

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Анализ режима температуры и облачности Санкт-Петербурга в
центральные месяцы сезонов года**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Коротковой Алисы Дмитриевны

Научный руководитель,

доцент, к.г.н. _____

С.В. Морозова

Зав.кафедрой,

к.г.н., доцент _____

М.Ю. Червяков

Саратов 2024

Введение. В данной работе рассматривается режим температуры и облачности Санкт-Петербурга в январе, апреле, июле и октябре за последние 55 лет.

Облака — важнейший фактор, влияющий на процессы переноса тепла в атмосфере и тем самым определяющий климат. При составлении моделей, описывающих изменения климата, более известные под именем «глобального потепления», жизненно важно учитывать вклад облаков. Как ни удивительно, до сих пор не существует точного математического описания этого вклада.

Температура воздуха является основным показателем изменений климата, в том числе и его глобального потепления, которое оказывает сильное влияние на облачность.

Важными и показательными в исследовании изменения среднего количества облачности являются результаты, полученные в расчете облачности центральных месяцев года (январь, июль), так как для них особенно характерны резкие перепады метеорологических величин, что имеет непосредственное влияние на облачность.

Цель работы: исследование режима температуры и облачности в Санкт-Петербурге в центральные месяцы основных и переходных сезонов года за период с 1966 по 2021 гг. Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

- 1) Составлен архив средних суточных температур воздуха по метеостанции Санкт-Петербург с 1966 по 2021 гг.
- 2) Составлен архив средней суточной, дневной и ночной облачности по той же метеостанции за тот же временной интервал.
- 3) Проведена аппроксимация рядов температуры и облачности методом линейного тренда.
- 4) Предпринята попытка выявить взаимосвязь температуры и облачности в гумидном регионе.

5) Описаны побочные результаты.

Основное содержание работы

1 Климат России и его изменение. Основной особенностью современных изменений глобального климата является глобальное потепление конца XX в. — начала XXI в. (начиная с второй половины 1970-х годов), а основным индикатором — глобальная, т. е. осредненная по всему земному шару, приповерхностная температура. По данным наблюдений, средняя скорость потепления для земного шара составляет $0.166^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1976-2012 гг. и $0.075^{\circ}\text{C}/10$ лет за 1901-2012 гг. В последнее 10-летие наблюдается определенное замедление (пауза) глобального потепления: глобальная температура колеблется на уровне достигнутых высоких значений. Однако начало XXI в. (в среднем по земному шару) остается самым теплым 12-летием за период инструментальных наблюдений. Во временном ряде среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха, осредненных по территории России, как и в глобальных временных рядах, период после 1976 г. характеризуется наиболее интенсивным потеплением [2]. Наиболее значимым является рост температуры в центральных месяцах сезонов года: в январе, апреле, июле и октябре [18].

Анализ данных наземных наблюдений за характеристиками облачности показал, что основные тенденции, проявившиеся в конце XX в., нашли свое подтверждение в последующие годы. Сохраняется хорошо выраженная тенденция увеличения частоты появления конвективной облачности и облаков верхнего яруса [2]. При этом, над территорией России общая облачность и облачность нижнего яруса изменяется незначительно [22]. Изменения в сезонной повторяемости количества облачности (например, над территорией Восточной Сибири) связаны, в основном, с макромасштабными изменениями атмосферного давления [16].

Продолжается перераспределение вклада дождевой облачности разных типов, которое проявляется в преимущественном увеличении доли кучево-

дождевых облаков. Лишь на Урале и в прибрежных районах Дальнего Востока регистрируется увеличение слоисто-дождевой облачности в 2001-2010 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием. Увеличение общей облачности и уменьшение частоты безоблачной погоды отмечаются в основном в весенний и осенний периоды [2].

2 Физико-географическое описание Санкт-Петербурга и области.

Ленинградская область расположена в пределах территории Восточной Европы (Русской равнины). Именно это объясняет равнинный характер рельефа с относительно небольшими абсолютными высотами (в основном, 50-150 метров над уровнем моря).

Санкт-Петербург располагается на территории Приневской низменности. Приневская низина простирается от побережья Финского залива до Ладожского озера. В наиболее возвышенных частях она не превышает 20-25 м над уровнем моря. Низина имеет равнинный рельеф и представляет серию террас, выработанных озерно-ледниковыми бассейнами. В средней, наиболее пониженной ее части протекает Нева. По низине, своим нижним течением, протекает также ряд крупных рек, берущих начало в других районах. Из болот и озер района вытекает большое количество мелких речек и ручьев, образующих густую гидрографическую сеть. Заболоченные почвы занимают почти 50 % территории района [4].

Занимая прилегающее к устью реки Невы побережье Невской губы Финского залива и многочисленные острова Невской дельты, Санкт-Петербург протянулся с северо-запада на юго-восток на 90 км. Высота города над уровнем моря по районам: центр: 1-5 м, север: 5-30 м, юг и юго-запад: 5-22 м. Самое высокое место в черте города: Дудергофские высоты в районе Красного Села с максимальной высотой 176 м. На территории города находится нулевая отметка системы отсчета высот и глубин, служащая исходным пунктом для нивелирных сетей нескольких государств [4].

В городе можно выделить три основных района: северный (правобережный), южный (левобережный) и дельтовый.

Правобережье — наиболее возвышенная часть города — отличается обилием зелени, озер, прудов, пересеченностью рельефа. Большую ценность представляют расположенные в районе крупные парки. Новые жилые кварталы формируются здесь в окружении зеленых массивов, переходящих за пределами городской черты в лесопарковый пояс Санкт-Петербурга. Менее благоприятна для освоения восточная часть правобережья, где встречаются значительные площади заторфованных земель.

В левобережном районе преобладает плоская однообразная равнина, простирающаяся на юг до Пулковских высот. Здесь мало водотоков и на незастроенных площадях почти отсутствует зелень. Исключение представляют лишь некоторые участки уступа приморской террасы в зоне южного побережья Финского залива.

Острова невской дельты — район старого освоения, наибольшей части площади уже застроенный или занятый парками. Остались неосвоенными здесь лишь заболоченные участки прибрежных низин. Районы дельты, широко раскрытые в сторону моря и водных пространств Невы отличаются большой живописностью. По первоначальному замыслу центром города должен был стать Васильевский остров. Однако возросшая роль Адмиралтейства как промышленного центра, а также отсутствие мостов через Неву и трудность доставки строительных материалов на Васильевский остров обусловили преимущественное развитие города на левом берегу Невы. Естественная территория города была покрыта хвойными лесами и болотами. Ныне лесная растительность сохранилась лишь в лесопарках районов новой застройки и в пригородной зоне [4].

