



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)

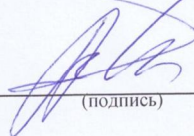
На тему: «Биометеорологический режим атмосферы некоторых
районов Заполярья»

Исполнитель Романенко Надежда Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

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

Головина Елена Георгиевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

31 мая 2019 г.

Санкт-Петербург
2019

Содержание

	Введение.....	3
1	Основы биометеорологии.....	4
1.1	Влияние метеорологического режима на здоровье человека.....	4
1.2	Циркуляция атмосферы, как биометеорологический фактор....	5
1.3	Биометеорологические параметры.....	6
2	Физико-географическая характеристика Кольского полуострова	11
2.1	Географические особенности Кольского полуострова.....	11
2.2	Климатические характеристики Кольского полуострова.....	14
2.2.1	Кольский залив.....	14
2.2.2	Побережье Мурманской области.....	19
2.2.3	Центральный регион.....	24
3	Биометеорологический режим атмосферы некоторых районов заполярья.....	29
3.1	Изменение индекса патогенности.....	36
3.2	Оценка суровости погоды.....	44
3.3	Оценка тепловой нагрузки на человека.....	45
	Заключение.....	53
	Список использованной литературы.....	55

Введение

Метеорологические условия оказывают сильное воздействие на человека. Это воздействие может быть как благоприятным для него, так и неблагоприятным, то есть наносить вред. В связи с этим можно сделать вывод о том, что планомерное исследование метеорологических условий актуально для адекватного планирования жизни человека.

Условия проживания являются определяющим фактором для комфортного проживания человека в том или ином районе. Это и есть биометеорологический режим атмосферы. Этот режим подвергает оценки. По результатам оценивания, определяется, насколько комфортна атмосфера для нормальной жизнедеятельности человека. Еще одним параметром является оценка атмосферных факторов риска.

Цели работы: исследовать биометеорологический режим атмосферы некоторых районов Заполярья, используя временные и пространственные анализы параметров.

Задачи исследования:

- создать базу метеорологических и биометеорологических данных для станций Заполярья за период 2012-2016 гг.;
- проанализировать биометеорологические показатели, с помощью пространственных и временных параметров;
- сделать сравнительный анализ полученных результатов, которые были получены на данных станциях, находящихся в исследуемых районах Заполярья;
- провести подробный анализ за 2016 г. и сделать выводы о причинах разницы данных и рассчитанных индексов на выбранных для исследования территориях Заполярья.

1 Основы биометеорологии

1.1 Влияние метеорологического режима атмосферы на здоровье человека

На протяжении всего существования человечества, погода и климат оказывали огромное влияние на его формирование, как и их природные факторы. Эту зависимость можно рассмотреть на рисунке 1.1.

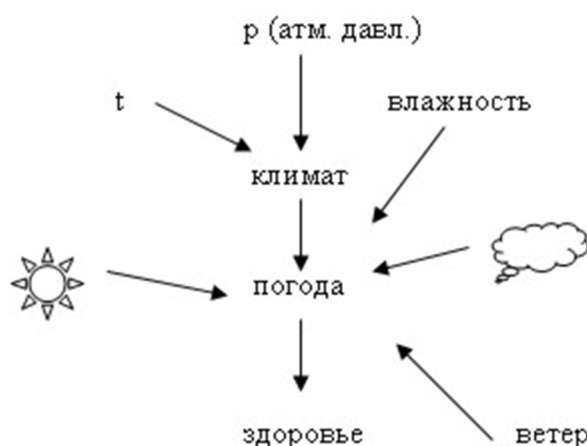


Рисунок 1.1. Составляющие атмосферы, влияющие на погоду и здоровье человека.

Погода - это состояние атмосферы в определенный отрезок времени (в данную минуту, день, месяц, сезон), характеризующееся совокупностью метеорологических величин (температура, влажность, давление, скорость ветра и т. д.) и явлений (туман, гололед, метель, буря, смерч и т. д.). Отличительной особенностью погоды можно считать изменчивость. Она всегда не постоянна.[3]

Климат – многолетний режим погоды, характерный для данной местности в силу ее географического положения. Климат влияет на организм человека как косвенно, так и напрямую. Нельзя говорить, что влияет на жизнедеятельность только один какой-то фактор. Обычно это совокупность внешне меняющихся климатических условий. Пря-

мое влияние весьма разнообразно и обусловлено непосредственным действием климатических факторов на организм человека и прежде всего на условия теплообмена его со средой. Смена времен года чаще всего оказывает значительные изменения на организм человека. Температура тела, интенсивность обмена веществ, система кровообращения, состав клеток крови и тканей основные показатели, которые подвергаются изменениям. [3]

1.2 Циркуляция атмосферы, как биометеорологический фактор

Основными характеристиками ветра является скорость и направление. Он оказывает непосредственное динамическое воздействие на человека. Согласно этому параметру скорость ветра можно классифицировать по степени ощущения.

Процессы теплообмена реагируют на ветер и он является основным фактором, который формирует реакции этих процессов. Существует зависимость между суровостью климата и силой ветра. Эта зависимость прямопропорциональна. Чем сильнее ветер, тем суровее климат. При понижении температуры воздуха ветер приводит к усилению теплоотдачи. Человек испытывает так называемый холодовой стресс и организм переохлаждается. При повышении температуры воздуха ветер повышает уровень теплообмена. Дискомфорт, который до этого испытывался, пропадает. Так явление «сквозняка» имеет двойственное влияние. При высоких температурах и высокой влажности он благоприятно воздействует на организм человека, тем самым снижая дискомфортность и чувство «духоты». И, наоборот, при нахождении человека в более теплом пространстве, раздражение под воздействием холода может привести к нарушению кровоснабжения мышц, слизистых оболочек, созданию благоприятных условия для размножения болезнетворных микробов. Отсюда можно сделать вывод, что явление «сквозняка» может приво-

доть к заболеваниям верхних дыхательных путей (ОРВИ, кашель, насморк) и ревматизмам.

Сильный и порывистый ветер оказывает на поверхностные ткани организма определенное давление. Это приводит к повышенной утомляемости, следствие охлаждающего действия. Также он затрудняет дыхание, усугубляя метеопатические реакции. Чаще всего эти реакции проявляются в пустынных или степных местностях, где привычными являются мгла и пыльные бури.

Анемопатия – метеопатические состояния, которые вызваны ветром. Чаще всего они обусловлены местными ветрами. В редких случаях у больных анемопатией можно наблюдать возникновение кровотечений, которые достаточно трудно остановить. Больные туберкулезом наиболее чувствительны к изменению силы и скорости ветра. Возникает резкая реакция со стороны кровяного давления независимо от атмосферного давления. [11]

1.3 Биометеорологические параметры

Любые погодные условия нуждаются в том, чтобы им давали описательную характеристику. Есть несколько точек зрения для описания этих условий. Одной из таких является медико-метеорологическая точка зрения. Чтобы определить погодные условия используют всевозможные биометеорологические индексы или параметры. Они появляются в процессе проведения исследований учеными из всех стран мира. Их существует великое множество. В нашей работе мы рассмотрим лишь те из них, которые необходимо для нашего исследования:

1) Определение степени раздражающего действия погодных факторов на человека

Индекс патогенности метеорологической ситуации I (по В.Г.Бокша):

$$I = 10^{(f-70)/20} + 0,2 \times V^2 + 0,06 \times n^2 + 0,06 \times (\Delta p^2) + 0,3(\Delta t^2) + I(t) \quad (1.1)$$

где $I(t) = 0,02 \times (18 - t)^2$ при $t < 18^\circ\text{C}$;
 $I(t) = 0,2 \times (t - 18)^2$ при $t > 18^\circ\text{C}$;
 $N = 10 - \frac{10 \times \square_{\phi}}{\square_{\text{м}}}$, облачность по гелиографу;
 S_{ϕ} – фактическая продолжительность солнечного сияния;
 $S_{\text{м}}$ – максимальная возможная продолжительность солнечного сияния;
 t, f, V – соответственно среднесуточные значения этих метеозаписей;
 $\Delta p, \Delta t$ – межсуточная изменчивость атмосферного давления и температуры воздуха.

Рисунок 1.2 – Составляющие индекса патогенности

Индекс патогенности I используется для определения степени раздражающего действия погодных факторов. [1]

Таблица 1.1 – Классификация степени воздействия погоды на организм человека.

I	Степень воздействия
0-9	Оптимальные
10-24	Раздражающие
>24	Острые

С.С. Андреев, дополнил имеющуюся классификацию раздражающих условий некоторыми уточнениями: слабо раздражающие, умеренно раздражающие.

жающие и сильно раздражающие, указанных в таблице 1.1. Эти уточнения позволили более детально разделить территорию на районы.[1]

Таблица 1.2 – Классификация погодных условий (градации по С.С. Андрееву).

I	Погодные условия
0...9,9	Оптимальные (комфортные)
10...16	Слабо раздражающие
16,1...18	Умеренно раздражающие
18,1...24	Сильно раздражающие
Более 24	Острые

Оценивая уровень раздражения человеческого организма по индексу патогенности, следует понимать, что суммарное значение данного индекса указывает только на степень раздражающего воздействия погодных факторов на организм, но, ни в коей мере, не на характер их изменений.

2) Оценка суровости погоды

Мы уже рассматривали ранее, что суровость погоды тесно связана с ветром. Этот фактор оказывает влияние на изменение температурного режима организма человека, а именно охлаждение. Человек не может находиться на холоде без верхней одежды длительное время. Основными факторами суровости погоды являются низкая температура и скорость ветра. Оба фактора заставляют человека использовать теплую верхнюю одежду, для минимизации их воздействия. Так как в первую очередь страдают кожные покровы и дыхательные пути.

Шкала баллов "жесткости погоды" Бодмана – метод оценки суровости погоды, который используется достаточно давно. В основе ее было положено время, необходимое для охлаждения сосуда с водой, имевшей температуру от 30° до 20°. За единицу "жесткости погоды" он принял время охлаждения сосуда с водой при штиле и при температуре воздуха, равной 0°.

Для расчета баллов "жесткости погоды" он предложил формулу:

$$S = (1 - 0,4 \times t) \times (1 + 0,272 \times V)(1.2)$$

Балл "жесткости погоды" S (по Бодману) используется для характеристики зимнего периода.

Таблица 1.3 – Шкала Бодмана для характеристики зимнего периода.

S	характеристика зимы
<1	несуровая, мягкая
1,1-2.0	мало-суровая
2,1-3.0	умеренно-суровая
3,1-4,0	суровая
4.1-5	очень суровая
5.1-7	жестко-суровая
>7,1	крайне-суровая

3) Эффективная температура воздуха

Модель, разработанная американским ученым Стедманом. Она является наиболее оптимальной для определения эффективности температуры воздуха. Прежде чем прийти к этому выводу, ученые проанализировали определенное количество других алгоритмов расчета.

Чтобы разработать эту модель, было необходимо, чтобы использовался большой спектр биометрических измерений. Она объединяет в себе: физиология кожного покрова, особенности верхней одежды, которая соприкасается с кожей и тот воздушный слой, который образуется между одеждой и кожей человека и метеорологические факторы окружающей среды. Сопротивляемость организма окружающей среде зависит от физических особенностей че-

ловека. Применение данной модели возможно на взрослом человеке, средней комплекции, одетого по погоде, идущего в тени со скоростью 4.8 км/ч.

Модель Стедмана позволила вывести формулы, которые легко применять для расчетов.

$$T_{эф} = -2,7 + 1,04 \times t + 2,0 \times e - 0,65 \times V \quad (1.3)$$

где $e = \left(\frac{f}{100}\right) \times 6,1 + 2,0 \times e^{((17,27 \times t) - (237,7 + t))}$ – парциальное давление водяного пара (гПа);
 t, f, V – соответственно среднесуточные значения этих метеозлементов;

Рисунок 1.3 – Составляющие эффективной температуры

Эффективная температура объединяет в себе 2 ранее используемых индекса: температуру воздуха с учетом влияния ветра (WindChill) и температуру воздуха с учетом влажности (Heatindex). Обморожение вероятнее всего при отрицательном значении эффективности температуры, тепловой удар, при положительном ударе.[1]

Таблица 1.4 – Шкала эффективной температуры воздуха.

< ...-50°C	- опасно - обморожение открытых участков <u>кожи</u> возможно менее чем через 5 минут
-38...-50°C	- предельно осторожно - обморожение открытых участков кожи возможно через 10 -15 минут
-28...-38°C	- осторожно - обморожение открытых участков кожи возможно через 20-30 минут
-28...-27°C	- опасности для одетого по погоде человека нет
27...32°C	- осторожно - возможно утомление при длительных активных нагрузках на открытом воздухе
32...40°C	- предельно осторожно - возможен солнечный удар при длительных активных нагрузках на открытом воздухе
40...55°C	- опасно - почти наверняка можно получить солнечный удар и перегрев, возможен тепловой удар
> 55°C	- предельно опасно - быстрый тепловой или солнечный удар

2 Физико-географическая характеристика Кольского полуострова

2.1 Географические особенности Кольского полуострова

В составе Мурманской области находится Кольский полуостров. Территориально его местонахождение можно определить крайний северо-запад Европейской части России. Эта территория омывается двумя морями Баренцевым и Белым, на севере и на юге, юго-востоке соответственно. Меридиональная впадина – это западная граница Кольского полуострова. Впадина берет свое начало от Кольского залива, далее доходит до долин реки Кола, озера Имандра и реки Нивы и заканчивается в Кандалакшском заливе. Площадь около 100 тысяч квадратных километров. Характеристика берегов полуострова достаточны скудна. Южный – низменный и пологий, северный – высокий и обрывистый. На полуострове располагаются горные массивы (Хибины и Ловозёрские тундры). Эти горы относительно не высокие, до 1120 м над уровнем моря. В центре полуострова мы можем обнаружить водораздельную гряду, Кейва, высота которой составляет 397 м. Характер северных и южных

берегов разный. Северный берег является продолжением норвежского берега, однако в отличие от него он ниже и не так изрезан. Переходя на восток, береговая линия становится менее развитой, в связи с тем, что берег понижается. В западной части полуострова залива приобретают характер фьордов, так как берега в этой части наиболее изрезаны. [2]

Полуостров имеет небольшое количество островов. Они достаточно скалистые, крутые и чаще всего отвесные. От мыса Данилова до Кандалакшского залива преобладают песчаные берега. На расстоянии до 1,5 км от берега возвышается песчаный или глинистый береговой обрыв в 15—20 м высоты; далее вглубь страны почва постепенно повышается. Берега Кандалакшского залива к западу от мыса Турьего снова высоки и скалисты и напоминают северный берег. Отличительной особенностью этого берега является наличие лесов на скалистых берегах. На северном побережье этого нет. По берегу Кандалакшского залива сосредоточено большинство островов. В физико-географическом отношении море, омывающее северный берег Кольского полуострова, резко отличается от омывающего южный и восточный берега. Мурманский берег омывает Ледовитый океан, который находится под влиянием восточной ветви Гольфстрима, направляющейся к берегам Новой Земли. В связи с этим вода в море не замерзает зимой, при низких температурах. Однако в конце осени на глади моря можно заметить плавающие льдины. Иногда можно увидеть как полностью или частично замерзают отдельные бухты. Но это явление краткосрочное. Гольфстрим оказывает меньшее влияние на остальную часть полуострова, к востоку от Семи островов. Это проявляется в появлении тех видов животных, которые встречаются исключительно в арктической местности. На других территориях этого не встретишь. [2]

Белое море омывает южный и юго-восточный берег полуострова. Температура воды значительно низкая. Это приводит к тому, что береговая линия покрывается льдом, а в открытом море все чаще встречаются плавучие льдины. Хотя верхние слои воды и прогреваются в летний период, глубины

не прогреваются и температура остается низкой. Из этого обстоятельства вытекает особенность фауны в этой части полуострова. Она носит арктический характер.

