



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Анализ климатических характеристик г. Ульяновска»

Исполнитель Богонос Виталий Андреевич ПМ-Б17-2-3

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

доцент Ефимова Юлия Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

Кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 01 » июня 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Физико-географические и климатические условия Среднего Поволжья ...	5
1.1 Географическое положение Среднего Поволжья.....	5
1.2 Особенности рельефа Среднего Поволжья	7
1.3 Особенности климата Среднего Поволжья	9
1.3.1 Особенности радиационного режима Среднего Поволжья	10
1.3.2 Солнечная радиация и составляющие радиационного баланса	11
1.3.3 Особенности циркуляционного режима климата Среднего Поволжья	12
1.3.4 Атмосферное давление	14
1.3.5 Направление и скорость ветра	15
1.3.6 Температурный режим Среднего Поволжья	16
1.3.7 Режим атмосферных осадков Среднего Поволжья	20
1.4 Физико - географические и климатические условия г. Ульяновска ...	21
2. Циркуляция атмосферы	26
2.1 Циркуляция умеренных широт. Механизм образования.....	26
2.2 Центры действия атмосферы. Северо-Атлантическое колебание.....	32
2.3 Азиатский максимум (Сибирский антициклон).....	34
2.4 Циклоны и антициклоны умеренных широт	36
3. Анализ климатических характеристик г. Ульяновска	39
3.1 Анализ границ и продолжительности зимнего сезона.....	39
3.2 Анализ изменения средней зимней температуры	44
3.3 Анализ повторяемости оттепелей	47
3.4 Анализ синоптических ситуаций, формирующих длительные оттепели в районе Ульяновска	51
3.5 Особенности летнего климатического сезона в г. Ульяновске	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61

ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что в последние десятилетия климат нашей планеты существенно меняется. На фоне этих процессов происходит изменение погодно – климатических условий, как во всем мире, так и в России.

Часто потепление климата сопровождается сокращением продолжительности зимнего климатического периода в различных регионах, а также увеличением количества теплых зим, которое может быть связано не только с повышением средnezимней температуры, но также с увеличением повторяемости количества дней с оттепелями в течение зимы. Длительные оттепели во второй половине зимы, с резким понижением температуры воздуха после них, требуют изучения, так как они наносят большой ущерб народному хозяйству и особенно агропромышленному комплексу, что определяет актуальность и практическую значимость данной работы.

Данная работа посвящена анализу некоторых климатических особенностей зимнего и летнего сезона в городе Ульяновске за период с 1959 по 2019 гг. Этот город расположен в восточной части Восточно-Европейской равнины на берегу реки Волги в районе ее среднего течения. В последние годы в этом регионе отмечается повышение средnezимних температур, возможно и за счет увеличения повторяемости длительных оттепелей.

Цель исследования: изучение термических особенностей зимнего и летнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1959 по 2019 г. г.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Расчёт и анализ продолжительности и границ зимнего климатических сезонов в г. Ульяновск;
2. Анализ термического режима средnezимней температуры в г. Ульяновск;
3. Выявление и анализ оттепелей в г. Ульяновск;

4. Расчёт и анализ продолжительности и границ летнего климатического сезона в г. Ульяновск;

5. Анализ термического режима (среднелетней температуры) в г. Ульяновск.

Исследование проводилось с использованием архива данных: среднесуточной температуры воздуха в г. Ульяновск за период с 1959 по 2019 год из архива данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД».

Объем и структура работы: выпускная квалификационная работа включает введение, 3 главы, заключение, список использованных источников.

Первая глава посвящена рассмотрению физико-географического положения и климата среднего Поволжья, а также обсуждению своеобразия природных условий этого региона России и их влияние на климатические особенности города Ульяновск.

Во второй главе представлен механизм образования циркуляции атмосферы умеренных широт и особенностей действия ее различных центров оказывающих большое влияние на климат среднего Поволжья, а также зависимость погоды от действия циклонов и антициклонов.

Третья глава настоящей выпускной работы посвящена изучению особенностей зимнего и летнего климатического сезона в г. Ульяновск. В ходе выполнения бакалаврской работы был проведен расчёт и анализ продолжительности и границ зимнего и летнего климатического сезона в г. Ульяновск. Проведена оценка средnezимней и среднелетней температуры воздуха за период с 1959 по 2019 гг. Отдельное внимание было уделено выделению и анализу оттепелей в г. Ульяновск, особенно длительных во второй половине зимы.

1. Физико-географические и климатические условия Среднего Поволжья

1.1 Географическое положение Среднего Поволжья

В соответствии с приведенными в географической литературе сведениями [1-3] к территории Среднего Поволжья относятся некоторые районы востока и юго-востока Европейской части России. Они расположены в среднем течении Волги, приблизительно между устьем реки Камы и городом Вольском (Саратовская область) – с севера на юг, а с запада на восток – между городами Пензой и Бузулуком. По данным Мельниченко А.Н. [1] этот регион находится между $52^{\circ}30'$ и $56^{\circ}00'$ северной широты и 45° и 53° восточной долготы (от Гринвича). Несколько иные координаты приводят ученые Казанского университета в работе [3]. По их данным территория Среднего Поволжья расположена в пределах между 61° - 52° с.ш. и 46° – 54° в.д.. При этом общая площадь данного региона составляет более 360 тыс. км² [3].

На территории Среднего Поволжья расположено несколько регионов. При этом существует несколько подходов к отнесению тех или иных регионов к данной территории. Эти подходы связаны как с административной структурой этой территории, так и с её физико-географическим, климатическим, экономическим положением, либо с различием ее ландшафта.

Так, в соответствии с физико-географическим положением Среднее Поволжье занимает зону широколиственных лесов и лесостепи. К нему относят лесное Поволжье (Нижегородская и Кировская области, а также республика Марий-Эл). В зону лесостепей входят Пензенская, Ульяновская, Самарская (без юго-восточной части) области, небольшая северо-западная часть Саратовской области, а также республики Мордовия, Чувашия и

Татарстан [3]. В соответствии с А.Н. Мельниченко [1] к региону Среднего Поволжья относятся юго-восточная часть Нижегородской области, южные части Чувашии и Татарстана, восточная часть Мордовии, вся территория Ульяновской и Самарской областей, восточная часть Пензенской области, западная часть Оренбургской области и северная часть Саратовской области. В ботанико-географическом отношении Среднее Поволжье находится в пределах Восточно-Европейской широколиственной зоне, Восточно-Европейской лесостепной зоне и в степных районах Заволжья. Карта территории Среднего Поволжья представлена на рисунке. 1.1 [4].

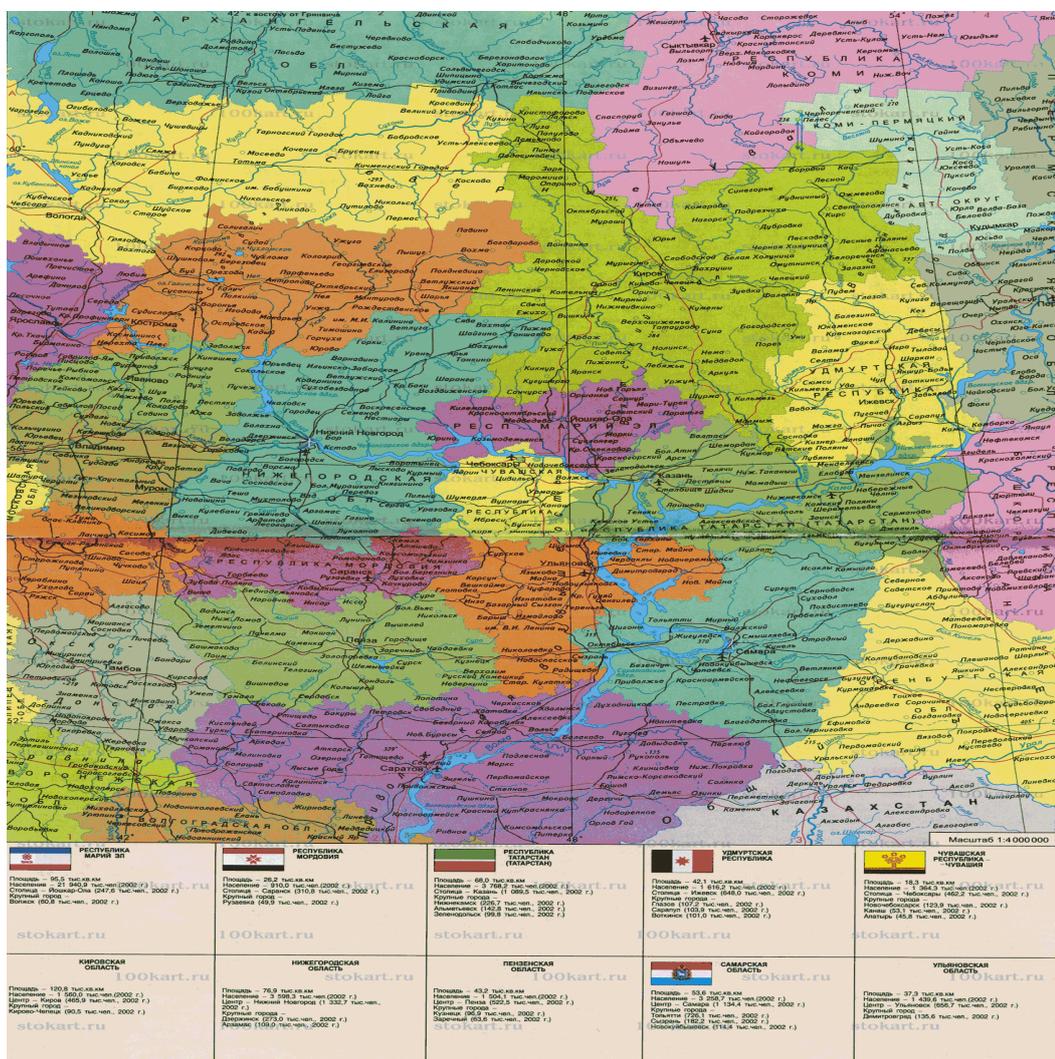


Рисунок 1.1 - Карта территории Среднего Поволжья.

1.2 Особенности рельефа Среднего Поволжья

Рельеф Среднего Поволжья разнообразен и представлен как возвышенностями, такими как Приволжская, Бугульминско – Белебеевская, Верхнекамская, Северные Увалы, Вятский вал, так и низменностями (Марийская низина, Низменное Заволжье) [3]. Северные Увалы представляют собой невысокую возвышенность на водоразделе Северной Двины и Волги. Средняя высота Северных Увалов составляет всего 200-250м и лишь на западе достигает своей наивысшей отметки – 293м [3]. Приволжская возвышенность образовала высокое правобережье Волги и расположилась на востоке Чувашии, на предволжье Татарстана, на правобережье Ульяновской и Самарской областей. Наивысшая точка возвышенности 375 м находится в Жигулёвских горах [3]. Отличительная особенность Приволжской возвышенности – ступенчатость рельефа.

К высокому Заволжью относят Верхнекамскую возвышенность, Вятский Вал, Бугульминско-Белебеевскую возвышенность и Общий Сырт [3]. Верхнекамская возвышенность находится на востоке Кировской области и севере Удмуртии и достигает высоты в 330 м.

Вятский вал представляет собой ясно выраженный тектонический вал, высота которого достигает 284 м при средних высотах 200-250 м [3]. Бугульминско-Белебеевская возвышенность имеет наибольшие высоты во всём Среднем Поволжье достигая 300-400 м и увеличиваясь к востоку достигает своего максимума 479 м.

Общий Сырт в пределах Среднего Поволжья входит лишь северными окраинами с высотами до 300 м.

Низкое Заволжье или Приволжские низины расположились на левом берегу реки Волги в районе республики Марий Эл. Это северная часть низин от западных границ территории до города Казань. Это территория имеет и

другое название Ветлужско-Марийское полесье. Высота равнины не более 180 м на юге, а у уреза воды в Волге 50-70 м.

Южнее долины реки Камы проходит обширная Заволжская полоса низин. В северной части реки Волги протягиваются невысокие (с высотой до 100–160 м) равнины Низкого Заволжья.

Реки на территории Среднего Поволжья текут по двум направлениям северном и южном. Причем, водораздел между ними проходит по Северным Увалам. Реки северной покатости относятся к бассейну Северной Двины, впадающей в Белое море. Реки южной покатости являются реками бассейна реки Волги, которая впадает в Каспийское море. Реки этого района имеют снеговое питание с весенним половодьем.

На севере Среднего Поволжья расположилась область положительного баланса влаги характеризуема преобладанием осадков над испарением. Благодаря этой характеристике реки становятся многоводными и летом, и зимой реки не мелеют так резко как реки южной части. К тому же снег в горах тает медленно и половодье вследствие чего не бурное.

Реки южной части находятся в таком регионе где испарение превышает количество осадков вследствие чего реки становятся маловодными и в вследствие чего в их питании увеличивается процент снеговых вод (до 70% и более) поэтому годовой сток распределён не равномерно. Подавляющая часть приходится на начало весны, летом даже у крупных рек расход незначителен [3].

На крупных реках создаются водохранилища Чебоксарское и Куйбышевское на реке Волге, Камское, Воткинское и Нижнекамское водохранилище на реке Кама. Водоохранилища сильно изменяют режим стока рек. После строительства водохранилищ изменился ледовый режим рек; так реки стали замерзать раньше, а освобождаться ото льда позже.

Озёра на данной территории распределены не равномерно и вследствие выраженного эрозионного рельефа озёр мало.

В данном регионе много почв разных типов. На севере Среднего Поволжья распределены почвы подзолистого типа, в тайге дерново-подзолистые почвы, в лесостепях - серые лесные и, наконец, в степях находятся чернозёмы.

В Среднем Поволжье лесная зона распространяется от Нижнего Новгорода через Казань по правобережью реки Камы и Белой до Самары.

1.3 Особенности климата Среднего Поволжья

Климат вообще, в том числе и климат Среднего Поволжья формируется под влиянием различных климатических факторов, к числу которых относятся космические, планетарные и географические. К космическим климатообразующим факторам относят географическое положение территории и уровень солнечной радиации, поступающей на земную поверхность. Планетарные климатообразующие факторы связаны с физическими свойствами воздушных масс, поступающих на данную территорию, то есть с циркуляцией атмосферы. Географические факторы климатообразования обусловлены местными факторами, к которым относится характер подстилающей поверхности и особенности рельефа. Так как территория Среднего Поволжья расположена почти в центре огромного материка Евразии вдали от Атлантического океана и Средиземного моря на формирование ее климата влияют в основном континентальные воздушные массы с востока, а не влажные западные. Поэтому климат Среднего Поволжья определяют, как умеренно континентальный, для которого характерны два основных сезона года – зима и лето, а также два переходных – весна и осень [1,3].