3 Климатические характеристики Санкт-Петербурга. Климат Петербурга умеренный, переходный от умеренно континентального к умеренно морскому. Такой тип климата объясняется географическим положением и атмосферной циркуляцией, характерной для Ленинградской области. Это обуславливается сравнительно небольшим количеством поступающего на земную поверхность и в атмосферу солнечного тепла.

Подробное описание радиационного и температурного режима, а также характеристика облачности представлены далее.

3.1 Радиационный баланс. Суммарная радиация Q в основном определяется высотой солнца над горизонтом, продолжительностью дня, облачностью (ее количеством, формой и расположением на небосводе), прозрачностью атмосферы и альбедо подстилающей поверхности.

В условиях безоблачного неба и средних условиях прозрачности атмосферы в Санкт-Петербурге годовая сумма составляет 4940 МДж/м^2 , из них на прямую радиацию приходится 3900 МДж/м^2 . Средняя годовая сумма суммарной радиации при реальных условиях облачности составляет 3070 МДж/м^2 , из них 1560 МДж/м^2 приходится на прямую радиацию [7].

Рассеянная радиация составляет 49% общего прихода. В годовом ходе доля рассеянной радиации значительно увеличивается от лета к зиме, а в декабре суммарная радиация состоит только из рассеянной [2].

3.2 Термический режим. Температурный режим является одной из важнейших характеристик климата. Естественный ход температуры воздуха, зависящий от широтного пояса, обычно нарушается под воздействием атмосферной циркуляции. Вследствие типичной для Санкт-Петербурга частой смены воздушных масс различного происхождения наблюдается значительная изменчивость во времени погодных условий, а, следовательно, и температуры воздуха, т. е. частые ее отклонения от нормы [13].

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

континентальный, она возрастает до 60°C, а в типично морском климате Гебридских островов уменьшается до 8°C [6].

В Санкт-Петербурге в годовом ходе температуры воздуха самым холодным месяцем является февраль (-7,9°C), а наиболее теплым — июль (17,8°C). Если зимой в Санкт-Петербурге больше проявляются особенности морского климата, чем континентального, то летом для Санкт-Петербурга и его пригородов, наоборот, более характерны черты континентального климата, в котором годовой максимум температуры наблюдается в июле. Несмотря на то, что по многолетним данным февраль в Санкт-Петербурге считается самым холодным месяцем года, однако таким он бывает не ежегодно, а только в 34% лет наблюдений [12].

3.3 Режим облачности.

Определяющую роль в формировании облачности играет циркуляция. В результате циклонической деятельности и переноса воздушных масс с Атлантики облачность в Санкт-Петербурге значительна в течение всего года и особенно в осенне-зимний период [9].

Частое прохождение циклонов в это время, а вместе с ними и фронтов, вызывает, как правило, значительное увеличение нижней облачности, снижение высоты нижней границы облаков и частое выпадение осадков. В ноябре и декабре количество облачности наибольшее в году и составляет в среднем многолетнем 86 баллов по общей и 7,8-7,9 баллов по нижней облачности. Начиная с января облачность (общая и нижняя) постепенно уменьшается, достигая наименьших значений в мае-июне. Но даже в это время небо в среднем более чем наполовину закрыто облаками разных форм (6,1-6,2 балла по общей облачности) [5].

Доля облаков нижнего яруса в общей облачности велика в течение всего года и имеет четко выраженный годовой ход. В теплое полугодие она уменьшается, а зимой, когда особенно велика повторяемость облаков слоистых форм, доля нижней облачности возрастает [8].

Суточный ход общей и нижней облачности зимой выражен довольно слабо. Более отчетлив он в теплый период года. В это время отмечается два максимума: основной — в послеполуденные часы, обусловленный развитием конвективных облаков, и менее выраженный — в ранние утренние часы, когда под влиянием радиационного охлаждения образуются облака слоистых форм [1].

В Санкт-Петербурге преобладает в течение всего года пасмурная погода. Повторяемость ее по общей облачности составляет в холодный период 75-85%, а в теплый — 50-60%. По нижней облачности пасмурное состояние неба наблюдается также достаточно часто (70-75%) и только к лету уменьшается до 30% [1].

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

Больше всего пасмурных дней в ноябре и декабре (22 — по общей облачности и 19 — по нижней). В теплый период число их резко уменьшается до 2-4 за месяц, но в отдельные годы даже по нижней облачности в летние месяцы бывает до 10 пасмурных дней [3].

4 Исследование режима температуры и облачности в центральные месяцы сезонов года в Санкт-Петербурге.

4.1 Исходные данные. Методика исследования. В качестве исходных данных были взяты данные о температуре и количестве облаков с сайта ВНИИГМИ-МЦД (Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Гидрометеорологической Информации – Мировой Центр Данных): aisori.m.meteo.ru/waisori/ [11]. На сайте этого учреждения помещены данные о наблюдениях за количеством облаков по восьми срокам (00,03,06,09,12,15,18,21) в закодированном виде. Данные о температуре были предоставлены в виде средней за сутки температуры воздуха. Для получения

данных о среднем суточном количестве облаков суммировались данные срочных наблюдений и делилось на количество сроков. Таким образом, было получено среднее суточное количество облаков. Для характеристики ночной и дневной облачности выбирались данные срочных наблюдений в 00 часов и 15 часов местного времени. Временной промежуток исследования с 1966 по 2021 анализировалось количество облаков в центральные месяцы сезонов года: январь, апрель, июль и октябрь.

Среднесуточное количество облаков и количество облаков в некоторые часы суток (00 и 15 часов) представлялись на временном графике. К анализу временных рядов облачности, помимо расчетов среднего арифметического, к исходно-временным рядам был применен тренд-анализ (использовался метод линейного тренда).

Из исходных данных были исключены все остальные месяцы, за исключением рассматриваемых. Также была проведена раскодировка данных, в результате которой:

- a) Из кода облачности были выделены данные, выбивающиеся из 10-балльной системы оценки облачности (11,12,13);
- b) 11 («ясно») было заменено на 0;
- c) 12 («пасмурно») было заменено на 10;
- d) 13 («невозможно оценить облачность») было исключено из расчетов;

В первую очередь были рассчитаны среднесуточные значения облачности за каждый месяц. При этом дни с кодом «13» были помечены как X и далее, при получении среднемесячной облачности, они не рассматривались (т.е. вместо 30 дней среднее считалось из меньшей суммы). Из полученных среднесуточных значений было рассчитано среднемесячное значение облачности за январь, апрель, июль и октябрь каждого года с 1966 по 2021.

