



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**  
(магистерская работа)

На тему Оценка метеопатических факторов в атмосфере Санкт-Петербурга

Исполнитель Хулапа Евгений Викторович

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Головина Елена Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

*Заведующий кафедрой*

  
(подпись)

доктор физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова ОС

(фамилия, имя, отчество)

08.06 2021 г.

Санкт-Петербург  
2021

## Оглавление

Введение.....	4
1 Основные характеристики метеорологического режима атмосферы Санкт-Петербурга .....	6
1.1 Физико-географическая характеристика .....	6
1.2 Основные климатообразующие факторы атмосферы района.....	7
1.2.1 Режим потоково-солнечной радиации .....	7
1.2.2 Особенности атмосферной циркуляции .....	9
1.2.3 Атмосферное давление.....	12
1.2.4 Динамический режим атмосферы .....	14
1.2.5 Температура воздуха.....	17
1.2.6 Влажность воздуха.....	20
1.2.7 Атмосферные осадки .....	21
1.2.8 Облачность.....	22
1.3 Основные синоптические процессы атмосферы района .....	24
1.3.1 Характеристика классификаций синоптических процессов.....	24
1.3.2 Синоптические процессы осенне-зимнего периода .....	27
1.3.3 Синоптические процессы весенне-летнего периода .....	30
1.3.4 Выводы по синоптической обстановке.....	33
2 Методы оценки биометеорологического режима атмосферы.....	34
2.1 Биометеорологические параметры .....	34
2.2 Классификация погоды для медицинских целей .....	39
3 Оценка биометеорологических параметров атмосферы Санкт-Петербурга ...	55
3.1 Изменчивость метеорологических величин в атмосфере Санкт-Петербурга .....	55
3.1.1 Температура .....	56
3.1.2 Атмосферное давление .....	58
3.1.3 Скорость ветра.....	60

3.1.4 Влажность .....	62
3.1.5 Облачность .....	64
3.1.6 Межсрочная изменчивость атмосферного давления .....	66
3.1.7 Межсрочная изменчивость температуры .....	68
3.2 Анализ изменчивости индекса патогенности .....	70
3.2.1 Зима.....	71
3.2.2 Весна .....	72
3.2.3 Лето.....	73
3.2.4 Осень.....	75
3.2.5 Выводы .....	75
3.3 Изменчивость тепловой нагрузки атмосферы на организм человека .....	76
4 Оценка метеопатических факторов атмосферы.....	79
4.1 Оценка факторов, влияющих на индекс патогенности.....	79
4.2 Оценка факторов. Влияющих на Тэф. ....	82
4.3 Классификация тепловой нагрузки атмосферы на организм человека. ....	84
Заключение .....	87
Список используемых источников:.....	89
Приложение 1 .....	93
Приложение 2 .....	93
Приложение 3 .....	95

## Введение

Организм человека подвержен сильному влиянию состояния атмосферы. Именно поэтому необходимо проводить исследования в конкретных регионах, выявлять закономерности взаимосвязи комплекса метеорологических параметров с самочувствием людей.

Сложность оценки влияния каждого фактора внешней среды на организм человека требует создания банка данных состояния организма человека и одновременно зарегистрированных характеристиках окружающей человека среды.

Целью данного исследования является оценка биометеорологического режима атмосферы и взаимосвязей с отдельными метеорологическими характеристиками в Санкт-Петербурга за 15 лет (2004-2020).

Для осуществления цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Статистическая обработка базы метеорологической информации
2. Оценка изменчивости метеорологических величин в атмосфере Санкт-Петербурга
3. Расчет биометеорологических параметров (индекс патогенности, эффективная температура по Сидману, тепловая нагрузка по А. Миссенарду)
4. Расчет коэффициента корреляции метеорологических величин с биометеорологическими параметрами

В первой главе рассматриваются основные метеорологические характеристики режима атмосферы Санкт-Петербурга, а именно физико-географическая характеристика, основные климатообразующие факторы, режим потоково солнечной радиации, особенности атмосферной циркуляции, атмосферное давление, динамическим режим атмосферы, температура, влажность воздуха, атмосферные осадки, характеристика классификаций синоптических процессов, синоптические процессы осенне-зимнего и весенне-летнего периода.

Вторая глава посвящена методам оценки биометеорологического режима атмосферы, описанию биометеорологических параметров и классификация погоды для медицинских целей.

В третьей главе производится анализ изменчивости метеорологических величин, индекса патогенности и тепловой нагрузки на организм человека по расчетам и статистическим данным за последние 15 лет на территории Санкт-Петербурга.

В последней главе идет оценка взаимосвязей и зависимостей факторов, влияющих на индекс патогенности и эффективную температуру, а так же классификация тепловой нагрузки атмосферы на человека.

В заключении подведены выводы из всей проделанной работы.

# 1 Основные характеристики метеорологического режима атмосферы Санкт-Петербурга

## 1.1 Физико-географическая характеристика

Санкт-Петербург расположен на северо-западе страны, в западной части Приневской низменности, при впадении р. Нева в Финский залив Балтийского моря, на 42 островах разветвленной дельты р. Нева. Высота города над уровнем моря составляет: для центральных районов — 1 – 5 м, северных периферийных районов — 5 – 30 м, южных и юго-западных периферийных районов — 5 – 22 м. Самое высокое место в черте города — Дудергофские высоты в районе Красного Села с максимальной высотой 176 м [1]. Город без учёта пригородов расположен между  $60^{\circ}5'$  (Промышленная зона Парнас) и  $59^{\circ}48'$  с.ш. (Авиагородок). Протяжённость Санкт-Петербурга в административных границах: с севера на юг в пределах кольцевой автодороги (КАД) — 32 км (за пределами КАД – 52 км), с северо- запада на юго-восток за пределами КАД, — около 90 км. Таким образом, географический центр Санкт-Петербурга находится в Финском заливе, недалеко от пос. Ольгино и имеет координаты:  $59^{\circ}57'$  с.ш,  $30^{\circ}19'$  в.д. Высокоширотное положение города обуславливает явление так называемых «белых ночей».

В основном город располагается ниже 60 метров над уровнем моря (рисунок 1) [2].

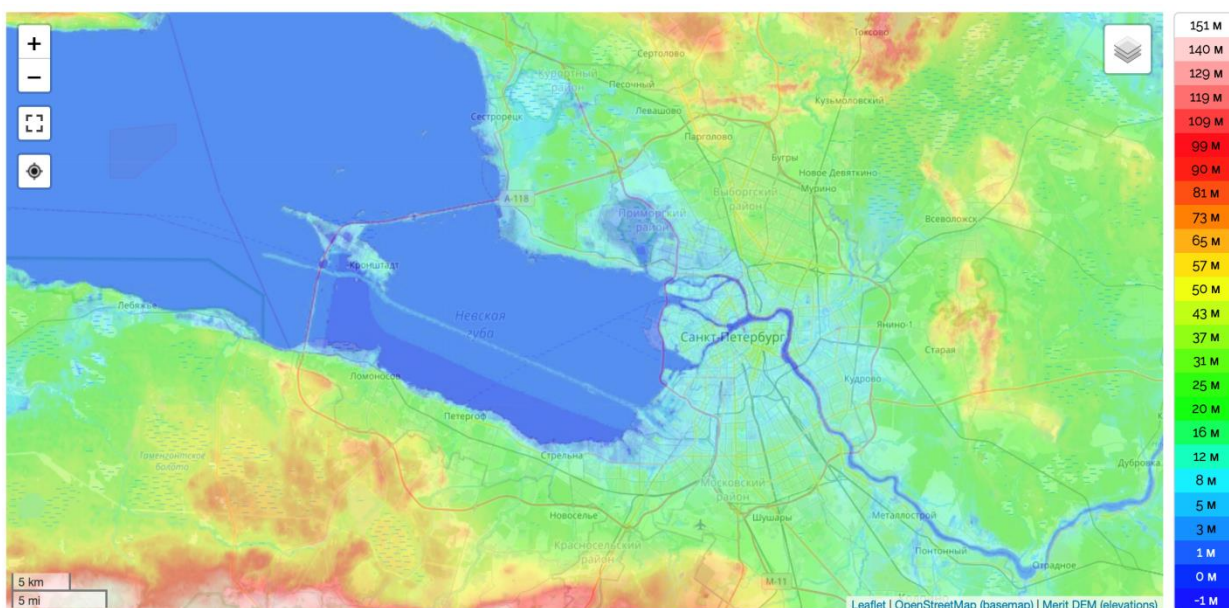


Рисунок 1 - Топографическая карта Санкт-Петербурга.

## 1.2 Основные климатообразующие факторы атмосферы района

### 1.2.1 Режим потоково-солнечной радиации

Солнечная радиация является одним из главных климатообразующих факторов. Основными элементами радиационного режима являются прямая солнечная радиация, поступающая на перпендикулярную солнечным лучам поверхность, рассеянная радиация неба, суммарная солнечная радиация, отраженная земной поверхностью радиация, радиационный баланс; кроме того, расчётные: прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность, поглощённая коротковолновая радиация, альbedo, эффективное излучение.

Среднегодовое значение суммарной солнечной радиации составляет 3070 МДж/м<sup>2</sup>, из которых на прямую солнечную радиацию приходится 1560 МДж/м<sup>2</sup>. В годовом ходе при реальных значениях облачности максимум суммарной радиации приходится на июнь – 578 МДж/м<sup>2</sup>, минимум – на декабрь (8 МДж/м<sup>2</sup>). [3].

В зимнее время преобладает рассеянная радиация, в то время как летом прямая (рисунок 2).

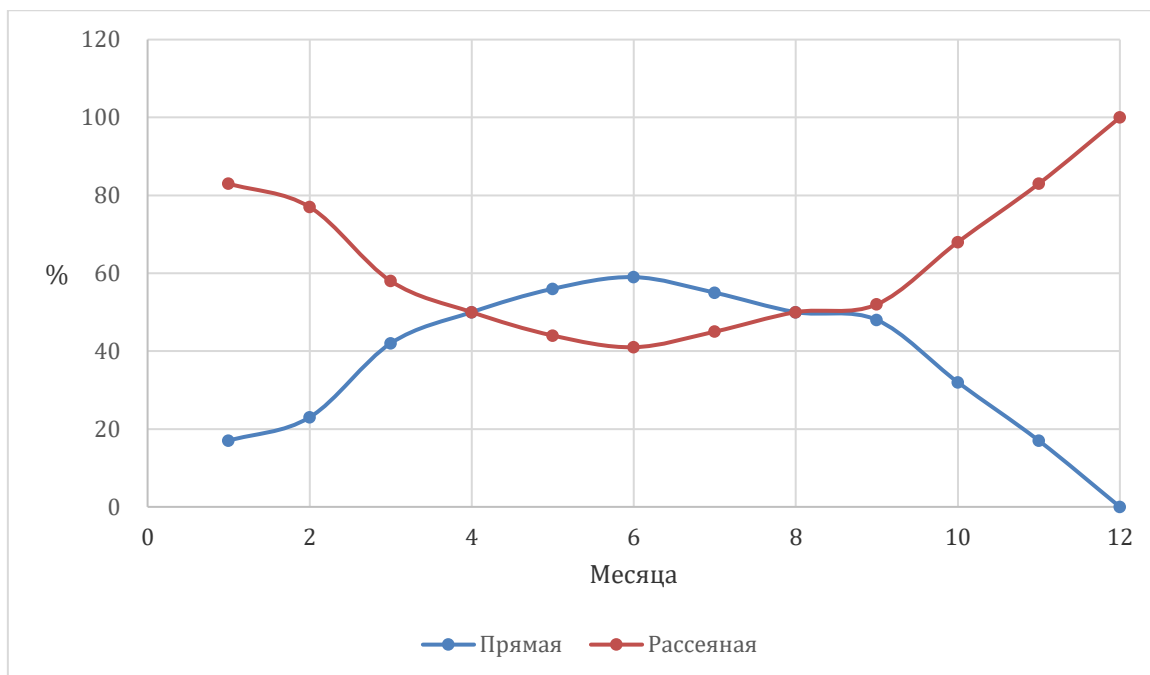


Рисунок 2 - Годовой ход отношения (%) месячных сумм рассеянной и прямой радиации к суммарной.

Для прямой радиации максимум также наблюдается в июне – 344 МДж/м<sup>2</sup>, а в декабре прямая солнечная радиация практически не поступает. Суточный ход суммарной и прямой радиации определяется высотой солнца.

Годовой ход радиационного баланса определяется суммарной радиацией, эффективным излучением и альбедо подстилающей поверхности и выражен отрицательными значениями с ноября по март (холодный период), положительными – с апреля по октябрь (тёплый период).

В черте города, из-за изменения альбедных характеристик, поглощение коротковолновой радиации увеличивается на 20 – 50 %, что может привести к увеличению радиационного баланса. Однако радиационный баланс уменьшается при преобладающей роли ослабления солнечной радиации антропогенными примесями в атмосферном воздухе. В загрязненной атмосфере больших городов умеренных широт коротковолновая радиация незначительно меньше длинноволновой; в городе наблюдается слабый радиационный дефицит, в сравнении с сельской местностью. Город влечёт изменения всех составляющих радиационного баланса, однако его суммарное изменение –



незначительно, что объясняется взаимной компенсацией изменений отдельных компонентов.

### 1.2.2 Особенности атмосферной циркуляции

Под атмосферной циркуляцией понимается совокупность основных воздушных течений. На северо-западе европейской части России где расположен Санкт-Петербург, основной чертой циркуляционных процессов является возникновение, перемещение и эволюция крупномасштабных атмосферных вихрей — циклонов и антициклонов. В системе атмосферной циркуляции на район Санкт-Петербурга перемещаются воздушные массы, сформировавшиеся над различными районами и имеющие разные метеорологические характеристики. Именно в зонах сходимости воздушных масс, которые называются атмосферными фронтами, возникают и развиваются циклоны. В области атмосферных фронтов наблюдаются сложные погодные условия: сильные ветры, обширные поля облаков и осадков, грозы, шквалы и т. д.

Антициклоны же в большинстве случаев характеризуются хорошей погодой. В центральной части их ветры слабые и только на периферии скорость ветра возрастает. Преобладает малооблачная сухая погода; лишь в нижних слоях воздуха главным образом в холодное полугодие, отмечается образование слоистых облаков и выпадение морозящих осадков [4].

Условия погоды в циклонах и антициклонах могут отличаться от описанных выше, так как они зависят от характера воздушных масс, в которых сформировано барическое образование, от стадии его развития, от особенностей подстилающей поверхности, от сезона и т. д. Однако в целом в антициклонах погодные условия более благоприятны, чем в циклонах.

Для Санкт-Петербурга характерна большая повторяемость воздушных масс атлантического происхождения, что определяет морские черты его климата. В холодное полугодие циклонические процессы усиливаются, а в

теплое, как правило, несколько ослабевают. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяют неустойчивый режим погоды во все сезоны.

Санкт-Петербург расположен вблизи «дорог циклонов», поэтому почти в течение всего года здесь наблюдается преобладание циклонической циркуляции. Лишь в мае и июле сумма антициклонических и малоградиентных барических полей имеет повторяемость, превышающую 50 %. Интересно отметить, что в Москве, расположенной всего в 600 км к юго-востоку от Санкт-Петербурга, в течение всего года преобладает антициклоническая циркуляция, характерная для континентального климата.

Циклоны на район Санкт-Петербурга перемещаются во все сезоны главным образом с запада, осенью и зимой велика также повторяемость перемещения циклонов с северо-запада, а весной и летом нередки выходы юго-западных циклонов. (таблица 1) [3].

Антициклоны приходят в район Санкт-Петербурга в большинстве случаев с запада и северо- и юго-запада, однако возможны вхождения их и с других направлений

Таблица 1 - Повторяемость (%) траекторий циклонов в районе Санкт-Петербурга в разное время года.

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	1	-	-	-	3	14	48	34
Весна	-	-	-	1	3	25	43	28
Лето	-	-	-	4	11	28	34	23
Осень	1	-	-	-	8	11	51	29
Год	1	-	-	1	6	20	44	28

Зимой циклоническая деятельность, как правило, усиливается, увеличивается повторяемость проходящих через Санкт-Петербург атмосферных фронтов (табл. 2, рисунок 3). В летний сезон число основных

фронтов уменьшается, но в тыловой части циклонов отмечается большое количество вторичных холодных фронтов.

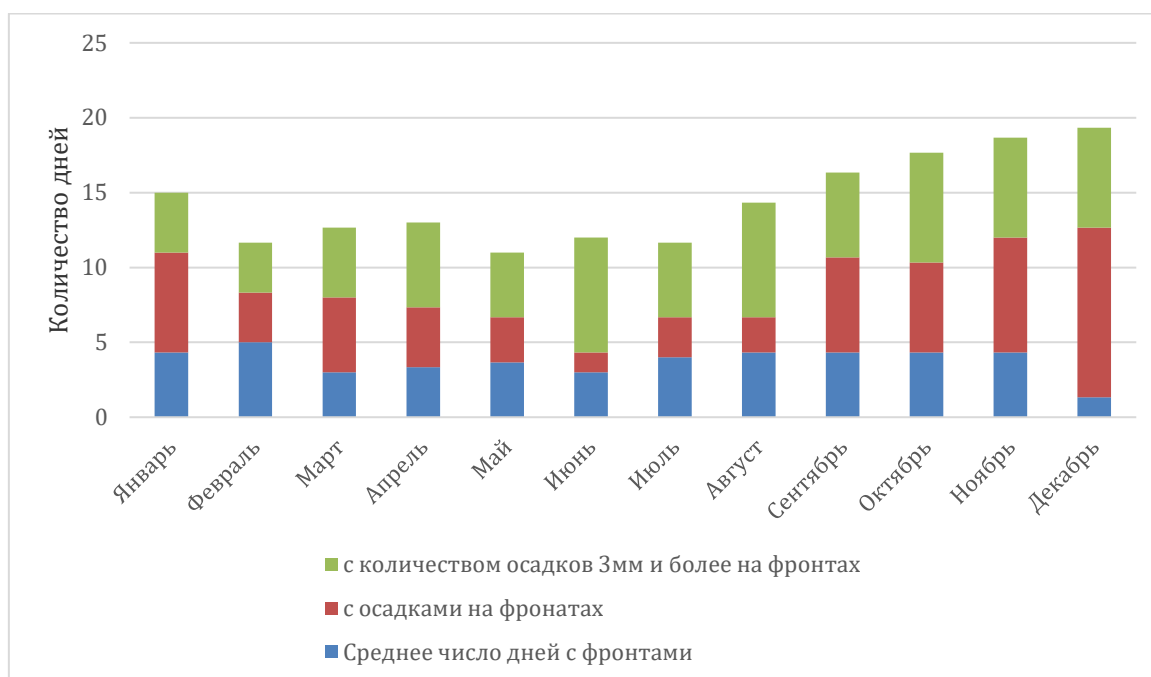


Рисунок 3 - Годовой ход количества дней с количеством осадков 3мм и более на фронтах, с осадками на фронтах, среднее число дней с фронтами.

Таблица 2 - Среднее число проходящих через Санкт-Петербург фронтов в разные сезоны года.

Сезон	Типы фронтов				Всего
	Теплые и верхние теплые	Холодные и вторичные холодные	Окклюзии	Малоподвижные	
Зима	21	21	11	1	54
Весна	12	19	8	-	39
Лето	5	27	5	1	38
Осень	17	20	11	1	49
Год	55	87	35	3	180

### 1.2.3 Атмосферное давление

Атмосферное давление является одной из основных и существенных характеристик физического состояния атмосферы.

В каждой точке земной поверхности атмосферное давление не остается постоянным. Характер изменений определяется термическими и динамическими причинами [5].

Отличительной особенностью режима давления в Санкт-Петербурге, как и на всем Северо-Западе Европейской территории России, является большая изменчивость во времени, особенно в холодный период, что обусловлено интенсивной циклонической деятельностью.

Годовой ход атмосферного давления описывается средними месячными многолетними его значениями.

В Санкт-Петербурге изменение значений атмосферного давления от месяца к месяцу невелики. Максимум среднемесячного давления воздуха 1027,6 гПа отмечается в октябре 2016, минимум, равный 988,3 гПа, приходится на январь 2007 года. Годовая амплитуда атмосферного давления близка к значениям над океаном — всего 4,5 гПа.

В рассматриваемом регионе отчетливо видно циклическую изменчивость атмосферного давления. Весной и осенью давление наибольшее, тогда как зимой и летом оно наименьшее (рисунок 4).

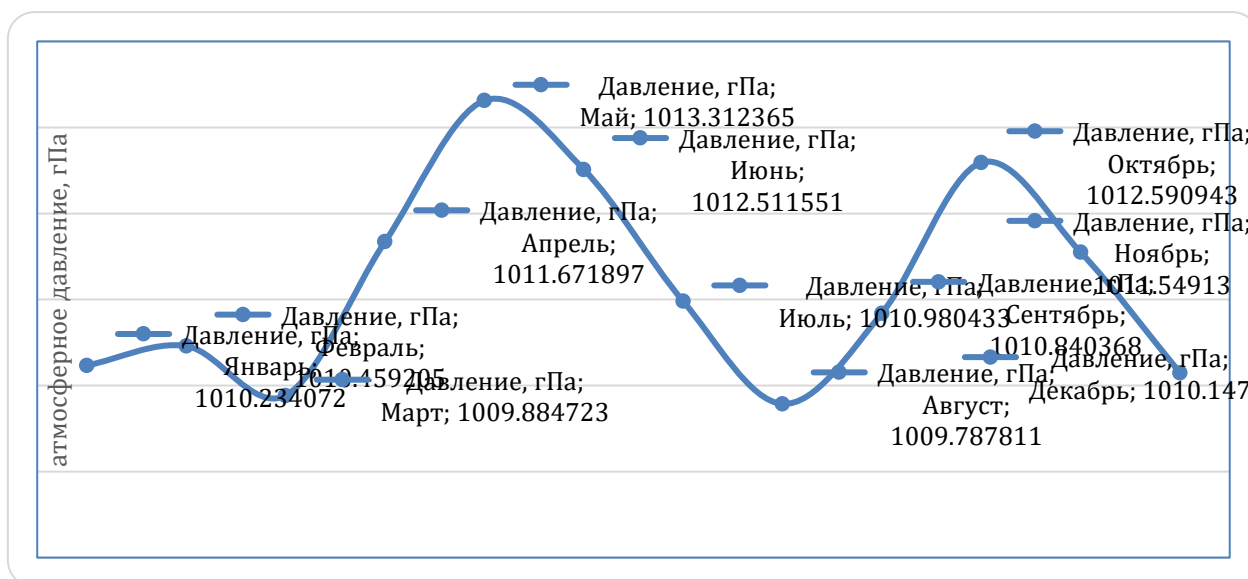


Рисунок 4 - Годовой ход среднемесячного атмосферного давления, гПа.

При рассмотрении стандартного отклонения среднемесячных значений атмосферного давления, можно сказать, что в теплый период года давление более постоянное (рисунок 5).

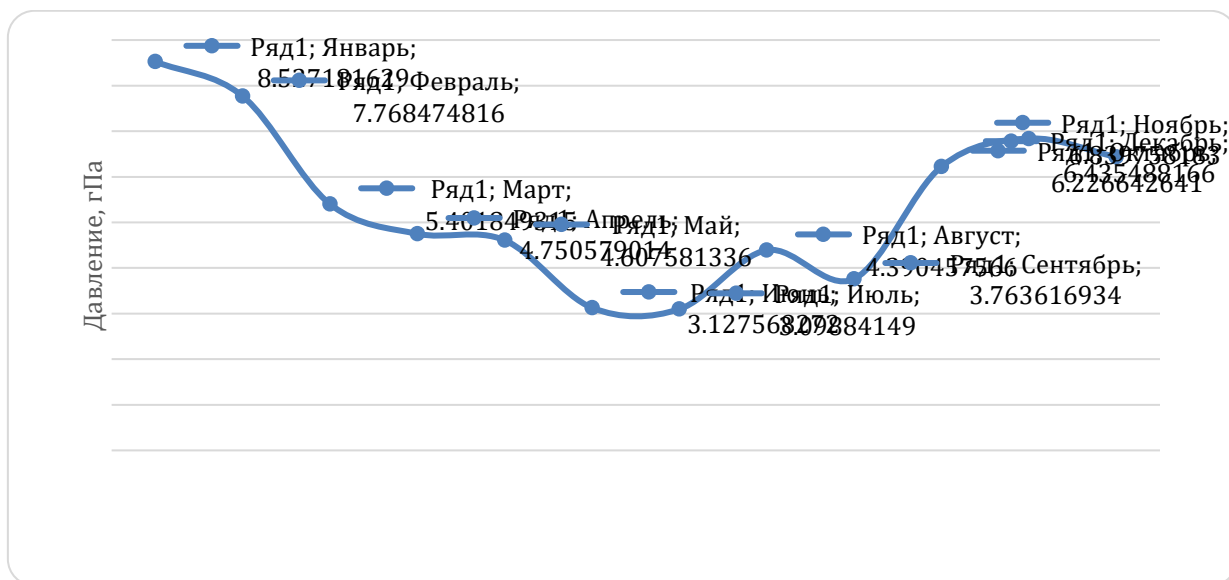


Рисунок 5 - Годовой ход стандартного отклонения среднемесячных значений атмосферного давления, гПа.

В мае происходит перестройка барического поля атмосферы с зимнего режима на летний. Начинается прогревание континента, азиатский антициклон исчезает. Океан и морские побережья, в том числе и район Санкт-Петербурга, оказываются холоднее внутренних районов.

Среднее месячное давление воздуха в отдельные годы значительно отличается от многолетнего. При этом наибольшие изменения атмосферного давления характерны для февраля.

