



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 Изменение климата	6
1.1 Особенности атмосферы Земли	6
1.2 Общие сведения об изменении климата	8
1.3 Глобальные доисторические изменения природной среды	10
1.4 Изменение метеорологических параметров в последнее десятилетие	11
1.5 Гипотезы причины изменения природной среды	14
2 Особенности природной среды в районе города Сочи и города Феодосии	20
2.1 Физико-географическое положение города Сочи	20
2.2 Долгосрочные особенности погодных условий города Сочи	23
2.3 Особенности природных и погодных условий города Феодосии	28
2.4 Долгосрочные особенности погодных условий города Феодосии	29
3 Анализ климатических особенностей города Сочи и Феодосии	31
3.1 Постановка цели и задач	31
3.2 Особенности природной среды в районе города Анапа	32
3.3 Анализ границ и продолжительности теплого времени года в районе города Сочи, Анапа, Феодосия	34
3.4 Анализ температурного режима города Сочи	37

	Стр.
3.5 Анализ границ и продолжительности сезонов года в города Феодосии	39
3.6 Анализ температурного режима города Феодосии	42
3.7 Синоптические особенности летнего периода в городе Сочи	44
3.8 Сравнительная характеристика теплого полугодия	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

## ВВЕДЕНИЕ

Задачей бакалаврского плана представляется анализ температурного строя мегаполисов Сочи, Феодосии, Анапы за момент с 1980 до 2020 гг. в теплое полугодие, а также сравнительная оценка определенных климатических характеристик этих городов.

Так как в последнее время планировать туристический отдых в этих мегаполисах стало все большее количество людей из-за улучшения качества жизни в городе Сочи и недавнего «присоединения» Крыма, то значительность работы говорит сама за себя.

Новшество бакалаврского проекта заключается в исследовании климатических данных г. Феодосии и сравнительной характеристики двух базовых климатических периодов в г. Сочи, г. Анапе и г. Феодосии, порекомендованных Всемирной Метеорологической Организацией в качестве климатической нормы, заключительный базовый период (с 1981 до 2010 гг.) введен в 2015 году, как «текущая климатическая норма», «старый» базовый период (с 1961 по 1990 гг.) оставлен для оценки долговременного изменения климата.

Границами климатических сезонов в настоящем исследовании приняты не календарные даты, а устойчивые переходы температуры воздуха через назначенные значения.

Для достижения установленной цели планировалось обнаружить периоды начала, конца и длительности теплых сезонов года в обоих городах. Проанализировать термический режим назначенных климатических сезонов. Оценить факторы, действующие на экстремально высокие температуры туристического сезона в районах города Сочи и, соответственно, соотнести полученные результаты в рассматриваемых городах.

В первой главе бакалаврского проекта рассматриваются многолетние изменения синоптических параметров в широком понимании, ключевые

специфики атмосферы и климата Земли, затрагиваются вопросы доисторических изменений. В общих чертах исследуются тенденции природных условий в последнее десятилетие.

Во второй главе дипломного исследования рассмотрены климатические специфики исследуемых участков – города Сочи, Анапы и Феодосии. Дано глубокое представление физико-географического расположения города Сочи, Анапы и Феодосии, а также основательно изложено о климате на Черноморском побережье.

В третьей главе бакалаврского проекта дан анализ температурного режима в районе города Сочи, Феодосии и Анапы в период с 1980 по 2020 гг. Также презентована технология расчёта рубежей климатических сезонов. Разбираются длительность и границы теплого времени года в районе города Сочи, Анапы и Феодосия, представляется анализ средних температур теплого климатического сезона. Для более детализированного разбора рассматривается отдельно каждый сезон теплого полугодия в районе города Сочи, Анапы и Феодосии

Прогнозируемые итоги позволят поставить условия, благосклонные для формирования туристических потоков в каждый из рассмотренных городов. Планируется дать рекомендации по началу и окончанию туристического сезона в городе Сочи, Анапе и в городе Феодосии.

Ожидаемые результаты позволят оценить условия, благоприятные для формирования туристических потоков в каждый из рассмотренных городов. Предполагается дать рекомендации по началу и окончанию туристического сезона в городе Сочи, Анапе и в городе Феодосии.

## 1 Изменение климата

### 1.1 Особенности атмосферы Земли

Атмосфера — это газовая оболочка Земли. Масса атмосферы постоянна и до определенной высоты располагается в хорошо перемешанном состоянии с практически неизменным составом. Атмосфера является одним из самых переменчивых компонентов, находящимся вокруг природной среды. Состояние атмосферы Земли обуславливается множеством физических свойств и процессов, химическим составом, синоптическими и климатологическими характеристиками, процессами взаимодействия с внешними условиями и антропогенным воздействием.

Атмосферу делят на слои, которые различаются друг от друга своими характеристиками: тропосфера, стратосфера, (между ними переходный слой-тропопауза); мезосфера, отделяемая от стратосферы стратопаузой; ионосфера и термосфера, отделяемая от мезосферы мезопаузой. Кроме этого, атмосферу также разделяют на нижнюю атмосферу (тропосфера и тропопауза), среднюю атмосферу (от стратосферы до мезопаузы) и верхнюю атмосферу.

Тропосфера расстилается от поверхности Земли до определенных высот, в зависимости от географического положения. Температура в ней уменьшается с высотой с вертикальным градиентом в среднем  $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 1 км. Лишь после мезопаузы температура начинает подниматься. Именно в тропосфере происходят ключевые фазовые переходы влаги, формируются облака и осадки. Здесь же появляются крупномасштабные вихри, такие как циклоны и антициклоны, также возникает непрерывный круговорот воды (то есть испарение, после - конденсация пара, затем формирование осадков и наконец, создание поверхностного стока рек и подземного стока).

Под погодой понимают - физическое состояние атмосферы в обусловленный момент времени в представленной точке, которое определяется совокупностью метеорологических величин и атмосферными величинами. В свою очередь, климат определяется, как статистические свойства климатической системы за длительный период времени. Локальный климат, то есть тот же климат, но только на фиксированном участке, обуславливается различными факторами, такими как: широта места, распределение моря и суши, расположение места по отношению к океану, а также по его положению в системе общей циркуляции атмосферы, не стоит забывать про крупномасштабную специфику рельефа, снежный и растительный покров, морские льды, а также океанические течения. Географически обусловленные климаты на крупных территориях, таких как континенты, материки и вообще вся Земля в целом, складываются из системы локальных климатов.

Теплооборот, атмосферная циркуляция и влагооборот выступают тремя «китами» в вопросах формирования погоды и климата.

Неравномерное распределение тепла в атмосфере приводит к столь же различному распределению атмосферного давления, от которого зависят воздушные течения. Много параметров должно между собой сойтись, чтобы получилось закономерное для всех точек пространства распределение на Земле основных барических центров (то есть центров повышенного и пониженного давления) и равномерной перемены давления по сезонам года. Именно так и складывается закономерная система крупномасштабных воздушных течений на Земле, которая носит наименование - общая циркуляция атмосферы, она является одной из основных особенностей атмосферы Земли и ее незаменимым «спутником».

Немаловажную роль наряду с переменами физических особенностей атмосферы, играют и антропогенные изменения ее газового состояния. Это случается потому, что в наше время роль человека обладает безгранично

сильным влиянием в данной области науки, нежели чем в предыдущие года, что вдобавок приводит к ряду геоэкологических проблем мирового масштаба, таких как: «нашумевшее» антропогенное изменение климата и его последствия, точечное загрязнение атмосферы и, безусловно, нарушение естественного состояния озонового слоя и кислотные осадки.

На рубеже двух тысячелетий было отмечено усиление влияния стихийных бедствий на жизнь и хозяйственную работу человека. Сведения в средствах массовой информации о таких явлениях, как разрушительные землетрясения, катастрофические наводнения и тропические штормы, вулканические извержения и множество других все чаще появляются в новостях. Особо значимые вопросы заключаются в связи с этим в выявлении причин схожей ситуации, в частности, того, появляются ли природные стихийные явления чаще, чем ранее, и имеют ли они антропогенную природу.

## 1.2 Общие сведения об изменении климата

По истечении двадцатого века благодаря множеству научных исследований мы имеем довольно немало свидетельств изменений климата глобального и регионального характера.

Следовательно неудивительно, что именно в последние годы, проблема антропогенных изменений климата стала привлекать всё больше и больше внимание. Был достигнут внушительный прогресс в изучении изменений климата, в том числе в выявлении обстоятельств происходящих изменений, а также в принятии мер по предотвращению дальнейшего скорого изменения климата.

Заметные изменения в климате, например, глобальное потепление температуры от 0.5 до 0.7 °С, были установлены с конца 19 века. Такие же перемены в области температуры были выявлены и для морской поверхности. Вследствие потепления средний уровень моря поднялся на 10 – 20 см, что

превышает почти в 10 раз среднее значение за прошедшие 3000 лет. Вдобавок из-за потепления протяженность морского льда в северном полушарии уменьшилась от 10 до 15 % с 1950 года. За прошедшие 10 лет снизилась продолжительность существования ледяного покрова на озерах и реках ориентировочно на две недели. Многократно ученые волновались из-за уменьшения льдов в Арктике. За последние 50 лет почти на 40 % сократилась толщина льда в Северном Ледовитом океане, отслеживалось также обширное отступление горных ледников в неполярных регионах на протяжении последних 150 лет.

Подобное изменение климата не является постоянным ни по времени, ни по пространству. По всему земному шару замечается более сильное потепление в центральных частях континентов, по сравнению с средним. В высоких и умеренных широтах отмечаются разнонаправленные тенденции изменения, неустойчивые по времени. В последние 30 лет имел место ряд исключительно экстремальных погодных и климатических явлений, таких как паводки, тропические циклоны и засухи, которые отслеживались в различных частях земного шара, некоторые даже не свойственные для тех мест, в которых они случились. В глобальном масштабе за последние 10 лет число гидрометеорологических бедствий, к несчастью, увеличилось в два раза. По всей планете неоднократные засухи и опустынивание серьезно угрожали судьбам свыше одного миллиарда человек, жизнь которых в значительной степени зависит именно от землепользования, из-за чего могли быть «подорваны» многие сферы хозяйства, экономики, и это, не говоря также о материальном ущербе. Такое известное явление, как Эль-Ниньо с 1997 по 1998 гг. было самым сильным за последний век и, по оценке экспертов, нанесло ущерб для глобальной экономики в размере примерно 100 миллиардов долларов Соединенных Штатов Америки.

Изменение флоры и фауны, можно полагать, служит наиболее ярким подтверждением глобального потепления. К примеру, растения стали

встречаться в Альпах на большей высоте, птицы начали откладывать яйца в более ранний весенний период, вследствие чего число особей этих птиц сократилось вдвое по сравнению с данными 1980 года, тогда как число водоплавающих птиц определенное увеличилось, а бабочки перемещаются дальше на север. В некоторых частях северного полушария, например, увеличился вегетационный период приблизительно на 11 дней с начала 1960 года. Данные изменения в вегетационном периоде связаны с более мягкими зимами, которые стали частью общего режима глобального потепления.

### 1.3 Глобальные доисторические изменения природной среды

За все свое существование Земля чего только не «пережила»: метеоритные дожди, астероидные атаки, смена рельефа, движение материков и многое другое. Но не смотря на все эти, казалось бы, невероятные вещи средняя температура Земли никогда не изменялась ниже  $8^{\circ}\text{C}$  и выше  $10^{\circ}\text{C}$  от современной. Таким образом, можем сказать, что колебания средней глобальной температуры были сосредоточены в достаточно небольшом диапазоне, что можно увидеть на рисунке 1.1.