Также была рассчитана среднемесячная температура за центральные и переходные месяцы года с 1966 по 2021. Для этого средние суточные

температуры воздуха были сложены и поделены на число дней в исследуемом месяце, т.е. были получены данные о средней месячной температуре.

4.2 Характеристика режима температуры и общей облачности в январе и июле. В данной главе представлен анализ режима температуры и облачности в январе и июле.

На рисунке 4.1 представлен ход температуры воздуха в январе. Как видно из рисунка, температура воздуха в Санкт-Петербурге в январе растет со скоростью $0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет. Коэффициент корреляции составил $R = 0,42$, коэффициент детерминации: $R^2 = 0,1768$.

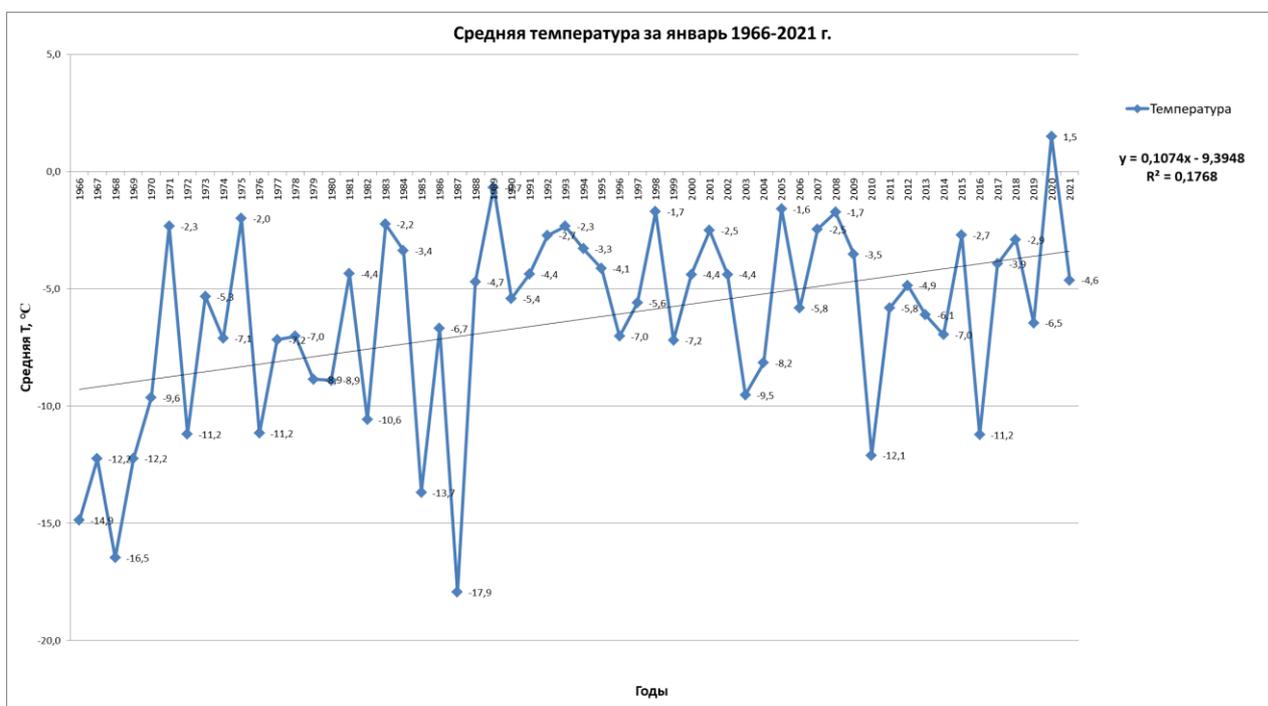


Рисунок 4.1 – Средняя месячная температура в январе 1966-2021 гг.
(составлено автором)

На рисунке 4.2 представлен ход температуры воздуха в июле. В июле температура воздуха растет со скоростью $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет. Коэффициент корреляции составил $R = 0,357$, коэффициент детерминации: $R^2 = 0,1276$.

Таким образом, температура воздуха в Санкт-Петербурге в июле растет в 4 раза быстрее, чем в январе. Укажем, что в соседнем арктическом регионе рост зимних температур превышает рост летних [23].

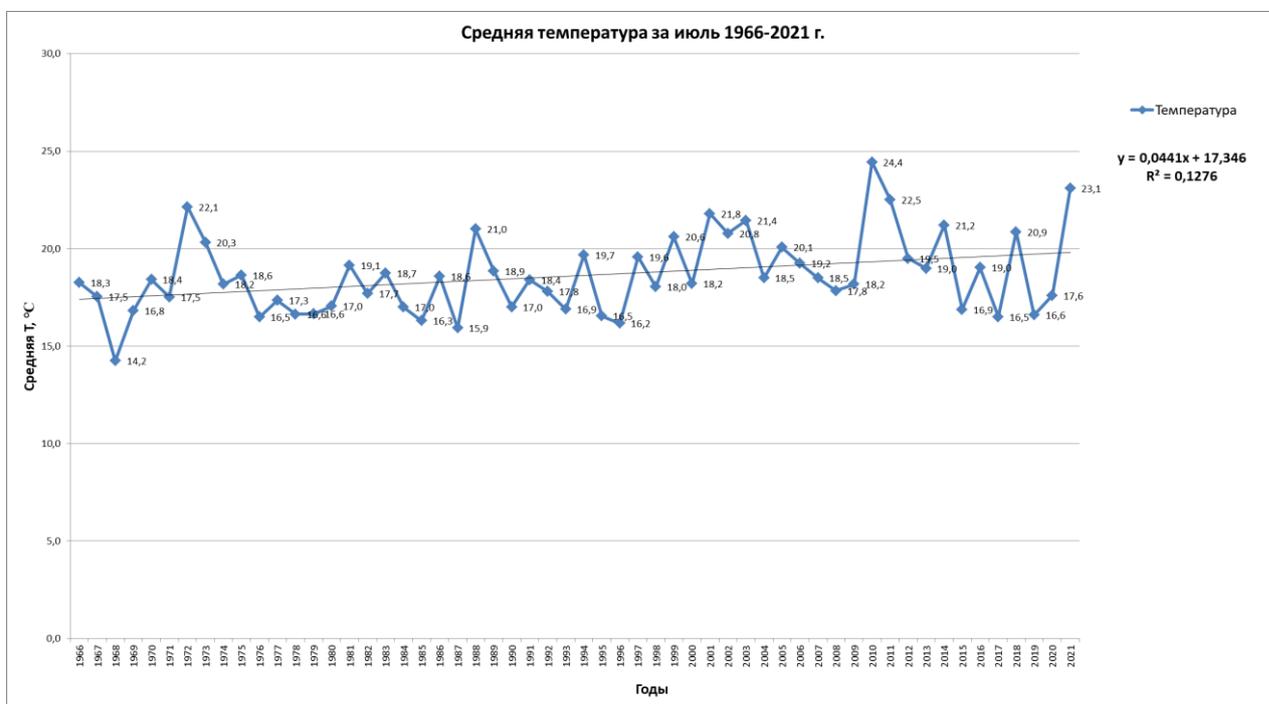


Рисунок 4.2 – Средняя месячная температура в июле 1966-2021 гг.
(составлено автором)