В то же время изменения атмосферного давления в течение суток для умеренных широт, в том числе и для Санкт-Петербурга, выражены слабо. Для большинства месяцев суточная амплитуда составляет всего 0,4 ... 0,5 гПа. Наибольшее ее значение (0,7 гПа) приходится на май, октябрь и декабрь. Практического значения периодические суточные колебания не

имеют, так как они в значительной степени перекрываются непериодическими колебаниями.

При быстром прохождении барических систем давление воздуха даже за несколько часов может резко упасть или повыситься и вызвать в отдельные дни большие суточные амплитуды.

Замечено, что резкое изменение давления воздуха ото дня ко дню вызывает у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы ухудшение состояния. В климатических условиях Санкт-Петербурга зимой понижение атмосферного давления за сутки на 8 гПа и более приводит к увеличению показателя заболеваемости. [3]

#### 1.2.4 Динамический режим атмосферы

Рассмотрим динамический режим нижней атмосферы по результатам измерения скорости ветра на метеорологических станциях.

В сроки наблюдений определяют среднее за 2 мин направление и осредненное за 10 мин значение модуля скорости ветра. Кроме того, в последние годы регистрируется также максимальная мгновенная (осредненная за 2 ... 3 с — время инерции прибора) скорость ветра (порыв) между сроками и в сроки наблюдений; эта характеристика учитывается при расчете динамических нагрузок на различные объекты.

Все конструкции, возвышающиеся над поверхностью земли, в той или иной мере подвергаются ветровому воздействию. Для таких сооружений, как телевизионные и радиомачты, башни, опоры линий электропередачи, дымовые трубы, ветровая нагрузка является основной. Ее также необходимо учитывать при проектировании зданий высотой более 40 м. Скорость и направление ветра принимаются во внимание при выборе режима отопления зданий, при производстве строительных и погрузочно-разгрузочных работ, при разводке мостов и т. д. Информация о ветре

используется также при оценке условий труда и отдыха людей на открытом воздухе (комфортные, дискомфортные условия).

Ветер связан со всем комплексом гидрометеорологических характеристик. От структуры воздушных течений, направления и скорости воздушных потоков зависит температурно-влажностный режим района. Опасные подъемы уровня Невы и наводнения также связаны с особенностями поля ветра, определяемыми общей синоптической ситуацией.

Ветер возникает вследствие неравномерного распределения атмосферного давления. Чем больше горизонтальный барический градиент (перепад давления на единицу расстояния), тем сильнее ветер и устойчивее его направление. Однако при одинаковых перепадах давления характер ветра зависит от термодинамических характеристик воздушных масс и от местных условий. Особенно велико влияние земной поверхности на ветер в нижних слоях воздуха. Чем больше шероховатость поверхности, тем сильнее сказывается ее тормозящее действие на воздушные потоки в нижних десятках и сотнях метров и тем интенсивнее турбулентность [6].

Как и любой холм или лес, массив городских домов, заводских труб и башен представляет собой существенное препятствие для воздушных потоков. Санкт-Петербург, расположенный на равнине, можно в этом плане сравнить с лесной холмистой местностью.

В Санкт-Петербурге преобладают ветры западного, юго-западного и Южного направлений. Повторяемость их в среднем за год превышает 50% (Таблица 3). Реже наблюдаются восточные и северные ветры, средняя скорость их не превышает 3 м/с.

Таблица 3 - Распределение средней скорости ветра (м/с) по направлениям в разное время года.

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
--	---	----	---	----	---	----	---	----

Месяц								
I	2,6	3,0	2,4	3,5	4,0	4,2	3,7	2,7
II	2,3	3,0	2,6	3,4	4,0	3,3	3,1	2,5
III	2,8	3,0	2,5	3,7	3,9	3,5	3,2	2,7
IV	2,5	3,2	2,5	3,4	3,8	3,4	2,8	2,4
V	3,1	3,0	2,4	3,0	3,0	3,3	3,2	2,8
VI	2,7	3,0	2,5	3,2	3,6	3,3	3,5	2,6
VII	2,4	2,7	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	2,6
VIII	2,0	2,5	2,2	2,7	3,2	3,5	3,3	2,2
IX	2,5	2,0	2,1	2,6	2,5	3,8	3,4	2,9
X	2,9	2,0	2,0	3,0	3,9	4,0	3,6	3,0
XI	1,9	3,2	2,8	3,7	4,0	4,0	3,5	2,6
XII	2,3	2,4	2,3	3,8	4,4	4,0	3,1	2,6
Год	2,5	2,8	2,4	3,2	3,7	3,6	3,3	2,6

Для наилучшей визуализации была построена роза ветров средней скорости за год ( рисунок б).

Скорость, м/с относительно параметра "Направление ветра"

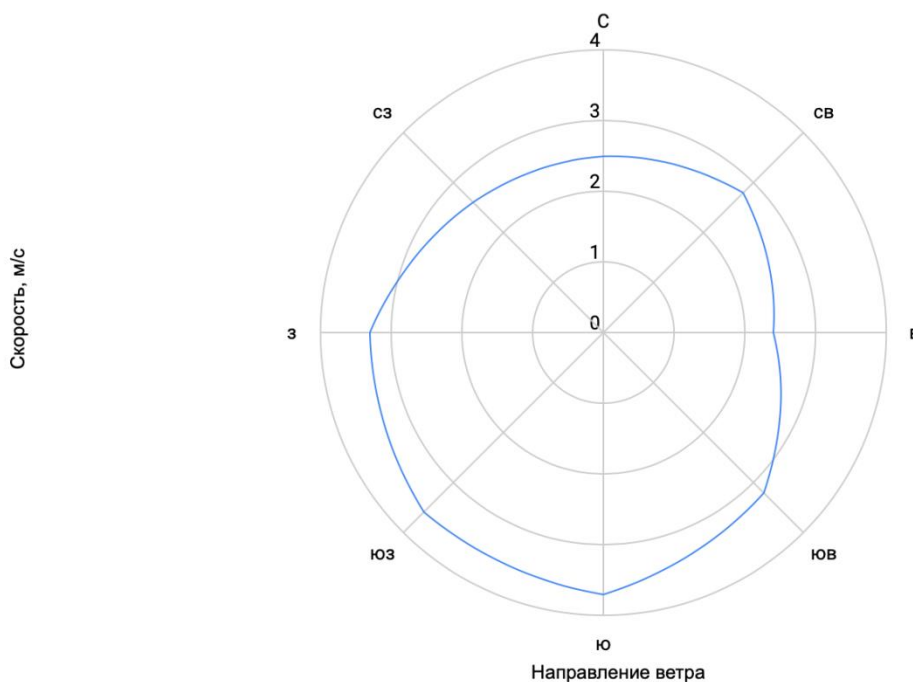




Рисунок 6 - Роза ветров распределение средней скорости ветра (м/с) по направлениям за год.

Как мы видим ветры преобладающих направлений, как это обычно бывает, являются и наиболее сильными: 3,3 ... 3,7 м/с

### 1.2.5 Температура воздуха

Температурный режим является одной из важнейших характеристик климата.

Естественный ход температуры воздуха, зависящий от широтного пояса, обычно нарушается под воздействием атмосферной циркуляции. Вследствие типичной для Санкт-Петербурга частой смены воздушных масс различного происхождения наблюдается значительная изменчивость во времени погодных условий, а следовательно, и температуры воздуха, т. е. частые ее отклонения от нормы.

Положение Санкт-Петербурга на побережье Финского залива и близость Балтийского моря придают его климату черты морского что проявляется, например, в сдвиге минимума температуры с января на февраль, в уменьшении годовой амплитуды температуры воздуха, под которой понимается разница средних температур самого теплого и холодного месяцев. В Санкт-Петербурге годовая амплитуда температуры составляет 26 °С, тогда как на той же широте в Восточной Сибири, где климат резко континентальный, она возрастает до 60 °С, а в типично морском климате Гебридских островов уменьшается до 8°С

Благодаря частому проникновению теплых воздушных масс. Атлантического океана зимы в Санкт-Петербурге, как правило, не суровые, и для широты 60° район Санкт-Петербурга является одним из самых теплых в России. Температура января здесь — 8°С, тогда как в Якутии — 40°С, а средняя температура января на 60°с. ш. для всего земного шара

составляет — 16 °С. Летом в Санкт-Петербурге средняя температура на 3°С выше, чем для всей широты 60°.

Помимо естественных климатических факторов необходимо учитывать также эффект урбанизации, т. е. искажающее влияние самого города на естественный для данного района ход метеорологических величин, в том числе и температуры воздуха. Например, в холодный отопительный период температура воздуха повышается за счет тепла, выделяемого зданиями вследствие высокой теплопроводности ограждающих конструкций, а летом городские сооружения и дорожные покрытия, нагреваясь от солнца, значительно повышают температуру окружающего воздуха. Это особенно ощутимо вблизи южных стен зданий в вечерние часы.

За основные количественные характеристики температуры воздуха приняты средние многолетние (нормы) годовых, месячных и суточных значений и их экстремальные величины. Данные по температуре воздуха получены на основе показаний жидкостных термометров с международной стоградусной шкалой (°С), совпадающей со шкалой Цельсия, помещенных в психрометрической будке на уровне 2 м.

В Санкт-Петербурге в годовом ходе температуры воздуха (рисунок 7) самым холодным месяцем является февраль (— 4,9 °С), а наиболее теплым — август (19,2°С). Если зимой в Санкт-Петербурге больше проявляются особенности морского климата, чем континентального, то летом для Санкт-Петербурга и его пригородов, наоборот, более характерны черты континентального климата, в котором годовой максимум температуры наблюдается в июле.

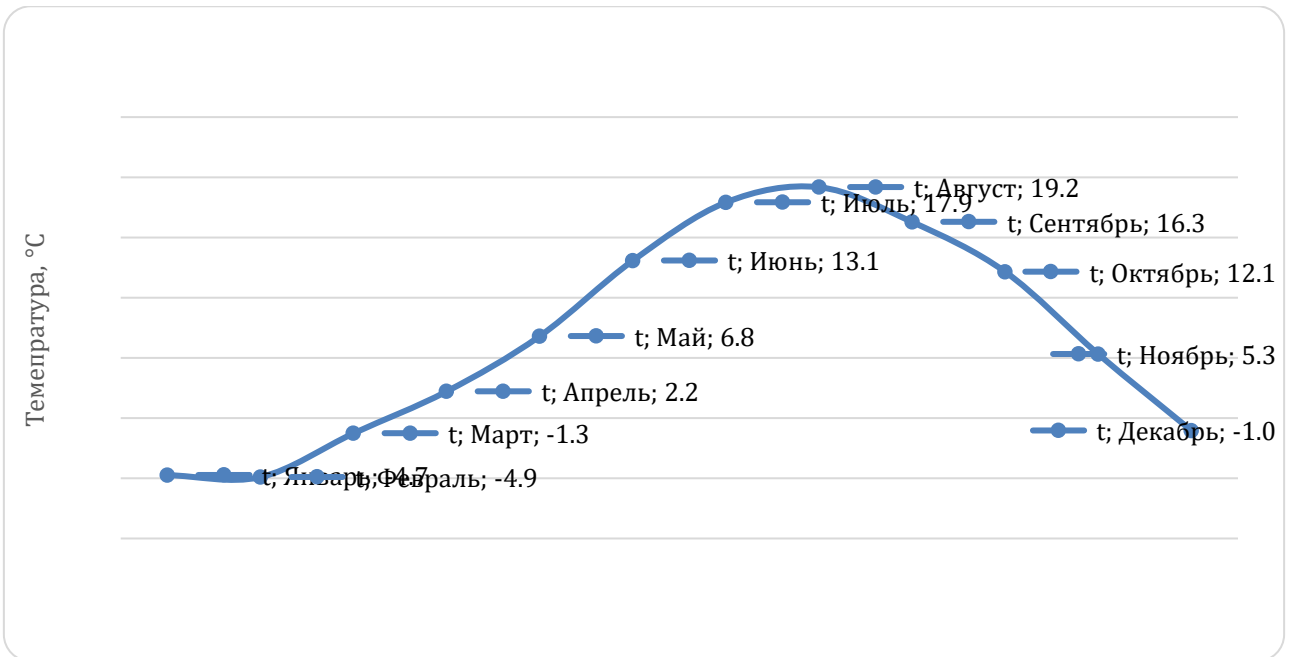


Рисунок 7 - Годовой ход среднемесячной температуры воздуха.

Просмотрев годовой ход стандартного отклонение среднемесячной температуры мы сможем определить насколько стабильная температура в разные сезоны (рисунок 8).

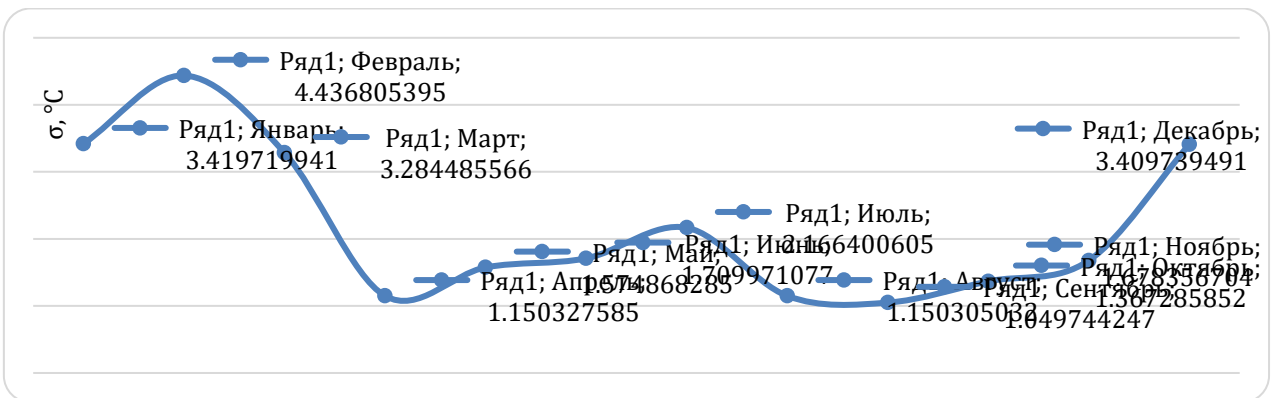


Рисунок 8 - Годовой ход стандартного отклонения ( $\sigma$ ) среднемесячной температуры воздуха.

Можно отметить, что наибольшее стандартное отклонение наблюдается в холодное время года. Что негативно сказывается на состоянии организма человека.

### 1.2.6 Влажность воздуха

Парциальное давление (или упругость) водяного пара основная характеристика влагосодержания воздуха. Иногда упругость водяного пара не совсем точно называют абсолютной влажностью, под которой подразумевается количество водяного пара, находящегося в 1 м<sup>3</sup> воздуха, выраженное в граммах (г/м<sup>3</sup>).

Содержание влаги в воздухе меняется в зависимости от температуры воздуха (сезона, времени суток), физико-географических условий окружающей местности, особенностей циркуляции атмосферы и состояния подстилающей поверхности [5].

Упругость водяного пара в Санкт-Петербурге увеличивается от зимы к лету, повторяя ход температуры воздуха, и в среднем за год составляет 7,8 гПа, а годовая амплитуда — более 10 гПа. Увеличение ее от холодного периода к теплему наиболее интенсивно происходит от мая к июню — с 8 до 12 гПа. Наибольших значений упругость водяного пара достигает в июле и составляет 14,7 гПа в городе и несколько ниже, примерно на 0,3 гПа, в пригороде, удаленном от водоема. В прибрежных районах Финского залива (Лисий Нос, Ломоносов) упругость водяного пара в это время заметно выше по сравнению с городом.

От сентября к октябрю упругость водяного пара резко уменьшается — более чем на 3 гПа. Зимой низкая температура воздуха и понижение интенсивности вертикального обмена и испарения обуславливают незначительную по величине упругость водяного пара как в городе, так и в пригороде. В январе и феврале она наименьшая в Санкт-Петербурге и соответственно равна 3,4 и 3,2 гПа.

В зависимости от погодных условий упругость водяного пара существенно изменяется от года к году. В зимний период при частом прохождении циклонов, приносящих влажные массы воздуха с Атлантики, она может увеличиваться в среднем за месяц до 5,5 гПа, а преобладание

сухой антициклонической погоды способствует понижению ее»/ до 1,4 гПа. Амплитуда колебаний средних месячных значений в отдельные годы зимой достигает 4 гПа, что превышает в полтора раза среднюю месячную многолетнюю упругость водяного пара.

В теплый период упругость водяного пара изменяется в более широком диапазоне (5—6 гПа), чем зимой: в июле, например, от 17,7 до 11,6 гПа. Но величина отклонений от средней многолетней крайних значений упругости водяного пара в отдельные годы составляет лишь 20... 30 % средней многолетней.

### 1.2.7 Атмосферные осадки

На поверхность земли и на предметы осадка выпадают в виде дождя, мороси, града, снега, снежных зерен и прочее или осаждаются непосредственно из воздуха в виде росы, инея и изморози. Режим увлажнения в основном определяется выпадающими осадками, которые характеризуются количеством и фазовый состоянием ( жидкие, твердые и смешанные), интенсивностью и продолжительностью выпадения. Количество осадков измеряется толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах при отсутствии стока, просачивания и испарения [7].

Данные о среднем многолетнем количестве осадков ( норма) в Санкт-Петербурге, широко используются в практике. Обычно учитывают приборные поправки: потери осадков на смачивание осадкомерного ведра при их измерении при сравнении с текущими наблюдениями, а для воднобалансовых гидрологических расчетов - поправка на смачивание, ветровые и на испарение.

Выпадение осадков в Санкт-Петербурге определяется главным образом интенсивностью циклонической деятельности. В течение года осадки выпадают неравномерно: большая часть их (70 %) приходится на теплый

период и только 30 % - на холодный. В целом за год выпадает 618 мм осадков, при этом более половины жидких (рисунок 9).

Максимум осадков в Санкт-Петербурге приходится обычно на август (84 мм), а минимум на март (32 мм). В отдельные годы, однако, такая закономерность нарушается и как максимум осадков, так и минимум может наблюдаться в разные месяцы.

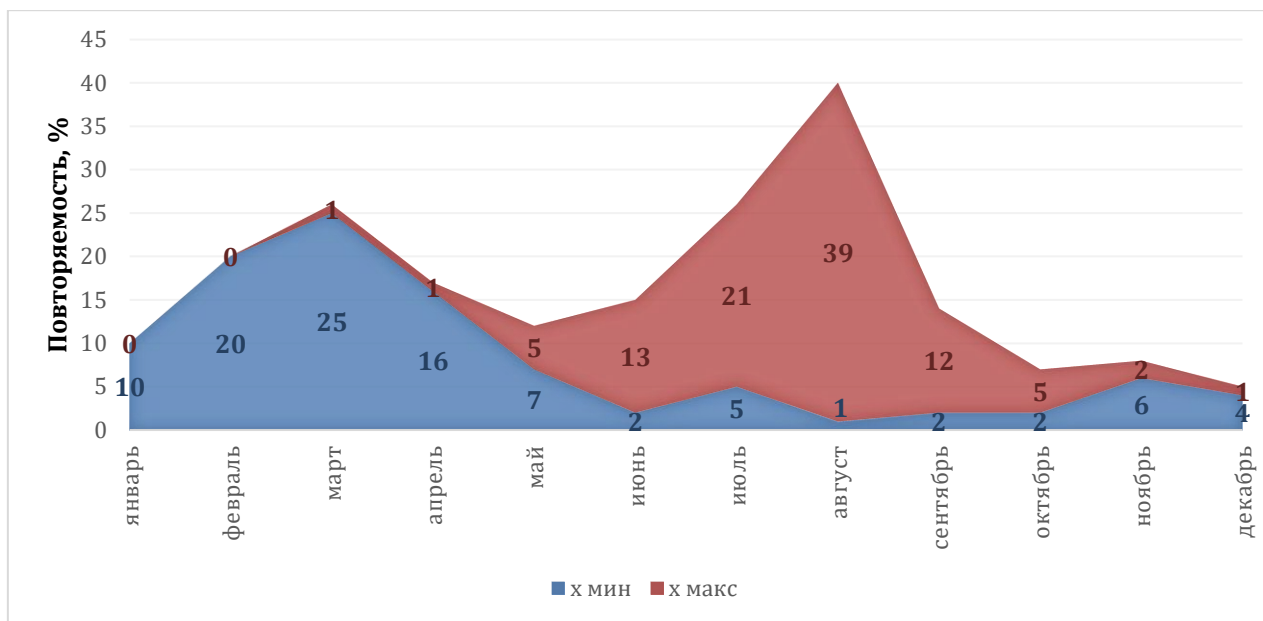


Рисунок 9 - Повторяемость (%) годового максимума и минимума осадков.

Осадки в Санкт-Петербурге выпадают довольно часто: больше половины дней в году (194 дня) - дни с осадками наиболее часто, до 18... 21 дня в месяц, они бывают с ноября по февраль, при этом только в одном-двух днях выдавшие осадки составляют 5 мм и более.

### 1.2.8 Облачность

Определяющую роль в формировании облачности играет циркуляция атмосферы. В результате циклонической деятельности и переноса воздушных масс с Атлантики облачность в Санкт-Петербурге значительна в течение всего года и особенно в осенне-зимний период. Частое прохождение

циклонов в это время, а вместе с ними и фронтов, вызывает, как правило, значительное увеличение нижней облачности, снижение высоты нижней границы облаков и частое выпадение осадков. В ноябре и декабре количество облачности наибольшее в году и составляет в среднем многолетнем 8,6 баллов по общей и 7,8... 7,9 баллов по нижней облачности (рисунок 10). [8]

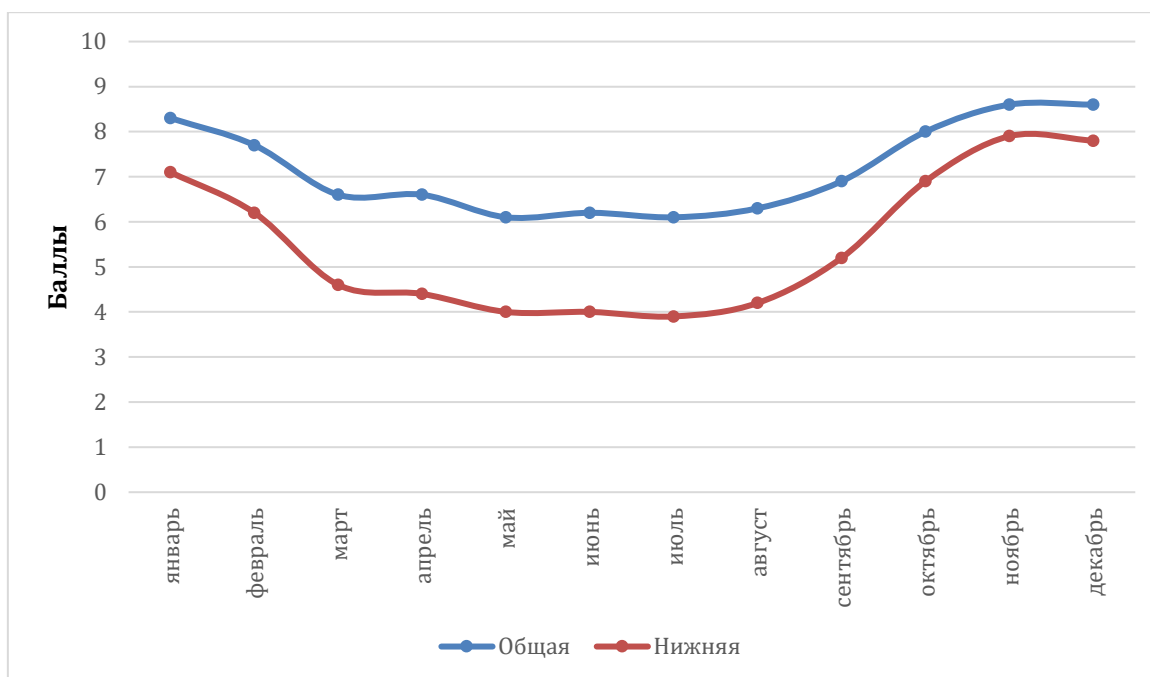


Рисунок 10 - Годовой ход средней месячной облачности общей и нижней (нижнего яруса), (баллы).

Начиная с января облачность (общая и нижняя) постепенно уменьшается, достигая наименьших значений в мае-июне. Но даже в это время небо в среднем более чем наполовину закрыто облаками разных форм (6,1... 6,2 балла по общей облачности). Доля облаков нижнего яруса общей облачности велика в течении всего года и имеет четко выраженный годовой ход (рисунок 11). В теплое полугодие она уменьшается, а зимой, когда особенно велика повторяемость облаков слоистых форм, доля нижней облачности возрастает.