1.3.1 Особенности радиационного режима Среднего Поволжья

Как известно, одним из важнейших факторов, влияющих на формирование климата является солнечная радиация – источник всех атмосферных процессов [5]. Эти процессы включают тепло- и влагообмен, суточный и годовой ход метеорологических величин, общий приход тепла к земной поверхности и «различия в ее радиационном нагреве» [3]. В то же время солнечная радиация существенно зависит и от циркуляции атмосферы, влияющей на ее облачность и прозрачность, и от особенностей подстилающей поверхности – таких как высота над уровнем моря, закрытость горизонта и ее альбедо; а также от продолжительности дня и высоты солнца (астрономический фактор). С учетом зависимости солнечной радиации от многих факторов при анализе ее влияния на климат учитываются не только прямая солнечная радиация, но и рассеянная радиация, а также суммарная радиация и радиационный баланс.

Ещё одной значимой характеристикой климата является продолжительность солнечного сияния – фактическая (при облачности) или возможная (в отсутствии облачности). Эти данные широко используются для научных разработок в разных сферах нашей жизни [3].

Продолжительность солнечного сияния зависит от длины дня и положения солнца над горизонтом, которые связаны с расположением местности по широте. По данным Ю.П. Переведенцева и др. [3] в Среднем Поволжье продолжительность солнечного сияния растёт с северо-запада на юго-восток и увеличивается с 1570-1600 час до 2300-2400 час. Летом наблюдается максимальная продолжительность солнечного сияния, которая снижается к зиме. В соответствии с увеличением солнечного сияния с северо-запада на юго-восток в этом регионе уменьшается количество дней без солнца. Так, в северных районах Нижегородской и Кировской областей около 120-130 дней без солнца в году, южнее – в Мордовии, Чувашии и на

юге Удмуртии число таких дней около 90 – 100 дней; а в Татарстане, Самарской и Пензенской областях всего 43 -53 дней за год. Весной – в апреле – мае число дней без солнца минимально (всего 3-6 дней) [3].

1.3.2 Солнечная радиация и составляющие радиационного баланса

Приведенные в литературе данные о прямой солнечной радиации, поступающей на поверхность территории Среднего Поволжья при ясном небе (возможный приход), указывает на ее изменение в пределах 4381-5099МДж/м² [3]. Однако облачность снижает ее поступление на 55-67%, увеличивая при этом рассеянную радиацию более чем в 1,5 раза. Поэтому на данной территории поступление прямой радиации при облачности в течение года колеблется в пределах 1614 – 2427 МДж/м². Причем, ее увеличение происходит как с запада на восток, так и с севера на юг. Максимум прямой радиации приходится на июнь, однако в отдельные годы максимум наблюдался или в мае, или в июле. Обычно это связывают либо с условиями циркуляции атмосферы, либо с ее облачностью и прозрачностью. В суточном ходе максимум прямой солнечной радиации обычно достигается в полдень. По данным наблюдений на метеостанциях Среднего Поволжья рассеянная радиация максимальна при облачном небе, а минимальна при ясном небе. По данным авторов [3] облачность снижает поступление прямой радиации за год до 42% от возможной, при этом доля рассеянной радиации увеличивается более чем на 30%. При безоблачном небе сумма рассеянной радиации за год примерно равна 1094-1324 МДж/м². С учетом наблюдавшейся облачности суммарная радиация за год в данном регионе обычно составляет 3345 - 4507 МДж/м², в то время как при ясном небе на 52,5% больше –5479-6423МДж/м². При этом максимум суммарной радиации наблюдается в июне и равен 584-695МДж/м², а в декабре - минимум составляет 23-74 МДж/м². С учетом

альбедо на рассматриваемой территории деятельной поверхностью отражается 25-30% поступающей коротковолновой радиации [3].

На большей части территории данного региона годовой радиационный баланс составляет 1359 - 1983 МДж/м², что составляет 40 -45% от суммарной радиации. Причем, положительный радиационный баланс сохраняется на большей территории этой части Поволжья в течение восьми месяцев, а на севере 7 месяцев. Смена знака радиационного баланса с отрицательных значений на положительные происходит на севере - в марте, а на остальной территории - в феврале. Максимальная сумма баланса наблюдается в июне - 325 - 404 МДж/м².

1.3.3 Особенности циркуляционного режима климата Среднего Поволжья

На погоду и климат Среднего Поволжья, как и любого другого региона планеты, существенное влияние оказывает циркуляция атмосферы, то есть перенос воздушных масс из одних регионов в другие.

Особенность планетарной циркуляции атмосферы на изучаемой территории, как и в других восточных районах Европейской части России, заключается в преобладании западного переноса воздуха (то есть влажного атлантического воздуха) в тропосфере и нижней стратосфере, несмотря на ее значительное удаление от океана. Это явление оказывает существенное влияние на климат региона, смягчая и увлажняя его. Наряду с этим, сюда поступают воздушные массы и из других мест планеты. Так, авторы [3] приводят большой список «очагов формирования» воздушных масс, которые поступают на указанную территорию, который включает следующие районы:

- 1) Земля Франца Иосифа, Новая Земля – для северных вторжений;
- 2) Шпицбергерн, восток Гренландии – для северо-западных;

- 3) северная Атлантика (к югу от Исландии и к западу от Ирландии) – для западных;
- 4) притропическая Атлантика (30 – 50° с.ш., 10-40° з.д.), север Африки, Средиземное море – для юго-западных;
- 5) север Аравии, Иранское нагорье - для южных;
- 6) Казахстан, Средняя Азия – для юго-восточных;
- 7) районы верхнего и среднего Енисея – для восточных;
- 8) Таймыр, Карское море – для северо – восточных.

При этом, в течение года воздушные массы с запада повторяются чаще, чем северные; а менее континентальный климат Среднего Поволжья по сравнению с восточными и юго-восточными районами определяют западные и юго-западные потоки воздуха, которые в целом преобладают [6].

В процессе перемещения по территории воздушные массы смешиваются и поэтому изменяются значения их параметров. Причем, эти изменения зависят от многих причин (в том числе, от траектории и скорости движения, от времени года). Так, температура воздушных масс, поступающих по северным и северо-восточным траекториям, повышается за время движения в среднем на 2-3°С весной и летом, а зимой 1,5-2°С. В то же время воздушные массы, продвигающиеся по южным и юго-западным траекториям, охлаждаются на 1-1,5°С летом и на 2-3°С зимой за сутки. Если внешнее воздействие на поступившую массу воздуха ослабевает, то она приобретает свойства данного географического региона и в ней континентальные особенности климата возрастают.

Следует отметить большое влияние на климат и погоду Среднего Поволжья циклонических и антициклонических форм движения атмосферы. По данным авторов [7] повторяемость циклонических процессов в Среднем Поволжье составляет в среднем за год 173дня (47%), антициклоническая 192 дня (53%), причем на местные циклонические процессы приходится 26 дней, а на антициклонические - 17. Наибольшее влияние на климат оказывают

западные, юго-западные, северо-западные циклоны и местный циклогенез, а также антициклоны северного происхождения [3].

1.3.4 Атмосферное давление

Атмосферное давление является одной из важных метеорологических характеристик погоды и климата. Известно, что на климатологических картах пространственное распределение атмосферного давления представляют изобарическими поверхностями и изобарами. Соответственно для каждого региона характерна определенная структура барического поля с преобладающим направлением изобар. Для территории Среднего Поволжья характерно следующее направление изобар: «зимой и в среднем за год – с запада – юго-запада на восток – северо-восток, весной – в основном на восток, а летом изобары направлены примерно с севера на юг. Осенью происходит перестройка барического поля на зимнюю структуру [6]. Такое распределение изобар в этом регионе по данным авторов [8] обусловлены влиянием воздушных течений, которые связаны со следующими центрами действия атмосферы с перифериями Исландского минимума, а также Азиатского (Сибирского) и Азорского максимумов.

В годовом ходе максимальные значения атмосферного давления обычно наблюдаются в холодные периоды, а минимальные – в теплые. Так, среднее давление в феврале – марте составляет 1016,8 – 1023,0гПа, а в июле оно снижается до 1010,6 – 1011,8гПа. Соответственно амплитуда годового хода равна 5,7гПа на севере и 12,4гПа – на юге. Следует отметить, что средние месячные и годовые значения давления могут значительно отклоняться от нормы, что может быть связано с как с циклонами, так и с антициклонами. Иногда зимой максимумы давления в стационарных антициклонах может принимать значения 1055 – 1060гПа, а при прохождении циклонов понижаться до 950 – 955гПа. Летом давление в

антициклонах составляет всего 1020 -1025гПа, а циклонах – около 965 – 970гПа [3].

1.3.5 Направление и скорость ветра

Многолетние метеорологические наблюдения за ветровым режимом Среднего Поволжья показывают, что в среднем за год в этом регионе преобладают ветры юго-юго-западной (35%) четверти горизонта. Ветровой режим, как известно, связан с сезонными особенностями барического поля (барическим законом ветра), формой рельефа, характером подстилающей поверхности, а также от места установки приборов наблюдения. Ветры указанного выше направления преобладают в основном зимой (около 43% в январе), поскольку в это время в этом регионе преобладает западный тропосферный перенос атмосферы и сохраняются большие горизонтальные градиенты давления. Летом барическое поле перестраивается и обуславливает направление изобар с севера на юг. Это приводит к преобладанию повторяемости ветров западно-северо-западной четверти горизонта (34%) [3].

На режим направления ветра существенное влияние оказывает неоднородность рельефа и подстилающей поверхности. С точки зрения рельефа важное значение имеет абсолютная высота, ориентация и крутизна уклонов долин и гребней по отношению к потокам воздуха. Это вызывает изменения в направлении и скорости ветра, и приводит к возникновению местных циркуляций воздуха.

На величину скорости ветра на территории Среднего Поволжья сильное влияние оказывают условия общей циркуляции атмосферы, абсолютная высота над уровнем моря, характер рельефа подстилающая поверхность и др. Так, на возвышенностях или открытых формах рельефа ветры обычно сильнее, чем на равнинах. Годовой ход средних месячных

значений скорости ветра существенно зависит от времени года. Так, зимой на открытых местностях и на высоких местах эти значения достигают 5,5-6,5м/с, а летом скорости ветра не превышают 4,0-4,5м/с [9].

В зависимости от времени года месячные скорости ветра в данном регионе также изменяются: весной на большей части территории она составляет 3,8 – 4,8м/с; летом – не превышает 4,0 – 4,5м/с; а осенью увеличивается до 5м/с [3].

Наличие крупных водохранилищ в этом регионе оказывает влияние на средние месячные скорости ветра. Так, по данным авторов [9] над водной поверхностью они обычно выше, чем на берегу или над сушей (она увеличивается до 1,5 раза летом и до 1,6 раза осенью). Это связано с одной стороны с незначительной шероховатостью водной поверхности, а с другой – с термическим фактором (поверхность воды значительно теплее поверхности суши и возникающая разность температур приводит к усилению ветра над водоемами).

В течение суток скорости ветра также изменяются. Так, зимой поля скоростей ветра днем и ночью изменяются незначительно, а весной скорость ветра в дневное время увеличивается на 1-2м/с. Сравнение дневных и ночных скоростей ветра в годовом ходе показывает, что их минимальные значения наблюдаются в июле или в августе, что обусловлено повышением турбулентности за счет повышения температуры воздуха. Летом амплитуда суточных колебаний скорости ветра достигает в среднем 3 – 4м/с, а зимой – составляет всего 0,5м/с.

1.3.6 Температурный режим Среднего Поволжья

Одним из самых важных физических метеорологических параметров, характеризующих состояние атмосферы, а также климата и погоды данной местности, является температура воздуха. На температурный режим того или

иною региона оказывают влияние факторы как космического и планетарного масштаба, такие как радиационный режим и естественно циркуляция атмосферы, характер подстилающей поверхности, который зависит от широты местности, и его рельефа и степени континентальности, так и местные условия, в том числе микрорельеф, растительность, природа почвы, наличие водоемов. Для характеристики термического режима местности обычно используются средние месячные и годовые значения температуры воздуха [10]. Детальное обсуждение распределения средних месячных и годовых температур воздуха на территории Среднего Поволжья за многолетний период (с 1966 по 2004гг по данным 21 метеостанции) приведено в работе [3,9]. Анализ этих данных показывает, что средняя годовая температура воздуха (СГТВ) в этом регионе имеет положительные значения. Причем, более низкие значения преобладают на севере и северо-востоке. Авторы объясняют такие изменения СГТВ с влиянием радиационных и циркуляционных факторов, а также режимом облачности и характером подстилающей поверхности. Особенности рельефа этой территории, отличающейся небольшой разностью высот и преобладанием равнин, оказывают влияние в основном на микроклимат отдельных районов. Колебания СГТВ за весь период наблюдения (1966 – 2004) на обсуждаемой территории изменяется от $-1,8^{\circ}\text{C}$ (ст. Кирс, 1969) до $7,8^{\circ}\text{C}$ (ст. Самара, 1995) (рис.2). Самый холодный месяц года в регионе – январь. Средняя многолетняя температура воздуха в этом месяце претерпевает изменения по всей территории региона от -15°C (ст. Кирс) до -11°C (ст. Канадей), так что перепад температур с юго – запада на северо – восток составляет $\sim 4,7^{\circ}\text{C}$. Анализ изменения годового хода температуры воздуха показывает, что с марта до июня температура повышается в связи с увеличением продолжительности дня и количества поступающей солнечной радиации (в марте – апреле она повышается на $7,1 - 12,0^{\circ}\text{C}$).

Температурный контраст между самым холодным и самым теплым месяцами года характеризуется амплитудой годового хода температуры

воздуха, которая зависит от континентальности климата и от рельефа местности. Для региона Среднего Поволжья значение амплитуды по данным [3] от $30,6^{\circ}\text{C}$ (ст. Авангард) до $32,7^{\circ}\text{C}$ (ст. Елабуга), т.е. возрастает на востоке региона, что указывает на усиление его континентальности. Для среднесуточных и среднемесячных значений температуры воздуха на территории Среднего Поволжья характерны их существенные изменения от года к году. Например, средне январская температура воздуха на ст. Казань составляет $-11,8^{\circ}\text{C}$, в то время как ее максимальное значение -5°C отмечалось в 2001 году, а минимальное - -22°C в 1969 году.

Расчитанные по среднемесячным значениям температуры воздуха средние квадратичные отклонения (СКО), позволяющие оценить ее межгодовую изменчивость, показывают, что ее значения достаточно однородны и изменяются незначительно по территории (от $0,9^{\circ}\text{C}$ до $1,5^{\circ}\text{C}$).

