат Печенгского района благоприятнее, чем климат других районов Заполярья.

2. Режим метеорологических характеристик в Печенгском районе

2.1 Характер атмосферной циркуляции в Печенгском районе

В формировании климата большое значение имеет атмосферная циркуляция. Циркуляционные условия формирования климата Мурманска довольно, сложны (рис.4.).

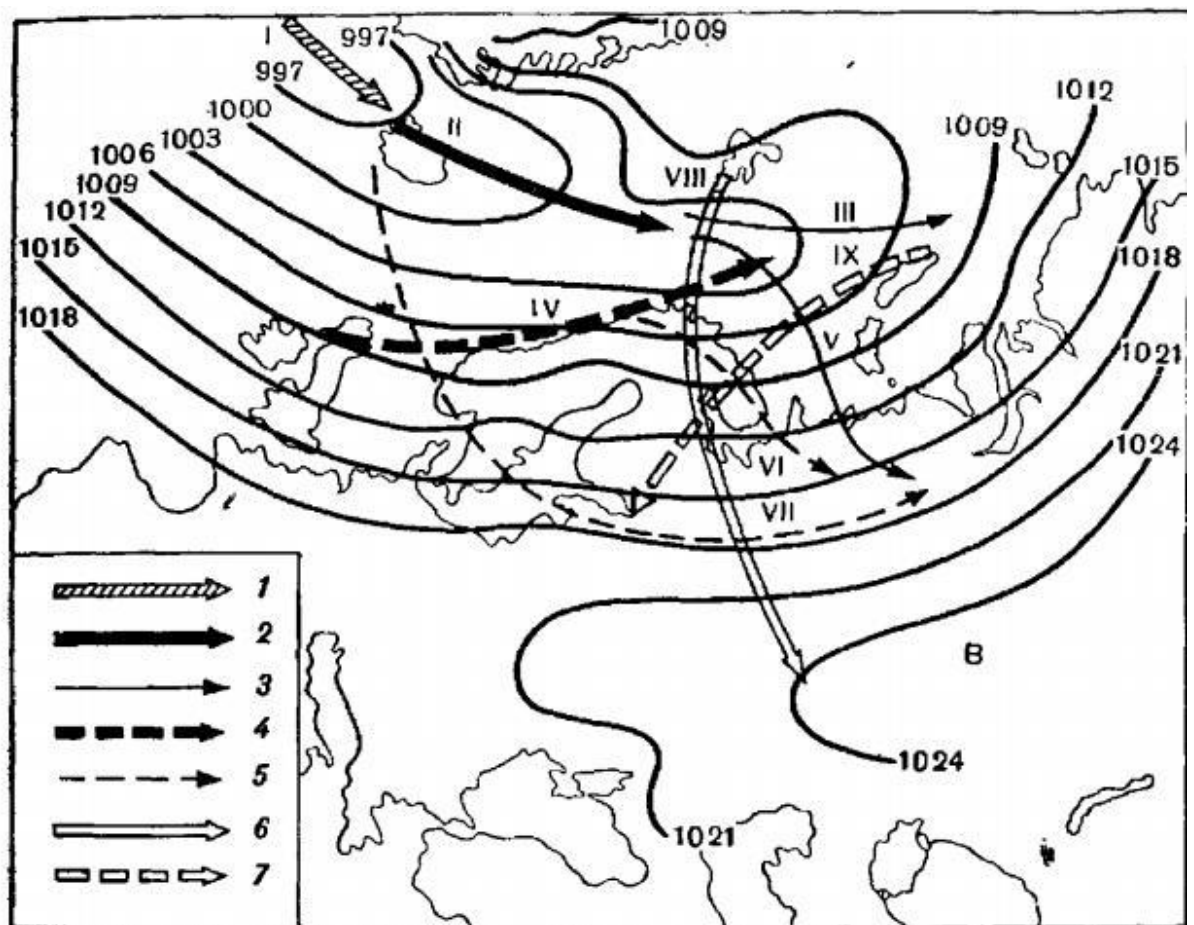


Рисунок 4. Преобладающие траектории циклонов(1-7) и антициклонов(8,9), их повторяемость и среднее атмосферное давление (мб). Январь

Мурманская область относится к атлантическо - арктической зоне умеренного пояса. Для этой зоны характерно преобладание воздушных масс арктического и атлантического происхождения, а также интенсификация циклонических процессов в холодную (октябрь - апрель) и их ослабление в теплую (май - сентябрь) часть года. В холодную часть года циклоническая актив-

ность преобладает над Норвежским и Баренцевым морями, что вызывает нестабильную погоду с частыми штормами и резкими колебаниями температуры. Показанный на рис. 4 изобары (линии атмосферного давления в миллибарах) и наиболее характерные способы перемещения циклонов и антициклонов с указанием их повторяемости, для января - середины холодного периода и, следовательно, самый представительный для этого,

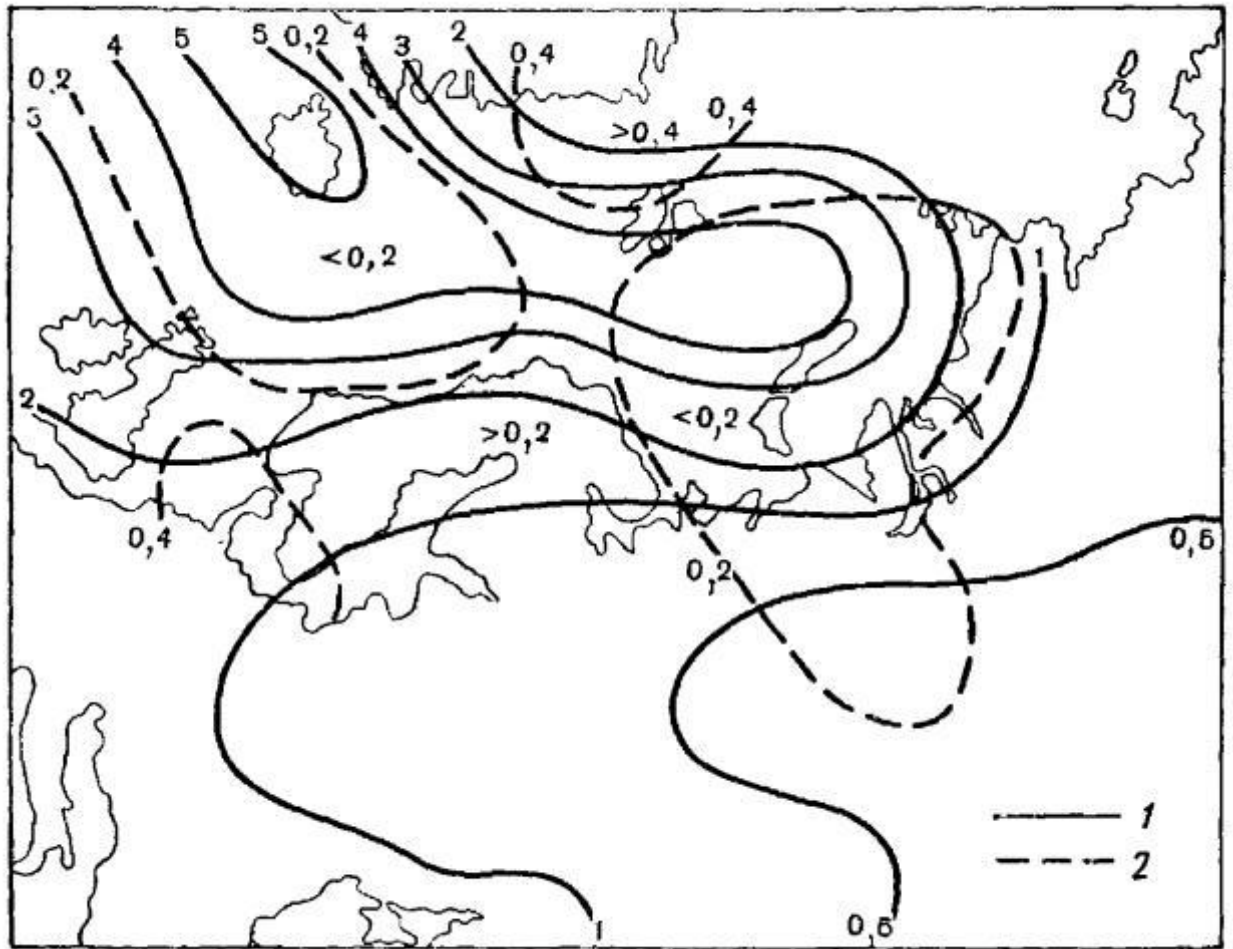


Рисунок 5. Средняя многолетняя повторяемость (число случаев) развивающихся циклонов (1) и антициклонов (2). Январь

На рис. 5 - среднее многолетнее число развивающихся циклонов и антициклонов за один и тот же месяц показывает, что самая высокая частота циклонов и самое низкое среднемесячное атмосферное давление, связанное с ними, наблюдаются в основном над Исландией. Из Исландии циклоны движутся на восток вместе с северным компонентом, через норвежский в Барен-

цево море (траектории 2 и 3). Преобладающие направления движения циклонов хорошо согласуются с областью их повышенной повторяемости и полостью в области среднего атмосферного давления, простирающейся от Исландии через Норвежский до Баренцева моря.

