



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

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

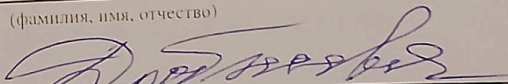
На тему: «Биометеорологический режим атмосферы севера
Архангельской области»

Исполнитель Герасименко Михаил Петрович
(фамилия, имя, отчество)

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

Головина Елена Георгиевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

« 05 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

Введение	3
1. Погода и климат Северо-запада России	4
1.1. Основные характеристики циркуляции атмосферы северо-западного региона	4
1.2 Климатические характеристики Архангельска	7
1.2.1 Физико-географические и метеорологические особенности Архангельской области	7
1.2.2 Характеристики циркуляции атмосферы	9
1.2.3 Метеорологический режим атмосферы	11
2 Факторы, определяющие биометеорологический режим атмосферы	17
2.1 Влияние состояния атмосферы на здоровье человека	17
2.2 Биометеорологические параметры	19
2.3 Классификация погоды в биометеорологии	25
2.4 Циркуляция атмосферы как биометеорологический фактор	37
2.4.1 Использование биометеорологических индексов для оценки уровня погодно-климатической комфортности на территории России	39
2.4.2 Классификация погоды для медицинских целей	41
3 Анализ изменчивости биометеорологического режима атмосферы	55
3.1 Изменчивость повторяемости барических образований	55
3.2 Изменчивость биометеорологических параметров	60
3.3 Сравнение биометеорологического режима атмосферы в Архангельске и Санкт-Петербурге	69
Заключение	74
Список литературы	75

Введение

Давно известно о влиянии состояния атмосферы и физико-химических процессов, происходящих в ней, на жизнедеятельность человека. Непрерывное изменение состояния атмосферы приводит к образованию атмосферных процессов, охватывающих значительное пространство и действующих длительное время. Генетическая адаптация человеческого организма к состоянию атмосферы вызывает периодические изменения многих физиологических функций, для этого от организма требуются определенные усилия с целью избежать различного рода болезней, связанных с метеорологическими процессами.

Биометеорология занимается экологическими аспектами существования человека, изучает влияние на его жизнь окружающей среды, в частности атмосферы. Одним из важнейших вопросов биометеорологии является исследование воздействия на человека климата, изменчивости погоды, и отклонения её от обычных, привычных для человека, значений.

Погода и климат оказывают многостороннее влияние на здоровье человека. Тепло или холод распознаются легко, а о других можно судить по соотношению между факторами здоровья и метеоявлениями.

Городское строительство оказывает заметное влияние на среду, окружающую человека, поэтому при городском планировании учитываются такие аспекты климата, как температурный режим атмосферы, понижение глобальной радиации, ультрафиолетового излучения и т. п.

Цель данной работы заключается в изучении биометеорологического режима атмосферы севера Архангельской области за период 2018-2022 гг.

Актуальность этой темы определяется необходимостью картографирования различных территорий Российской Федерации по

условиям окружающей природной среды, влияющим на жизнедеятельность человека.

Задачами работы являются:

- создание базы данных метеорологических наблюдений и синоптической информации в атмосфере г. Архангельска, расположенного на севере архангельской области;
- создание базы данных метеорологической и синоптической информации в атмосфере Санкт-Петербурга;
- расчёт и анализ изменчивости биометеорологических параметров для атмосферы севера Архангельской области и Санкт-Петербурга;
- анализ изменчивости повторяемости барических образований;
- сравнение биометеорологических параметров в атмосфере севера Архангельской области и Санкт-Петербурга.

1. Погода и климат Северо-запада России

1.1 Основные характеристики циркуляции атмосферы северо-западного региона

Общей, или глобальной циркуляцией атмосферы называется совокупность горизонтальных воздушных течений, сравнимая по размерам с материками и океанами. К общей циркуляции относятся следующие воздушные потоки: западный перенос в умеренных широтах, субтропические пассаты, муссоны, струйные течения, планетарные волны и системы движения в них, а также циклоны и антициклоны. [2]

В настоящее время в Северном полушарии наблюдается меридиональная южная эпоха: господствуют южные циклоны, которые несут

из низких в высокие широты тёплый влажный воздух; наблюдается высокая продолжительность блокирующих процессов, 3-4 одновременных процесса на северное полушарие, и 2 на территории России.

По результатам исследования, самым холодным месяцем чаще всего является февраль (это связано с Сибирским антициклоном и его интенсивным развитием), из-за чего годовая амплитуда и летней, и зимней температуры возрастает как на полушарии в целом, так и особенно в России, что может приводить к увеличению случаев опасных погодных явлений. Кроме этого, наблюдается рост интенсивности циркуляции циклонов и в переходные сезоны, что приводит к увеличению вероятности возникновения комплексных метеорологических явлений. Именно такая картина и отмечается в последние годы.

При изучении циклонических траекторий над северо-западом европейской территории России были выделены основные: северо-норвежская, ботническая, центрально-балтийская и южно-балтийская. На периферии обширных циклонов над Баренцевым морем в осенний период возникают частные циклоны быстрого развития, которые часто вызывают наводнения, в особенности в Санкт-Петербурге.

При прохождении западных циклонов в северо-западной части России в холодное время года происходят наиболее неустойчивые погодные условия: быстрое изменение погоды (от отсутствия осадков к дождю), а также резкие смены от тепла к холоду. Летом же циклоны в этой области развиты слабо и выражены в виде малоактивных циклонов с небольшими осадками.

Среди южных циклонов, движущихся на восточную Европу, различают генуэзские, балканские, венгерские и черноморские. Их выход сопровождается увеличением барических градиентов в сопряженной зоне с антициклоном, располагающимся над центральной Россией и Уралом. В зимний период нередко обширные зоны метелей, распространяющиеся вдоль траектории в северные широты.

Характерная особенность южных циклонов - вынос теплых и влажных воздушных масс из субтропической зоны. Весной эти циклоны вызывают быстрый сход снежного покрова и раннее половодье. Летом они обычно сопровождаются значительными обложными осадками, на холодных фронтах и фронтах окклюзии возникают опасные явления (грозы, ливни и шквалы).

Нырющие циклоны возникают в холодную половину года (с сентября по апрель) при значительных контрастах температуры. Их траектория имеет вид параболы, открытой в северной части. Чем интенсивнее развитие циклона, тем более четко выражается парабола его траектории.

Нырющие циклоны сопровождаются обвалом холода в тылу, и прорывом холодных масс воздуха на юг, вплоть до зоны субтропиков. Скорость ветра в тылу циклона может достигать особо опасных значений (наблюдается на севере России).

Над континентом также имеются тенденции к образованию антициклонов, приносящих морозную погоду зимой и жаркую сухую летом.

Антициклонами иногда прерывается серия западных циклонов, при этом возникают морозы, туман, а также гололёд в северной периферии. Для возникновения такого антициклона необходимы:

- наличие двух центральных циклонов (исландского и таймырского);
- барический гребень, ориентированный с юга на северо-восток;
- высотная фронтальная зона, проходящая через центр Восточной Европы на юг Урала.

У земли гребень высотного давления ориентирован на север Восточной Европы со стороны полярных морей.

Образовавшееся на северо-востоке ядро высокого давления в холодной массе воздуха быстро превращается в самостоятельную область высокого давления и смещается на юго-восток. В этом же направлении распространяется область холода, проникающая на юг.[3]

При анализе барических образований в Архангельске и Петербурге в 2018-2022 гг., можно сделать вывод, что характеристики общей циркуляции

атмосферы в обоих пунктах почти идентичны. Как было отмечено выше, в этой зоне действительно активно распространены циклоны и антициклоны. В большинстве месяцев они чередуются, но в некоторых случаях в одном месяце может господствовать одно барическое образование.

1.2 Климатические характеристики Архангельска

1.2.1 Физико-географические и метеорологические особенности Архангельской области

Архангельская область расположена на северо-востоке Европейской территории России и прилегающих островах Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. На севере область омывается водами Белого, Баренцева и Карского морей (относятся к бассейну Северного Ледовитого океана), которые образуют заливы - Мезенский, Двинской, Онежский.

В области густая сеть рек и озёр. Большинство рек (кроме реки Илекса) относятся к бассейну Северного Ледовитого океана. Крупнейшие из них — Северная Двина (притоки - Вычегда, Пинега и Вага), Онега, Мезень. Озёр также большое количество, особенно в бассейне Онеги. Наиболее крупные — Лача, Кенозеро и Кожозеро.

Материковая часть области имеет преимущественно равнинный характер. Простирающийся с севера на юго-восток Тиманский Кряж (древнее полуразрушенное горное образование с высотами 300-400 метров) отделяет Архангельскую область от территории Республики Коми. Невысокий Канинский Камень, занимающий северную часть Канинского полуострова, является его продолжением.

Западная часть территории - это волнистая равнина, покатая к Белому морю и разбитая на отдельные участки широкими долинами, по которым протекают упоминаемые реки. В этой зоне выделяется ряд возвышенностей: Беломорско-Кулойское плато, гряда Ветреного пояса, Коношско-Няндомская

возвышенность, Устьянское плато. К югу от первого простирается широкая болотистая равнина Пинего-Двинского водораздела. Между реками Мезень и Пеза расположена громадная заболоченная низина, равнинность местами нарушается лишь моренными холмами. С востока область ограничена Уральским хребтом. Между ним и Тиманским Кряжем и располагается Печорская низменность. Поверхность низменности плоская. В северную ее часть входят Малоземельская и Большеземельская тундры. Малоземельская тундра - слабоволнистая равнина, Большеземельская - холмистая и прорезанная густой речной сетью с многочисленными моренными холмами и грядами.

Большая протяженность территории с севера на юг и с запада на восток, а также разнообразие физико-географических условий создают большое различие климата отдельных ее частей.

Северная часть области, включающая территорию Ненецкого национального округа и острова Арктики имеет субарктический морской климат, а южная - умеренно-континентальный климат лесной зоны. Континентальность его увеличивается по мере продвижения вглубь материка с севера на юг и с запада на восток.

Согласно последней классификации на климатические районы, в основу которой положены климатические характеристики теплого времени года, территория Архангельской области входит в северную климатическую область и климатическую область лесной зоны.

Северная климатическая область охватывает преимущественно зону тундры и крайнюю северную часть зоны хвойных лесов. Сюда относится большая (северная) часть Архангельской области с Ненецким национальным округом. Южной границей её является, примерно, 63-я параллель. Вторая климатическая область занимает зону тайги до 57-й с.ш. на юге. К климатической области лесной зоны относится южная часть области.

Климат формируется под влиянием трёх основных взаимодействующих факторов:

- радиационного – приход и расход солнечного тепла на земной поверхности и в атмосфере;
- циркуляционного – движение воздушных масс (морского или континентального происхождения);
- вертикального теплообмена и влагообмена в атмосфере, в подстилающей поверхности (верхний слой почвы, растительный покров, верхний слой воды, снежный покров, ледяной покров на море и т.д.) и между ними.

Климат Архангельска определяется его географическим положением на севере Европейской территории России, переносом влажных воздушных масс с Атлантики и влиянием Белого моря. Город расположен на равнинной местности, поэтому рельеф не оказывает заметного влияния на климат. Зато большую роль играют солнечная радиация и атмосферная циркуляция.

Характеризуется климат как переходный от морского к континентальному. Архангельск находится в умеренном климатическом поясе, где отмечается наибольшая повторяемость воздушных масс умеренных широт. Годовая амплитуда температуры воздуха - 28°C , в то время как при континентальном климате на той же широте она может возрасти до 56°C , а при типичном морском падает до 10°C . Это свидетельствует о значительном влиянии Белого моря и Атлантического океана на климат Архангельска.

Зимы сравнительно тёплые, при средней температуре для Земли на этой широте -18°C , в Архангельске это значение составляет $-12,5^{\circ}\text{C}$. Средняя температура июля - $15,6^{\circ}\text{C}$, ниже, чем на этой же широте в Якутии (18°C), то есть летний климат в Архангельске в некоторой степени носит черты морского климата.[4]

1.2.2 Характеристики циркуляции атмосферы

Характерной чертой Архангельского климата является частая смена

воздушных масс, связанная с прохождением барических образований в любые сезоны года.



Рисунок 1.1 Повторяемость барических образований в атмосфере г.Архангельск.

В среднем за год в 60% случаев погода определяется влиянием циклонов, и в 40% случаев - влиянием антициклонов. Атмосферная циркуляция имеет ярко выраженный сезонный характер.

Зимой преобладает область низкого давления, обусловленная циклонами с Атлантики. Они имеют большие скорости, и перемещаясь вдоль побережья Баренцева моря, за сутки могут достигнуть Архангельска. При этом наблюдается вынос тёплого и влажного воздуха, что вызывает снегопады, метели, сильные ветры, в редких случаях - оттепель, морось и гололёд.

В это время районы Архангельска реже находятся в области повышенного давления, которую создают антициклоны, зарождающиеся над Сибирью, севером Европейской территории России и т.д.

Вторжение холодных антициклонов возможно во все зимние месяцы, с вхождением их со стороны Арктического бассейна и Сибири поступает

холодная сухая воздушная масса, вызывающая понижение температуры воздуха.

Весной, над севером Европейской территории преобладает область низкого давления (59%). Но при этом происходит небольшое увеличение повторяемости области высокого (41%). При этом начинает увеличиваться влияние карских (10%), скандинавских (13%) и азорских (4%) антициклонов, а влияние антициклона значительно уменьшается в связи с интенсивным разрушением его западной части.

В весенний период происходит перестройка структуры барического поля, к концу мая приобретающая летний характер. Также наблюдается большая неустойчивость погоды и быстрая смена синоптических процессов.

Чаще всего на погоду оказывают влияние западные циклоны (26%), смещающиеся с Атлантического океана и обуславливающие умеренно теплую погоду с осадками. В некоторых случаях возможно резкое повышение температуры до 15-20°C, оно отмечается при поступлении тёплой воздушной массы, связанной с перемещением циклонов с юга Западной Европы и Чёрного моря.

Частые выходы циклонов в апреле приводят к ранней весне, для которой характерны в мае “возвраты холодов”. Такие похолодания обычно бывают при вторжении антициклонов, сформированных в холодной воздушной массе Арктического бассейна. Минимальная температура воздуха при таких вторжениях в начале мая может понижаться до -8...-10°C, иногда до -12...-15°C.

Летом, как и в другие сезоны, преобладает низкое давление (58%). В это время происходит ослабление интенсивности общей циркуляции атмосферы. По Северной периферии отрога азорского антициклона осуществляется перемещение на север Европейской территории России западных циклонов (33%). Они смещаются через Скандинавию и Балтийское море на север, вынося в район Архангельска прохладный и влажный воздух. На фоне разрыва барического поля усиливается прогрев воздушных масс, что

приводит к развитию опасных явлений (грозы, ливней и шквалов). Характерны длительные периоды (10-14 дней) холодной и ненастной погоды, вызванные малоподвижными циклонами над севером Европейской территории России.

При выходе южных циклонов (7%) в отдельные годы поступает тёплый тропический воздух со Средиземья, что приводит к повышению температуры до 25-30°C. Также эта погода может быть обусловлена влиянием антициклонов.