Еще одна важной характеристикой климата является изменение суточного хода температуры воздуха в приземном слое атмосферы. Изучение изменения этого параметра температуры воздуха имеет большое значение для решения многих прикладных задач, в том числе и для составления прогнозов погоды. Температурный контраст между самым холодным и самым теплым временем в течение суток характеризуется амплитудой. В климатологии различают два вида последней – периодическую и непериодическую. Периодическая амплитуда представляет собой разность между средними значениями температуры самого теплого и холодного часа за месяц и зависит от суточного хода радиации, то есть смены дня и ночи. Непериодическая амплитуда – это разность между максимальными и минимальными значениями хода температуры за сутки, связанных со сменой воздушных масс при прохождении атмосферных фронтов. В тоже время, разность между этими двумя амплитудами характеризует внутри суточную изменчивость. По данным, приведенным авторами [3], амплитуда суточного хода температуры воздуха за сутки по территории Среднего Поволжья распределяется достаточно равномерно и в течение года претерпевает

некоторые изменения. «Так, в январе она изменяется от 5,7°C (ст. Алатырь) до 7,9°C (ст. Кирс), а в мае амплитуда достигает своего максимума и меняется от 9,3°C (ст. Киров, АМСГ) до 13,6°C (ст. Канадей). Наибольшие значения амплитуды суточного хода отмечаются с апреля по август, причем в весенние месяцы эти значения выше, чем в осенние. В ноябре амплитуда суточного хода достигает в годовом ходе своего минимума и варьирует в пределах (4,1 - 5,5° С) [3]. В тоже время, величина непериодической амплитуды обычно везде выше значений периодической средней амплитуды суточного хода температуры воздуха в связи с нарушением адвекции тепла или холода, наличия облачности. Эти же авторы отмечают, что амплитуда суточного хода за период 1966 – 2007 гг. на всех станциях изменялась в широких пределах (например на ст. Казань она претерпевала изменения от 7,8°C в мае до 0,9°C в декабре). Причем, в течение года в связи с резким изменением погоды максимальная амплитуда суточного хода температуры может превышать 19,0°C, в некоторые года он практически не проявляется.

Показатель временной изменчивости средней суточной температуры $\sigma_{сут}$ для региона Среднего Поволжья имеет четко выраженный годовой ход и изменяется в следующих пределах: в январе – от 7,1°C (ст. Самара) до 9,9°C (ст. Лальск) и в июле – от 3,4°C (ст. Ульяновск) до 4,0°C (ст. Лальск). Величина $\sigma_{сут}$ изменяется под влиянием циркуляционных процессов и почти в 2 раза больше более $\sigma_{мес}$.

На территории Среднего Поволжья годовой максимум относительной влажности наблюдается в ноябре, а годовой минимум в мае. Суточный ход относительной влажности противоположен суточному ходу температуры. На большинстве станций ее максимум отмечается ночью (от нуля до трех часов), а суточный минимум – около 12 часов (по местному времени). При этом повторение количества сухих (относительная влажность не превышает 30%) и влажных (влажность не менее 80%) дней согласуется с ее годовым ходом. Так, в мае по всей территории региона в среднем бывает 11 сухих дней, а среднее число влажных дней в ноябре (декабре) составляет 23 дня. Причем,

следует отметить, что число сухих дней в южных районах больше, чем в северных (в Кировской области – 8-10 дней, а в Самарской – 14 – 17 дней). В то же время число влажных дней меньше на юге региона (19–20 дней – на территории Ульяновской и Самарской областей) по сравнению с северными районами (25 – 26 дней – в Кировской области [3]).

1.3.7 Режим атмосферных осадков Среднего Поволжья

Атмосферные осадки на территории Среднего Поволжья и во времени, и в пространстве распределяется неравномерно по данным [3]. Анализ этих данных показывает, что годовая сумма осадков в регионе увеличивается с юга на север с 425 мм на юго-востоке до 650 мм - на северо-западе. Многолетняя годовая сумма осадков примерно равна 540 мм.

В течение холодного периода года (ноябрь – март) количество осадков незначительное. Причем, на юго-востоке выпадает меньше всего (~140 мм). Для теплого периода года (апрель - октябрь) характер распределения осадков в регионе сохраняется – уменьшается их количество с 440 мм на севере до 260 мм на юго-востоке. Причем в этот период осадков выпадает в 2 раза больше, чем в холодный. Интересно отметить, что как в холодный, так и в теплый периоды в некоторых местах выпадает максимальное количество осадков: а именно – до 220 мм в холодный период южнее Кирова и до 380 мм в районе Бугульмы в восточной части региона в теплый период.

Распределение среднемесячных сумм осадков показывает аналогичный характер – минимум наблюдается в феврале – марте на юго-востоке, а максимум – в июне – июле. Больше осадков в среднем за год выпадает на севере региона – в Кировской области (610 мм) и в Удмуртии (570 мм). На этой территории выделяются два региона с максимальным количеством осадков – 710 мм южнее Кирова и 650 мм в Удмуртии.

1.4 Физико - географические и климатические условия г. Ульяновска

Город Ульяновск, климатические особенности которого являются объектом исследования в данной работе, является административным центром Ульяновской области. Город расположен на Приволжской возвышенности по обоим берегам рек Волга и Свияга, в месте их максимального сближения на $54^{\circ}19'$ с.ш. и $48^{\circ}23'$ в.д.. Он был основан в 1648 г. как крепость Синбирск (позже – Симбирск) на Симбирской засечной черте, с целью защиты южных границ Московского государства [11]. Следует отметить, что первая метеорологическая станция была открыта в этом городе только в 1876 году, Однако метеорологические наблюдения здесь начались уже в 1812 году любителем, бывшим учителем математики Симбирской гимназии Д.М. Перевошиковым, который проводил метеорологические наблюдения и выписки из них доставлял в Казанский университет. Позднее такие наблюдения за погодой были введены во всех гимназиях Казанского округа как обязательные занятия учителей физики [12].

По данным статистического сборника «Регионы России» [13] площадь, которую занимает город составляет 0,3 тыс. км², а население составляет 627,7 тыс. человек (на 2020 г.). Максимальная протяженность города в широтном направлении составляет 30 км., а в меридиональном – 20 км. Ульяновск — крупный промышленный центр и важный транспортный пункт, соединяющий центральную часть России с Уралом и Сибирью.

Территория Ульяновска разделена на 4 административных района - Ленинский (красный), Засвияжский (жёлтый), Железнодорожный (фиолетовый), Заволжский (зелёный) и представлена на рисунке.1.2 .

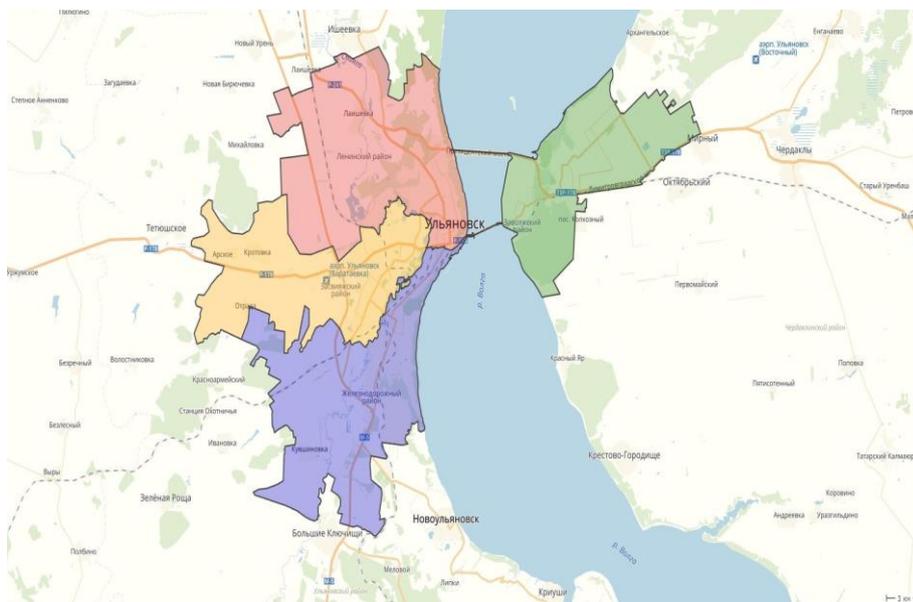


Рисунок 1.2 - Административные районы г. Ульяновска

Ульяновск расположен на холмистой равнине на высоте 80—160 метров над уровнем моря, причем максимальная высота в черте города достигает 200 м, а перепады высот составляют до 60 метров.

Интересная особенность географического положения г. Ульяновска заключается в том, через территорию города протекают три реки - Волга, Свяга и Сельдь, причём Волга и Свяга текут параллельно в противоположных направлениях и делят город на три части: центральную – расположенную между ними на высоком правом берегу Волги (Предволжье), низменное левобережье – Заволжье и Засвияжье. Треть городской территории занимает Куйбышевское водохранилище. Поверхность городской территории представляет собой сильно пересеченную местность из-за многочисленных балок и оврагов, многие из которых в настоящее время рекультивированы и застроены. Следует отметить, что для правобережных склонов рек Свяги и Волги характерно наличие старых остановившихся и активных современных оползней. Особенно много крупных современных оползней на Волжском склоне, что вызвано заполнением Куйбышевского водохранилища. Почвенный покров Городского округа Ульяновск представлен черноземом обыкновенным с небольшими островками серых

лесных почв, а на левом берегу Волги расположен крупный массив особенно плодородных чернозёмов.

Ульяновск знаменит своим ландшафтом и обилием красивых видов. Он издавна славится обилием парков, садов и скверов и считается одним из самых зеленых городов Поволжья. С момента основания Симбирска (Ульяновска) садоводство было одним из любимых занятий горожан. Все приусадебные участки и склоны со стороны рек Волги и Свияги были покрыты многочисленными плодовыми насаждениями, среди которых преобладали яблони и вишни. И наши дни в городе имеется много приусадебных участков в частных землевладениях и садоводческих кооперативах, где жители города занимаются выращиванием разнообразных фруктов и овощей. Кроме садов, в городе имеется много парков и скверов, а также особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Следует отметить, что Ульяновск является одним из лидеров по количеству таких территорий; ведь именно здесь впервые была введена такая форма территориальной охраны природы как экологический парк. По данным [14] в городе насчитывается 22 ООПТ, из которых девять памятников природы такие как Винновская роща, Черное озеро, родники - Белый ключ, Маришка, Сахарный, и др., а также 12 парков и Свияжская эколого – рекреационная зона.

С точки зрения ботаники растительный мир природных парков очень разнообразен. Так, Винновская роща – это частичка древнего реликтового леса, в котором насчитывается около 280 видов растительности, среди них преобладают липа, дуб, клен, лещина (орешник); в то время как Заволжский парк им. 40-летия ВЛКСМ представляет собой сосновый лес, а в парке «Молодежный» произрастают липа мелколистная, различные виды тополя, березы ясеня ели и рябины. Во многих парках сохранились травянистые растения, занесенные в Красную книгу области. К ним относятся грушанка средняя, герань Роберта, козелец мечелистный, прострел раскрытый, очиток степной, веснянка весенняя и др.

Климат Ульяновска определяется его положением в лесостепной природной зоне или, с точки зрения климата, в умеренной климатической зоне. На этой территории преобладает перенос воздушных масс, связанных с влиянием атлантических циклонов весь год, среднеазиатских антициклонов летом, сибирских и арктических зимой, что часто вызывает резкие изменения погоды. Среднегодовая температура воздуха сейчас составляет около 5°С [15].

Зимний климатический сезон длится более 4 месяцев и наступает, как правило, в конце октября - начале ноября и заканчивается в конце марта – начале апреля. В январе - феврале амплитуда среднесуточной температуры колеблется от 0 °С до –25 °С. Февраль является самым холодным месяцем в году. Средняя температура зим составляет – 7,5 °С

Самым непродолжительным сезоном года в Ульяновске является весна. Она начинается в конце марта и продолжается до третьей декады мая. Причём в этот период возможны резкие перепады температуры, вызванные сменой деятельности циркуляционных процессов атмосферных масс, часто приводящие к заморозкам даже в конце мая, связанных с поступлением холодного арктического воздуха.

Летний климатический сезон длительностью 3,5 месяца начинается в третьей декаде мая и продолжается до сентября. Средняя температура лета около 18,4 °С. Самым жарким месяцам сезона является июль, температура которого может достигать 25 °С и держаться около 2 недель. На климат Ульяновска существенное влияние оказывает река Волга. В городе часто бывает ветрено (230 – 250 дней в году), иногда на город обрушиваются ураганные ветры. Преобладающими направлениями ветров являются юго-западное, западное и северо-западное. Часто летом бывают сильные ливни со шквалистым ветром, вызывающие затопление улиц.

Осенний климатический сезон также как и календарный сезон начинаются в начале сентября и длится до конца октября. Этот сезон

характеризуется продолжительными дождями и сопровождается понижением температуры воздуха.

2. Циркуляция атмосферы

2.1 Циркуляция умеренных широт. Механизм образования

Атмосфера представляет собой воздушную оболочку Земли, которая состоит из смеси газов, содержащих взвешенные частицы примесей – аэрозоли. Она движется вместе с Землёй в мировом пространстве как единое целое и одновременно принимает участие во вращении Земли. Состояние атмосферы оказывает существенное влияние на климат Земли, который определяют как средний многолетний режим погоды, характерный для данного географического региона. При этом в качестве климатических характеристик используются как средние значения метеоэлементов (а именно температура воздуха, количество осадков, атмосферное давление, направление и скорость ветра, облачность и др.), так и устойчивые закономерности их изменения в течение года (то есть по сезонам), а также за многолетний период. В синоптической метеорологии климат подразделяют на локальный и глобальный [16]. Локальный климат можно определить, как средний за многолетний период режим погоды, характерный для данной местности и зависящий от её географического положения. Под глобальным климатом понимают статистическую совокупность состояний, которую проходит система « атмосфера – океан – суша – криосфера – биосфера» за периоды времени в несколько десятилетий [17].

На процесс климатообразования основное влияние оказывают такие физические явления как теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция, источником которых является солнечная радиация. За счет оборота тепла устанавливается определенный тепловой режим как поверхности земли, так и атмосферы. Причем, количество теплоты в атмосфере изменяется не только за счет солнечной радиации или подстилающей поверхности, но и за счет выделения тепла при конденсации

водяного пара. Следует отметить, что теплооборот вызывает изменения температурного режима атмосферы практически постоянно при смене дня и ночи, нескольких дней и месяцев, и тем более в течение года (зима, весна, лето, осень). Водный режим атмосферы (или влагооборот) связан с непрерывным перемещением воды за счет ее перехода из одного состояния в другое (испарение, конденсация, выпадение осадков, стекание вод) [18].

Одним из важнейших климатообразующих факторов является атмосферная циркуляция, которая представляет собой систему крупномасштабных течений воздушных масс над земным шаром или полушарием [19 - 21]. Она вызвана неоднородным распределением температуры и атмосферного давления, и возникновением барического градиента. Именно при перемещении воздушных потоков происходит перенос теплоты и влаги из одних широт и регионов в другие. Поэтому многие ученые связывают колебания климата на планете именно с колебаниями атмосферной циркуляции, а некоторые считают, что общая циркуляция атмосферы и теория климата - одно и то же [20].

В настоящее время на циркуляцию атмосферы существенное влияние оказывает антропогенный фактор, приведший к существенному загрязнению окружающей среды и атмосферы, а также поступлению значительного количества энергии от тепловых источников. Влияние вулканической активности и космические воздействия на циркуляцию атмосферы носят эпизодический характер.