Преобладающее движение циклонов по траекториям 2 и 3 в холодное время года создает относительно теплый фон зимы и осени. Прохождение циклонов в этих направлениях приводит к удалению теплого атлантического воздуха и значительному потеплению, часто перед оттепелью, и усилению ветра перед бурей, а в очень редких случаях - даже к урагану. Значительных осадков при этом не выпадает, слабые осадки наиболее вероятны. Относительно реже атлантические циклоны, которые ранее смещались вдоль траектории 2, впоследствии приобретают южный компонент (траектория 5). В этом случае в Мурманской области наблюдается более значительное усиление ветра, а ураганы более вероятны. В теплых секторах этих циклонов обычно происходит значительное потепление и наблюдаются самые высокие максимальные температуры, а в их тылу, в массах арктического воздуха, наблюдаются обильные снегопады под действием «зарядов», которые в очень редких случаях сопровождаются гроз.

Более стабильная погода, с небольшими морозами или в редких случаях с температурой около 0° , небольшие осадки наблюдается, когда циклоны проходят по траектории 4. В сравнительно редких случаях, когда циклоны смещаются вдоль западного побережья Скандинавии, впоследствии получают южный компонент (траектория 6), проходящий через Кольский полуостров. В этом случае самые сильные снегопады выпадают в Мурманске. В очень холодное время года циклоны движутся по траектории 7. В этом случае в Мурманске преобладает ясная и спокойная погода, и из-за длительного радиационного охлаждения нижнего поверхностного слоя воздуха наблюдается значительное и часто длительное охлаждение.

В передней части антициклонов, вытесняемых из Баренцева моря на юго-восток (траектория 8), арктический воздух поступает в Мурманск, кото-

рый значительно прогрелся ниже, вдоль пути над поверхностью Баренцева моря, безо льда. Кратковременные осветления в антициклонах обычно не вызывают существенного охлаждения арктического воздуха над материком. Поэтому антициклоны, вытесненные из Баренцева моря и впоследствии перемещающиеся на юго-восток, не вызывают существенного и стабильного охлаждения в Мурманске. В Мурманске более сильные морозы и самые низкие минимальные температуры наблюдаются зимой и весной, когда антициклоны поступают в Карское море на юго-запад по траектории 9. В этом случае более холодный континентальный арктический воздух поступает в Мурманск из Карского моря с более низкими начальными температурами (до -10 , -15° и ниже), которые впоследствии значительно уменьшаются с уменьшением облачности. В теплый период (май - сентябрь) циклоническая активность в Мурманской области и над Баренцевым морем ослабевает, а частота антициклонов увеличивается.

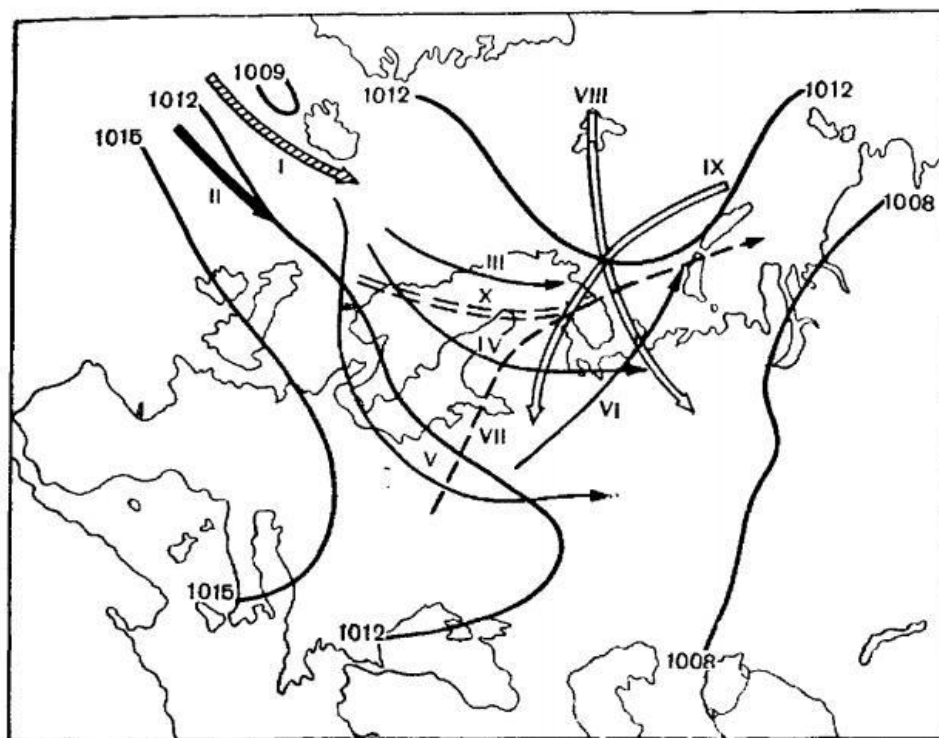


Рисунок 6. Преобладающие траектории циклонов (1-7) и антициклонов (8-9), их повторяемость (число случаев) и среднее атмосферное давление (мб). Июль

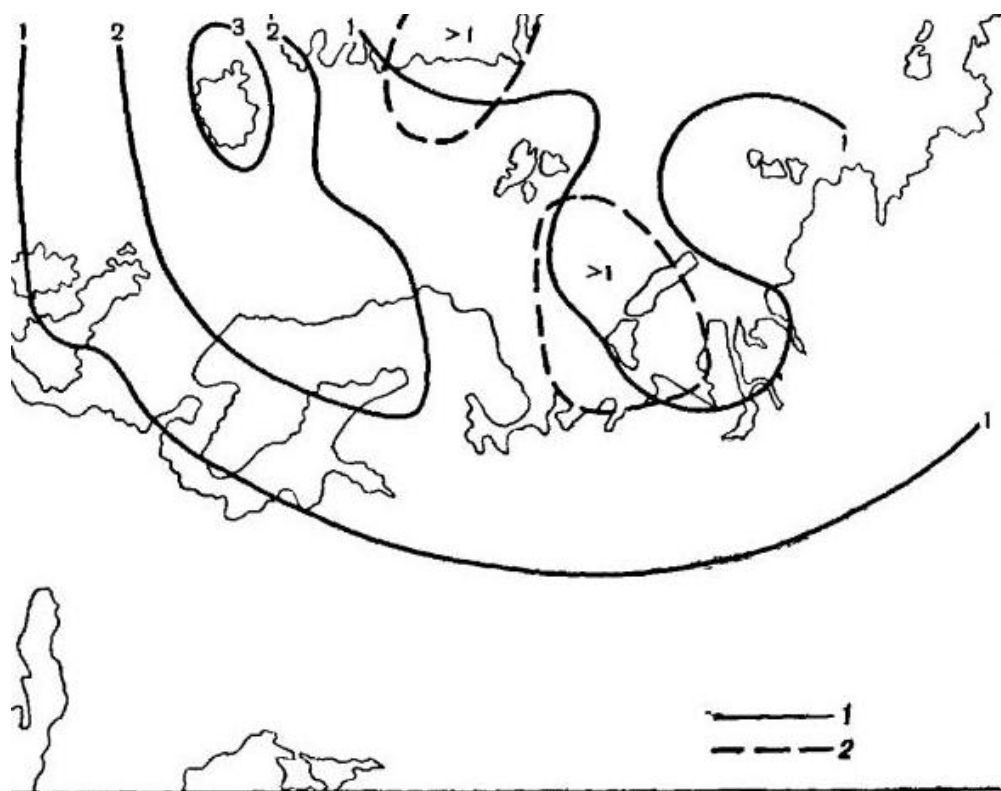


Рисунок 7. Средняя многолетняя повторяемость развивающихся циклонов (1) антициклонов (2). Июль

Рис. 6 и 7 за июль - средний месяц теплого периода показывают, что исландский минимум в области среднего давления за этот период значительно ослабевает. Давление в его центре увеличивается на 16-17 мб по сравнению с январем, а впадина, направленная в январе на северо-восток от Баренцева моря, полностью заполняется в июне, а повышение давления в суставах на 6-10 мб по сравнению с Январем наблюдается. Атлантические циклоны смещаются на запад по более южным траекториям (4 и 5); вероятность движения южных циклонов на север по траекториям 6 и 7 возрастает. Траектории антициклонов 8 и 9 в июне имеют примерно ту же повторяемость, что и в январе, но скорость их движения на юго-восток или юго-запад в июле медленнее, чем в январе, и они относительно часто становятся неактивными в Мурманской области. Когда циклоны проходят по траекториям 4, 5 и 6, то есть к югу и юго-востоку от Мурманска, наблюдается адвекция воздуха из Баренцева моря, облачно или облачно с прохладной погодой с небольшим

количеством осадков. Когда циклоны движутся по траекториям 3 и 7 в Мурманской области, в теплых секторах этих циклонов течет очень теплый континентальный воздух, что вызывает значительное потепление, вплоть до 20-30 °. Грозы сопровождаются кратковременными интенсивными осадками. При прохождении циклонов по траекториям 3 и 7 в Мурманской области и в самом городе наблюдаются наиболее значительные поверхностные осадки. Из рис. 7 видно, что наибольшая частота циклонов в июне, как и в январе, наблюдается в регионе Исландии, однако их зона повышенной повторяемости, в отличие от января, направлена с запада на юго-запад в центральную Скандинавию и Финляндию. Летом частота антициклонов увеличивается над Баренцевым, Норвежским и Гренландским морями. Повторяемость: 1) над севером Гренландского моря и 2) в Новой Земле и юго-востоке Баренцева моря. повторения и траектории антициклонов и циклонов для холодной (январь) и теплой части года (июль) дают представление о преобладающем среднем долгосрочном развитии атмосферных процессов, но не отражают их возможное разнообразие.