При вторжении холодных карских антициклонов в июне и августе может наблюдаться резкое понижение температуры, приводящее к заморозкам. В начале лета эти волны холода по времени совпадают с цветением черемухи, и поэтому их называют “черемуховыми холодами”.

Начало осени обычно характеризуется активизацией атмосферной циркуляции. Область низкого давления создают западные и северо-западные циклоны. Скорость их перемещения значительно увеличивается по сравнению с летним сезоном. В октябре происходит перестройка барического поля.

В годы с сильно развитой циклонической деятельностью западные и северо-западные циклоны приносят влажную прохладную воздушную массу. В такие годы осень бывает ненастная, с частыми дождями и штормовыми ветрами. В октябре дожди часто сменяются мокрым снегом.

Осенью поле высокого давления обусловлено влиянием антициклонов. С ними связаны возвраты тёплой солнечной погоды в первой половине осени.

Вторжения холодных карских антициклонов приводят к резкому похолоданию, температура воздуха становится отрицательной, образуется снежный покров. Частые вторжения карских антициклонов вызывают раннее установление снежного покрова, замерзает рек и переход к зимнему режиму погоды.[5]

1.2.3 Метеорологический режим атмосферы

Направление переноса воздушных потоков зависит от распределения атмосферного давления. В Архангельске среднее годовое давление на станции - 1011,2 гПа. Значения давления довольно устойчивы и изменяются на 1-3 или 5-7 гПа.

Зимой и весной отмечаются несколько повышенные давления, летом и осенью - пониженные, один максимум в мае (1014,1 гПа) и два минимума в июле и сентябре (1010 гПа). Среднемесячное давление изменяется на 0,3-1,5 гПа между месяцами, до 3,5 гПа от мая к июню.

Смена синоптических процессов вносит большие неперiodические изменения в ход давления: наиболее высокое отмечается в стационарных антициклонах, низкое - в циклонических образованиях.

Колебания давления в течение одних суток в среднем невелики. Средняя суточная амплитуда изменяется от 0,2 до 0,6 гПа. Зимой наиболее низкое давление приходится на утренние часы, высокое - на ночные часы, летом - наоборот.

Средняя годовая температура воздуха в районе Архангельска положительная и составляет 0,4-0,8°C. Изменчивость колеблется от в пределах 1,2-1,4°C. В годовом ходе среднемесячная температура воздуха изменяется от -12, 8...-12,5°C в январе до 15,2...15, 6°C в июле.

В январе преобладают температуры от -5...-15°C (15 дней). Повышение начинается с февраля. Вначале температура растёт очень медленно, и февраль в среднем теплее января на 0,3-0,5°C. От февраля к марту температура повышается в среднем на 4°C. В первой декаде марта происходит устойчивый переход средней суточной температуры через -10°C в сторону повышения, а в третьей декаде прекращаются устойчивые морозы.

От марта к апрелю наблюдается резкое повышение температуры воздуха в среднем на 8°C. В апреле преобладают средние суточные температуры от -5 до 5°C. Во второй декаде апреля отмечается устойчивый

переход среднесуточной температуры через 0°C . Период со среднесуточной температурой ниже 0°C в среднем составляет около 180 дней.

Средняя температура воздуха в мае выше, чем в апреле, в среднем на 5°C . Во второй декаде мая происходит устойчивый переход через 5°C . В июле и июле продолжается дальнейший подъём на 6 и 3°C соответственно. В начале первой декады июня наблюдается переход через 10°C , в июле температуры воздуха достигает своего наибольшего значения.

Период с температурами выше 15°C длится всего около 30 дней. В августе начинается медленное понижение температуры. Средняя температура августа ниже на 2°C ниже июльской. В сентябре происходит устойчивый переход температуры через 10 и 5°C в сторону понижения. В октябре очень редко среднесуточная температура превышает 10°C и в среднем отмечается около 10 дней с отрицательной температурой.

Переход температуры воздуха через 0°C происходит в третьей декаде октября. Средняя температура ноября равна $-4,5...-4,9^{\circ}\text{C}$. В течение месяца преобладают температуры от 0 до -5°C . В начале Второй декады ноября наступают устойчивые морозы.

В декабре средняя температура изменяется от $-9,8$ до $-10,3^{\circ}\text{C}$. В первой декаде декабря наблюдается переход через -10°C в сторону понижения.

Суточный ход температуры воздуха наиболее выражен в тёплое время года. В это время максимум температуры приходится на дневные (14-15 ч), а минимум - на утренние часы (3-4 ч), среднесуточная амплитуда составляет $6-7^{\circ}\text{C}$. Зимой суточный ход сглажен. Минимум приходится на ночные и утренние часы, максимум - на дневные (13-14 ч). Наименьшая суточная амплитуда отмечается в ноябре-январе ($0,3-0,8^{\circ}\text{C}$).

Междусуточная изменчивость температуры воздуха - разность среднесуточных температур двух соседних суток - отражает только колебания, вызванные адвекцией тепла или холода. Наибольшая изменчивость температуры отмечается зимой, наименьшая - осенью.

Существенно изменяется температура в зависимости от преобладающего направления ветра. С октября по февраль тёплыми ветрами, сопровождающимися повышением температуры, являются южные ветры и ветры западных направлений, а холодными - северо-восточные и восточные ветры. В январе ветры западных направлений вызывают потепление до $-7,9...-9,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее сильные похолодания отмечаются при штилях до $-17,7^{\circ}\text{C}$, северо-восточных и восточных ветрах до $-15,1...-15,5^{\circ}\text{C}$. С марта по октябрь более тёплая погода наблюдается при ветрах южных направлений, наиболее холодная при северных и северо-восточных. В июле средняя температура за дни с ветрами южных направлений составляет $17,6-19,2^{\circ}\text{C}$, а при северных и северо-восточных ветрах понижается до $13,3-14,5^{\circ}\text{C}$. В переходные сезоны при ветрах южной четверти температуры становится выше на $1-3,5^{\circ}\text{C}$, а при северных и северо-восточных ветрах на $1,5-3,0^{\circ}\text{C}$ ниже нормы данного месяца.

Годовой ход парциального давления водяного пара аналогичен ходу температуры воздуха. Это значит, что при более высокой температуре воздух способен содержать больше водяного пара, чем при более низкой температуре.

В годовом ходе парциальное давление имеет один максимум (июль) и один минимум (февраль). Годовая амплитуда колебаний среднего парциального давления составляет около 11 гПа.

В зимние месяцы парциальное давление составляет 2,4-4,5 гПа. С увеличением температуры воздуха наблюдается интенсивное повышение давления. В мае оно достигает 6,4-6,9 гПа, летом возрастает до 10,2-13,6 гПа. С понижением температуры воздуха уменьшается и парциальное давление.

Относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром. Её годовой ход противоположен ходу температуры и парциального давления. В среднем за год относительная влажность составляет 80-82.

С сентября по март среднемесячная относительная влажность в районе Архангельска превышает 80%, достигая максимальных значений в ноябре-декабре (88-93%). Весной она значительно уменьшается.

Минимум относительной влажности приходится на июнь (68-70%), т. е. он не совпадает с самым тёплым месяцем (июлем), а наступает раньше. В течение лета относительная влажность увеличивается и в августе достигает 78-79%.

Дни, когда влажность в 13 ч достигала 80%, относятся к влажным. Если же хотя бы в один из сроков влажность была 30% и менее, то этот день считается сухим. Последние представляют собой одну из важных характеристик засушливости погоды. Число дней с влажностью 50% и менее характеризует комфортные условия погоды.

В районе Архангельска число влажных дней в среднем за год составляет 175-181. Наиболее часто такие дни отмечаются с октября по февраль. Максимум приходится на декабрь и январь, минимум - на июнь-июль.

Число дней с низкой относительной влажностью наблюдается очень редко и только в период с апреля по июль. Наиболее сухие месяцы - май и июнь. В среднем за год бывает 0,8-3,0 сухих дня.

Число дней с комфортными условиями в среднем за год составляет 40,3-52,3. Максимум их, как и чужих дней, приходится на май и июнь. Очень редко такие дни отмечаются в феврале, ноябре, декабре (0,03-0,1 дня), в январе за весь период наблюдений не было ни одного дня с комфортными условиями.

Дефицит влажности в среднем за год составляет 2,0-2,3 гПа. Его годовой ход аналогичен ходу парциального давления. Зимой он имеет минимальные значения и изменяется от 0,3 до 0,8 гПа. С праведники температуры воздуха дефицит увеличивается от месяца к месяцу на 1-2 гПа и достигает максимума в июле. Осенью с понижением температуры уменьшается и дефицит влажности, и в октябре составляет 0,9-1,0 гПа.

Суточный ход дефицита влажности С ноября по февраль почти отсутствует, и наиболее выражен в тёплый период, особенно с июня по август. В эти месяцы суточная амплитуда составляет в среднем 5,4-6,9 гПа. Наибольшее значение дефицита влажности наблюдается днём после полудня, наименьшее - перед восходом солнца.

В пограничном слое атмосферы сохраняется высокое значение относительной влажности воздуха, наблюдаемое у земли. В среднем за год на всех высотах оно составляет 78%. В холодное время года (октябрь-март) влажность убывает с высотой, в тёплое время (апрель-сентябрь) она убывает до высоты 0,5 км, а затем возрастает.

Минимальное значение относительной влажности в годовом ходе наблюдается в июне и изменяется от 65% на высоте 0,2 км до 68% на высоте 1 км, максимальное - в ноябре и достигает 88 и 86% соответственно. Амплитуда годовых колебаний относительной влажности убывает с высотой и составляет 23% на высоте 0,2 км и 18% на высоте 1 км.

В холодный период относительная влажность в пограничном слое почти не имеет суточного хода. В тёплый период максимум приходится на ночные часы (3 ч) и колеблется от 74% на высоте 0,2 км до 71% на 1 км. Минимум наблюдается в дневные часы (15 ч) и составляет 57 и 67% соответственно. С высотой суточные колебания затухают, амплитуда их в этот период убывает от 17% на 0,2 км до 5% на 1 км.[4]

2. Факторы, определяющие биометеорологический режим атмосферы.

2.1 Влияние состояния атмосферы на здоровье человека.

Одним из важнейших факторов внешней среды, влияющих на организм человека, является метеорологический режим атмосферы. Земная погода может воздействовать на здоровье человека с разной степенью

комфортности. Зная состояние атмосферы, т.е. биометеорологические характеристики земной погоды, можно правильно планировать жизнедеятельность.

Метеорологический режим атмосферы всегда оказывал огромное влияние на человека. Эту зависимость можно рассмотреть на рисунке 2.1.

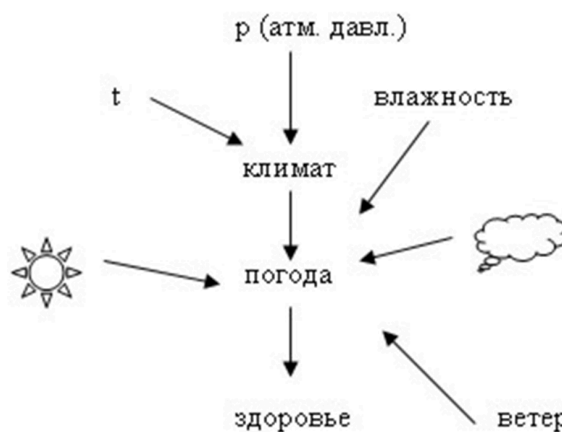


Рис.2.1. Составляющие атмосферы, влияющие на погоду и здоровье человека

Нельзя говорить, что на жизнедеятельность влияет один определенный фактор. Обычно это совокупность всех характеристик состояния атмосферы. Прямое влияние весьма разнообразно и обусловлено непосредственным действием климатических факторов на организм и прежде всего на условия теплообмена его со средой. Смена времен года чаще всего оказывает на него значительные изменения. Температура тела, интенсивность обмена веществ, система кровообращения, состав клеток крови и тканей - основные показатели, подвергающиеся изменениям.

В настоящее время все большее количество людей становятся метеочувствительными. Причин повышения метеочувствительности населения множество, значительная часть связана с негативными аспектами развития цивилизации. Оценка метеорологических условий, определяющих степень

комфортности атмосферы для организма человека дает возможность предвидеть атмосферные факторы риска для жизнедеятельности.

2.2 Биометеорологические параметры

Для характеристики погодных условий с медико-метеорологической точки зрения используют различные биометеорологические индексы (параметры), полученные исследователями разных стран. Разнообразие этих индексов свидетельствует о сложности их разработки.[1]

1) эффективная, эквивалентно-эффективная и радиационно-эквивалентно-эффективная температуры, показатель ET; широко используются для оценки метеорологических условий, определяющих теплоощущение человека.

- эффективная температура (ЕТ) неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром, определяется по формуле А. Миссенарда:

$$ЭТ = t - 0,4 \times (t - 10) \times \left(1 - \frac{f}{100}\right) \quad (1.1)$$

где t – температура сухого воздуха, °С;

f – относительная влажность, %.

Влияние воздуха на тепловое состояние человека меняется в зависимости от температуры воздуха. При температуре воздуха ниже 10°С сухой воздух кажется значительно теплее, чем влажный, а при температуре выше 10°С – наоборот.

- показатель ET по Миссенарду, учитывающий влияние температуры, влажности воздуха и скорости ветра при оценке тепловой чувствительности:

(1.2)

$$ET = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014 \times f + \frac{1}{1,76+1,4 \times V^{0,75}}} - 0,29 \times t \times (1 - f / 100),$$

где t – температура воздуха, °С;

V – скорость ветра, м/с;

f – относительная влажность, %.

При расчете показателя ЕТ скорость ветра, измеренная на высоте 10 м, приводилась к высоте 1,5 м над поверхностью земли. Ценность ЕТ, как биоклиматического показателя, состоит в том, что его можно использовать для теплого и холодного сезонов года. Эффективная температура является наиболее пригодной для глобальной биоклиматической классификации. Классификация ЕТ для оценки тепловой чувствительности может быть идентифицирована определенными значениями индекса дискомфорта (шкала изменения от 3 до -7 единиц).

Для классификации погоды рекомендованы группы чувствительности с 12- и 6- градусными ступенями ЕТ (см. таблицу 2.1)

Таблица 2.1 - Биоклиматическая классификация ЕТ для оценки тепловой чувствительности и уровня дискомфорта.

ЕТ(град)	D	Физиологическая нагрузка
> 30,1		очень жарко (тепловая нагрузка сильная)
+26,1..+30		жарко (тепловая нагрузка умеренная)
+22,1..+26		очень тепло
+18,1..+22		тепло (комфортно)

+14,1..+18	1	комфорт (умеренно тепло)
+10,1..+14	2	малопрохладно, или дискомфортно прохладно
+6,1..+10	3	прохладно
+2,1..+6	4	умеренно прохладно
+2..-2,1	5	очень прохладно
-2,1..-6	6	дискомфортно холодно
-6,1..-10	7	весьма холодно
-10,1..-14	8	умеренно холодно
-14,1..-18	9	холодно
-18,1..-22	10	очень холодно
-22,1..-26	11	крайне холодно
> -26,1	12	начинается угроза обморожения

- ветро-холодовой индекс Wind-chill, $T(wc)$:

$$T(wc) = 13,12 + 0,6215 * T - 11,37 * V^{0,16} + 0,3965 * T * V^{0,16} \quad (1.3)$$

где $T(wc)$ – ветро-холодовой индекс или ощущаемая температура воздуха, с учетом влияния на теплоощущение температуры воздуха и скорости ветра;

T – температура воздуха, °C;

V – скорость ветра, км/час.