Общая циркуляция атмосферы, в соответствии с современными данными, представляет совокупность основных видов воздушных движений, благодаря которым осуществляется обмен больших масс воздуха в горизонтальном и вертикальном направлениях в тропосфере, стратосфере и мезосфере такой горизонтальной протяженности которая сопоставима с размерами материков и океанов (Погосян, Матвеев [20,21]) (рисунок.2.1). К основным крупномасштабным атмосферным движениям относятся воздушные течения, вызванные разностью температур между различными

широтами, в том числе струйные течения и системы движений в циклонах и антициклонах, а также пассаты и муссоны. От общей циркуляции атмосферы отличаются местные циркуляции, такие, как бризы на побережьях морей, горно-долинные ветры, ледниковые ветры и др. Эти местные циркуляции временами и в определенных районах налагаются на течения общей циркуляции.



Рисунок 2.1 - Общая циркуляция атмосферы

На синоптических картах погоды видно, как в каждый данный момент распределяются давление и течения воздуха над большими регионами Земли или над всем земным шаром и как непрерывно меняется это распределение.

В нижней части атмосферы происходят различные процессы разных масштабов такие как: зональный поток, меридиональная циркуляция, крупномасштабные вихри средних широт (волны Россби), тропические циклоны, атмосферные фронты и т. д. Каждый процесс по-разному влияет на перенос вещества и энергию в атмосфере [22].

Одной из основных причин появления воздушных течений в атмосфере является неравномерный нагрев земной поверхности в разных широтах. Неравномерный нагрев связан с тем что угол падения солнечных лучей на

каждой широте свой. Чем ближе к экватору, тем количество солнечной энергии возрастает. В атмосфере существуют движение разных масштабов. По данным авторов [22] к ним относятся:

- движения планетарного масштаба (зональный поток и меридиональная циркуляция);
- крупномасштабные движения (центры действия атмосферы, воздушные течения тропических широт - муссоны, пассаты; циклонические движения; циклоны и антициклоны средних широт, тропические циклоны);
- мелкомасштабные движения.

Несмотря на то, что причиной движения воздушных масс является неравномерное распределение атмосферного давления и нагревание Солнцем поверхности земли, океанов, льда в различных широтах, а также воздействие отклонения на воздушные потоки вращения Земли, главная закономерность циркуляции атмосферы постоянна): так,

- В нижней стратосфере струйные течения воздуха в умеренных и субтропических широтах западные, а в тропических – восточные, и идут они со скоростью до 150 м/с (540 км/час) относительно поверхности земли [18];
- В нижней тропосфере направление переноса воздуха различаются по географическим поясам:
- в полярных широтах преобладают восточные ветры;
- в умеренных широтах – западные ветры с частым нарушением циклонами и антициклонами;
- наиболее устойчивы пассаты и муссоны в тропических широтах.

Из-за разнообразия подстилающей поверхности на форме общей циркуляции атмосферы возникают региональные отклонения – местные ветры (рисунок 2.2)

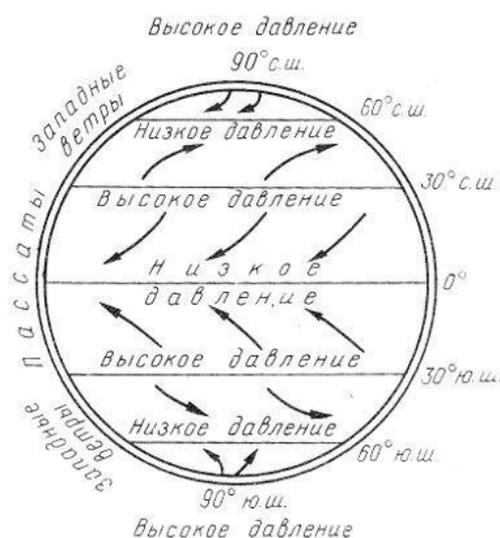


Рисунок 2.2 - Зональное распределение давления и перенос воздуха на земной поверхности

Такое распределение давления и перенос воздуха на земной поверхности связаны с тем, что:

1. Из-за наклона земной оси и шарообразности Земли экваториальные районы получают больше солнечной энергии, чем полярные;
2. На экваторе воздух нагревается → расширяется → поднимается вверх и образуется область низкого давления.
3. На полюсах воздух охлаждается → уплотняется → опускается вниз → образуется область высокого давления.
4. Из-за разницы атмосферного давления воздушные массы начинают двигаться от полюсов к экватору (рис. 2).

По мнению русских учёных Погосяна Х.П. и Угрюмова на циркуляции атмосферы существенно влияют следующие факторы [21]:

1. Лучистая энергия солнца, неравномерно распределённая на земной поверхности и связанное с этим неравномерное распределение температуры и атмосферного давления;
2. Сила Кориолиса;
3. Влияние подстилающей поверхности: наличие материков и океанов, неоднородность рельефа;

4. Сила трения, возникающая на границе атмосфера – поверхность.

В связи с этим распределения воздушных потоков на поверхности земли имеет зональный характер. В экваториальных широтах – затишье, или прослеживаются слабые переменные ветры, в то время как в тропической зоне преобладают пассаты - постоянные ветры, которые дуют от 30–х широт к экватору, и имеющие в северном полушарии северо-восточное, а в южном – юго-восточное направления [23]. В 30–35 с. и ю.ш. – зона затишья, так называемые «конские широты». В умеренных широтах преобладают западные ветры (в северном полушарии юго-западные, в южном – северо-западные). В полярных широтах дуют восточные (в северном полушарии северо-восточные, в южном – юго-восточные) ветры.

В целом система ветров над земной поверхностью значительно сложнее. В субтропическом поясе во многих районах пассатный перенос нарушается летними муссонами. В умеренных и субполярных широтах большое воздействие на характер воздушных потоков оказывают циклоны и антициклоны, а на восточных и северных побережьях – муссоны. Кроме того, во многих областях образуются местные ветры, вызванные особенностями территории.

Таким образом в результате общей циркуляции атмосферы происходит круговорот воздуха на земном шаре, что приводит к переносу его из низших широт в высокие и обратно. Это обусловлено зонами высокого атмосферного давления в приполярных областях и тропических широтах и зонами низкого давления в умеренных и экваториальных широтах. Поэтому движение воздушных масс происходит как в широтном, так и в меридиональном направлениях. В тропосфере к циркуляции атмосферы относят пассаты, западные воздушные течения умеренных широт, муссоны, циклоны и антициклоны.

Еще одной характерной чертой общей циркуляции атмосферы, оказывающей влияние на формирование погоды и климата, является интенсивная циклоническая деятельность, т. е. постоянное возникновение,

развитие и перемещение крупномасштабных синоптических вихрей – циклонов и антициклонов.

Циклоны (рисунок 2.3) представляют собой громадные вихри, которые закручиваются против часовой стрелки, антициклоны, наоборот, по часовой стрелке.

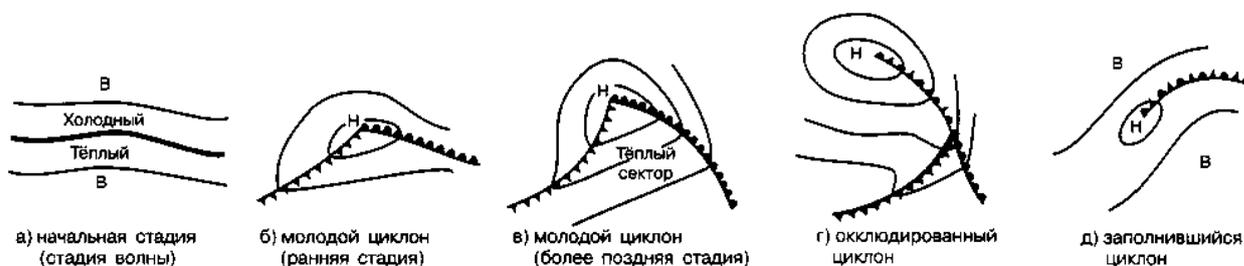


Рисунок 2.3 - Процесс развития циклона (по С.П. Хромову)

Поперечники хорошо развитых циклонов и антициклонов составляют 2 – 3 тыс. км. Циклоны устанавливают облачную погоду с осадками, прохладную летом и теплую зимой (циклоническая погода); в то время как антициклоны приносят малооблачную сухую погоду, теплую или жаркую летом и холодную зимой (антициклоническая погода). В тех районах, где циклоны преобладают над антициклонами, определяются климаты с большим количеством осадков, с мягкой зимой и прохладным летом; в районах преобладания антициклонов – климаты с небольшим количеством осадков, жарким летом и холодной зимой [24].

2.2 Центры действия атмосферы. Северо-Атлантическое колебание

Центром действия атмосферы (ЦДА) называется область где, обозначено определённое положение областей низкого или высокого давления по месяцам, сезонам либо за год. Он определяется как многолетнее среднее значение, на основании которого составляются климатические карты [19].

Синоптические центры действия атмосферы, как известно, формируются под влияние циркуляционных процессов, которые зависят как

от термического воздействия подстилающей поверхности, так и от орографических эффектов возникающих над материками [19].

Центры действия атмосферы подразделяют на сезонные и перманентные (постоянные).

Перманентные центры действия атмосферы (от лат. *permanentis* – постоянный, непрерывный) – действуют в течении всего года. К таким относятся экваториальная депрессия, океанические субтропические антициклоны, океанические субполярные депрессии. Они могут иметь годовой ход интенсивности: субтропические максимумы летом развиты лучше и распространяются на более высокие широты; океанические депрессии высоких широт достигают наибольшей глубины зимой и слабо выражены на летних картах.

К постоянным центрам действия атмосферы относят: Экваториальную депрессию, Азорский максимум, Гонолульский максимум и др. [19].

Сезонные центры действия атмосферы – обнаруживаются на картах только летних или зимних месяцев. В противоположном сезоне меняют свой знак. Это Сибирский и Канадский максимумы, Азиатский минимум и др.

Зимой над континентальными районами наблюдаются антициклоны переходящие летом в циклоны. К ним относятся: Алеутский зимний минимум в северной части Тихого океана, Исландский зимний минимум в северной части Атлантического океана, Сибирский (азиатский) зимний максимум с центром над Монгольским плато и др. [19].

Северо – Атлантическое колебание – важная характеристика крупномасштабной циркуляции атмосферы в северном полушарии, которая проявляется во все времена года в масштабах от нескольких суток до нескольких столетий. Исследованию САК посвящено много работ, которые представлены в монографии Е.С. Нестерова [25]. Североатлантическое колебание представляет собой перераспределение атмосферных масс между Арктикой и Атлантическим океаном. Такое распределение приводит к изменению в поле ветра к изменению тепла и влаги и т.д.. Северо-

Атлантическое колебание (САК) — это циклическое чередование усиления и ослабления воздушных переносов в системе азорского антициклона и исландской депрессии. Причиной возникновения Северо-Атлантического колебания является взаимодействие океана и атмосферы, когда повышение температуры поверхности океана в тропической зоне приводит к усилению азорского антициклона и углублению исландской депрессии [26]

Азорский антициклон располагается вблизи Азорских островов в Тропических и Субтропических широтах. Давление в его центре изменяется от 1020- 1022 гПа весной и осенью до 1024-1025 гПа зимой и летом Азорский антициклон основной источник формирования морского тропического климата для Европы [19].

Исландский минимум это район с низким давлением с центром у берегов Исландии. В зимней период в Исландском минимуме выделяют вторичные центры к западу от Гренландии и в районе Баренцева моря. В летний сезон Исландский минимум делится на две части в районе Девисова пролива и к западу от острова Гренландия. Давление изменяется от 994 гПа в январе до 1009 гПа в июле [19].

2.3 Азиатский максимум (Сибирский антициклон)

Сибирский антициклон область, повышенного давления, расположенная над центральной Азией и Сибирью в зимний период. Сибирский антициклон является сезонным центром действия атмосферы, показывающим на сколько будет суровой зима, а также как долго будут морозы во многих районах Северного полушария [27]. Схема действия Сибирского антициклона представлена на рисунок 2.4.

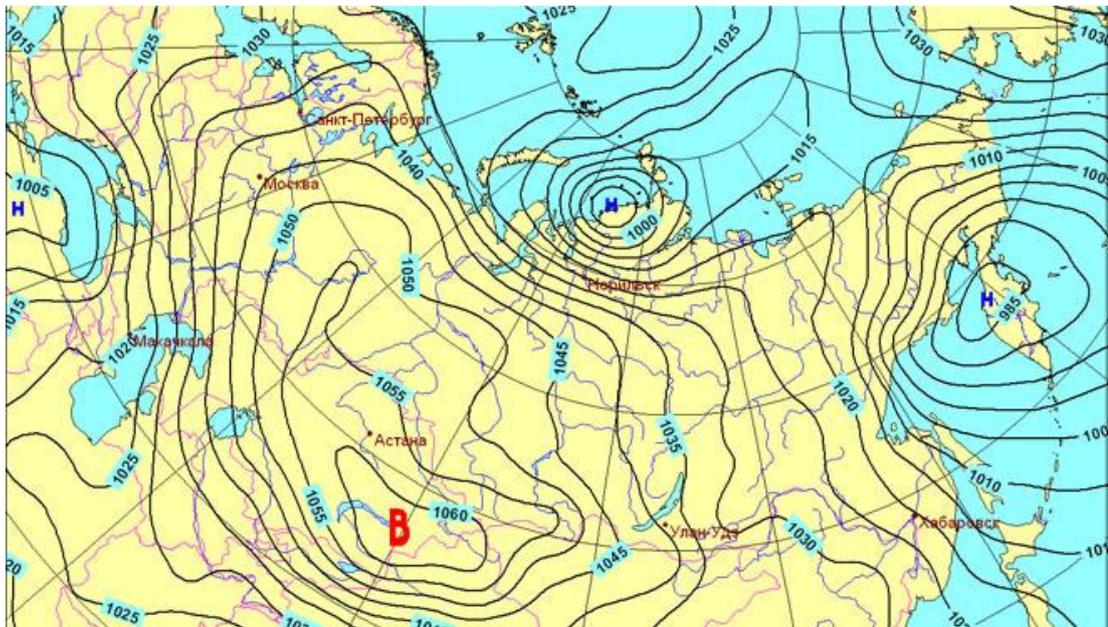


Рисунок 2.4 - Схема действия Сибирского антициклона в зимний период

Сибирский антициклон – это часть единого механизма общей циркуляции атмосферы, которая взаимодействует с другими центрами действия атмосферы в северном полушарии. При своей обширности он оказывает влияния на погодные условия большей части Азии а также может влиять и на погодные условия Европейской части Евразии [27].

Азиатский максимум образуется под воздействием циркуляционных условий и находится под влиянием термического воздействия материка, а также горных систем которые расположены в Восточной и Центральной Азии. Горные системы задерживают и накапливают холодные воздушные массы . В августе начинается рост давления и при хороших условиях Азиатский максимум сформируется уже в сентябре и просуществует до июня. В июне антициклон в форме замкнутого центра образуется примерно в 50% случаев при этом среднее давление составляет примерно 1011,6 гПа. Зимой в период максимальной интенсивности Азиатского антициклона в следствии охлаждения материка средне месячное давление превышает 1035 гПа. Крайнее восточное положение в 103° в.д. Азиатский антициклон достигает в зимние месяцы (январь и февраль), а затем начинается его смещение на запад и доходит к июню почти до 80° в.д. [19].