2.2. Исследование скорости ветра по месяцам и годам

Что же означает само понятие ветра? Ветер – это горизонтальное движение воздушного потока над поверхностью Земли.

Ветры различаются по скорости, следовательно по силе . Чем больше разность давления над прилегающими участками ,тем сильнее ветер. На метеостанциях скорость ветра измеряют анемометром.

Направление ветра устанавливается по той стороне света,с которой он дует и определяется флюгером.

Рельеф местности оказывает большое влияние на суточный ход скорости ветра, вследствие чего скорость ветра в нижних слоях уменьшается.

Помимо суточного изменения скорости ветра, существует также ежегодное изменение скорости ветра, которое в значительной степени зависит от местных условий и представляет различия в разных климатических регионах.

Существует несколько видов ветров, дующих на поверхности. Первый вид-локальные ветры, ветры циклонов и антициклонов, ветры, которые являются частью общей циркуляции атмосферы. Второй вид- местные ветры отличаются от основного характера общей циркуляции атмосферы, но они влияют на погодный режим конкретного района. Их возникновение связано с большими водоемами или горными рельефами, а также с изменением общей циркуляции атмосферы местными условиями.

Местные ветры бризы, то есть возникают из-за разницы температур между сушей и водой. Существует дневной и ночной бризы. Они различаются направлением. Ночной бриз дует с суши в сторону воды, так как ночью суша охлаждается и поверхность водоемов становится теплее.

Ветер довольно сильно меняется под влиянием таких факторов как рельеф ,растительность или застройки. Данные наблюдения за ветром отличаются в пределах ограниченной территории.

Данные о ветре могут распространяться только в областях, подобных местоположениям метеостанции. Если метеорологическая площадка находится на равнине, то данные о ветре будут характерны в рассматриваемом районе только для ровных мест, если же площадка находится в низине, то переносить данные можно только на низины.

Воздушный поток на открытых площадках испытывает динамическое и термодинамическое влияние. Первое проявляется в изменении скорости и

направлении ветра в различных формах рельефа из-за механического воздействия, второе — в возникновении локальной циркуляции.

Более сильные ветры наблюдаются на холмах, на наветренных склонах. Снижение скорости ветра происходит за препятствиями, на крутых склонах и в низинах. Этот факт подтверждают проведенные исследования.

1) Метеостанция Печенга находится на севере района. Ее высота над уровнем моря -5 м

В январе месяце на территории Печенги средняя скорость ветра 4,5 метра в секунду с порывами ветра до 13,2 метра в секунду.

В июле на территории Печенги средняя скорость ветра 4 метра в секунду с порывами ветра до 10,4 метра в секунду (табл.1).

Таблица 1. Средняя скорость ветра (м/с) на метеостанции Печенга

высота	М.станция	месяцы	Средняя скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 м	Печенга	2019	4	4,3	5,5	4,9	4,7	4,6	4,2	4	4,8	4,1	4,4	4,3
	Печенга	2018	4,3	4,5	4,1	4	4,5	5,1	3,7	4,1	4,4	4,5	5,3	4,9
	Печенга	2017	6	5	5,9	4,1	5,1	4,8	3,9	4	4,4	3,9	4,5	4,4
	Печенга	2016	3,7	4,2	6	3,7	3,8	4,6	4,1	4,3	3,8	4,5	4	5,4
	Печенга	2015	4,5	6,5	6,5	4,4	4,8	5	4,1	3,3	4,2	4,1	5	5,8
	Печенга	2015-2019	4,5	4,9	5,9	4,2	4,6	4,8	4	3,9	4,3	4,2	4,6	4,9

Таблица 2. Максимальная скорость ветра на метеостанции Печенга (м/с)

высота	М.станция	месяцы	Максимальная скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 м	Печенга	2019	15	16	14	15	12	11	11	11	12	12	14	13

	Печенга	2018	13	13	12	12	15	13	9	11	13	11	15	14
	Печенга	2017	15	17	17	14	13	14	10	12	13	11	15	12
	Печенга	2016	12	13	19	10	11	15	10	12	11	10	14	22
	Печенга	2015	11	19	15	10	12	13	12	9	12	12	11	14
	Печенга	2015- 2019	13,2	15, 6	15,4	12 ,2	12, 6	13,2	10,4	11	12,2	11,2	13,8	15

1) Метеостанция Никель находится на западе района. Ее высота над уровнем моря -140 м.

В январе на метеостанции Никель средняя скорость 3,2 метра в секунду с порывами до 12,4 метров в секунду.

В июле на метеостанции Никель средняя скорость 3,7 с порывами ветра до 12,4 метров в секунду.

Таблица 3. Средняя скорость ветра на метеостанции Никель (м/с)

высота	метеостанция	месяцы	Средняя скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
98 м	Никель	2019	2,3	2,5	3,7	2,8	4	3,5	3,7	3,7	3,4	2,4	2,4	3,1
	Никель	2018	2,8	2,8	2,2	2,9	3,6	4,1	3,5	2,8	3,8	3,2	3,9	3,9
	Никель	2017	4,3	3,3	3,8	3,2	3,8	4	4	4,1	3,9	3	3,4	3,6
	Никель	2016	1,9	3,5	4,7	3,6	3,2	4	3,8	3,3	3,1	3	3,2	3,2
	Никель	2015	4,5	4,8	4,9	3,5	4,2	5	3,6	3	3,5	2,6	4,5	3,9

	Никель	2015-2019	3,2	3,4	3,4	3,2	3,8	4,1	3,7	3,4	3,5	2,8	3,5	3,5
--	--------	-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Таблица 4. Максимальная скорость ветра на метеостанции Никель (м/с)

высота	метеостанция	месяцы	Максимальная скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
98 м	Никель	2019	14	9	9	7	16	10	9	10	8	9	14	12
	Никель	2018	10	10	8	10	9	10	13	6	11	10	10	12
	Никель	2017	12	11	11	11	9	9	12	16	14	11	14	15
	Никель	2016	14	10	16	14	8	10	10	7	12	10	16	14
	Никель	2015	12	12	11	13	10	13	11	10	12	9	12	11
	Никель	2015-2019	12,4	10,4	11	11	10,4	10,4	11	9,8	11,4	9,8	13,2	12,8

2) Метеостанция Раякоски находится на юге района. Ее высота над уровнем моря - 87 м.

На территории нп Раякоски в январе средняя скорость ветра составляет 2,7 метра в секунду с порывами до 11 метров в секунду.

В июле средняя скорость-3,1 метр в секунду с порывами до 8 метров в секунду.

Таблица 5. Средняя скорость ветра на метеостанции Раякоски (м/с)

высота	метеостанция	месяцы	Средняя скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
87 м	Раякоски	2019	2,8	3,2	4	3,4	3,8	3,6	3,7	3,1	3,4	3	2,8	3

	Раякоски	2018	2,5	2,7	2,4	2,7	3,5	3,4	2,9	3,1	3,2	2,7	3,7	3,7
	Раякоски	2017	3,8	3,1	3,4	3,2	3,6	3,5	3,1	2,9	3	2,7	2,8	3
	Раякоски	2016	1,8	2,5	3,8	2,4	2,5	3,5	2,9	3	2,4	2,4	2,2	3,2
	Раякоски	2015	2,7	4,3	4,6	3	3,7	3,6	2,9	2,4	2,8	2,7	2,7	3,3
	Раякоски	2015-2019	2,7	3,2	3,6	2,9	3,4	3,5	3,1	2,9	2,9	3,5	2,8	3,2

Таблица 6. Максимальная скорость ветра на метеостанции Раякоски (м/с)

высо- та	метеостан- ция	меся- цы	Максимальная скорость ветра (м/с)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
87 м	Раякоски	2019	13	11	11	10	12	10	9	9	9	10	9	14
	Раякоски	2018	11	9	8	7	10	9	8	10	11	8	10	11
	Раякоски	2017	13	9	10	9	9	9	8	8	7	9	9	9
	Раякоски	2016	9	10	13	7	10	13	10	9	8	7	11	14
	Раякоски	2015	9	12	13	9	9	11	7	7	10	9	10	11
	Раякоски	2015- 2019	11	10,2	11	8,4	10	10,4	8,4	8,6	9	8,6	9,8	1,8

Увеличение интенсивности и повторяемости циклонических процессов зимой обуславливает увеличение средней скорости ветра, числа дней с ветром ≥ 15 м/сек. и продолжительность сильного ветра ≥ 15 м/сек., а также уменьшение вероятности тихой или маловетреной погоды. Летом в связи с уменьшением интенсивности и повторяемости циклонов и увеличением повторяемости антициклонов наблюдается обратное явление. Наибольшие скорость ветра, число дней с ветром ≥ 15 м/сек. и его продолжительность наблюдаются в январе, а наименьшие — в августе.

Число дней со слабым ветром < 6 м/сек. бывает наименьшим в середине зимы (в январе) — всего 4 дня; оно увеличивается до 9 дней в конце лета (в августе). Число дней со скоростью ветра >10 м/сек. изменяется в течение года в обратном порядке: наибольшее в январе и наименьшее в августе. Скорость ветра в отдельные дни при неустойчивой погоде, связанной с прохождением циклонов, может испытывать в течение суток значительные колебания от штиля до шторма ≥ 15 м/сек.

2.3. Анализ повторяемости ветра

Векторная диаграмма, которая в метеорологии характеризует по многолетним наблюдениям режим ветра в данном месте, получила название роза ветров.