2) Оценка суровости погоды.

Суровость погоды рассматривается не как объективное свойство, а как влияние ее на охлаждение человека, ограничивающее пребывание его на открытом воздухе и обуславливающее потребность в одежде. Она в основном определяется низкой температурой воздуха и скоростью ветра, которые особенно влияют на охлаждение, поверхность тела человека, не защищенную одеждой, а также на органы дыхания.

- Шкала баллов жесткости погоды Бодмана - один из первых методов оценки суровости погоды. В основе ее было положено время, необходимое для охлаждения сосуда с водой, имевшей температуру от 30° до 20°. За единицу "жесткости погоды" он принял время охлаждения сосуда с водой при штиле и при температуре воздуха, равной 0°. Для расчета баллов "жесткости погоды" он предложил формулу:

$$S = (1 - 0,4 \times t) \times (1 + 0,272 \times V) \quad (1.4)$$

Балл “жесткости погоды” используется для характеристики зимнего периода.

Таблица 2.2 – Шкала Бодмана для характеристики зимнего периода.

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

- Ветро-холодовый индекс K (по Сайплу) - применяется для оценки влияния отрицательной температуры воздуха и ветра ($V > 0$) на тепловое состояние человека. Индекс K характеризует охлаждение организма человека под влиянием скорости ветра V и температуры воздуха t и определяется по формуле:

$$K = (\sqrt{100 \times V} + 10,45 \times V) \times (33 - t) \quad (1.5)$$

В зависимости от величины охлаждения K (ккал/м²·ч) предложены следующие градации суровости зимы:

Таблица 2.3 – Шкала Сайпла для оценки суровости погоды.

K	Степень суровости
< 50	жарко
до 1000	очень холодно

до 2500	невыносимо холодно
---------	--------------------

“Ветро-холодовый индекс” правильно отражает “ощущение холода”, которое испытывает человек, хотя он и не имеет серьезного научного обоснования, так как не учитывает влияния теплозащитных свойств одежды на теплоотдачу организмом, которую следует считать главным фактором, определяющим ее величину.

Однако практически применимость его оправдана тем, что выносливость человека к воздействию низких температур, в конечном счете определяется теми частями тела, которые обычно не защищены, т.е. лицом и руками.

- Ветро-холодовый индекс с учетом влияния влажности воздуха (Wind-Chill), H_w :

$$H_w = (0,13 + 0,47 * \sqrt{V}) \times (36,6 - T) + (0,085 + 0,102 \times \sqrt[3]{V}) \times (61,1 - e) \times 0,75 \quad (1.6)$$

Этот индекс характеризует интенсивность потерь тепла во влажном движущемся потоке воздуха. При $H_w = 4,5 - 5,5$ Вт/м² зимние погодные условия считаются дискомфортными, а при $H_w > 8$ Вт/м² – абсолютно дискомфортными.

- 3) Определение степени раздражающего действия погодных факторов на человека.

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

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

где $i(t) = 0,02 \times (18 - t)^2$ при $t < 18 \text{ }^\circ\text{C}$; (1.7)

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

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

S_ϕ – фактическая продолжительность солнечного сияния;

S_m – максимально возможная продолжительность солнечного сияния;

t, f, V – соответственно среднесуточные значения этих метеозаписей;

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

Индекс патогенности I используется для определения степени раздражающего действия погодных факторов. Оптимальные значения метеорологических величин, при которых возникает минимум метеопатических реакций:

$t = 18 \text{ }^\circ\text{C}, f = 50\%, V = 0, n = 0, \Delta p, \Delta t = 0$.

Таблица 2.4 – Классификация степени воздействия погоды на организм человека.

I	степень воздействия
0-9	Оптимальные
10-24	Раздражающие
>24	острые

2.3 Классификация погоды в биометеорологии

Здоровый человек, благодаря хорошим адаптационным возможностям, быстро приспосабливается даже к значительным колебаниям погоды. Изменения погоды оказывают на здоровый организм тренирующее воздействие. Это метеостабильные, или “метеотолерантные” люди. Те, кто страдает хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой и дыхательной систем, опорно-двигательного аппарата, особенно чувствительны к перемене погоды. Их называют метеолабильными, а возникающие патологические состояния в связи с изменением погодных условий – метеореакциями.

Метеореакция (метеотропная реакция) – это остро очерченный индивидуальный симптомокомплекс, зависящий от вида и стадии заболевания, пола, возраста, типа высшей нервной деятельности, особенностей труда и быта. Многолетние наблюдения за больными с повышенной метеочувствительностью позволили выделить и описать некоторые типичные метеопатологические симптомокомплексы (синдромы), которые могут проявляться по отдельности или сочетаться в различных комбинациях с большей или меньшей выраженностью одного из них.

Условно выделяют до десяти различных метеосимптомокомплексов: ревматоидный, церебральный, вегетососудистый, кардио-респираторный, диспепсический, иммунологический, кожно-аллергический, геморрагический и др.

Ревматоидный симптомокомплекс характеризуется большой утомляемостью, чувством усталости, болевыми ощущениями, различными воспалительными явлениями.

Церебральный – сопровождается выраженной раздражительностью, общим возбуждением, нарушением сна, головными болями, расстройствами дыхания.

Вегетососудистый симптомокомплекс выражается в колебаниях артериального давления и развитии вегетативных нарушений.

Кардиореспираторный симптомокомплекс обычно связан с появлением таких симптомов, как кашель, увеличение частоты сердечных сокращений, дыхания.

Диспепсический симптомокомплекс проявляется неприятными ощущениями в области желудка, в правом подреберье, по ходу кишечника, тошнотой, нарушением аппетита, стула.

Иммунологический синдром характеризуется нарушениями защитных реакций организма, присоединением простудных заболеваний, грибковых осложнений.

При кожно-аллергическом симптомокомплексе наблюдается кожный зуд, высыпания и другие кожно-аллергические изменения.

Геморрагический синдром проявляется кровоточивыми высыпаниями на коже, кровотечениями из слизистых оболочек, приливами крови к голове и повышенным кровенаполнением конъюнктив, носовыми кровотечениями, а также изменениями клинических показателей в анализе крови.

Метеотропные реакции можно рассматривать как "адаптационно-метеотропный синдром". В зависимости от времени их проявления они могут быть разделены на сигнальные, синхронные и последовые реакции. Появление сигнальных реакций связано с влиянием электрических, электромагнитных и инфразвуковых характеристик атмосферы, предшествующих видимым изменениям погоды. Последовые реакции связаны со временем, необходимым для развития клинических симптомов в ответ на действие погодного фактора. Большинство метеотропных реакций регистрируются синхронно с изменением характера погоды.

Каждый человек обладает определенным "запасом прочности", т.е. способностью безболезненно переносить до определенных пределов колебания погоды. Это зависит от пола, возраста, состояния здоровья, тренированности и других факторов. У маленьких детей, престарелых людей, страдающих различными заболеваниями, этот диапазон не велик.

Зарегистрирован феномен омоложения метеочувствительности в связи с ускоренным развитием организма (акселерацией).

Погода или ее компоненты не являются непосредственной причиной болезни, а лишь провоцируют ее или способствуют обострению хронического процесса, а у здоровых лиц с повышенной метеочувствительностью вызывают функциональные нарушения. Отмечено, что метеотропные реакции чаще проявляются головной болью, головокружением, повышением или понижением нервной возбудимости, нарушением сна, болями в сердце, мышцах и суставах, ощущением скованности в груди и конечностях, изменениями функциональных, биохимических и защитных показателей, снижением работоспособности, т. е. носят неспецифический характер.

По характеру метеотропного воздействия плотности кислорода ρ_{O_2} И.В.Бутьева, В.Ф. Овчарова выделяют 5 типов погод:

1) Индифферентный, с незначительными колебаниями метеоусловий, когда человек не ощущает никакого влияния погоды на свой организм;

2) Тонизирующий – когда перемена погоды благотворно влияет на человека, особенно на больных с хронической кислородной недостаточностью, с артериальной гипотонией, ишемической болезнью сердца, хроническими бронхитами;

3) Спастический, проявляется во время резкой перемены погоды в сторону похолодания, когда атмосферное давление растет, и содержание кислорода в воздухе значительно увеличивается. Тогда у людей с повышенным артериальным давлением могут появиться головные и сердечные боли, вызванные спазмами гладкой мускулатуры сосудов;

4) Гипотензивный, может проявляться при тенденции к снижению количества кислорода в воздухе: тогда у больных снижается тонус сосудов. Гипертоники, например, чувствуют себя в это время лучше – давление у них снижается;

5) Гипоксимический, меняется в сторону потепления и снижения содержания кислорода в воздухе. У человека появляется и усугубляется кислородная недостаточность.

С клинической точки зрения различают три типа погоды:

- 1) клинически оптимальный;
- 2) клинически раздражающий;
- 3) клинически острый.

Клинически оптимальный тип погоды благоприятно действует на организм человека, вызывает бодрое настроение, оказывает щадящее действие и характеризуется умеренными колебаниями в течение суток температуры (не более 2 °С) и давления (не более 4 мбар) при небольшой подвижности воздуха (не более 3 м/с).

К клинически раздражающим типам относят комплекс погод с нарушением оптимального хода одного или нескольких метеорологических элементов. Это солнечная и пасмурная, сухая и влажная (относительная влажность не выше 90 %) погода, когда скорость ветра менее или равна 9 м/с, изменчивость температур не более 4 °С, а перепад давления - не более 8 мбар.

К клинически острым типам погоды относятся комплексы погод с резкими изменениями метеорологических элементов, когда изменчивость атмосферного давления более 8 мбар, температура - более 4 °С, скорость ветра - более 9 м/с. К таким погодам относятся сырые (более 90 % влаги), дождливые, пасмурные и очень ветреные.

В настоящее время в лечебно-профилактических целях применяют:

- 1) комплексную классификацию погоды для оценки погодных условий при проведении климатотерапии
- 2) морфодинамическую классификацию для выявления метеотропных реакций, организации метеопрофилактики и медико-погодного прогнозирования.

Комплексная классификация погоды основана на генетическом принципе и предусматривает деление погодных условий на 16 классов. Согласно этой классификации, погоду в зависимости от особенностей температурного режима подразделяют на три группы:

- 1) безморозная погода;
- 2) погода с переходом температур через 0 °С;
- 3) морозная погода.

Безморозная погода - это погода, при которой не только среднесуточная температура, но и минимальная температура воздуха превышает 0 °С. Безморозную погоду различают также по относительной влажности, облачности, уровню осадков, ветровому режиму.

Погода с переходом температур воздуха через 0 °С подразделяется на солнечную и облачную. Среднесуточная температура может быть и положительной, и отрицательной, максимальная температура находится в области положительных значений, а минимальная - в области отрицательных.

При морозной погоде температура воздуха в течение суток все время отрицательная. Каждый класс морозной погоды делится на погоду с ветром и без ветра.

Характеристика классов погоды дает врачам возможность выбрать время года для санаторно-курортного лечения и использовать погодные условия (классы погоды) при практическом назначении климатопроцедур.

Для оценки возможности метеотропных реакций, а также с целью медицинского прогнозирования разработано множество классификаций погоды. Одна из них, наиболее распространенная в России, – морфодинамическая классификация погод И.И. Григорьева, И.Г. Парамонова, М.М. Тена, включающая четыре типа погоды со следующими характеристиками.

Тип I (весьма благоприятная погода). У поверхности Земли и в нижней тропосфере наблюдается область повышенного давления или малоградиентное пространственное распределение атмосферного давления. Атмосферные фронты отсутствуют, восходящие вертикальные токи слабые, струйных течений не отмечается, имеются средней и слабой силы высотные переносы. Стратификация атмосферы обычно устойчивая. Температура воздуха и относительная влажность в такие дни – без значительных колебаний: отмечаются изменения температуры до 5 - 8°C в интервале 6 - 12 ч (день, ночь), относительной влажности – до 10%. Изменения атмосферного давления составляют не более 1 гПа за 3 ч. Скорость ветра 0 - 3 м/с. Содержание кислорода в атмосферном воздухе меняется незначительно – до $\pm 5-10$ г на 1 кг воздуха за 6 – 12 ч. Напряженность атмосферного электрического поля у поверхности Земли близка к норме. При I типе погоды обычно ясно или наблюдается переменная облачность. В холодное время года возможны слоистая облачность, туман, слабые осадки; в летнее время – кучевые облака, без осадков. Опасных явлений погоды не отмечается.

Тип II (благоприятная погода). У поверхности Земли и в тропосфере атмосферное давление изменяется слабо. Вертикальные токи воздуха невелики. Возможно прохождение фронтальных разделов со слабой динамической структурой (фронты окклюзии, вторичные, верхние), свойство воздушной массы меняется незначительно. Температура и относительная влажность воздуха находятся в пределах сезонной и суточной нормы. Ее изменения на 8 - 12°C в пределах 12 ч, изменения относительной влажности воздуха достигают 20%, скорость ветра – 4 – 10 м/с. Колебания содержания кислорода находятся в пределах $\pm 10 - 15$ г на кг воздуха. Напряженность атмосферного электрического поля близка к нормальным значениям. Возможны внутримассовые грозы, летом – кратковременные дожди, зимой – снег. Опасных явлений погоды не отмечается.

Тип III (неблагоприятная погода). Этот тип погоды характеризуется образованием циклонов с выраженными фронтальными разделами и

восходящими вертикальными потоками воздуха (фронтальные разделы с наличием значительных контрастов метеоэлементов). Отмечаются хорошо выраженные участки динамического изменения атмосферного давления, средней и большой силы высотные перемещения воздуха. Наблюдаются нарушения суточного хода основных метеоэлементов. При погоде III типа температура воздуха может изменяться на $10 - 20^{\circ}\text{C}$ за $6 - 12$ ч, относительная влажность – на $20 - 40\%$. Атмосферное давление меняется на $3 - 4$ гПа за 3 ч. Скорость ветра может возрастать до $10 - 16$ м/с. Содержание кислорода колеблется на $\pm 15 - 20$ г на 1 кг воздуха. Напряженность атмосферного электрического поля заметно отличается от нормальных значений, отмечаются отчетливые колебания поля и кратковременные большие и резкие его изменения. Возможны геомагнитные возмущения. Этот тип погоды отличается иногда резкими колебаниями температуры и понижением относительной влажности воздуха при усилении ветра (фен, бора, местные ветры); отмечается «душная погода», характеризующаяся высокой температурой воздуха ($28 - 30^{\circ}\text{C}$ и выше) и значительной влажностью ($85 - 90\%$ и более). В отдельные дни и периоды погода III типа отличается резкой сменой воздушных масс, выраженной перестройкой атмосферных процессов, аномально высокими или низкими показателями основных метеоэлементов по сравнению с местной климатической нормой.