На рисунке 4.3 представлено изменение дневной, ночной и средней суточной общей облачности и их аппроксимация линейным трендом. Как представлено на графике 4.3, количество облачности в январе увеличивается: быстрее растет дневная облачность – 0,3 балл/10 лет, общая – 0,3 балл/10 лет и ночная 0,26 балл/10 лет. Среднее многолетнее значение суточной общей облачности в январе составило 8,0 баллов, дневной – 7,8 баллов и ночной – 8,0 баллов. Таким образом, в ночное время балл общей облачности в январе в Санкт-Петербурге выше.

Коэффициент наклона линейного тренда для средней суточной общей облачности $\alpha = 0,0247$, коэффициент корреляции составил $R = 0,421$, степень аппроксимации: $R^2 = 0,1774$.

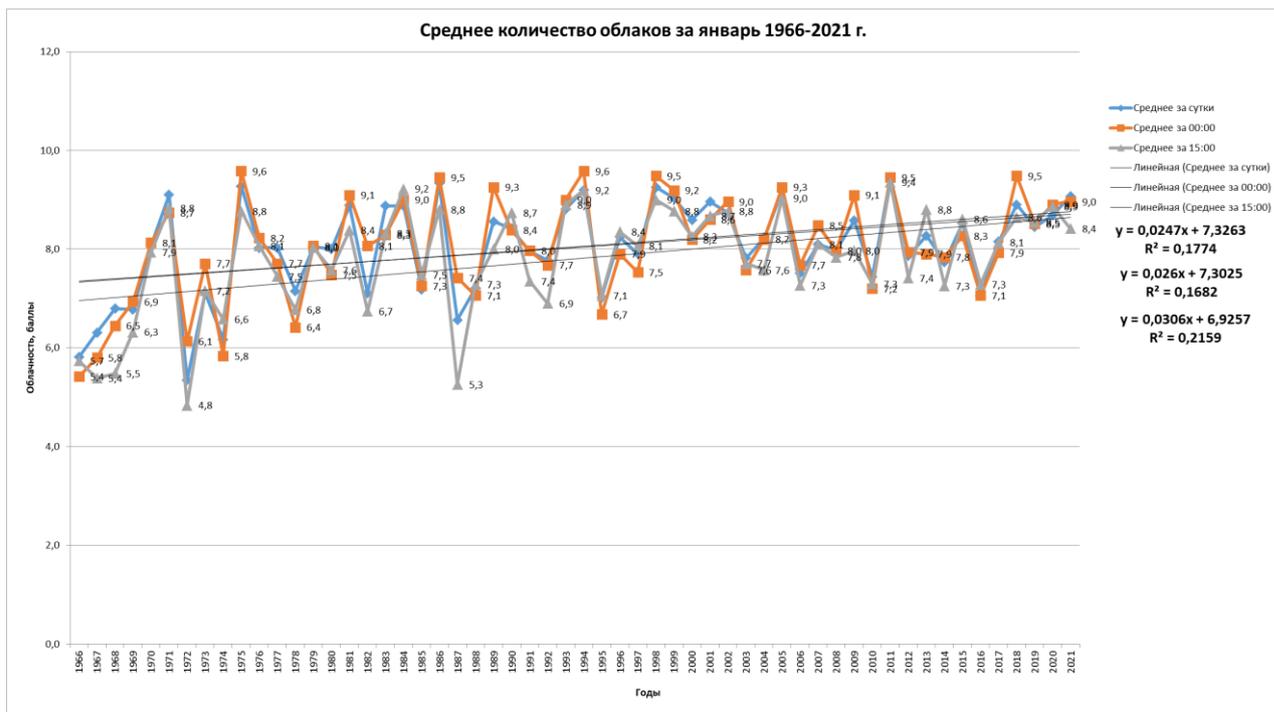


Рисунок 4.3 – Среднее количество облаков в январе 1966-2021 гг. (составлено автором)

Рассмотрим изменения дневной, ночной и средней суточной общей облачности в июле (рисунок 4.4). Среднее многолетнее значение облачности в июле составило 6,3 балла, дневная – 6,7 баллов и ночная – 5,6 баллов. Летом средний балл общей облачности оказался ниже, чем зимой (летом – 6,3 балла, зимой – 8,0 баллов соответственно). В таком распределении облаков зимой и летом ярко проявилась черта гумидного климата – зимой облаков больше, чем летом. Подмеченная закономерность характерна как для средней суточной общей облачности, так и для дневной и ночной общей облачности.

Дневная общая облачность летом ниже, чем зимой (летом – 6,7 баллов, а зимой – 7,8 баллов соответственно). Ночная общая облачность летом также ниже, чем зимой (летом 5,6 – баллов, а зимой – 8,0 баллов соответственно).

На рисунке 4.4 представлено изменение дневной, ночной и общей средней суточной общей облачности за исследуемый ряд лет.

Как представлено на графике (рисунок 4.4), количество средней суточной общей облачности в июле также снижается, но по сравнению с январем скорость снижения очень мала. Средняя суточная общая облачность снижается со скоростью $-0,055$ балл/10 лет, дневная $-0,006$ балл/10 лет и ночная $-0,013$ балл/10 лет. Таким образом, в июле сильнее снижается ночная общая облачность, по сравнению с дневной общей облачностью (ночная общая облачность: $-0,013$ балл/10 лет и дневная общая облачность: $-0,006$ балл/10 лет соответственно).

Коэффициент наклона линейного тренда $\alpha = -0,0055$, коэффициент корреляции составил $R = 0,097$, степень аппроксимации: $R^2 = 0,0094$.