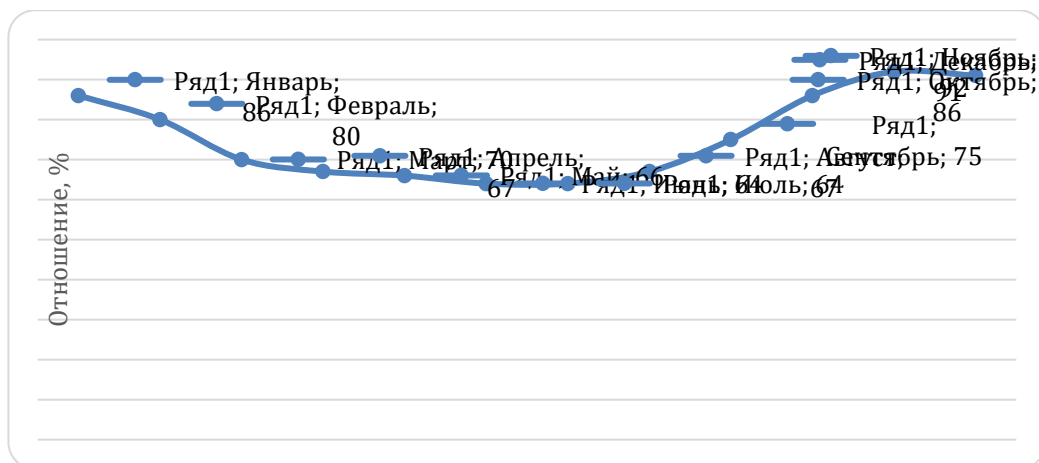


Рисунок 11 - Отношение (%) среднего месячного количества нижней облачности к общей,

В Санкт-Петербурге преобладает в течение всего года пасмурная погода. Повторяемость ее по общей облачности составляет в холодный период 75... 85 %, а в теплый -50... 60%. По нижней облачности пасмурное состояние неба наблюдается также достаточно часто (70... 75 %) и только к лету уменьшается до 30%.

Об устойчивости пасмурной погоды позволяет судить число пасмурных дней, в течение которых преобладает облачность 8... 10 баллов. В Санкт-Петербурге за год таких дней отмечается 171 по общей и 109- по нижней облачности. В зависимости от характера атмосферной циркуляции число пасмурных дней изменяется в очень широких пределах

### 1.3 Основные синоптические процессы атмосферы района

#### 1.3.1 Характеристика классификаций синоптических процессов

В метеорологической практике прогнозов погоды широко употребляется типизация атмосферных процессов, что представляет собой выявление характерных состояний циркуляции, приводящих к формированию различных моделей распределения по территории аномалий температуры воздуха и осадков.



Типы атмосферной циркуляции относят к интегральным характеристикам – показателям, которые отражают особенности поля давления. Устойчивое на определенном отрезке времени распределение в пространстве основных барических образований и направлений их перемещения называют типом циркуляции атмосферы. Типы циркуляции выделяют путем классификации непрерывной последовательности синоптических процессов на ряд устойчивых состояний с помощью критериев классификации. Выбор критерия должен отвечать целям классификации. В качестве критериев, в метеорологии, выступают положение в пространстве высотной фронтальной зоны (ВФЗ) или траекторий основных барических образований, формирующие определенный характер погоды [9].

Наиболее распространёнными являются классификации синоптических процессов по А.Л. Кацу, Г.Я. Вангенгейму-А.А. Гирсу, Б.Л. Дзердзеевскому.

Региональная классификация синоптических процессов А. Л. Каца, разработана в целях описания синоптических условий в течение естественного синоптического периода (5-7 суток) и для характеристики условий циркуляции атмосферы на пространстве Европы и Западной Сибири. Согласно данной классификации, выделяют четыре меридиональных типа циркуляции и один тип зональной циркуляции. Критерием выделения типов циркуляции, является географическое положение высотных ложбин и гребней на карте АТ500.

Классификация атмосферных макропроцессов по Г.Я. Вангенгейму-А.А. Гирсу представляет собой три формы атмосферной циркуляции (в течение элементарного синоптического процесса (3-4 суток)) по признаку преобладания определенных направлений переноса воздушных масс. Таким образом выделяют западный (W), восточный (E) и меридиональный (C) типы. При этом в качестве критерия классификации используют конфигурацию ВФЗ на картах АТ500.

Элементарные циркуляционные механизмы (ЭЦМ) (4-5 суток) по Б.Л. Дзердзеевскому. Классификация синоптических процессов основана на учете циркуляционной связи между севером и югом северного полушария, которая характеризуется количеством и направлением арктических вторжений в умеренные широты. Таким образом, на пространстве северного полушария выделено 13 состояний циркуляции, для которых построены типовые карты траекторий барических образований и среднего давления, после чего объединены в 4 большие группы:

- преобладают зональные процессы (отсутствуют антициклонические вторжения);
- преобладают ЭЦМ с одним арктическим вторжением, в разных районах;
- ЭЦМ с двумя и более одновременными вторжениями антициклонов;
- синоптические процессы, при которых полярный район занят циклонами (арктический антициклон отсутствует).

Характер региональных синоптических процессов определяется факторами [9]:

- радиационный баланс в различных условиях подстилающей поверхности;
- степень континентальности региона (степенью океаничности);
- общециркуляционные процессы, охватывающие данный регион; физико-географические особенности региона.

Для европейской территории России, согласно преобладающим направлениям движения циклонов над территорией можно выделить следующие типовые синоптические процессы: западные, южные (возникают после завершения меридионального макроциркуляционного преобразования и формирования благоприятного циклогенезу термобарического поля) и «Нырьющие» циклоны (формируются при меридиональном преобразовании зонального потока). При этом между циклоническими сериями возникают и развиваются смежные им барические образования — заключительные антициклоны. европейская территория России нередко находится под влиянием отрогов Сибирского антициклона.

### 1.3.2 Синоптические процессы осенне-зимнего периода

С началом осени быстрое сокращение продолжительности светлого времени суток, уменьшение притока солнечной радиации в северном полушарии приводят к увеличению температурных контрастов между северными и южными широтами и постепенному усилению циклонической деятельности в пределах исследуемого региона. Для осени характерно усиление меридиональной циркуляции на северо-западе России, которая приводит к глубоким вторжениям холодного воздуха на юг и к выходу теплого воздуха в более высокие широты, что влечет за собой резкую смену режима погоды. Полярный фронт все чаще опускается к югу, а циклоническая деятельность на нем, усиливаясь, приводит, кроме прочего, к увеличению повторяемости густых дымок и туманов (преимущественно адвективного характера).

Следует отметить, что большую роль также в формировании туманов и низкой облачности, особенно с конца осени, играет Финский залив, который наряду с циклонической деятельностью, становится очагом формирования указанных выше явлений, длительность которых может сохраняться в течение суток.

Для холодного периода в тёплых секторах циклонов, смещающихся из районов Атлантики, а также с акватории Черного моря с меньшей периодичностью, характерны оттепели по Санкт-Петербургу.

Погодные условия осенне-зимнего периода по району Санкт-Петербурга позволяет отметить атлантический циклон (западный перенос) как основную группу синоптического процесса, определяющую погодные условия в 48 % случаев холодного периода.

При установившемся западном переносе происходит заток тёплого влажного воздуха на холодную подстилающую поверхность, что приводит к образованию многослойной облачности (7 – 10 баллов), преимущественно

слоистых форм, высотой нижней границы 200 – 300 м, с морозящими осадками, густыми дымками и адвективными туманами, ухудшающими видимость. Температурные значения при этом в среднем около 0°C; скорость ветра в среднем 2 – 4 м/с [11].

Как правило, при прохождении циклонических серий по северу и опускание последующего циклона на север Урала, в его тыл входит арктический воздух, в котором формируется антициклон, смещающийся к югу на территорию Санкт-Петербурга. При приближении арктического антициклона возникают северные и северо-восточные ветры, обуславливающие «зарядовую» деятельность и как следствие – ухудшение видимости в «заряде» до 1 – 2 км; понижение высоты нижней границы облаков до 50 – 100 м. Облачность наблюдается многослойная в 7 – 10 баллов, слоисто-кучевых форм, высотой нижней границы в среднем 300 – 500 м. Примерно через сутки, когда антициклон выходит своим центром на территорию города, устанавливается прохладная малооблачная погода с хорошей видимостью, воздух имеет небольшое влагосодержание. Средняя температура составляет -4.5 °C, скорость ветра – 1 – 3 м/с. На данную группу синоптического процесса приходится 21 % случаев формирования погоды осенне-зимнего периода.

Распространение отрогов Сибирского антициклона на территорию г. Санкт-Петербург оказывает влияние на формирование погодных условий в холодное время в 15 % случаев. На начальной стадии процесса погода характеризуется многослойной облачностью (7 – 10 баллов) слоистых форм и высотой нижней границы около 150 – 200 м, туманами и дымками, ухудшающими видимость; температурный режим представлен в градации -5–-8 °C. В связи с последующим усилением и стабилизацией гребня устанавливается морозная (до -20 – -23°C) малооблачная погода с хорошей видимостью в дневные часы; в утренние часы – образование туманов (радиационных).

Синоптический процесс южного циклона, обуславливает вынос теплого воздуха, что приводит к повышению температуры (иногда до положительных значений) и способствует образованию туманов. В целом процесс сопровождается сильными снегопадами и метелями. При длительном процессе по мере усиления затора с юга и юго-запада более теплого воздуха в приземном слое образуется инверсия, густые дымки и морозящие осадки. Данная ситуация приводит к переходу облачности в 7 – 10 баллов от слоисто-кучевых форм к слоистым, понижению её нижней границы от 300 – 500 м до 100 – 200 м и ухудшению видимости в явлениях от 4 – 6 км до 2 – 3 км. Выход южных циклонов в район Санкт-Петербурга наблюдается в 9% всего холодного периода.

Резкое ухудшение погоды, сопровождающееся интенсивной «зарядовой» деятельностью, метелями, усилением ветра до 15 – 20 м/с, обуславливаются прохождением «ныряющих» циклонов через г. Санкт-Петербург по траектории с севера на юг. Движение этих циклонов происходит по восточной периферии восточного гребня, ось которого проходит через Скандинавию. Образование высотного гребня происходит за счет адвекции тепла по высотам с Атлантики. Чем восточнее траектория «Ныряющего» циклона, тем более холодная воздушная масса втягивается в его циркуляцию. Периодичность прохождения через город «ныряющих» циклонов составляет 8 % осенне-зимнего периода. Вследствие того, что холодные фронты смещаются с большими скоростями, происходит чередование полей облачности в 10 баллов, высотой нижней границы 200 – 300 м с прояснениями. В «зарядах» осадков видимость ухудшается от 6 – 10 км до 1 – 2 км. Температура воздуха составляет, в среднем - 2.0 °С.

Большие барические градиенты осенне-зимнего периода влекут увеличение повторяемости сильных ветров, преимущественно западного и юго-западного направления. Таким образом, осенне-зимний период характеризуют наиболее благоприятные условия для развития и обострения циклонов и связанных с ними фронтов, что обуславливает устойчивость

пасмурного состояния неба. Кроме того, для данного периода характерны туманы, частота возникновения которых составляет, в среднем, 2 дня в месяц, что способствует накоплению антропогенных выбросов в атмосферном воздухе.

### 1.3.3 Синоптические процессы весенне-летнего периода

С наступлением весны в северном полушарии наблюдается процесс перестройки циркуляции атмосферы, которая со временем приобретает черты, присущие летним месяцам. Различия в свойствах подстилающей поверхности Атлантического океана и Евразии приводят к тому, что весной континент прогревается быстрее, постепенно снижая положительную разность температуры между ним и океаном. Кроме того, уменьшаются контрасты температур между северными и южными широтами, за счёт увеличения притока солнечной радиации. Это приводит к уменьшению барических градиентов и ослаблению скорости ветра, что объясняется снижением интенсивности атмосферной циркуляции в весенне-летний период. Ослабевающая циклоническая деятельность чаще (в сравнении с осенне-зимним периодом) прерывается воздействиями ядер высокого давления, которые формируются в массах арктического воздуха.

На фоне возрастающего притока солнечной радиации в дневные часы и выхолаживания ночью увеличивается повторяемость радиационных туманов, которые возникают с заходом солнца, продолжительностью временами до его восхода. Большую часть весны сохраняются и адвективные туманы, которые образуются при вторжениях теплого морского умеренного воздуха с запада и быстрого его выхолаживания в приземном слое над снежным и ледяным покровом.

Увеличение повторяемости вторжения антициклонических ядер, а также возрастание амплитуды колебаний температуры в приземном слое в течение суток приводит к образованию инверсионных слоев и низкой

подинверсионной облачности. Инверсии весной образуются также и при перемещении теплого воздуха океанического происхождения над снежной поверхностью, когда температура снега и прилегающего к нему слоя воздуха близка к нулю, а на высоте – на несколько градусов выше нуля.

Погодные условия при синоптических процессах весенне-летнего периода отличаются от погодных условий аналогичных синоптических процессов холодного периода. Наиболее характерным синоптическим процессом весенне-летнего периода в районе г. Санкт-Петербург является преобладание атлантических циклонов, когда в 43% случаях устойчиво складывались указанные выше обстоятельства. Облачность в данном случае имеет преимущественно конвективный характер. После прохождения тёплого фронта (на котором могут отмечаться грозы), как правило, устанавливается малооблачная погода (5 – 8 баллов, высотой нижней границы 400 – 600 м), с хорошей видимостью (более 10 км). Холодные фронты являются более выраженными, особенно в дневные часы, при этом отмечается многослойная облачность (7 – 10 баллов), высотой нижней границы 200 – 300 м, дожди, ухудшающие видимость до 1 – 2 км. Температура воздуха составляет, в среднем 12.5°C, а скорость ветра – 2 – 4 м/с.

В теплый период года субтропические антициклоны формируются в более высоких широтах Атлантики, усиливается отрог Азорского антициклона. Такое положение способствует установлению теплой (температура воздуха, в среднем 12.5°C) малооблачной погоды на длительное время с преобладанием слабых ветров (в среднем 1 – 2 м/с). В ночные и утренние часы за счет выхолаживания образуются радиационные туманы. Этому способствует также периодические пополнения отрога за счет арктических ядер повышенного давления. Данная ситуация в 25% случаев исследуемого тёплого периода характеризует погодные условия района г. Санкт-Петербург.

Выход южного циклона в район Санкт-Петербурга в весенне-летний период отмечен в 18 % случаев. южный циклон за счёт больших контрастов температур на фронтальных разделах характеризуется развитием интенсивной грозовой деятельности. Средняя температура составляет 12 – 14 °С, скорость ветра 2 – 4 м/с. Высота нижней границы облачности в 6 – 9 баллов при грозовой деятельности, в дожде понижается от 400 – 600 м до 200 – 300 м, и сопровождается ухудшением видимости до 2 – 4 км.

Наиболее редким синоптическим процессом весенне-летнего периода (14 %) для района Санкт-Петербурга является выход арктического антициклона. В данном случае отмечается значительная облачность конвективного характера, высотой нижней границы 300 – 500 м, видимость 6 – 10 км, в утренние часы может ухудшиться за счёт радиационных дымок и туманов. Когда антициклон выходит своим центром на территорию г. Санкт-Петербург, устанавливается прохладная малооблачная погода с хорошей видимостью, воздух имеет небольшое влагосодержание.

Более частая повторяемость (в сравнении с холодным периодом) антициклонической кривизны изобар теплого периода приводит к частым случаям образования радиационных туманов в ночные и утренние часы, а также слоёв инверсии, что влечёт накопление антропогенных примесей в воздухе города.

Таким образом, для г. Санкт-Петербург характерен быстрый переход от осенне-зимних процессов к весенне-летним. Отметим, что траектория циклонов, выходящих на территорию г. Санкт-Петербург одинакова для всех сезонов года. Однако количество и интенсивность циклонов с наступлением весенне-летнего периода уменьшается, а скорости их перемещения возрастают. В тоже время возрастает повторяемость антициклонов и присущих им радиационных туманов, слоёв инверсии, что способствует усилению накопления антропогенных примесей в атмосферном воздухе города.



#### 1.3.4 Выводы по синоптической обстановке

Изучение синоптических ситуаций и погодных условий, характерных для г. Санкт-Петербург, позволяет отметить преобладание циклонической деятельности над территорией в течение всего периода.

Циклоны на территорию города перемещаются преимущественно с запада. В холодное полугодие циклоническая деятельность усиливается, увеличивается повторяемость прохождения через город атмосферных фронтов; в тёплое – ослабевает, число основных фронтов уменьшается, но в тыловой части циклонов отмечается большое количество вторичных холодных фронтов.

Выделение характерных групп синоптических процессов города для теплого и холодного периодов года позволяет отметить западный перенос как основной погодообразующий фактор для Санкт-Петербурга во все сезоны, что вполне свойственно данной территории по многолетним данным. В целом, для холодного периода выделены 5 групп погодообразующих синоптических процессов ( атлантический циклон, южный циклон, « ныряющий» циклон, арктический антициклон, отрог Сибирского антициклона), для теплого – 4 ( атлантический циклон, южный циклон, арктический антициклон, отрог Азорского антициклона).

## 2 Методы оценки биометеорологического режима атмосферы

### 2.1 Биометеорологические параметры

Для того, чтобы охарактеризовать условия погоды с точки зрения медицинской метеорологии, принято использовать биометеорологические параметры, рассмотренные ниже. Все они зависят от метеорологических характеристик, таких как температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, облачность, ветер [12].

#### 1) Эффективная температура (ЭТ)

Эффективной температурой называют температуру воздуха, насыщенного водяным паром в неподвижном состоянии. Используется для оценки теплового состояния человека и степени дискомфорта и определяется по формуле А. Миссенарда:

$$ЭТ = T - 0,4(T - 10)\left(1 - \frac{f}{1000}\right), (1)$$

где:

T - температура сухого воздуха, °С

f - относительная влажность, %.

Исходя из формулы, можно сделать вывод, что влияние воздуха на тепловое состояние человека будет зависеть от температуры воздуха. Сухой воздух ощущается значительно теплее влажного при температуре менее 10 °С.

#### 2) Показатель ET

Учитывает влияние скорости ветра, температуры и влажности при оценке тепловой чувствительности. (А. Миссенард):

$$ET = 37 - \frac{37-T}{0.68-0.0014f+(1/1.76+1.4v^{0.75})} - 0.29T\left(1 - \frac{f}{100}\right), (2)$$

где:

$T$  - температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$v$  - скорость ветра, м/с;

$f$  - относительная влажность в %.

Показатель можно применять как для теплого, так и для холодного периода.

Чтобы оценить тепловую чувствительность человека, используют индекс дискомфорта  $ID$ , определяемый по формуле:

$$ID = 0.4(T + T_{см}) + 4.8, (3)$$

где:  $T$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{см}$  – температура смоченного термометра,  $^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 4 - Биоклиматическая классификация  $ET$  для оценки тепловой чувствительности и уровня дискомфорта  $ID$ .

<b>ET (град)</b>	<b>ID</b>	<b>ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА</b>
>30,1	3	тепловая нагрузка сильная
24,1...30,0	2	тепловая нагрузка умеренная
18,1...24,0	1	комфортно- тепло
12,1...18,0	0	комфорт ( умеренно- тепло)
6,1...12,0	-1	прохладно
0,1...6,0	-2	умеренно- прохладно
0,1...-6,0	-3	очень прохладно
-6,1...-12,0	-4	умеренно- холодно
-12,1...-18,0	-5	холодно

-18,1...-24,0	-6	очень холодно
<-24,1	-7	угроза обморожения

Продолжение таблицы 4

### 3) Эквивалентно- эффективная температура (ЭЭТ)

Была введена Б.А. Айзенштатом, который установил, что в подвижном воздухе интенсивность теплоотдачи усиливается, а порядок уровня и структура теплоощущения изменяется. Соответствует величине показателя ET и определяется при помощи номограмм по температуре сухого и смоченного термометра.

### 4) Эффективная температура Сидмана

Метод Сидмана учитывает такие параметры, как физиологические факторы тела и кожного покрова, физические особенности одежды и воздушного слоя, находящегося в непосредственной близости к телу, а также метеорологические факторы окружающей среды.

В формуле эффективной температуры учитывается влияние ветра и влажности.

Выведенная формула Сидмана для расчета эффективной температуры:

$$T_{эф} = -2,7 + 1,04 * t + 2,0 * e - 0,65 * V \quad ,(4)$$

Где  $e = \left(\frac{f * E(T)}{100}\right) = \left(\frac{f}{100}\right) * 6.1 * \exp \left(\frac{(17.27 * t)}{(273.7 + t)}\right)$  - парциальное давление водяного пара (гПа);

6.1=E ( при t=0°C);

t, f, V – среднесуточные значения метеовеличин;

### 5) Радиационная эквивалентно- эффективная температура (РЭЭТ)

Этот параметр учитывает влияние солнечной радиации на человеческий организм, в отличие от ЭТ и ET. Рассчитывают РЭЭТ по номограммам и формулам:

$$РЭЭТ = 0,8 ЭЭТ + 12^{\circ}\text{C}, \quad (5)$$

Существует еще и уточненная формула расчета РЭЭТ:

$$РЭЭТ = 125 \lg[1 + 0.02t + 0.001(t - 8)(f - 60) - 0.045(3 - t)\sqrt{v} + 0.129\beta], \quad (6)$$

где  $\beta$  - поглощенная поверхностью тела солнечная радиация, кВт/м<sup>2</sup>,

$$\beta = \varepsilon(1 - \alpha);$$

$\alpha$ - альbedo кожи,  $\alpha=0,28$  - для не пигментированной кожи;

$\alpha=0,11$  - для не пигментированной кожи;

$\varepsilon$  - интенсивность солнечной радиации;

$Q$  - суммарная солнечная радиация, кВт/м<sup>2</sup>.

$$РЭЭТ = 1.01ET + 1.93 \text{ при облачности от } 5 \text{ до } 10 \text{ баллов} \quad (7)$$

$$РЭЭТ = 1.02ET + 3.81 \text{ при облачности от } 0 \text{ до } 4 \text{ баллов} \quad (8)$$

#### б) Ветро- холодный индекс (Нw)

Индекс характеризует интенсивность потерь тепла во влажном движущемся воздухе.

$$Нw = (0,13 + 0,47V^{0,5})(36,6 - T) + (0,085 + 0,102V^{0,3})(61,1 - e)0,75, \quad (9)$$

#### 7) Индекс патогенности (J) по В.Г. Бокше

Индекс патогенности применяется для того, чтобы определить степень раздражающего действия факторов погоды. По величине индекса патогенности можно оценить погодные условия: при  $J=0-9$  – оптимальные, при  $J=10-24$  – раздражающие, при  $J>24$  – острые.

$$J = 10 \frac{f-70}{20} + 0.2v^2 + 0.06n^2 + 0.06(\Delta p)^2 + 0.3(\Delta t)^2 + i(t), \quad (10)$$

Где  $i(t) = 0.02(18-t)^2$  при  $t < 18^{\circ}\text{C}$ ,

$$i(t) = 0.2 (t-18)^2 \text{ при } t > 18^0\text{C},$$

$n$  – облачность в баллах (или по гелиографу),  $n = 10 - \frac{10 * S_{cp}}{S_m}$ ,

где  $S_m$ ,  $S_{cp}$  - макс. возможная и фактическая продолжительность солнечного сияния,

$t, f, v$  - соответственно среднесуточные значения этих метеоэлементов,

, - межсуточная изменчивость атмосферного давления и температуры воздуха.

Таблица 5 – Классификация погодных условий (по С.С. Андрееву).

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

#### 8) Индекс «суровости погоды» Бодмана

«Суровость погоды» означает влияние атмосферных условий, ограничивающих нахождение вне помещения без соответствующей погодным условиям одежды, на охлаждение организма человека. Индекс суровости определяется скоростью ветра и температурой воздуха.

Для оценки степени суровости погоды зимнего периода используется шкала "жесткости погоды", составленная Бодманом.

Используемая формула:

$$S = (1 - 0.4 * t) * (1 + 0.272 * V), \quad (11)$$

Такой параметр рассчитывается только для зимнего периода.

Таблица 6 - Шкала баллов "жесткости погоды" по Бодману.

S	Характеристика зим
Менее 1	Несуровая, мягкая
1,1-2	Малосуровая
2,1-3	Умеренно-суровая
3,1-4	Суровая
4,1-5	Очень суровая
5,1-7	Жестко-суровая
Более 7,1	Крайне-суровая

Продолжение таблицы 6

## 2.2 Классификация погоды для медицинских целей

Существует несколько видов классификаций погоды для медицинских целей. Все они сформированы в зависимости от тех или иных особенностей погодных условий. Некоторые из них приведены ниже.

### *Классификация по В. И. Русанову*

Существенное приближение к разработке классификации погод с целью расчета допустимой продолжительности пребывания на открытом воздухе сделал В. И. Русанов. Но предлагаемая им классификация погод момента для теплого времени года основана на учете теплоощущений обнаженного человека, к тому же определяемых расчетным методом. Погоды теплого времени года по температуре и влажности воздуха, скорости ветра и нижней облачности разделены на семь классов, границы которых определяются эквивалентно-эффективной и радиационной эквивалентно-эффективной температурой. Погоды холодного времени года, разделенные на пять классов, В. П. Русанов, ссылаясь на И. А. Арнольди, оценивает, пользуясь показателем жесткости погоды, основанном на чисто физических, а не физиологических данных. Границы классов погод теплого времени года намечены ориентировочно, так как используемые формулы

расчета физиологически не обоснованы и, по указанию самого автора, требуют опытной проверки.

Также Русанов выделил четыре класса погоды, которые можно использовать непосредственно для медицинских прогнозов. Главную роль здесь играет межсуточная изменчивость метеорологических параметров.

- 1) Клинически благоприятные погодные условия, которые определяются увеличением как давления, так и температуры воздуха.
- 2) Клинически менее благоприятна погода, когда атмосферное давление и температура понижаются.
- 3) Клинически неблагоприятные условия погоды, для которых характерно понижение давления и рост температуры.
- 4) Клинически очень неблагоприятная погода, при которой давление повышается, а температура падает [13].

#### *Классификация по И.С Кандрор, Г. И. Муравьевой*

Представляется более обоснованным использовать для характеристики климата местности второй из указанных выше принципов, т. е. определение фактически наблюдаемого теплового состояния человека при данной погоде с учетом обычно носимой им одежды и выполняемой работы.