Тип IV (особо неблагоприятная погода). Погода этого типа характеризуется активным образованием циклонов или прохождением глубоких ложбин с резко выраженными атмосферными фронтами и восходящими потоками воздуха. Циклоны прослеживаются на высоте $3 - 5$ км и более с большим наклоном вертикальной оси. Отмечается наличие больших зон сходящихся и расходящихся воздушных течений, определяющих динамическое изменение атмосферного давления у поверхности Земли, а также резкие контрастные изменения температуры в высотной фронтальной зоне. Наблюдаются большие скачкообразные изменения основных метеоэлементов с резкими нарушениями суточного хода. Температура

меняется на 10 – 20°C за 6 – 12 ч, относительная влажность – на 20 – 40% и более. Скорость ветра может достигать 19 м/с и более. Содержание кислорода в воздухе и напряженность электрического поля атмосферы изменяются значительно, обнаруживаются большие колебания электромагнитного возмущения. Могут происходить опасные явления погоды: грозы, шквалы, ураганы, ливни, снежные и песчаные бури и т.д. Метеотропные реакции могут проявиться при контрастной смене погоды, при существенном изменении отдельных метеовеличин или гелиофизических показателей. Патологические метеотропные реакции связаны с нарушением гомеостаза и адаптационных механизмов, что приводит к обострению болезней.

Таким образом, для составления прогноза погоды для медицинских целей необходимо знать не только синоптическую ситуацию и состояние атмосферы, но и прогнозировать временную изменчивость метеорологических параметров, т.е. изменчивость биометеорологического режима атмосферы.

Классификация по И.С Кандрор, Г.И Муравьевой представляется более обоснованным использовать для характеристики климата, 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 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 тепловое 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.

При выборе времени экспозиции исследователи исходили из того, что в условиях населенного пункта время непрерывного пребывания на открытом воздухе взрослых людей (не считая лиц, работающих на открытом воздухе) обычно не превышает одного часа и что уравнивание теплообмена человека с внешней средой чаще всего происходит за 30—50 минут.

Поэтому тепловое состояние определялось в начале и в конце часовой прогулки на открытом воздухе.

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.

2.4 Циркуляция атмосферы как биометеорологический фактор

Метеорологический режим атмосферы формируется циркуляцией атмосферы, направлением перемещения и метеорологическими характеристиками воздушных масс, в частности, скоростью и направлением ветра.

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

Процессы теплообмена реагируют на ветер, и он является основным фактором, который формирует реакции этих процессов. Существует зависимость между суровостью климата и силой ветра. Эта зависимость прямо пропорциональна. Чем сильнее ветер, тем суровее климат. При понижении температуры воздуха ветер приводит к усилению теплоотдачи. Человек испытывает так называемый холодовой стресс и организм переохлаждается. При повышении температуры воздуха ветер повышает уровень теплообмена.

Дискомфорт, который до этого испытывался, пропадает. Так явление «сквозняка» имеет двойственное влияние. При высоких температурах и высокой влажности он благоприятно воздействует на организм человека, тем самым снижая дискомфортность и чувство «духоты». И, наоборот, при нахождении человека в более теплом пространстве, раздражение под воздействием холода может привести к нарушению кровоснабжения мышц, слизистых оболочек, созданию благоприятных условия для размножения болезнетворных микробов. Отсюда можно сделать вывод, что явление «сквозняка» может приводить к заболеваниям верхних дыхательных путей и ревматизму.

Сильный и порывистый ветер оказывает на поверхностные ткани организма определенное давление. Это приводит к повышенной утомляемости, следствие охлаждающего действия. Также он затрудняет

дыхание, усугубляя метеопатические реакции. Чаще всего эти реакции проявляются в пустынных или степных местностях, где привычными являются мгла и пыльные бури.

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

2.4.1 Использование биометеорологических индексов для оценки уровня погодно-климатической комфортности на территории России

Наблюдаемое и прогнозируемое изменение климата влечет повышение актуальности исследований динамики погодных и климатических условий на конкретных территориях. При этом все более важным становится изучение динамики влияния этих изменяющихся условий на жизнедеятельность человека с точки зрения комфортности проживания. Последствия ожидаемого изменения климата на условия проживания людей могут быть как положительными, так и отрицательными. С одной стороны – смягчение суровости климата, с другой – отрицательные последствия, например, при возможной деградации мерзлоты. «Погодно-климатическая комфортность» - обобщенная характеристика состояния окружающей среды, оказывающая влияние на здоровье человека, условия его проживания и трудовой деятельности.

Таблица 2.

Категории теплоощущения, нагрузки на организм и степень погодно-климатической комфортности в зависимости от значений индекса ET_m

$^{\circ} ET_m$	Теплоощущение	Нагрузка	Степень комфортности
$\geq +30$	Очень жарко	Сильная	Дискомфорт
$+24..+30$	Жарко	Умеренная	Условный дискомфорт
$+18..+24$	Тепло	Комфортно	Комфорт
$+12..+18$	Умеренно тепло	Комфортно	Условный комфорт
$+6..+12$	Прохладно	-	Условный комфорт
$0..+6$	Умеренно прохладно	-	Условный комфорт
$-12..0$	Холодно	Умеренная	Условный дискомфорт
$-24..-12$	Очень холодно	Сильная	Дискомфорт
$-30..-24$	Крайне холодно	Очень сильная	Экстремальный дискомфорт
≤ -30	Крайне холодно	Чрезвычайно высокая угроза обмороживания	Экстремальный дискомфорт

Изучение динамики погодно-климатической комфортности, главным образом, требуется для своевременной оценки неблагоприятных ситуаций с целью сохранения здоровья и жизни человека путем принятия необходимых предупредительных мер.

Для исследования погодно-климатической комфортности возможно использовать биометеорологические индексы, которые позволяют учитывать влияние нескольких погодных и климатических факторов, а также их взаимосвязи.

Как уже упоминалось, одним из наиболее часто употребляемых индексов для оценки комфортности среды в сезонных, годовых и климатических масштабах является эффективная температура (ET).

На основе разработанных категорий тепловой/ холодовой нагрузки в зависимости от значений индекса эффективной температуры при исследовании предлагается классификация степени погодно-климатической комфортности по критериям физиологического воздействия на человека в

пяти градациях: комфорт – условный комфорт – условный дискомфорт – дискомфорт – экстремальный дискомфорт.

2.4.2 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 В.И. 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.

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 тепловое состояние человека и, во-вторых, на учет 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. Только многолетний режим погод, будучи достаточно постоянным и определенным, может дать необходимую с точки зрения гигиены характеристику биоклимата 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.

При выборе времени экспозиции исследователи исходили из того, что в условиях населенного пункта время непрерывного пребывания на открытом воздухе взрослых людей (не считая лиц, работающих на открытом воздухе) обычно не превышает одного часа и что уравнивание теплообмена человека с внешней средой чаще всего происходит за 30—50 минут. Поэтому тепловое состояние определялось в начале и в конце часовой прогулки на открытом воздухе.

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.

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°C) относятся к «Б». А при повышении температуры воздуха более 32°C 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 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. 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. 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., одышку, сердцебиение..

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.

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 погодками.

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 суховеино-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.

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) суховейно-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.

3. Анализ изменчивости биометеорологического режима атмосферы севера Архангельской области

Биометеорологический режим атмосферы зависит от циркуляции атмосферы района, формирующей метеорологический режим. Рассмотрим изменчивость барических образований над севером Архангельской области.

3.1 Изменчивость повторяемости барических образований в разные сезоны года

Для выполнения поставленных задач мы изучили повторяемость различных барических образований в атмосфере севера Архангельской области во все сезоны с 2018 до 2022 г.

Гистограмма годового хода показала, что максимальная повторяемость отмечается у циклонов, что соответствует особенностям циркуляции в северо-западном регионе.

Поэтому нас заинтересовала изменчивость атмосферной циркуляции в разные сезоны года. Сезон определяем только по календарным датам.

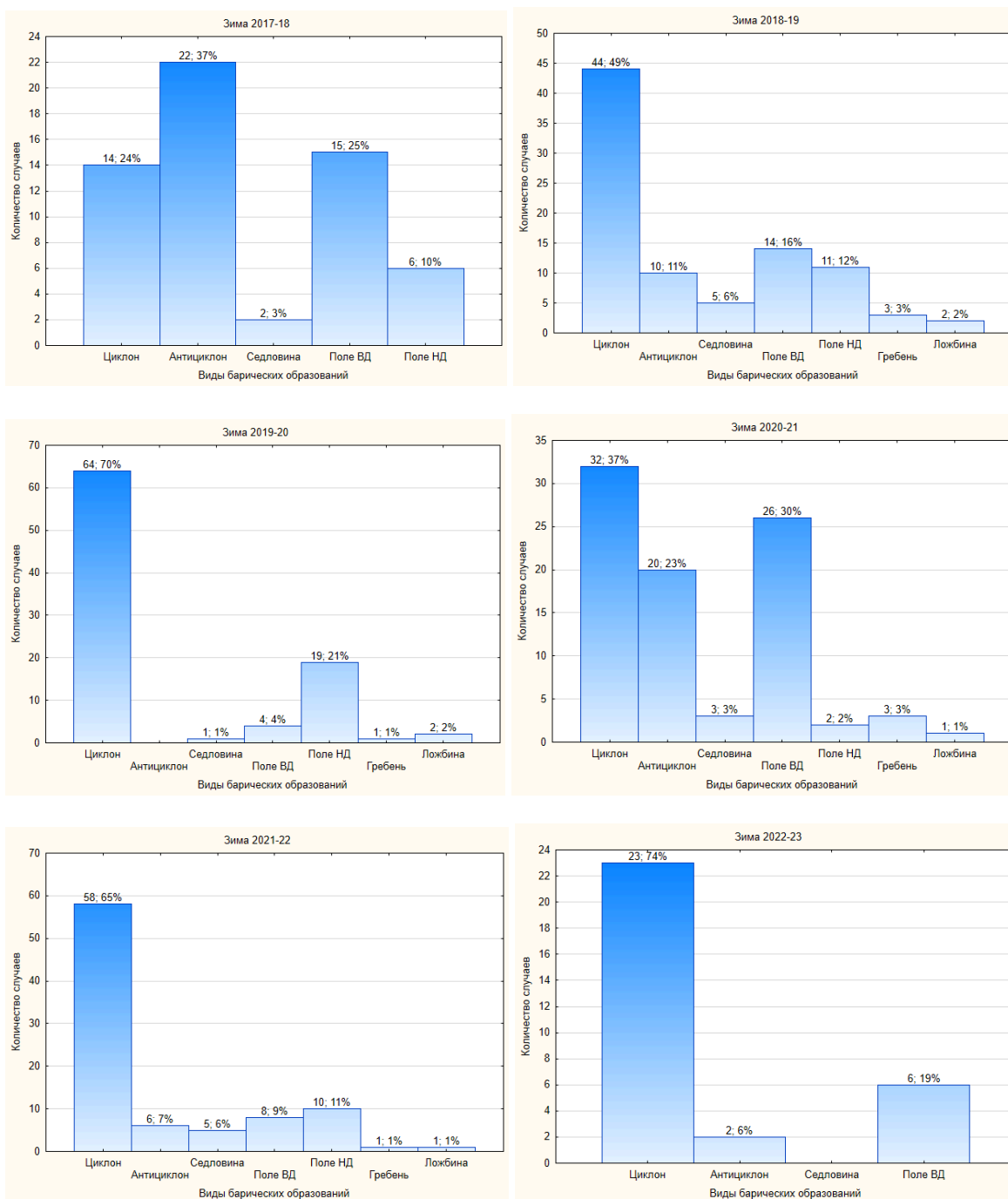


Рис. 3.1 - Изменчивость барических образований в г. Архангельск в зимнее время за период 2018 – 2023 гг.

Зимой почти за весь рассматриваемый период отмечается максимальная повторяемость циклонов. Только зимой 2017-18 гг. выше была повторяемость антициклонов. Следующими по повторяемости были малоградиентные поля высокого и низкого давления.

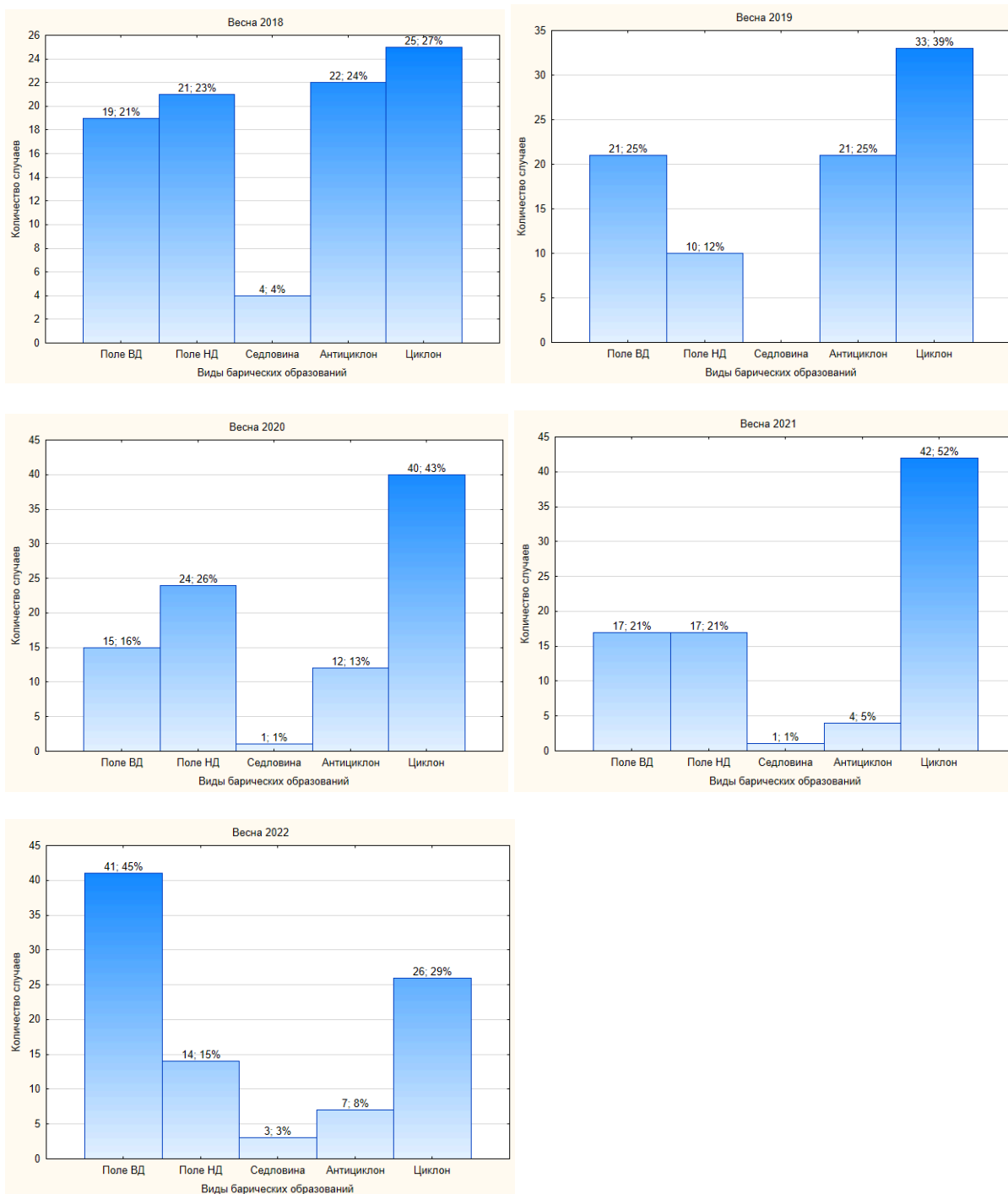


Рис.3. 2 - Изменчивость барических образований в г. Архангельск в весеннее время.