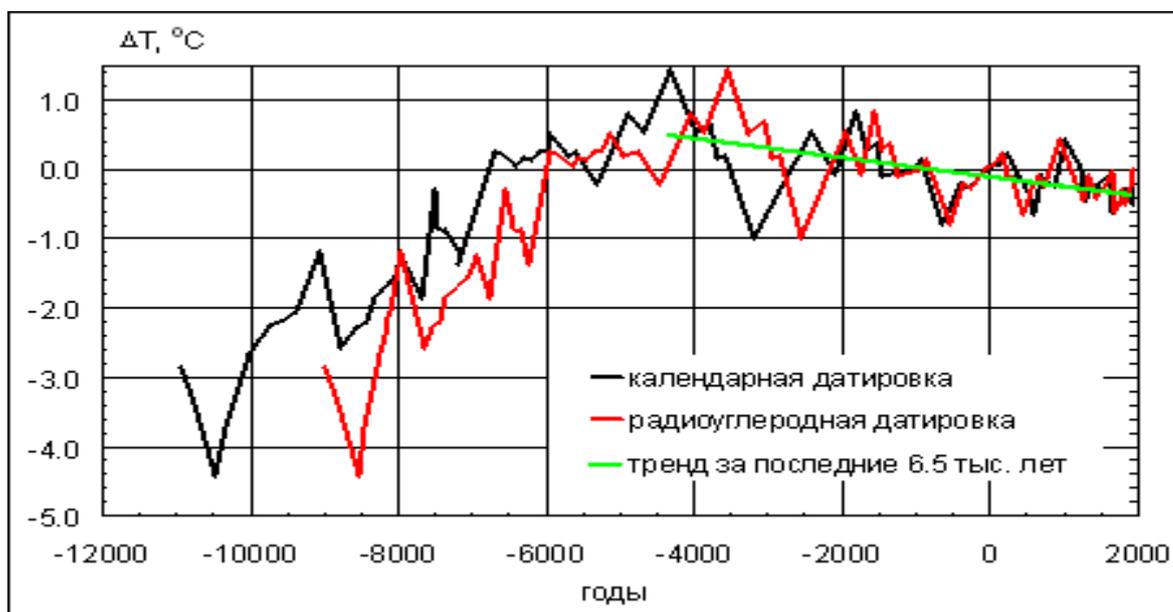


Рисунок 1.1 – Изменение средней глобальной температуры земной поверхности от окончания ледникового периода до наших дней

На рисунке 1.1 по горизонтальной оси находится время, по вертикальной – средняя глобальная температура земной поверхности (отсчитано от средненормальной до середины двадцатого века). На рисунке 1.1 отмечено время от окончания ледникового периода до наших дней. График наглядно показывает, что все изменения температуры сосредоточены в довольно маленьком диапазоне, даже не смотря на то, что произошла смена ледниковой эпохи на современную.

Сейчас мы живем в геологическом периоде, именуемым голоценом. По возрасту ему приблизительно 10 тысяч лет, прошедших с момента окончания последнего ледникового периода. За это время произошло, по сути, несколько крупнейших климатических событий, первым из которых был выход из ледникового периода. Во время ледникового периода над Европой лежал ледовый щит, который состоял из такого же объема льда, как современная Антарктида, центр же ледового щита располагался над Скандинавией, на долю Москвы, например, приходилось 400 метров льда. Второй такой же щит располагался над Северной Америкой.

Эти ледовые щиты состояли из такого невозможно большого количества воды, что уровень Мирового океана был в то время на 120 метров ниже современного. Исходя из этого можно полагать, что все континенты, кроме Антарктиды, соединялись друг с другом. Вследствие этого становится понятно, что послужило причиной заселения Австралии и Америки. К тому же, сейчас уже определенно доказано, что заселение Америки происходило через так называемый Берингов мост.

#### 1.4 Изменение метеорологических параметров в последнее десятилетие

За последние десять лет многие средние месячные климатические характеристики ряда метеорологических величин потерпели существенные перемены. На подавляющей части территории России имеет место уменьшение годового количества суммарной и прямой радиации: суммарной в среднем от 1 до 2 %, а прямой от 6 до 10 % за 10 лет. В европейской части России на отдельных станциях отмечается максимальное снижение годовых сумм радиации, достигающее 7 %.

Максимальный рост годового общего числа суммарной радиации произошел на побережье и островах Северного Ледовитого океана, в большинстве своем в районе Восточно-Сибирского и Чукотского морей, где он составил 5 % за 10 лет.

Рассматриваемый десятилетний период характеризуется потеплением в зимние месяцы во всех районах России, помимо Кольского полуострова, северного побережья европейской части России, где в январе и декабре замечается понижение средней месячной температуры от 1.0 до 1.5 °С. В азиатской части России отличается Владивосток, наблюдается понижение температуры воздуха в течение всего года, а в особенности в летний период.

Общее число осадков за месяц на большей части территории потерпело изменения - как уменьшение, так и увеличение не более чем на 10 %. Очаги уменьшения месячного количества осадков более чем на 10 % в отдельные месяцы, чаще в осенние (октябрь), весенние (апрель – май) и зимние (февраль), находятся на Северо-Западе и северном побережье европейской части России (где максимальные различия достигали от 10 до 15 мм) и на территории Красноярского края (от 25 до 35 мм). В этих районах меньше стало и количество дней с осадками, превышающими 1.0 мм, но это уменьшение, как правило, не составляет более 10 % от числа дней месяца,

лишь на севере европейской части России, в Западной Сибири, Краснодарском крае и Магаданской области оно уменьшилось от 3 до 6 дней.

Почти не изменялась влажность воздуха. Изменение парциального давления водяного пара ни на какой местности России не превышало 10 % от самих значений. Отслеживались как положительные (от 0.1 до 1.1 гПа), так и незначительные отрицательные (от -0.1 до -0.7 гПа) разности средних месячных значений парциального давления как на одной и той же станции в разные месяцы, так и на разных станциях в одном и том же месяце.

Еще меньше поменялись показатели атмосферного давления. Разница среднего месячного давления за последние десять лет по сравнению с предшествующим периодом нигде не превысила 0.5 % от самого значения.

Скорость ветра в период с 1981 по 1990 гг. в отличие от скорости ветра в предыдущий период повсеместно пошла на понижение. В каких-то случаях это уменьшение достигает 40 % и даже больше. Хотя при сравнительно маленькой средней месячной скорости уменьшение скорости ветра в абсолютных единицах не выглядит таким большим, потому как составляет не более 1.5 м/с.

В центральной полосе европейской части России уменьшение скорости ветра было в летние месяцы немного больше (в Волгограде – от 0.8 до 0.9 м/с, в Москве — от 0.7 до 0.8 м/с), а зимой скорость уменьшилась несколько меньше (в Волгограде и Москве — на 0.6 м/с). Только в декабре в столице России - Москве уменьшение скорости ветра превысило показатели летнего — на 0.9 м/с.

На юге европейской части России скорость ветра исключительно сильно уменьшилась в зимний период (в Сочи в декабре на 1.5 м/с. В январе — феврале — от 1.2 до 1.3 м/с), в то время как в летние и осенние месяцы уменьшение составило от 0.3 до 0.5 м/с.

В континентальных районах азиатской части России скорость ветра вообще уменьшилась ненамного, как показало, от 0.2 до 0.3 м/с, за

исключением единичных летних месяцев. Например, в июне в Омске разность скорости ветра в последнее десятилетие и за весь период составила 0.8 м/с. В прибрежных районах, на Камчатке, где скорость ветра значительно больше, чем внутри континента, ее уменьшение также больше, во многих местах в холодную половину года превышает даже 1.5 м/с, приближаясь к 2 м/с. Летом значения скорости уменьшились, как правило, не более чем на 1 м/с.

### 1.5 Гипотезы причины изменения природной среды

Нынешнее потепление у поверхности земли не малое количество экспертов и ученых считают антропогенными и объединяют его с увеличением содержания парниковых газов в атмосфере вследствие деятельности человека. Безусловно важно помнить, что содержание в атмосфере водяного пара, углекислого газа и метана приводит к формированию парникового эффекта. Если бы водяного пара не было температура на нашей планете была бы почти на 25 °С ниже, а если бы отсутствовал углекислый газ — на 6 °С. Таким образом, можно полагать, что именно этим двум газам принадлежит главная роль в формировании климата Земли. Такие созданные человечеством источники загрязнения, как автомобильные выхлопы, заводские трубы и другие вместе выбрасывают в атмосферу около 22 миллиардов тонн углекислого газа и других парниковых газов в год. Около 250 миллионов тонн метана в год дают животноводство, применение удобрений, сжигание угля и другие источники. Из-за активной деятельности и развития человечества, большая часть всего этого остается в атмосфере.

С тех пор, как человек приступил к активному совершенствованию своей деятельности, концентрация углекислого газа и метана увеличились на 34 % и 160 % соответственно. Эти устрашающие числа стали самыми высокими показателями за последние 420000 лет (этим данным мы можем

уверенно доверять и не сомневаться, потому как они получены из ледников). За последние двадцатилетие три четверти всех антропогенных выбросов парниковых газов вызваны избыточным применением и переработкой нефти, угля и природного газа. Большая часть остального обусловлена переменами ландшафта, в первую очередь это выражено вырубкой лесов.

Свидетельствует этой теории то, что отмечаемое в зимний период потепление более велико, чем в летний период, в ночное время— чем в дневное, а в высоких широтах – чем средних и низких, и еще также тот факт, что быстрое нагревание слоёв тропосферы происходит на фоне не особо быстрого охлаждения слоёв стратосферы.

Модифицирование состава атмосферы на данном уровне развития промышленности является наиболее сильным фактором глобального потепления. Преимущественно ясно и полно он изучен для углекислоты. Воздействие концентрации углекислого газа обуславливается следующими свойствами: перехватом длинноволнового излучения, идущего с Земли, и уменьшением числа действенного излучения у земной поверхности. Увеличение концентрации углекислоты приводит к разогреву нижних слоев атмосферы и поверхности земли. Этот результат достигается еще быстрее с помощью некоторых обстоятельств:

а) возрастания количества водяного пара в атмосфере при увеличении температур, также перекрывающее длинноволновую радиацию;

б) отступления полярных льдов при потеплениях, из-за чего уменьшается альбедо Земли в относительно высоких широтах.

В начале двадцать первого века впервые люди начали размышлять о том, что из-за увеличивающегося числа углеводородного топлива вероятно внушительное изменение глобального климата. Первым, кто высказался об этом, оказался Аррениус. Он посчитал, что повышение углекислого газа в атмосфере происходит именно потому, что океан поглощает не весь углекислый газ, образуемый в результате хозяйственной деятельности. По его

мнению, умножение концентрации углекислого газа должно привести к повышению средней температуры нижнего слоя воздуха на 4 °С, что не особо разнится от принятой в настоящее время оценки этой величины. [6]

Особо увлекательны высказывания Аррениуса о том, что теплые климаты геологического прошлого объяснялись повышением нахождения углекислого газа в атмосфере, поэтому он считает, что современное движение его концентрации приведет к восстановлению предшествующих климатических условий. И хоть предположения о потенциале заметного увеличения массы атмосферного углекислого газа под влиянием сжигания различных видов топлива высказывались задолго до начала регулярных наблюдений за его концентрацией, этот вопрос был выяснен только в 1960 году, когда накопились первые материалы наблюдений, начатых в конце 1950 года при организации Международного геофизического года.

Эти наблюдения, как и ожидалось, показали закономерное от года к году увеличение массы углекислого газа, скорость которого была практически одинакова на станциях, которые были отдалены друг от друга на большие расстояния: Гавайские острова, Аляска, Южный полюс и другие. С 1958 по 1981 гг. концентрация углекислого газа выросла примерно на 7 %.