Такой подход теоретически обосновал И. С. Кандрор, и он частично реализован в выполненной под его руководством работе Г. И. Муравьевой. С целью гигиенической оценки климатических условий разных районов Крайнего Севера Г. И. Муравьева провела анализ температурно-ветровых условий в холодный период года в нескольких населенных пунктах ( по данным местных метеорологических станций). Приняв для характеристики климата критерий повторяемости гигиенически “ допустимых” погодных комплексов и установив количественную зависимость микроклиматических условий на территории квартала при разной системе застройки от метеорологических условий на открытой территории, Г. И. Муравьева предложила гигиенически обоснованные дифференцированные нормативы



для планировки жилых кварталов в разных зонах Крайнего Севера. В дальнейшем развитие указанных принципов климатического районирования для характеристики климата территорий заселения в южных и средних широтах бывшего Советского Союза (на примере Алма-Аты, Ташкента, Ашхабада, Байрам-Али и Москвы) было показано Е. М. Ратнером. Основные теоретические положения разработанного метода сводятся к следующему.

Физиолого-гигиеническая характеристика климата того или иного района строится на двух моментах: во-первых, на оценке воздействия различных комплексов метеорологических факторов, т. е. тех или иных погод, на тепло-вое состояние человека и, во-вторых, на учете повторяемости в данной местности различных погодных комплексов, обуславливающих тот или иной тип теплового состояния человека, акклиматизировавшегося к местному климату, в одежде, соответствующей сезону года и погодным условиям, выполняющего какую-либо легкую работу, например ходьбу, в течение относительно непродолжительного времени около одного часа.

Решение этой задачи может идти двумя путями, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Первый путь состоит в том, что физиолого-гигиеническая характеристика климата какой-либо конкретной территории основывается на проведении ежедневных наблюдений (на протяжении года или нескольких лет) за тепловым состоянием людей, проживающих в данной местности, во время их отдыха, прогулок или выполнения легкой работы на открытом воздухе. Преимущества этого пути заключаются в точном учете фактических изменений теплового состояния человека под влиянием меняющихся погодных условий за исследуемый период. Однако существенным недостатком является необходимость огромного количества физиологических наблюдений, а также неполнота характеристики местного климата на основе учета погод за сравнительно короткий отрезок времени. Между тем только многолетний режим погод,

будучи достаточно постоянным и определенным, может дать необходимую с точки зрения гигиены характеристику климата местности. Еще одним недостатком этого пути является невозможность перенесения полученных при определенной погоде данных о тепловом состоянии человека, проживающего, например, в жарком климате, на человека, проживающего в другом климатическом поясе, так как это влечет за собой ошибку, связанную с игнорированием фактора акклиматизации, причем тем большую, чем более выражены климатические различия исследуемых территорий.

Таким образом, достаточно полная физиолого-гигиеническая характеристика климата какого-либо района на основе специальных физиологических исследований теплового состояния проживающих здесь людей могла бы быть получена лишь в том случае, если бы такие наблюдения проводились на протяжении достаточно длительного периода (несколько лет), в течение которых могли бы иметь место почти все возможные на данной территории сочетания метеорологических факторов, причем такие наблюдения надо было бы приводить вновь и вновь в каждом из подлежащих характеристике климатических районов. Очевидно, что указанный подход к разработке физиолого-гигиенического зонирования является очень трудоемким.

Более приемлем второй путь решения этой задачи, который заключается в том, что на основе достаточно большого числа физиологических экспериментов, проведенных в различных климатических зонах, разрабатывается общая классификация погодных комплексов по их влиянию на тепловое состояние человека. При этом физиологическая оценка класса жарких погод должна проводиться преимущественно на людях, проживающих на юге, холодных погод на жителях северных районов страны, а прохладных и теплых погод на жителях средних широт, т. е. в климатических зонах с наиболее - частой повторяемостью соответствующих погодных условий. Это позволяет при физиолого-

гигиенической классификации погод учесть и фактор акклиматизации людей к холодному, умеренному и жаркому климату.

При разработке методики физиолого-гигиенической характеристики климата местности на основе оценки теплового состояния человека исследователи руководствовались тем, что объектом изучения гигиены являются практически здоровые взрослые люди в реальных условиях их труда и быта. Поэтому представлялось крайне важным правильное решение вопроса о том, применительно к каким условиям пребывания человека на открытом воздухе должна быть дана оценка различных погодных комплексов? Как известно, на тепловое состояние человека, помимо метеорологических условий, оказывают влияние, по крайней мере, еще три фактора: а) уровень теплопродукции, определяемый главным образом интенсивностью мышечной деятельности; б) теплозащитные свойства одежды; в) продолжительность пребывания на открытом воздухе.

Если иметь в виду наиболее общие условия населенных мест, то люди пребывают на открытом воздухе главным образом во время передвижения пешком, без ноши или с легкой ношей, чаще всего со скоростью 1-3 км/ час. Уровень теплопродукции при этом колеблется в пределах 150—200 ккал/ час.

Уровень теплопродукции при ходьбе в известной мере зависит от веса тела, веса одежды и ноши, профиля и характера покрытия почвы (асфальт, песок, глина и т. п.). Однако эти переменные могут оказать существенного влияния на тепловое состояние человека.

Большее влияние на него оказывает характер одежды. Ее теплоизоляционные свойства в реальных условиях не могут быть стандартизированы не только потому, что разные люди (и даже один и тот же человек в одинаковых погодных условиях) носят разную одежду, но также и потому, что ее теплоизоляционные свойства могут меняться в довольно широких пределах за счет легкой трансформации застегивание, расстегивание, опускание или поднятие воротника и т. п. Однако, как раз

это обстоятельство не затрудняет, а облегчает задачу, так как можно исходить из некоей средней или типовой величины теплоизоляции одежды, читая, что небольшие колебания условий теплоотдачи (например, порыв ветра) или уровня теплообразования (переход от медленной ходьбы к более быстрой), а также индивидуальные различия могут быть легко компенсированы каждым человеком путем трансформации и соответствующего подбора своей одежды. Таким образом, в организации условий наблюдения исследователи исходили из того, что определение теплового состояния человека под влиянием разных погодных комплексов будет с наибольшей полнотой отражать условия повседневной жизни, если исследуемые лица по время наблюдений будут носить свою обычную одежду, соответствующую сезону года.

В отличие от классификаций метеорологических условий на основе эквивалентности вызываемых ими теплоощущений (по этому принципу построен ряд известных шкал, так называемых эффективных, эквивалентно-штилевых и тому подобных температур), применявшихся до сих пор главным образом к обнаженным людям, находящимся в условиях покоя в закрытом помещении, исследователи считали необходимым провести исследования на открытом воздухе на людях, выполняющих легкую работу (ходьбу) в их обычной одежде, соответствующей погоде и сезону года, и ориентироваться не только на субъективные теплоощущения, а на объективные данные о тепловом состоянии человека [14].

#### *Классификация по Н. П. Поволоцкой*

С помощью проанализированных материалов Поволоцкой Н.П. на тему гелиометеозависимости и гелиометеотропных реакций, их проявления у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями было условно выделено четыре медицинских типа погоды: благоприятный, относительно благоприятный, крайне неблагоприятный.

Выделяется три биотропных условия, которые лежат в основе подтипов погод, которые обозначаются буквами: А, Б, и В. Подтипы применимы ко всем погодам, кроме первого типа, при котором погода характеризуется как благоприятная.

При варианте «А» биотропная атмосферная ситуация складывается при антициклонических барических образованиях (развитие или ослабление антициклона, барический гребень, малоградиентное поле высокого давления). Тип «А» формируется, как правило, за холодным фронтом, при пониженной интенсивности циркуляции, когда наблюдается устойчивая стратификация. Для «А» характерны повышение давления, рост температуры летом, инверсия, частые штили, накопления аэрозольного загрязнения в приземном воздушном слое, неустойчивая ионизация и коэффициент униполярности ионов.

Вариации биотропных погодных ситуаций по типу «Б» наблюдаются при циклонической (углубление и заполнение циклонов, ложбины) и промежуточной (малоградиентное поле пониженного давления, размытое барическое поле) деятельности. Также при прохождении теплых атмосферных фронтов (фронтов окклюзии по типу теплого), адвекции тепла, фёне. Главной чертой погод группы «Б» является теплая погода, иногда сопровождающаяся непродолжительными осадками. Летом в основном во второй половине дня, падение давления и весового содержания кислорода, повышение температуры воздуха, иногда увеличение упругости водяного пара в воздухе, чувство «духоты» разной степени, увеличение аэрозольного загрязнения воздуха, уменьшение отрицательно заряженных ионов в воздухе, рост коэффициента униполярности ионов. Нередко при циклонической деятельности летом в связи с увеличением облачности, температура воздуха может понижаться при условии сохранения отрицательной тенденции давления и весового содержания кислорода. Погодные условия при теплом и жарком субкомфорте (температура воздуха больше 25<sup>0</sup>С) относятся к «Б». А при повышении

температуры воздуха более 32<sup>0</sup>С погодные условия относятся к Б4. Учитывая гипобарический и гипоксический эффект, тенденция и отклонение метеорологических элементов от нормы, метеопатические реакции больного человека проявляются в слабой (Б2), умеренной (Б3), резкой (Б4) степенях.

Биотропная ситуация «В» наблюдается при прохождении холодных атмосферных фронтов ( фронтов окклюзии по типу холодного), при циклонической деятельности. Характерной особенностью погодного режима «В» является резкая перемена воздушных масс, сильные температурные перепады и изменчивость давления, а также нижняя облачность, осадки иногда с грозой, ливнем и градом. В зависимости от биотропного эффекта разделяют погодных ситуации: слабая В2, умеренная В3, резкая В4.

При воздействии погодных условий у организма вырабатывается ответная реакция, которая будет зависеть не только от погоды, но и от внутреннего состояния организма, от заболеваний, возраста, местонахождения. В результате может выработаться приспособленность к изменчивости окружающей среды.

Но важно то, что погодные условия ни в коем случае не следует характеризовать как прямую причину, так как погода имеет только провоцирующее, т.е. является толчком к появлению заболевания.

Метеопатические реакции можно распределить на три типа по степени проявления:

- I. Слабо выраженные реакции, которым соответствуют в основном субъективные симптомам. Такие реакции не сопутствуются интоксикацией и проходят с нормальной температурой. Примеры слабо выраженных реакций: головная боль, нарушение сна, боли в груди, суставах, мышцах, районе сердца.
- II. Средне выраженные реакции, которым присущи объективные симптомы, интоксикация, повышение температуры тела в пределах от 3 до 5 дней. К этим реакциям следует отнести следующие:

простудные заболевания (например, катар верхних дыхательных путей, ангина).

- III. Сильно выраженные реакции, для которых характерно обострение оспенных заболеваний (например, попытка туберкулезного процесса в легких, обострение хронической пневмонии, астмоидное состояние, гипертонический криз).

Метеопатические реакции могут не только наступать непосредственно при изменении погодных условий, но и проявляться за 1-2 дня.

#### *Классификация по В.Ф. Овчаровой*

Согласно классификации Овчаровой В.Ф. рассматриваются несколько погодных эффектов, а именно спастический, тонизирующий, гипоксический и гипотензивный.

Первый эффект, т.е. спастический, формируется в областях высокого атмосферного давления, в зонах холодных фронтов, имеющих радиус менее 100 км, или фронтов окклюзии по типу холодного, а также гребня и отрога безградиентной области высокого давления. Спастический погодный эффект выражается в спастических болях у человека в разных местах. Из-за влияния этого эффекта может ухудшиться сон, появляется раздражительность, нарушается гемодинамика (т.е. возникает тахикардия), увеличивается артериальное давление. Значения электрокардиограммы изменяются, возникают спазмы гладкой мускулатуры внутренних органов. Люди, у которых наблюдается пониженное артериальное давление, наименее подвержены этим эффектам. Эффекты спастического характера обычно имеют место быть в зонах повышенного атмосферного давления, в зонах холодного фронта, при повышении температуры летом, при уменьшении влажности воздуха, однако увеличивается содержание кислорода.

В областях повышенного атмосферного давления под влиянием холодного фронта может возникать тонизирующий эффект. Но в случае

метеолабильных больных тонизирующий эффект погоды можно охарактеризовать как спастический. При таком эффекте у больных отмечается бодрое настроение, нормальное самочувствие, также улучшается работоспособность. Наблюдается стимуляция основных физиологических функций организма. У метеолабильных больных гипертонической болезни может повышаться артериальное давление.

Третий эффект, т.е. гипоксический, наблюдается в областях пониженного давления в области теплого фронта. Гипоксический эффект Он обнаруживается у людей, имеющих повышенное артериальное давление. Обычно в таких случаях возникает боль различной локализации, утомляемость, появляется слабость, сонливость. Кроме того, может появиться одышка, нарушение сердцебиения, тахикардии, отечность, кожный зуд, снижение насыщения артериальной крови кислородом и общего потребления кислорода. Происходит повышение артериального давления. Усиливается гипоксия у людей, имеющих повышенное артериальное давление. Как правило, гипоксический эффект проявляется при пониженном атмосферном давлении, при повышении температуры зимой и снижении ее летом, а также с повышением абсолютной влажности и уменьшением содержания кислорода. При гипоксическом некоторые могут ощущать сильную слабость, утомляемость, сонливость, одышку. Может отмечаться сердцебиение, отечность тканей, понижение артериального давления (как приспособительная реакция на гипоксию, то есть на низкое содержание кислорода атмосферного воздуха).

Последний эффект, гипотензивный, формируется в областях низкого атмосферного давления под влиянием теплого фронта и проявляется в том, что артериальное давление у человека понижается, улучшается самочувствие в целом. Если наблюдается понижение артериального давления, то возникает умеренная слабость, утомляемость, одышка, сердцебиение, сонливость, тахикардия, снижение артериального давления и небольшое повышение потребления кислорода. Эффект гипотензивного



характера проявляется при низком атмосферном давлении, снижением температуры летом, а также увеличением абсолютной влажности и содержания кислорода.

По исследованиям В.Ф. Овчаровой, было выявлено, что в области пониженного атмосферного давления (т.е. в циклоне, ложбине, безградиентного поле низкого давления) и при уменьшении доли кислорода в воздухе проявляется гипотензивный и гипоксический эффекты, т.е. так называемая гипотермическая гипоксия. При приближении теплого фронта, сопровождающимся повышением температуры воздуха и снижением содержания кислорода, наблюдается гипотензивный и гипоксический эффект. В этом случае это гипербарическая гипероксия. При прохождении холодного фронта, при котором можно заметить увеличение количества кислорода в воздухе, наблюдаются тонизирующий и спастический эффекты. Наибольший гипоксический эффект возникает при сочетании низкого атмосферного давления с гипертермией и повышенной влажностью воздуха. Больные жалуются на слабость, утомляемость, сонливость, одышку, сердцебиение. Может понижаться артериальное давление.

При прохождении холодного фронта и вторжении холодных воздушных масс, а также в зонах высокого атмосферного давления ( гребень, отрог, малоградиентное поле высокого давления) в организме человека начинают преобладать реакции спастического и антиспастического типа. Наиболее выражены они у людей, страдающих гипертонической болезнью и бронхиальной астмой. Очень опасна погода, когда совмещается повышенное атмосферное давление, пониженная температура и сильные ветры.

*Классы погоды по Чубукову Л.А. – Федорову Е.Е.*

Исследователям в области комплексной климатологии представилось возможным пойти по пути дальнейшего упрощения выражения конечных результатов статистических подсчетов — климатологических таблиц. Это

можно было сделать только путем рационального объединения типов погод в более обширные группы. С этой целью Е. Е. Федоров и Л.А. Чубуков подразделили всё разнообразие погод на классы, руководствуясь при этом главным образом признаками единообразного их практического значения для сельского хозяйства и для жизни человека [15].

Были выделены следующие классы погод. Среди этих классов погод первые 8 классов (I— VII, XVI) являются характерными для теплого времени года; VIII и IX классы погод представляют чаще всего погоду переходного времени года (если говорить о климате умеренных широт); последние 6 классов погод (X— XV) могут быть названы зимними погодами.

Как видно из этих таблиц, классы погод теплого времени года различаются по условиям: средней суточной температуры, средней суточной величины относительной влажности воздуха, режима облачности, наличия или отсутствия осадков, а иногда и по условию ветра. Классы погод холодного времени года выделены лишь по условиям средней суточной температуры воздуха и все (за исключением одного – слабо морозной погоды) подразделяются на погоды с ветром и без ветра.

Некоторые из наиболее опасных для сельского хозяйства классов погод, как суховейно-засушливые и умеренно засушливые погоды, Е. Е. Федоровым были установлены совершенно объективным путем. А именно: в этот класс вошли погоды, наблюдавшиеся в периоды, предшествующие гибели или угнетенному состоянию злаковых культур, обусловленным» суховеем или только засухой. Принцип выделения других классов погод страдает большей или меньшей условностью, но с точки зрения многих практических запросов эти классы погод могут быть признаны вполне удовлетворительными.

Как мы уже говорили выше, перечисленные классы погод; не имеют генетической основы. Но каждый случай того или иного класса погоды с целью уточнения его генетической характеристики может быть

дополнительно проанализирован на основании тех сведений динамико-климатологического характера, которые мы встречаем в каталоге погод. Однако нельзя не отметить и того, что некоторые из классов погод, принятых в комплексной климатологии, подразумевают такую генетическую основу для преобладающего числа случаев погод в пределах одного класса.

Таблица 7 - Классы погоды по Чубукову Л.А.- Федорову Е.Е.

Условный номер	№ п/п на легенде	Наименование класса погоды	
I	1	Засушливая, суховеино- засушливая	
II	2	Умеренно засушливая	
III	3	Малооблачная	
IV	4		Облачная днём без осадков
	5		с осадками
V	6	Тёплая	Облачная ночью
	7	не засушливая	
VI	8		Облачная без осадков
VII	9		Дождливая
XVI	10		Влажнотропическая
VIII	11	С оттепелью, облачная с переходом через 0°	
IX	12	С радиационной оттепелью ( или с морозом ночью)	
X	13		Слабо
XI	14		Умеренно без ветра

	15		с ветром
XII	16 17		Значительно
XIII	18 19	Морозная	Сильно
XIV	20 21		Жестоко
XV	22 25		Крайне

Продолжение таблицы 7

Можно также указать, что умеренно засушливые и суховеино-засушливые погоды в середине лета на Русской равнине возникают всегда в периоды хорошо выраженной трансформации прогревания в массах континентально-полярного (первые) или в условиях адвекции континентально-тропического (вторые) воздуха.

Отмечая отсутствие четко выраженной генетической основы у используемой классификации местных погод, мы снова должны обратить внимание на весьма сильную сторону. А именно: каждый класс погод строго определен в своих числовых характеристиках составляющего комплекса. Поэтому использование такой классификации позволяет сделать работу по анализу материала метеорологических наблюдений совершенно объективной, чего пока никак нельзя утверждать о чисто динамико-климатологических исследованиях.

1- суховеино-засушливая; 2- умеренно засушливая; 3- малооблачная;

4- облачная днем без осадков; 5- облачная днем с осадками; 6- облачная ночь без осадков; 7 - облачная ночь с осадками; 8- облачная без осадков; 9- дождливая; 10 - влажнотропическая; 11 - облачная с переходом через 0°; 12 - с радиационной оттепелью (или с морозом ночью); 13 - слабо морозная; 14 - умеренно морозная без ветра; 15 - умеренно морозная с ветром; 16 - значительно морозная без ветра; 17- значительно морозная с ветром; 18- сильно морозная без ветра; 19- сильно морозная с ветром; 20- жестоко морозная без ветра; 21 - жестоко морозная с ветром; 22 - крайне

морозная без ветра; 23 - крайне морозная с ветром; 24 - разделы по температуре (через 10°); 25 - погоды, которые не наблюдались.

Таким образом, для проведения мониторинга метеопатических реакций организма человека необходимо выбрать наиболее значимые для исследуемого района биометеорологические параметры атмосферы и метод классификации погоды для медицинских целей.

### *Классификация по И. И. Григорьеву*

И. И. Григорьева ввел медицинскую классификацию погоды, которая содержит в себе четыре типа погоды: весьма благоприятная погода, благоприятная погода, неблагоприятная погода, особо неблагоприятная погода.

Согласно первому типу, у поверхности и в нижней тропосфере расположена большая область высокого давления или малоградиентное поле атмосферного давления. Атмосферные фронты не наблюдаются, восходящие вертикальные токи ослаблены, струйных течений нет. Изменение атмосферного давления составляет не более 1 гПа за 3 часа, скорость ветра - 0-3 м/с. Содержание кислорода в воздухе меняется незначительно до 5-10 г/кг за 6-12 часов. Стратификация, как правило, устойчивая, а температура и влажность воздуха почти не имеют колебаний: отмечается изменение температуры до 5-8 градусов в интервале 12 часов, влажность воздуха - до 10%. Напряженность атмосферного электрического поля у поверхности Земли близка к норме. Магнитное поле Земли слабо выражено, эти возмущения не регистрируются. При такой погоде обычно ясно или наблюдается переменная облачность. В летний период года наблюдаются кучевые облака, без осадков. Первый тип погоды в Санкт-Петербурге составляет примерно 31-42% от общего количества дней в году.

При благоприятной погоде (тип 2) атмосферное давление у земли и в тропосфере почти не меняется. В некоторых случаях наблюдается прохождение фронтов, имеющих слабую динамическую структуру (фронты

окклюзии), свойства воздушной массы меняется незначительно. Изменения температуры на 8-12 градусов в пределах 6-12 часов, влажность - до 20%, атмосферное давление в пределах 1-3 гПа за 3 часа. Температура и влажность воздуха в пределах сезонной и суточной нормы. Скорость ветра достигает 4- 10 м/с. Колебания содержания кислорода в воздухе в пределах плюс, минус 10-15 г/ кг. Напряженность электрического поля атмосферы близка к нормальной. В летнее время бывают кратковременные дожди и внутримассовые грозы. Опасных явлений не наблюдается. Тип 2 составляет 29-52% от количества дней в году.

Для неблагоприятной погоды характерно: циклоны с ярко выраженными фронтами и вертикальными движениями воздуха. Фиксируется нарушение суточного хода основных метеорологических элементов. Изменения температуры на 10-20 градусов в пределах 6-12 часов, влажность - на 20-40%, атмосферное давление в пределах 3-4 гПа за 3 часа. Скорость ветра возрастает до 10-16 м/с. Колебания содержания кислорода в воздухе в пределах плюс, минус 15-20 г/ кг. Напряженность электрического поля атмосферы заметно отличается от нормального значения. Отмечаются отчетливые колебания геомагнитного поля и кратковременные большие и резкие его изменения. Третий тип погоды отличается резкими колебаниями температуры воздуха и понижением влажности при усилении скорости ветра ( фен, бора и местные ветры). Возможны, летом - грозы, ливни, зимой - метели. Опасных явлений не наблюдается. Третий тип составляет 11-16% от количества дней в году.

Четвертому типу особо неблагоприятной погоды свойственно активное образование циклона, прохождение глубоких ложбин с резко выраженными фронтами и восходящими потоками воздуха. Отмечается резкая изменчивость метеорологических элементов с резким нарушением суточного хода. Температура воздуха меняется на 10-20 градусов за 6-12 часов, влажность воздуха меняется на 20-40%, атмосферное давление - на 4 - 5 гПа, скорость ветра достигает 19 м/с и более. Содержание кислорода в

воздухе и напряженность электрического поля атмосферы изменяются значительно, обнаруживаются большие колебания электромагнитной возмущенности. Летом бывают грозовые шквалы, ураганы, ливни, пыльные бури и другое. Особо неблагоприятная погода составляет примерно 5% от общего числа дней в году. Можно заметить, что зимой и весной чаще регистрируются погодные условия 3 и 4 типа погоды, а летом и осенью - 1 и 2 типа погоды [16].

### **3 Оценка биометеорологических параметров атмосферы Санкт-Петербурга**

#### **3.1 Изменчивость метеорологических величин в атмосфере Санкт-Петербурга**

Для исследования была сформирована база данных метеорологической информации в период с 2004 по 2020 год. Данные были получены из открытых источников Интернет-ресурса ([gr5.ru](http://gr5.ru)) со станции номер 26063, расположенной на территории Пулковского.

Для получение необходимых статистических сведений о биометеорологических параметрах были взяты следующие метеорологические данные:

- Температура, Давление, Скорость ветра, Влажность, Облачность

Кроме того, были рассчитаны данные о среднесуточных изменениях температуры и давления.

Исходные данные изначально представляли из себя срочные прогнозы, сначала они были осреднены до суточных, а затем до ежемесячных.

Для комплексной оценки метеопатических факторов Санкт-Петербурга рассмотрим изменчивость вышеперечисленных параметров.

### 3.1.1 Температура

Как мы видим на рисунке 12 самым холодным месяц является февраль, также у него самое большое стандартное отклонение относительно всех других месяцев. Что делает его самым суровым месяцем с точки зрения температуры воздуха.

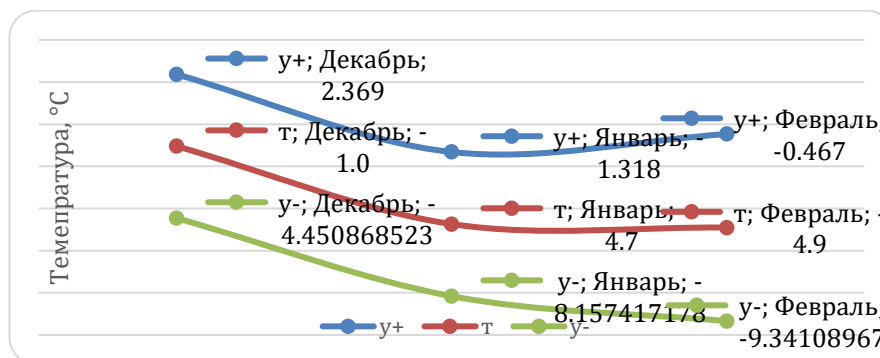


Рисунок 12 - Значения показателей температуры воздуха ( среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

В весенний сезон максимальное значения стандартного отклонения приходится на март месяц ( рисунок 13). В совокупности с отрицательной температурой, март является самым неблагоприятным месяцем для человека по температурному режиму.