Внутренность полуострова представляет волнистую возвышенную равнину. Наиболее возвышенные части ее лежат на западе (гора Часначорр — 1200 метров). Далее к востоку возвышенности понижаются и по большей части поднимаются не более 50—100 м над окружающей равниной. По большей части эти возвышенности имеют куполообразную форму или форму плато и в таком случае покрыты на большом протяжении болотами. Равнина между этими возвышенностями довольно однообразной высоты.

На Кольском полуострове преобладают горные породы гранитного вида, а так же хлоритовые сланцы. На плоской возвышенности восточного берега разбросаны остатки разрушенных песчаников и других новейших осадочных пород; в виде сплошной породы они встречаются местами на восточном и южном берегу. Из таких же пород состоит Рыбачий полуостров (песчаные и глинистые сланцы). Из руд встречается свинцовый блеск с небольшим количеством серебра и цинковая обманка, также медный и серный колчеданы и железный блеск. Все горные породы покрыты льдом, которые проявляются в виде основных, краевых или конечных морен. [7]

Растительность на полуострове достаточно скудная. Складывается впечатление, что территория только что освободилась от снега и льда. Распространение обломков, направление бараньих лбов и ледниковых шрамов показывает, что главное движение льда происходило в западной части полуострова, в направлении с запада на восток, а далее уклонялось на северо-восток, перпендикулярно к берегу Северного Ледовитого океана. На южном и юго-восточном берегу шрамы идут параллельно берегу. Кроме того, заметны следы частных ледников. Распределение ледниковых остатков в тундрах показывает, что здесь ледниковый покров достигал высоты 800 м над уровнем моря, а временами и выше. К востоку ледниковые наносы развиты слабее. Новые морские отложения найдены лишь в немногих пунктах, а новейшие

намывные образования встречаются по некоторым рекам. Вследствие описанного орографического характера Кольского полуострова он всюду покрыт обширными болотами. Так как поверхность представляет малый уклон, то часто реки разных бассейнов берут начало в одном болоте. Особенно характерны в этом отношении болотистые местности к юго-востоку, откуда вытекают притоки ко всем наиболее значительным рекам полуострова. Помимо болот на Кольском полуострове множество рек и озёр. К бассейну Белого моря относятся: величайшая из рек Кольского полуострова Поной (длиной около 370 км), которая течет в общем на восток, принимает множество притоков и впадает в широкую, северную часть входа в Белое море. [8]

2.2 Климатические характеристики Кольского полуострова

Чтобы дать оптимальное описание климата любого района, необходимо разделить год либо на месяцы, либо на сезоны (зима, весна, лето, осень). Использовать сезонность намного удобнее, так как каждый сезон имеет свои отличительные особенности, которые находятся под влиянием факторов, образующих климат. Влияние в каждом сезоне однозначно. Тем самым, без ущерба для характеристики климата, можно принять одинаковые границы сезонов для всех районов, а продолжительность того или иного сезона – равной целому числу входящих в него месяцев. По такому же принципу можно делать климатическое описание отдельных районов. Сезоны можно распределить по следующим месяцам лето – июнь, июль, август, осень – сентябрь, октябрь, весна – апрель, май. И самый продолжительный сезон, который растягивается на пять месяцев это зима –ноябрь, декабрь, январь, февраль и март. [9]

2.2.1 Кольский залив

Осенью, весной и летом климат Кольского залива формируется под влиянием Баренцева моря и материковой части Кольского полуострова. Зимой же к формированию климата подключается и сам залив. Связь теплого режима Кольского залива с теплыми течениями Баренцева моря – отличительная особенность. Кольский залив не замерзает в зимние месяцы, даже, когда температура воздуха достаточно низкая. Это возможно из-за водообмена с Баренцевым морем. Если сильные морозы будут достаточно продолжительные, то верхние водные слои могут покрыться льдом, но глубина не промерзает. Лед носит неустойчивый характер и тает, как только температура поднимается на несколько градусов. [9]

Кольский залив подвергается постоянной и резкой сменой климата и колебания температур, при постоянной смене ветра с северного на южный и обратно. Это обуславливает территориальным расположением залива - граница между материком и Баренцевым морем. Следует отметить, что постоянная смена температуры так же связана с относительной влажностью воздуха и облачностью. Характер температурных показателей колебательный и неустойчивый. Но, однако, не только температура подвергается резкой смене, но и все остальные элементы природы. [5]

Поговорим об отличительной особенности Кольского залива, а именно отсутствие льда в его водах, даже при очень низких температурах воздуха. Так как температура на материке достаточно низкая, а поверхность воды относительно теплая, происходит большое испарение. Это является следствием высокой влажности в заливе. Кроме того, при сильном морозе вдоль залива возникают значительные градиенты температуры воздуха, направленные в сторону суши, обуславливающие усиление термического ветра. В районе Кольского залива морозы переносятся тяжело. Сильный ветер и повышенная влажность воздуха усиливают воздействие низких температур на организм человека. [4,5]

Весну на Кольском заливе можно разделить на две фазы. Первая фаза длится весь апрель, вторая – весь май. Такие же фазы проходят и на материке.

Температура в апреле достигает климатического максимума за счет перемещения теплого воздуха в горизонтальном направлении. Этот воздух поступает с Атлантического океана. Температурный климатический минимум достигается путем поступления холодного воздуха с Карского моря и полуострова Таймыр. Погода преобладает прохладная и ясная. В мае теплый воздух поступает с материка. [6]

Весна отличается большой повторяемостью тыловых вторжений арктического воздуха и в то же время интенсивным притоком прямой и рассеянной солнечной радиации в течение длительного полярного дня. Это приводит к большим затратам тепла на прогревание воздуха. В то же время, испарение с поверхности почвы, ввиду низкой её температуры, ещё не велико. Поэтому рост влагоёмкости воздуха весной значительно опережает рост его влагосодержания. В периоды значительного прогрева холодных масс воздуха, при малооблачной погоде, относительная влажность может понижаться до 50% и ниже. [5]

В первой весенней фазе в Кольском заливе преобладает ветер, который еще по-зимнему холодный и порывистый. Однако южные румбы начинают преобладать над северными. Что касается второй фазы, а именно май, с Баренцева моря начинают поступать муссонные ветры, хотя они еще не так выражены как в летние месяцы. Температурный режим связан прямопропорционально со сменой ветрового режима. [7]

В мае преобладают пасмурные и прохладные дни. Причиной этого является рост повторяемости северных ветров. Эти ветры приносят с моря низкую облачность. [10]

Кольский залив отличается тем, что даже в летние месяцы температуры воздуха постоянно меняются от высоких до низких. [10]

Относительная влажность в июне ещё продолжает понижаться и достигает 65 – 70%. Повышение относительной влажности при росте температуры вызывается: увеличением испарения с прогретой почвы, уменьшением повторяемости арктических вторжений и, следовательно, уменьшением затрат тепла на прогревание холодных масс воздуха и притоком очень влажного воздуха с Баренцева моря. В силу указанных причин, рост влагосодержания за счёт испарения с почвы и адвекции извне начинает компенсировать рост влагоёмкости воздуха, вызванный повышением температуры. Дальнейшее повышение относительной влажности в августе вызывается понижением температуры при повышенном испарении с хорошо увлажнённой почвы. В процессе интенсивного прогрева холодного воздуха, при малооблачной антициклональной погоде, относительная влажность может понижаться до 50% и ниже. В связи с постепенным уменьшением повторяемости арктических вторжений, число сухих дней, с понижением влажности до 50% и ниже, летом, начиная с июня, постепенно убывает. При ветрах с моря или при осадках относительная влажность, даже днём, может превышать 80%. [9]

Северные ветра постоянно повторяются в летний сезон в Кольском заливе. Возможность штормов в этот период минимален. Суточный ход этой величины хорошо выражен. В малооблачные, ясные и безветренные дни, на Кольском заливе, можно наблюдать бризовую циркуляцию. [8]

В начале лета наблюдается значительная облачность. Это связано все с теми же северными ветрами. Это явление становится не так повторяемым только в июле, то есть в середине летнего сезона. [9]

При поступлении теплых воздушных масс с Баренцева моря, в Кольском заливе наблюдается сплошная низкая слоисто-кучевая или слоистая облачность. Однако, при интенсивной адвекции холодного воздуха возможна кучево-дождевая облачность с отдельными прояснениями. При адвекции воздушных масс с материка преобладает переменная облачность кучевых форм.

Осенью понижение температур имеет равномерный характер, уже нет той скачкообразности, как в весенний период. Первые морозы, при климатической норме, случаются лишь во второй половине сентября. Однако бывает, что заморозки начинаются в первой декаде сентября.

Высокая повторяемость воздушных масс морского происхождения и выхолаживание их приводит к дальнейшему повышению относительной влажности до 80% в сентябре и до 82 – 83 % в октябре.

В осенний сезон происходит смена северных ветров на южные. В этот период возможны и ураганы в северной части Кольского залива, однако они крайне редки.

После относительно безоблачных дней, которые преобладали в середине и конце лета, начало осени характеризуется появлением низкой облачности на заливе. Однако в течение осени существенного изменения в среднем режиме облачности не наблюдается. [7]

Зима устанавливается в Кольском заливе после перехода радиационного баланса через ноль и совпадает по времени с моментом окончательного установления снежного покрова, то есть, в среднем, в первой декаде ноября. Кольский залив в зимний сезон находится под воздействием теплого воздуха, который поступает с берегов Баренцева моря. Зимой, средняя температура на заливе повышается в направлении с юга на север.

В центральных районах Мурманской области зима значительно суровее, чем на Кольском заливе. Относительно высокая температура зимы обусловлена здесь близостью Баренцева моря. Однако Кольский залив сам по себе имеет достаточно высокую температуру воды. Самая низкая температура воздуха наблюдается в январе и феврале. В зависимости от характера развития атмосферных процессов и преобладания воздушных масс того или другого происхождения, средняя температура всех месяцев зимы испытывает значительные колебания. Такие значительные колебания средней месячной температуры не наблюдаются не в одном из климатических сезонов. В Коль-

ском заливе часто наблюдаются оттепели, это связано с тем, что он территориально располагается близко к Атлантическому океану.

Высокая повторяемость тёплых воздушных масс морского происхождения и преобладание процессов радиационного выхолаживания обуславливает зимой высокую относительную влажность.

Увеличение интенсивности и повторяемости циклонических процессов приводит зимой к повышению средней скорости ветра и повторяемости штормов. Вдоль залива в северном направлении максимальные скорости ветра увеличиваются.

Облачность достигает годового максимума в период с ноября по декабрь. В январе происходит незначительно снижение этих показателей, а уже к марту месяцу облачность достигает годового минимума. [6,7]

2.2.2 Побережье Мурманской области

Рельеф, который преобладает на побережье Мурманской области достаточно однороден, чего нельзя сказать о климате. Климатические условия начинают резко изменяться по направлению от берега к суше. При описательной характеристике климата данного района необходимо учитывать то, что прибрежная зона достаточно узкая, и составляет в среднем 15-20 км. В прибрежной зоне мы можем обнаружить основные предприятия рыбной промышленности и населенные пункты. Стоит отметить, что климат не однороден по направлению от Рыбачьего поселка до Белого моря. В связи с понижением температуры поверхности воды в южной, прибрежной части Баренцева моря в направлении с запада на восток, увеличивается соответственно и суровость климата мурманского побережья. Это вызывает понижение среднегодовой температуры и повышение относительной влажности воздуха. Все чаще на территории этого района появляется туман и низкая облачность.

Изменения не имеют скачкообразного характера, как на Кольском заливе, они происходят постепенно и достаточно незаметно. Это позволяет проследить главные особенности морского климата. Поэтому при описании климата мурманского побережья нет оснований для разделения его на более мелкие районы и можно ограничиться лишь локальной детализацией отдельных метеорологических элементов в том или другом сезоне.

Весной средняя температура воздуха за сезон понижается с запада на восток. В распределении максимальных и минимальных температур сохраняется та же тенденция понижения её в направлении с запада на восток, что и средней температуры. Переход средней суточной температуры через 0°C , который запаздывает в восточном направлении, осуществляется на всём побережье в период с 28 апреля по 15 мая. [9]

На протяжении всего весеннего сезона зимний муссонный ветер сменяется летним. Весну так же можно разделить на две фазы, как на Кольском заливе. Для первой фазы весны характерны южные и юго-западные порывы ветра. В мае эта повторяемость уменьшается. Наиболее резкая смена ветрового режима приходится, в среднем, на начало мая, реже на конец апреля.

Постепенное ослабление интенсивности циклонических процессов над Баренцевым морем обуславливает весной уменьшение средней скорости ветра, а также повторяемости и продолжительности штормовой погоды. В этот сезон возможны ураганы с максимальной скоростью ветра до 40 м/с в апреле и до 34 м/с в мае.

В весенний период наблюдается в основном маловетренная погода. Здесь имеется в виду устойчивые периоды, в течение которых максимальная скорость ветра не превышает 9 м/с. Однако в этом сезоне среднее число таких периодов, продолжительностью более 6 дней, не превышает 1, а максимальное – 2 за сезон.

В начале весны облачности практически не наблюдается. Такая же погода наблюдается и в конце зимы. Наименьшая облачность наблюдается в

апреле. В мае, за счёт увеличения повторяемости северных ветров, облачность увеличивается, в основном, нижние её яруса. [2]

Лето достаточное прохладное в этой части материка. Это связано с тем, что холодные потоки воздуха поступают с берегов Баренцева моря. Средняя температура сезона не превышает $+8^{\circ}\text{C} \dots +9^{\circ}\text{C}$, а наибольшая в июле и августе – $+10^{\circ}\text{C}$. При устойчивых и сильных ветрах с моря температура на побережье колеблется в пределах $0^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$ в июне и в пределах $+4^{\circ}\text{C} \dots +10^{\circ}\text{C}$ в июле и августе, без заметного суточного хода. При вторжениях арктического воздуха с Баренцева моря минимальная температура может достигать в июне $-2^{\circ}\text{C} \dots -3^{\circ}\text{C}$, а на востоке района до -6°C .