Другая же часть исследователей не согласна с предыдущей версией и считает, что изменение температуры скорее всего вызвано естественными климатообразующими факторами, которые можно разделить на две категории:

- а) внешние для климатической системы;
- б) внутренние для климатической системы.

Внешними факторами представляются те, которые вызывают изменения климатической системы, но появляются вне системы океан-атмосфера. Среди внешних факторов, которые оказывают воздействие на современные изменения температуры, следует выделить:

- а) вулканическую деятельность;

б) изменения солнечной постоянной.

Во время преимущественно крупных вулканических извержений в атмосферу выбрасывается большое число газообразного диоксида, который, попадая в атмосферу, преобразуется в сернокислый аэрозоль, производящий значимое влияние на радиационный баланс Земли. Колебания количества солнечной энергии, прибывающей к земле, также могут влиять на приземную температуру воздуха. Учеными предполагалось, что солнечная постоянная существенно и периодически изменялась в течение геологического времени, то есть, Солнце вело себя, как переменная звезда. Но это всего лишь слова и предположения, проверить такую гипотезу никак невозможно. Ожидалось также, что Земля в разные периоды своей жизни проходила через области мирового пространства с различным содержанием межзвездного вещества, которое, по-разному поглощая солнечную радиацию, опять-таки меняло облучение Земли.

Эксперты в третьем отчёте Межправительственной группы экспертов по изменению климата Организации Объединенных Наций заверяют, что небольшую часть изменений в температуре могут объяснить солнечная и вулканическая активность. Так, влияние парникового эффекта с 1750 года, по их оценке, в 8 раз выше влияния перемены солнечной активности.

После этого были выпущены еще работы, однако, выводы особо не претерпели изменений: «Лучшие оценки вклада солнечной активности в потепление лежат в пределах от 16 % до 36 % вклада парникового эффекта».

К внутренним факторам, вызывающим климатические вариации системы атмосфера-океан, относится такое известное явление, как Эль-Ниньо -южное колебание (колебание в системе океан-атмосфера, центр которого находится в экваториальной части Тихого океана). Вызываемые здесь изменения атмосферной и океанической циркуляции имеет влияние на циркуляцию во многих других частях света.

Ряд ученых (М.И. Будыко, К.Я.Винников и др.) считают, что примерно до 1980 года перемены климата происходили в основном за счет естественных факторов и лишь начиная с этого времени эффект влияния углекислого газа становится наиболее определенным.

Ряд ученых выдвигали весьма неоднозначные теории. К примеру, что наблюдаемое нами потепление находится в пределах естественной переменчивости климата, поэтому совсем не надо искать этому объяснение; что потепление — это результат выхода из холодного Малого ледникового периода; и что потепление наблюдается слишком непродолжительное время, поэтому нельзя достаточно уверенно сказать, есть ли оно вообще.

Важно помнить, что климат на Земле переносит изменения периодически в зависимости от процессов, которые повторяются и происходят в системе Земля — Солнце — окружающий космос. По современной классификации условно выделяют четыре группы циклов. Сверхдлинные по 150 – 300 миллионов лет связаны с самыми значительными переменами экологической обстановки на Земле. Их связывают с ритмами тектоники и вулканизма. Длинные циклы, которые связаны с ритмами вулканической деятельности, тянутся десятки миллионов лет. Короткие — сотни и тысячи лет — обусловлены изменениями параметров земной орбиты. Последняя категория условно носит название - ультракороткие. Они связаны с ритмами Солнца. Среди них есть цикл 2400 лет, 200, 90, 11 лет. Не исключено, что именно данные ритмы являются определяющими в наблюдаемом потеплении на планете.

Люди пока что не имеют возможности как-то модифицировать и влиять на эти процессы. В настоящее время, ни одна из этих альтернативных теорий не имеет заметного числа сторонников среди учёных-климатологов. Существует теория, что, по крайней мере, часть глобального потепления обусловлено местными эффектами урбанизации, поэтому необходимо

предпринимать меры по адаптации и смягчению воздействия на климат. Это поможет значительно уменьшить риски, связанные с его изменением.

В декабре 1997 года в Японии в городе Киото, в дополнение к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, был принят международный документ. Киотский протокол стал первым глобальным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночных механизмах регулирования – механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов.

По состоянию на 14 февраля 2006 года Протокол был ратифицирован 161 страной мира (совокупно ответственными за более чем 61 % общемировых выбросов). Заметным исключением из этого списка являются Соединенные Штаты Америки и Австралия, которые видимо не собираются заботиться о состоянии окружающей среды.

Страны-участники определили для себя количественные обязательства по ограничению либо сокращению выбросов на период с 1 января 2008 до 31 декабря 2012 года. Цель ограничений — снизить в этот период совокупный средний уровень выбросов 6 типов газов (углекислого, метана, гидрофторуглеводороды, перфторуглеводороды, оксида азота, фторида серы) на 5.2 % по сравнению с уровнем 1990 года.

Киотский протокол предусматривает так называемые механизмы гибкости:

а) торговлю квотами, при которой государства или отдельные хозяйствующие субъекты на его территории могут продавать или покупать квоты на выбросы парниковых газов на национальном, региональном или международном рынках;

б) проекты совместного осуществления – проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран полностью или частично за счет инвестиций другой страны;

Механизмы гибкости были разработаны на 7-й Конференции сторон Рамочной конвенции, состоявшейся в конце 2001 года в Марракеше (Марокко), и утверждены на первой Встрече сторон Киотского протокола в конце 2005 года. [7]

В заключении первой главы, можно сделать вывод о том, что к концу 20 столетия в результате многочисленных научных исследований накопилось довольно много свидетельств и доказательств изменений климата как глобального, так и регионального характера. В последние примерно 15 – 20 лет, когда проблема антропогенных изменений климата стала привлекать всеобщее внимание, достигнут особенно внушительный прогресс в изучении изменений климата, в том числе в выявлении причин происходящих изменений. Следует также уточнить, что возможно климат на Земле меняется периодически в зависимости от повторяющихся процессов, происходящих в системе Земля — Солнце — окружающий космос.

2. Особенности природной среды в районе города Сочи, города Феодосии и Анапы.

### 2.1 Физико-географическое положение города Сочи

Город Сочи находится на северо-восточном побережье Черного моря и располагается около 43 градусов северной широты (примерно посередине между Северным полюсом и экватором, что говорит о его практически уникальном местоположении).

Город Сочи является самым большим курортным городом в России, поэтому недаром приобрел неофициальное название курортная или южная «столица» России. Территория города в целом расположена вдоль побережья,

временами уходя в горные долины вплоть до Главного Кавказского хребта. Город Сочи также первый в списке самых длинных городов России. Граничит с Республикой Адыгея и Республики Абхазия. Поэтому считается важным транспортным узлом, а также имеет большую экономическую и культурную ценность не только для Черноморского побережья, но и для всей России. [8]

Несколько факторов придают городу Сочи особый «шарм» и колорит, определяя его как курорт мирового значения. Конечно же, это теплое Черное море, а также согревающий воздух зимой и сдерживающий летний зной. Затем – окружающие город горы, укрывающие Сочи от северных и восточных ветров, и, наконец, прибрежные леса, которые наполняют город, наполненным целебными витаминами воздухом. Поэтому смело можно сказать, что город Сочи рожден тремя «стихиями» –водой, землей и воздухом, что придает ему необычайную красоту и дает нам насладиться «плодами» этих стихий в одном городе.

Немалую роль в формировании климата города Сочи сыграл рельеф. Конечно же он типично горный. Так как, немалую роль в формировании климата Сочи играют горы, то поясним некоторые факты про этих «гигантов». Горы Кавказа, длиной более 1100 км, шириной до 180 км окружающие Сочи, сравнительно молодые. Они ровесники Альп, Апеннин и Пиренеев, и значительно моложе Уральских гор.

Знаменитый Большой Кавказ разделяют на три части: Западный Кавказ (от Черного моря до Эльбруса), Центральный Кавказ (от Эльбруса до Казбека) и Восточный Кавказ (от Казбека до Каспийского моря). Рельеф города, в основном, представлен рядом продольных и поперечных хребтов, с вершинами от 300 до 1000 км. Спускаясь к морю, ступенькой за ступенькой, они окружают территорию курорта с северо-востока, востока и юго-востока, благополучно защищая прибрежную полосу зимой от холодных северных и восточных ветров.

Главный Кавказский хребет с его высокими горными вершинами (2500 -3200 м над уровнем моря), холодными ледниками, отвесными скалами, глубокими ущельями и бурными реками, в районе Сочи удален от берега на 30-50 км. К морю подходят лишь его боковые ответвления и их склоны с мягкими контурами. Приморская часть побережья представляет область холмистых возвышенностей со сглаженными формами рельефа.

Черноморское побережье Кавказа расположено в пределах субтропического климатического пояса земного шара, в крайней северной его части. Проследить границу между умеренным и субтропическим поясами довольно трудно, потому что в восточной части Черного моря граница между поясами проходит прямо по цепям Главного Кавказского хребта. Таким образом, Большой Кавказ является естественным преградой, разделяющим две различные воздушные массы. К северу от него –умеренный пояс, к югу – субтропический. Горная система Большого Кавказа обостряет границу между ними, усложняя перенос холодных воздушных масс с севера на юг, в Закавказье, и тёплых с юга на север, в Предкавказье. Преграда в виде гор Большого Кавказа особенно ощутима зимой, когда окружающая территория перед горами заполняется холодными массами воздуха, приходящими с севера и северо-востока, а за горами защищено от их вторжения

Температура воздуха увеличивается, как логично будет предположить, с увеличением высоты над уровнем моря. В холодную половину года через каждые 100 м она понижается в среднем на 0.5 °С, а в теплую на 0.6 °С. Именно из-за этого в горах формируется свой особый микроклимат. Роль Кавказских гор в качестве «защитника» побережья от проникновения арктического холода зимой чрезвычайно велика. Благодаря наличию гор в отдельных случаях зимой разница температур воздуха в равнинной части Краснодарского края и на Черноморском побережье Кавказа в районе Сочи достигает 15 °С и более. При отсутствии гор она не превышала бы 5 °С.

На Черноморском побережье Кавказа выделяются следующие типы климатов: на участке от Новороссийска до Туапсе – субтропический влажный тип, от Туапсе до Адлера – субтропический средиземноморский. Причиной формирования этих двух различных типов климата является рельеф, точнее – высота гор. До Туапсе их высота не поднимается выше 1000 м, и они не являются серьезным орографическим барьером для влагонесущих потоков воздушных масс с юго-запада, после Туапсе высота гор достигает 3000 и более метров, на западных наветренных их склонах весь год выпадает большое количество осадков.

Недра Кавказских гор, конечно же, богаты различными строительными и облицовочными материалами. В горах, примыкающих к городу, имеются месторождения благородных, редких металлов и драгоценных камней. В ряде мест обнаружены различные минеральные источники.

Уникальным также является то, что Девственные Колхидские леса Западного Кавказа на территории города (Кавказский государственный биосферный заповедник) внесены в список всемирного наследия ЮНЕСКО.

Следует отметить также, что Сочи расположен на одной широте с такими фешенебельными курортами Европы, как Ницца, Канны и Монте-Карло, и после проведения Олимпиады ничем не уступает им в роскошности. Можно сказать, что сейчас Сочи один из самых благоустроенных курортов, в котором достойный отдых есть не только летом, но и в любое другое время года и в любую погоду.

Безусловно город пользовался огромной популярностью всегда, но после проведения Олимпиады пошел еще больший приток туристов во все сезоны. К слову население города в туристический сезон увеличивается в 7 раз.