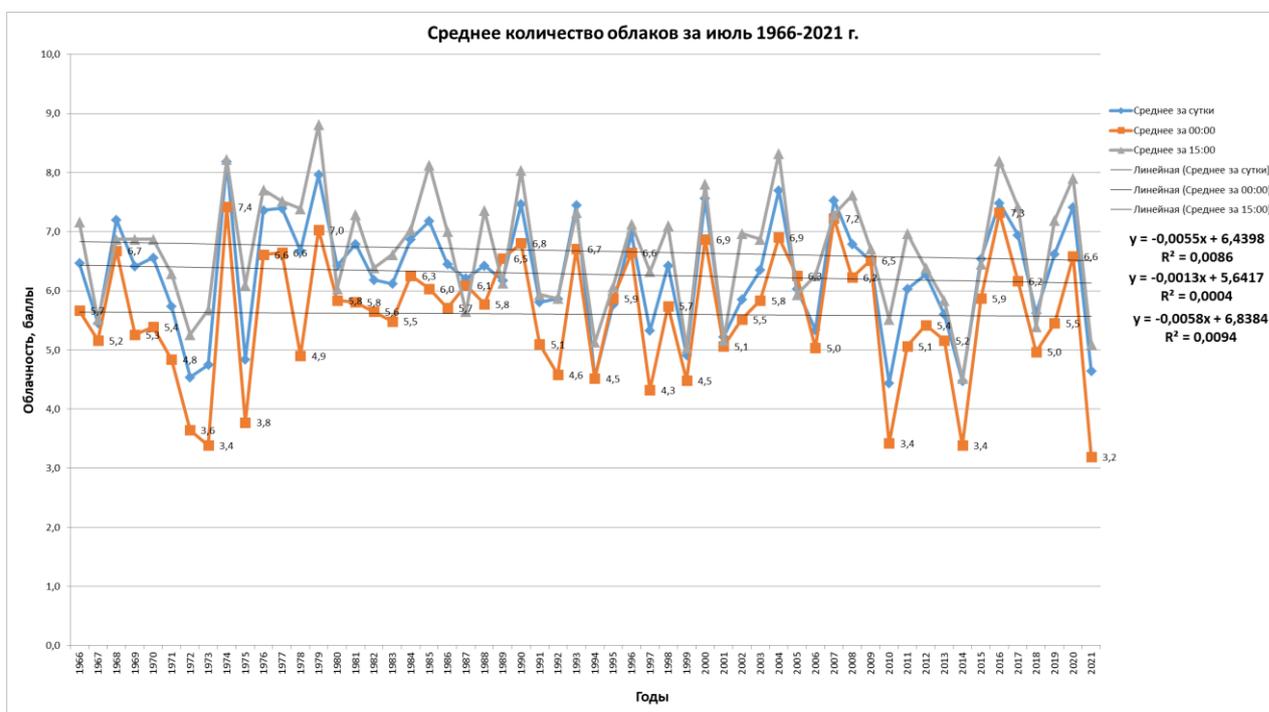


Рисунок 4.4 – Среднее количество облаков в июле 1966-2021 гг. (составлено автором)

Таким образом, для гумидного региона выявлен зимой (январь) рост температуры на фоне увеличения количества облаков. Летом при повышении температуры количество баллов облачности снижается. На основании этого

можно сделать вывод, что рост температуры в гумидном регионе зимой может быть обусловлен увеличением роста количества облаков.

Летом на фоне роста температуры количество облачности снижается, можно предположить, что в условиях летнего дня преобладает радиационный фактор – то есть прогрев подстилающей поверхности при малом количестве облаков.

Таблица 4.1 – сравнение коэффициента наклона линейного тренда, степени аппроксимации и баллов облачности по данным средней общей облачности января и июля (составлено автором)

	Январь			Июль		
	α	R^2	Облачность, балл	α	R^2	Облачность, балл
Общая	0,0247	0,1774	8	- 0,0055	0,0086	6,3
Дневная	0,0306	0,2159	7,8	- 0,0058	0,0094	6,7
Ночная	0,026	0,1682	8	- 0,0013	0,0004	5,6

4.3 Характеристика режима температуры и общей облачности в апреле и октябре. В данном разделе представлен анализ режима температуры и общей облачности в центральные месяцы переходных сезонов года в апреле и октябре на исследуемом промежутке времени.

На рисунке 4.5 представлен ход температуры воздуха в апреле. Как видно из рисунка, в апреле температура воздуха растет со скоростью $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет. Коэффициент корреляции составил $R = 0,414$, коэффициент детерминации: $R^2 = 0,1711$. Таким образом, весной температура воздуха растет быстрее, чем зимой и летом (в январе $0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет, в июле $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет соответственно).

Такая быстрая скорость роста температуры в апреле, опережающая рост температуры в январе, сама по себе интересна и требует дальнейшего исследования.

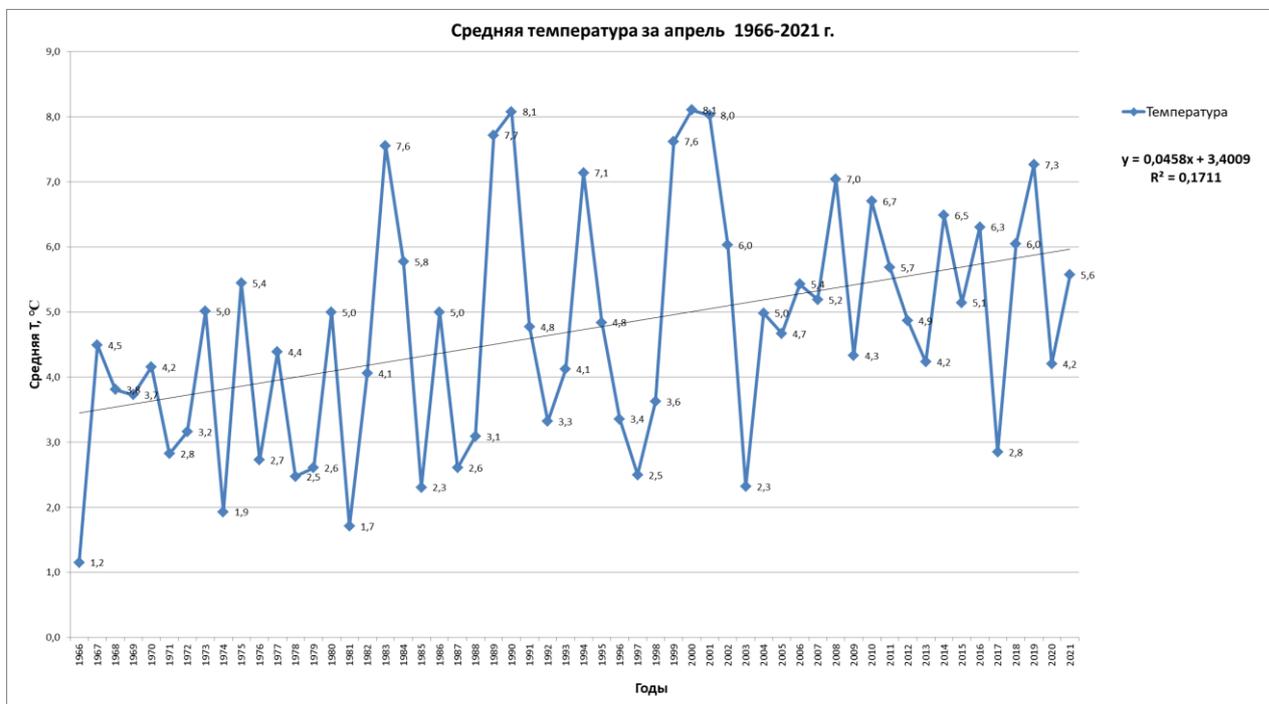


Рисунок 4.5 – Средняя месячная температура в апреле 1966-2021 гг.
(составлено автором)