В весеннее время, как и в зимнее, в основном, наблюдается повторяемость циклонов, в 2022 г. малоградиентные поля высокого давления их превосходили. В 2018г также вторым по повторяемости был антициклон,

в остальные годы после циклонов шли малоградиентные поля атмосферного давления.

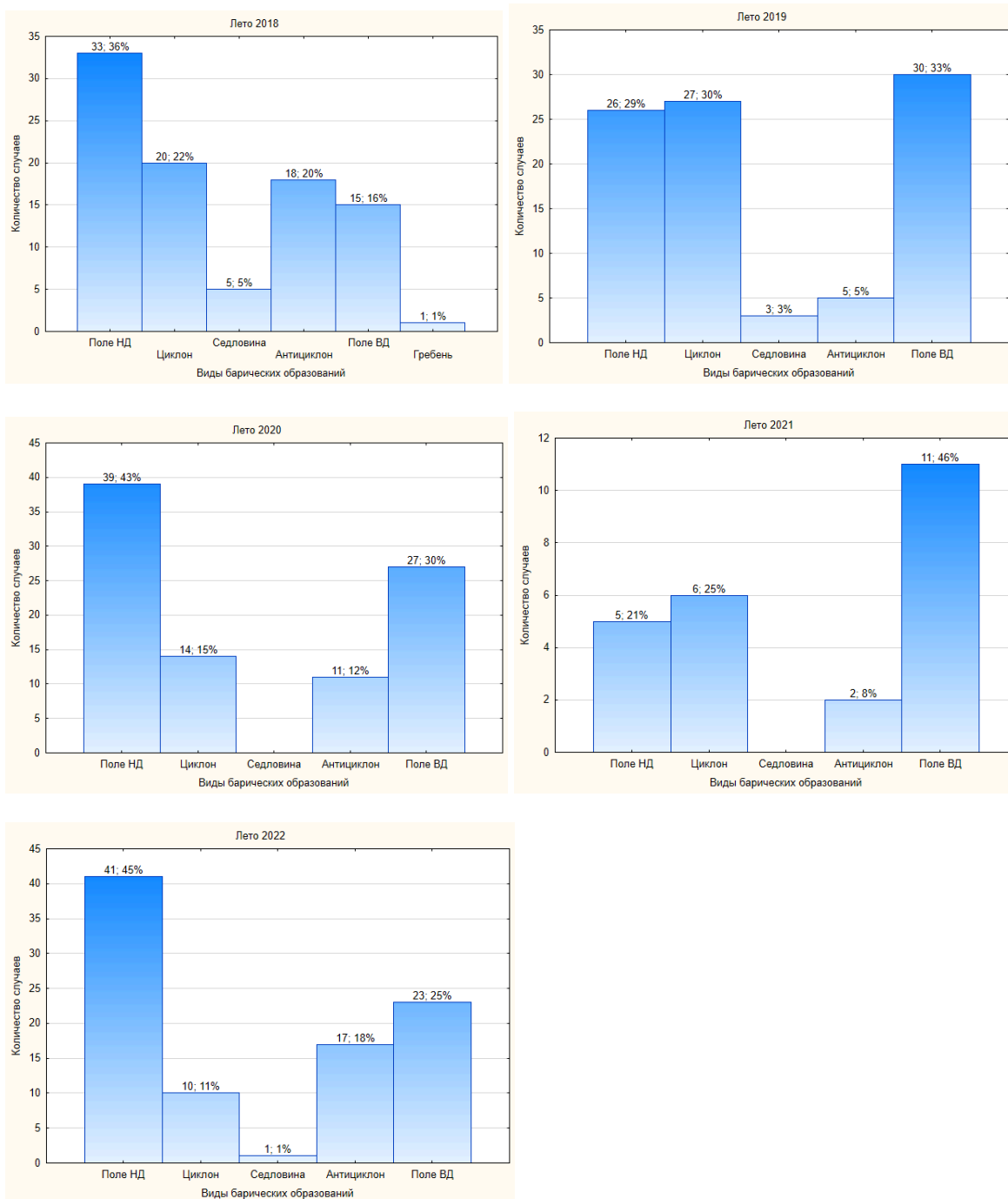


Рис.3.3 - Изменчивость барических образований в атмосфере г. Архангельска в летнее время года

В летнее время чаще всего наблюдались малоградиентные поля высокого и низкого давления, которые формировались в атмосфере в 50%

случаев. Максимум циклонов (30%) наблюдался в 2019 г. Минимумы циклонов (15 и 11%) наблюдались в 2020 и 2022 г. соответственно.

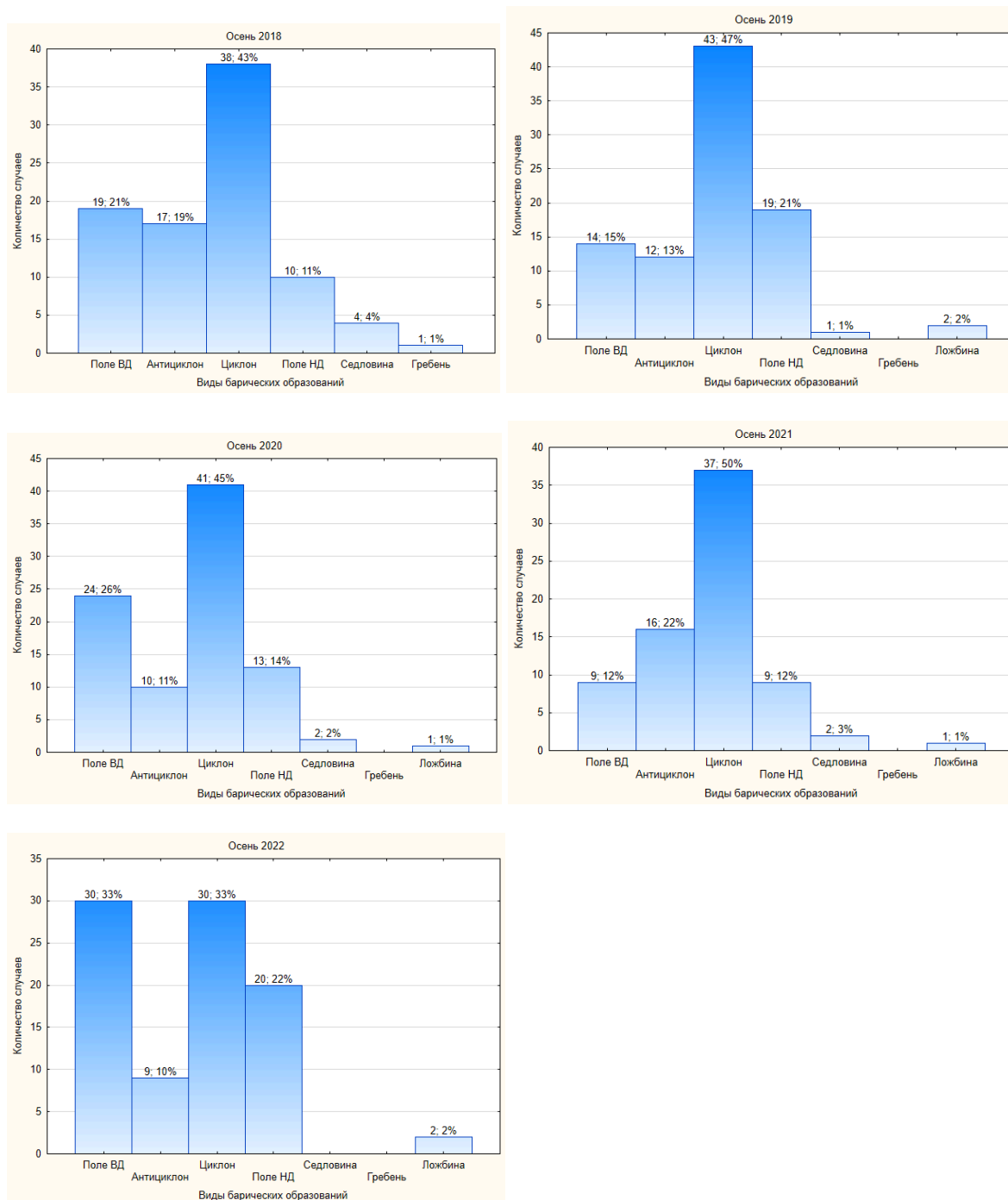


Рис.3. 4 - Изменчивость барических образований в атмосфере г. Архангельск в осеннее время

Осенью в атмосфере Архангельска вновь начинает преобладать

образование циклонов. Только в 2022 г. малоградиентные поля высокого давления были наравне с ними.

3.2 Изменчивость биометеорологических параметров

Биометеорологический режим атмосферы оценивается с помощью различных биометеорологических параметров, полученных, большей частью эмпирическим путем или используя уравнение теплового баланса тела человека, подобно уравнения для радиационно-эффективной или ощущаемой температуры с учетом роли солнечной радиации в тепловом режиме тела человека.

Для расчета мы выбрали следующие биометеорологические параметры: эффективная температура по Миссенарду и по Сидману, индекс патогенности и радиационно-эквивалентно-эффективная температура. Последняя рассчитывалась по эмпирической формуле, полученной на основе эффективной температуры. Рассчитывались параметры для каждого дня года рассматриваемого периода времени и для каждого сезона года.

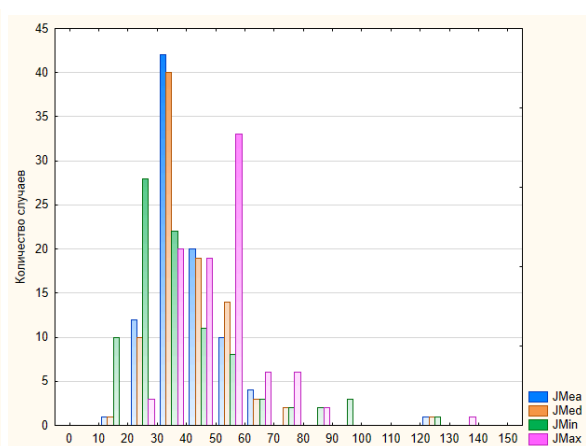
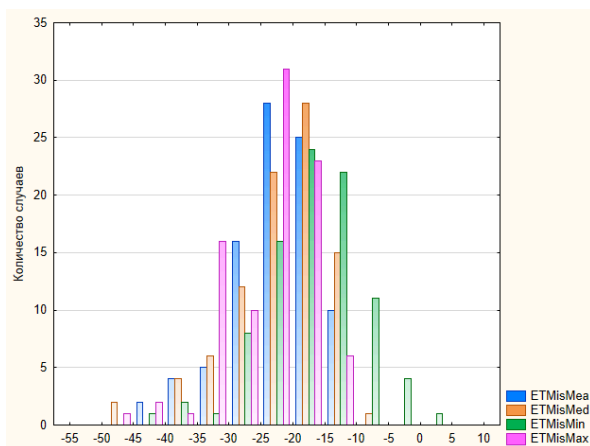
Результаты расчета показали, что для анализа биометеорологического режима атмосферы следует выбрать эффективную температура по Миссенарду и индекс патогенности по Бокша. Эквивалентная температура по Сидману и радиационно-эффективная температура давала завышенные результаты, положительные при очень низкой температуре.

Рассмотрим изменчивость эффективной температуры по Миссенарду, E_T , и индекса патогенности, I , .

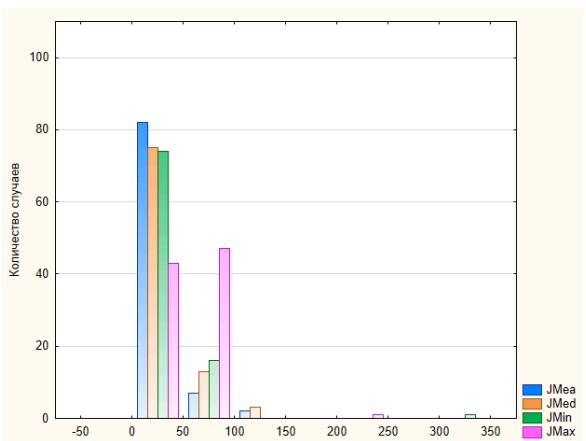
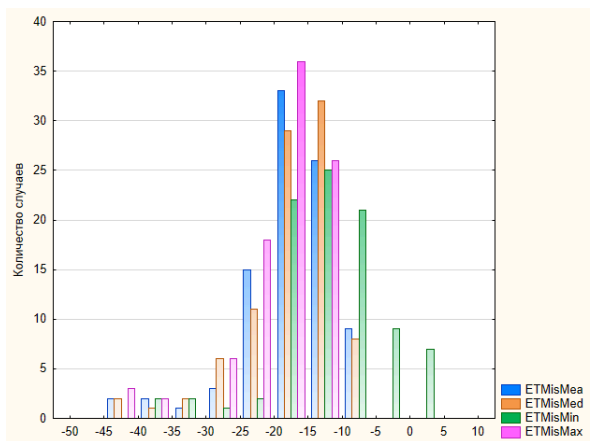
Эффективная или ощущаемая температура учитывает влияние на тепловые ощущения температуры и влажность воздуха и скорость ветра.