2.4 Циклоны и антициклоны умеренных широт

Циклоны и антициклоны постоянно и естественным образом образуются в атмосфере из-за вращения Земли, благодаря силе Кориолиса. Кроме этого, термодинамические особенности тропосферы – нижнего слоя атмосферы – являются благоприятными для образования воздушных вихрей различного масштаба. К этим особенностям, прежде всего, относятся неравномерное горизонтальное распределение тепла, характерное изменение температуры воздуха с высотой и сама воздушная среда. Схематичное изображение процесса образования циклонов показано на рисунке 2.5.

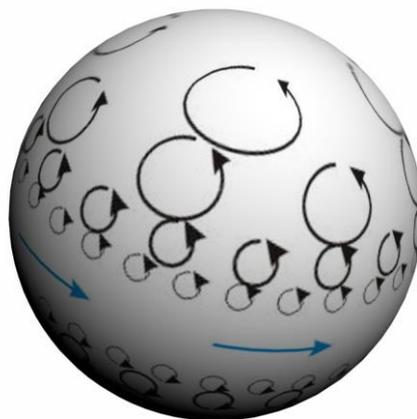


Рисунок 2.5 - Схематическое изображение процесса образования циклонов из-за вращения Земли

Ежедневное возмущенное состояние воздуха у земной поверхности можно продемонстрировать на ежедневной карте погоды (рисунок 2.6)

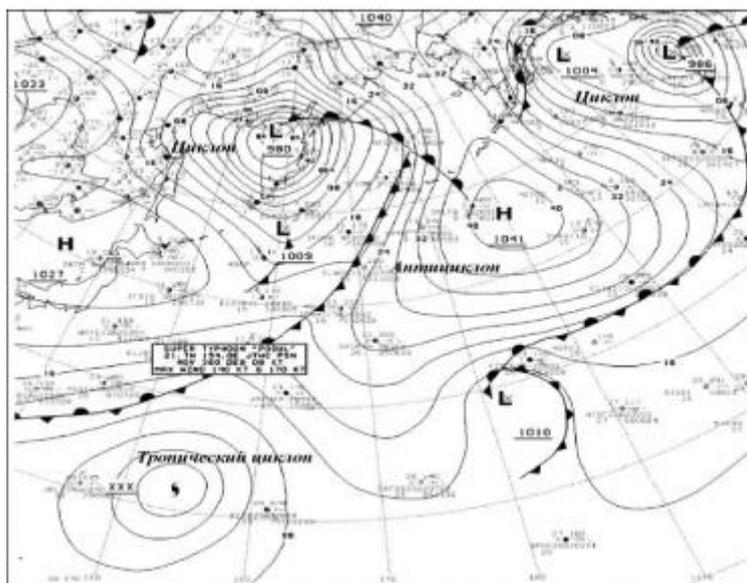


Рисунок 2.6 - Атмосферные вихри на карте погоды

Циклоны – это воздушные вихри с убыванием давления к центру, в центре давление минимальное. Вращение Земли (возникает сила Кориолиса) приводит к циркуляции воздуха относительно центра вихря против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном. Кроме того, в слое до нескольких сот метров от земной поверхности ветер имеет слагаемое, направленное к центру циклона. Величина слагаемого уменьшается с высотой.

Антициклоны – это антиподы циклонов, то есть – это вихри с возрастанием давления к центру; в центре антициклона – давление максимальное, циркуляция воздуха относительно центра вихря осуществляется по часовой стрелке в северном полушарии и против часовой стрелки в южном. В приземном слое ветер имеет слагаемое, направленное от центра вихря; величина слагаемого уменьшается с высотой.

Систему горизонтальных воздушных движений в циклоне и антициклоне наглядно можно показать с помощью линий тока – линий, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением мгновенного вектора скорости. По своей сути линии тока – это траектории, по которым движутся отдельные частицы воздуха. Упрощенная схема

горизонтальных и вертикальных движений воздуха в циклоне и антициклоне представлена на рисунке 2.7

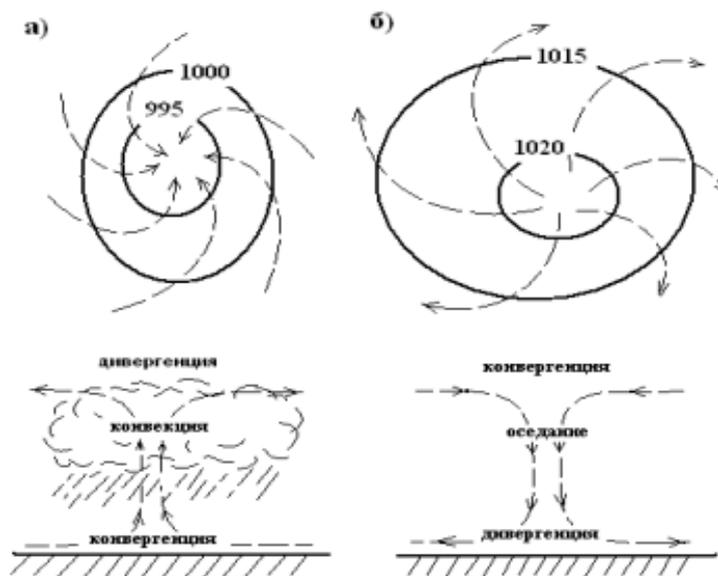


Рисунок 2.7 - Горизонтальные и вертикальные движения воздуха:
а) в циклоне, б) в антициклоне

На рисунке 2.7 линиями тока (прерывистые линии) указаны преобладающие горизонтальные (верхняя часть рисунка) и вертикальные (нижняя часть рисунка) движения воздуха. В южном полушарии, где отклоняющая сила вращения Земли направлена влево от движения, линии тока будут направлены противоположно. Здесь введены понятия дивергенция, конвергенция и конвекция. В простейшем понимании, дивергенция – это расходимость воздушных течений или линий тока, конвергенция, наоборот, – сходимость воздушных потоков или линий тока. Под конвекцией в данном случае подразумевается упорядоченное восходящее движение воздуха в области циклона, приводящее к образованию кучевых облаков. В центральной части антициклона, как правило, наблюдаются упорядоченные нисходящие движения, т.е. процессы оседания воздуха, что приводит к удалению его от состояния насыщения и не способствует образованию облаков (при оседании воздух нагревается и удаляется от состояния насыщения) [28].

3. Анализ климатических характеристик г. Ульяновска

3.1 Анализ границ и продолжительности зимнего сезона

В процессе выполнения выпускной работы за курс бакалавриата были проанализированы зимние климатические сезоны за период с 1959-2019 год в городе Ульяновске.

При этом за границы зимнего сезона были приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха в районе города Ульяновска через 0°C в сторону понижения (начало зимы) и через 0°C в сторону повышения (конец зимы). В ходе исследования по методу Хаустова В.А. были рассчитаны границы и продолжительность зимнего климатического сезона. Для осреднения полученной информации по продолжительности зимнего климатического сезона был применён метод линейного скользящего осреднения с окном 30 лет. Эти данные представлены на графике (рисунок 3.1)

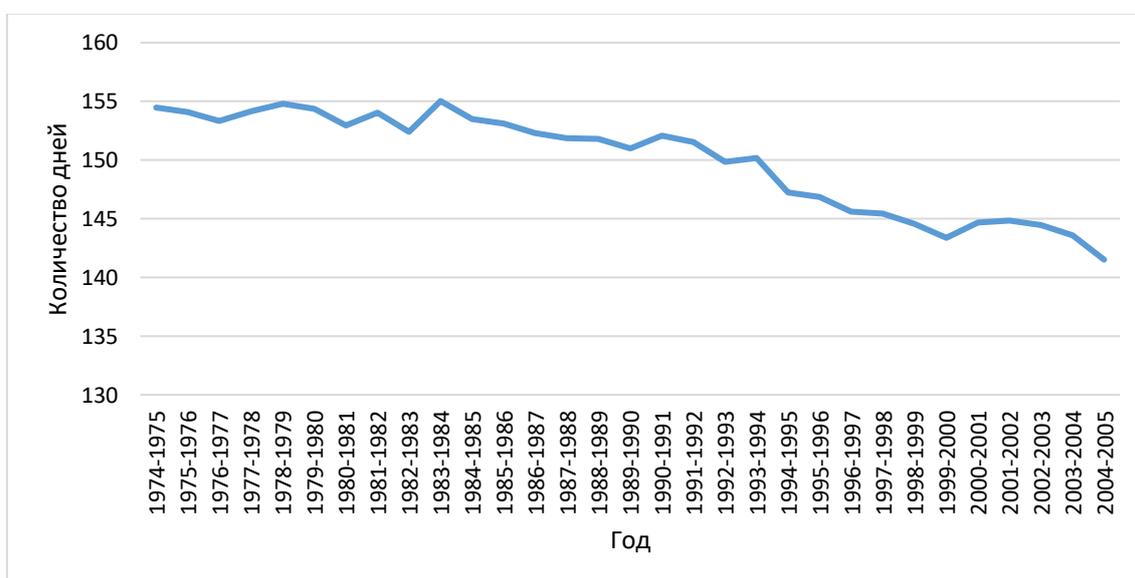


Рисунок 3.1 - Продолжительность зимнего климатического сезона. Скользящее среднее (30 лет).

Анализ полученных данных (рис.3.1) показывает, что начиная с зимнего сезона 1974 – 75 г. г., продолжительность которого составила 155 дней, наблюдается постепенное уменьшение продолжительности зимы. Однако, этот процесс протекает неравномерно, поскольку в отдельные годы происходит как уменьшение ее продолжительности (1976 – 77 г. г. –153 дня, 1980 – 81 г. г. –153 дня, 1982 – 83 г. г. –152 дня, 1989 – 90 г. г. – 151 день, 1992 – 93 г. г. –150 дней, 1994 – 95 г. г. –147 г.г., 1999 – 2000 г. г. –143 дня, 2004-05 г. г. – 141 день), так и её увеличение (1978-79 г. г. –155 дней, 1981-82 г. г. – 154 дня, 1983-84 г. г. –155 дня, 1990-91 г. г. –152 дня, 2000-01 г. г. –145 дня). Таким образом максимальная продолжительность зимнего сезона составляла 155 дней, а минимальная –142 день. Наиболее быстрое уменьшение продолжительности зимнего периода наблюдалось с зимы 1993-94 до 1999-2000. В этот период продолжительность зимы снизилась со 150 до 143 дней, а за весь период исследования осреднённый ряд продолжительности зимы уменьшился со 154 до 142 дней с увеличением до 155 дней в 1978-79 г. г. и в 1983-84 г. г..

Для того, чтобы точнее установить изменения границ и продолжительности зимнего климатического периода в г. Ульяновске были рассчитаны даты его начала (окончания), так как эти изменения связаны именно с этими датами. На рисунке 3.2 представлен график изменения границ начала зимнего сезона в городе Ульяновске за период с 1974 г. по 2004 г. Расчёт границ начала исследуемого зимнего периода и построение графика проводился по средней точке осреднения за период 30 лет.

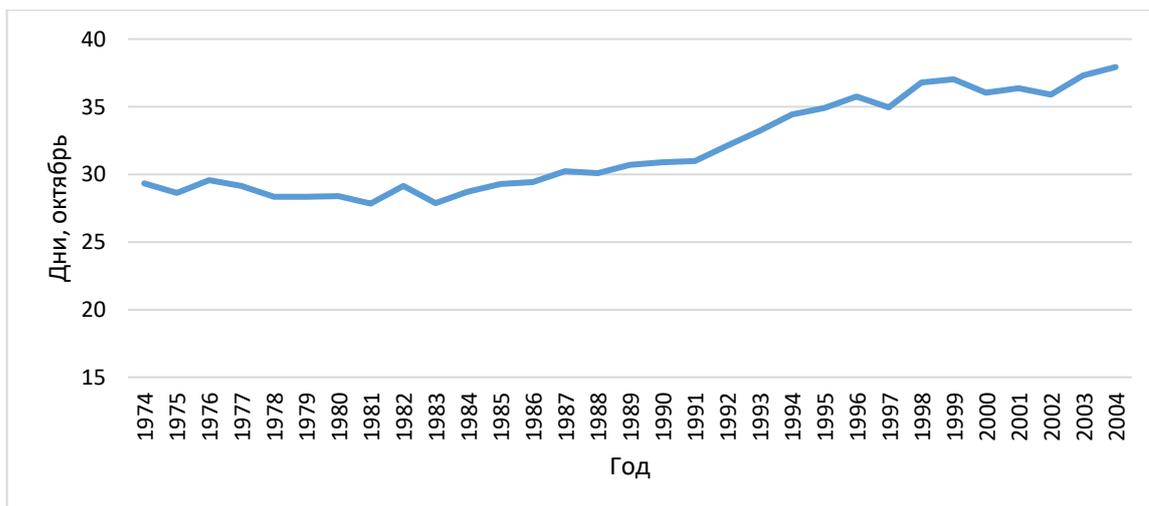


Рисунок 3.2 - Границы начала зимнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1974 – 2004 г. г. Скользящее осреднение (окно осреднения 30 лет)

Анализ полученных данных показал, что в период с 1974 – 1991 г. г. границы начала зимнего климатического сезона практически не менялись и начинались 29 – 31 октября. В период с 1991 по 1996 г. г. наблюдается резкий скачок начала сезона (с 31 октября по 5 ноября). Практически начало зимы сместилось на 6 дней. С 1996 г. по 2004 г. граница начала зимы существенно не менялась (в 2004 г. зима наступила 7 ноября).

Результаты изучения изменения границ окончания зимы в городе Ульяновске за период с 1975 г. по 2005 г. представлены на графике (рисунок 3.3)

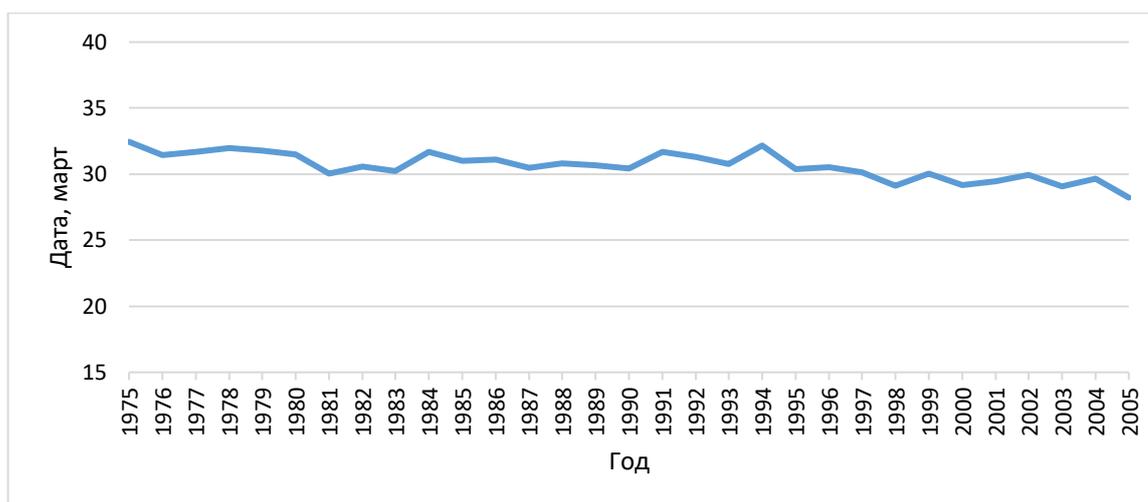


Рисунок 3.3 - Границы окончания зимнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1975 – 2005 г. г. Скользящее осреднение (окно осреднения 30 лет).