На рисунке 4.6 представлен ход температуры воздуха в октябре. В октябре температура воздуха так же растет, как и во все остальные сезоны года (со скоростью $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет). Однако ее рост ниже чем весной (апрель), но выше, чем зимой (январь). Коэффициент корреляции составил $R = 0,320$, коэффициент детерминации: $R^2 = 0,1029$. Таким образом, температура воздуха осенью растет медленнее, чем весной (в апреле скорость роста температуры $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет), но быстрее, чем зимой (в январе скорость роста температуры воздуха $0,1^{\circ}\text{C}/10$ лет). Скорости роста температуры летом и осенью одинаковы и составляют $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет как в июле, так и в октябре.

Таким образом, самая большая скорость роста среднегодовых температур в Санкт-Петербурге весной (апрель), чуть меньше скорость роста температуры в июле и октябре, а самая низкая скорость роста температуры оказалась в январе.

Такая выявленная особенность изменения средних годовых температур в гумидном регионе слабо согласуется с общепланетарными тенденциями, для которых характерен самый высокий рост температуры воздуха зимой [14].

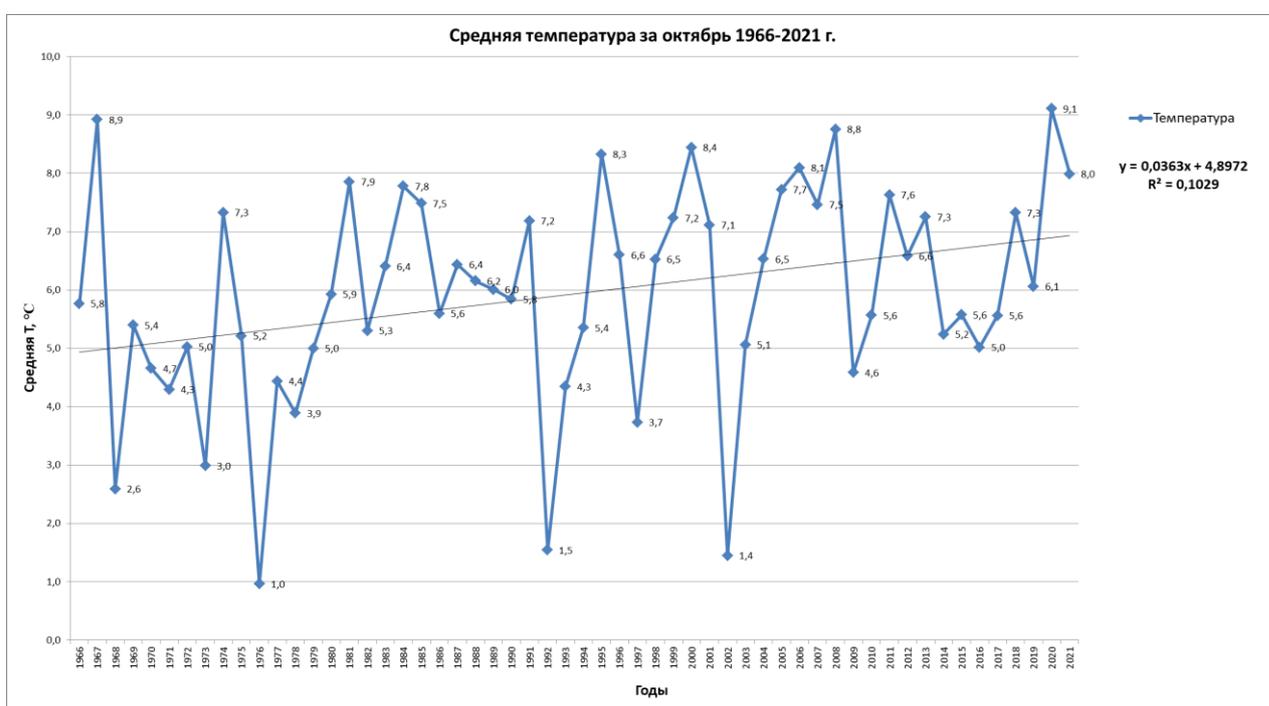


Рисунок 4.6 – Средняя месячная температура в октябре 1966-2021 гг.
(составлено автором)

Рассмотрим режим общей облачности в переходные сезоны года. По расчетам получено, что среднее количество облаков в апреле в Санкт-Петербурге составило 6,7 баллов, при этом средняя многолетняя дневная общая облачность в апреле оценена в 7,0 баллов, а ночная в 6,0 баллов. Весной в Санкт-Петербурге дневная общая облачность больше, чем ночная.

Как видно из графика (рисунок 4.7) за исследованный промежуток времени, общее количество облаков весной в Санкт-Петербурге снижается со скоростью $-0,16$ балл/10 лет, дневная и ночная облачность также снижается: $-0,175$ балл/10 лет и $-0,045$ балл/10 лет соответственно. Таким образом, весной количество дневной облачности снижается быстрее, чем ночной. При этом скорость изменения характеризуется коэффициентом наклона линейного тренда $\alpha = -0,015$, коэффициент корреляции составил $R = 0,277$, степень аппроксимации в соответствии фактического изменения линейного тренда составила $R^2 = 0,0768$.