В летние месяцы температура не опускается ниже нуля градусов на территории Мурманского побережья. Чего нельзя сказать о восточной части полуострова. В эти месяцы мороз до -1°C возможен только на побережье воронки Белого моря. (Границей между Белым и Баренцевым морями считается линия, проведённая от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин)). Иногда в июле наблюдается очень жаркая погода для этой территории (выше $+20^{\circ}\text{C}$). Это является довольно редким явлением на фоне относительно прохладной погоды в летний период. Такие дни бывают на побережье при антициклональной, малооблачной и тихой погоде. Эти дни случаются не так часто, как хотелось бы, так как воздух не может прогреться из-за бриза, который способствует понижению температуры в полдень. При умеренных или сильных ветрах южной четверти или при ясной или малооблачной погоде максимальные температуры могут достигать $+25$, $+29^{\circ}\text{C}$ в июне и $+28$, $+30^{\circ}\text{C}$ в июле и августе. [7]

Так как Муромское побережье находится в непосредственной близости от Баренцева моря, у которого преобладают холодные течения и северные ветра. В связи с этим на побережье очень высокая относительная влажность воздуха. Средняя сезонная величина относительной влажности летом колеблется около 80%, а к востоку от мыса Чёрного, в направлении к воронке Бе-

лого моря, она увеличивается до 88%. Наименьшая относительная влажность наблюдается в июне. В июле и августе, несмотря на повышение температуры, относительная влажность увеличивается. При северных ветрах относительная влажность остаётся выше 80% и в дневные часы.

При сильных южных ветрах и ясной погоде относительная влажность может понижаться до 30% и ниже. Количество таких дней минимальное.

Характерными признаками лета на мурманском побережье является высокая повторяемость ветра северных направлений. Наиболее хорошо выражен летний муссонный режим ветра в июле, когда повторяемость ветра северной четверти увеличивается до 50%. Средняя скорость ветра достигает летом своего годового минимума и колеблется от 4 до 5,5 м/с.

В летний сезон бывают шторма, однако они кратковременны и максимальная скорость ветра не выше 30 м/с.

Летом на мурманском побережье преобладает значительная облачность с небольшим уменьшением в июле. При адвекции с Баренцева моря пасмурная погода может удерживаться несколько дней подряд, даже при антициклональном барическом поле. Прояснение наступает преимущественно в тылу антициклонов, после перехода ветра к южным румбам.

Осенний сезон значительно теплее на мурманском побережье, чем в центральной части полуострова. Как ни странно, но осень здесь теплее весны. В начале сентября, при адвекции тёплого континентального воздуха и малооблачной погоде, на побережье ещё возможны жаркие дни с максимальной температурой $\geq 20^{\circ}\text{C}$, но такие дни бывают здесь очень редко, в среднем, не более двух за 10 лет. Очень тёплые дни, со средней суточной температурой $\geq +15^{\circ}\text{C}$, в сентябре бывают почти ежегодно, но среднее число их не превышает двух дней. Максимальная температура достигает на побережье $+22\dots+24^{\circ}\text{C}$ в сентябре и $+12, +13^{\circ}$ в октябре.

Вторая половина сентября может ознаменовать первыми заморозками, которые появляются на побережье. Эти морозы относительно слабые. Самая низкая температура может достигать: $-5\dots-8^{\circ}\text{C}$ в сентябре и $-17\dots-20^{\circ}\text{C}$ в ок-

тябре. Такие морозы возможны осенью только после залива арктического воздуха и последующих прояснений. [10]

Переход средней суточной температуры через 0°C в обычные годы происходит в конце второй декады октября.

В связи с переходом преобладающего направления ветра отсеверных к южным румбам, средняя относительная влажность повышается на побережье медленнее, чем в других районах области, а на островах и мысах она даже немного понижается.

Осень на мурманском побережье начинается, когда летние муссонные ветра переходят на зимние, которые характерны для зимы.

Циклоны увеличивают возможность появления штормов на данной территории. Однако, если говорить об островах и мысах, то вероятность штормов значительно увеличивается.

Шторма, которые происходят осенью, имеют более продолжительный характер, чем летние. Циклон практически не дает возможности быть погоде спокойной и устойчивой. Ветра на территории усиливаются. Значительно сокращаются периоды, которые характеризуются ясной и безветренной погодой.

Увеличение повторяемости циклонов приводит к заметному увеличению облачности, в основном, за счёт верхних и средних ярусов и, в меньшей степени, за счёт облаков нижнего яруса. [9]

В зимний период благодаря притоку тепла со стороны Баренцева моря, южные и центральные районы которого свободны ото льда, средняя температура значительно выше, чем в центральных районах Кольского полуострова. Во всех районах мурманского побережья февраль является самым холодным месяцем зимы. Однако и в этом месяце средняя температура не опускается ниже -10°C . Средняя суточная температура отличается зимой наиболее высокой изменчивостью и колеблется в широких пределах, от оттепели до сильного мороза, ниже -20°C . Однако в 60% случаев она укладывается в

пределах от 0 до -10°C . Самые сильные морозы наблюдаются на мурманском побережье во второй половине зимы и конце её.

Стоит отметить, что зимой, в любой из месяцев, может произойти оттепель. Наиболее вероятный период появления их это ноябрь.

В первой половине зимы относительная влажность ещё продолжает увеличиваться и достигает максимума в декабре. В январе она начинает понижаться и достигает минимума в марте. Наиболее высокая относительная влажность удерживается в течение всей зимы на крайнем востоке побережья.

Зимой на мурманском побережье устанавливаются наиболее значительные барические градиенты, направленные к северу и северо-западу, и термические градиенты, направленные в сторону суши, благодаря чему термические и барические составляющие ветра почти совпадают по направлению. Эти условия благоприятны для увеличения скорости и устойчивости направления ветра. Это и есть зимний муссон.

Зима бога на штормы на мурманском побережье. Они самые продолжительные и часто повторяющиеся. Средняя продолжительность непрерывного шторма достигает 1 – 2 суток, а наибольшая 3 – 4 суток. Ураганы зимой возможны на побережье в любом из месяцев. При этом максимальная скорость ветра достигает здесь 40 м/с.

Самый высокий уровень облачности наблюдается на мурманском побережье в период с ноября по декабрь. Однако уже в январе вероятность возникновения облачности снижается, а к марту достигает минимума. [8]

2.2.3 Центральный регион Кольского полуострова

В центральном регионе Кольского полуострова основное воздействие на климатические условия оказывает суточный и годовой радиационный баланс. На климат практически не оказывает влияние холодные и теплые потоки воздуха, которые приходят с Баренцева и Белого моря. Поэтому климат

этого района отличается большей континентальностью, чем климат мурманского и терского побережий.

В центральной части Кольского полуострова наблюдаются самые низкие температуры в зимний период, порядка -40°C и ниже. Такие морозы не характерны для залива и побережья Мурманской области. Такую температуру не встретишь даже в самую холодную зиму на полуострове. Заморозки начинаются достаточно рано, что приводит к сокращению летнего сезона. Однако таким колебаниям подвергается не только температура воздуха, но и относительная влажность. [9]

Климат имеет неоднородный характер. Здесь заметно выделяются Печенгский и Кольский районы (кроме посёлка Колы, который находится в климатической зоне Кольского залива). Климат их имеет некоторые особенности, характерные для южного колена Кольского залива и западной части мурманского побережья, и находится в большей степени под оттепляющим воздействием Баренцева моря. Однако климат крайней северо-западной части района отличается большей континентальностью по сравнению с Кольским заливом и побережьем Мурманской области.

Восточная, равнинная часть Мурманской области, расположенная к востоку от Хибинских и Ловозёрских горных массивов, характеризуется более суровыми климатическими условиями, чем западная часть района, так как климат её находится под постоянным воздействием со стороны холодных водных масс юго-восточной части Баренцева, а также горла и воронки Белого морей, отличается поэтому меньшей континентальностью. Средняя годовая температура здесь намного ниже, а относительная влажность выше, чем в более западных районах.

Выделяют также две фазы весеннего сезона. Однако продолжительность их немного отличается. Первая фаза захватывает первую половину апреля, вторая – конец апреля, начало мая. Обе фазы отличаются своим ветровым режимом и условиями теплового баланса.

В связи с интенсивным прогреванием холодных масс воздуха, относительная влажность весной быстро понижается. Одновременно с этим заметно увеличивается амплитуда её суточного хода. В ясные или малооблачные дни, при быстром прогревании холодных масс воздуха, относительная влажность может снижаться до 50% и ниже. Однако и в апреле, и в мае, в момент выпадения осадков, относительная влажность и в полуденные часы может достигать 80% и более.

Зимние радиационные инверсии разрушаются. И это, непосредственно, приводит к увеличению скорости ветра, однако, не на много. В среднем на 1 м/с. [10]

Весна характеризуется постепенным увеличением облачности. Северо-западная часть облачность увеличивается быстрее, в южной значительно медленнее. В апреле облачность в центральном районе увеличивается за счёт быстрого уменьшения ясных и более медленного увеличения пасмурных дней. Что касается северо-западной части района (Печенега-Никель), то здесь в мае число пасмурных дней резко возрастает. Увеличение облачности в апреле и мае в центральной части района связано с усилением конвекции, которая приводит к увеличению повторяемости кучевых облаков. На крайнем же северо-западе района увеличение облачности от апреля к маю имеет другую причину. В этом месяце заметно увеличивается повторяемость ветра северной четверти, который вносит с Баренцева моря сплошную и низкую облачность, что вызывает резкое увеличение числа пасмурных дней на севере Кольского и Печенгского районов.

Летний сезон начинается с прогревания воздуха и испарения влаги. После окончания весеннего сезона окончательно сходит снежный покров, реки освобождаются ото льда, оттаивает и прогревается почва. Поэтому средняя температура воздуха к маю и июню повышается более значительно, чем от апреля к маю, за исключением северной части этого района, обычно она выше 10°C. Самая высокая средняя месячная температура имеет место в июле, а самая низкая в июне. В зависимости от преобладающего развития синопти-

ческих процессов и повторяемости воздушных масс, средние температуры всех летних месяцев испытывают такие же колебания, как и весной.

Вторжение холодного арктического воздуха вызывает летом значительное похолодание. Мороз возможен в любом из летних месяцев. В течение всего сезона заморозки возможны всегда после вторжения холодных масс арктического воздуха. В июне мороз возможен при интенсивном вторжении холодного воздуха и снегопаде в пасмурные ночи, а в июле и августе — только при прояснениях в ночные часы.

Средняя суточная температура в течение всего лета не опускается ниже 0°C.

Относительная влажность в начале лета ещё продолжает понижаться и достигает в июне годового минимума. Благодаря достаточно высокому испарению с поверхности почвы число сухих дней летом постепенно уменьшается. [10]

Средняя скорость ветра в июне и июле не превышает 4 м/с. Она имеет отчётливый суточный ход с максимумом в дневные и минимумом в вечерние сроки. Амплитуда его порядка 1 – 2 м/с. Повторяемость шторма летом не превышает здесь 1 дня за месяц и увеличивается в предгорных районах до 2 дней.

Облачность уменьшается от июня к июлю и снова увеличивается в августе. Увеличение облачности в августе связано, во-первых, с увеличением относительной влажности и, во-вторых, с некоторым увеличением повторяемости циклонов.

Осень в центральном районе, как и в других районах области, теплее весны. В связи с быстрым увеличением продолжительности ночного радиационного выхолаживания уже в начале сентября начинаются массовые радиационные заморозки, которые возможны в любую ясную и тихую ночь. В октябре мороз бывает значительно чаще, чем в сентябре, однако и в этом месяце ещё преобладают оттепели. Если октябрь выдаётся аномально тёплый, то оттепель возможна в течение всех дней октября. [6,7]

В связи с преобладанием тёплых воздушных масс морского происхождения, а также радиационным выхолаживанием их над сушей, в течение осени продолжается непрерывное повышение относительной влажности до 83% в сентябре и 85% в октябре. Так как осенью наблюдается уменьшение амплитуды суточного хода температуры, то соответственно уменьшается и амплитуда относительной влажности. Это вызывает осенью значительное уменьшение числа сухих дней с относительной влажностью 50%.

Среднее число дней со штормом ≥ 15 м/с в сентябре не более 2, а в октябре достигает 2 – 3.

Увеличение повторяемости циклонов и дней с адвекцией тёплых и влажных масс атлантического воздуха обуславливает увеличение облачности. При этом осеннее увеличение облачности идёт, в основном, за счёт уменьшения числа ясных дней. [9]

Зимний период начинается в ноябре, после установления снежного покрова и перехода средней температуры воздуха через 0°C и продолжается 5 месяцев, до марта включительно. Средняя температура зимы для большей части района ниже – 10°C, а в центре и на юго-западе достигает – 12°C. Только в Печенгском районе, расположенном ближе к побережью Баренцева моря, она выше – 10°C. Самым холодным периодом зимы является январь и февраль. [8]

Вторжения арктического воздуха и последующие прояснения могут вызывать зимой значительные похолодания. В период с декабря по март, после затоков континентального арктического воздуха и последующих прояснений, температура может понижаться до – 40°C и ниже, но сильные морозы бывают редко. Значительно чаще бывают морозы до – 30°C и ниже.

В связи с преобладанием адвекции тёплых и влажных масс воздуха морского происхождения, относительная влажность в начале зимы достигает годового максимума, 85 – 90%. Число дней с влажностью до 50% и ниже зи-

мой сильно ограничено. В период с ноября по февраль среднее число таких дней – не более одного за 4 месяца, а наибольшее – не более 1 за месяц.

Средняя скорость ветра зимой колеблется от 3 до 5 м/с минимумом около середины сезона и максимумом – в начале и конце его. Среднее число дней со штормом не превышает 1 – 2 в месяц, увеличиваясь в предгорных районах местами до 5 – 6 дней. [11]

Зимой на Кольском полуострове преобладает радиационное выхолаживание воздушных масс над поверхностью снега. Радиационное охлаждение приземных слоёв воздуха приводит к образованию температурных инверсий. Под слоями инверсий зимой развивается сплошная, низкая, слоистая облачность. Наибольшей повторяемостью и устойчивостью указанные процессы обладают в начале зимы, в период наиболее продолжительной ночи.

В конце зимы, в связи с усилением притока солнечной радиации, инверсии начинают разрушаться, что приводит к уменьшению устойчивости слоистой облачности. Так как зимой преобладают слоистые формы облаков инверсионного происхождения, нижняя облачность имеет хорошо выраженный минимум – в начале и максимум – в конце сезона.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что центральная часть полуострова отличается более суровым климатом, с низкими температурами и сильными порывами ветра. Климатические условия не однородны и постоянно находятся в колебательном состоянии. [10,11]

3 Биометеорологический режим атмосферы некоторых районов Заполярья

Биометеорологический режим атмосферы Заполярья рассмотрим на примере изучения изменчивости биометеорологических параметров атмосферы двух городов, расположенных на северном побережье и в континентальной зоне Кольского полуострова. Мурманск – это город, который непосредственно находится вблизи Кольского залива в при-

брежном районе, г. Мончегорск является более континентальным городом, расположен в центре полуострова.

Так же можно отметить, что станция Мончегорск, находится гораздо выше уровня моря сравнительно станции Мурманск.

Для того, чтобы изучить биометеорологический режим атмосферы мы формировали базу данных результатов стандартных метеорологических наблюдений. Используя полученную базу данных, мы сначала проанализировали изменчивость метеорологического режима атмосферы в выбранных районах.