Зима

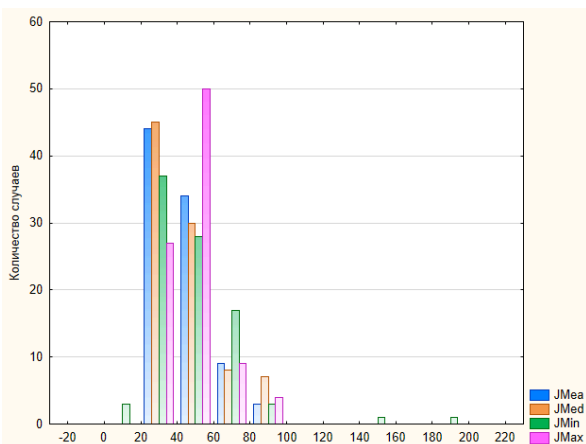
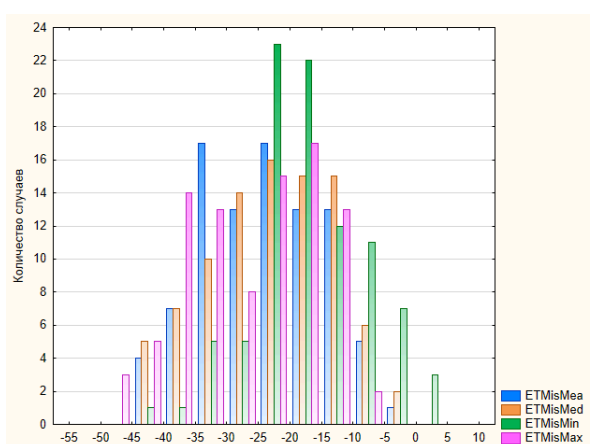
2018-19



2019-20



2020-21



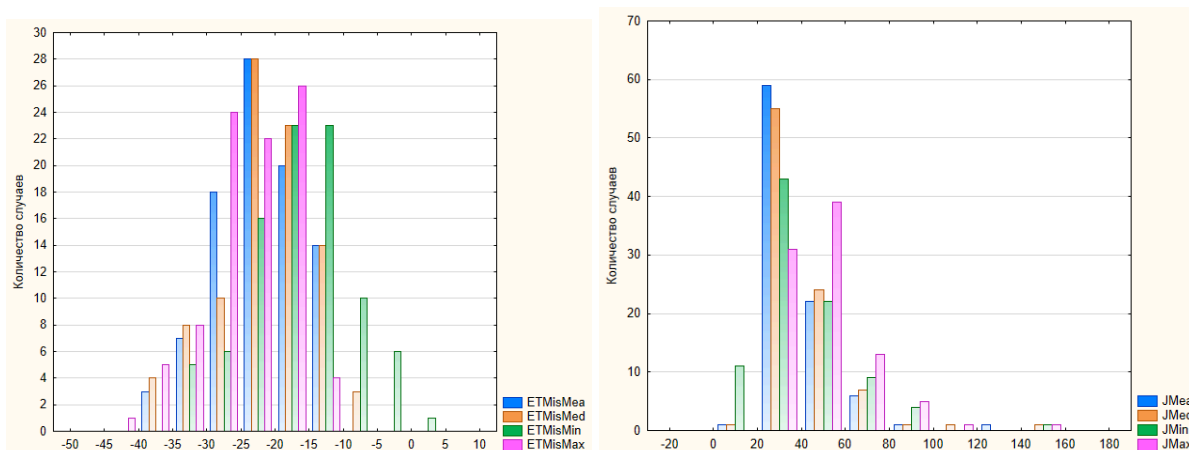


Рис. 3.5 - Изменчивость биометеорологических параметров в зимнее время

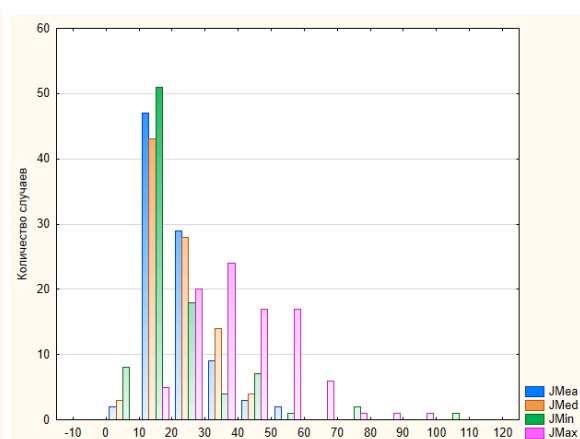
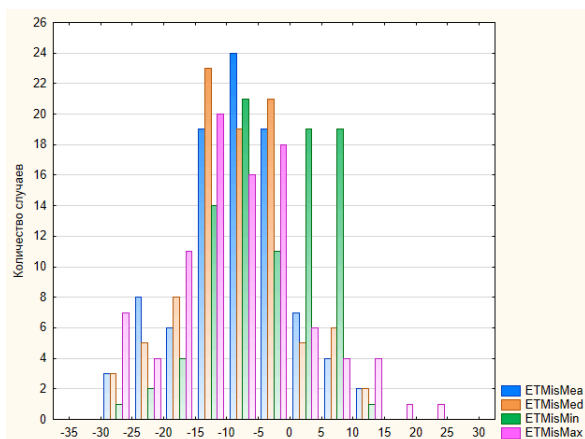
Суточная медиана эффективной температуры в зимнее время года меняется в очень широких пределах: от +4 до -50 градусов. Минимальные значения (т.е. максимальные отрицательные эффективные температуры) отмечались зимой 2018 – 2019 гг., когда эффективная температура достигала значения – минус 50° С. В зимний сезон в разные годы величина максимальной повторяемости внутрисуточной медианы эффективной температуры меняется от минус 18 до минус 29 градусов.

Индекс патогенности зависит от температуры и влажности воздуха облачности, скорости ветра и межсуточной изменчивости атмосферного давления и температуры воздуха. В зимнее время, учитывая географическое расположение г. Архангельск, величина, индекса, конечно, принимает высокие значения.

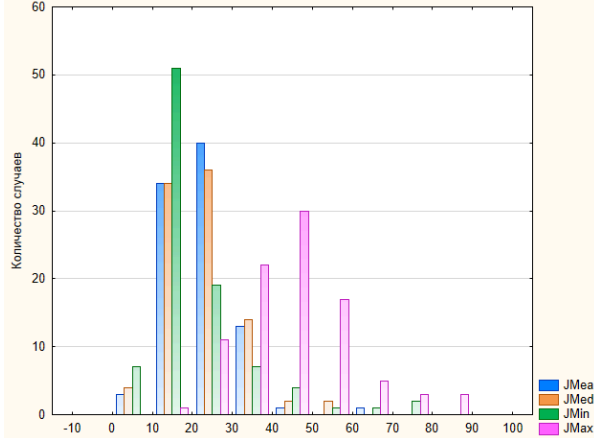
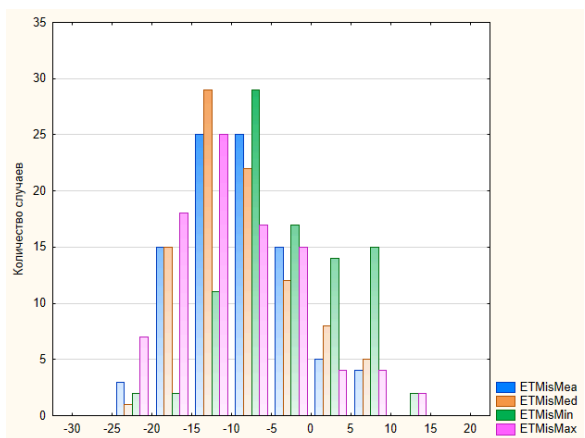
Величина индекса патогенности меняется зимой от 10 до 120, в отдельные дни. Максимальная повторяемость среднесуточных медиан меняется от 15 до значения 35. Это обусловлено низкими температурами воздуха и значительными скоростями ветра.

Весна

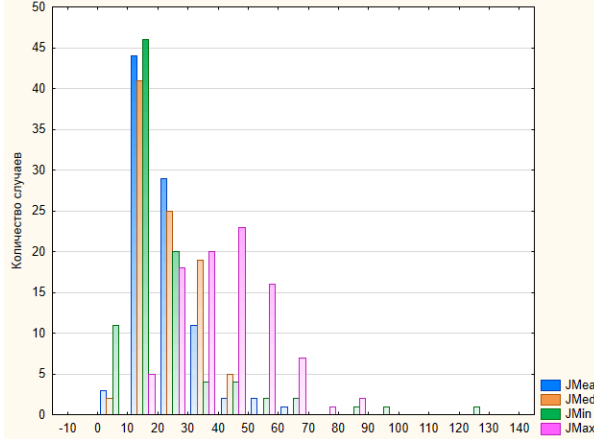
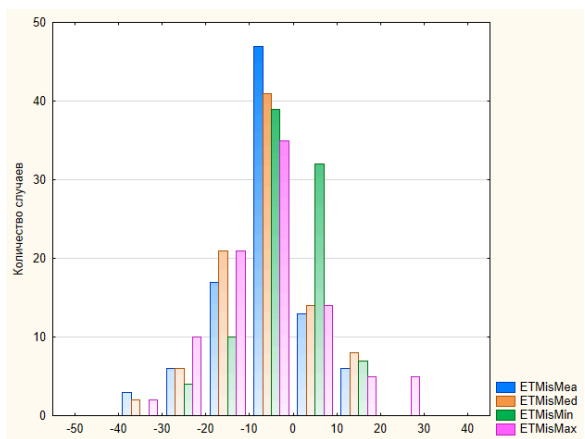
2019



2020



2021



2022

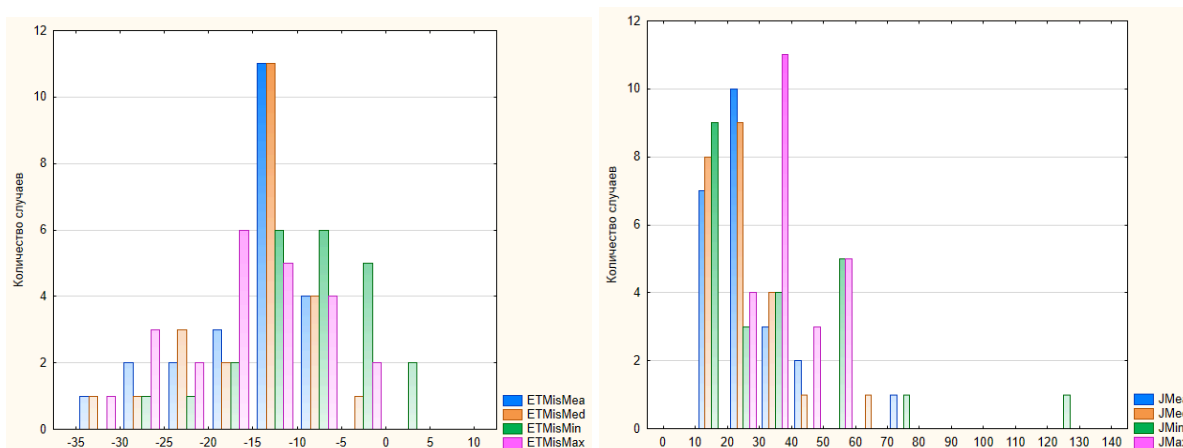
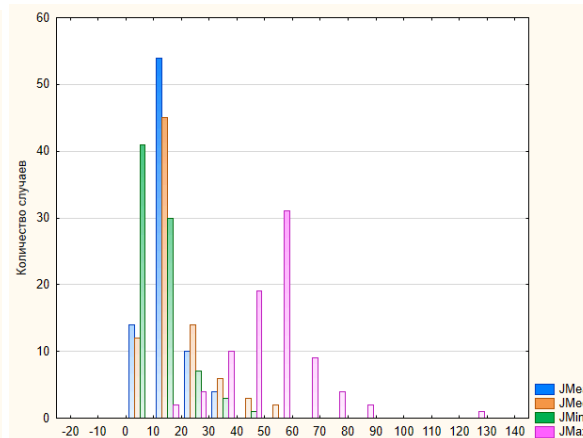
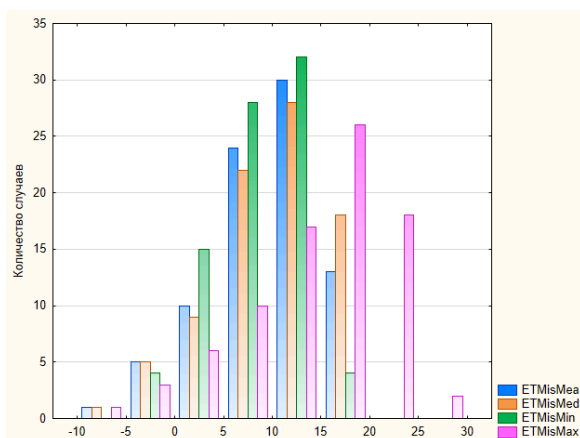


Рис. 3.6 - Изменчивость биометеорологических параметров в весеннее время

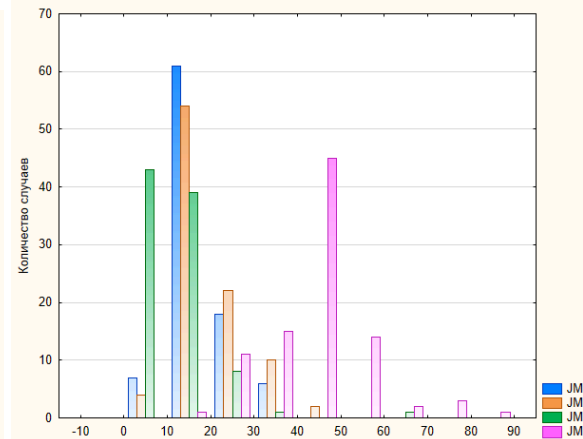
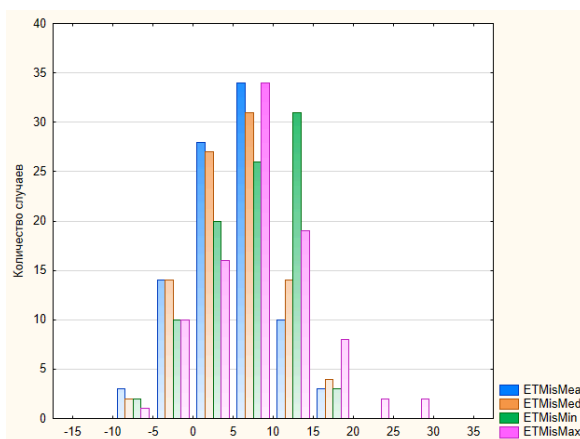
В весеннее время года величина эффективной температуры становится меньше по абсолютному значению, но с максимальной повторяемостью в диапазоне отрицательных значения. Но медианы могут принимать и положительные значения. Весной отмечается и смена знака эффективных температур. В 2021г ЕТ достигает значения +30 , а в 2022 – минус 34. Таким образом, самая изменчивая погода была в 2021г и 2022г.

Величина среднесуточной медианы индекса патогенности начинает уменьшаться, хотя в отдельные дни достигает 80 и 100 в 2019 г., изменяясь при этом от 5 до 35 .Как следует из классификации индекса патогенности по степени воздействия метеорологического режима на организм человека, в отдельные дни наблюдает комфортная для человека погода. В 2021 г. в весеннее время года иногда индекс патогенности принимает значения около 100.