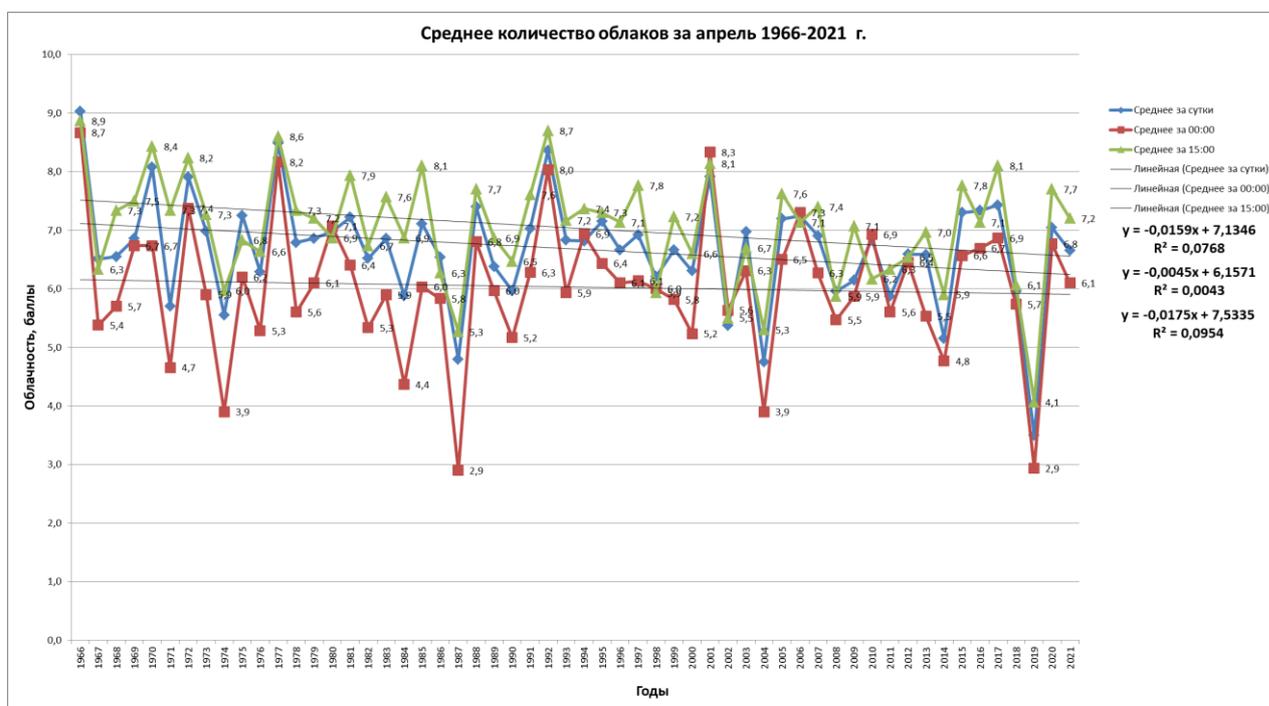


Рисунок 4.7 – Среднее количество облаков в апреле 1966-2021 гг. (составлено автором)

Рассмотрим изменение количества средней суточной, дневной и ночной общей облачности в Санкт-Петербурге в октябре (рисунок 4.8). Как видно на рисунке 4.8, количество общей облачности в октябре в Санкт-

Петербурге так же, как и в апреле, снижается. Однако скорость снижения медленнее, чем весной (в апреле скорость снижения количества облачности - 0,16 балл/10 лет, а в октябре -0,051 балл/10 лет соответственно). Дневная общая облачность снижается со скоростью -0,06 балл/10 лет, а ночная -0,02 балл/10 лет. Таким образом, сильнее снижается дневная облачность.

Коэффициент наклона линейного тренда $\alpha = - 0,005$, коэффициент корреляции составил $R = 0,105$, степень аппроксимации составила $R^2 = 0,011$.

Среднее многолетнее количество облаков в октябре составило 7,8 баллов, средняя многолетняя дневная облачность – 8,1 балл и ночная – 7,3 балла.

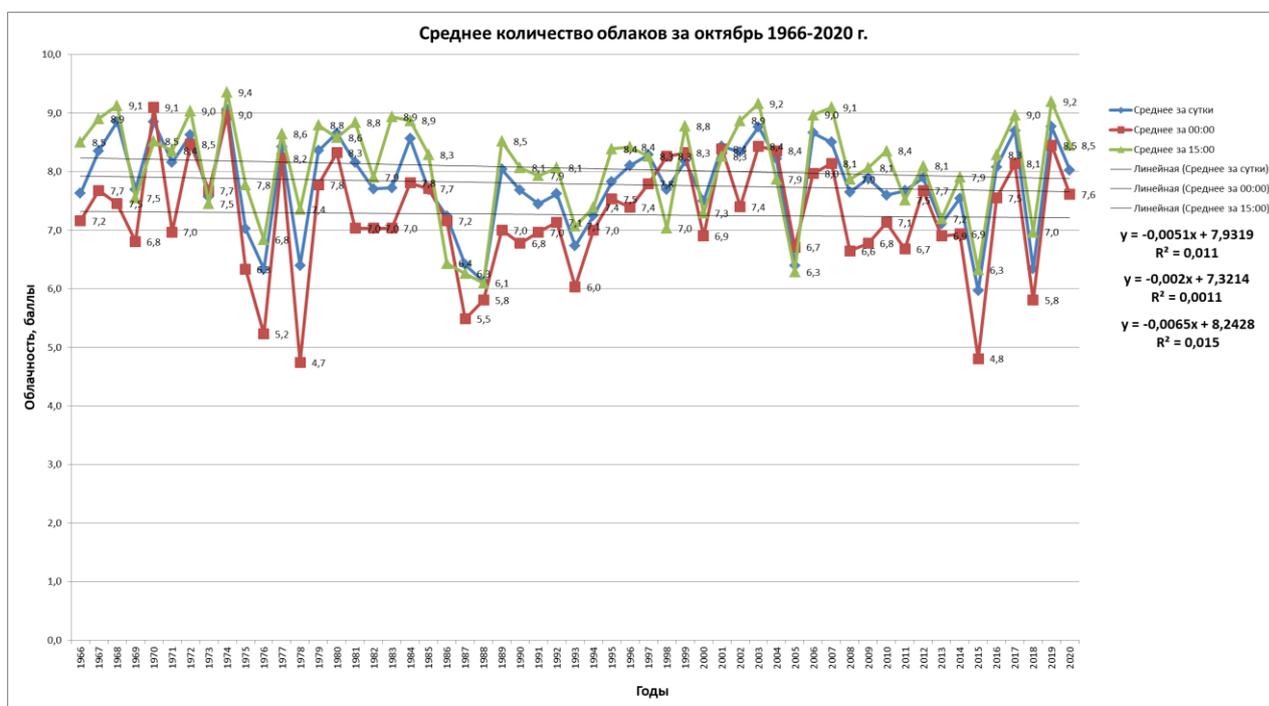


Рисунок 4.8 – Среднее количество облаков в октябре 1966-2020 гг.