Роза ветров показывает, ветер какого направления преобладал в данной местности, то есть его повторяемость.

Знать, какой ветер является господствующим в той или иной местности необходимо для того, чтобы: предсказать изменение погоды, т.е. выяснить, как она может измениться в ближайшие дни; правильно планировать развитие населенных пунктов, учитывая движение загрязненного воздуха; правильно ориентировать стены домов, входных проемов для максимального сохранения тепла и др.

Строится роза ветров в соответствии с основными и промежуточными сторонами горизонта, которые вычерчиваются на бумаге — это оси розы ветров. На осях откладывается направление и сила ветра за определенный период какой-либо конкретной местности, например, за месяц.

1) Метеостанция Печенга.

Таблица 7. Направление ветра осредненное в нп Печенга за 2015-2019 гг (%)

ГОД	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	ШТЛ
2019	5,6	4,5	4,5	3	2	2,5	9,5	18,7	4	4,5	5,9	7,4	5,1	4,6	4,5	2,2	6,7
2018	3,7	2,5	1,9	1,8	2,3	2,4	8,3	23,9	6,4	6,5	7,4	7,4	5,3	4,4	3,7	1,6	5,3
2017	4,5	3,7	4,1	4	2,9	3	8	21,7	6,5	6	6,6	5,1	4,1	3,1	3,8	2,5	6,4
2016	3,7	3,2	3,3	2,5	1,6	2,3	13,8	22,9	5,4	4,5	5,9	6,2	4,1	3,6	4,5	3,4	5,8
2015	5,2	3,3	3,3	3,2	3,1	2,9	11,7	18,3	5,4	6,1	7,2	6,9	5,6	3,4	4,3	1,2	6,4
2015-2019	4,5	3,5	3,4	2,9	2,4	2,6	10,2	21,1	5,6	5,5	6,6	6,6	4,6	3,8	4,2	2,2	6,1

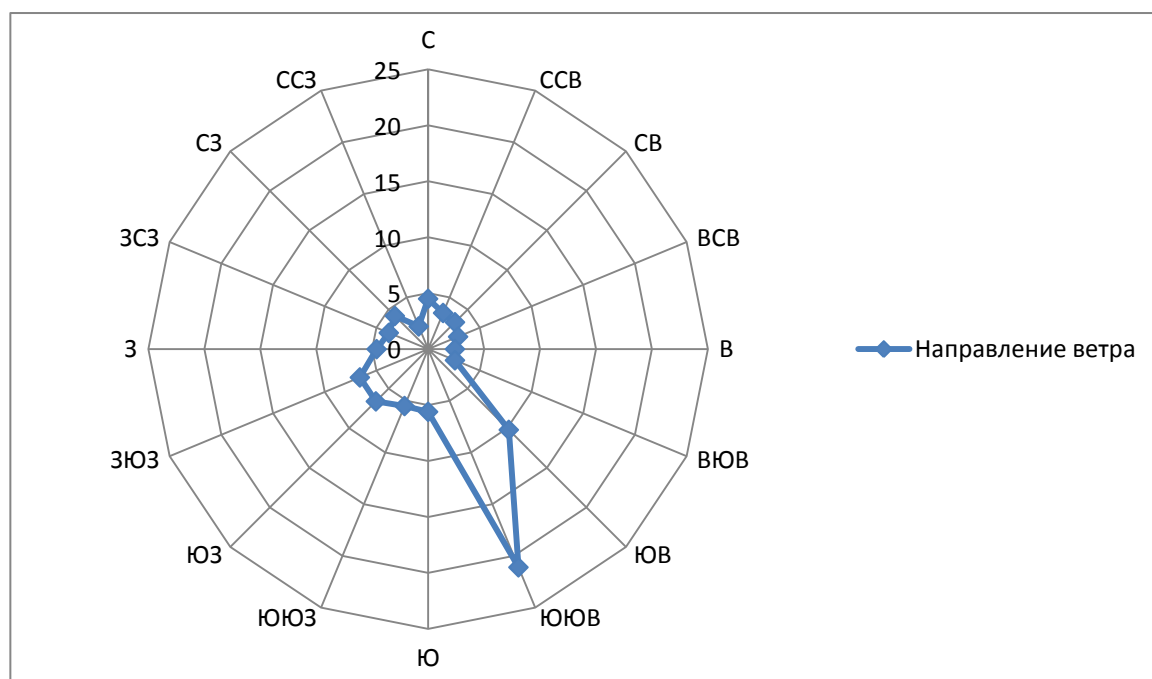


Рисунок 8. Роза ветров в пгт Печенга за 2015-2019 гг

2) Метеостанция Никель

Таблица 8. Направление ветра осредненное в пгт Никель за 2015-2019 гг. (%)

ГОД	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	ШТЛ
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2019	5,9	5,2	4,7	4,9	4	1,4	2,3	7,4	13,6	8,7	8,1	5,1	5,8	3,2	3,5	2,6	13,7
2018	4,2	3	2	3	2,3	1,5	3,2	7,4	19,2	12,1	10,6	5,8	5,9	4,3	3,1	2,8	9,3
2017	4,3	3,5	5,1	3,9	5,9	3,2	5,8	7	16	10,5	8,6	4,7	3,6	2,8	2,6	2,2	10,2
2016	3,9	3,9	3	3,6	3,9	2,1	5,9	8,3	15,6	9,3	9,3	5,5	4,7	2,9	3,9	3,1	11,1
2015	4,7	4,2	2,3	3,6	5,5	3,2	2,4	8,9	17,3	10,9	9,3	7,3	5,3	3,4	3,2	2,8	5,6
2015-2019	9,1	4,4	3,2	1,7	2,6	2,8	10,6	11,9	13,1	8,8	6,3	5,2	6,9	3,5	3,6	3,8	2,3

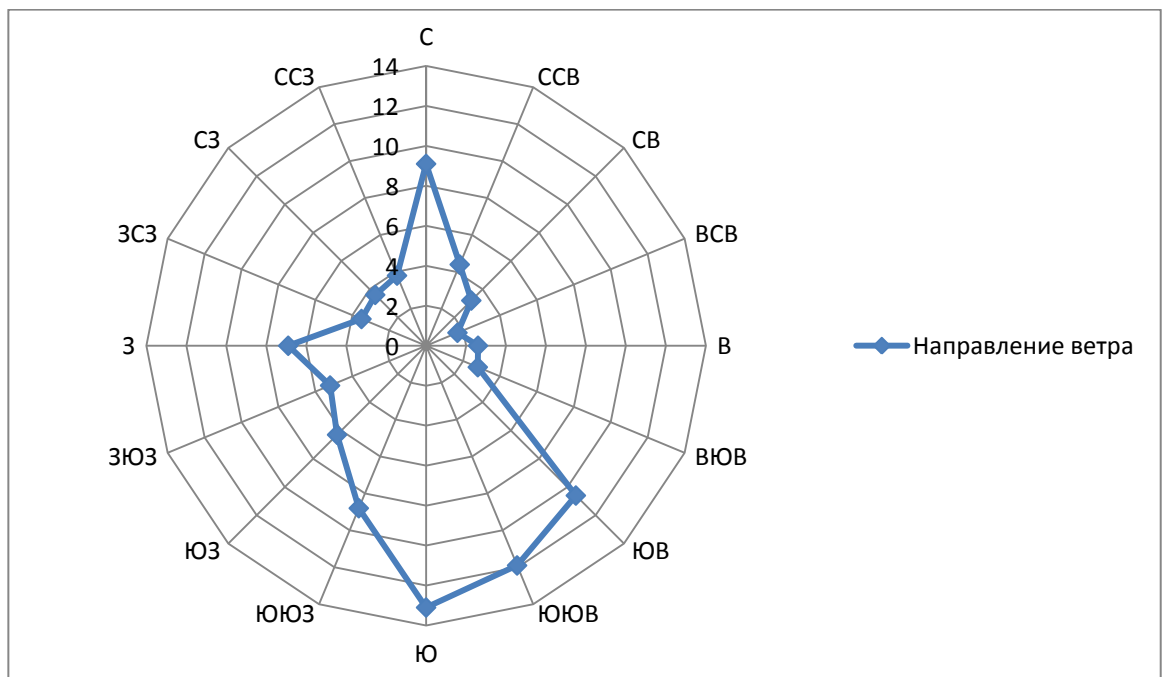


Рисунок 9. Роза ветров в пгт Никель за 2015 – 2019 гг

3) Метеостанция Раякоски

Таблица 9. Направление ветра осредненное в нп Раякоски за 2015-2019 гг (%).