Анализ этих результатов показывает, что в рамках естественных климатических колебаний резких изменений границ окончания зимнего климатического сезона не наблюдалось. В 2005 г. зима закончилась 28 марта, а в 1994 г. – 4 апреля. Осредненные данные сроков начала и окончания зимнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1960 г. по 2019 г. представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Осредненные даты начала и окончания зимнего сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г. (скользящее осреднение 30 лет)

период (годы)	начало зимы	окончание зимы	продолжительность зимы
1959-1989	29 октября	1 апреля	155
1990-2019	7 ноября	28 марта	142

Приведенные данные показывают, что продолжительность зимнего климатического сезона за период с 1959 г. по 2019 год в этом регионе сокращается на 12 дней. Причем, это сокращение вызвано смещением начала зимнего сезона на более поздние сроки, в то время как его окончание существенно не меняется. Более наглядно это заключение подтверждают

результаты анализа сроков начала и окончания зимнего сезона, представленные на не осреднённых графиках (рисунок 3.4, 3.5)

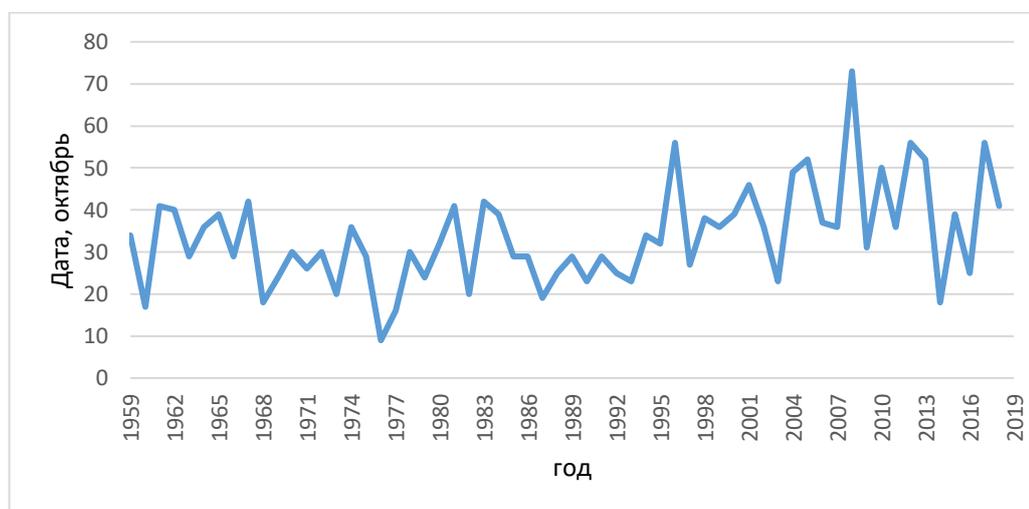


Рисунок 3.4 - Не осреднённый график начало зимнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г.

Анализ сроков начало зимнего сезона в г. Ульяновске по не осреднённым данным за весь исследуемый период показывает, что наблюдается смещение даты наступления зимы на более поздний срок. Особенно резко это происходит, начиная с 1996 г. При этом следует отметить, что изменение сроков наступления зимы происходит не равномерно, о чем свидетельствуют пики, указывающие на более ранние или более поздние сроки ее начала. Самое раннее наступление зимнего периода в г. Ульяновске отмечалось 9 октября 1976 г., 17 октября 1960 г., 18 октября 1968 и 2014 г. г., а самое позднее - 25 ноября 1996, 2012 и 2017 г. г., а также 12 декабря 2008 г.. Интересно отметить, что одна из самых продолжительных зим 1968 -69 г. в этом регионе, длившаяся 173 дня, начиналась 18 октября, а заканчивалась 9 апреля.

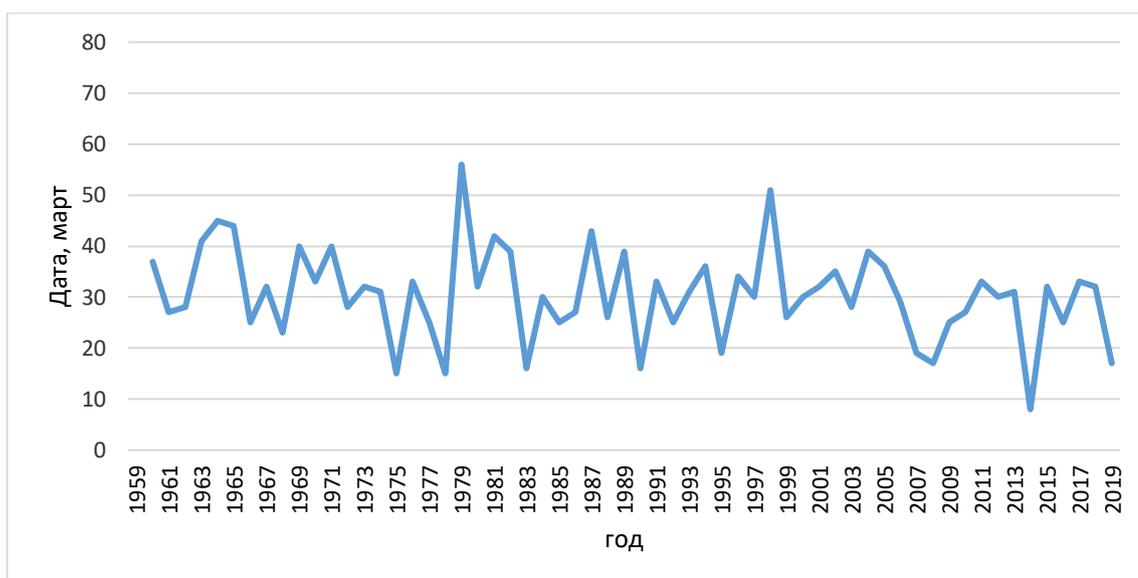


Рисунок 3.5 - Не осредненный график окончания зимнего климатического сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г.

Рассмотрение не осредненного графика окончания зимнего климатического сезона в г. Ульяновске позволяет выявить некоторые особенности его завершения. Так, самое раннее окончание зимы за весь период наблюдения отмечалось 8 марта 2014 года (эта зима, начавшаяся 18 октября 2013 г. является одной из самых коротких. Она продолжалась всего 107 дней. Самая непродолжительная зима в этом регионе (103дня) наблюдалась в 2008 – 09 г.)

3.2 Анализ изменения средней зимней температуры

С целью выявления особенностей изменения средней зимней температуры в г. Ульяновске был проведён анализ термического режима зимнего климатического сезона за период с 1959 по 2019 г. г..

В ходе проведения исследования были использованы архивные данные среднесуточных температур воздуха зимних климатических сезонов за период с 1959 по 2019 г. г.. Для достижения поставленной цели работа проводилась по методике В. А. Хаустова, которая даёт возможность

рассчитать даты устойчивого перехода температуры через 0 °С . На рисунке 3.6 представлен график средней температуры воздуха в г. Ульяновске, который был построен по осреднённым данным со скользящим средним за 30 лет.

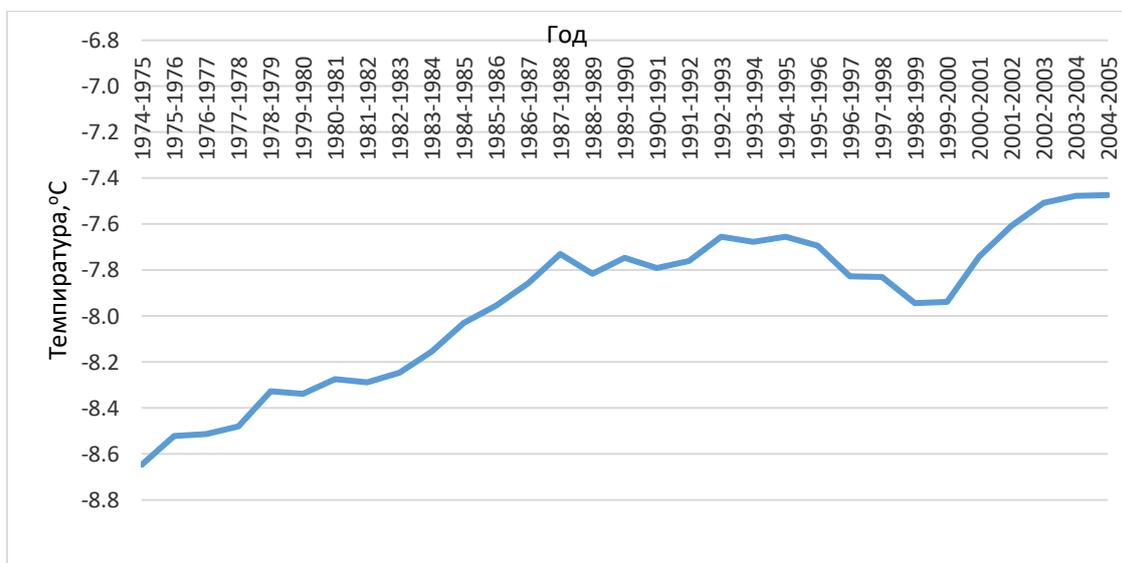


Рисунок 3.6 - Средняя температура воздуха зимнего климатического сезона в г. Ульяновск. Скользящее среднее (30 лет)

Как показывает анализ полученных результатов изменения средней зимней температуры воздуха в этом регионе (рис.3.6) наблюдается устойчивое постепенное ее повышение на протяжении всего рассматриваемого периода. Причем, следует отметить, что этот процесс происходит неравномерно и в нем можно выделить три этапа:

- 1-й этап – с 1974-1975 г. г. по 1987-1988 г. г. На этом этапе за весь период наблюдается повышение температуры на 0,9 °С. При этом, начиная с 1974 г. по 1982 г., можно выделить незначительное повышение средней температуры на 0,3 °С, а затем с 1981-1982 г. г. по 1987-1988 г. г. наблюдается повышение температуры на 0,6°С;
- 2-й этап – с 1988-1989 г. г. по 1999-2000 г. г. В течение этого периода значения средней температуры зим практически не меняются, колеблясь в интервале от -7,7°С до -7,9°С;

- 3-й этап – с 2000- 2001 г. г. по 2004-2005 г. г.. На протяжении этого периода отмечается несущественное повышение среднезимних температур воздуха с $-7,9^{\circ}\text{C}$ до $-7,5^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, за весь рассматриваемый период средняя зимняя температура воздуха в г. Ульяновске повысилась на $-1,1^{\circ}\text{C}$. Этот вывод подтверждают и результаты осреднения ряда среднезимних температур, представленные в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Осредненные по 30-летиям даты начала и конца, средней температуры зимнего сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г.

период, годы	начало зимнего сезона	окончание зимнего сезона	Средняя $t^{\circ}\text{C}$
1959-1989	29 октября	1 апреля	$-8,6 \pm 1,6$
1990-2019	7 ноября	28 марта	$-7,5 \pm 1,6$

Как показывают приведенные данные, за весь исследуемый период с 1959 г. по 2019 г. в районе г. Ульяновска во втором тридцатилетии наблюдается повышение зимних температур воздуха на $1,1^{\circ}$ по шкале Цельсия по сравнению с первым тридцатилетием. На повышение температуры воздуха в зимнее время года также указывают данные сравнения ее самых низких и самых высоких средних значений за весь период исследования с 1959 г. по 2019 г. Так, зимы с самыми низкими средними температурами отмечались в следующие годы: 1968 – 1969 г. – ($-11,8^{\circ}\text{C}$), 1962 – 1963 г. – ($-11,2^{\circ}\text{C}$), 1984 – 1985 г. – ($-11,2^{\circ}\text{C}$), 1966 – 1967 г. – ($-10,4^{\circ}\text{C}$), 1967 – 1968 г. – ($-10,3^{\circ}\text{C}$), 1975 – 1976 г. – ($-10,2^{\circ}\text{C}$), 2010 – 2011 г. – ($-10,1^{\circ}\text{C}$) ; а с самыми высокими - 2003 – 2004 г. – ($-4,6^{\circ}\text{C}$), 2015 - 2016 г. – ($-4,8^{\circ}\text{C}$), 2014 – 2015 г. – ($-5,3^{\circ}\text{C}$), 1982 – 1983 г. – ($-5,4^{\circ}\text{C}$), 2001 – 2002 г. – ($-5,4^{\circ}\text{C}$). Такое существенное повышение температуры воздуха зимнего климатического сезона в г. Ульяновске может быть обусловлено увеличением числа случаев наступления оттепелей.

3.3 Анализ повторяемости оттепелей

Для подтверждения предположения о влиянии оттепелей на повышение среднезимних температур воздуха в г. Ульяновске в рамках выполнения выпускной квалификационной работы бакалавриата, нами проведен анализ их повторяемости в данном регионе. В работе использовался ряд архивных данных по среднесуточной температуре воздуха за временной период с 1959 по 2019 гг.

В соответствии с источником [29] – оттепель это повышение температуры воздуха до 0° и выше зимой на фоне установившихся отрицательных температур, чаще всего в результате адвекции теплого воздуха.

Для выделения дней с положительной температурой (оттепелей) внутри каждого рассчитанного зимнего климатического времени года были использованы его границы, определенные нами ранее по методу В. А. Хаустова, на основании устойчивого перехода температуры через ноль градусов (по Цельсию). В этой работе для первоначального климатического разделения видов оттепелей мы подразделили их на переходные и основные. При этом к переходным оттепелям были отнесены те из них, которые фиксировались в осенний (октябрь, ноябрь) и весенний (март, апрель) периоды. К основным оттепелям – возвраты тепла, зафиксированные в зимние месяцы (декабрь, январь, февраль).

На рисунке 3.7 показана повторяемость оттепелей по месяцам в районе г. Ульяновска за период с 1959 по 2019 гг.

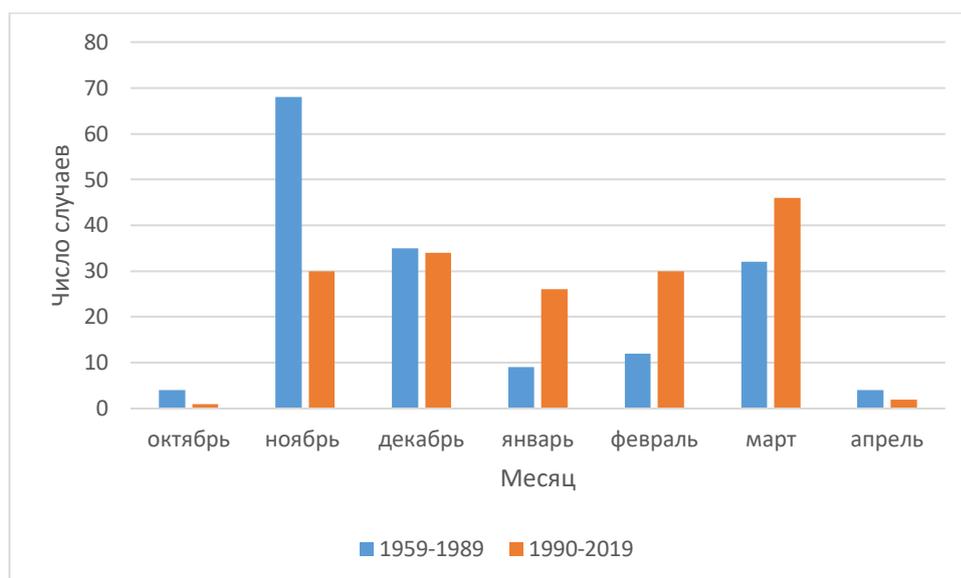


Рисунок 3.7 - Повторяемость оттепелей по месяцам в районе г. Ульяновска за период с 1959 по 2019 гг.