(составлено автором)

Таблица 4.2 – сравнение коэффициента наклона линейного тренда, степени аппроксимации и баллов облачности по данным средней общей облачности апреля и октября (составлено автором)

	Апрель			Октябрь		
	α	R ²	Облачность, балл	α	R ²	Облачность, балл
Общая	- 0,016	0,0768	6,7	- 0,005	0,011	7,8
Дневная	- 0,017	0,0954	7	- 0,0065	0,015	8,1
Ночная	- 0,004	0,0043	6	- 0,002	0,0011	7,3

Заключение. В результате проведенного исследования были получены следующие выводы:

- 1) Температура воздуха в Санкт-Петербурге в области гумидного климата растет в центральные месяцы всех сезонов года, при этом самый сильный рост температуры характерен для апреля, самый низкий – в январе.
- 2) Для гумидного региона выявлен зимой (январь) рост температуры на фоне увеличения количества облаков.
- 3) Летом на фоне роста температуры количество облачности снижается.
- 4) На исследуемом временном ряду выявлено повышение средней суточной общей облачности в январе, в остальные месяцы наблюдается снижение среднего суточного количества облаков. Самое сильное снижение в апреле, самое слабое – в октябре.
- 5) Дневная общая облачность: наблюдается повышение в январе, в остальные месяцы количество дневной общей облачности снижается. Самое сильное снижение в апреле, самое слабое – в июле.
- 6) Ночная общая облачность: так же, как и среднесуточная и дневная общая облачность, в январе повышается и ночная общая облачность. В остальные месяцы наблюдается снижение ночной общей облачности, самое сильное снижение в апреле, самое слабое – в июле.

7) Можно сделать вывод, что в апреле на фоне самого быстрого повышения температуры ($0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет), количество общей облачности (среднесуточной, дневной и ночной) снижается сильнее, чем в январе, июле и октябре.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Покровская, Т.В.; Бычкова, А.Т. Климат Ленинграда и его окрестностей / Т.В. Покровская, А.Т. Бычкова - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 198 с.
- 2 Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории российской федерации - М.: Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, 2014. - 56 с.
- 3 Климат России; под ред. Н.В. Кобышевой - СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 645 с.
- 4 Климат Ленинграда; под ред. Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкиса, Л.С. Евтеевой - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 246 с.
- 5 Покровская, Т.В. Климат Ленинграда / Т.В. Покровская - Л.: Гидрометеиздат, 1957. – 115 с.
- 6 Лапина, С.Н. Характеристика континентальности климата Саратова и Санкт-Петербурга на фоне глобального потепления / С.Н. Лапина // Известия Саратовского Университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. - 2017. - Т. 17, № 4 - С. 219-221
- 7 Климат Санкт-Петербурга и его изменения; под ред. В.П. Мелешко, А. В. Мещерской, Е. И. Хлебниковой - СПб.: Гл. геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 2010. - 254 с.
- 8 Даринский, А. В. География Ленинградской области / А. В Даринский - СПб.: Глагол, 2003. - 126 с.
- 9 «О возможной роли облачности в настоящих климатических изменениях» С. В. Морозова, 2017 г.
- 10 «К вопросу о роли циркуляции атмосферы в глобальных климатических процессах» С. Н. Лапина, С. В. Морозова , 2015 г.

- 11 Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Гидрометеорологической Информации (Мировой Центр Данных ВНИИГМИ-МЦД) [Электронный ресурс] // Автоматизированная Информационная Система Обработки Режимной Информации (АИСОРИ) [Электронный ресурс]: [сайт]. - URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 15.04.22). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
- 12 Завьялова, Е.В.; Морозова, С.В.; Молчанова Н.П. Облачно-радиационные процессы и климатическая изменчивость / Е.В. Завьялова, С.В. Морозова, Н.П. Молчанова - Симферополь: Ариал, 2018. - С. 129-133
- 13 Облака, атмосферная циркуляция и чувствительность климата [Электронный ресурс] // Всемирная Метеорологическая Организация [Электронный ресурс]: [сайт]. - URL: <https://public.wmo.int/ru> (дата обращения: 16.05.22). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
- 14 Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А. Анализ изменения приповерхностной температуры воздуха Северного полушария в различные климатические периоды // Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды 12–17 сентября 2022 г.
- 15 Богданов М. Б., Морозова С. В. Влияние изменений глобальной температуры и радиационного воздействия на общую циркуляцию атмосферы / Богданов М. Б., Морозова С. В. // Известия Российской Академии Наук. Физика атмосферы и океана. – 2019. – Т. 55, № 5 – С. 9-12
- 16 Коршунова Н.Н., Дементьева Т.В. Изменение характеристик облачности на территории России / Коршунова Н.Н., Дементьева Т.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. - 2023. - № 3 (389) - С. 139-151
- 17 Морозова С.В. О влиянии планетарной высотной фронтальной зоны на изменение некоторых характеристик климатического режима на Северном

полушарии / Морозова С.В. // Известия Саратовского Университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. - 2014. - Т. 14, № 2 - С. 25-29

18 Морозова С. В., Диянова Ек. С., Диянова Ел. С., Никишова В. Д., Котова Ю. Ю., Попкова Е. Ю. Оценка статистической значимости изменений температуры воздуха Северного полушария статистическими методами / Морозова С. В., Диянова Ек. С., Диянова Ел. С., Никишова В. Д., Котова Ю. Ю., Попкова Е. Ю. // Известия Саратовского Университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. - 2023. - Т. 23, № 2 - С. 87-92

19 Морозова С. В., Короткова Н. В., Алимпиева М. А. Спутниковый мониторинг глобального поля облачности (на примере северного полушария) //

Материалы VII Всероссийской научной конференции. Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды 24–26 мая 2022 г.

20 Алимпиева М.А., Морозова С.В., Короткова Н.В. Сравнительный анализ облачности в различных широтных зонах северного полушария по спутниковым данным // Труды XVII Конференции молодых ученых. Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике 05–10 сентября 2022 г.

21 Морозова С. В. Статистическое исследование волн тепла и холода в Северо-Западном регионе зимой и летом (на примере Санкт-Петербурга) / Морозова С. В. // Ученые записки Российского Государственного Гидрометеорологического Университета. - 2014. - № 36 - С. 50-53

22 Дементьева Т.В., Коршунова Н.Н. Эмпирико-статистический анализ количества общей облачности и облачности нижнего яруса на территории России / Дементьева Т.В., Коршунова Н.Н. // Труды Всероссийского Научно-Исследовательского Института Гидрометеорологической Информации - Мирового Центра Данных. - 2020. - № 187 - С. 197-204

23 Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научно-технологические, 2022. – 124 с.