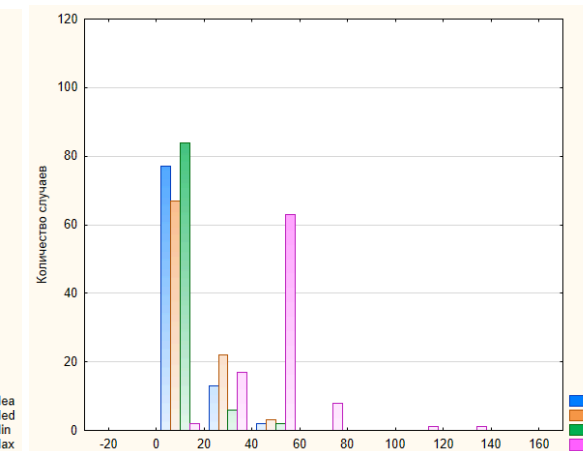
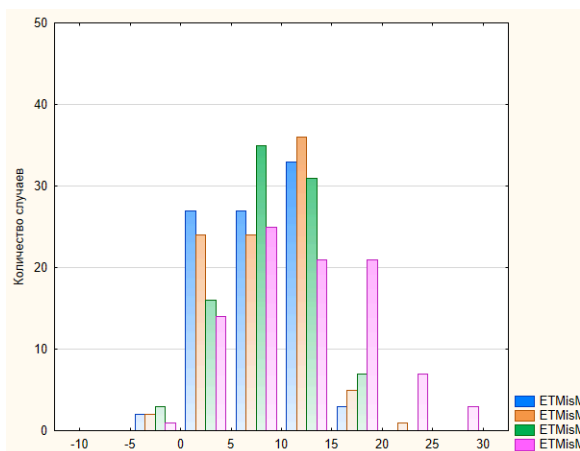
Лето
2018



2019



2020



2021

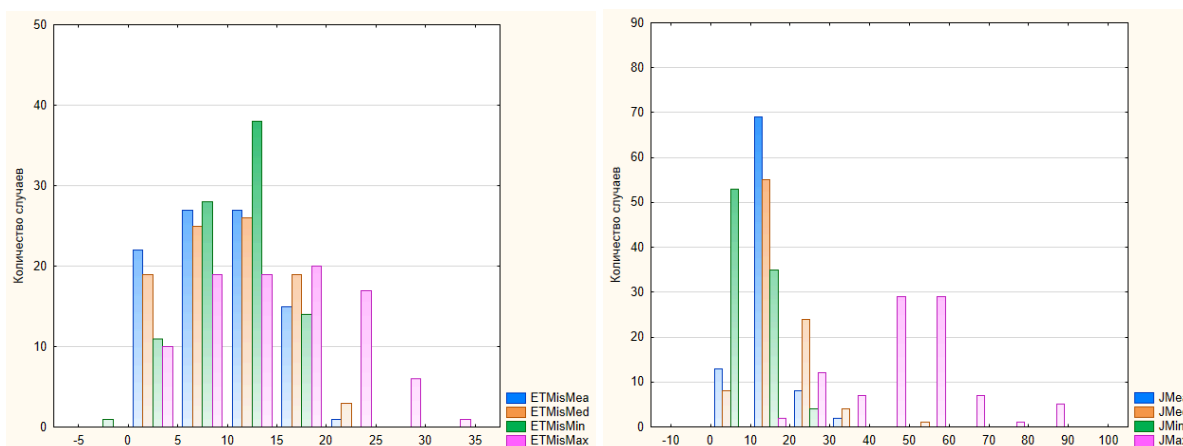
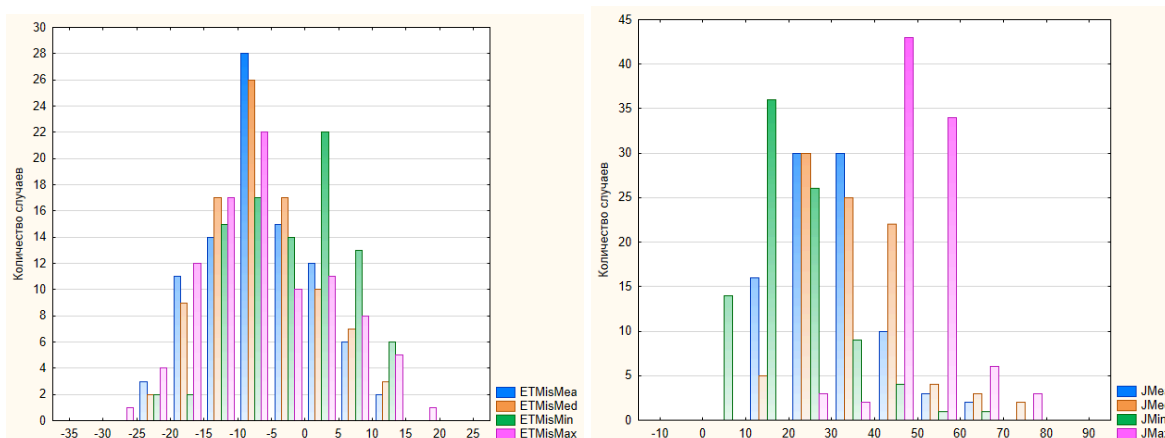


Рис.3. 7 - Изменчивость биометеорологических параметров в летнее время

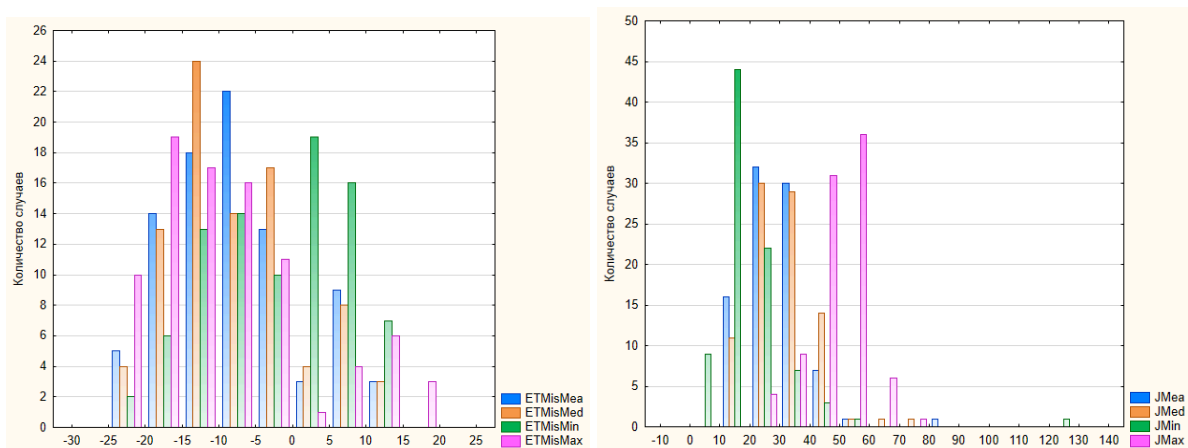
Эффективная температура летом уже редко принимает отрицательные значения (иногда до -10), В 2018, 2019 и 2020 г. меняется суточная медиана эффективных температур меняется от – 10 до +30 градусов. Максимальные значения ЕТ наблюдались в 2021 г, достигая величины 40° С. Индекс патогенности только в 2018 г принимал высокие значения (до 90). Медиана индекса патогенности менялась в этот год от 15 до 60. В остальные годы она меняется от 5 до 25...30.

Осень

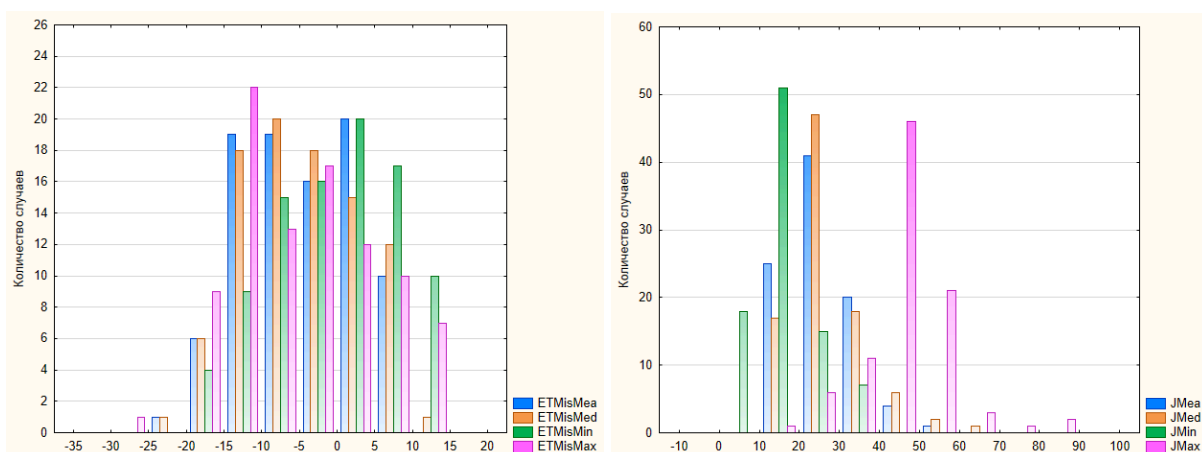
2018



2019



2020



2021

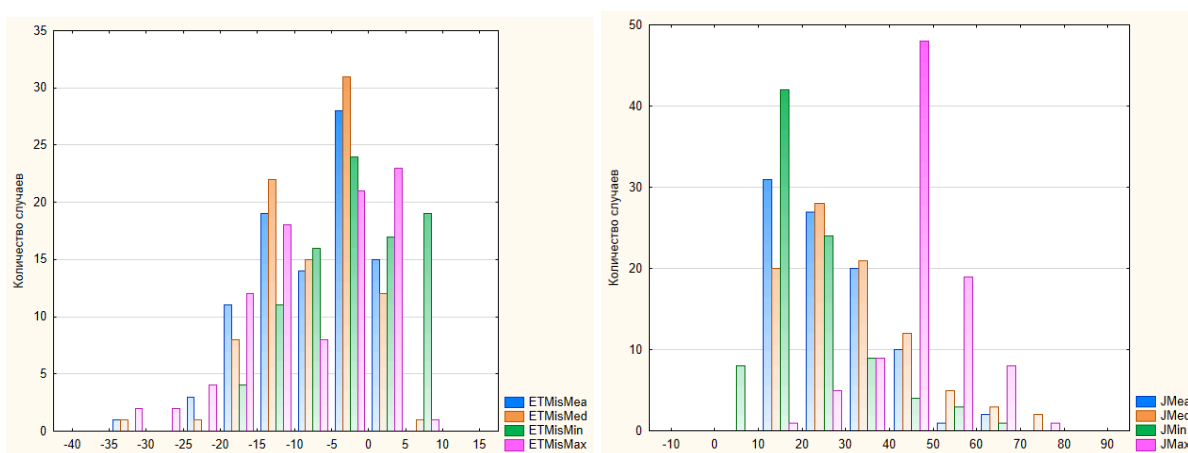


Рис.3.8 - Изменчивость биометеорологических параметров в осеннее время

Осенью суточная медиана индекса ЕТ меняется от +20 до -25 градусов с 2018 по 2020 г., только в 2021 г. эффективная температура изменялась от +10 до -35., т.е. осень отличалась низкими значениями ощущаемой температуры.

Суточная медиана индекса патогенности принимает с большей повторяемостью значения 15 – 25, т.е. уже раздражающие значения. Но в это время года, учащаются случаи со значением индекса патогенности в диапазоне 50 – 65, т.е. погода – крайне неблагоприятная.

Интересно рассмотреть какие барические образования формируют наиболее неблагоприятную погоду. Для этого мы используем метод наложения эпох. Выбрали дни с индексом патогенности больше 30 и проследили, как изменяется барическое поле в промежутке +/- 5 дней от нулевого дня.



Рис.3.9 - Повторяемость числа дней с переходами между барическими образованиями в г. Архангельск

Результаты показали, что наиболее неблагоприятная погода наблюдается при формировании циклонической погоды. И часто неблагоприятная погода отмечается при смене малоградиентного поля низкого и высокого давления на циклоническую деятельность, максимумы повторяемости которых видны на рис.3.9

3.3 Сравнение биометеорологического режима атмосферы в Архангельске и Санкт-Петербурге

В настоящее время, одним из наиболее часто употребляемых индексов для оценки комфортности среды в сезонных, годовых и климатических масштабах является эффективная температура (ЕТ) и индекс патогенности I.

Для сравнения изменчивости ЕТ и индекса I в атмосфере Архангельска и Санкт-Петербурга были рассчитаны биометеорологические параметры их суточные статистики для каждого дня того же отрезка времени в атмосфере гг. Архангельска и Санкт-Петербурга.

Рассмотрим временную изменчивость сезонных значений эффективной температуры, ЕТ и индекса патогенности, I. Оценивались изменчивости повторяемости суточных медиан, минимальных и максимальных значений биометеорологических параметров.

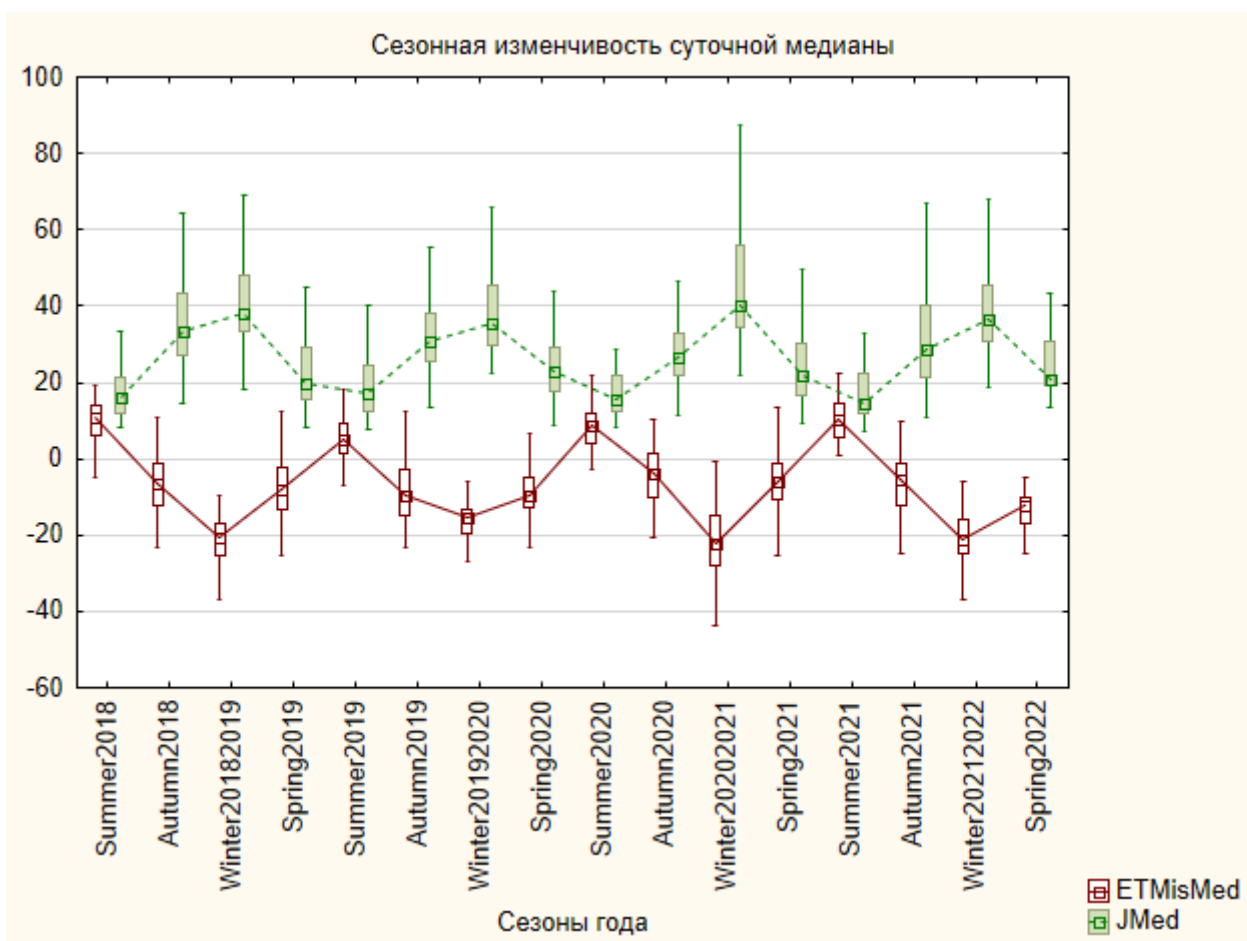


Рисунок 3.10 сезонная изменчивость суточной медианы ET и I в атмосфере г Архангельска