## 2.2 Долгосрочные особенности погодных условий города Сочи

Еще пару сотен лет назад Сочи был местом ссылки каторжников из-за своего гиблого климата, бескрайних болот и засилия малярийных комаров, но благодаря действиям знаменитого бактериолога-маляриолога Соколова превратился в тот город, который мы знаем сейчас. Уж точно в городе на болотах и с малярийными комарами не стали бы проводить Олимпийские игры в и, вряд ли бы, сам президент Российской Федерации стал бы делать там свою летнюю резиденцию. Поэтому стоит поблагодарить Соколова за то, что он смог обнаружить в этом уникальном городе, и с его «легкой» руки началось «облагораживание» города Сочи.

Климат очень влажный, подобный сочинскому наблюдается в соседней Абхазии, а также на юго-востоке Соединенных Штатов Америки (штаты Миссисипи, Луизиана, Алабама, Джорджия). Это еще раз доказывает уникальность города Сочи.

Максимум осадков приходится на зимний период времени года, преимущественно в виде дождя, реже – снега. Зима тёплая, лето жаркое и влажное. Подобный тип климата благоприятен для культивации разного рода субтропических и умеренных культур. Поскольку Сочи расположен на северной границе субтропиков, зимой здесь даже возможны заморозки и снегопады. Еще интересным фактом является то, что Склоны гор Западного Кавказа — самое влажное место Европы. На побережье осадков весь год выпадает много, около 2000 мм, с небольшим плохо выраженным зимним максимумом. Среднегодовое количество осадков –1644 мм.

Среднегодовая температура примерно 14.2 °С. Ниже нуля столбик термометра опускается в среднем только раз в 10-15 лет. Абсолютные минимальные температуры для Сочи составляют -15 °С. Снег выпадает не ежегодно, устойчивого снежного покрова не образуется.

Климат Сочинского курортного региона нельзя четко разделить на обычные четыре сезона. Здесь принято различать только два периода:

теплый– с температурой выше 10 °С, и прохладный– с температурой ниже 10 °С.

С подъёмом в горы климат города Сочи становится более холодным и влажным, а в высокогорной зоне он приобретает черты климата зоны вечных снегов. На Северном Кавказе вторжения атлантического и арктического воздуха наблюдаются редко. Система Большого Кавказа при арктических вторжениях задерживает движение холодных воздушных масс и они, будучи не в состоянии перевалить через хребет, обтекают его с северо-запада и юго-востока.

Абсолютно ясно, что из-за удачного географического положения город Сочи–источник солнечного света и тепла в огромных количествах. Продолжительность солнечного сияния составляет 1800-2400 часов в году. Отсюда ясно, что количество ясных и полужасных дней почти в шесть раз больше, чем пасмурных, или тех дней, когда солнца вообще не видно.

Прибрежная зона (200 м над уровнем моря) характеризуется продолжительной мягкой и теплой осенью, переходящей в затяжную, прохладную и умеренно дождливую весну, довольно жарким летом. Годовая сумма тепла здесь свыше 5000 градусов.

Предгорная зона (201-600 м над уровнем моря) характеризуется более низкими температурами января (до 4 °С), более прохладным и влажным летом.

Среднегорная зона (601-1000 м над уровнем моря) отличается мягкой, снежной зимой. Лето здесь нежаркое, в отдельные годы довольно прохладное и дождливое, зима умеренно холодная. Средняя температура января – 0 °С. Климат этой зоны напоминает некоторыми чертами северную часть европейской территории России, но со значительно большим количеством осадков.

Высокогорная зона(1001-1700 м над уровнем моря). Здесь уже

продолжительная зима с устойчивым снежным покровом, достигающим иногда нескольких метров. Лето же короткое, дождливое.

Альпийская зона (1701-1800 м над уровнем моря). Лето короткое, зима с мощным снежным покровом, достигающим в отдельных местах 10-15 м. Тепла так мало, что невозможно существование древесной растительности. Это зона субальпийских и альпийских лугов, снежников и ледников. [9]

Далее климат Сочи будет рассмотрен по временам года.

На равнинах Предкавказья лето жаркое и дождей мало. Ясно, что по мере поднятия в горы возрастает облачность и количество осадков. Связано это не только с обострением активных проходящих фронтов, но и возрождением полузатухших окклюзий под влиянием повышения рельефа. Неравномерное нагревания склонов в горах служит причиной усиления термической конвекции, что также способствует возрастанию облачности и количества осадков.

Весна на Черноморском побережье начинается очень рано. Последние весенние заморозки оканчиваются уже в начале марта. В конце марта – начале апреля температура воздуха устойчиво переходит через 10 °С. Вследствие охлаждающего влияния моря весенний рост температуры воздуха на побережье относительно замедлен. Этому способствует и уменьшение притока лучистой энергии из-за наличия облачности. Именно весной наблюдается максимум туманов на побережье. Число дней с туманом в апреле-мае возрастает до 4-5. Число дней с осадками велико (12-14 в месяц).

Ясные, солнечные дни с температурами 25-26 °С, бризы, приносящие свежий морской воздух, – типичная летняя погода побережья. Ночи ясные и тёплые, с температурами 17-19 °С, со слабыми ветрами, дующие от южных склонов хребта. Число дней с длительным солнечным сиянием достигает 22 в месяц. Дожди выпадают редко (6-8 дней в месяц), они кратковременны, интенсивны, но вслед за ними, как правило, быстро наступает прояснение.

Дожди иногда сопровождаются грозами, которые повторяются 5-6 раз в месяц.

Черноморское побережье отличается преобладанием ясной солнечной погоды в осенние дни. Пасмурных дней с низкой облачностью мало (в октябре около 4). Высокие температуры воздуха (15-17 °С) и солнечность осени делают возможным морские купания даже до середины октября. Лишь в середине ноября температура воздуха устойчиво переходит через 10 °С. С этого же времени в отдельные годы возможно выпадение снега. Слабые ветры, практически полное отсутствие туманов – положительная черта климата. Однако увеличение числа дождливых дней (около 10 ежемесячно) и рост количества выпадающих осадков (около 130 мм в месяц) – всё это является не благоприятными климатическими факторами.

В общепринятом смысле на Черноморском побережье, к югу от Туапсе, зимы вообще не бывает. Зима здесь тёплая, дождливая и сырая. Средняя температура вдоль побережья в холодное время года колеблется около 5 °С. Снежный покров появляется крайне редко. Дожди отличаются большой интенсивностью. Большая длительность безморозного периода (порядка 290 дней), редкие и слабые заморозки, обеспечивая вегетацию растений в течении всего года, делают возможным получение урожаев ряда огородных культур 2 раза в год.

Очень важно для исследования температурного режима Сочи не упустить из вида существование в холодное полугодие квазистационарной черноморской депрессии. Чёрное море лежит на пути средиземноморских циклонов. Его высокая температура сама по себе способствует возникновению над ним пониженного давления. Взаимодействие холодных тыловых потоков движущихся средиземноморских циклонов с тёплыми воздушными массами их передней части создаёт резкие контрасты температуры именно в районе Чёрного моря. Поэтому часто над морем наблюдается возникновение новых циклонических возмущений, регенерация затухающих циклонов.

Черноморская депрессия и выходы циклонов весьма существенно смягчают климат исследуемого района.

Делая вывод второй главы обобщим, что город Сочи - центр огромного курортного района, практически «южная» столица России. Сочи самый популярный город-курорт на Черноморском побережье, особенно сейчас, после недавно прошедшей Олимпиады. Климат Сочи характеризуется как типичный субтропический, теплый и влажный, типа морского, весьма близкого к климату северных влажных субтропиков. Но сложные физико-географические условия, разнообразие ландшафтов, близость незамерзающих морей и системы высоких хребтов вносят ряд изменений в общие переносы воздушных масс, свойственные территории Черного моря. Наличие рядом одновременно гор, моря и лесов приносят необычайную уникальность и без того невероятному городу, привлекая с каждым годом все больше туристов, и увеличивая «рентабельность» Российских курортов.

### 2.3 Особенности природных и погодных условий города Феодосии

Феодосия—город-курорт Черноморского побережья. Через город проходит 45 параллель, поэтому этот город обладает поистине уникальным географическим местоположением, так как получается, что он лежит на одинаковом расстоянии как от экватора, так и от северного полюса. Недалеко от города лежит еще одно море — Азовское.

Название города переводится с греческого, как «Богом данная» и оно полностью себя оправдывает-старинные памятники архитектуры (сам по себе город очень древний, старше таких городов, как Лондон и Мадрид), богатые

природные ресурсы, мягкий климат и, конечно же, море. Не зря Феодосия является одним из лучших Крымских курортов.

Феодосия расположена на юго-востоке Крыма, на берегу одноименной бухты в месте соединения предгорий и степи, и является важным транспортным узлом, туристическим и промышленным центром, историко-культурным объектом международного значения. К югу от города поднимается горная гряда Тепе-Оба, немногим выше 300 метров. К западу от города преобладает горный рельеф, на север и северо-восток простирается холмистая равнина. Феодосия расположена на границе Крымских гор со степью, естественные ландшафты это горная лесостепь и степь, солончаковые пустоши.

Старый город амфитеатром лежит на северных склонах и отрогах хребта Тепе-Оба, обрывающихся к морю скалистым мысом Святого Ильи. Западная часть города Феодосии примыкает к горе Паша-Тепе. Северные районы с современным жилым массивом находятся на равнине. Вдоль берега Феодосийского залива на много километров тянутся прекрасные песчаные пляжи, южнее мыса Ильи, береговая линия изрезана многочисленными бухтами. Это и формирует уникальные климатические условия города-курорта.

Горный хребет Тепе-Оба прикрывает Феодосию с юго-запада, замыкая собой Главную гряду Крымских гор, протянувшуюся вдоль Южного берега Крыма. В сторону моря хребет Тепе-Оба заканчивается мысом Святого Ильи. На северо-западе города расположена гора Лысая (или же Паша-Тепе, «голова Паши»). Седловина между Тепе-Оба и Лысой представляет собой узкий коридор, позволяющий западным ветрам, дующим со стороны горы Клементьева (хребта Узун-Сырт), разогнаться до значительных скоростей. Из-за этого явления район Челноки (по имени главной улицы Челнокова), общепризнано считается самым ветреным в Феодосии.

Бедность естественной растительности вокруг города объясняется засушливым климатом. Фауна Феодосии и её ближайших окрестностей значительно беднее, чем фауна заповедных территорий Феодосийского горсовета (Карадага, Тихой бухты).

Ландшафты города Феодосия испытали сильную антропогенную трансформацию, поэтому говорить о естественной растительности и ненарушенных почвах приходится лишь для части территории города.

#### 2.4 Долгосрочные особенности погодных условий города Феодосии

В Феодосии климат мягкий, умеренно-теплый и достаточно сухой, удачно сочетает в себе влияние моря, равнины, предгорий и хвойного леса, за что высоко ценится своими агроклиматическими ресурсами. Высокая летняя температура переносится сравнительно легко благодаря освежающему действию бризов. Зимы короткие, малоснежные, редко бывают морозными. В редкий год температура понижалась до минус 15. Если и случаются морозы, то обычно от нуля до минус пяти. В декабре, январе, феврале температура может подниматься до 15-18 градусов тепла. Самый тихий месяц – февраль.