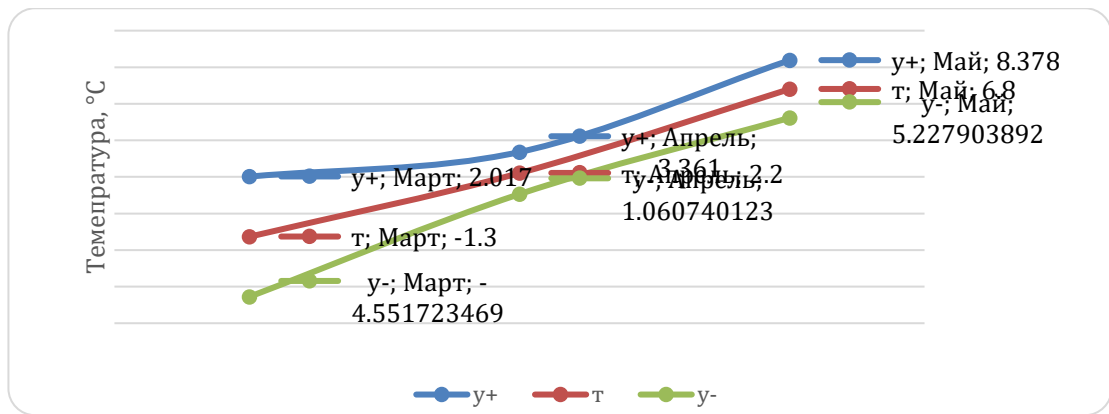


Рисунок 13 - Значения показателей температуры воздуха (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

В июле наблюдается наиболее высокая среднемесячная температура в районе 19°C, однако самый низкий показатель стандартного отклонения в летний период времени выявлен в августе (рисунок 14).

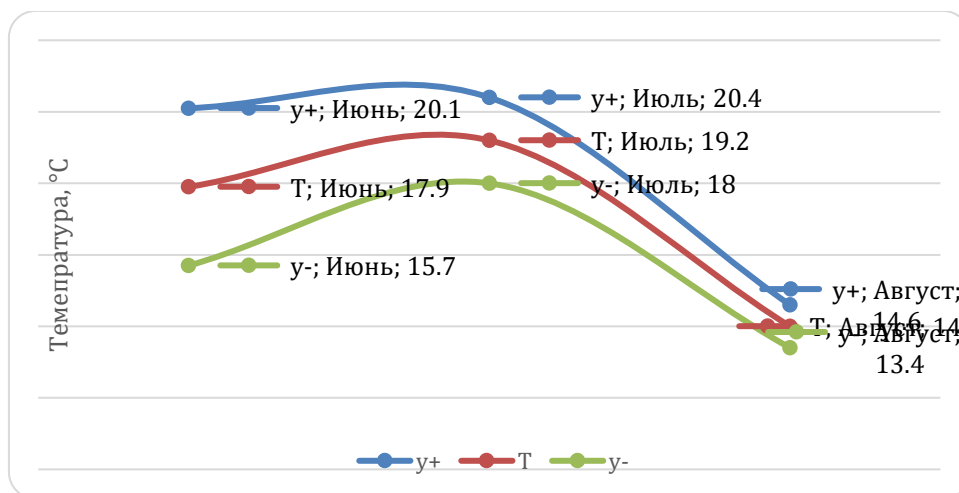


Рисунок 14 - Значения показателей температуры воздуха (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

Осенью мы видим четко выраженную обратно пропорциональную зависимость. С понижением температуры воздуха, увеличивается стандартное отклонение (рисунок 15).

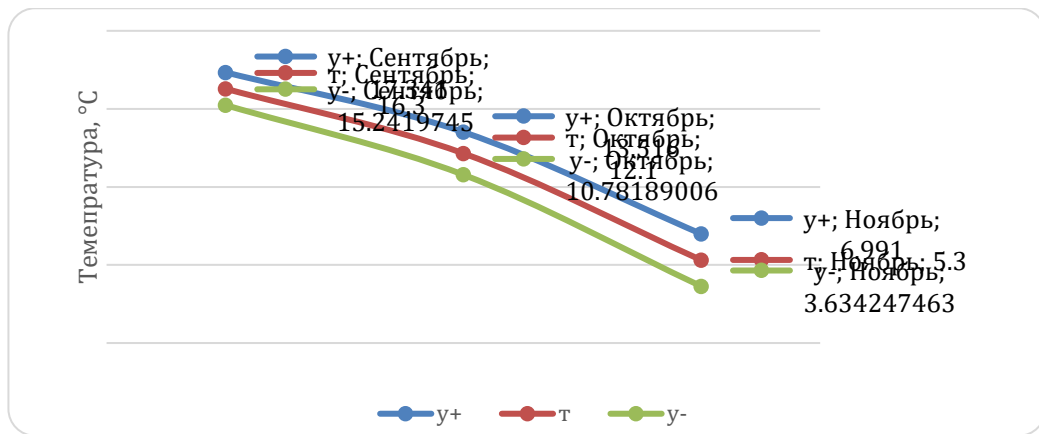


Рисунок 15 - Значения показателей температуры воздуха (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

Проанализировав данные показателей температуры по сезонам, можно прийти к выводу, что в теплое время года стандартное отклонение среднемесячной температуры ниже, чем в холодное.

### 3.1.2 Атмосферное давление

Исходя из рисунка 16, мы можем наблюдать равномерный рост атмосферного давления от начала к концу зимнего сезона. На диаграмме стандартного отклонения данных показаний, похожей тенденции не наблюдается.

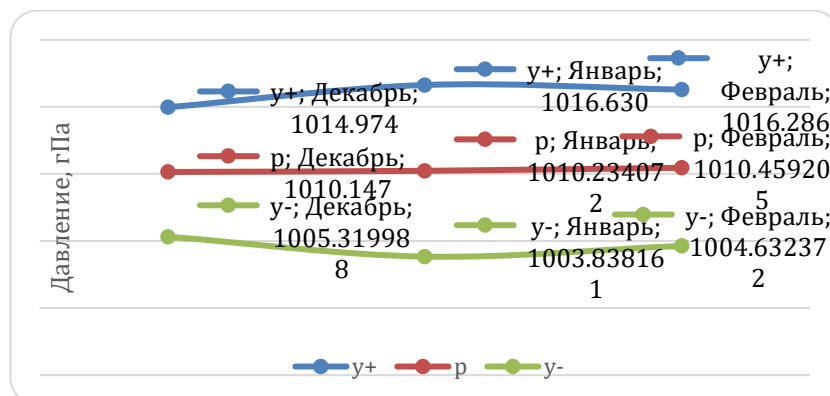


Рисунок 16 - Значения показателей атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

Весной, так же, как и зимой наблюдается тенденция к росту значений давления. Однако в отличие от зимнего периода, мы видим обратно

пропорциональную зависимость стандартного отклонения от среднемесячного значения (рисунок 17).

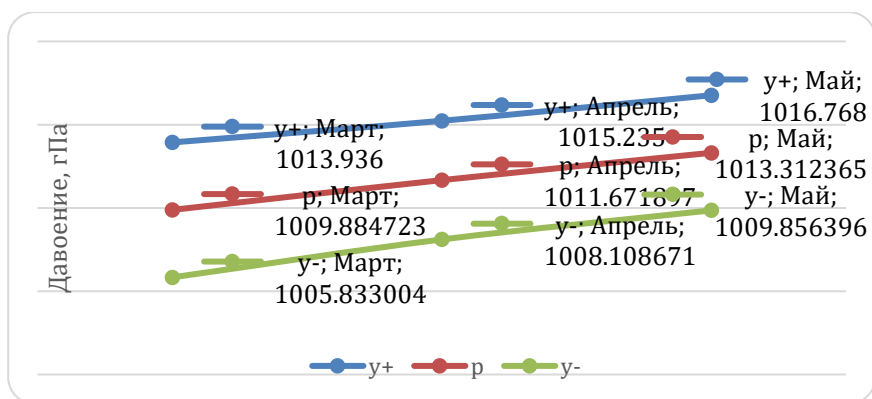


Рисунок 17 - Значения показателей атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

В летний сезон у нас обратная ситуация. Среднемесячные значения уменьшаются, а стандартное отклонение увеличивается (рисунок 18).

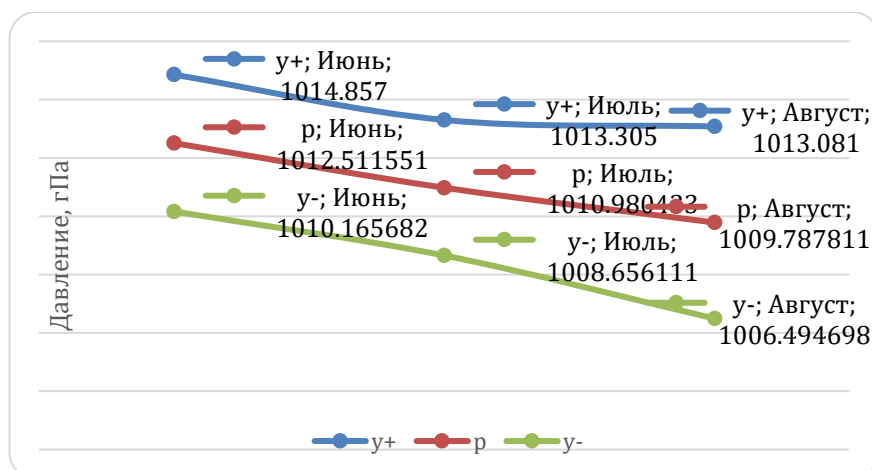


Рисунок 18 - Значения показателей атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

В осеннем месяце, в октябре самое высокое среднемесячное атмосферное давление, а стандартное отклонение самое высокое в ноябре (рисунок 19).

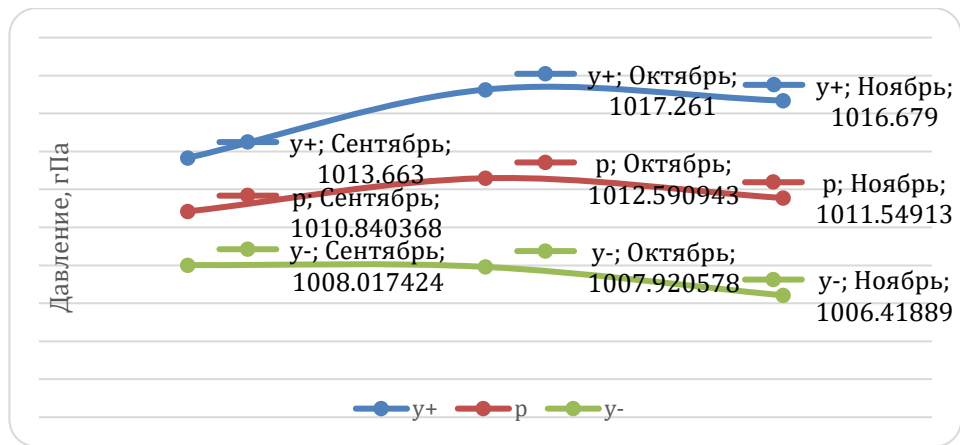


Рисунок 19 - Значения показателей атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

### 3.1.3 Скорость ветра

Зимой скорость ветра наибольшая в феврале. Однако разница между всеми месяцами в скорости и его стандартном отклонения небольшая. Можно сказать, что показатели скорости ветра и его стандартного отклонения устойчива на протяжении всего зимнего сезона (рисунок 20).

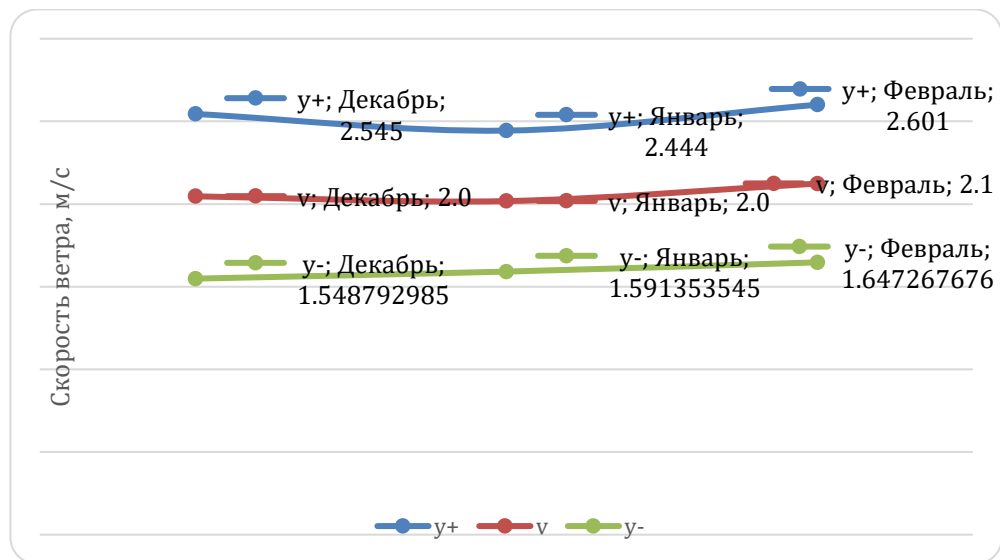


Рисунок 20 - Значения показателей скорости ветра (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

Весной мы наблюдаем планомерное снижение как самой скорости ветра, так и ее стандартного отклонения. В данном случае можно

утверждать, что март является наиболее неблагоприятным месяцем весны, по данным показателям ( рисунок 21).

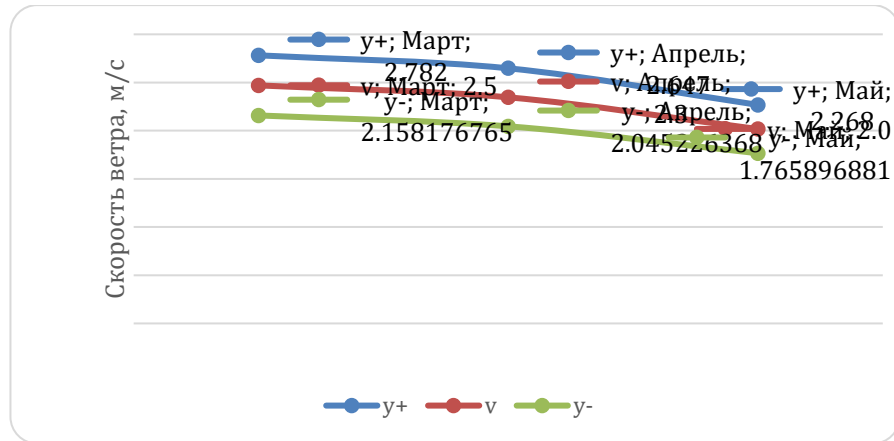


Рисунок 21 - Значения показателей скорости ветра ( среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

Как и весной, летом можно заметить планомерное снижения значений скорости ветра, однако разница сезонного хода не так значительна ( рисунок 22)

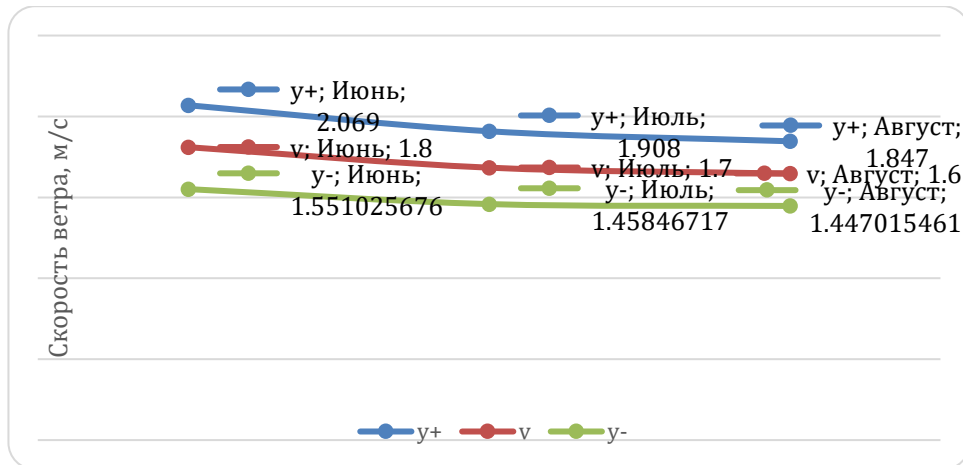


Рисунок 22 - Значения показателей скорости ветра ( среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

Наиболее значительные показания стандартного отклонения и скорости ветра наблюдаются в последнем месяце осеннего периода- ноября ( рисунок 23).

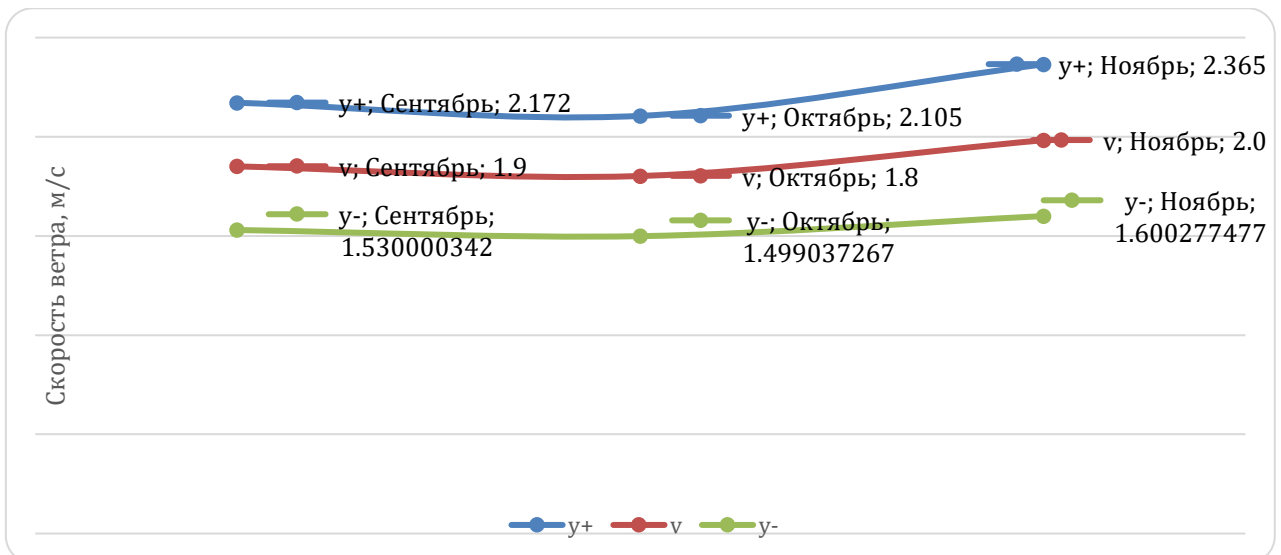


Рисунок 23 - Значения показателей скорости ветра ( среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

### 3.1.4 Влажность

Проанализировав рисунок 24, можно отметить устойчивый рост влажности от декабря месяца к февралю. Хотя у декабря и показания стандартного отклонения выше, чем у января это компенсируется минимальным значением среднемесячным значением зимнего сезона.

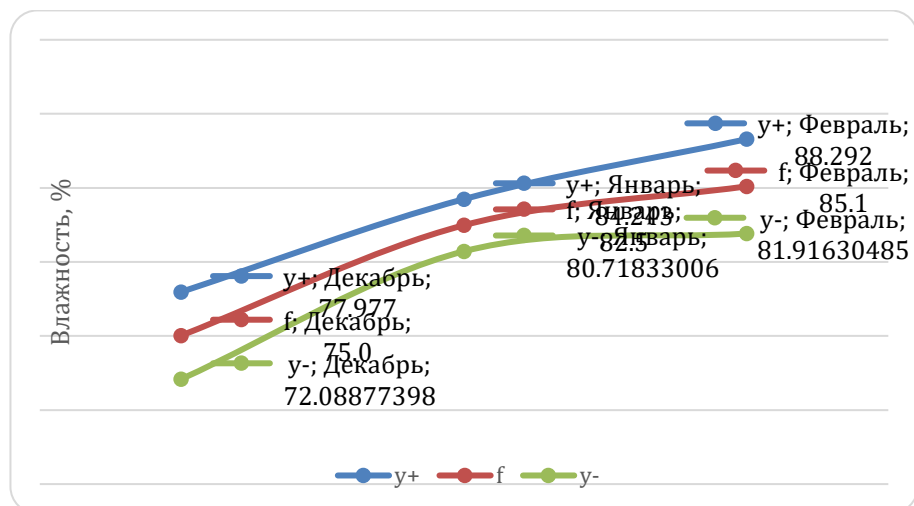


Рисунок 24 - Значения показателей влажности ( среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

Весной стандартное отклонение выше, чем зимой. Однако значения влажности ниже. Наблюдается стабильное уменьшения показателей влажности ( рисунок 25).

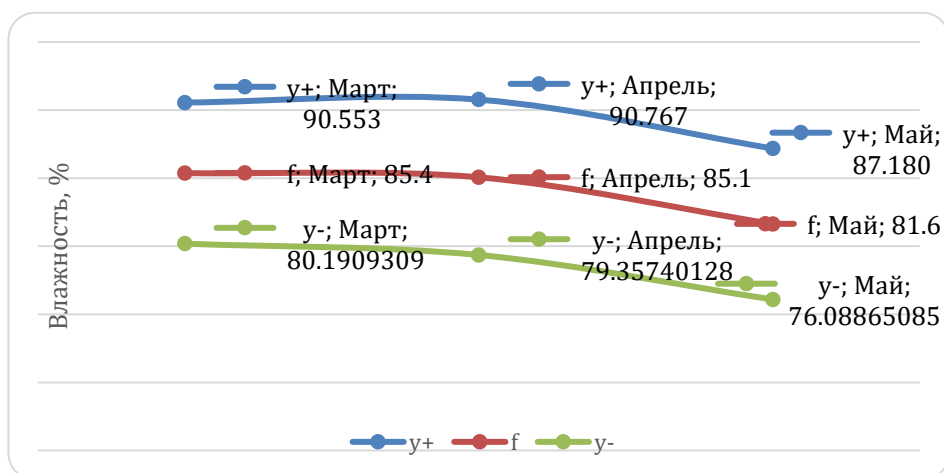


Рисунок 25 - Значения показателей влажности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

В летнее время года можно отметить планомерное снижение показателей как влажности, так и ее стандартное отклонение, с минимум в конце сезона- августе (рисунок 26).

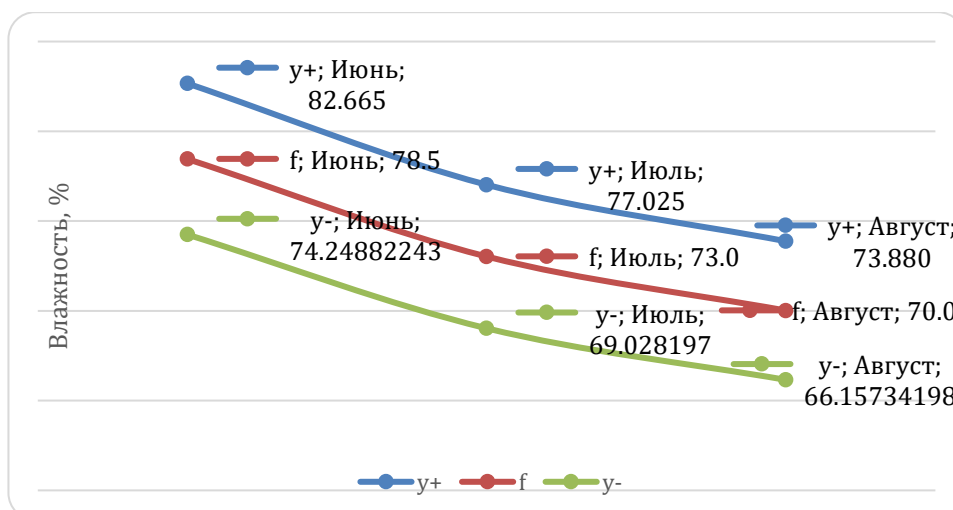


Рисунок 26 - Значения показателей влажности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

На октябрь месяц приходится минимум влажности всего годового хода, однако его стандартное отклонение является наибольшим за осенний период (рисунок 27).

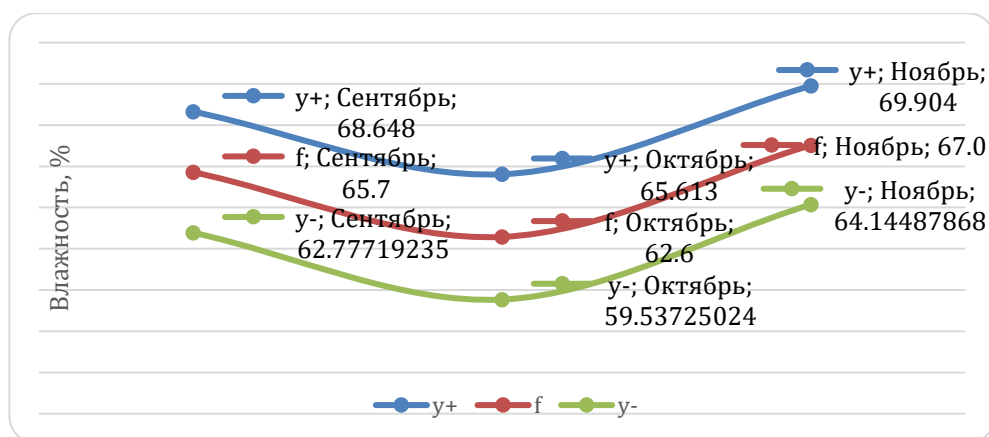


Рисунок 27 - Значения показателей влажности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

### 3.1.5 Облачность

Больше всего облачности наблюдается в последнем месяце зимнего сезона- феврале. Точно так же состоит дела и с стандартным отклонением (рисунок 28).