Как можно заключить из анализа представленных данных за весь рассматриваемый период в указанном регионе было зафиксировано 333 оттепели, из которых 187 относятся к переходным, а 146 – к основным. Причем, максимальное количество случаев возврата тепла в переходные периоды зафиксировано в ноябре (98) и в марте (78). В зимние месяцы больше всего оттепелей (69) отмечено в декабре, а менее всего в январе (35 случаев) и в феврале (42 случая).

Изменение повторяемости режима оттепелей по месяцам в районе г.Ульяновска за период с 1959 г. по 2019 г. за 30 - летние периоды с 1959 - 1989 гг. и 1990 - 2019 гг. представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Повторяемость оттепелей по месяцам в районе г. Ульяновска за периоды: с 1959 - 1989 гг. и 1990 - 2019 гг.

период, годы	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
1959-1989	4	68	35	9	12	32	4
1990-2019	1	30	34	26	30	46	2

Анализ полученных результатов (табл. 3.3) показывает, что наблюдается тенденция к сокращению оттепелей в первые месяцы зимы (октябрь, ноябрь) в период с 1990 г. по 2019 г. по сравнению с первым тридцатилетием (1959 – 1989 г. г.), В то время, как значительно возрастает количество оттепелей во второй половине зимы, с января по март. Причем, следует отметить существенное увеличение их повторяемости в январе и феврале – на 17 и 18 случаев соответственно.

Также проведен анализ повторяемости оттепелей в г. Ульяновске по тридцатилетиям с 1959 по 2019 гг. в зависимости от их продолжительности, то есть с учетом количества дней с устойчивым повышением температуры воздуха до положительных значений в зимний период. Они были разделены на единичные – длительностью в один день, и длительные – длительностью 2 дня и более (таблица 3.4, рисунок 3.9)

Таблица 3.4 - Повторяемость случаев единичных и длительных оттепелей в г. Ульяновске с 1959 по 2019 гг. по тридцатилетиям

период, годы	единичные	длительные
1959-1989	94	70
1990-2019	91	78

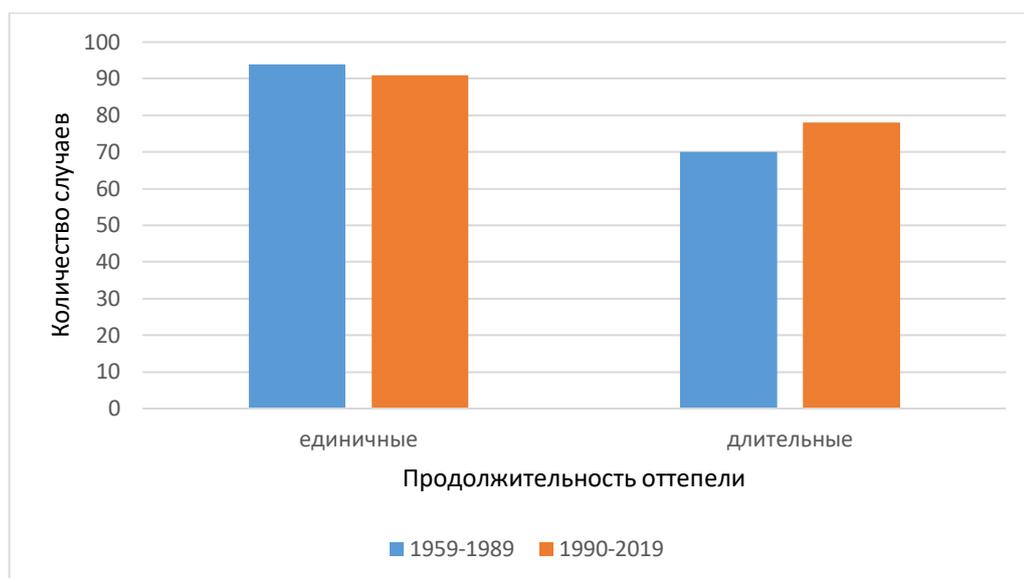


Рисунок 3.8 - Повторяемость единичных и длительных оттепелей в г. Ульяновск за период с 1959 по 1989 гг. и с 1990 по 2019 гг.

Сопоставление полученных данных по повторяемости единичных и длительных оттепелей за указанный период показывает незначительное уменьшение числа единичных оттепелей за последние 30 лет с 94 до 91 случая, и увеличение длительных оттепелей с 70 до 78 случаев.

Во второй половине зимы (январь, февраль) продолжительность длительных оттепелей не превышала 5 дней, а их температура не поднималась выше 3,2°C.

Следует отметить, что по сравнению с другими регионами [30,31] город Ульяновск является благоприятной зоной с точки зрения перезимовки садово-парковых растений, так как наблюдается незначительное число длительных оттепелей во второй половине зимы и с резкими перепадами после окончания возврата тепла.

3.4 Анализ синоптических ситуаций, формирующих длительные оттепели в районе Ульяновска

На следующем этапе работы над бакалаврским проектом были проанализированы синоптические процессы, формирующие опасные для агрокомплекса региона длительные оттепели во второй половине зимы. Период до начала возврата тепла, сама оттепель и дни с последующим понижением температуры были сопоставлены с картами барической топографии данных реанализа модели GFS (Archiv der NOAA-CR20 und NCEP Reanalysis) за период с 1959 года по 2019.

Типовой синоптической ситуацией для длительной оттепели во второй половине зимы чаще всего соответствует зона высоких барических градиентов над Ульяновском (рисунок 3.9).

Пункт исследования находится на границе двух барических образований: циклоном над Северо-Западом России или многоцентровой депрессии над Северо-Западом РФ и Арктикой и западной периферией Азиатского антициклона.

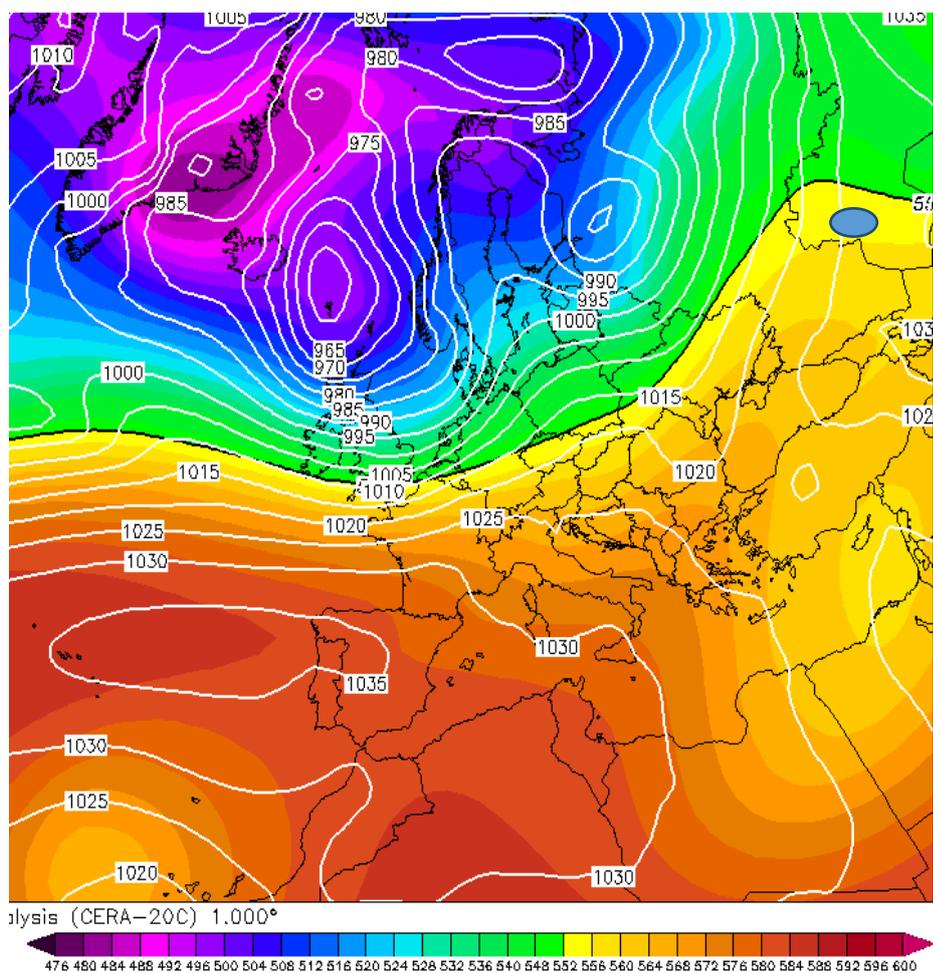


Рисунок 3.9 - Синоптическая ситуация, характерная для длительной оттепели (АТ500+приземная)

Особенности конфигурация изобар над Ульяновском приводит к продвижению воздушных масс с Черного или Каспийского моря. Интересно, что планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) в период длительной оттепели находится выше своего климатического положения, характерного для зимнего периода более чем на 500 км. Над областью исследования на высоте 5,5 км циркулирует тропический воздух. На карте АТ850, представленной на рисунке 3.10, в области исследования отмечается гребень тепла, который связан в большей степени с западной периферией Азиатского антициклона.

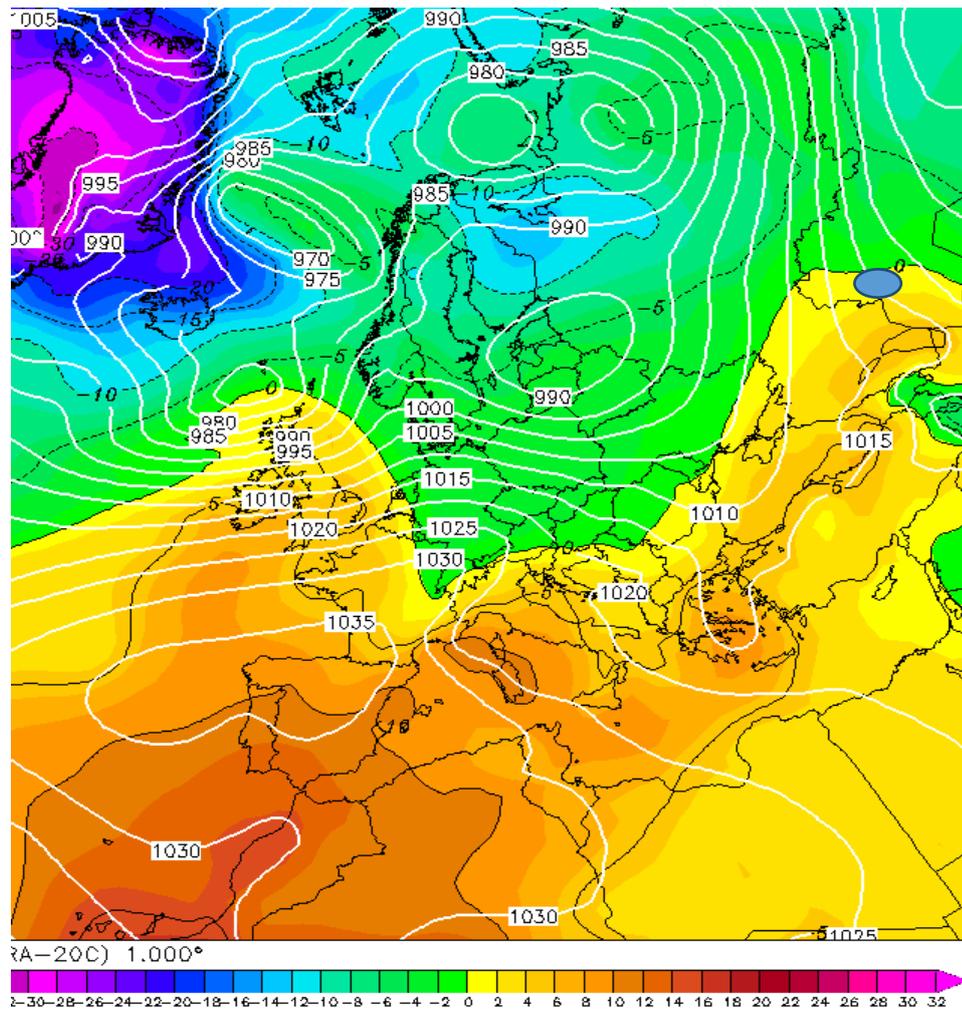


Рисунок 3.10 - Синоптическая ситуация, характерная для длительной оттепели (АТ850)

При выходе из этой ситуации резкое понижение температуры воздуха, представленное на карте температуры воздуха на высоте 2 м, связано с очагом холода от Азиатского антициклона.

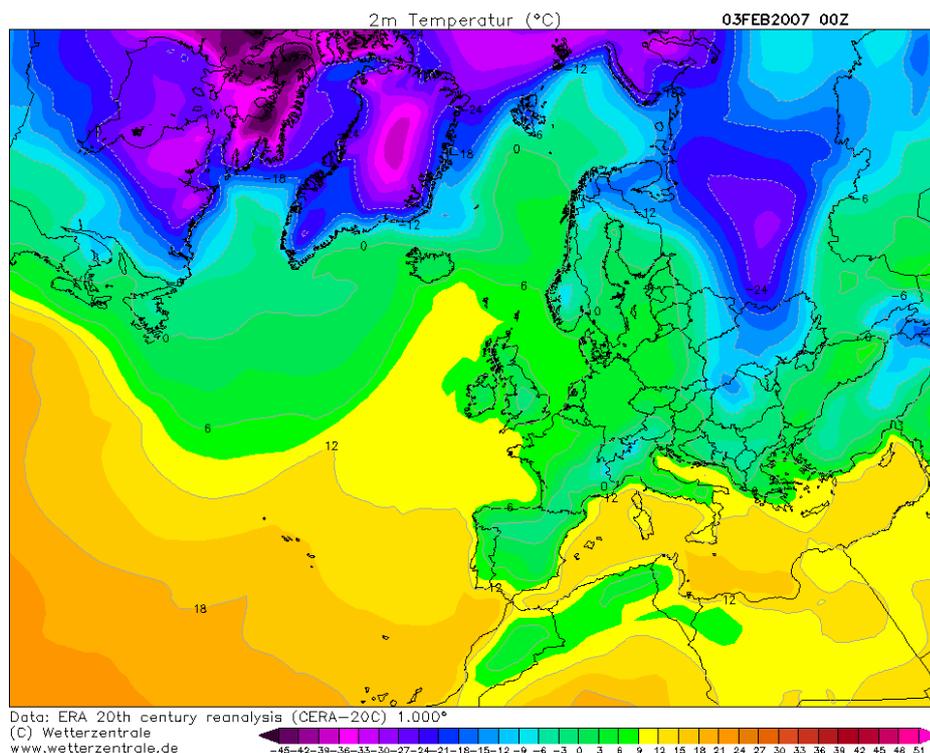


Рисунок 3.11 - Синоптическая ситуация, характерная для длительной оттепели (температура на высоте 2 м)

При этом на территорию г. Ульяновска поступают воздушные массы из области холода над Уралом, вызывающие понижение температуры.