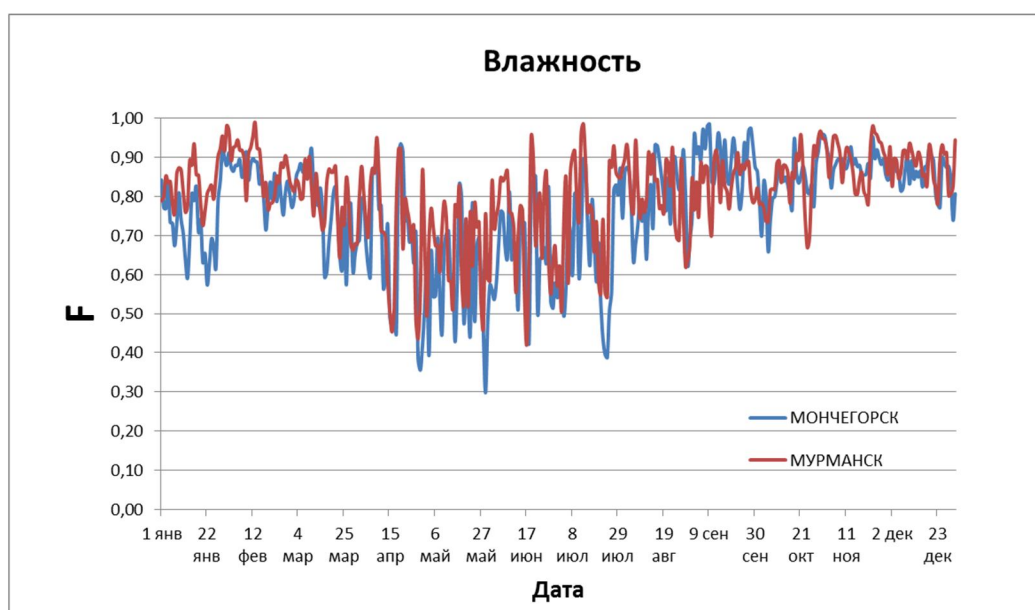


Рисунок 3.1– Годовой ход влажности воздуха в городах
Заполярья, 2016 г.

Анализ изменчивости годового хода относительной влажности воздуха показал, что в Мурманске влажность может быть значительно выше, чем в Мончегорске. Эта различие заметно имеет преимущество весной и летом, что объясняется географическим положением Мурманска вблизи Кольского залива и непосредственно континентальным положением Мончегорска. Правда, в отдельные дни разница относительной влажности воздуха этих городов колеблется в небольших пределах. Это

можно объяснить тем, что в окрестностях станции Мончегорск находятся озера (рис. 3.1).

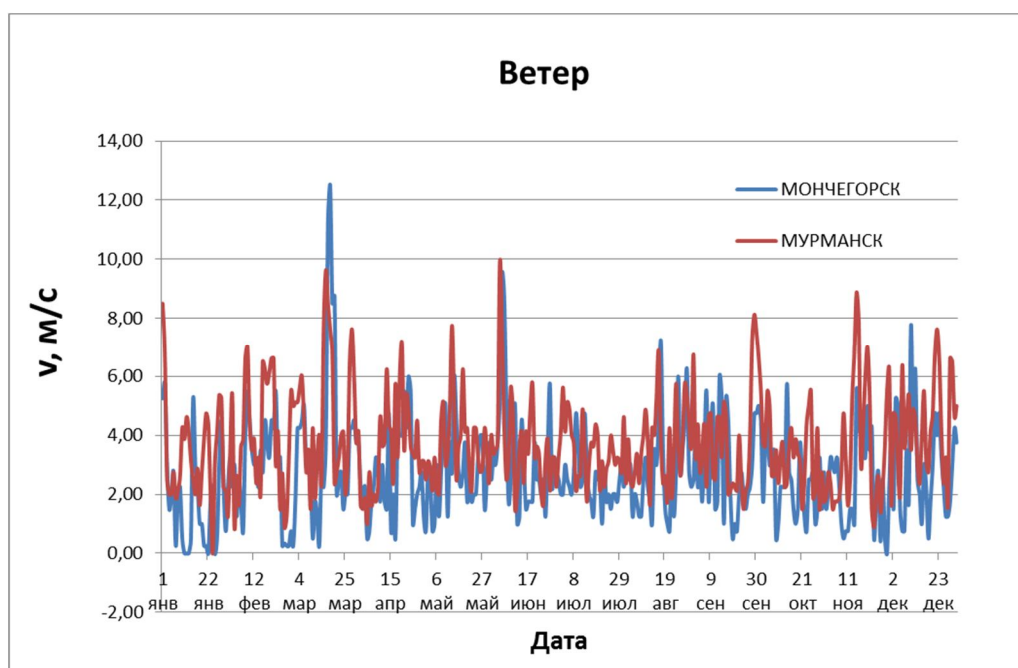


Рисунок 3.2 – Годовой ход скорости ветра в городах Заполярья, 2016 г.

Рассматривая скорость ветра на станциях Мурманск и Мончегорск за 2016 нужно отметить, что внутри-сезонная разность колебаний выше весной. В другие сезоны тоже наблюдается разница, и скорость ветра в Мурманске значительно выше, чем в Мончегорске. Это можно объяснить тем, что Мончегорск, по сравнению с Мурманском окружен закрытой горной местностью, а Мурманск находится в более открытом прибрежном положении (рис. 3.2).

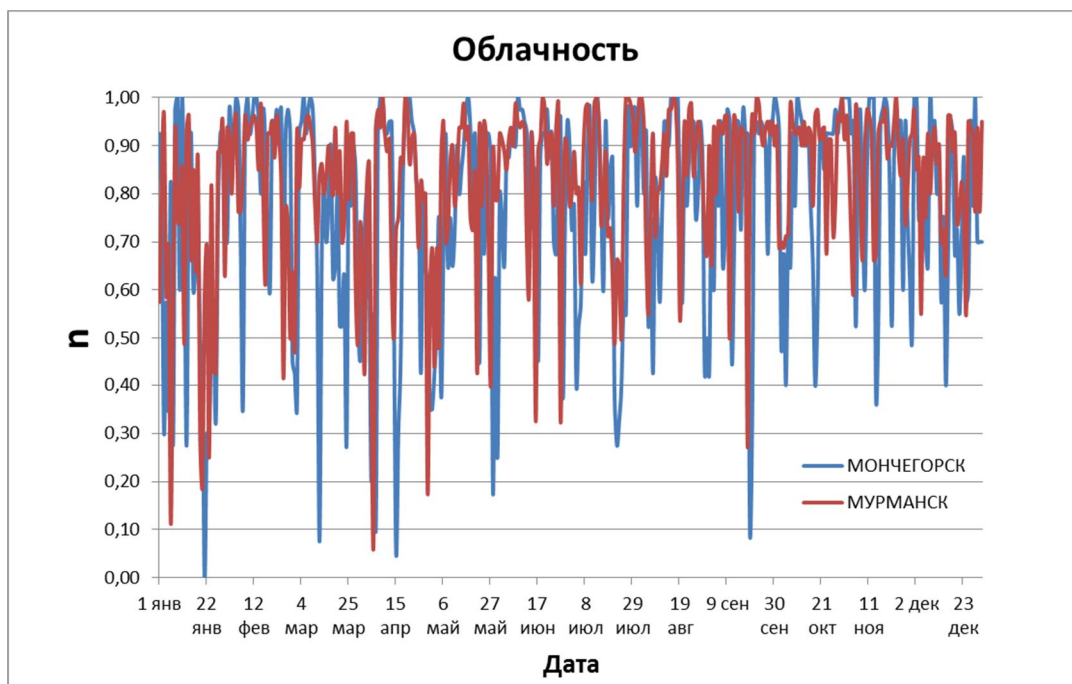


Рисунок 3.3– Годовой ход изменения облачности в городах Заполярья, 2016 г.

Облачность преобладает в атмосфере прибрежного района г. Мурманска (рис 3.3).



Рисунок 3.4 Годовой ход атмосферного давления в городах Заполярья, 2016г.

Ход давления в Мончегорске и Мурманске буквально дублируется друг другом. Наблюдается ровная разница между двумя этими городами. Высота Мурманска над уровнем моря составляет 51 метр, а Мончегорска 130 метров. Можно предположить, что если бы эти станции находились на одной высоте над уровнем моря, то их ход давления был бы примерно равен (рис. 3.4).

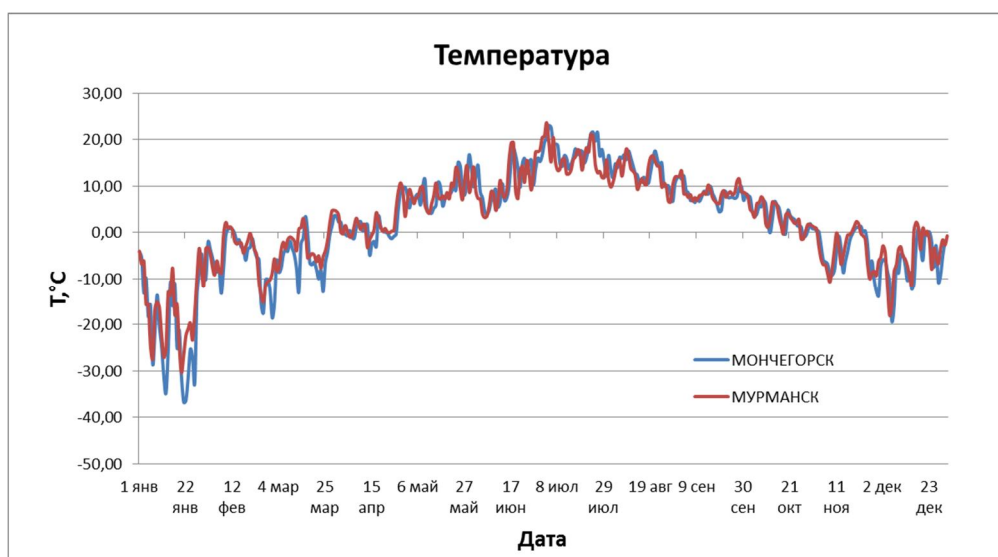


Рисунок 3.5— Годовой ход температуры воздуха в городах Заполярья, 2016 г.

Ход среднесуточной температуры на станциях Мончегорск и Мурманск, можно сказать, что тоже дублируется, за исключением ранней весны. Тут температура воздуха в Мончегорске значительно ниже, чем в Мурманске. Это объясняется тем, что станция Мурманск находится вблизи Кольского залива и теплые течения моря не дают значительно охладить температуру воздуха вблизи данной станции (рис.3.5).

Интересно проследить изменчивость внутрисуточной амплитуды метеорологических величин, особенно амплитуду температуры воздуха и атмосферного давления.

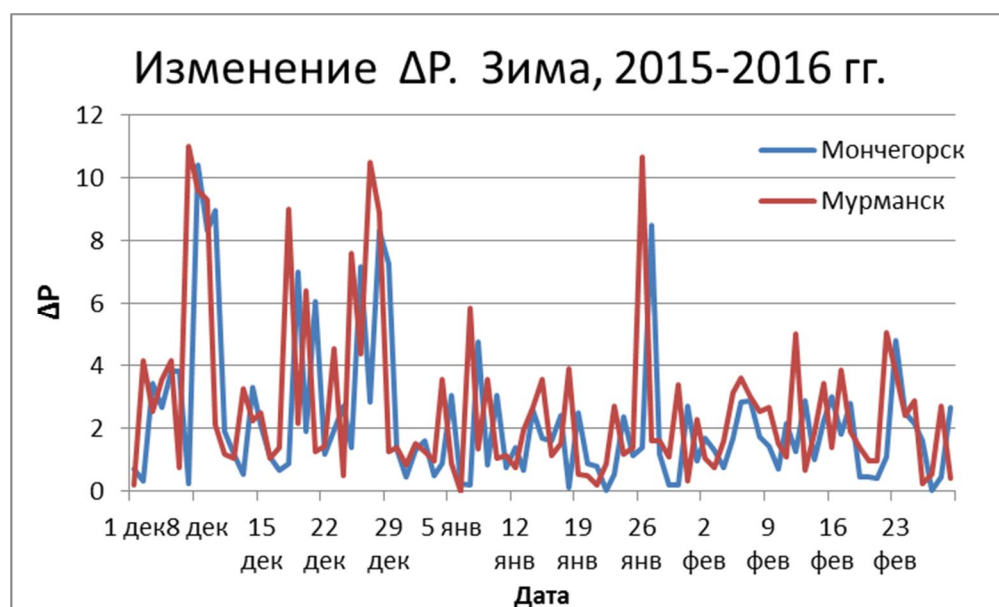


Рисунок 3.6 – Изменение внутрисуточной амплитуды атмосферного давления ΔP зимой в городах Заполярья, 2015-2016 гг.

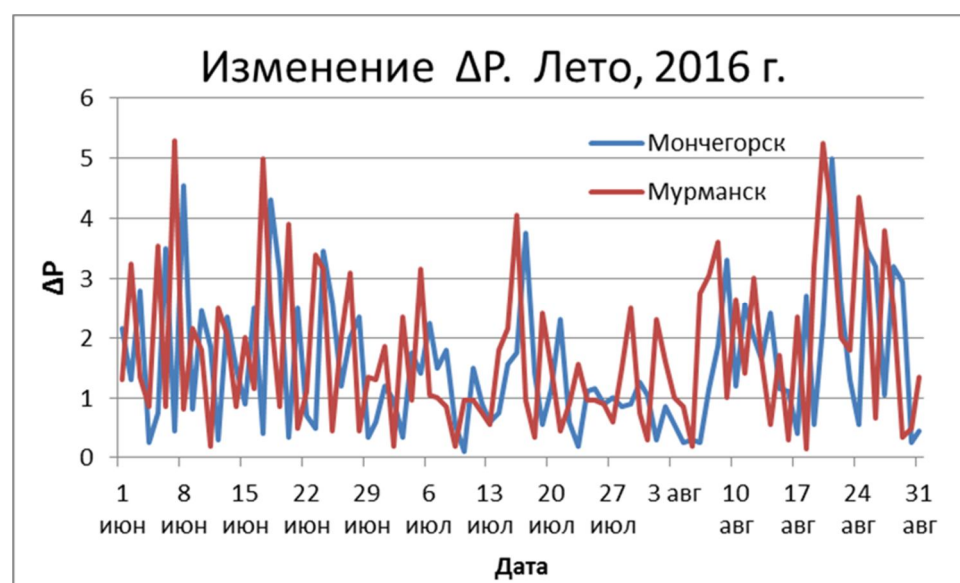


Рисунок 3.7 – Изменение внутрисуточной амплитуды атмосферного давления ΔP летом в городах Заполярья, 2016 г.

Амплитуда изменения атмосферного давления в оба сезона в городе Мончегорске и Мурманске была приблизительно одинакова и менялась до 5,5 гПа. Максимальные амплитуды атмосферного давления в оба сезона наблюдались в Мончегорске (рис. 3.6, 3.7).