Купальный сезон начинается с начала июня, а нередко и с конца мая (море прогревается здесь быстро) и длится в хорошую осень до середины октября. По среднегодовому количеству часов солнечного сияния (2470 часа) Феодосия превосходит многие южные курорты и даже Ялту, не зря город один из самых посещаемых на Крымском побережье. Самые жаркие месяцы — июль и август. Температура изредка повышается до 45-50 градусов. Средняя — около 35-40 градусов. Однако зной переносится сравнительно легко благодаря ветрам. В июле — августе ветер дует в среднем 20 дней. В иные годы ежедневно. Жара в Феодосии переносится легко из-за близости моря. Феодосии наполнен приятным ароматом степи и

предгорий, солоноватым йодистым морским бризом, поэтому дышится летом легко. Летом температура воды в море — от 23 до 26 градусов, иногда даже поднимается до 28. Изредка бывает похолодание воды, резко, в течение суток ее температура может снизиться до 10-12 градусов. Это результат так называемого сгонного явления. Дует устойчивый ветер и угоняет от берега в открытое море теплый слой воды. А с глубины поднимается прохладная вода. Но проходит день, два — и теплая вода возвращается.

Делая вывод, обобщим, что Феодосия, так же, как и Сочи, является городом необычайно богатым на природные, агроклиматические и оздоровительные ресурсы. Оба города практически схожи по климатическим показателям, однако климат Феодосии более засушлив. Оба города даже географически находятся практически одинаково, разделяет их только Черное море. Также оба города имеют большую историческую и экономическую ценность. Поток туристов в оба города значительно увеличился в последнее время, что еще раз доказывает актуальность и востребованность проделанной работы.

## 2.5 Физико-географическое положение города Анапа

Город Анапа занял территорию Краснодарского края, располагается около 44 градусов северной широты и 37 градусов восточной долготы. Много что говорит об уникальности данного положения: Кавказские горы (важнейший фактор, образующий рельеф), расположенные на юге и востоке региона, протекающая река Кубань на севере и северо-востоке, на северо-западе размещен Таманский полуостров, а на западе примыкает побережье Черного моря. Примечательным является то, что такого совершенного природно-географического сочетания географических объектов нет ни одном объекте Краснодарского края.

Отличительной чертой Черноморского побережья Анапы являются удивительное разнообразие ландшафтов - дыхание кавказских предгорий, покрытых лесом, обладают лечебными свойствами, ведь этот полезный воздух убивает всякие микробы и бактерии, особенно нахождение на этой территории полезно людям, у которых больны легкие и бронхи.

В климатическом отношении Анапский регион лежит в зоне умеренного пояса, что предполагает центральное расположение между северным полюсом и экватором.

Характерной чертой территории является обилие тепла и света от солнца, именно за счет расположения Анапы в средних широтах юга России, которая обуславливает увеличенный приток солнечной радиации.

Климат Анапы часто сравнивают с средиземноморским: в целом он умеренный и теплый, зимний период - мягкий и влажный, а лето характеризуется жарой.. Особенности климата выражены как в положительном, так и отрицательном характерах. Число часов солнечного сияния имеет немалое значение, а средняя годовая температура воздуха составляет + 11,8 градусов по Цельсию, относительная влажность воздуха составляет 75%, летний период отличается своей продолжительностью, иногда засушливостью.

Воздух - умеренный, что означает господство западного переноса воздушных масс. Около 10-15% приходится на сильные ветры, его скорость может достигать более 10 м/с.

У данного региона можно выделить свои уникальные явления. Недаром сюда приезжают для оздоровления и профилактики. В округ горно-санитарной охраны города курорта Анапы входят немало водоемов, где находится месторождение лечебной грязи. Лечебные грязи, а точнее, сульфидные иловые грязи - это органоминеральные тонкодисперсные иловые отложения солёных водоёмов, содержащие сульфиды (сероводород и

сернистые соединения железа). Чёрный цвет грязи придает минерал гидротроиллит – гидрат окиси сернистого железа. Данный приморский тип грязи образуют месторождения озера Солёного (Темрюкский район), Кизилташского лимана (частично Темрюкский район) и Витязевского лимана.

Особой гордостью этого региона являются его лесные ресурсы, которые представляются для начало дубом, межжевельными лесами и фисташкой, расположенные в восточной и южной частях местности. В целом курорт может похвастаться своей озелененностью. Украшением региона является их созданная система парков и садов, сочетающая в себе множественное разнообразие деревьев и кустарников, таких как, сирень, платан, голубые ели, крымские сосны и другие. Естественно, не обходится без цветочных нарядов - роз, калл, цветников из мандаринов и тд.

Большая длина Анапского берега имеет форму дуги большого радиуса, на которой временами чередуется выпуклые и вогнутые участки, создающиеся посредством волнения моря. Весомое значение для берега региона имеет наличие подводных валов, ведь они позволяют морским волнам после столкновения с ними доходить до берега в относительно безмятежном состоянии.

Широчайшую огласку Анапе принесли ее песчаные пляжи. Широкая полоса песчаного берега широко уходит в Черное море и протягивается до до мыса Железный Рог на Тамани - именно она имеет всеми известное название Анапская пересыпь. Ее протяженность составляет около 45 км.

Большую часть региона занимают почвенные ресурсы, а это, прежде всего, тучные кубанские черноземы.

Среди полезных ископаемых явно можно отметить преобладание осадочных горных пород, потому как большая площадь занята морскими отложениями кайнозойской эры на синкалиях. Здесь же можно обнаружить немалое количество залежей фарфоровой глины, карбонатные породы и известняк.

По всему вышесказанному, можно сделать вывод, что город Анапа, благодаря своему уникальному территориальному расположению, обогащен множеством полезных ресурсов, которые выполняют, как эстетическую, так и оздоровительную функции. Качество атмосферного воздуха в данном регионе позволяет курорту специализироваться на заболеваниях органов дыхания и прочих недугах.

### 3 Анализ климатических особенностей города Сочи, Анапы и Феодосии

#### 3.1 Постановка цели и задач

Целью бакалаврской работы является анализ климатических особенностей города Сочи, Анапы и Феодосии, и последующая сравнительная характеристика теплого полугодия в данных пунктах для двух базовых периодов.

Климатическими особенностями города-курорта Сочи является то, что в его районе можно выделить не 4 времени года, как бывает обычно в зоне умеренных широт, а всего два основных сезона: теплый и холодный.

Открытость со стороны моря и степей, на всю предгорную часть Крыма, а также защищенность невысоким хребтом горы Тепе-Оба влияют на климатические особенности Феодосии.

Анапа располагается в юго-западной части Краснодарского края, на берегу Черного моря, на стыке предгорий Большого Кавказа и степей Таманского полуострова. Курорт находится на равном расстоянии от Северного полюса и от экватора, на широтах с оптимальным уровнем ультрафиолетовой радиации. Климат — от умеренного континентального до субтропического. Анапа — самый солнечный курорт Черноморского побережья России, здесь 280 солнечных дней в году.

Следует отметить, что границами климатических сезонов в данной работе приняты не календарные даты, а устойчивые переходы температуры воздуха через определенные температурные значения. Так продолжительность рассматриваемой теплой части года заключается в интервале между датами устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С: начальная граница — в сторону повышения, конечная — в сторону понижения.

Рассмотренную теплую часть года мы условно назовем «туристический» сезон.

Для более детального анализа также будет выделен и проанализирован так называемый, «бархатный сезон» (границы: от даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С в сторону понижения до устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С также в сторону понижения) и «предлетье» (границы его аналогичны, только рассчитываются от даты перехода через 15 С до даты начала лета). Границами лета принимаются даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С.

Для достижения поставленной цели предполагается рассчитать и проанализировать периоды начала, конца и продолжительность предлетья, летнего и бархатного климатического сезона. Проанализировать температурный режим выделенных климатических сезонов. Оценить влияние изменения климата на повторяемость аномальных значений продолжительности, сроков начала и конца теплого климатического периода, а так же на экстремальные значения температуры воздуха. Провести сравнительную характеристику между выбранными сезонами для Анапы, Феодосии и Сочи.

Ожидаемые результаты позволят получить новые представления об особенностях проявления глобального потепления в пределах Сочи, Анапы и Феодосии и дать рекомендации для планирования туристического сезона в этих городах.

### 3.2 Методика расчета границ климатических сезонов года

В качестве характеристик начала и конца основных климатических сезонов года были выбраны даты устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения. В районе городов Сочи, Анапы и Феодосии были выделены следующие расчетные периоды: «предлетье», летний климатический сезон и «бархатный».

Границами теплого полугодия, разделенного на вышеназванные расчетные периоды, были приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха через  $15^{\circ}\text{C}$ , внутренний летний сезон ограничивается датами устойчивого перехода температуры воздуха через  $20^{\circ}\text{C}$ .

Для расчетов дат устойчивого перехода температуры через определенные пределы использовался метод Хаустова В.А., были рассчитаны границы и продолжительность летнего климатического сезона. Метод Хаустова так же называют методом «накопленных температур». Этот метод

предполагается использовать в гидрологии для определения границ зимнего сезона при расчете показателей снегозапаса. Но также его в настоящее время используют для определения границ агрометеорологических сезонов в метеорологии. Приведем пример использования метода, например, для зимнего сезона. Заключается метод в суммировании температур, начиная с  $-5^{\circ}\text{C}$  (для начала сезона) и с  $+5^{\circ}\text{C}$  (для окончания сезона). Далее следует построение графика, по которому определяется точка его «перелома». Например, в случае начала зимы перелом фиксируется в сторону понижения значений накопленных температур, и следующая точка принимается за дату начала зимнего сезона.

На графике рисунка 3.2 приведен пример метода Хаустова для начала зимнего периода.



Рисунок 3.2 – График накопленных температур (метод Хаустова) при расчете начала зимнего сезона в городе Пермь

В результате анализа графика накопленных температур, началом зимнего сезона в данном случае можно считать 28 октября.

### 3.3 Анализ границ и продолжительности теплого времени года в районе города Сочи

В ходе бакалаврской работы были рассчитаны границы и продолжительность теплого климатического сезона в районе города Сочи для двух базовых периодов.

В работе использовался ряд среднесуточных температур воздуха в районе города Сочи (центральная метеостанция) за период с 1980 по 2020 гг.

В бакалаврском проекте рассматривается теплое полугодие. Предполагалось оценить туристический сезон. Напомним, что границы теплого полугодия были определены, как границы туристического сезона. В таких городах, как Феодосия, Анапа и Сочи, туристический сезон может начинаться с устойчивых переходов температуры воздуха через 15 градусов, что климатически соответствует маю месяцу (начало сезона) и начало октября (окончание сезона). Период, для которого были приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С на повышение, что является начальной границей и конечная – в сторону повышения через 20 °С), мы условно называем «предлетье», что соответствует фенологической классификации сезонов и подсезонов.

Для лета приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С (начальная граница – в сторону повышения, конечная – в сторону понижения). Для бархатного сезона с даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С в сторону понижения до устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С также в сторону понижения.

Данные по продолжительности расчетных периодов туристического сезона в городе Сочи представлены графике рисунка 3.3.

Рассмотрим рассчитанную, исходя из полученных методом Хаусова границ, продолжительность летнего сезона .



Рисунок 3.3 Продолжительность «предлетнего» климатического сезона. Скользящее среднее (30 лет).

Анализ полученных данных (рис.3.3) показывает, что начиная с летнего сезона 1980 – 81 г. г., продолжительность которого составила 41 дней, наблюдается постепенное уменьшение продолжительности «предлетья». Таким образом, максимальная продолжительность «предлетья» составляла 41 дней, а минимальная – 24 дня. Выделить наиболее быстрый период сокращения не удалось, так как согласно данным, сокращение дней происходит весьма плавно.

Для того, чтобы точнее установить изменения границ и продолжительности периода «предлетья» в г. Сочи были рассчитаны даты начала и окончания летнего сезона.