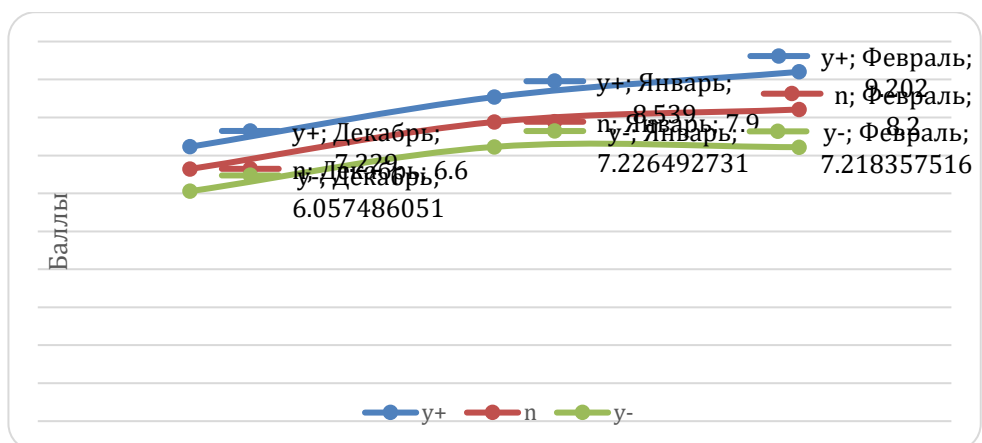


Рисунок 28 - Значения показателей облачности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

В марте отмечается пик показателей среднемесячных значений облачности в Санкт-Петербурге за весь годовой ход. После этого пика отчетливо видно устойчивое снижение в течение всего весеннего сезона (рисунок 29).



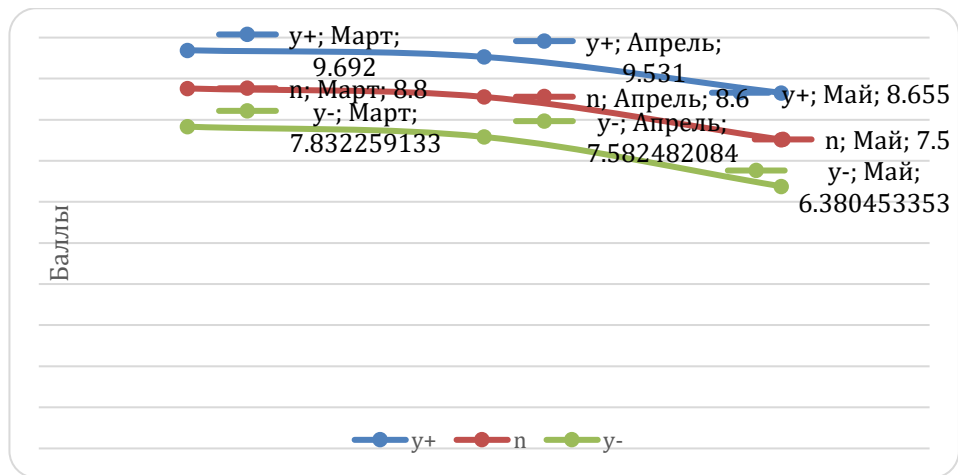


Рисунок 29 - Значения показателей облачности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

Летом тренд на снижение показателей среднемесячных значений облачности продолжается. Пик стандартного отклонения наблюдается в июне месяце (рисунок 30).

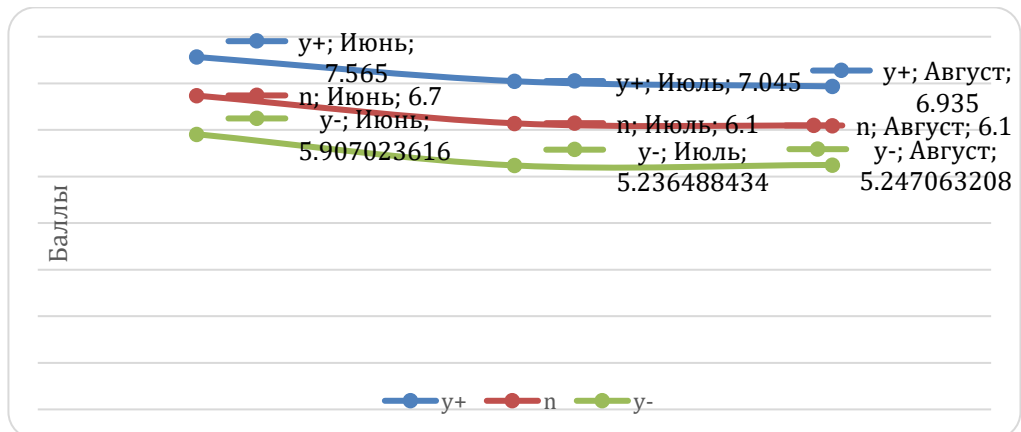


Рисунок 30 - Значения показателей облачности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

На октябрь месяц приходится минимум облачности всего годового хода, однако его стандартное отклонение является наибольшим за осенний период (рисунок 31).

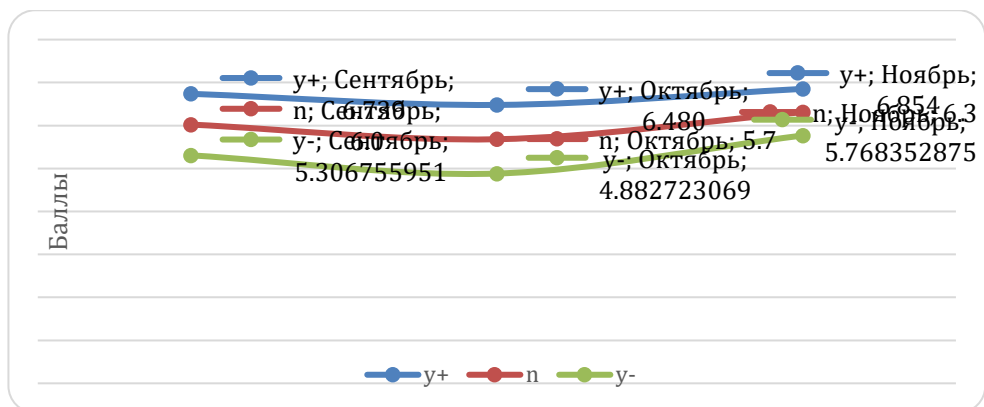


Рисунок 31 - Значения показателей облачности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

### 3.1.6 Межсрочная изменчивость атмосферного давления

Межсрочная изменчивость атмосферного давления является одним из наиболее важным фактором, характеризующее патогенность погоды.

В зимнее время максимальные значения межсрочной изменчивости атмосферного давления можно наблюдать в декабре. Однако значения его стандартного отклонения максимальны в феврале. Исходя из совокупности данных можно отметить, что наиболее неблагоприятным месяцем зимой по данным показаниям- февраль (рисунок 32).

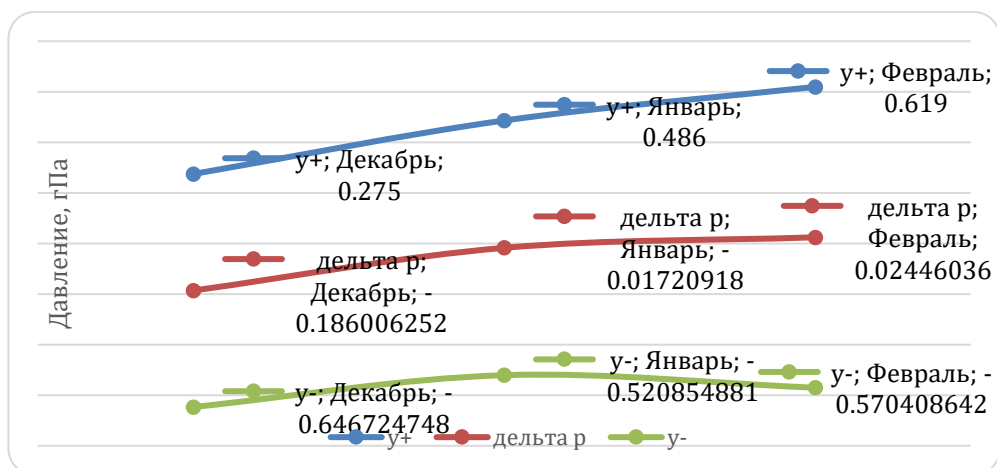


Рисунок 32 - Значения показателей межсрочной изменчивости атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

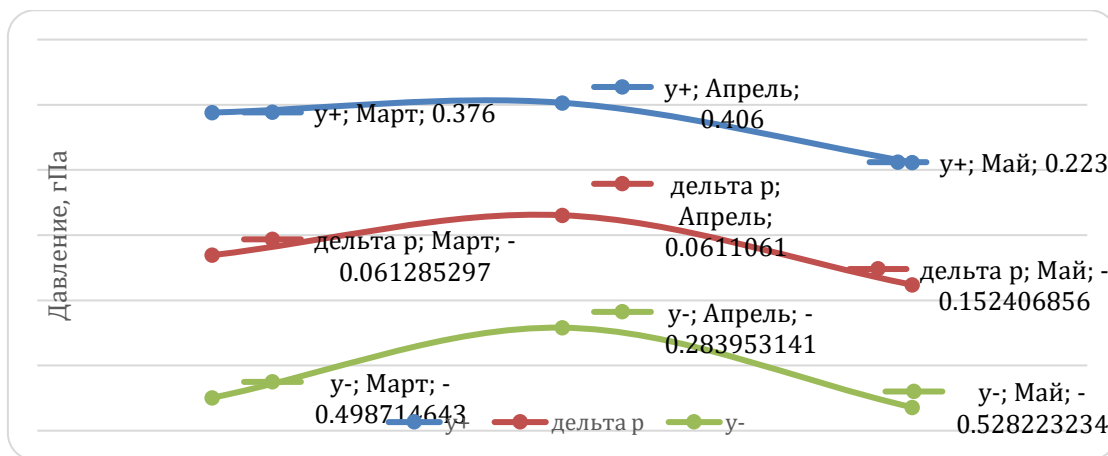


Рисунок 33 - Значения показателей межсрочной изменчивости атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

Весной наибольшее межсрочная изменчивость характерна для мая, однако максимум стандартного отклонения в этот период отмечается в марте (рисунок 33).

Летом пик изменчивости приходится на середину сезона. В то же самое время в июле можно заметить наименьшие значения стандартного отклонения (рисунок 34).

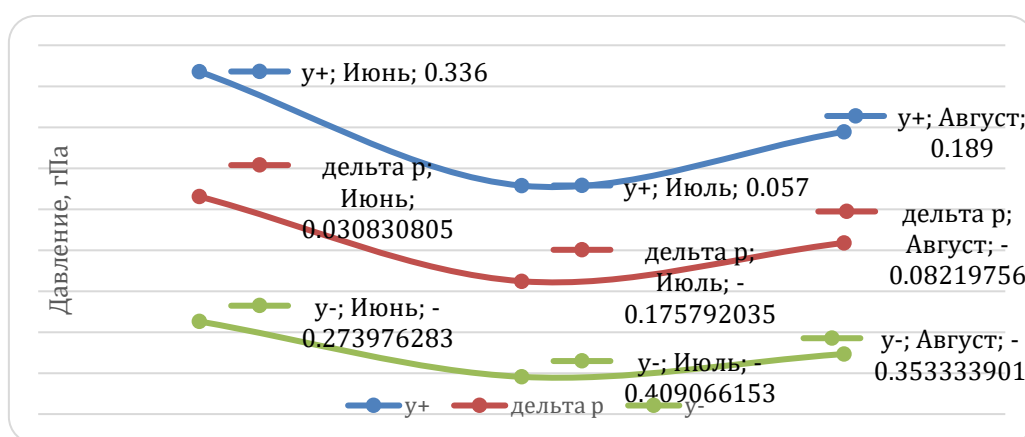


Рисунок 34 - Значения показателей межсрочной изменчивости атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

Как мы видим на рисунке 35, максимальная межсрочная изменчивость, так же как и ее стандартное отклонения находятся в ноябре месяце.

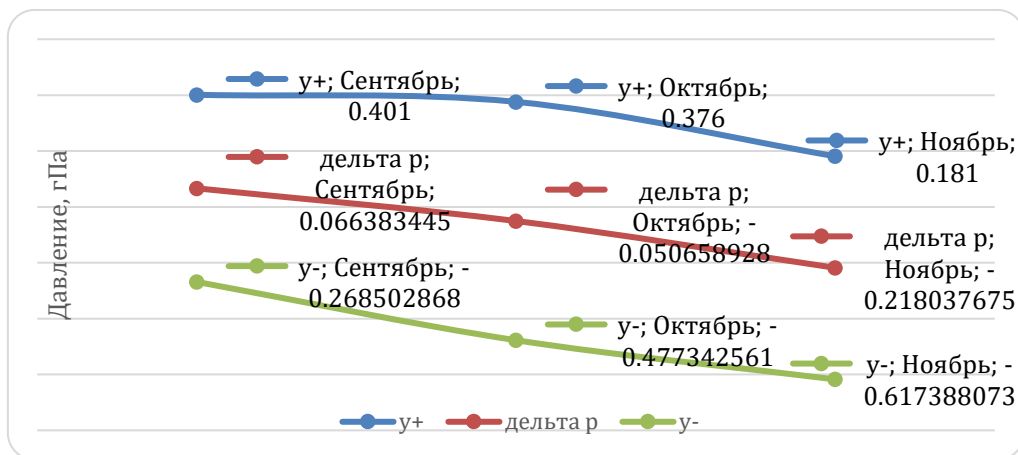


Рисунок 35 - Значения показателей межсрочной изменчивости атмосферного давления (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

### 3.1.7 Межсрочная изменчивость температуры

Проанализировав данные, отображенные на рисунке..., значений межсрочной изменчивости температуры так и его стандартное отклонения можно выделить максимум в конце сезона- феврале (рисунок 36).

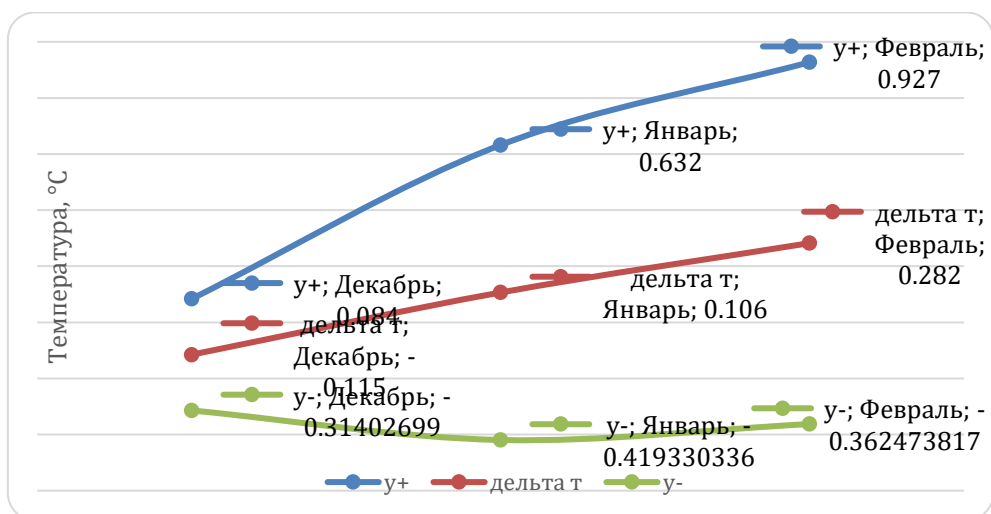


Рисунок 36 - Значения показателей межсрочной изменчивости температуры (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

Весной можно отметить максимальную за год изменчивость температуры воздуха. С учетом значений стандартного отклонения можно выделить максимум в конце весеннего периода- мае (рисунок 37).

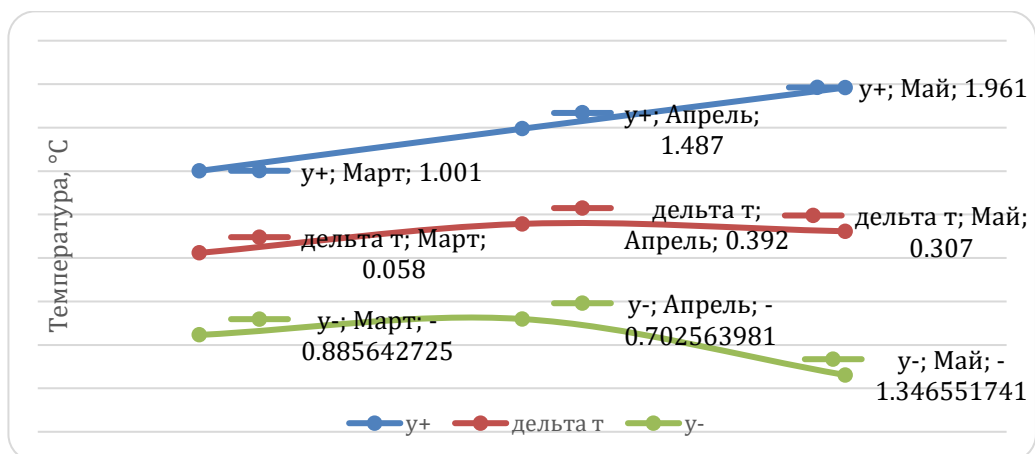


Рисунок 37 - Значения показателей межсрочной изменчивости температуры (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

Летом можно отметить устойчивый рост значений изменчивости, с пиком стандартного отклонения в июне (рисунок 38).

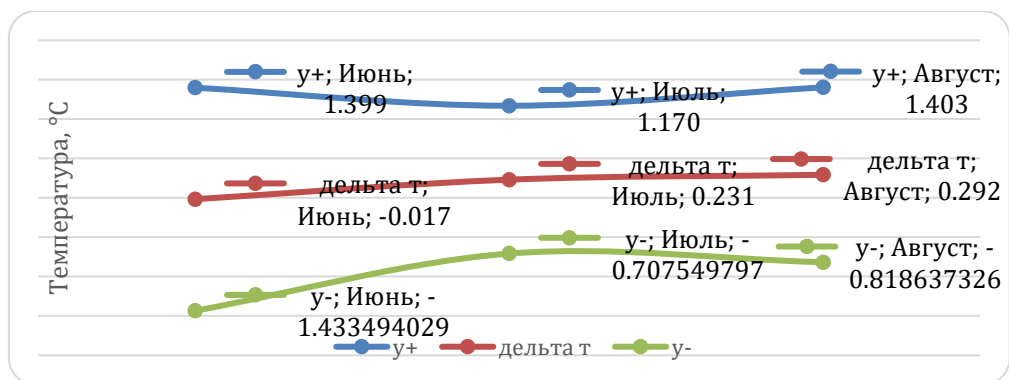


Рисунок 38 - Значения показателей межсрочной (3 часа) изменчивости температуры (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

Как мы видим из статистических данных за осень. Идет устойчивый рост значений межсрочной изменчивости температуры. Можно отметить

обратно пропорциональную зависимость вышеизложенных значений от их стандартного отклонения (рисунок 39).

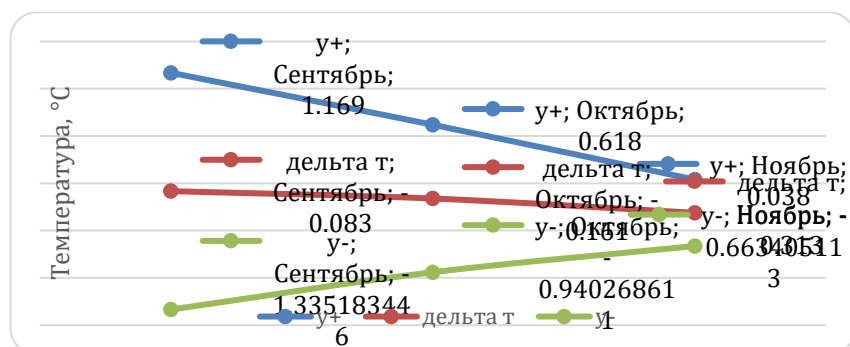


Рисунок 39 - Значения показателей межсрочной изменчивости температуры (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

#### Выводы:

Практически по всем показателем максимально неблагоприятные метеорологические параметры и их изменчивость является зима. Февраль является наиболее неблагоприятным месяцем для организма человека.

### 3.2 Анализ изменчивости индекса патогенности

В качестве основного биометеорологического параметра был взят индекс патогенности, который позволяет оценить степень раздражающего действия погоды на организм человека в определённом месте за определённое время.

Был построен годовой ход среднемесячного индекса патогенности (рисунок 40).

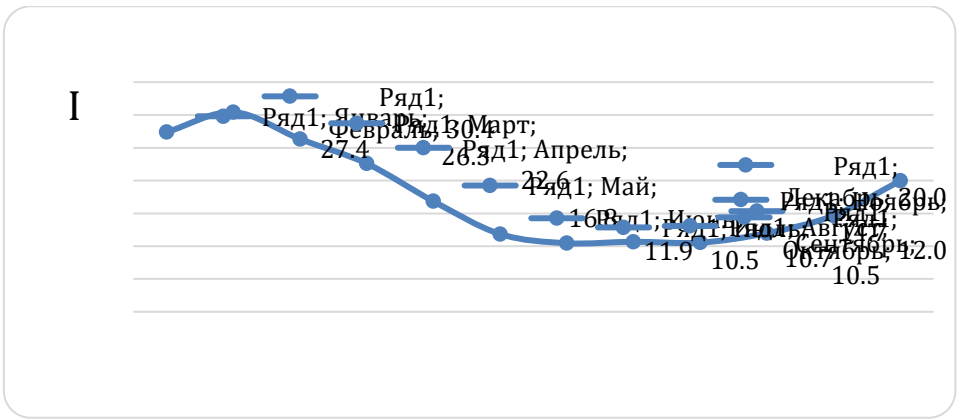


Рисунок 40 - Годовой ход среднемесячных значений индекса патогенности, I.

Проанализировав данный график, мы можем наблюдать, что наименее патогенные месяцы это июль и сентябрь, а наиболее неблагоприятные это февраль.

На круговой диаграмме ( рисунок 41) наглядно показано общее соотношение классов погоды ( по Бокше) в исследуемом регионе.

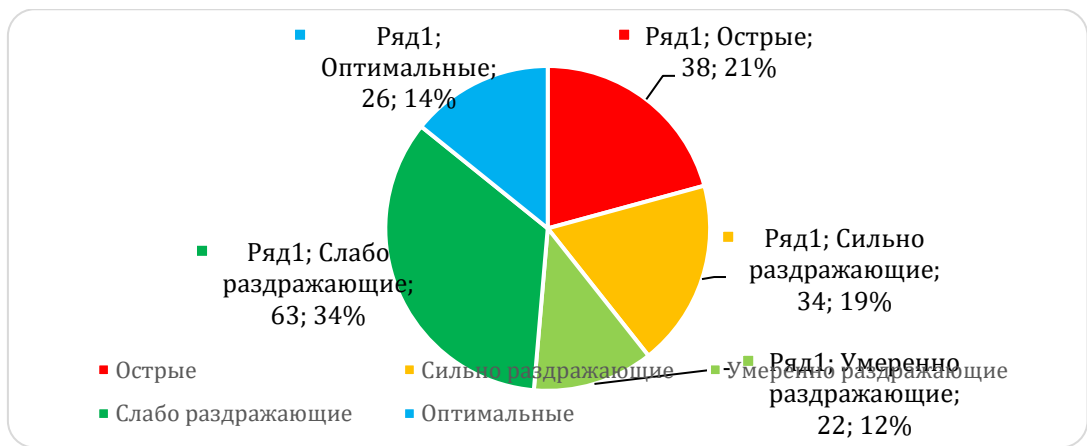


Рисунок 41 - Распределение классов погоды по Бокше.

Наиболее частая погода имеет слабо раздражающие индекс патогенности, затем идет острые, сильно раздражающие, оптимальные и умеренно раздражающие.

### 3.2.1 Зима

Зимой наблюдается планомерный рост индекса патогенности к концу сезона с максимальным пиком всего годового хода в феврале, хотя максимальные значения стандартного отклонения наблюдаются в январе (рисунок 42).