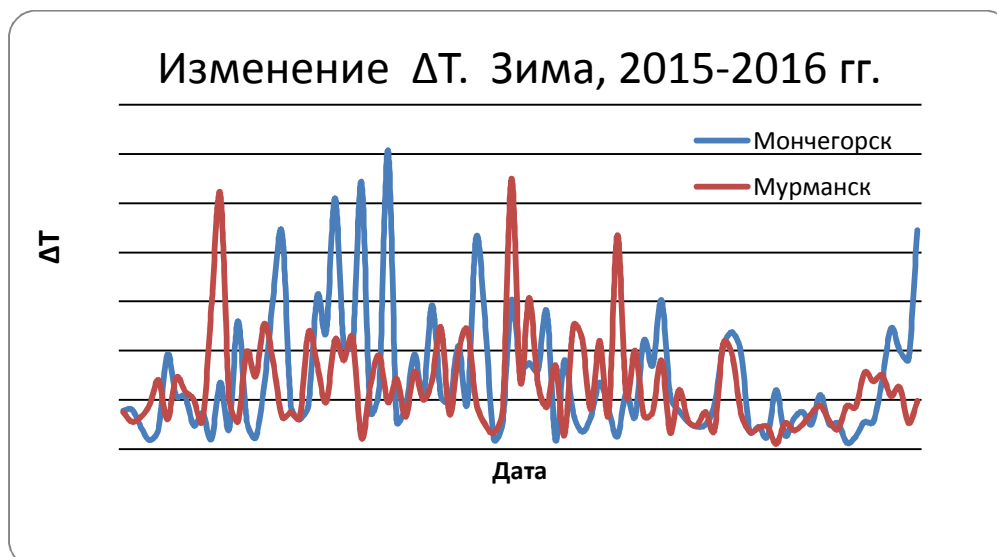


Рисунок 3.8 – Изменение внутрисуточной амплитуда температуры воздуха ΔT зимой в городах Заполярья, 2015-2016 гг.



Рисунок 3.9 – Изменение внутрисуточной амплитуды воздуха ΔT летом в городах Заполярья, 2016 г.

В зимнее время года максимальные амплитуды температуры воздуха отмечались в Мончегорске, это объясняется континентальностью расположения города. В прибрежном городе Мурманске, только в отдельные в отдельные дни наблюдались более высокие амплитуды температур. В

теплое время года максимальные амплитуды температуры воздуха наблюдались в Мурманске и доходили до 10 градусов.

3.1 Изменение индекса патогенности

Для изучения изменчивости индекса патогенности I (по В. Г. Бокша) мы будем рассматривать результаты расчета этого биометеорологического параметра атмосферы выбранных городов для зимнего и летнего сезона года.

$$I = 10^{(f-70)/20} + 0,2 \times V^2 + 0,06 \times n^2 + 0,06 \times (\Delta p^2) + 0,3(\Delta t^2) + I(t) \quad (3.1)$$

где $I(t) = 0,02 \times (18 - t)^2$ при $t < 18^\circ\text{C}$;

$I(t) = 0,2 \times (t - 18)^2$ при $t > 18^\circ\text{C}$;

$N = 10 - \frac{10 \times \square_{\phi}}{\square_{\text{м}}}$, облачность по гелиографу;

S_{ϕ} – фактическая продолжительность солнечного сияния;

$S_{\text{м}}$ – максимальная возможная продолжительность солнечного сияния;

t, f, V – соответственные среднесуточные значения этих метеозлементов;

$\Delta p, \Delta t$ – межсуточная изменчивость атмосферного давления и температуры воздуха.

Рисунок 3.10 – Составляющие индекса патогенности (I)

Как известно, на организм человека часто влияет, не только абсолютная величина метеорологических величин, но и их межсуточная изменчивость, поэтому мы проанализировали межсуточную изменчивость индексов патогенности влажности и ветра, оказывающих наибольшее влияние на суммарный индекс патогенности в зимнее время года. Следует отметить, что зимой максимальные значения индексов патогенности влажно-

сти и ветра отмечались в Мурманске ($I(h)$ до ± 12 , а $I(v)$ до ± 11). Это объясняется прибрежным расположением города (рис. 3.11, 3.12).

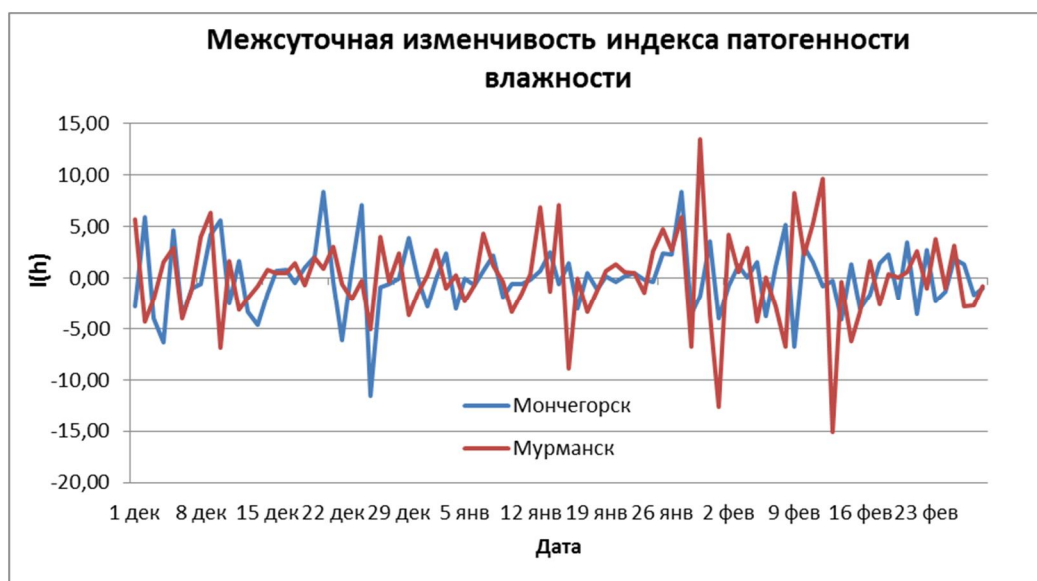


Рисунок 3.11– Межсуточная изменчивость индекса патогенности влажности, зима, 2015-2016 гг.

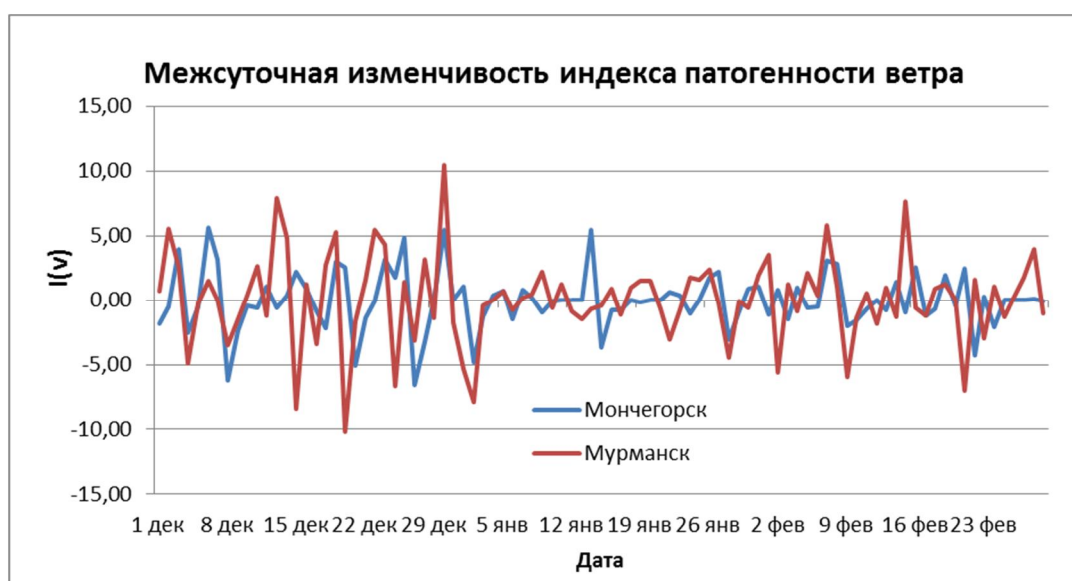


Рисунок 3.12– Межсуточная изменчивость индекса патогенности ветра, зима, 2015-2016 гг.

Рассмотрим изменение составляющих индекса патогенности в районах станций Мончегорск и Мурманск в течении зимы 2015-2016гг.

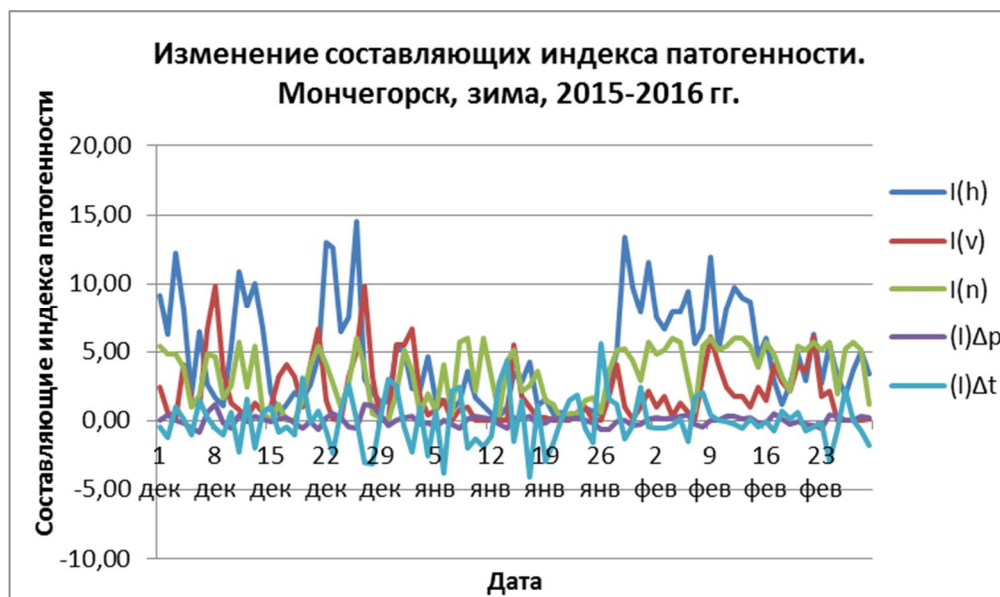


Рисунок 3.13 – Изменение составляющих индекса патогенности.
Мончегорск, зима, 2015-2016 гг.

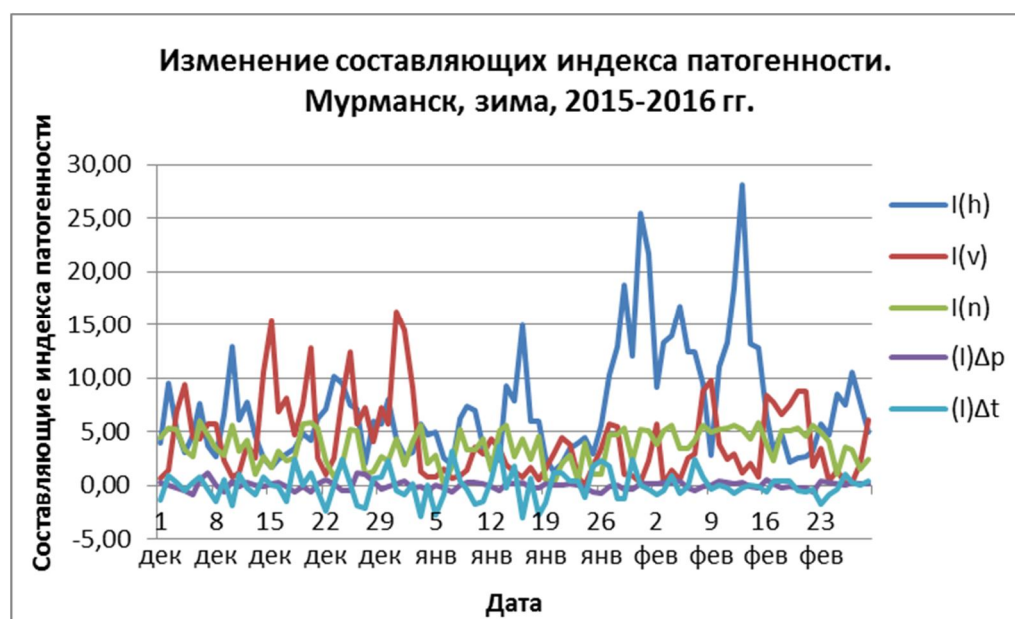


Рисунок 3.14 – Изменение составляющих индекса патогенности.
Мурманск, зима, 2015-2016 гг.

Временной ход индекса патогенности в зимнее время года показывает, что наибольший вклад в значение индекса патогенности в атмосфере обоих городов вносят индексы патогенности влажности и скорости ветра. Эти

же параметры индексов имеют наибольшую межсуточную изменчивость. Следует отметить, что в Мурманске индекс влажности гораздо выше, это объясняется тем, что процент влагосодержания в атмосфере города Мурманск выше, чем в Мончегорске благодаря его приморскому расположению (рис 3.13,3.14).

Рассмотрим изменение составляющих индекса патогенности в районе станций Мончегорск и Мурманск за лето 2016 г.

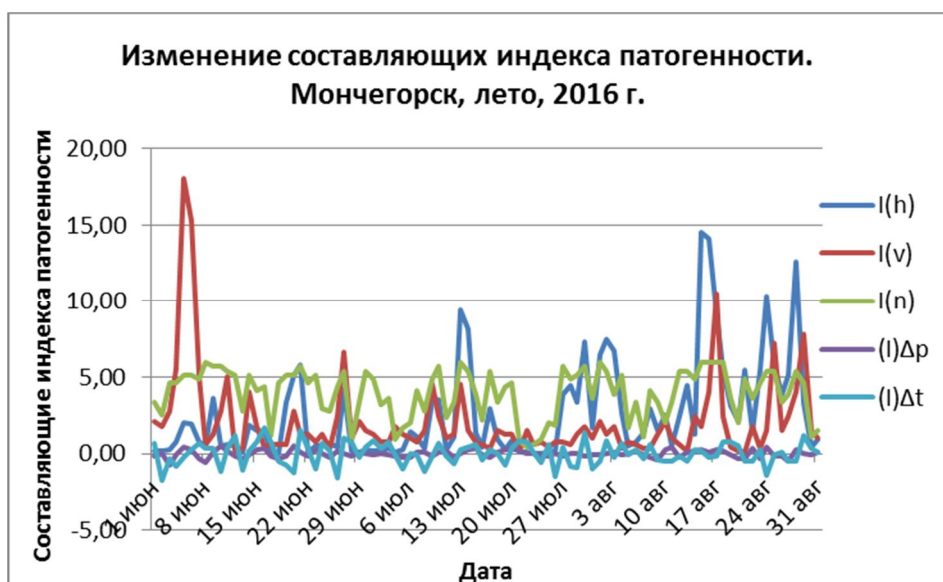


Рисунок 3.15 – Изменение составляющих индекса патогенности.
Мончегорск, лето, 2016 г.



Рисунок 3.16– Изменение составляющих индекса патогенности.
Мурманск, лето, 2016 г.

Летом наблюдается похожая ситуация - ход индекса патогенности обуславливается индексами влажности и скоростью ветра. Исходя из изучения составляющих индекса патогенности, можно сказать, что индексы ветра и влажности играют большую роль, которая определяет сам индекс патогенности (рис. 3.15, 3.16).