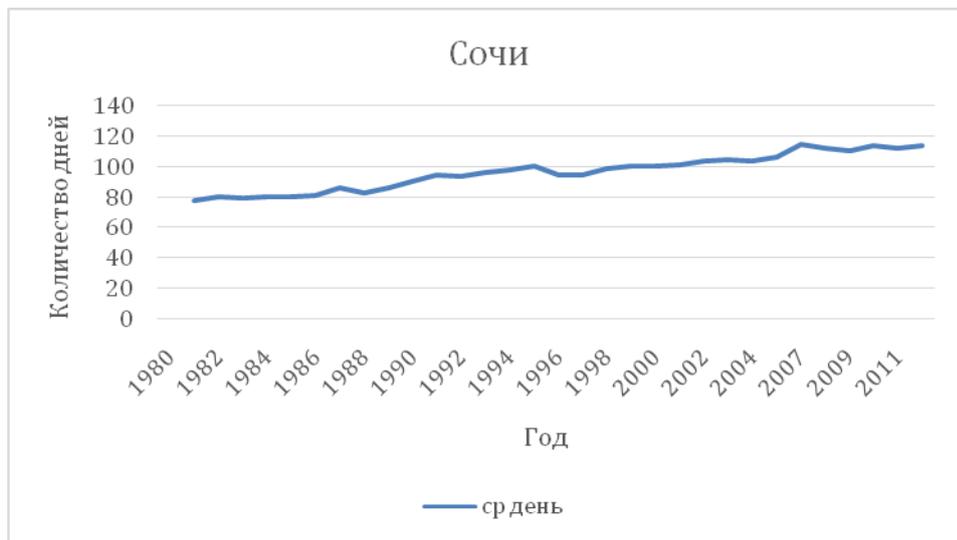


Рисунок 3.3 Количество дней летнего климатического сезона в г. Сочи за период с 1980 – 2020 г. г. Скользящее осреднение (окно осреднение 30 лет)

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. количество летних дней постепенно увеличивалось, начиная с 1980 г., продолжительность которого 76 дней. Линейное сокращение дней «предлетья» и увеличение количества дней в летний сезон (переход 20-20 градусов) говорит о том, что из года в год летний сезон становился всё продолжительнее и продолжительнее. Для полного анализа необходимо рассмотреть «бархатный» сезон в г. Сочи.

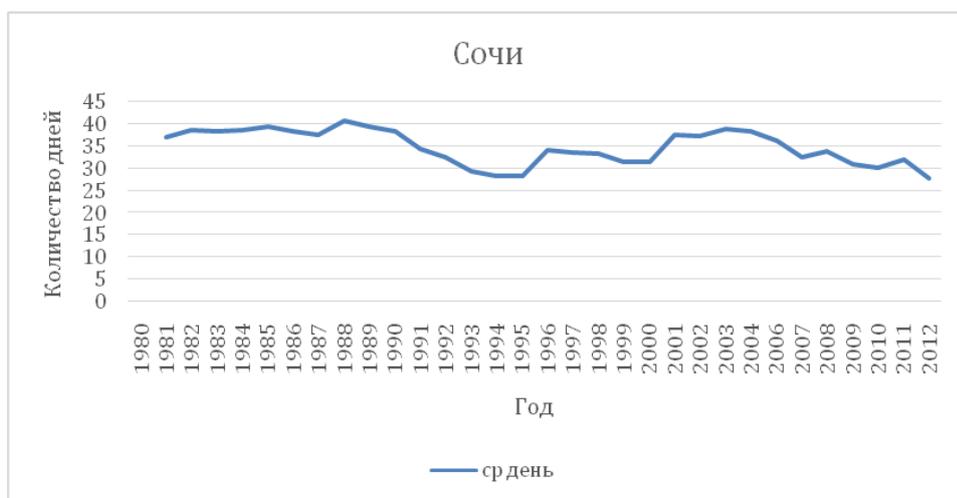


Рисунок 3.3 Границы и продолжительность «бархатного» сезона в г. Сочи в период с 1980-2020 г.г.

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. количество дней «бархатного» сезона (переход 20-15 градусов) колебалось от 30 до 40 дней.

### 3.4 Анализ границ и продолжительности сезонов года в городе Анапа



Рисунок 3.4 Продолжительность «предлетнего» климатического сезона. Скользящее среднее (30 лет).

Анализ полученных данных (рис.3.4) показывает, что начиная с летнего сезона 1980 г. г., продолжительность которого составила 28 дней, наблюдается постепенное уменьшение продолжительности «предлетья». Однако, этот процесс протекает неравномерно, поскольку в отдельный период наблюдается скачек количества дней после линейного сокращения дней – в период с 1985 по 1994. Таким образом максимальная продолжительность «предлетья» составляла 36 дней, а минимальная – 20 дней. Выделить наиболее быстрый период сокращения не удалось, так как согласно данным, сокращение дней происходит весьма плавно, за исключением периода роста. Для того, чтобы более точно установить изменения границ и продолжительности периода - «предлетья» в г. Анапа были рассчитаны даты начала и окончания летнего сезона. На рисунке 3.5 представлен график количества дней летнего сезона в городе Анапа за период с 1980 г. по 2020 г. Расчёт границ начала и продолжительности исследуемого летнего периода и

построение графика проводился по средней точке осреднения за период 30 лет.

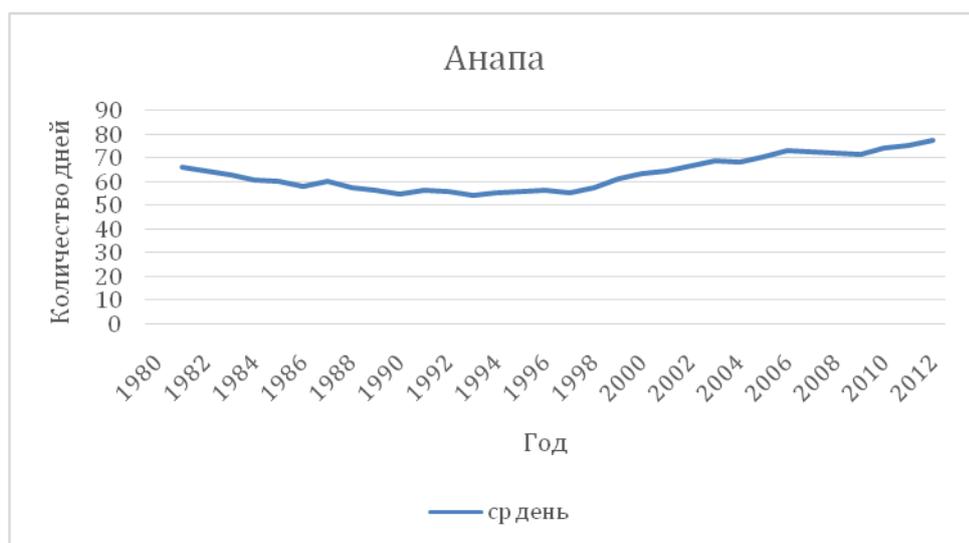


Рисунок 3.4 Количество дней летнего климатического сезона в г. Анапа за период с 1980 – 2020 г. г. Скользящее осреднение (окно осреднение 30 лет)

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. Количество летних дней постепенно увеличивалось. Линейное сокращение дней «предлетья» и увеличение количества дней в летний сезон (переход 20-20 градусов) говорит о том, что из года в год летний сезон становился всё продолжительнее и продолжительнее. Для полного анализа необходимо рассмотреть «бархатный» сезон в г. Анапа.

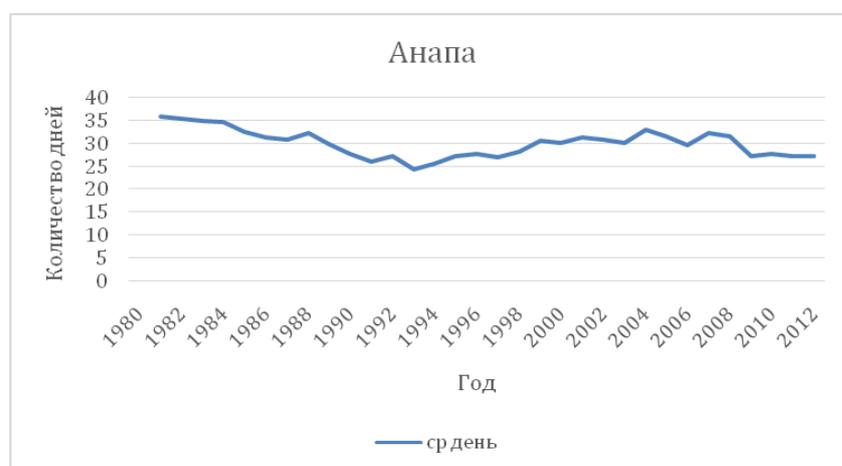


Рисунок 3.4 Границы и продолжительность «бархатного» сезона в г. Анапа в период с 1980-2020 г.г.

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. количество дней «бархатного» сезона (переход 20-15 градусов) колебалось от 35 до 25 дней.

### 3.5 Анализ границ и продолжительности сезонов года в городе Феодосии

В ходе бакалаврской работы также были рассчитаны границы и продолжительность теплого климатического сезона в районе города Феодосия для двух базовых периодов. Границы трех расчетных периодов – предлетья, лета и бархатного сезона аналогичны рассчитанным для города Сочи.

В работе использовался ряд среднесуточных температур воздуха в районе города Феодосия за период с 1980 по 2020гг.

Для «предлетья» были приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С (начальная граница – в сторону повышения, конечная – в сторону повышения через 20 °С). Для лета приняты даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С (начальная граница – в сторону повышения, конечная – в сторону понижения).

Для бархатного сезона с даты устойчивого перехода температуры воздуха через 20 °С в сторону понижения до устойчивого перехода температуры воздуха через 15 °С также в сторону понижения. Результаты расчетов по продолжительности основных сезонов города Феодосии представлены на графике:



Рисунок 3.8 Продолжительность «предлетнего» климатического сезона. Скользящее среднее (30 лет).

Анализ полученных данных (рис.3.8) показывает, что начиная с сезона 1980 г. г., продолжительность которого составила 32 дня, наблюдается постепенное уменьшение продолжительности «предлетья». Этот процесс протекает равномерно, но в период с 2005 по 2011 г.г. наблюдается скачек количества дней после линейного сокращения. Таким образом максимальная продолжительность «предлетья» составляла 33 дня, а минимальная – 22дня. Выделить наиболее быстрый период сокращения не удалось, так как согласно данным, сокращение дней происходит весьма плавно, за исключением периода роста.

Для того, чтобы более точно установить изменения границ и продолжительности периода- «предлетья» в г. Феодосия были рассчитаны даты начала и окончания летнего сезона. На рисунке 3.5 представлен график количества дней летнего сезона в городе Анапа за период с 1980 г. по 2020 г. Расчёт границ начала и продолжительности исследуемого летнего периода и построение графика проводился по средней точке осреднения за период 30 лет.



Рисунок 3.9 Количество дней летнего климатического сезона в г. Феодосия за период с 1980 – 2020 г. г. Скользящее осреднение (окно осреднение 30 лет)

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. Количество летних дней постепенно увеличивалось. Линейное сокращение дней «предлетья» и увеличение количества дней в летний сезон (переход 20-20 градусов) говорит о том, что из года в год летний сезон становился всё продолжительнее и продолжительнее. Для полного анализа необходимо рассмотреть «бархатный» сезон в г. Феодосия.