ГОД	с	ссв	св	всв	в	вЮв	юв	юЮв	ю	юЮз	юз	зЮз	з	зсз	сз	ссз	Штл
2019	7	12,1	7,8	2,5	2,3	2	2,3	2,1	6,2	9,2	16	11,7	6,1	3,3	3,1	3,3	2,9
2018	6,2	6,1	4	1,9	1,3	0,9	1,4	2,6	10	16	19,6	7,9	4,9	3,3	3,3	2,6	7,9
2017	8,9	9,1	5,2	2,8	1,6	0,9	2	2,5	7,7	13,1	17,5	7,8	4,6	2,3	3,3	3,6	6,9
2016	6	6,8	3,9	1,4	1,4	1,5	2,1	3,2	9,8	12,6	13,4	7	3,4	1,7	2,8	2,6	20,4
2015	6,4	8,1	4,7	2,5	2,1	1,7	2,7	3,5	10,3	14,4	13,3	7,1	4,4	2,4	2,3	3,2	10,6
2015-2019	8,2	5,2	2,2	1,7	1,3	2	2,7	8,4	12,8	16,3	8,7	4,8	2,6	2,8	3	4	6,9

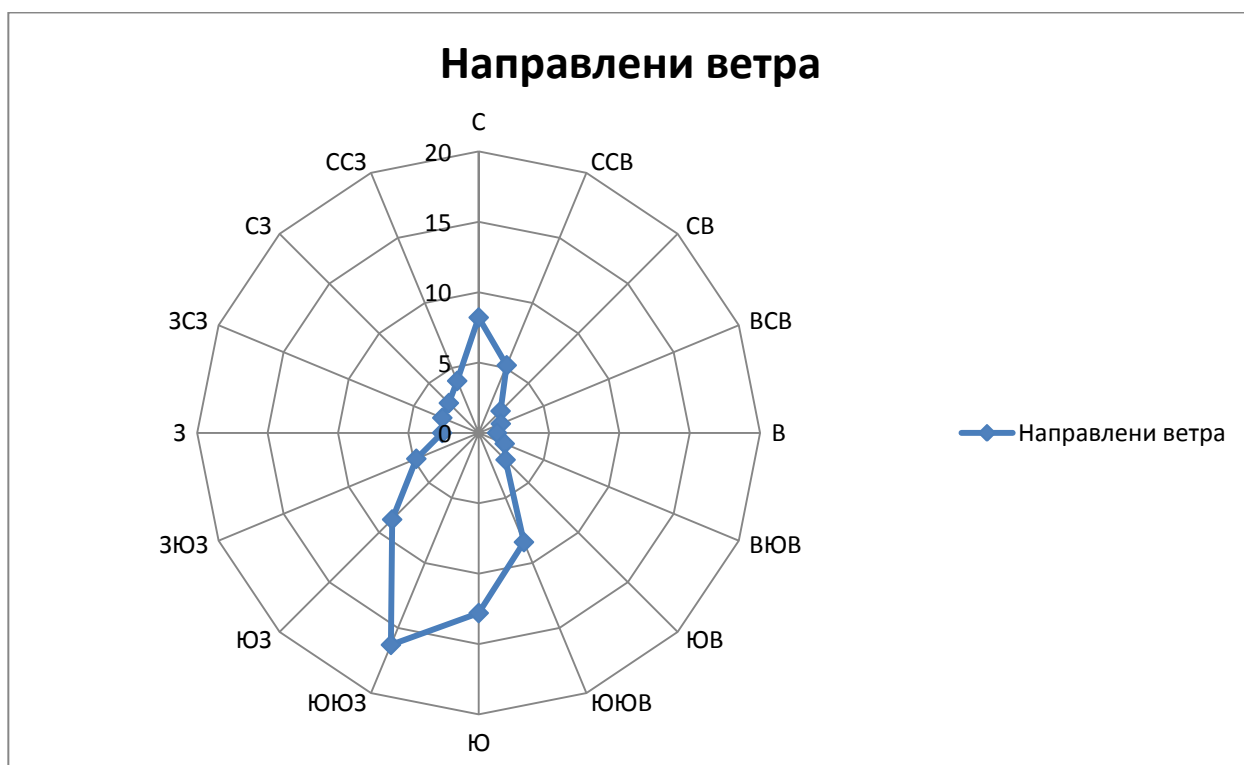


Рисунок 10. Роза ветров в нп Раякоски за 2015-2019 гг

Перераспределение повторяемости различного направления ветра в районе от зимы к лету носит муссонный характер. Зимой преобладают южные ветры с материка, а летом — северные с Баренцева моря. Весной и осенью направление ветра менее устойчиво. Но в эти сезоны, особенно осенью, преобладают южные ветры.

Повторяемость ветра северной четверти, направленного с Баренцева моря (СЗ, С и СВ), достигает летом 55% и уменьшается зимой до 15%. Повторяемость ветра южной четверти с материка (ЮВ, В и ЮЗ) достигает зимой 79%, а летом уменьшается до 37%. Наиболее резко (почти в два раза) увеличивается повторяемость северного ветра весной: от апреля к маю. С этим связано заметное увеличение облачности в мае по сравнению с апрелем.

3. Анализ микроклиматического режима ветра на территории Печенгского района.

3.1. Оценка связи показателей ветрового режима с общей циркуляцией атмосферы и с рельефом местности

Описание атмосферной циркуляции и основного направления ветра в Печенгском районе за январь и июль 2015-2019 гг.

Январь 2015 года.

В первые дни нового года Мурманская область находилась под влиянием циклонов смещающихся с Северной Атлантики на запад Баренцева моря. На Кольский полуостров поступала теплая воздушная масса, по Мурманской области отмечалась оттепель, наблюдались смешанные осадки. В дальнейшем траектории смещения основных циклонов проходили с юга Норвежского моря на Ботнический залив и с о.Исландия в Гренландское море. Воздушная масса над Кольским полуостровом стала значительно холоднее и при прояснениях температура воздуха понижалась.

Начало второй декады января было очень холодным: регион находился под влиянием гребня антициклона, преобладала малооблачная погода и температура воздуха понижалась.

Затем активизировалась циклоническая деятельность в Норвежском и Баренцевом морях. По Мурманской области температура воздуха существенно повысилась, усилился ветер и прошли снегопады. В результате среднедекадная температура воздуха была ниже декадной нормы, выпало осадков, в основном, меньше декадной нормы.

В первые дни третьей декады января регион находился под влиянием частного антициклона сформировавшегося на севере Финляндии: преобладали слабые осадки, температура воздуха местами понижалась.

В дальнейшем Мурманская область оказалась под влиянием восточной периферии циклонов смещающихся с Северной Атлантики в Норвежское и Гренландское моря. Среднедекадная температура воздуха была, в основном,

выше декадной нормы, на западе Кольского района - ниже нормы. Осадков по Мурманской области на большей части территории выпало больше декадной нормы, местами на крайнем севере области - меньше декадной нормы (прил.1).

Июль 2015.

В первой декаде июля основные траектории смещения циклонов проходили с Норвежского моря в восточном направлении, в основном, южнее нашего региона, и с Обской Губы на Печорское море. Над Кольским полуостровом преобладала холодная воздушная масса, в отдельные дни в Ловозерском районе отмечались заморозки

В первой половине второй декады июля регион находился преимущественно под влиянием западной части циклона, смещающегося с юга Урала в северном направлении на Карское море. Над Кольским полуостровом преобладал северный ветер и холодная воздушная масса. Во второй половине декады активный циклон сместился с Великобритании в восточном направлении на север Карелии и принес в наш регион теплый атлантический воздух.

В первой половине третьей декады июля Кольский полуостров находился под влиянием северо-западной части циклона, смещающегося с Московской области на север Урала, а во второй половине - восточной части циклонов смещающихся с Московской области на север Скандинавии и с Северной Атлантики на Северное море и далее в северном, северо-западном направлении. С южными ветрами на Кольский полуостров стала поступать теплая воздушная масса и воздух во второй половине декады прогревался днем до +14+24°(прил.1).

Январь 2016.

В первые дни нового года Мурманская область находилась под влиянием циклонической депрессии, расположенной в Норвежском море, а затем - антициклона с центром над Карелией-Финляндией и гребня антициклона расположенного над Уралом. В регионе установилась холодная погода.

В конце декады, при прохождении циклона с Ленинградской области через наш регион, температура воздуха повысилась. Среднедекадная температура воздуха была ниже декадной нормы на 1-7°.

Во второй декаде января наш регион находился под влиянием северной периферии циклонов, смещающихся с Московской области в северном, северо-западном направлении и малоградиентного барического поля. Над Кольским полуостровом преобладала холодная воздушная масса и при прояснениях температура воздуха понижалась. Среднедекадная температура воздуха была ниже декадной нормы на 4-12°.

В первой половине третьей декады января наш регион находился преимущественно в малоградиентном барическом поле и сохранялась холодная погода, температура воздуха понижалась.

Во второй половине декады, при смещении активных атлантических циклонов в Норвежское море, на Кольский полуостров стал поступать теплая воздушная масса, проходили атмосферные фронты, температура воздуха по Мурманской области значительно повысилась и в конце декады на юге региона местами отмечалась оттепель. В результате, среднедекадная температура воздуха на севере области была ниже нормы, на юге области – выше нормы (прил. 2).

Июль 2016.

В первой половине декады наш регион находился на восточной периферии циклонов, смещающихся вдоль побережья Норвегии. Над Кольским полуостровом наблюдался юго-западный перенос и очень теплая воздушная масса.

Во второй половине декады активный циклон сместился с Прибалтики через Кольский полуостров: осадки стали интенсивнее, 8 и 9 июля местами прошли сильные дожди. Среднедекадная температура воздуха была выше нормы на 3-7°.

В первой половине второй декады июля регион находился под влиянием циклона, смещающегося с центральной части России на Архангельскую

область и далее на Кольский полуостров. При прохождении атмосферных фронтов на востоке и севере Мурманской области прошли сильные дожди, наблюдались грозы. Во второй половине декады основной циклон смещался с районов Прибалтики в северном направлении и при прохождении атмосферных фронтов также отмечались интенсивные дожди. В конце декады активный атмосферный фронт с волнами располагался над Архангельской областью и востоком Кольского полуострова и на востоке области прошли сильные дожди. Среднедекадная температура воздуха была выше декадной нормы на 1-3°.