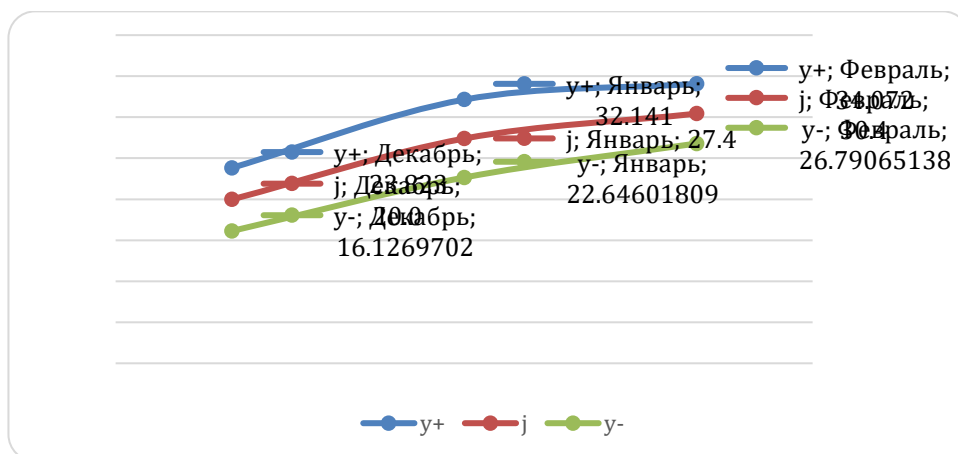


Рисунок 42 - Значения показателей индекса патогенности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в зимний период.

Хоть среднее значение индекса максимальное в феврале, чаще всего острая погода у нас в январе. Это связано в первую очередь со показателями стандартного отклонения. Декабрь же является наиболее комфортным месяцем в зимний сезон (рисунок 43).

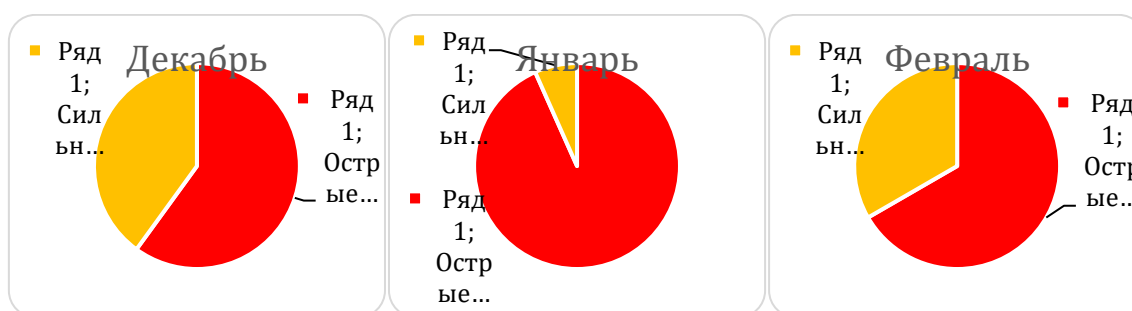


Рисунок 43 - Круговая диаграмма распределения погоды по классам (по Бокше) в зимнее время года.

### 3.2.2 Весна

Весной по среднемесячным значениям можно отметить обратную тенденции, относительно зимы. Индекс патогенности планомерно



уменьшается. Стандартное отклонение не имеет ярко выраженной тенденции изменения (рисунок 44).

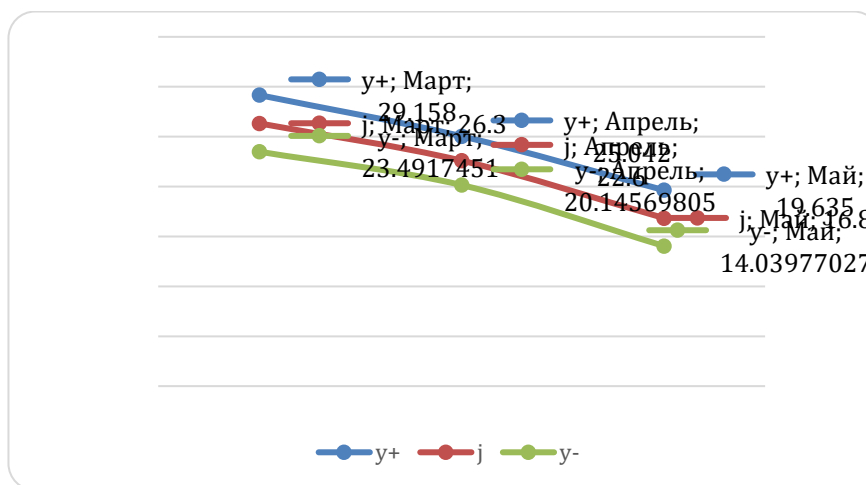


Рисунок 44 - Значения показателей индекса патогенности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в весенний период.

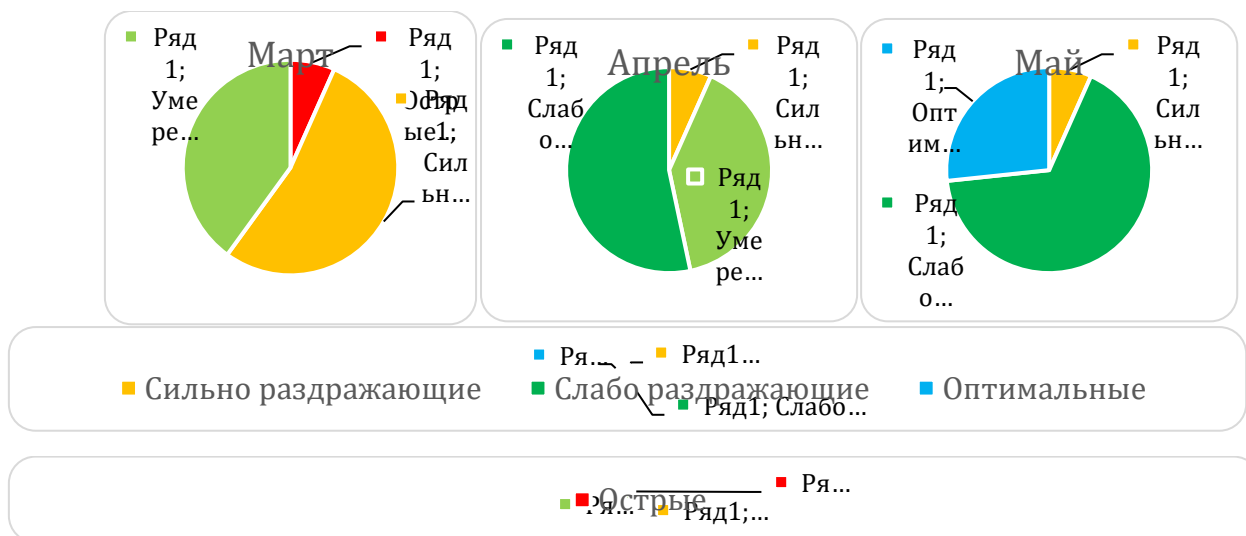


Рисунок 45 Круговая диаграмма распределения погоды по классам (по Бокше) в весеннее время года.

На круговых диаграммах мы видим распределение комфортности по месяцам. Так как весна характерна сильной изменчивостью погоды, то мы можем наблюдать что в марте у нас имеются данные об остром классе погода, в то время как в мае больше четверти у нас занимает оптимальный класс погоды (рисунок 45).

### 3.2.3 Лето

На рисунке 46 выделяется минимум всего годового хода индекса патогенности в июле, который соответствует значению 10,5. Так же в июле отмечается самое высокое значение стандартного отклонения за летний сезон.

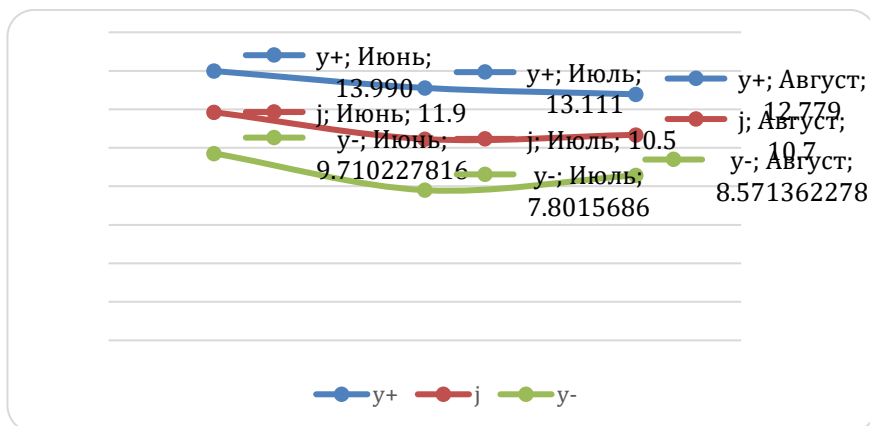


Рисунок 46 - Значения показателей индекса патогенности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в летний период.

На рисунке 47 видно, что на июль приходится самое большое количество оптимальных значений, а наличие умеренно раздражающего индекса патогенности характеризуется высоким значением стандартного отклонения.

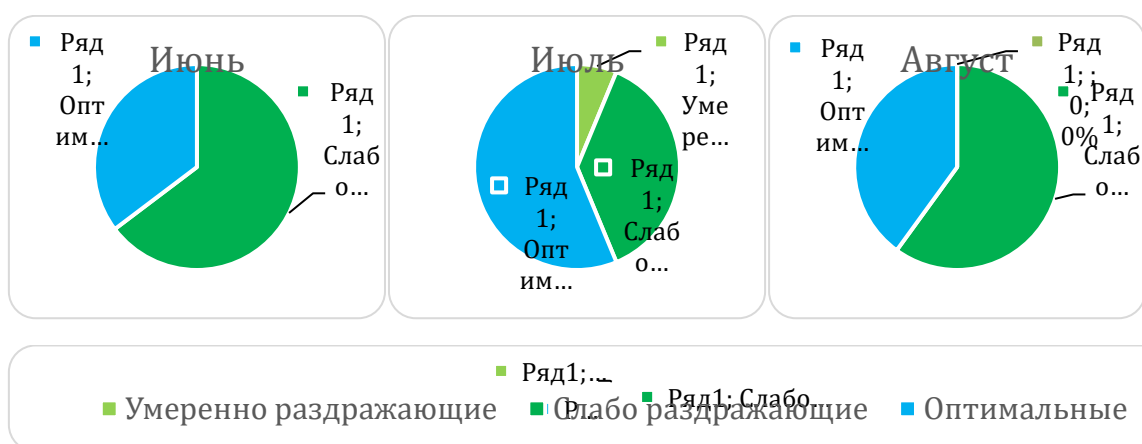


Рисунок 47 - Круговая диаграмма распределения погоды по классам (по Бокше) в летнее время года.

### 3.2.3 Осень

Осенью заметен плstepенный рост индекса патогенности с прямо пропорциональным ростом его стандартного отклонения (рисунок 48).

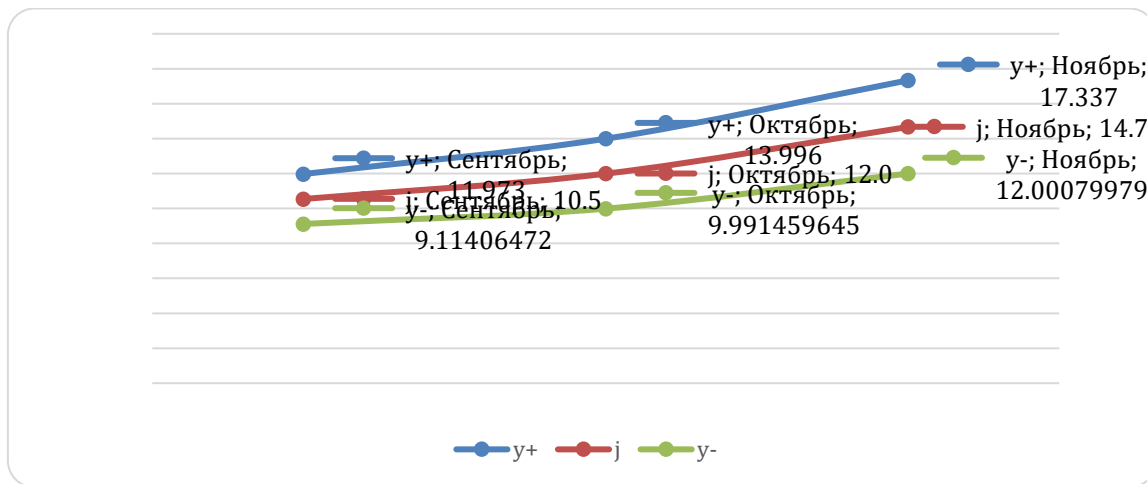


Рисунок 48 - Значения показателей индекса патогенности (среднемесячные значения и стандартное отклонение) в осенний период.

На круговой диаграмме заметна сильная дифференциация по классам индекса патогенности. Она самая значительная среди всех сезонов (рисунок 49).

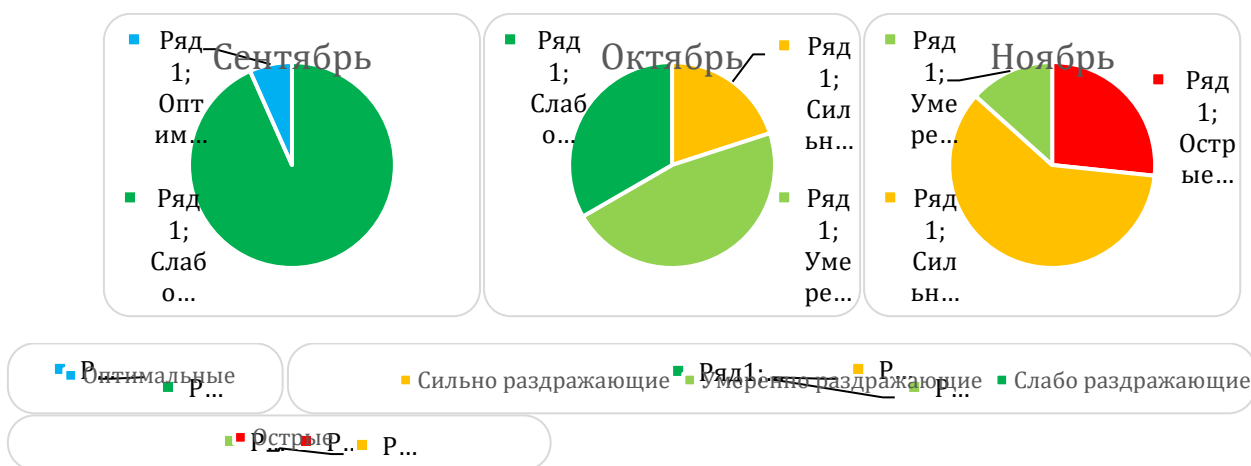


Рисунок 49 - Круговая диаграмма распределения погоды по классам (по Бокше) в осеннее время года.

### 3.2.5 Выводы

Анализируя статистические данные метеопатических параметров, можно утверждать, что наиболее изменчивыми является весенние и осенние сезоны, так как данные периоды времени являются временем перестройки синоптической обстановки.

На графике изменение индекса патогенности за последние 15 лет ( приложение 1) заметно изменение линии тренда в сторону уменьшений показателей индекса. Это означает снижения уровня воздействий метеопатических факторов и увеличение комфортности атмосферы исследуемого региона. На графике изменения значений стандартного отклонения индекса патогенности ( приложение 2) видно, что линия тренда на протяжении всего графика остается примерно на одном уровне. Однако, начиная с 14 года растет повторяемость значительной внутригодовой изменчивости индекса патогенности.

Кроме того, отмечается шестигодичный цикл колебаний экстремумов, что соответствует половине солнечного цикла. Однако причину такой цикличности следует изучать дополнительно.

### 3.3 Изменчивость тепловой нагрузки атмосферы на организм человека

Для комплексного анализа метеопатической обстановки в Санкт-Петербурге, необходимо рассмотреть статистические данные об эффективной температуре, рассчитанной по формуле Сидмана. ( 4 )

На графики годового хода эффективной температуры мы видим два экстремума ( рисунок 50). Точка минимума находится на среднемесячном значении февраля, а точка максимума на значениях августа.

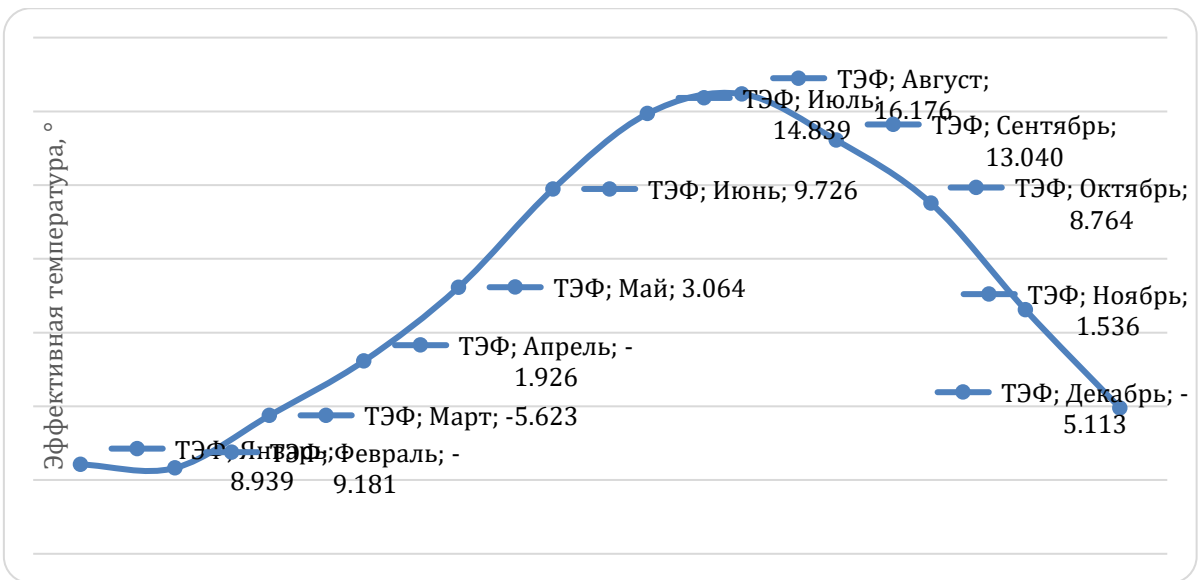


Рисунок 50 - Годовой ход среднемесячной эффективной температуры.

Рассматривая годовой ход стандартного отклонения среднемесячных значений эффективной температуры, определенных закономерностей обнаружено не было (рисунок 51). Однако стоит отметить наибольшее отклонение статистических данных в феврале.



Рисунок 51 - Годовой ход значений стандартного отклонения ( $\sigma$ ) среднемесячной эффективной температуры.

При анализе графика значений эффективной температуры (приложение 3) мы можем наблюдать увеличение показателей исследуемых

значений. С учетом метеорологических характеристик Санкт-Петербурга, можно утверждать, что это благоприятно скажется на влиянии состояния атмосферы на организм человека.

## 4. Оценка метеопатических факторов атмосферы

### 4.1 Оценка факторов, влияющих на индекс патогенности

При оценки метеорологических параметров, влияющих на индекс патогенности, использовалось уравнение линейной корреляции.

Анализируя годовой ход коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от температуры воздуха, можно выделить прямо пропорциональную зависимость в теплое время года, плавно переходящую в обратно пропорциональную зависимость в холодные сезоны. Стоит отметить, что весной и осенью температура имеет лишь незначительную взаимосвязь с индексом патогенности (рисунок 52).

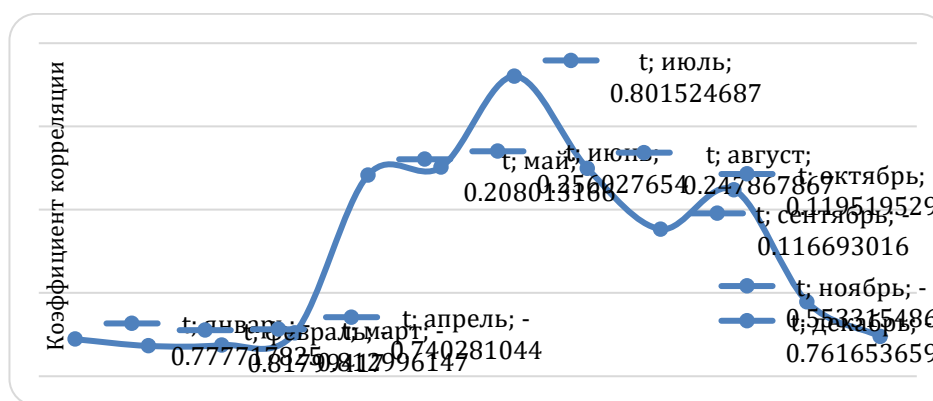


Рисунок 52 - Годовой ход коэффициента корреляции индекса патогенности и температуры воздуха.

На графике годовой ход коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от влажности воздуха можно выделить значительную взаимосвязь в осенне-весенние сезоны, в то время как в другие периоды, за исключением июля, взаимосвязь прослеживается несущественна. В июле наблюдается единственная незначительная обратно пропорциональная зависимость (рисунок 53).

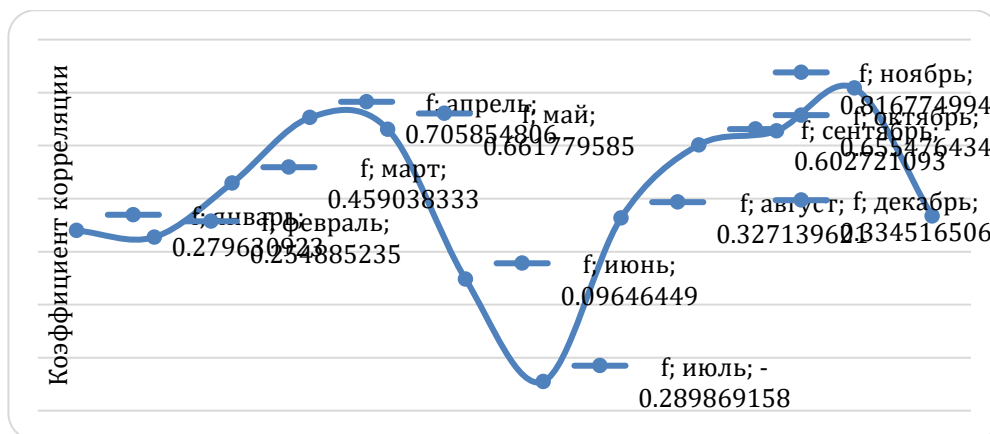


Рисунок 53 - Годовой ход коэффициента корреляции индекса патогенности и влажности воздуха.

При анализе годового хода коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от скорости ветра, была выявлена обратно пропорциональная зависимость в зимний сезон и незначительная прямо пропорциональная зависимость в весенне-осенний период. Так же как и с корреляцией влажности воздуха, была замечена атипичная небольшая обратно пропорциональная зависимость в июле месяце (рисунок 54).

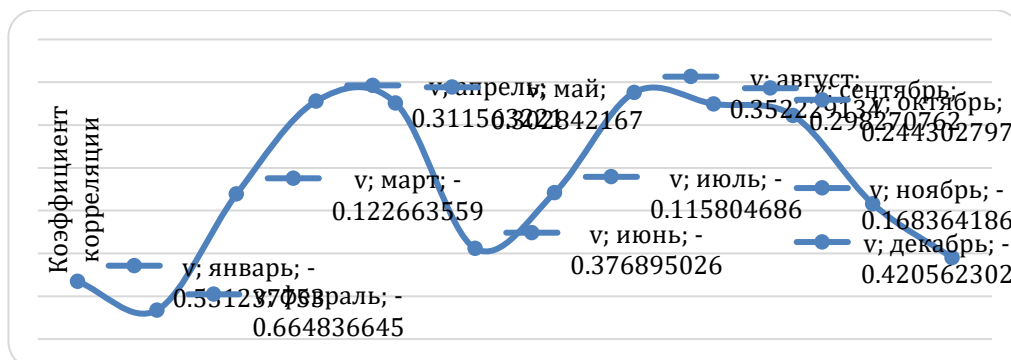


Рисунок 54 - Годовой ход коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от скорости ветра.

График годового хода коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от облачности значительно схож с взаимосвязью от скорости ветра. Соответственно в холодное время года и июль коэффициент



линейной корреляции отрицателен, в то время как в весенне-осенний период коэффициент корреляции положителен (рисунок 55).

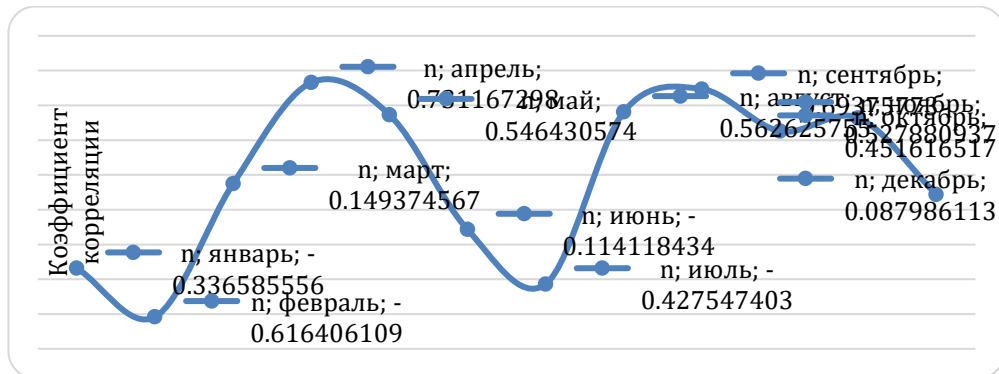


Рисунок 55 - Годовой ход коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от облачности.

Для наиболее наглядного анализа был подготовлен сводный график с рядами различных метеорологических параметров (рисунок 56).