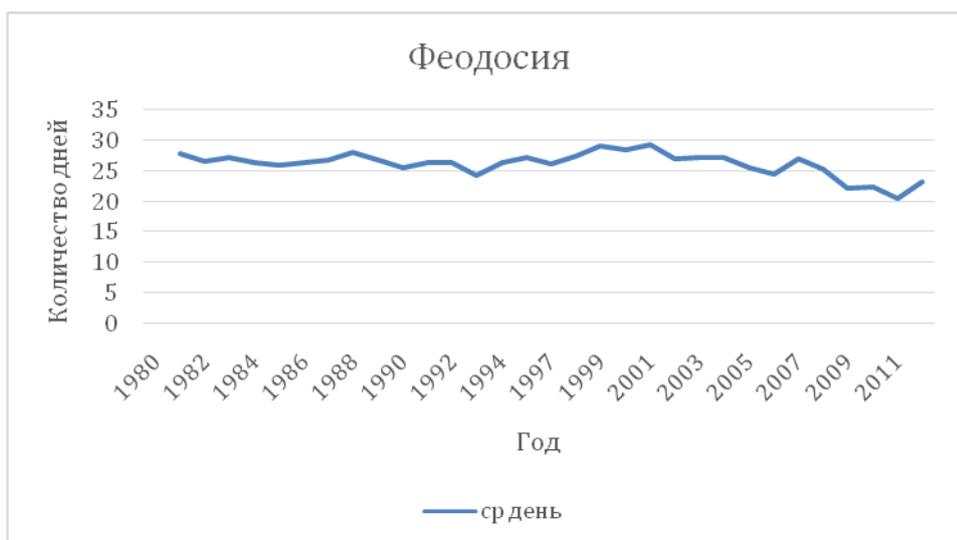


Рисунок 4.0 Границы и продолжительность «бархатного» сезона в г. Феодосия в период с 1980-2020 г.г.

Анализ полученных данных показал, что в период с 1980 – 2020 г. г. количество дней «бархатного» сезона (переход 20-15 градусов) колебалось от 30 до 20 дней.

В результате анализа графиков можно сделать вывод о том, что сокращение предлетья идет за счет сдвига обеих границ, причем сдвиг идет не равномерно, а на один день с начала периода, и 4 с конца. Увеличение летнего периода также происходит из-за неравномерного расширения обеих границ.

### 3.6 Сравнительная характеристика температурного режима в городах Сочи, Феодосия, Анапа.

Рассмотрим сравнительную характеристику средних дат начала. Окончания и продолжительности выделенных сезонов. В таблице 3.1 представлены осредненные даты начала и окончания для каждого из городов

Таблица 3.1 Даты начала климатического лета в Сочи, Анапе и Феодосии. Среднее за новый базовый период (с 1991 по 2020 гг.)

Период (годы)	Начало лета	Окончание лета	Продолжительность лета
Сочи	7 июня	25 сентября	110 дней
Анапа	8 июнь	12 сентября	96 дней
Феодосия	4 июня	11 сентября	99 дней

На рисунке 3.2 представлен график количества дней летнего сезона в городе Сочи за период с 1980 г. по 2020 г. Расчёт границ начала и продолжительности исследуемого летнего периода и построение графика проводился по средней точке осреднения за период 30 лет.

Таблица 3.1 Даты начала климатического предлетья в Сочи, Анапе и Феодосии. Среднее за новый базовый период (с 1991 по 2020 гг.)

Период (годы)	Начало предлетья	Окончание предлетья	Продолжительность периода
Сочи	5 мая	7 июня	31 дней
Анапа	12 мая	8 июня	27 дней
Феодосия	7 мая	4 июня	28 дней

С целью выявления особенностей изменения средней летней температуры в г. Сочи, Феодосия, Анапа был проведён анализ термического режима летнего климатического сезона за период с 1980 по 2020 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 15 °С, 20°С и обратный переход через 20°С. На рисунке 4.1,4.2,4.3 представлены графики средних температур воздуха в «предлетье», в летний период и в период «бархатного» сезона в г. Сочи, Феодосия, Анапа, который был построен по осреднённым данным со скользящим средним за 30 лет.



Рисунок 4.1 Сравнительный график температур «предлетнего» сезона в г. Феодосия, Сочи, Анапа в период с 1980-2020 г.г.

По данным графика и после анализа этих данных можно сделать вывод, что сезон «предлетья» в Анапе более теплый, чем в Сочи и Феодосии. Можно дать рекомендации туристам рассматривать на ранний отпуск районы города Анапы, однако, для полного понимания и анализа необходимо рассмотреть средние температуры в летний период и в сезон «бархатного» периода.

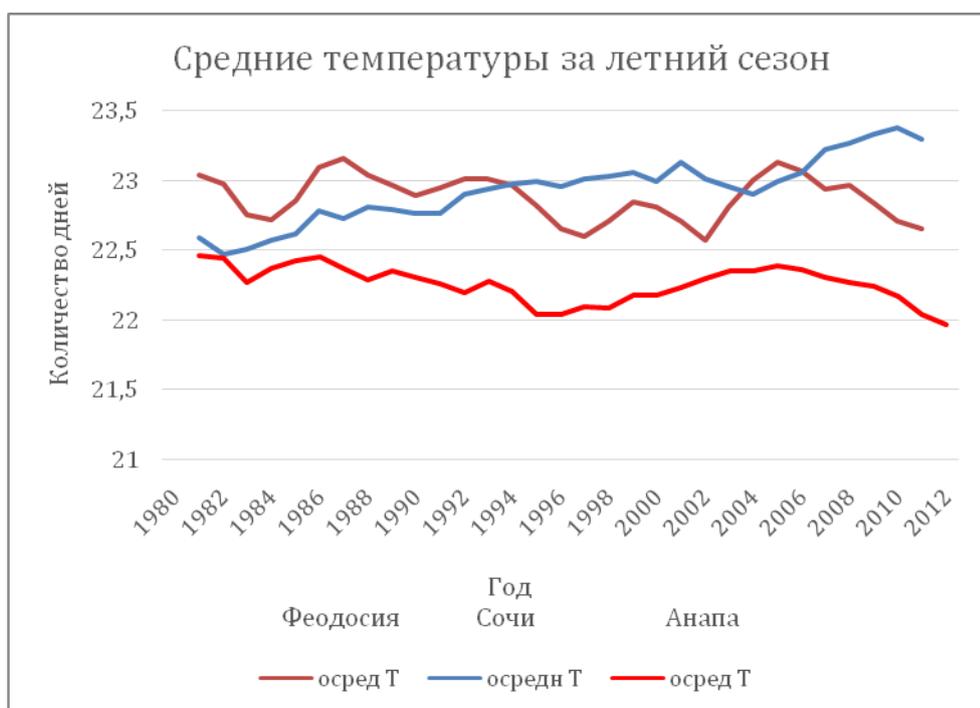


Рисунок 4.2 Сравнительный график температур летнего сезона в г. Феодосия, Сочи, Анапа в период с 1980-2020 г.г.

Что касается сравнительного графика температур летнего сезона, то на данном графике видно, что в г. Сочи более стабильная и теплая температура, подкреплено это еще тем, что в г. Сочи количество летних (устойчивый переход через 20 градусов цельсия) дней из года в год становилось все больше, температура все выше. По этому можно дать рекомендацию туристам планирующих свои поездки на летний период в эти регионы, ехать именно в г. Сочи.



Рисунок 4.2 Сравнительный график температур «бархатного» сезона в г. Феодосия, Сочи, Анапа в период с 1980-2020 г.г.

Что касается сравнительного графика температур «бархатного» сезона, то на данном графике видно, что в г. Феодосии более стабильная и теплая температура, подкреплено это еще тем, что в г. Феодосии количество дней «бархатного» (переход от 20 градусов Цельсия до 15 градусов Цельсия) сезона из года в год становилось все больше, температура все выше. По этому можно дать рекомендацию туристам, планирующих задержать свои отпуска и поездки на «бархатный» период в эти регионы, стоит в первую очередь рассмотреть г. Феодосию.

### 3.7 Синоптические особенности летнего периода в городах Сочи, Анапа, Феодосия.

Анализ субтропического циклона над Черным морем в августе 2021 г.

На погодные особенности региона, который исследован в бакалаврском проекте, несомненно оказывают влияние частные циклоны, формирующиеся над Черным морем. Эти циклоны по силе ветра и количеству осадков подобны тропическим. В дальнейшем для выявления более благоприятных туристических зон необходимо собрать архив и исследовать повторяемость и траектории таких барических образований и их влияние на выбранные пункты. В данной бакалаврской работе детально проанализирован самый последний аномально сильный мезовихрь над Черным морем, который некоторые ученые относят к квазитропическим.

В ночное время с 11 на 12 августа над восточной частью Черного моря зародился частный циклон. На синоптических картах он обнаруживается с 06 UTC 12.08.21. Синоптическая карта представлена на рисунке 3.1

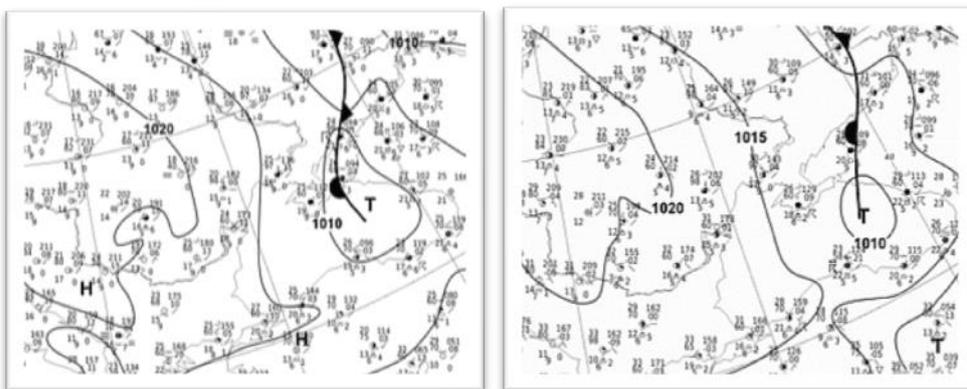


Рисунок 3.1 Синоптическая ситуация над Черным морем 12 августа 2021 г.

В дальнейшем на синоптических картах замкнутая циркуляция не обнаруживается.

На рисунке 3.2 представлен прогноз аномалии давления модели GFSR от 00 ч 10 августа на 18 ч. Следует отметить, что на восточной частью Черного моря обнаруживается аномалия пониженного давления.