В начале третьей декады июля наш регион находился под влиянием антициклона, смещающегося с севера Скандинавии в восточном направлении. В дальнейшем, погоду Кольский полуостров находился в поле пониженного атмосферного давления, через наш регион перемещались атмосферные фронты, наблюдались интенсивные осадки и грозы. Среднедекадная температура воздуха была выше нормы на 2-4°(прил.2).

Январь 2017.

В первые дни нового года Мурманская область находилась под влиянием ослабевающего тыла циклона с центром над Архангельской областью - севером Урала, а затем - гребня антициклона с Баренцева моря.

Во второй половине декады циклоны стали смещаться с Датского пролива на Баренцево море. В нашем регионе усилился ветер юго-западный, западный ветер, произошла адвекция теплого воздуха и приземная температура воздуха немного повысилась.

Во второй декаде января основные траектории смещения циклонов проходили с Датского пролива на Гренландское и Баренцево моря, а также с Норвежского моря на Кольский полуостров. Наш регион находился под влиянием восточной и южной части этих циклонов. Преобладала ветреная со снегом погода.

В начале третьей декады января Кольский полуостров находился в тыловой части активного циклона, смещающегося с Баренцева моря на юг Ура-

ла: на севере Мурманской области и в г. Мурманске северо-западный ветер усиливался в порывах до 20-26 м/с, наблюдался снег, местами сильный, метель с ухудшением видимости. В дальнейшем траектории смещения циклонов проходили с Атлантики на Норвежское море и юг Баренцева моря. Атлантические циклоны принесли в наш регион теплую воздушную массу и в Мурманской области отмечалась оттепель (прил.3).

Июль 2017.

В начале первой декады июля Кольский полуостров находился в малоградиентном барическом поле.

В середине декады с Вологодской области через Мурманскую область сместился циклон. При прохождении циклона отмечались дожди и грозы, а в тыловой части, при отходе ветра северному направлению – понижение температуры воздуха. При дальнейшем смещении циклона на юго-восток Баренцева моря, на Кольский полуостров распространилась область повышенного атмосферного давления: осадки прекратились и вновь установилась теплая погода.

Во второй декаде июля траектории смещения основных циклонов проходили западнее нашего региона: с районов Прибалтики на Гренландское море, с Балтийского моря на запад Баренцева моря и с Вологодской области на север Скандинавии и далее в Баренцево море. Через Кольский полуостров проходили атмосферные фронты, наиболее интенсивные осадки наблюдались в западной и центральной части нашего региона, отмечались грозы.

В первой половине третьей декады июля циклоны располагались южнее Кольского полуострова: над Белым морем, Вологодской областью и югом Карелии. В этот период в нашем регионе преобладал северо-восточный ветер.

Во второй половине декады Кольский полуостров находился в малоградиентном барическом поле и под влиянием восточной периферии циклонической депрессии, расположенной в Норвежском море. В наш регион стала поступать теплая воздушная масса (прил.3).

Январь 2019.

В первой декаде месяца Мурманская область находилась, в основном, под влиянием циклонической деятельности. Циклоны смещались с районов северной Атлантики в Гренландское море и далее на юг Баренцева моря и Кольский полуостров.

Во второй декаде Кольский полуостров находился под влиянием циклонической деятельности в Баренцевом море и на севере Европы, но с запада на Мурманскую область часто происходило вторжение барических гребней и, как следствие, прояснения и значительные понижения температуры воздуха..

В третьей декаде января на погоду Кольского полуострова влияли две барические системы – Арктический антициклон и циклоны в районе Карелии и Архангельской области. Над Кольским полуостровом преобладала холодная воздушная масса и при прояснениях температура воздуха опускалась до низких значений(прил.5).

Июль 2019.

В первой половине декады основные траектории циклонов проходили с Исландии и Норвежского моря южнее Кольского полуострова. Наш регион находился в теплой воздушной массе.

Во второй половине декады наш регион находился под влиянием южной, юго-западной периферии антициклона с центром в Баренцевом и Гренландском морях. В этот период осадков выпадало значительно меньше, а установившийся северо-восточный ветер способствовал холодной погоде на севере области.

В начале второй декады июля наш регион находился под влиянием северной периферии циклона с центром в районе Белого моря, а в дальнейшем - в малоградиентном барическом поле. Над Кольским полуостровом располагалась холодная воздушная масса и преобладал северо-восточный ветер(прил.5).

В конце декады, когда установился юго-западный перенос и стали поступать более теплые воздушные массы,

В третьей декаде июля наш регион находился преимущественно в малоградиентном барическом поле и в очень теплой воздушной массе. Во второй половине декады, с выходом активного циклона на север Урала и установившимся северо-восточным переносом, в наш регион стала поступать холодная арктическая воздушная масса и температура воздуха значительно понизилась

Горные системы в Печенгском районе в большинстве своем характеризуются широкими, ровными и пологими поверхностями сопок.

Оценить изменение скорости ветра в отдельных точках, на наветренных и подветренных склонах можно лишь с помощью коэффициентов, приведенных в таблице

В таблице 10 приведены переводные коэффициенты для интерпретации скорости ветра от скоростей ветра, измеренного на равнинной местности к условиям неоднородности рельефа местности.

Таблица 10. Коэффициенты изменения скорости ветра в различных условиях рельефа по сравнению со скоростью на открытом ровном месте (на высоте 2 м) при неустойчивой (устойчивой) стратификации атмосферы

Форма рельефа	Скорость ветра на ровном месте (м/с)	
	3-5	6-20
Открытые возвышения (холмы)		
Вершины		
$\Delta h > 50\text{м}$	1,4-1,5 (1,6-1,8)	1,2-1,3(1,4-1,5)
Наветренные склоны крутизной 3-10°		
Верхняя часть.....	1,2-1,3(1,4-1,6)	1,1-1,2(1,4-1,5)
Средняя часть.....	1,0-1,1 (1,0-1,1)	1,0-1,1 (1,1-1,2)
Нижняя часть.....	1,0 (0,8-0,9)	0,9-1,0 (1,0)
Параллельные ветру склоны крутизной 3-10°		

Верхняя часть.....	1,1-1,2 (1,3-1,4)	1,0-1,1 (1,2-1,3)
Средняя часть.....	0,9-1,0 (1,0-1,1)	0,8-0,9 (0,9-1,0)
Нижняя часть.....	0,8-0,9 (0,9-1,0)	0,7-0,8 (0,8-0,9)
Подветренные склоны крутизной 3-10°		
Верхняя часть.....	0,8- 0,9 (0,8-0,9)	1,1-1,2 (1,3-1,4)
Средняя часть.....	0,8-0,9 (0,9-1,0)	0,9-1,0 (1,0-1,1)
Нижняя часть.....	0,7-0,8 (0,8-0,9)	0,7-0,8 (0,8-0,9)
Возвышения с плоскими вершинами и пологими склонами		
Вершины, верхние части наветренных и подветренных склонов крутизной 1-30.....	1,2-1,4 (1,4-1,6)	1,1-1,3 (1,4-1,5)
Средние и нижние части наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 4-10°.....	1,1-1,2 (1,1-1,2)	1,1-1,2 (1,2-1,3)
Средние и нижние части подветренных склонов крутизной 4-10°.....	0,7-0,9 (0,9-1,0)	0,8-0,9 (0,9-1,0)
Долины, лоцины, овраги		
Дно и нижние части склонов долин, лоцин, оврагов		
Продуваемых ветром.....	1,1-1,2 (1,4-1,5)	1,2-1,3 (1,4-1,5) 0,7-0,8

Не продуваемых ветром.....	0,7-0,8 (0,6 и менее)	(0,6 и менее)
Замкнутых.....	0,6 и менее	0,6 и менее
Средние и верхние части склонов долин, лощин, оврагов		
Продуваемых ветром.....		
Не продуваемых	1,2-1,3 (1,4-1,5)	1,1-1,2 (1,3-1,5)
Замкнутых.....	0,8-0,9 (0,6-0,7)	0,8-0,9 (0,6-0,7)
	0,6 и менее	0,6 и менее

В таблице 10 для различных форм рельефа приводятся значения скорости ветра по двум градациям скорости ветра на открытом ровном месте: 3—5 и 6—20 м/с.

Влияние рельефа на направление ветра довольно сильно. Различные препятствия в зависимости от своих размеров и протяженности по-разному влияют на скорость и направление ветра.

Подойдя к препятствию воздушная масса сначала скапливается у подножия возвышенности, а потом уже начинает медленно переваливать через него.

Когда воздушная масса достигает вершины она начинает скапливаться у крутого склона, по которому должна спускаться. Если воздух холодный он спускается не создавая завихрений.

Завихрения теплой воздушной массы тем сильнее, чем круче склон.

На пути ветра могут встречаться и отдельно стоящие вершины - холм, сопка или пик горы. Холодный воздух остается у нижней части, он разделя-

ется на два потока и обволакивает вершину с двух сторон. Теплый воздух делится на три части: две огибают холм, а третья проходит над вершиной.

На движения воздушных масс влияют и малые препятствия. Ламинарность потока нарушается над пересеченной местностью. В этом случае образуется слой завихрений у поверхности земли.

3.2. Аппроксимация показателей ветрового режима с помощью поправочных коэффициентов с учетом особенностей рельефа

Во время того как климатология развивается, появляются новые определения. Сейчас вместе с макро- и мезоклиматом выделяется понятие микроклимата.

Микроклиматом именуется местные особенности в различных метеорологических величинах, зависящие от неоднородности строения подстилающей поверхности и значительно меняющиеся уже на маленьких расстояниях, но встречающиеся в границах одного типа климата. Это значит, что в одном и том же географической области с единым типом климата встречаются различные микроклиматы над большими участками подстилающей поверхности в зависимости от ее строения и свойств.