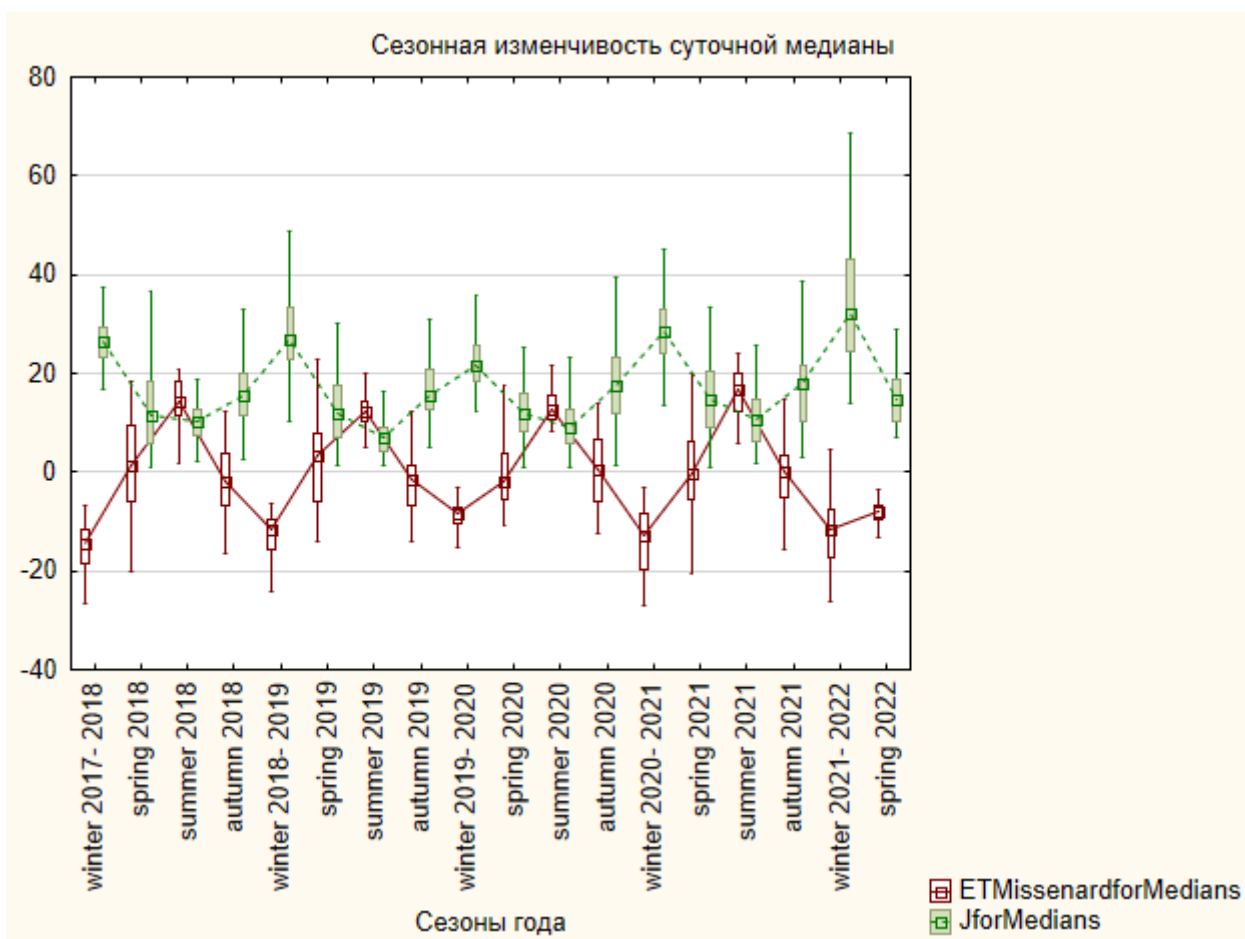


Рисунок 3.11 сезонная изменчивость суточной медианы ET и I в атмосфере г Санкт-Петербург.

Рассматривая рисунки 3.10 и 3.11, мы видим, что сезонная значения ET в Санкт-Петербурге выше, чем в Архангельске во все сезоны года.

Временной ход медианы индекса патогенности показывают, что индекс I принимает большие значения в Архангельске, но время максимального разброс значений индекса у двух городов не совпадают. Наиболее изменчив индекс патогенности был в Санкт-Петербурге весной 2018 года и зимой 2021 – 2022 года, а в Архангельске – зимой 2018 – 2019 и зимой 2020 – 2021.

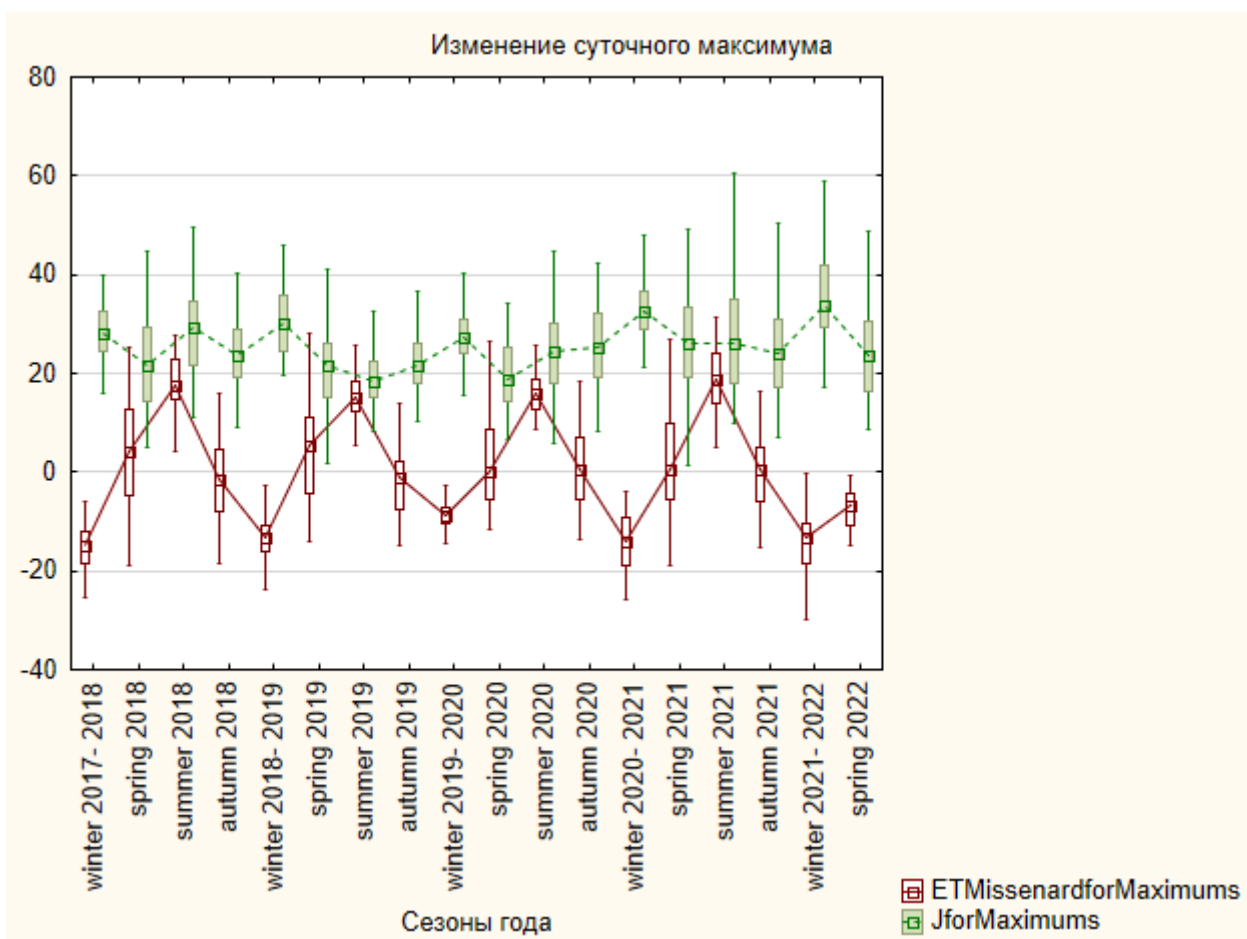


Рисунок 3.12 Изменение суточного максимума сезонных значений биометеорологических параметров эффективной температуры ET и индекса патогенности I в Санкт-Петербурге с 2018 по 2022 г.

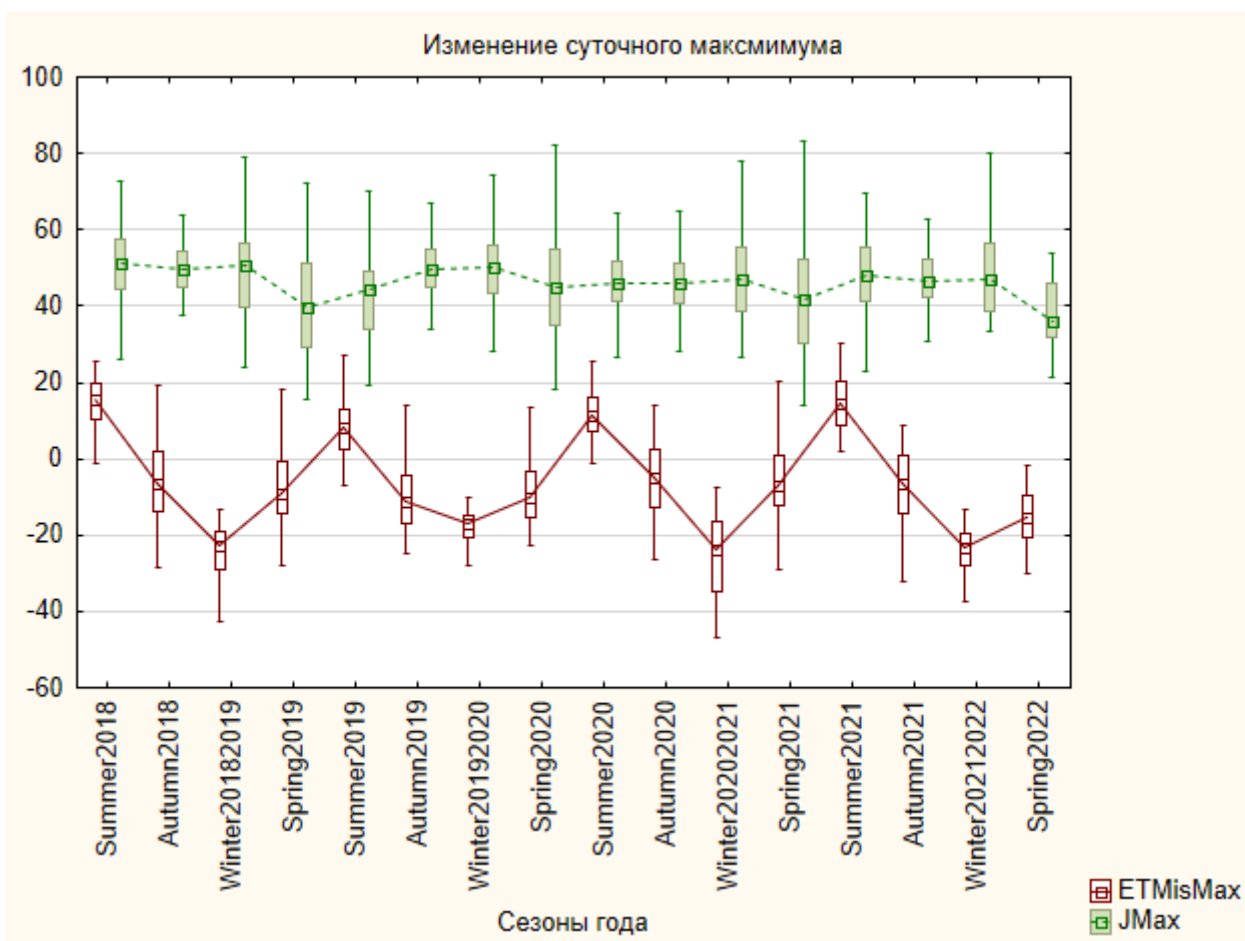


Рисунок 3.13 Изменение суточного максимума сезонных значений биометеорологических параметров (эффективной температуры ET и индекса патогенности I) в Архангельске с 2018 по 2022 г.

В атмосфере Санкт-Петербурга максимальные значения по абсолютной величине отрицательные температуры в зимой 2017 – 2018 г, - -23°C и -30°C , зимой 2021 и 2022 г. а в атмосфере Архангельска - зимой 2020 – 2021.

Индекс патогенности в атмосфере Архангельска принимает большие значения и большие вариации сезонных значений, чем в Санкт Петербурге.

Таким образом, мы видим, что для составления биометеорологических карт нужно использовать не климатические значения метеорологических величин в отдельной климатической зоне, а более подробные срочные метеорологические данные атмосферы района.

Заключение

В ходе выполнения работы мною были рассмотрены два города, находящихся в северо-западном регионе России - Архангельск и Санкт-Петербург. Я подробно изучил климат этих городов, какие там могут быть погодные явления, а также рассмотрел их с точки зрения изменчивости биометеорологических параметров.

При анализе проделанной работы, я сделал следующие выводы:

- биометеорологические режимы атмосферы рассматриваемой нами части севера Архангельской области отличается частым повторением погоды, требующей внимания к организации условий жизнедеятельности населения
- почти во все сезоны года основным барическим образованием является циклон, однако есть несколько исключений:
 - а) во все сезоны 2018 г. отмечается почти равная повторяемость всех барических образований;
 - б) летом каждого года наблюдается их частая смена;
 - в) в 2022 году повторяемость малоградиентного поля давления (высокого и низкого) весной, летом и осенью была наибольшей;
- биометеорологические параметры (эффективная температура и индекс патогенности) описывают реальную биометеорологическую обстановку атмосферы районов в высоких широтах; в исследуемый период времени наиболее неблагоприятная погода наблюдалась зимой в 2019 и 2021 г. и летом в 2019 и 2022 г., когда отмечалась антициклоническая деятельность зимой и частая смена барических образований летом;
- сравнение биометеорологического режима атмосферы г. Архангельск и Санкт-Петербург показало, что для биометеорологического картографирования необходимо использовать не средние климатические характеристики, а результат более подробного изучения метеорологического режима местности.

Биометеорологический режим атмосферы используется для организации жизнедеятельности населения, для туристических и курортных мероприятий, а также организации представителями отрасли здравоохранения различных процессов по защите здоровья населения.

Список литературы

1. Головина Е. Г., Русанов В. И. Некоторые вопросы биометеорологии. Санкт-Петербург, 1993 г. - 90 с.
2. Лобанов В. А. Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата (Книга 1). Санкт-Петербург, 2016 г. - 332 с.
3. Климат России. Под редакцией д-ра геогр. наук, проф. Н. В. Кобышевой. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2001 г. - 656 с.
4. Климат Архангельска. Под редакцией канд. геогр. наук Ц. А. Швер, А. С. Егоровой. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1982 г. - 208 с.
5. Хандожко Л. А. Региональные синоптические процессы. Учебное пособие. Ленинград, 1988 г. - 103 с.
6. <https://elib.rshu.ru/> (интернет-ресурс)
7. <https://studfile.net/> (интернет-ресурс)