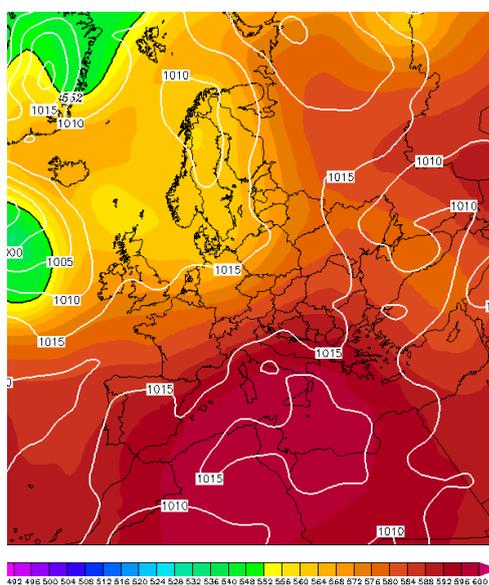
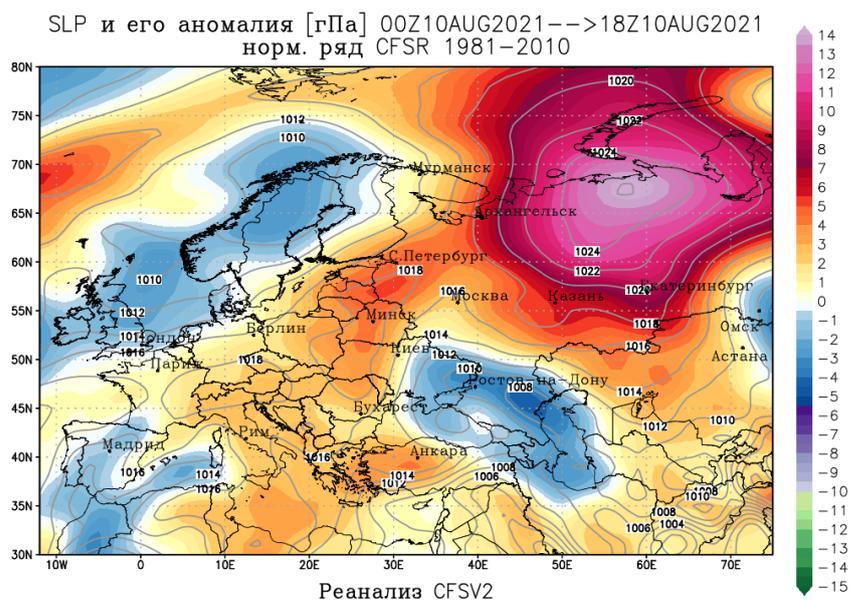


Рисунок 3.2 Аномалии давления (а) и синоптическая ситуация (б) над Европой и югом России 10 августа 2021 г. 18UT

Зона пониженного давления представлена малоградиентной ложбиной на рисунке 32 б)

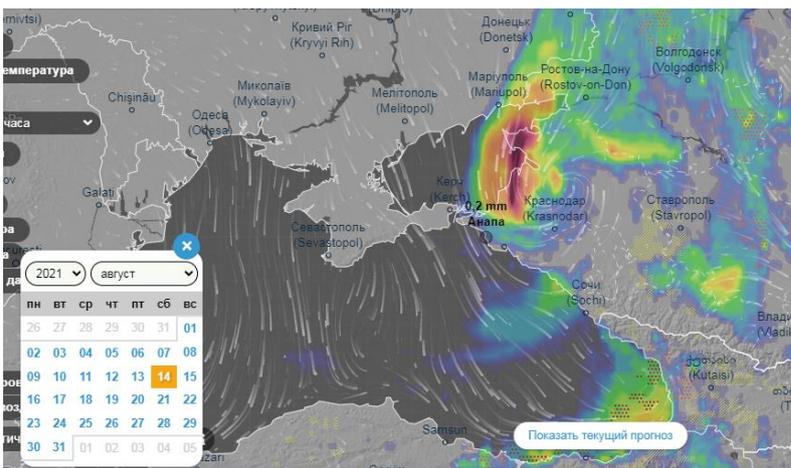
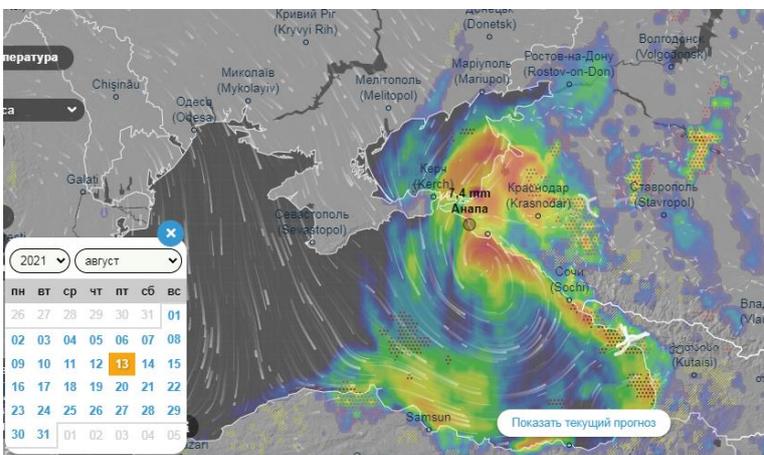
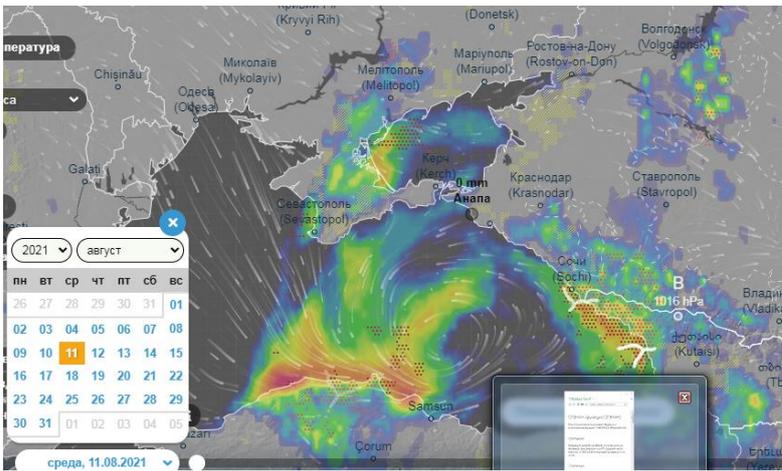


Рисунок 3.3 Траектория мезовихря в период с 11 августа по 14 августа

На картах реанализа можно обнаружить мезовихрь в поле давления, так как данные реанализа ассимилируют информацию со спутников и радиозондов. Модель Немецкого метеорологического центра ICON на погодном сервисе Вентускай показывает развитие мезовихря. На основе ее данных можно построить траекторию движения.

На спутниковых снимках с 10 августа наблюдались конвективные ячейки. 12 августа можно обнаружить зону глубокой конвекции (рисунок 3.4), формирующей облачность данного мезовихря.

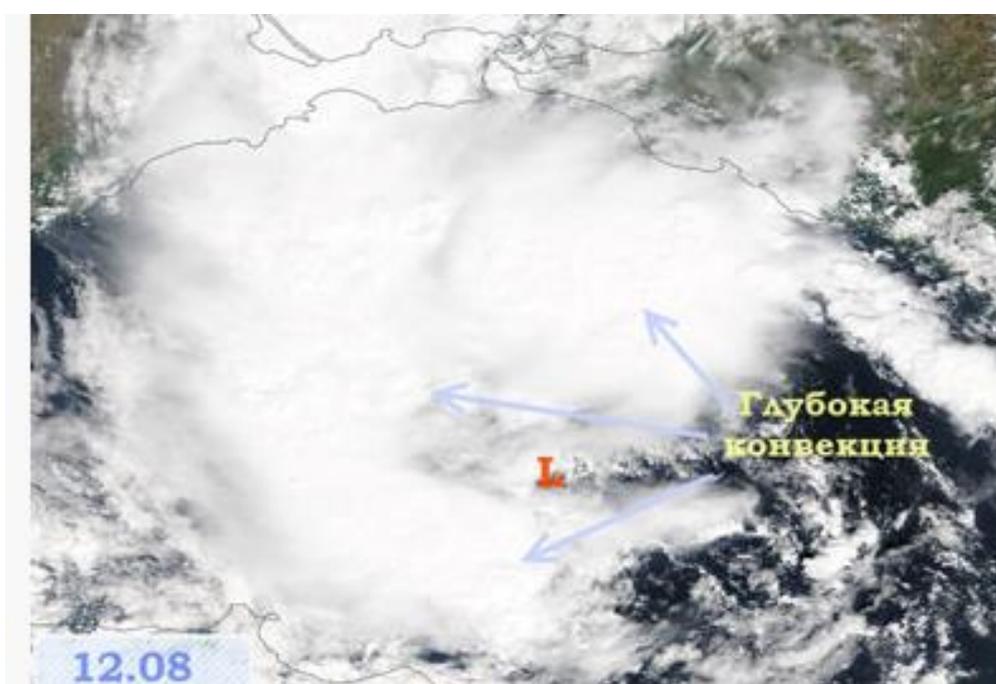


Рисунок 3.4. Формирование облачности мезовихря над Черным морем

[<http://meteoweb.ru/2021/news/wn2021081700.php>]

Для подобных циклонов характерно выпадение экстремального количества осадков. Ливни и грозы 13 августа фиксировались в северо-западной части Краснодарского края. В Темрюке зафиксировано 259 мм осадков за 12 часов. В Анапе в течение 24 часов наблюдалось 153 мм осадков. В сумме за весь период с 12 по (рисунок 3.4) циклона оказалась опасной для Анапы, в Сочи зафиксировано всего 41 мм осадков 13 августа 2021 года, в

остальной период существенного количества не наблюдалось. В Феодосии 12 августа выпало 49 мм, синоптическая ситуация в Феодосии в данный период не была связана с рассматриваемым мезовихрем.

Малоподвижная барическая ложбина и высокие контрасты температуры Черного моря (в среднем 28-29 С) сопутствовали формированию данного вихря.

В дальнейшем следует рассмотреть повторяемость и траектории движения подобных барических образований, чтобы выявить их влияние на погоду пунктов исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования был проанализирован туристический сезон в городах курортах: Сочи, Феодосия и Анапа. Определены и проанализированы границы, продолжительность и средняя температура предлетья, климатического лета и «бархатного сезона» в выбранных пунктах. Раньше всего туристический сезон наступает в Сочи, но период «предлетья» более холодный, чем в других городах. Теплее всего в Анапе.

Раньше всего «Бархатный сезон» наступает в Феодосии (11 сентября), но он менее продолжительный, чем в других городах. Температура бархатного сезона мало отличается в рассмотренных городах курортах, в среднем составляет 17,5 С.

Самый благоприятный туристический сезон по границам, продолжительности и средней температуре воздуха является Сочи

Выше всего повторяемость дней с сильной жарой в Сочи: 19 случаев за период исследования.

Отмечается увеличение повторяемости выделенных по критериям опасных явлений дней с аномальной жарой в городах курортах Сочи Феодосия и Анапа в последние десятилетия.

Сильная жара имеет самую высокую повторяемость в Сочи (выше 36 С) в третьей декаде июля, в Анапе (выше 37 С) в первой декаде августа. В в Феодосии выше 40 С дней с максимальной температурой воздуха не наблюдалось)

Самая высокая повторяемость экстремальных осадков наблюдается в Сочи (101 случай).

Был проанализирован мезоциклон над Черным морем, которому сопутствовало выпадение аномальных осадков в Сочи и Анапе. Малоподвижная барическая ложбина и высокие контрасты температуры Черного моря (в среднем 28-29 С) сопутствовали формированию данного вихря.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Атмосфера [текст] / под ред. Ю.С. Седунов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 13 с.
- 2 Монин, А.С. Введение в теорию климата [текст] / А.С. Монин. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 5 с.
- 3 Берг, Л. С. Географические зоны Советского Союза [текст] / Л.С. Берг – Том II. — М.: Государственное издательство географической литературы, 1952 г. – С. 320-343.
- 4 Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем [текст] / А.В. Кислов – М.: МАИК «наука/интерпериодика», 2001. – С.173-263.
- 5 Анисимов, О.Ф. Глобальное потепление и вечная мерзлота в северном полушарии [текст] / Тез. Докл. науч. конф, по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды. — М.: 1996. — С.10-15.
- 6 Будыко, М.И. Состояние исследований антропогенных изменений климата [текст] / М.И. Будыко – Вып.2 1986. – 12 с.
- 7 Предстоящее изменение климата [текст] / Под редакцией Будыко М. И., Израэля Ю. А., Маккракена М. С. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С.48-53.
- 8 Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Богданова Э. Г. и др. Климат России [текст] – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – С.204-235.
- 9 Темникова, Н.С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей [текст] / Н.С. Темникова – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – С. 39-81.
- 10 Гулинова, Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений [текст] / Н.В. Гулинова – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 152 с.