Именно в микроклимате удобно изучать необходимые метеорологические величины.

В данной работе я проанализирую микроклиматический режим ветра в Печенгском районе Мурманской области, а именно влияние рельефа на скорость ветра.

Кроме розы ветров необходимо знать особенности местоположения пунктов наблюдений. Анализируемые метеостанции представлены на рисунке 8.

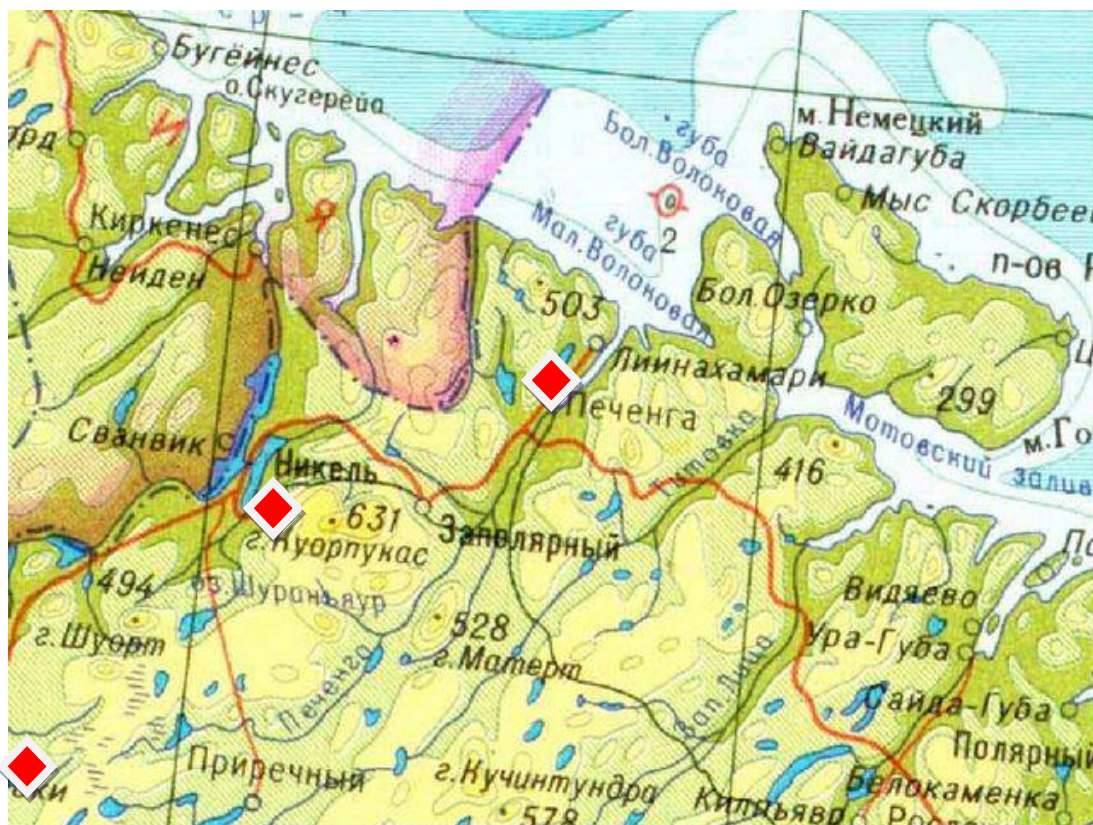


Рисунок 8. Физико-географическая карта северо-западной части Мурманской области

На основе таблицы коэффициентов (табл.10) проведем интерпретацию скоростей ветра в зависимости от особенностей рельефа местности. В таблице приведенные скорости ветра в окрестностях метеостанции Печенга (табл. 11).

Таблица 11. Приведенные скорости ветра на основе данных станции Печенга за 2015-2019 гг.

месяц	Скорость ветра м/с (среднемесячные значения)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
метеостанция	Печенга (5 м)											
	4,5	4,9	5,9	4,2	4,6	4,8	4	3,9	4,3	4,2	4,6	4,9
Вершины, верхние части наветренных	6,3	6,9	8,3	5,9	6,4	6,7	5,6	5,5	6	5,9	6,4	6,9

и подветренных склонов крутизной 1-30°												
Средние и нижние части наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 4-10°	5,4	5,9	7,1	5	5,5	5,8	4,8	4,7	5,2	5	5,5	5,9
Средние и нижние части подветренных склонов крутизной 4-10°	4	4,4	5,3	3,8	4,1	4,3	3,6	3,5	3,9	3,8	4,1	4,4

В районе губы Печенга, где находится метеостанция Печенга, скорость ветра будет меняться следующим образом:

На наветренных склонах скорость ветра увеличивается по сравнению с основной скоростью, дойдя до середины возвышенности воздушная масса не поменяет скорость, но постепенно увеличится в верхней части.

Возьмем, например, январь. Средняя скорость ветра этого месяца – 4,5 метра в секунду. На нижней части склона она увеличится (5,4 м/с), на средней части она останется прежней (5,4 м/с) и на верхней части склона она станет максимальной (6,3 м/с)

На параллельных ветру склонах скорость ветра увеличивается на нижней части склона и не меняется для средней части склона.

Для того же месяца, января, скорость ветра будет меняться следующим образом: на нижней части она увеличится и будет равна 5,4 метра в секунду и не изменится, дойдя до средней части склона.

На подветренных склонах скорость ветра уменьшается в нижней части склона, на средней части склона скорость ветра равна скорости на нижней части и увеличивается только на вершине.

То есть в январе в нижней части подветренного склона скорость ветра будет равна 4 метрам в секунду, как и на средней части, и только на вершине увеличится до 6,3 метров в секунду.

Далее рассмотрим, как скорость ветра будет меняться на других метеостанциях.

Станция Никель находится на левом берегу реки Колосйоки. Здесь скорость ветра меньше по сравнению с метеостанцией Печенга. Пересчитанные скорости ветра приведены в таблице 12.

Таблица 12. Приведенные скорости ветра на основе данных станции Никель за 2015-2019 гг.

месяц	Скорость ветра м/с (среднемесячные значения)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
метеостанция	Никель (98 м)											
	3,2	3,4	3,4	3,2	3,8	4,1	3,7	3,4	3,5	2,8	3,5	3,5
Вершины, верхние части наветренных и подветренных склонов крутизной 1-30°	4,5	4,8	4,8	4,5	5,3	5,7	5,2	4,8	4,9	3,9	4,9	4,9
Средние и	3,8	4,1	4,1	3,8	4,6	4,9	4,4	4,1	4,2	3,4	4,2	4,2

нижние части наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 4-10°												
Средние и нижние части подветренных склонов крутизной 4-10°	2,9	3,1	3,1	2,9	3,4	3,7	3,3	3,1	3,2	2,5	3,2	3,2

На прибрежной части реки Колосйоки где находится метеостанция Никель, скорость ветра будет меняться следующим образом:

На южных наветренных склонах скорость ветра увеличится по отношению к основной скорости, останется неизменной в средней части склона и станет максимальной на вершине.

За тот же месяц январь, который мы рассматривали по отношению к метеостанции Печенга в Никеле среднемесячная скорость будет 3,2 метра в секунду. На нижней части склона она увеличится, и будет равна 3,8 метра в секунду. На средней части склона она останется равна 3,8 метрам в секунду и увеличится только у вершины (4,5 метров в секунду).

На параллельных ветру склонах скорость ветра увеличивается в нижней части и не меняется для средней.

Так, для того же месяца (январь) скорость воздушной массы внизу склона будет равна 3,8 метров в секунду, как и в средней части.

На подветренных склонах скорость ветра уменьшается в нижней части склона, на средней части склона скорость ветра равна скорости на нижней части и увеличивается только на вершине.

На нижней части она уменьшается (2,9 метра в секунду), на средней остается неизменной и только на пике достигает максимума (4,5 метров в секунду).

Метеостанция Раякоски находится на побережье реки Паз. Здесь средняя скорость ветра так же меньше, по отношению к метеостанции Печенга.

На побережье реки Паз скорость ветра будет меняться следующим образом:

На наветренных сторонах скорость ветра увеличится уже в нижней части склона, при поднятии воздушной массы до средней части скорость останется такой же и увеличится только на пике.

Таблица 13. Приведенные скорости ветра на основе данных станции Раякоски за 2015-2019 гг.

	Скорость ветра м/с (среднемесячные значения)											
месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
метеостанция	Раякоски (87 м)											
	2,7	3,2	3,6	2,9	3,4	3,5	3,1	2,9	2,9	3,5	2,8	3,2
Вершины, верхние части наветренных и подветренных склонов крутизной 1-30°	3,8	4,5	5	4,1	4,8	4,9	4,3	4,1	4,1	4,9	3,9	4,5
Средние и нижние части наветренных и параллель-	3,2	3,8	4,3	3,5	4,1	4,2	3,7	3,5	3,5	4,2	3,4	3,8

ных ветру склонов кру- тизной 4-10°												
Средние и нижние части подветренных склонов кру- тизной 4-10°	2,4	2,9	3,2	2,6	3,1	3,2	2,8	2,6	2,6	3,2	2,5	2,9

Вновь рассмотрим на примере января, для которого средней скоростью будет 2,7 метра в секунду. На нижней части склона она увеличится до 3,2 метров в секунду, в средней части склона останется такой же и на пике достигнет до 3,8 метров в секунду.