Изучим ход индекса патогенности (I) и индекса температуры ($I(t)$) в районе станций Мончегорск и Мурманск за зиму 2015-2016 гг.

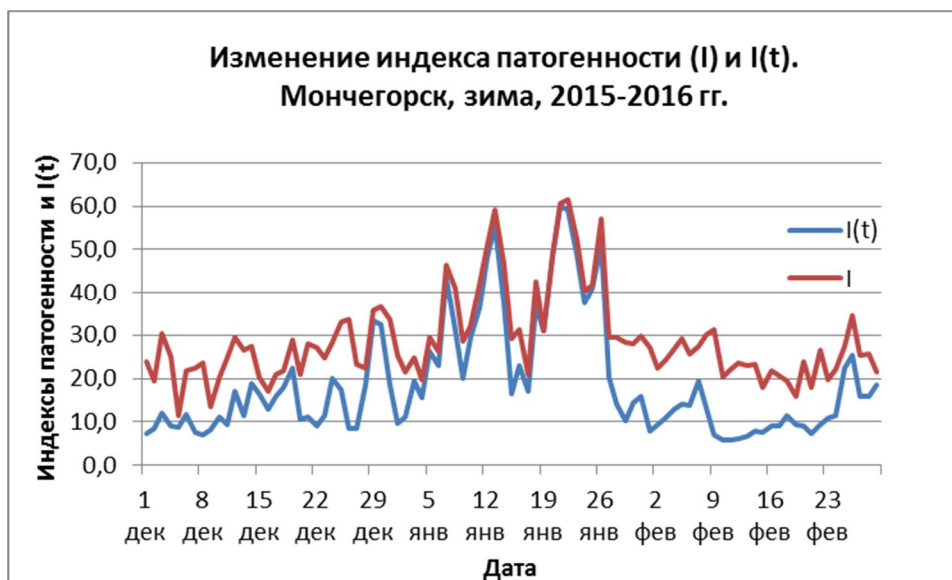


Рисунок 3.17– Ход индекса патогенности (I) и индекса патогенности температуры (I(t)). Мончегорск, зима, 2015-2016 гг.

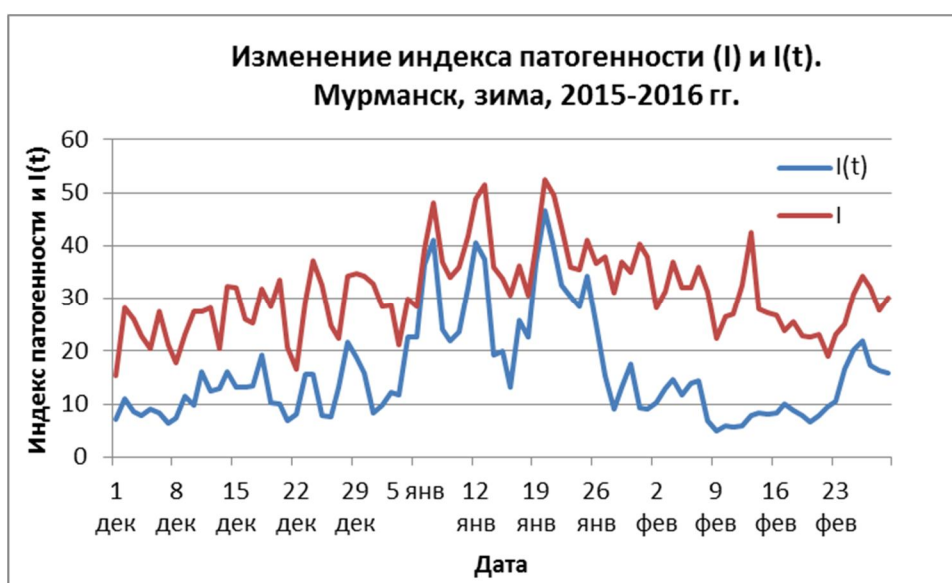


Рисунок 3.18– Ход индекса патогенности (I) и индекса патогенности температуры (I(t)). Мурманск, зима, 2015-2016 гг.

Исходя из изображений видно, что индекс патогенности в зимнее время меняется в интервале от 16 до 60 единиц. По классификации Андреева С.С. данные результаты можно оценить так, что наши значения меняются от «раздражающих» до «острых». На протяжении всей зимы индекс патогенности практически всегда принимает «острые» значения, за исключением конкретных дней зимы, где он принимает «раздражающие» значения. Наиболее

высокие значения индекс патогенности принимает в г. Мончегорске, что составляет 60 единиц, в то время как в Мурманске он достигает всего 50 единиц. Из рисунка так же видно, что весьма значительное влияние в холодное время года на индекс патогенности оказывает индекс патогенности температуры (рис 3.17, 3.18).

Изучим индекса патогенности (I) и индекса температуры ($I(t)$) в районе станций Мончегорск и Мурманск за лето 2016 г.

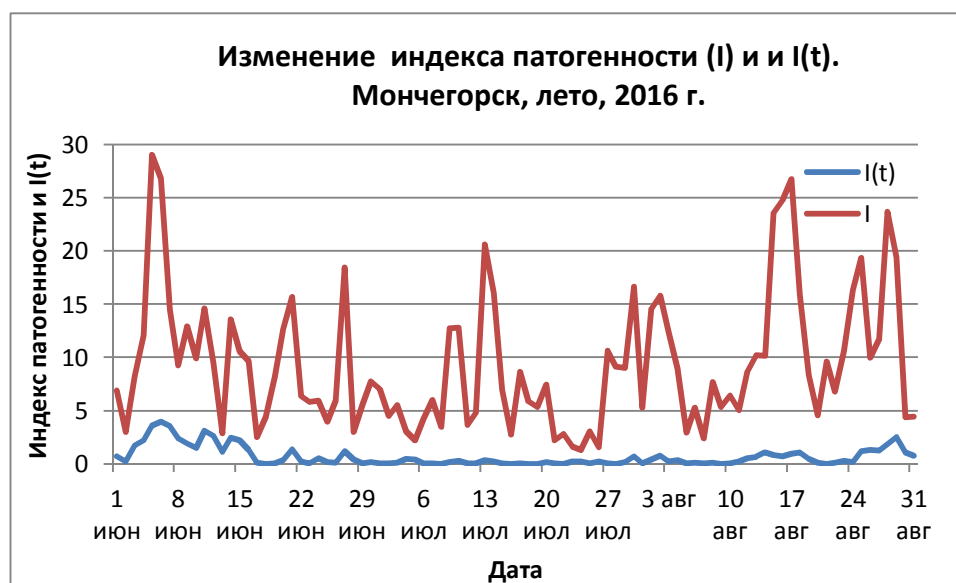


Рисунок 3.19– Изменение индекса патогенности (I) и индекса патогенности температуры ($I(t)$). Мочегорск, лето, 2016 г.



Рисунок 3.20 – Изменение индекса патогенности (I) и индекса патогенности температуры ($I(t)$). Мурманск, лето, 2016 г.

Летом наблюдается другая тенденция. Значения I по шкале Андреева С.С. в обоих городах меняются от «оптимальных» до «острых» (от 2 до 37 единиц). Наибольшие значения в летнее время года индекс патогенности принимает в г. Мурманск. Индекс патогенности температуры в летнее время года не оказывает никакого влияния на сам индекс патогенности (рис. 3.19, 3.20).

Рассмотрим годовой ход среднемесячного значения индекса патогенности и его стандартного отклонения. Из рисунка 3.21 следует, что стандартное отклонение значительно отличается от наших среднемесячных значений индекса патогенности, в некоторые месяцы, например, в феврале величина отклонения достигает более 5 единиц.

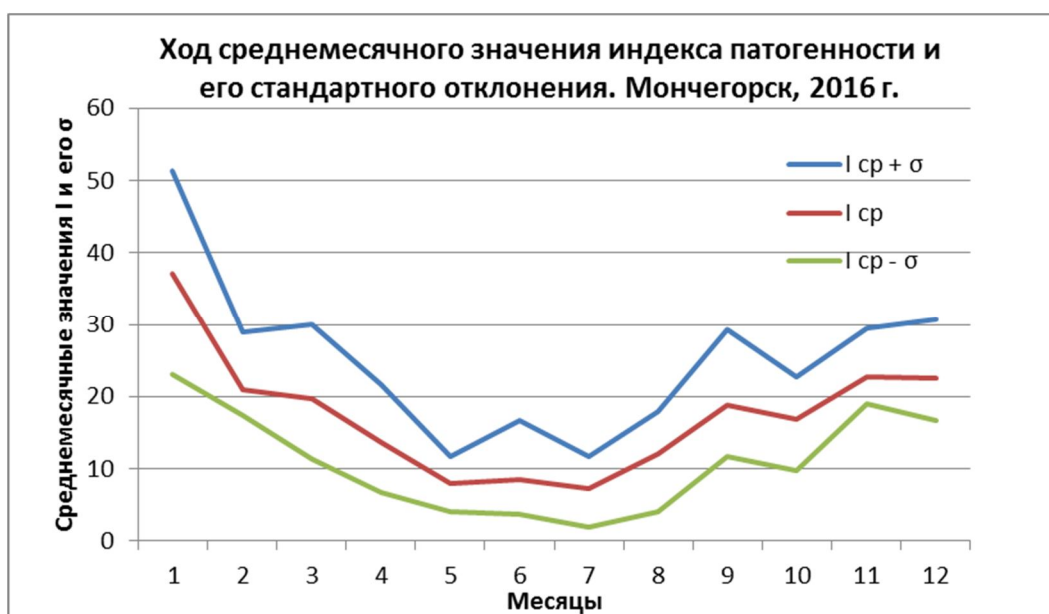


Рисунок 3.21 – Ход среднемесячного значения индекса патогенности и его стандартного отклонения. Мончегорск, 2016 г.

3.2 Оценка суровости погоды

Для оценивания суровости зимнего времени года используется параметр – балл «жесткости погоды» по Бодману.

На рисунке 3.21 представлены значения на станциях Мурманск и Мончегорск за зиму 2015-2016 гг.

$$S = (1 - 0,4 \times t) \times (1 + 0,272 \times V) \quad (3.2)$$

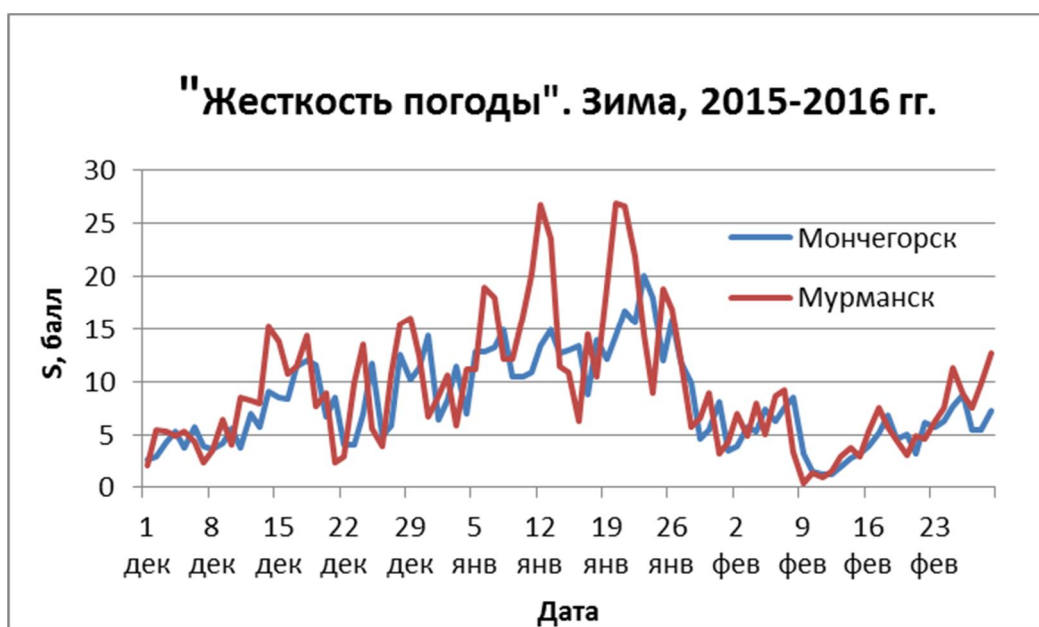


Рисунок 3.22 – Оценка суровости погоды по Бодману в городах Заполярья.
Зима, 2015-2016 гг.

На рисунке 3.22 наблюдается, что в зимнее время года погода в районе Мурманска и Мончегорска по шкале Бодмана меняется от мало-суровой до крайне-суровой. Так же на графике четко видно, что на станции Мурманск показатель жесткости погоды значительно выше в январе месяце. Это обуславливается тем, что зимой, из-за достаточно низкой средне-сезонной температуры г. Мурманск может находиться в атлантико-арктической

зоне умеренного климата, который образуется под воздействием Белого моря, данное влияние усиливает тёплое Северо-Атлантическое течение. Фактически это способствует сильному отличию климатологической картины Мурманска от климата других городов, расположенных в Заполярье. В Мурманске наблюдаются высокие температуры воздуха зимой, по сравнению с другими северными городами. Также на балл «жёсткости погоды» значительно повлияло средне-сезонное значение скорости ветра. В Мурманске он имеет муссонный характер движения, в зимнее время года преобладают южные ветра с континента, которые несут сухую морозную погоду в город.

3.2 Оценка тепловой нагрузки на человека.

Оценивать тепловую нагрузку на человека мы будем исследовать с помощью метода Стедмана. Рассматривая при этом как неблагоприятную Тэф, так и среднюю Тэф (оценка тепловой нагрузки на человека по среднесуточным значениям).

$$T_{эф} = - 2,7 + 1,04 \times t + 2,0 \times e - 0,65 \times V \quad (3.3)$$

где $e = \left(\frac{f}{100}\right) \times 6,1 + 2,0 \times e^{((17,27 \times t) + (237,7 + t))}$ – парциальное давление водяного пара (гПа);
 t, f, V – соответственно среднесуточные значения этих метеозаписей;

Рисунок 3.23 – Составляющие эффективной температуры

Рассмотрим изменение составляющих неблагоприятной эффективной температуры в Мончегорске и Мурманске за зимний период 2015-2016гг.

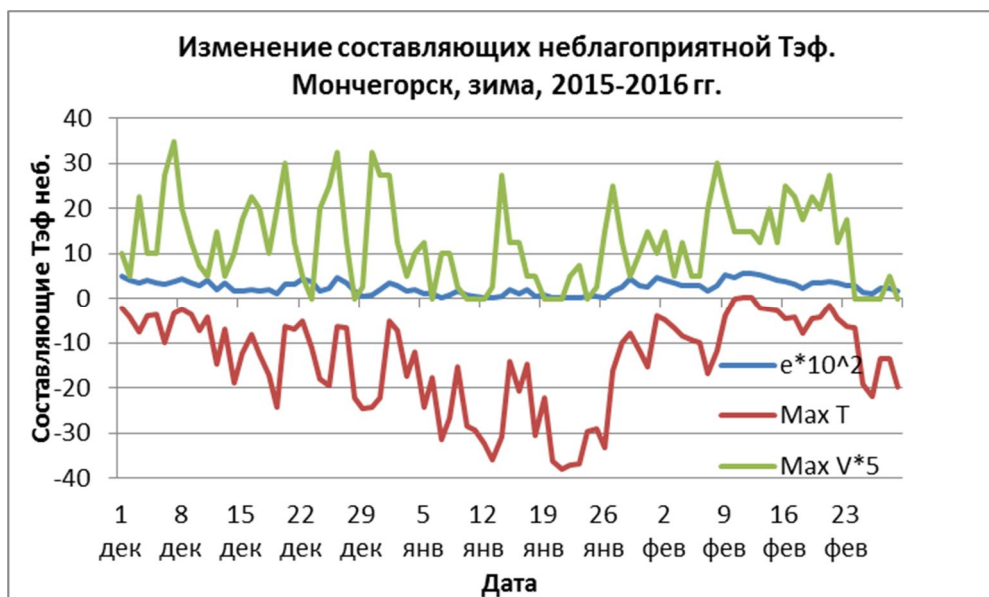


Рисунок 3.24– Изменение составляющих неблагоприятной Тэф.
Мончегорск, зима, 2015-2016 гг.