В результате анализа длительных оттепелей в г. Ульяновске выявлена характерная синоптическая ситуация. Область исследования находится в высокоградиентном поле меридионально направленных изобар между глубоким циклоном над северо-западом России и западной периферией Азиатского антициклона. В некоторых случаях г. Ульяновск находится под влиянием западной периферии Азиатского антициклона.

Незначительное число оттепелей в г. Ульяновске связано с зоной влияния Азиатского антициклона и действием очагов холода, связанных с ним.

3.5 Особенности летнего климатического сезона в г. Ульяновске

В соответствии с поставленными целями в рамках выполнения данной выпускной квалификационной работы были изучены особенности летних климатических сезонов в г. Ульяновске за временной период с 1959 г. по 2019 г.. Для того, чтобы точнее установить изменения границ и продолжительности зимнего климатического периода в г. Ульяновске были рассчитаны даты его начала (окончания), так как эти изменения связаны именно с этими датами. Поэтому нами были рассчитаны границы летних сезонов, а также их продолжительность и средняя температура по методу В.А. Хаустова. Причем за границы летнего сезона были приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха в районе города Ульяновска через 15°C в сторону повышения (начало лета) и через 15°C в сторону понижения (конец лета). На рис.3.11 представлен график изменения границ начала летнего сезона в городе Ульяновске за период с 1974 г. по 2004 г. Для осреднения полученной информации по продолжительности летнего климатического сезона был применён метод линейного скользящего осреднения с окном 30 лет.

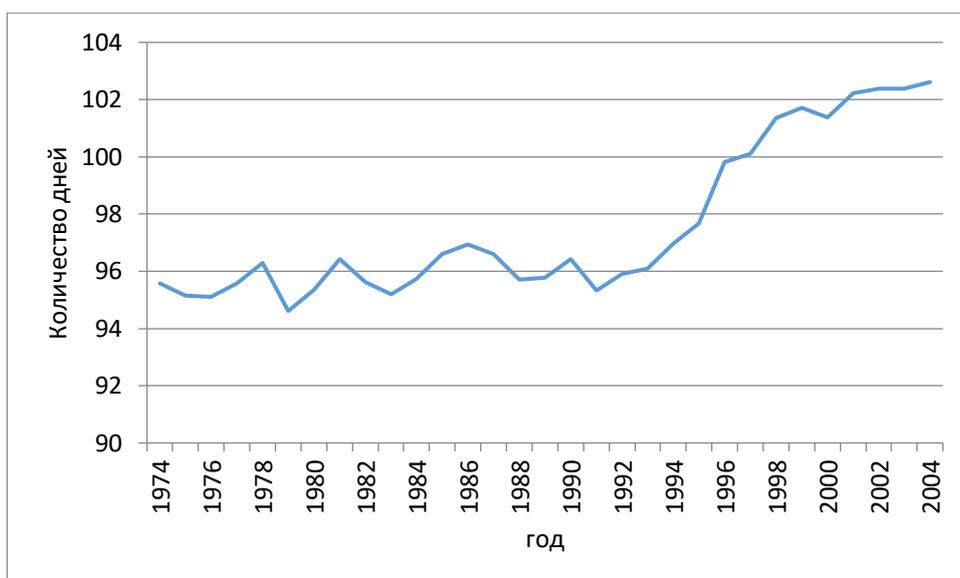


Рисунок 3.12 - Продолжительность летнего климатического сезона.

Скользящее среднее (30 лет)

Анализ полученных данных (рисунок 3.12) показывает, что начиная с летнего сезона 1974 г. до 1991 г. его продолжительность существенно не меняется, колеблясь в пределах 95-97 дней. В то время как начиная с 1991г. до 2004 г. она резко возрастает. В таблице 3.5 представлены результаты расчета границ наступления (окончания) метеорологического лета на территории Ульяновска.

Таблица 3.5 - Осредненные даты начала и окончания летнего сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г. (скользящее осреднение 30 лет)

период (годы)	начало лета	окончание лета	продолжительность лета
1959-1989	28 мая	31 августа	96
1990-2019	24 мая	3 сентября	103

Как видно из представленных данных продолжительность летнего климатического сезона за период с 1959 г. по 2019 год в этом регионе увеличилась на 7 дней. Причем, это увеличение вызвано смещением как

начала летнего сезона на более ранние сроки (4 дня), так и его окончания на более поздние сроки (3 дня).

Наряду с определением границ и продолжительности летнего климатического сезона в г. Ульяновске, нами был проведен анализ его термического режима за указанный период с целью выявления возможных изменения средней температуры воздуха. Для проведения расчетов был использован архив данных среднесуточных температур воздуха с 1959 по 2019 гг. за летние климатические сезоны. Для выделения была использована методика В. А. Хаустова, которая позволяет рассчитать даты устойчивого перехода значений температур воздуха выше и ниже 15°C , благодаря использованию в методе накоплению суммированных среднесуточных температур. Результаты проведенных расчетов, осредненные со скользящим осреднение 30 лет, представлены на графике (рисунок 3.13).

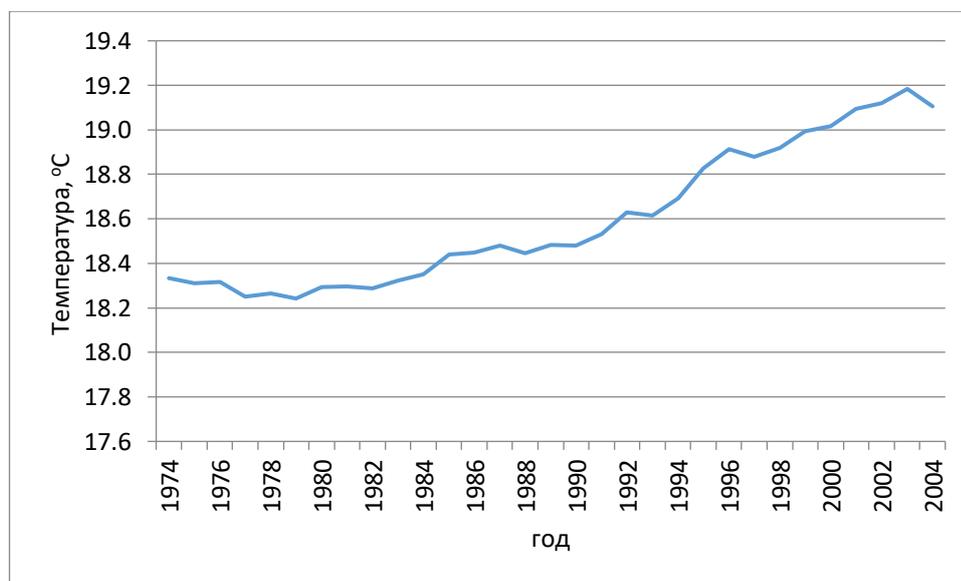


Рисунок 3.13 - Средняя температура воздуха летнего климатического сезона в г. Ульяновск. Скользящее среднее (30 лет)

Как видно из приведенных данных наблюдается устойчивая тенденция к повышению средней температуры воздуха в Ульяновске, возрастающая на протяжении всего рассматриваемого периода, с редкими отклонениями в

сторону понижения в конце 70-х, начале и конце 80-х. Этот вывод подтверждают результаты расчетов среднелетних температур, представленные в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Осредненные по 30-летиям даты начала и конца, средней температуры летнего сезона в г. Ульяновске за период с 1959 г. по 2019 г.

период, годы	начало летнего сезона	окончание летнего сезона	средняя t °С
1959-1989	28 мая	31 августа	18,3±1,2
1990-2019	24 мая	3 сентября	19,1±1,3

Как видно из приведённой выше таблицы средняя температура воздуха во втором исследуемом периоде повысилась на 0,8°С по сравнению с первым.

В результате анализа летнего климатического сезона в г. Ульяновске можно заключить, что средняя за лето температура воздуха повышается. Продолжительность летнего климатического сезона увеличивается с начала 90-х годов прошлого века. В общем количество летних дней возросло на неделю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследования определены границы зимнего климатического сезона на территории г. Ульяновск за период с 1959 по 2019 гг. Показано, что за этот период зимний климатический сезон в этом регионе сокращается со 155 до 142 дней. Причем, данный процесс связан как со сдвигом осенней границы начала зимнего сезона на 9 дней, так и его весенней границы на 4 дня. Средняя продолжительность зимнего сезона составила 148 дней за весь период исследования..

За весь рассматриваемый период средняя зимняя температура воздуха в г. Ульяновске составила $-8,1^{\circ}\text{C}$. При этом выявлена тенденция к повышению средней температуры зим на $1,1^{\circ}\text{C}$.

Был проведен расчет и анализ оттепелей в городе Ульяновск в период с 1959 по 2019 гг. Всего за весь период зарегистрировано 333 оттепели. Выявлена тенденция к сокращению оттепелей в начале зимы (октябрь, ноябрь) и увеличение их повторяемости в январе и феврале, начиная с 1990 г. Наблюдается незначительное уменьшение числа единичных оттепелей и рост числа длительных.

Было выявлено незначительное число длительных оттепелей во второй половине зимы, сопровождающееся резким понижением среднесуточной температуры воздуха после, что можно считать благоприятным фактором для агрокомплекса района с точки зрения перезимовки садово - парковых растений.

Типовой синоптической ситуации для длительной оттепели во второй половине зимы чаще является зона высоких барических градиентов над Ульяновском, которая формируется циклоном над Северо-Западом России или многоцентровой депрессией над Северо-Западом РФ и Арктикой и

западной периферией Азиатского антициклона. В сторону Ульяновска продвигаются воздушные массы с Черного или Каспийского морей.

Также был изучен летний климатический сезон. Показано, что его продолжительность с 1990-2019 г. г. за счёт смещения дат начала и окончания увеличилась на 7 дней по сравнению с периодом с 1959-1989 гг..

Средняя температура летнего климатического сезона составила 18,7 °С. Выявлено повышение средней температуры воздуха летнего климатического на 0,8 °С за период с 1990 г. по 2019г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мельниченко, А.Н. Краткий физико-географический очерк Среднего Поволжья. Животный мир Среднего Поволжья / А.Н. Мельниченко. – Куйбышев: ОГИЗ, 1941. – С. 5–13 (электронный ресурс <https://lib2.znate.ru/docs/index-306053.html>)
2. Мильков, Ф.Н. Среднее Поволжье: Физико-географическое описание / Ф.Н. Мильков. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 262 с.
3. Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К. М. Шанталинский, Э.П. Наумов, Ю. Г. Хабутдинов. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. - Казань. Центр инновационных технологий. 2011.-295 с.
4. http://www.stokart.ru/index/russia/rusmap/rusmap_376.html
5. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 751 с.
6. Колобов Н.В. Климат Среднего Поволжья. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. – 252 с.
7. Климат Казани / Под ред. Н. В. Колобова, Ц. А. Швер, Э. П. Наумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 187 с.
8. Климат Татарской АССР / Под ред. Н. В. Колобова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1983. – 160 с.
9. Переведенцев Ю.П., Николаев А.А. Климатические ресурсы солнечной радиации и ветра на территории Среднего Поволжья и возможности их использования в энергетике. – Казань: Отечество, 2002. – 120 с.
10. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 778с.
11. <http://els.ulspu.ru/Files/!ELS/disc/osob-ohran-pri-ter/data/intro.htm>

12. https://studexpo.ru/1164148/geografiya/meteorologicheskie_nablyudeniya_i_issledovaniya_simbirske_ulyanovske_stoletiyah
13. Раков Н.С. Аборигенная фракция современной флоры города Ульяновска и его окрестностей. – Самара: Известия Самарского научного центра РАН, 2011. Т. 13, № 5, - с.88-100.
14. <http://els.ulspu.ru/Files/!ELS/disc/osob-ohran-pri-ter/data/intro.htm>
15. https://wiki2.org/ru/Климат_Ульяновска#Ветры
16. Ю.Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский, А.А. Николаев Учение об атмосфере. : Казанский Государственный Университет 2010 с.7-8
17. Переведенцев, Ю.П. Теория климата [Текст] / Ю.П. Переведенцев. – Казань: Казан. гос. ун-т. – 2009. – 504 с.
18. Савцова, Т.М. Общее землеведение [Текст] / Т.М. Савцова. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М. – 2003. – 413 с.
19. Н. А. Дашко Курс лекций по синоптической метеорологии. Часть 1 Владивосток: ДВГУ. 2005. - с.57-64
20. Л.Т.Матвеев, Теория общей циркуляции атмосферы и климата земли. Л: Гидрометеиздат – 1991– 291с.
21. Погосян, Х.П. Общая циркуляция атмосферы [Текст] / Х.П. Погосян – Л. – 1972. – 394 с.
22. Г.Р. Хайруллина, Н.М. Астафьева Элементы общей циркуляции и распределение влагозапаса атмосферы Земли. Москва: РАН. – 2008. – 64 с.
23. Дмитриева, В.Т. Атмосфера и климат. Понятийно-терминологический словарь [Текст] / В.Т. Дмитриева. – М. – 2011. – 150 с.
24. Хромов, С.П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология: Учебник [Текст] / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – Москва: МГУ. – 2006. – 583 с.
25. Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. – М.: Триада, лтд, 2013 – 127 с.

26. И.С. Манжулей, Л.А. Куликова Северо - атлантическое колебание и долгосрочный прогноз осадков по европейской территории России // Ученые записки РГГМУ, 2016, № 43, с. 148-153
27. Н.Н. Завалишин, Исследовать изменчивость Сибирского антициклона как одного из звеньев общей циркуляции атмосферы Северного полушария. Отчет о научно-исследовательской работе. Новосибирск: СибНИГМ – 2011. – 121с.
28. Л.И. Мезенцева, Гидрометеорологическое обеспечение судовождения Погодные условия в циклонах и антициклонах // Учебное пособие, Владивосток, 2014, 49 с.
29. <https://meteoinfo.ru/glossary/6249-2012-11-21-17-52-19>
30. Ефимова Ю.В., Лыскова С.А., Дробжева Я.В., Анискина О.Г., Лаврова И.В. Режим оттепелей на европейской территории России, как неблагоприятный фактор для перезимовки плодовых культур за период с 1960 по 2016 гг. // В сборнике: Агрометеорология XXI века. 2019. с. 58-64.
31. Лыскова С.А., Ефимова Ю.В., Восканян К.Л. Анализ режима оттепелей в Саранске за период с 1960 по 2016 гг. // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2018. № 590. С. 199-208.