На параллельных ветру склонах скорость ветра увеличивается на нижней части склона и не меняется для средней части склона.

Для января это будет следующее значение- 3,2 метра в секунду.

На подветренных склонах скорость ветра уменьшится до 2,4 метров в секунду и увеличится уже только на пике возвышенности до 3,8 метров в секунду.

Заключение

По природно-климатическим условиям Печенгский район, как и вся Мурманская область, относится к Атлантико-Арктической зоне умеренного климата. Регион весьма отличается от других территорий, находящихся на той же географической широте. Это связано с такими главными климатогеографическими факторами, как влияние теплого Северо-Атлантического течения Гольфстрим и рельефа местности. Целью же выпускной работы являлось определение особенностей формирования микроклиматического режима скорости ветра на территории Печенгского района в зависимости от рельефа местности.

Для достижения цели была проведена микроклиматическая интерпретация в зависимости от особенностей рельефа местности, наветренные склоны, которые обращены на юг имеют сравнительно большие скорости сравнительно с открытой местностью. На параллельных склонах скорость ветра так же увеличивается по отношению к ровному месту.

При преобладающих ветрах южной составляющей параллельные склоны это северо-восточной и юго-западной наклонности.

На подветренных склонах скорость ветра уменьшится в нижней части возвышенностей и будет увеличиваться только на вершине.

Так же на метеостанциях Никель и Раякоски скорость ветра меньше, чем на метеостанции Печенга. Значит, на территории близ губы Печенга скорость ветра выше, чем на остальной части района.

Список литературы

1. Климат Мурманска, Б.А.Яковлев, Ленинград Гидрометиздат 1972
2. Мезо и Микроклиматология, Е.Н. Романова, Ленинград Гидрометеоздат 1986
3. Методы Мезо- и Микроклиматического Районирования для целей Оптимизации Размещения сельскохозяйственных Культур С Применением Технологии Автоматизированного Расчета, Санкт-Петербург Гидрометеоздат 2003
4. У северной границы: Печенга советская, Л.А. Потемкин, издательство Ленинград 1965
5. <http://www.raster-maps.com/map-of-russia-246/>
6. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=515951>
7. <https://alexandragor.livejournal.com/446028.html>
8. <http://kolgimet.ru/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-aprel/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-2015/?type=52872>
9. <http://kolgimet.ru/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-aprel/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-2016/?type=52872>
10. <http://kolgimet.ru/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-aprel/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-2017/?type=52872&L=0>
11. <http://kolgimet.ru/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-aprel/obzor-meteorologicheskikh-uslovii-za-2019/?type=52872>

Приложения

Приложение 1. Направление ветра (%) в 2015 году за январь и июль в Печенгском районе.

Печенга																	
2015	с	сс в	св	вс в	в	вЮ в	Юв	ЮЮ в	Ю	ЮЮ з	Юз	зЮз	з	зсз	сз	сс з	Ш ТЛ
ян- варь	0, 6	0, 6	0,9	4,6	6, 6	6,9	30, 7	24, 3	3,6	4,4	3,8	2,2	0,6	0,8	0, 6	2, 4	3
июл ь	21 ,9	12 ,2	10, 4	5,5	3, 8	2,3	3,8	2,5	0,3	0,2	0,4	0,9	1,4	2,5	7, 9	0, 2	19 ,6
Никель																	
ян- варь	0, 8	3, 2	1, 6	3,2	4,8	2,4	4	15, 3	15, 3	9,7	7,3	6,5	5,6	0	0	0	20 ,2
июл ь	15 ,3	15 ,3	5, 6	11, 3	16, 1	5,6	3, 2	4,8	2,4	0	1,6	3,2	3,2	0	4, 8	4	3, 2
Раякоски																	
ян- варь	14 ,2	5, 6	4, 1	2,4	2,3	2,4	0,8	6,9	19, 1	17, 1	10	1,5	0,1	0,1	0, 2	6, 9	4
июл ь	25 ,3	13 ,6	6, 8	6,2	2,3	2,2	2,3	1,8	1,2	2	0,9	0,9	0,9	2,1	5	4, 5	20, 1

Приложение 2. Направление ветра (%) в 2016 году за январь и июль в Печенгском районе.

Печенга																	
2016	с	с с в	св	вс в	в	вЮ в	Юв	ЮЮ в	Ю	ЮЮ з	Юз	зЮз	з	зсз	сз	с сз	Ш ТЛ

ян-варь	0,9	2	0,7	1,2	0,7	2,8	38,6	29	5,1	1,7	1,7	0,7	0,5	0,9	2	5,6	1,5
июль	11,6	8,3	13,4	5,2	1,9	1,6	7,3	11,1	4,5	3,2	2,8	3,7	2,4	2,3	4,4	1,4	10,9
Никель																	
Январь	2,4	2,4	3,2	1,6	3,2	1,6	2,4	9,7	7,3	8,1	6,5	2,4	4	2,4	0	3,2	39,5
июль	8,1	10,5	6,5	12,1	6,5	2,4	2,4	5,6	10,5	5,6	7,3	5,6	8,1	0,8	4	1,6	2,4
Раякоски																	
ян-варь	3,2	4,2	2,1	2,1	2,9	2,9	1,2	6,1	14,7	18,5	15	2,5	0,2	0,3	0,3	17,1	3,9
июль	19,4	8,4	2,3	1,1	1,1	1,3	3,6	10,4	8	5,6	4,6	3,8	1,9	1,8	3,8	8,8	12,1

Приложение 3. Направление ветра (%) в 2017 году за январь и июль в Печенгском районе.

Печенга																	
2017	с	сс	св	вс	в	вю	юв	юю	ю	юю	юз	зюз	з	зсз	сз	сс	ШТ
ян-варь	0,1	0	0,1	0,6	0,6	0,8	10,9	37,8	9,2	5,3	9,3	6,8	6,1	4,2	3,1	1,4	1,4
июль	13,4	8,8	9	4,6	1,1	2,2	6,1	12,5	3	3,9	1,1	0,8	2,4	2,4	6,1	1,5	14,4
Никель																	
ян-варь	0,8	0,8	0,8	0	0	0	16	7,2	32	20	8	7,2	6,4	1,6	0,8	2,4	10,4

ИЮЛ Ь	3, 2	4	17, 6	9, 6	5, 6	0,8	12	4,8	8,8	3,2	6,4	1,6	0,8	4,8	4	1, 6	11 ,2
Раякоски																	
ян- варь	1, 1	0, 3	0,1	0, 1	0, 1	1	2,6	10, 2	23, 4	22, 7	9,8	8	3,1	2,7	1,1	11, 9	0, 9
ИЮЛ Ь	13	7	2,7	0, 8	1, 2	2,3	4,4	10, 9	8,8	9,7	6,1	2,9	1,7	2,3	6,6	0,5	15

Приложение 4. Направление ветра (%) в 2018 году за январь и июль в Печенгском районе.

Печенга																	
2018	с	сс в	св	всв	в	вЮ в	Юв	ЮЮ в	Ю	ЮЮ з	Юз	зЮ з	з	зс з	сз	сс з	ШТ Л
ян- варь	0,1	0, 1	0	0,1	1,2	2,1	15,6	37, 6	9	7,2	5,4	3,4	2, 7	3	2, 1	3, 1	1,2
ИЮЛ Ь	0,1	0, 1	0	0,6	1,2	2,1	15,6	37, 6	9	7,2	5,4	3,4	2, 7	3	2, 1	3, 1	1,2
Никель																	
Ян- варь	3,2	0	0	1,6	0,8	0,8	3,2	8,1	20, 2	15,2	12, 1	3,2	2, 4	0, 8	0	0, 8	27, 4
ИЮЛЬ	73, 5	6, 5	4	8,9	2,4	2,4	2,4	6,5	14, 5	9,7	8,9	8,9	4, 8	4	3, 2	1, 6	4
Раякоски																	
ян- варь	3,8	3, 7	0,8	0,7	0,1	0,2	2	13, 1	18, 1	25,9	11	4	2, 8	1, 8	1, 8	1, 2	3,2
ИЮЛ Ь	14, 3	8, 5	1,9	1,3	1,2	2,3	2,2	11, 6	10, 5	10,7	8,1	2,5	0, 9	0, 3	0, 7	0, 1	7,3

Приложение 5. Направление ветра (%) в 2019 году за январь и июль в Печенгском районе.

Печенга																	
2019	с	ссв	св	вс	в	вю	ю	юю	ю	юю	юз	зю	з	зс	сз	сс	ШТ
				в		в	в	в		з		з		з		з	Л
январь	0,5	0,8	1	0,7	1,2	5,4	17	38,5	3,3	3	5,6	4,8	2,4	3,3	2,3	2,3	2,1
июль	19,7	11,6	8,4	3,9	3,1	3,8	5,3	4,8	1,3	1	1,3	1,8	2,2	2,6	5,9	1,3	14,3
Никель																	
январь	2,6	0,7	0	2,6	2,6	0,7	3,3	5,2	17	11,8	10,5	2	6,5	0	5,9	2	26,8
июль	13,7	21	13,7	8,1	4	0,8	4,8	8,9	4,8	2,4	1,6	1,6	4	4,8	0	4	1,6
Раякоски																	
январь	3,5	2,9	2	1,3	1,3	1	1	1,3	5,9	21,9	23,1	4,2	2,6	2,1	1,4	1,3	0,8
июль	24,7	14,7	3,8	1,7	1,7	3,6	1,7	1,3	2,1	5,4	4,6	1,7	1,1	0,8	2,5	0,3	18,4