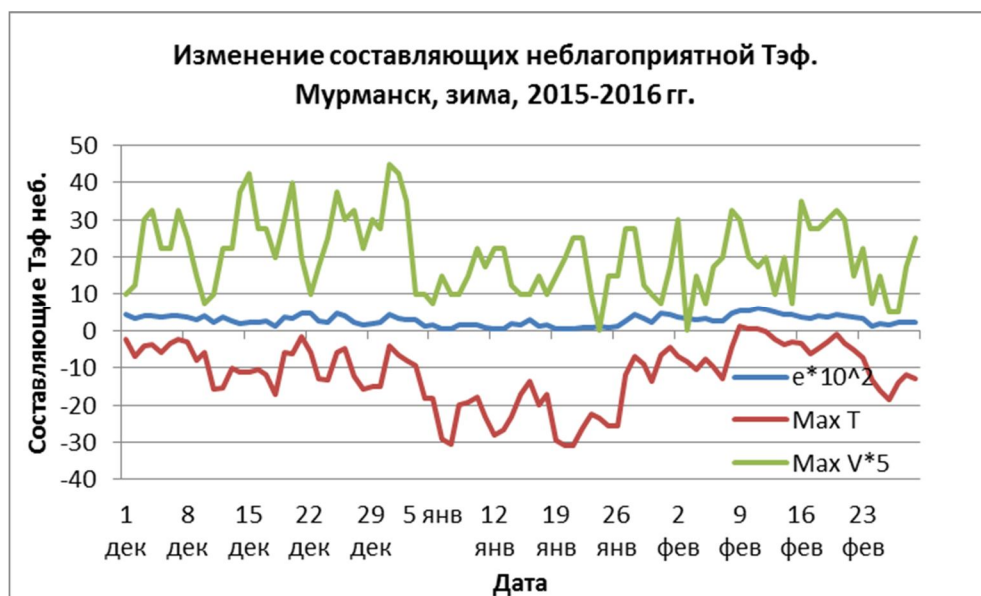


Рисунок 3.25 – Изменение составляющих неблагоприятной Тэф.
Мурманск, зима, 2015-2016 гг.

В зимнее время года скорость ветра значительно влияет на эффективную температуру, рассчитанную для атмосферы обоих городов, но в Мурманске ветровой фактор больше. Однако, составляющая Тэф, определяемая температурой воздуха на 10 градусов выше в атмосфере г. Мончегорска (рис 3.24, 3.25).

Также рассмотрим изменение составляющих неблагоприятной эффективной температуры в Мончегорске и Мурманске за летний период 2016 г.

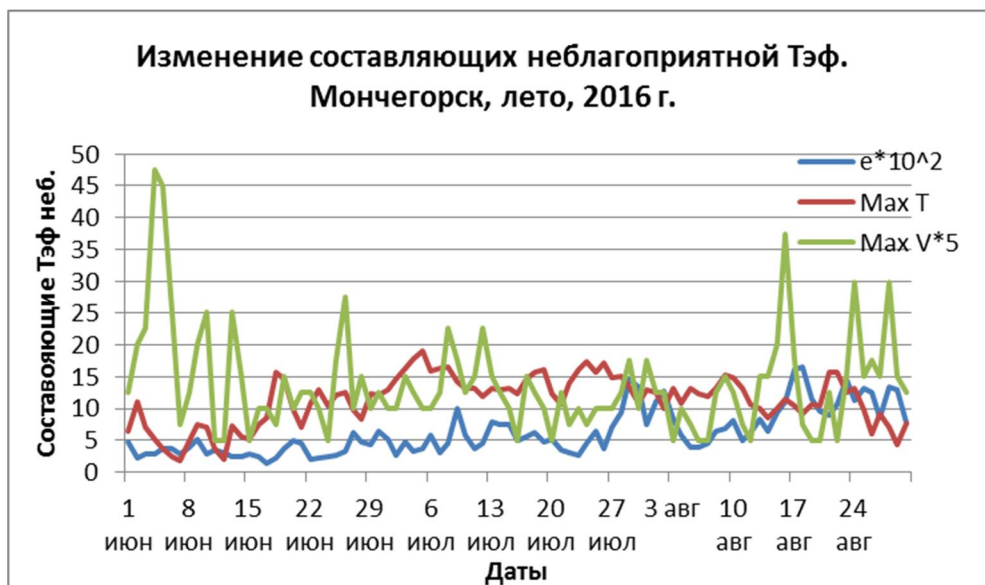


Рисунок 3.26 – Изменение составляющих неблагоприятной Тэф. Мончегорск, лето 2016 г.

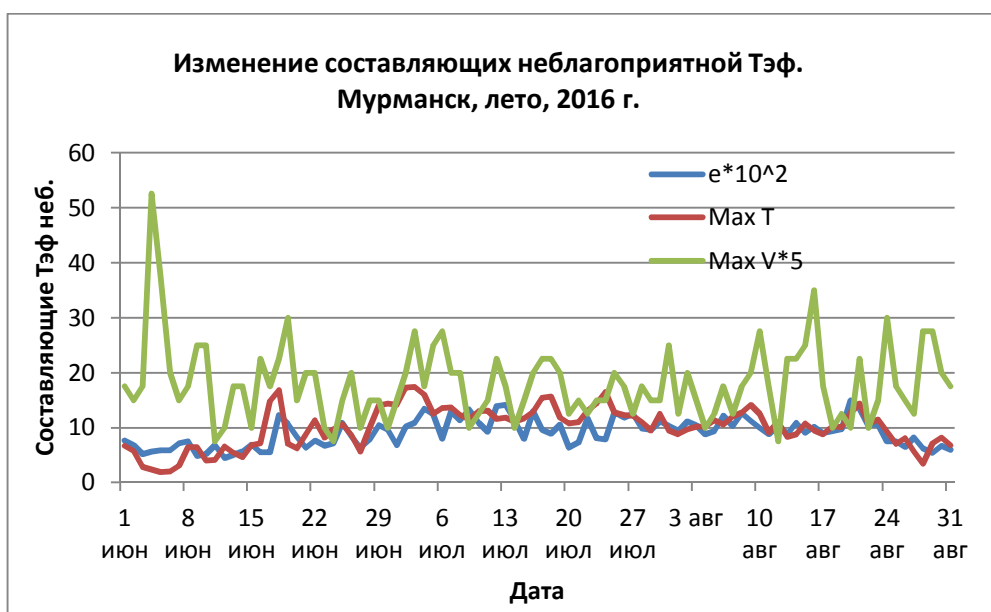


Рисунок 3.27 – Изменение составляющих неблагоприятной Тэф. Мурманск, лето 2016 г.

Из рисунка 3.26 и 3.27 следует, что в летнее время скорость ветра в обоих городах также вносит значительный вклад в тепловую нагрузку на человека с небольшим преобладанием влияния для атмосферы города Мурманска. Однако летом в атмосфере Мурманска влажность воздуха играет большую роль в значении ощущаемой температуры по сравнению с атмосферой г. Мончегорска.

Исследуем ход неблагоприятной эффективной температуры в Мончегорске и в Мурманске за зимний и летний период 2015-2016 гг.

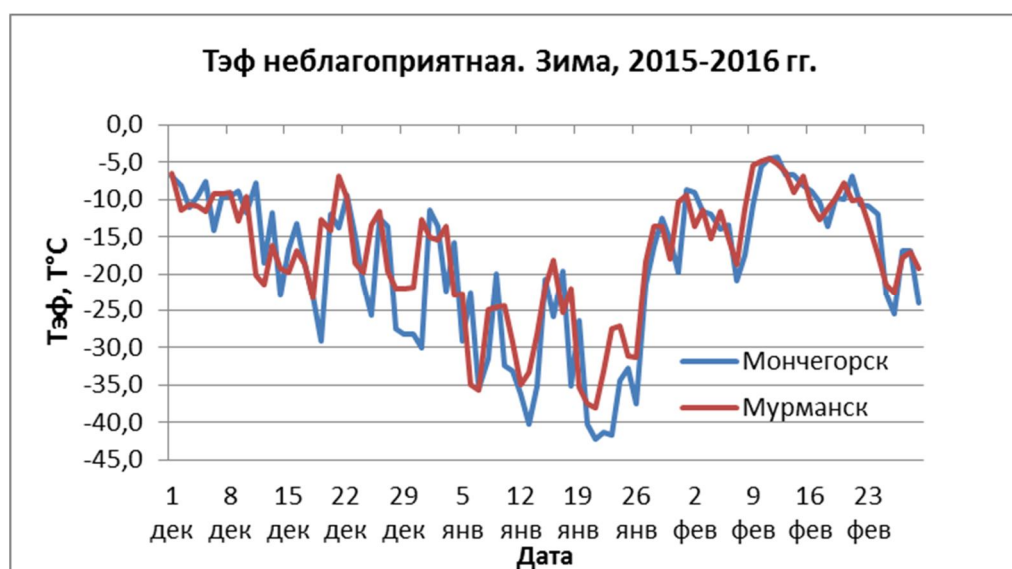


Рисунок 3.28– Ход неблагоприятной Тэф в городах Заполярья.
Зима, 2015-2016 гг.

Рассматривая ход неблагоприятной эффективной температуры в зимний период на данных станциях можно отметить, что погодные условия представляют опасность в январе месяце, так как значения неблагоприятной Тэф в январе опускаются ниже -28°C , что по шкале эффективной температуры означает возможное обморожение открытых участков кожи, при нахождении на улице более тридцати минут в г. Мурманске. Мончегорская зима прохо-

дит с более низкими ощущаемыми температурами, вследствие чего, человек может обморозить открытые участки кожи уже спустя десять минут. В декабре и феврале месяце, если человек одет по погоде, то его здоровью ничего не угрожает. Более низкие эффективные температуры отмечаются в атмосфере г. Мончегорска (рис. 3.28).

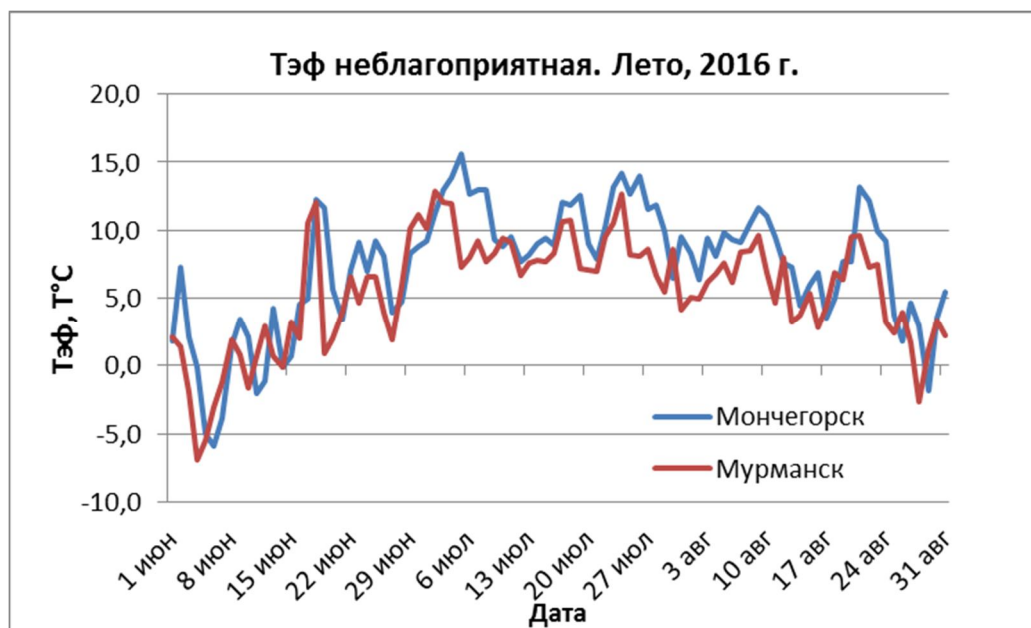


Рисунок 3.29 – Ход неблагоприятной Тэф в городах Заполярья.
Лето, 2016 г.

Исходя из данного рисунка, мы видим, что за летний период на данных станциях, опасности для человека, который одет по погоде, ничего не представляет. Следует отметить, что в атмосфере г. Мончегорска летом Тэф неблагоприятная может быть выше на более, чем на 5 градусов по Цельсию (рис. 3.29).

Рассмотрим изменение составляющих средней эффективной температуры в Мончегорске и в Мурманске за зимний период 2015-2016 гг.

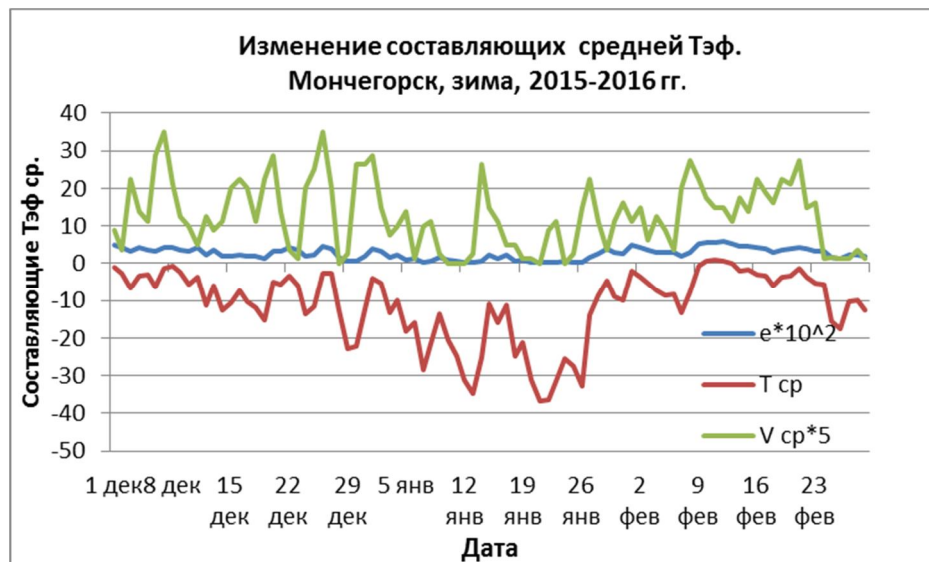


Рисунок 3.30– Изменение составляющих средней Тэф.
Мончегорск, зима, 2015-2016 гг.