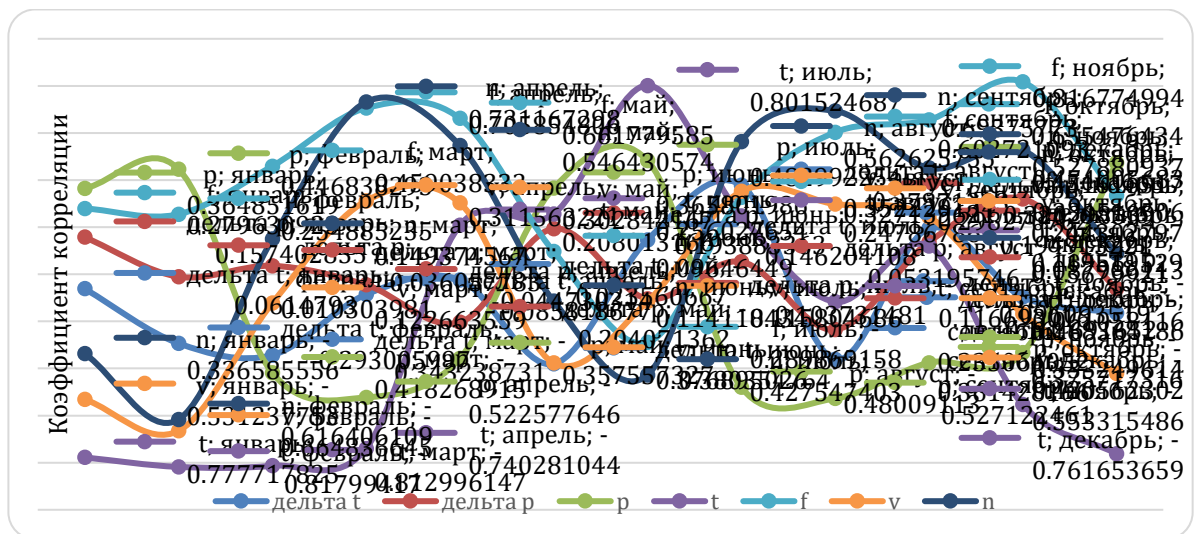


Рисунок 56 - Годовой ход коэффициента корреляции зависимости индекса патогенности от различных метеорологических параметров.

Таким образом, патогенное влияние на организм человека в течение года оказывают разные характеристики состояния атмосферы. В весеннее время года наибольшее влияние оказывает относительная влажность

воздуха, облачность и скорость ветра., летом - растет влияние температуры воздуха и атмосферного давления, в осеннее время года максимальная связь индекса патогенности с относительной влажностью, межсуточным изменением атмосферного давления и с облачностью, зимой наиболее патогенными факторами являются атмосферное давление и его межсуточная изменчивость, а также межсуточная изменчивость температуры воздуха.

#### 4.2 Оценка факторов. Влияющих на Тэф.

Анализируя взаимосвязь метеорологических параметров, влияющих на эффективную температуру, использовалось уравнение линейной корреляции.

При рассмотрении годового хода коэффициента корреляции зависимости эффективной температуры от парциального давления водяного пара была выявлена ярко выраженная обратно пропорциональная в холодное и прямо пропорциональная в теплое время года зависимость (рисунок 57).

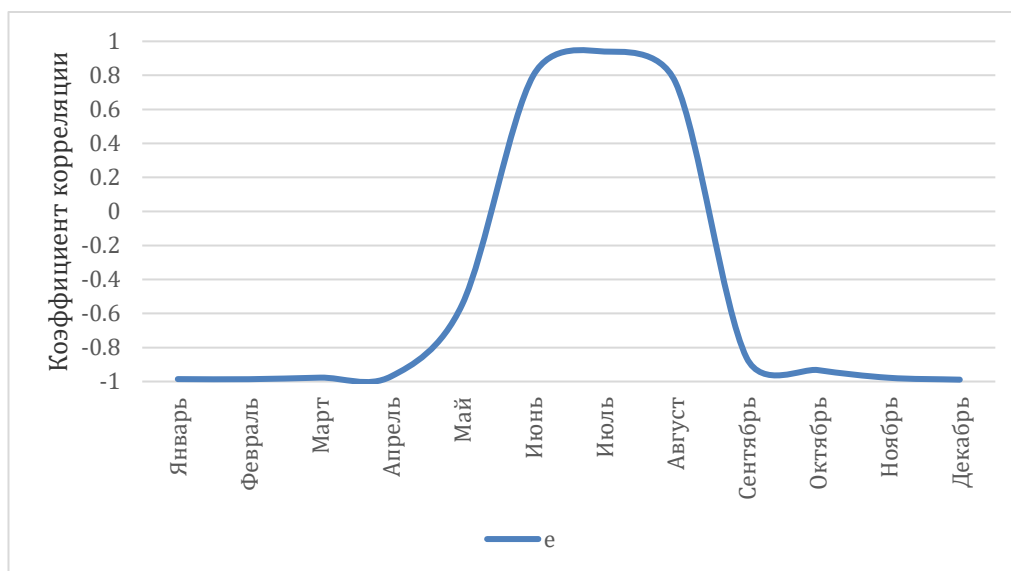


Рисунок 57 Годовой ход коэффициента корреляции эффективной температуры и парциальное давление водяного пара

Зависимость эффективной температуры от скорости ветра меняется от времени года. В зимнее время, в особенности в феврале, зависимость имеет прямо пропорциональный характер, тогда как весной зависимость обратно пропорциональная (рисунок 58).

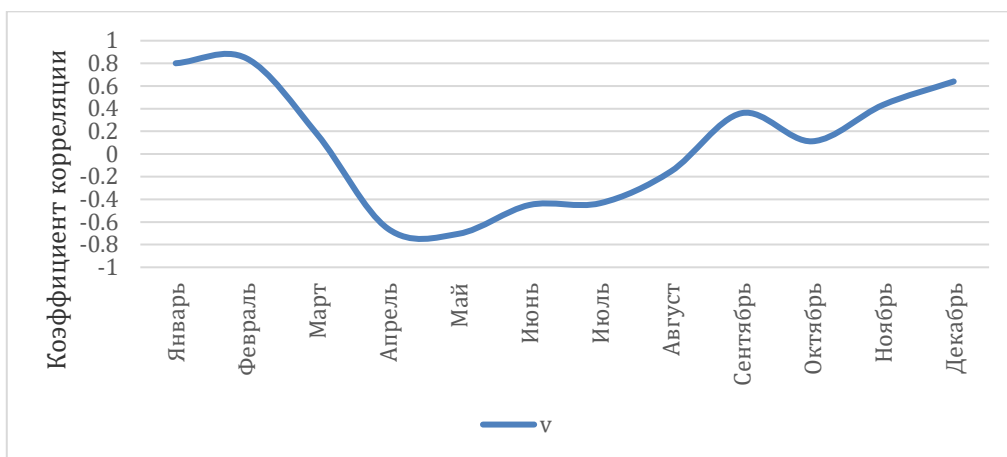


Рисунок 58 - Годовой ход коэффициента корреляции эффективной температуры и скорости ветра.

Как мы видим из полученных данных о корреляции эффективной температуры от значений температуры воздуха, можно отметить прямо пропорциональную зависимость на протяжении всего года, в независимости от сезона (рисунок 59).

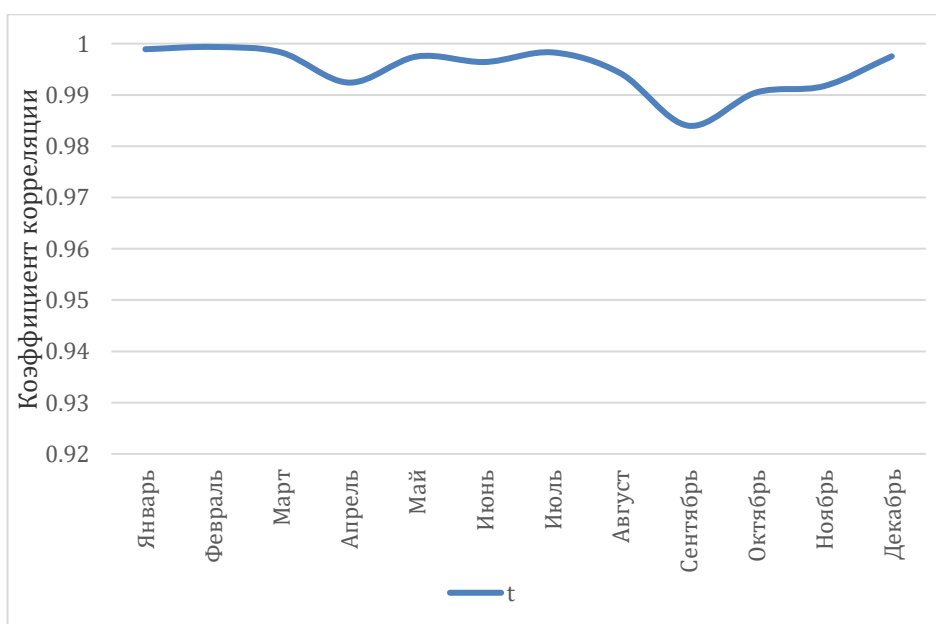


Рисунок 59 - Годовой ход коэффициента корреляции эффективной температуры и температуры воздуха.

Проанализировав данный на рисунке 60, можно отметить среднюю обратно пропорциональную зависимость летом. В то время как в середине осеннего сезона наблюдается прямо пропорциональная зависимость, с значениями коэффициента корреляции схожими с летними данными.

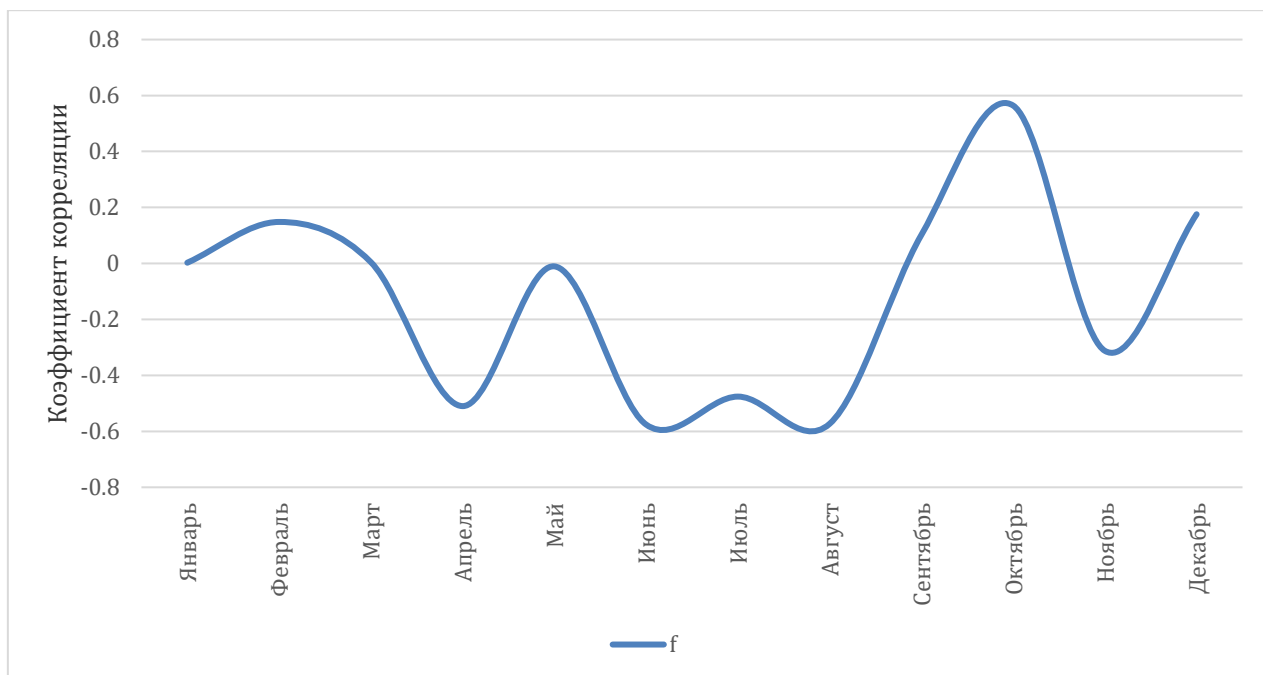


Рисунок 60 - Годовой ход коэффициента корреляции эффективной температуры и влажности воздуха.

Результаты расчета величины тепловой нагрузки атмосферы, выраженную через эффективную температуру, а также анализ временной изменчивости этой величины показал, что на фоне постоянно влияющей кинетической температуры на эффективную, роль метеорологических величин в течение года изменяется. Так, в летнее время растет влияние парциального давления водяного пара, в зимнее – скорости ветра. В осеннее время года вариации эффективной температуры зависят от относительной влажности.

#### 4.3 Классификация тепловой нагрузки атмосферы на организм человека.

Для наиболее полного и наглядного анализа метеопатической обстановки в Санкт-Петербурге были подготовлены и проанализированы данные о тепловой чувствительности (по А. Миссенарду).

Проанализировав рисунок 61, можно сделать вывод, что в зимнее время года февраль является наиболее неблагоприятным для человека. В то время как начало сезона является самым теплым.



Рисунок 61 – Круговая диаграмма распределения значений тепловой чувствительности в зимний период.

При анализе данных за весеннее время, можно отметить, что преобладает очень прохладная погода (рисунок 62).



Рисунок 62 – Круговая диаграмма распределения значений тепловой чувствительности в весенний период.

В летнее время года, в частности, особенно в июле и августе, преобладает прохладная погода (рисунок 63).

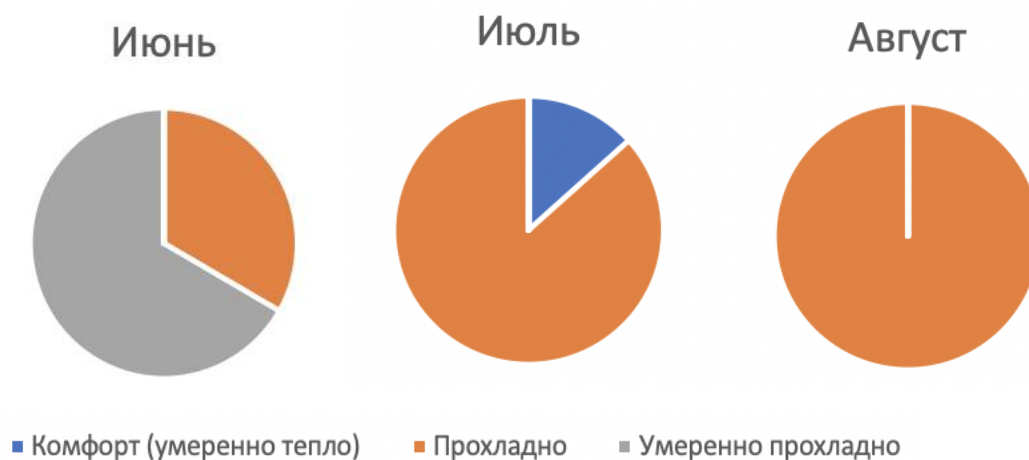


Рисунок 63 – Круговая диаграмма распределения значений тепловой чувствительности в летний период.

Осенью есть четкая дифференциация распределения тепловой чувствительности по месяцам. В сентябре- умеренно прохладная, в октябре- очень прохладная, а в ноябре- умеренно холодная погода (рисунок 64).



Рисунок 64 – Круговая диаграмма распределения значений тепловой чувствительности в осенний период.

#### Выводы:

Зимой и летом отчетливо видно значительное преобладание одного класса погоды. Весной и осенью мы наблюдаем дифференциацию классификаций тепловой нагрузки в отдельные месяцы. Это связано в первую очередь с перестройкой синоптической обстановки.

## Заключение

В результате проделанной квалификационной магистерской исследовательской работы можно сделать следующие выводы:

1. Практически по всем показателям максимально неблагоприятные метеорологические параметры и их изменчивость является зима. Февраль является наиболее неблагоприятным месяцем для организма человека.

2. Проанализировав статистические данные метеопатических параметров, можно утверждать, что наиболее изменчивыми является весенние и осенние сезоны, так как данные периоды времени являются временем перестройки синоптической обстановки.

3. Выявлено изменение линии тренда в сторону уменьшений показателей индекса. Это означает снижение уровня воздействий метеопатических факторов и увеличение комфортности атмосферы исследуемого региона.

4. За исследуемый период времени не наблюдаются определенные тенденции изменения вариаций значений стандартного отклонения индекса патогенности. Кроме того, мы наблюдаем шестигодичный цикл колебаний экстремумов, что, возможно, связано с солнечной активностью, но этот вопрос требует дополнительных исследований. Однако, можно предположить, что значительное влияние на уровень комфортности погоды для человека, оказывает и солнечная активность.

5. Обнаружен рост показателей значений эффективной температуры.

6. В результаты исследований мы оценили роль различных метеорологических характеристик на патогенное влияние на организм человека в различные сезоны года. В весеннее время года наибольшее влияние оказывает относительная влажность воздуха, облачность и скорость ветра., летом - растет влияние температуры воздуха и атмосферного давления, в осеннее время года максимальная связь индекса патогенности с относительной влажностью, межсуточным изменением атмосферного давления и с облачностью, зимой наиболее патогенными факторами являются атмосферное давление и его

межсуточная изменчивость, а также межсуточная изменчивость температуры воздуха.

7. Результаты расчета величины тепловой нагрузки атмосферы, выраженную через эффективную температуру, а также анализ временной изменчивости этой величины показал, что на фоне постоянно влияющей кинетической температуры на эффективную, роль метеорологических величин в течение года изменяется. Так, в летнее время растет влияние парциального давления водяного пара, в зимнее – скорости ветра. В осеннее время года вариации эффективной температуры зависят от относительной влажности.

Результаты работы могут быть использованы для разработки прогнозов погоды для медицинских целей. Такие прогнозы атмосферных процессов позволят работникам здравоохранения составлять рекомендации для населения Санкт-Петербурга по устранению и профилактике метеопатических реакций и снижению заболеваемости.



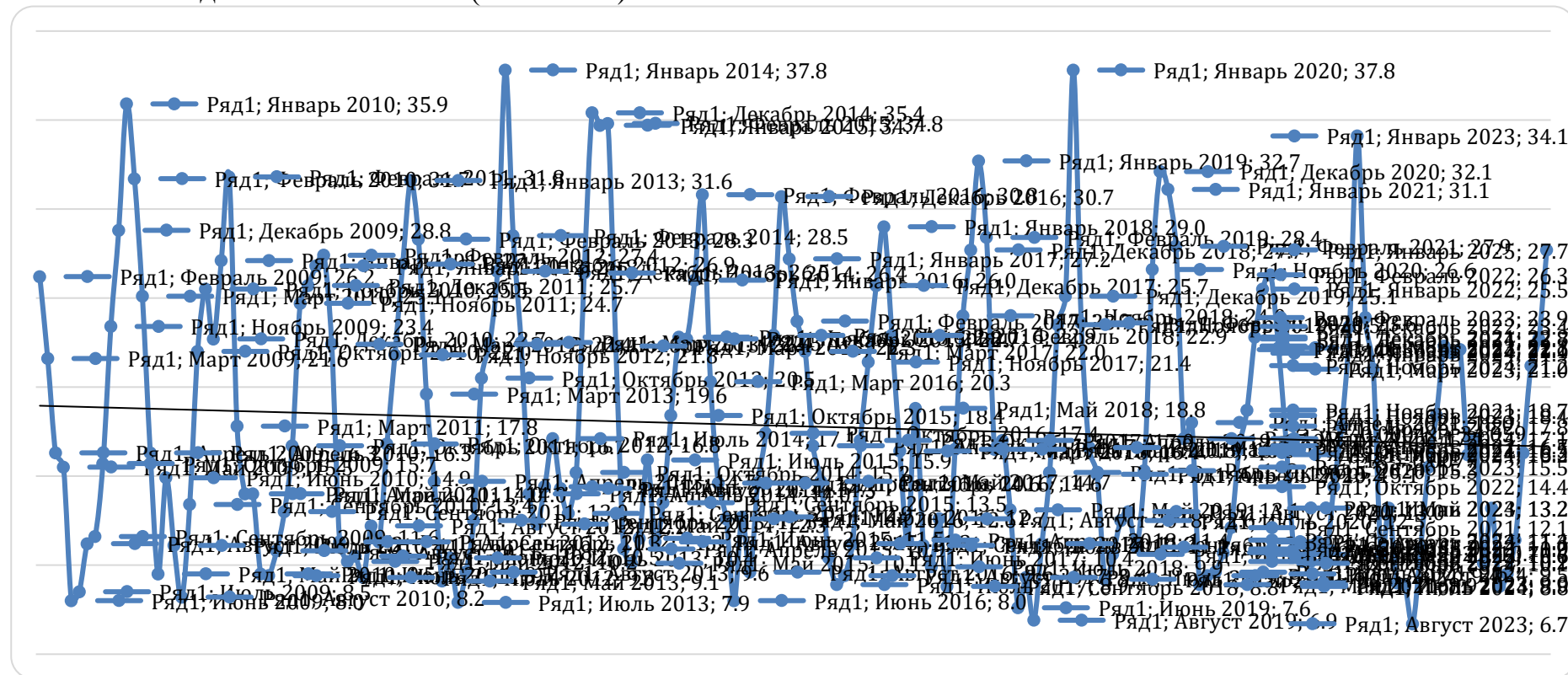
Список используемых источников:

1. Даринский, А.В. География Ленинграда [Текст] / А.В. Даринский // Л.: Лениздат, 1982. – 190 с.
2. Визуализация топографических карт [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://ru-ru.topographic-map.com/maps/ekts/Санкт-Петербург>, свободный (26.05.2021)
3. Климат Ленинграда [Текст] / Под ред. Ц.А. Швера. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 253 с
4. Теория общей циркуляции атмосферы и климата земли / Л.Т. Матвеев // Лениздат, 1991.- 295 с.
5. Основы метеорологии / О.Г. Богаткин, Г.Г. Тараканов // Санкт-Петербург, 2006. - 230 с.
6. Практическая авиационная метеорология / В.А. Позднякова // Екатеринбург, 2010, - 113 с.
7. Учение об атмосфере / Ю.Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский, А.А. Николаев // Казанский Государственный Университет, 2010.- 256 с.
8. Метеорология / Т.В. Варбанец // Одесса «Фенікс», 2008. – 228 с.
9. Угрюмов, А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы [Текст]: Учебное пособие / А.И.Угрюмов. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 84 с.
- 10.Хандожко, Л.А. Региональные синоптические процессы [Текст]: Учебное пособие. / Л.А. Хандожко. – Л.: ЛГМИ, 1988. – 103 с
- 11.Лазарева Е.О. Загрязнение атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга при различных синоптических ситуациях ... канд. гео. наук: 25.00.36./ Лазарева Елена Олеговна. – Санкт-Петербург, 2016. – 147 с.
- 12.Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии. Учебное пособие С-Пб., издат. РГГМИ, 1993.
- 13.Русанов В.И. Методы исследования климата для медицинских целей. - Томск: Изд-во ТГУ, 1973. - 191 с.

14. Кандрор И. С. Демина Д.М. Ратнер Е.М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. – М.; Медицина, 1974, 172 с.
15. Чубуков Л. А. Комплексная климатология. // Изд. АН СССР, М.- Л., 1949.
16. Григорьев И.И., Григорьев А.И., Григорьев К.И., Медицинская керосология (погода и организм человека). – Москва, Академия труда и Социальных Отношений, 1997.
17. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. – Ленинград, 1966
18. Дзендритский Г. Значение метеорологического прогнозирования для медицины // Труды международного симпозиума ВМО/ВОЗ/ЮНЕП 1986.- Л.: Гидрометиздат, 1988.
19. Кандрор И. С. Демина Д.М. Ратнер Е.М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. – М.; Медицина, 1974, 172 с.
20. Мизун Ю. Космос и здоровье: как уберечь себя и избежать болезней. – М.: Вече, АСТ, 1998. – 368 с.
21. Будыко М. И. Климатические факторы внешнего физико-географического процесса. // Метеорология и гидрология. – Л., 1948 17 с., вып. 4.
22. Федоров Е. Е. Климат как совокупность погод. // Метеорологический вестник, 1925, вып. 7.
23. Чубуков Л. А. Комплексная климатология. // Изд. АН СССР, М.- Л., 1949.
24. Чубуков Л. А., Невраев Г. А. Климатотерапевтическое значение важнейших классов местной погоды. // Вопросы курортологии, 1960, 193 с., вып. 3.
25. Федоров Е. Е., Чубуков Л. А. Основы комплексной климатологии ее развитие и современное состояние. // В кн.: Вопросы комплексной климатологии М., 1963, 5 с.

26. Бюттнер К. Стороны биоклиматологической классификаций, относящиеся к людям. //Биометеорология. Избранные труды II биоклиматологического конгресса. – Л., 1965, 91 с.
27. Вадковская Ю. В., Рапопорт К. А., Чубуков Л. А., Фельдман Я. И. Климатологическое обоснование районирования СССР для целей гигиены одежды. //В сб.: Вопросы прикладной климатологии. – Л., 1960, 120 с.
28. Будыко М. И., Циценко Г. В. Климатические факторы теплоощущения человека. //Изв. АН СССР. География, 1960, 3 с., вып. 3.
29. Русанов В. И. Опыт применения счетно-аналитических машин для оценки метеорологических условий климатотерапии и некоторых трудовых процессов на открытом воздухе. //В сб.: Вопросы гидрометеорологии Сибири. – Новосибирск, 1965, 134 с.
30. Арнольди И. А. Гигиенические вопросы планировки и застройки жилых кварталов Норильска. //В сб.: Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере. – М., 1961, 43 с.
31. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология: Книга 1.: учебник. – СПб, РГГМУ, 2019. – 378 с.
32. Лобанов, В.А. Лекции по климатологии. Ч. 2. Динамика климата. Кн. 2. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2018. – 377 с.

Приложение 1  
Изменение индекса патогенности (2005-2020)



Приложение 2