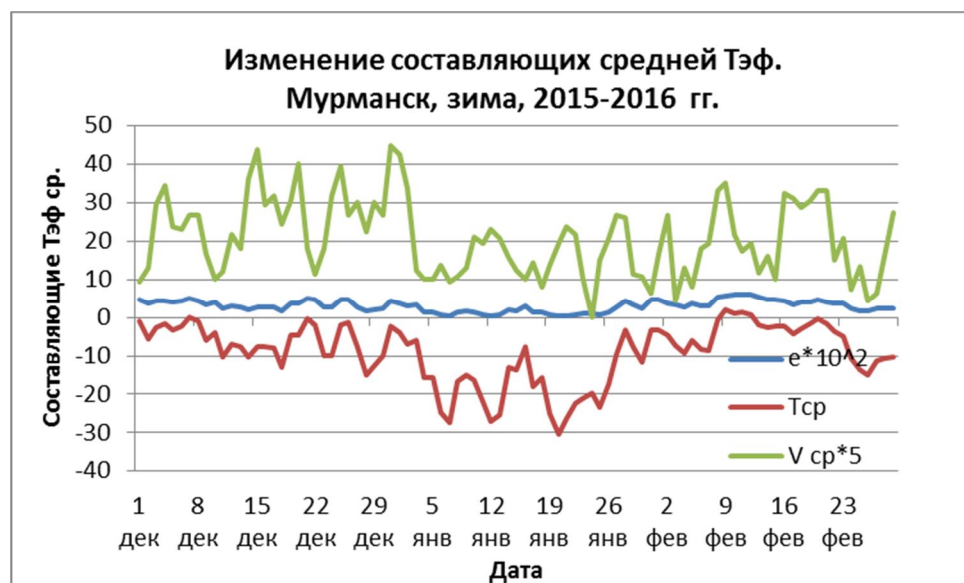


Рисунок 3.31–Изменение составляющих средней Тэф.
Мурманск, зима, 2015-2016 гг.

Из рисунков 3.30 и 3.31 следует, что наибольший вклад для формирования тепловой нагрузки на человека в холодное время года в обоих городах осуществляется под влиянием скорости ветра. Стоит отметить, что наибольшая

скорость ветра наблюдается в г. Мурманске. Температура воздуха также имеет большие величины и значительно влияет на тепловую нагрузку на человека. Более суровые температуры наблюдаются в г. Мончегорск. Влажность же в это время года, в среднем, мало влияет на эффективную температуру Тэф.

Оценим годовой ход составляющих средней эффективной температуры в Мончегорске и Мурманске за летний период 2016 г.

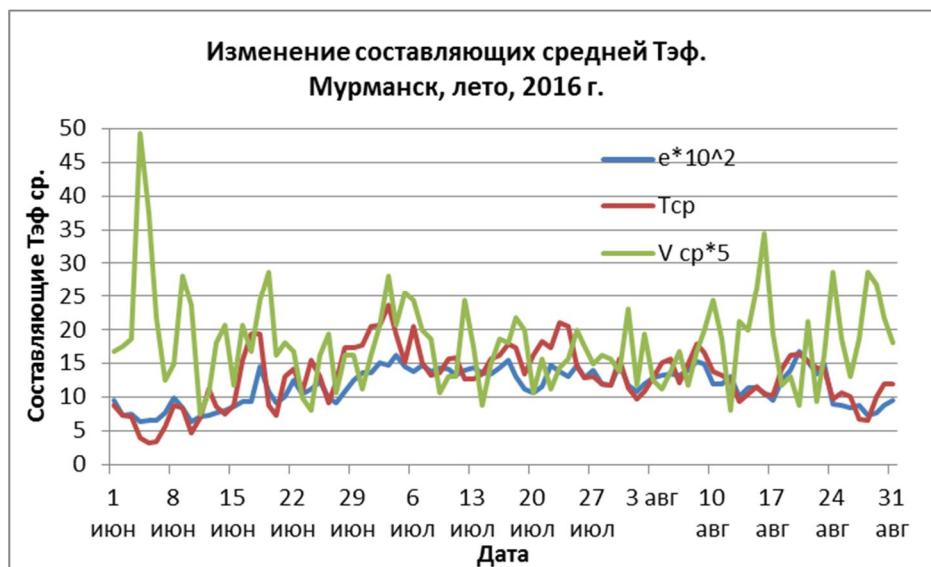


Рисунок 3.32 – Изменение составляющих средней Тэф.
Мончегорск, лето 2016 г.

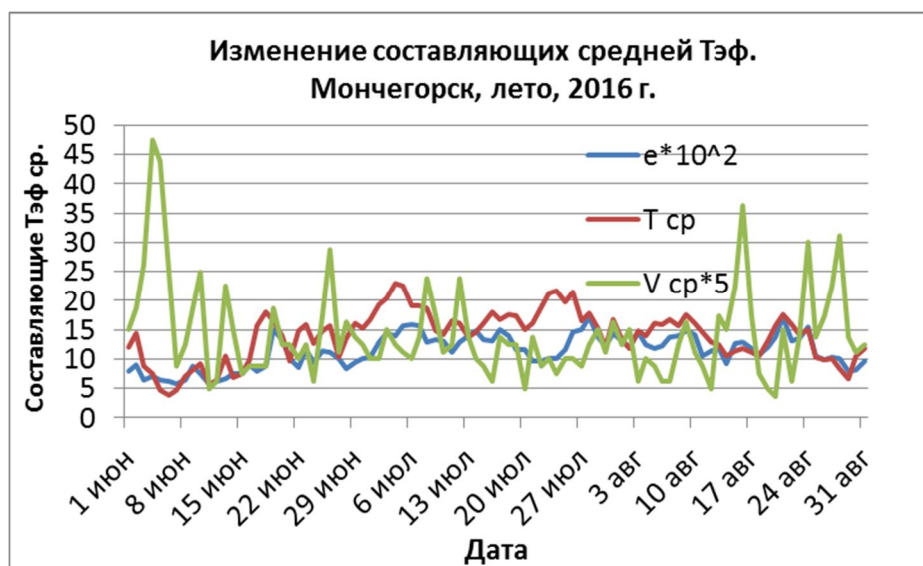


Рисунок 3.33 Изменение составляющих средней Тэф.
Мончегорск, лето 2016г.

Как следствие из вышеупомянутого, скорость ветра в теплое время года также вносит наибольший вклад в формирование тепловой нагрузки на человека. Температура воздуха в обоих городах летом может оказывать существенное влияние на среднесуточную эффективную температуру Тэф. Влажность воздуха, как мы видим, летом имеет гораздо большее значение в формировании тепловой нагрузки на человека. (рис. 3.32, 3.33).

Рассмотрим ход средней эффективной температуры в Мончегорске и в Мурманске за зимний период и за летний 2015-2016гг. отражен на рисунках 3.34 и 3.35.

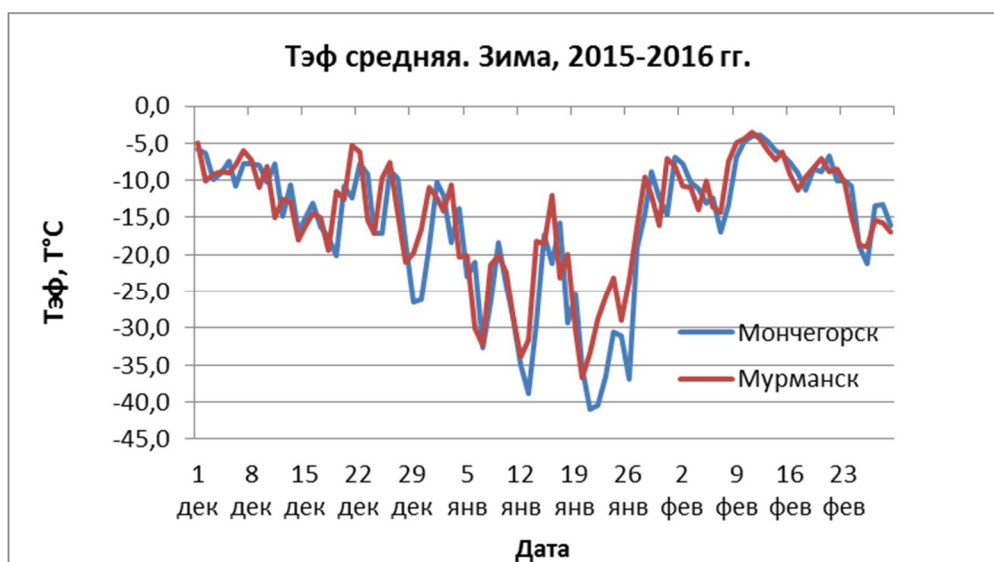


Рисунок 3.34 – Ход средней Тэф в городах Заполярья.
Зима, 2015-2016 г.

Исходя из данных хода Тэф средней, в зимнее время года наблюдается, что ощущаемая температура в декабре и феврале месяце преимущественно является комфортной и не представляет опасности для человека. В январе месяце наблюдается отклонения в ощущаемой температуре, которые опускаются ниже -28°C . Следственно, по шкале Тэф Андреева С.С. в г. Мурманск эти значения входят в предел опасных и представляют опасность для человека,

который будет находиться на улице более получаса. Как следствие, этот человек может получить обморожение открытых участков кожи. Отмечается, что в Мончегорске средняя Тэф опускается гораздо ниже, чем в Мурманске, это чревато тем, что в г. Мончегорск по шкале ощущаемой температуры, человек может получить обморожение открытых участков уже спустя десять минут. Зима в Мончегорске проходит с более суровыми отметками ощущаемой температуры (рис. 3.34).

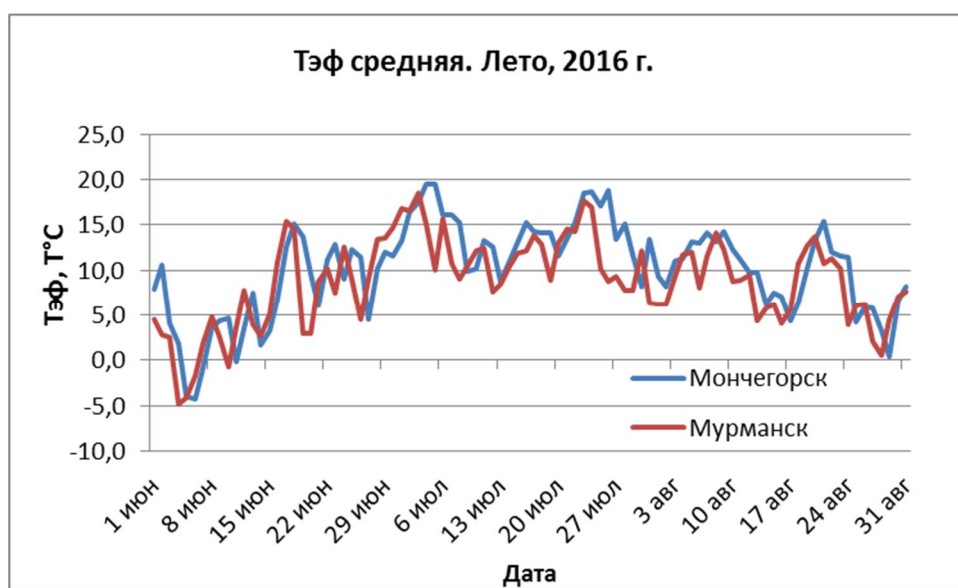


Рисунок 3.35 – Ход средней Тэф в городах Заполярья.
Лето, 2016 г.

В летний период все значения средней Тэф входят в предел оптимальных комфортных условий для проживания человека в обоих городах. Не наблюдается высокой разницы в пределах изменения ощущаемой температуры между двумя рассматриваемыми станциями (рис. 3.35).

Заключение

В ходе выполненной мной работы был подробно рассмотрен биометеорологический режим атмосферы двух городов, находящихся в разных районах Заполярья – это Мурманск – город, который находится в приморском районе и Мончегорск – город, находящийся в континентальной зоне. Они были изучены, как с точки зрения изменчивости стандартных метеорологических параметров и характеристик, так и с точки зрения оценки биометеорологических параметров.

Исходя из анализа проделанной мной работы, можно сделать такие выводы об изменчивости биометеорологических параметров в городах Заполярья:

- Внутрисуточная амплитуда температуры воздуха в течение всего года может принимать значения часто превышающие 8 градусов, что оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека;
- Внутрисуточная амплитуда атмосферного давления в летнее время года не превышала четырех гектопаскалей, а зимнее время в 12% дней превышала 6 гектопаскалей;
- Индекс патогенности в городах Заполярья меняется в зимнее время года от 10 до 60 в г. Мончегорске и до 52 в г. Мурманске. В континентальной зоне индекс патогенности больше. В летнее время года индекс патогенности только в трех процентов дней периода принимает значения, неблагоприятные для здоровья человека;
- В обоих городах на протяжении всего теплого времени года наблюдаются оптимальные условия для проживания. Неблагоприятная погода в теплое время года наблюдается при усилении ветра и росте влажности воздуха;
- В холодное время года наибольшее влияние на рост индекса патогенности имеет скорость ветра и влажность воздуха в зимнее время года, а в летнее

время года, кроме скорости ветра и влажности воздуха на величину индекса патогенности влияет и облачность;

– В среднем в годовом ходе индекса патогенности отмечается, что в рассматриваемый период времени крайне неблагоприятные для человека значения он принимает только в декабре и январе месяце. Комфортные значения индекса принимает в период с мая по август. Наиболее изменчив индекс патогенности в весеннее и осеннее время года;

– Наибольшее значение индекса суровости погоды принимает в отдельные дни в атмосфере г. Мурманска. В городах Заполярья в 70% случаев индекс суровости соответствует классу крайне суровой погоды;

– Эффективная или ощущаемая температура в городах Заполярья в зимнее время меняется от – 5 до 41 градуса в Мончегорске и до 36 – в Мурманске. В летнее время эта биометеорологическая характеристика меняется от – 6 в первые дни июня до 16 градусов в атмосфере Мончегорска и до 13 градусов в г. Мурманске.

Оценка биометеорологического режима атмосферы должна быть использована при организации жизнедеятельности населения, организации туристского и курортного дела и для организации профилактических мероприятий для населения работниками здравоохранения.

Список использованной литературы

1. Головина Е. Г., Русанов В. И. Некоторые вопросы биометеорологии. СПб, 1993 г. – 90 с.
2. Мурманская область. Вводный очерк. Кольская энциклопедия. Т.1. СПб: ИС. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2008 г. – 193 с. 3.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971 г.
4. Бялко А.В. Наша планета – Земля. – М.: Наука, 1983. – 192 с.
5. Киселев А.А., Шевченко А.В. Мурманская область: география и история освоения. Учебное пособие. – Мурманск.- 1996 г. – 214 с.
6. География Мурманской области. Под ред. Крючкова В.В. Мурманск: Кн. Изд-во, 1993 г. – 153 с.
7. Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1961 г. –200 с.
8. <https://cyberleninka.ru/> [электронный ресурс]
9. <http://www.team51.ru/> [электронный ресурс]
10. <https://geographyofrussia.com/> [электронный ресурс]
11. <https://ecoportal.info/> [электронный ресурс]