

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Исследование температуры воздуха и общей облачности в Саратове
в январе и июле**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Юхмина Романа Борисовича

Научный руководитель,

к.г.н., доцент

С.В. Морозова

Зав.кафедрой,

к.г.н., доцент

М.Ю.Червяков

Саратов 2023

Введение. В последнее время издано огромное количество научно-исследовательских работ об изменении климата и о режимах метеорологических характеристик. Наиболее интересными на сегодняшний день являются исследования изменения климата, как на планете в целом – глобального, так и на отдельных ее территориях.

Наблюдаемые современные изменения температуры воздуха в приземном слое - это результат наложения естественных и антропогенных факторов ее изменчивости. Среди естественных факторов большую роль играет облачность.

Облачность – это одно из наиболее сложно исследуемых атмосферных явлений. Она является одним из важных факторов, влияющих на погоду и климат. Благодаря своему экранирующему эффекту облачность препятствует как сильному охлаждению поверхности Земли за счёт собственного теплового излучения, так и её нагреву солнечным излучением, тем самым уменьшая сезонные и суточные изменения температуры воздуха.

Изучение распределения облачности, ее годовой и суточный ход, повторяемость различных высот ее границ нужно знать для определения их влияния на климат.

Климат играет для человека очень важную роль, так как от погодных условий зависит возможность ведения сельского хозяйства, промышленной деятельности, выращивания скота и осуществления иной деятельности. Климат оказывает влияние на внешний облик поверхности планеты, на живущих на ней существ. От благоприятности климатических условий напрямую зависит образ жизни человека в данном районе Земли.

Радиационный баланс, изменяющийся под воздействием колебаний облачности на земной поверхности, приводит к определенным изменениям и температурного режима в приземном слое. Эта связь довольно сложна и неоднозначна. Эту связь интересно рассмотреть не только в среднем за год, но и в различные сезоны года.

Целью и задачей данной работы является исследование температуры воздуха и количества общей облачности дифференцированно по времени года на примере города Саратов.

Основное содержание работы.

Облачность. Типы облачности. Облако - видимая совокупность взвешенных капель воды и кристаллов льда, расположенных на определенной высоте над земной поверхностью. Облака являются результатом конденсации и сублимации атмосферных водяных паров.

Образуются облака в результате увеличения общего содержания влаги в атмосфере или из-за уменьшения температуры воздуха. В практических исследованиях оба этих фактора играют важную роль. Самыми важными процессами в свободной атмосфере, приводящими к снижению температуры и образованию облачных масс, являются восходящее движение воздушных масс и их адвекция.

По своему происхождению облака различают следующих несколько генетических типов. Облака бывают внутримассовые, которые образуются внутри одной однородной воздушной массы и фронтальные, возникающие на границах взаимодействия двух различных по своим свойствам воздушных масс.

Согласно современной классификации, в тропосфере существуют десять основных форм облаков, различающихся внешним видом и структурой. Из них восемь относят к категории облаков горизонтального развития (их называют слоистообразными облаками), а две формы — к категории облаков вертикального развития (кучевообразные формы облаков).

Распределение температуры и облачности по миру и над Россией. Температура воздуха зависит от количества приходящего солнечного тепла на земную поверхность. Из этого следует: чем ближе к экватору, тем угол падения солнечных лучей больше, следовательно, земная поверхность

нагревается сильнее, и температура приземного слоя атмосферы становится выше.

В связи с определенной закономерностью распределения температур воздуха на Земле, выделяют следующие тепловые пояса: жаркий (расположен в экваториальных широтах, между изотермами $+20^{\circ}\text{C}$); умеренные (ограничены со стороны высоких широт изотермами $+10^{\circ}$); холодные пояса (ограничены изотермами $+10^{\circ}$ и 0°).

Облачность играет большую роль в теплообороте и влагообороте на Земле. Она отражает прямую солнечную радиацию и, следовательно, уменьшает приток к земной поверхности. Облачность также увеличивает рассеяние радиации, уменьшает эффективное излучение, изменяет условия освещенности.

Облачный покров является источником осадков и этим заметно влияет на формирование погоды и климата. Поэтому особенности климатического режима облачности представляют особый интерес благодаря своей климатообразующей роли.

По мере нагрева поверхности Земли, излучающий эффект облаков изменяется, внося свой вклад в реакцию климатической системы планеты. Если эти изменения в облаках увеличивают охлаждение Земли, то они создают отрицательную обратную реакцию на потепление. В противном случае обратная связь будет положительной. Интенсивность глобального потепления за счет увеличения углекислого газа во многом зависит от знака и величины ответной реакции облаков, что делает это важным аспектом климатических исследований [8,9,11].

Из наблюдений за облачностью было получено, что над морем она больше, чем над сушей. В среднем для всего северного полушария облачность над сушей равна 5,4 и над морем 6,2 баллов; для южного полушария (без учета Антарктиды, где она уменьшена) над сушей 5,2 и над морем 6,4 баллов соответственно. Для двух полушарий в целом получается для суши 5,3, для моря 6,3 балла. Наконец, для северного полушария 5,9, для

южного полушария 6,2 и для всего Земного шара в целом 6,0. Итак, поверхность Земного шара в общем закрыта облаками более чем на половину.

Главным образом режим облачности обуславливается распределением потоков тепла и влаги, общей циркуляцией атмосферы и характером подстилающей поверхности. В одной и той же широтной зоне над океанами количество облаков, как правило, значительно выше, чем над равнинными областями материков. Этому способствует более интенсивное испарение с поверхности океанов.

Облачные поля над Россией. Годовой ход количества как общей, так и нижней облачности на Европейской части России характеризуется минимальными значениями летом и максимальными поздней осенью и зимой, когда особенно проявляется влияние Атлантики. Прямо противоположный годовой ход количества общей и нижней облачности наблюдается на Дальнем Востоке, Сахалине и Камчатке. Здесь наибольшее количество облаков приходится на июль, когда действует летний муссон, приносящий с океана большое количество водяного пара. Минимум облачности отмечается в январе в период наибольшего развития зимнего муссона, с которым в эти районы поступает сухой выхолаженный континентальный воздух с материка.

Исходные данные и методика исследования. Материалами для выполнения исследования послужили данные о средней месячной температуре воздуха, а также о срочном (01,13 ч) и среднем месячном количестве общей облачности, взятых с сайта ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД».

Временной промежуток исследования - с 1938 по 2022 год. Данный промежуток исследования включает в себя два естественных климатических периода: первый (1938-1975 гг.) представлен периодом стабилизации. Второй период с 1975 по 2022 гг. соответствует второй волне глобального потепления.

К анализу режима общей облачности применялся статистический метод такой как тренд-анализ. Из всех видов тренда, анализа был выбран самый простой вид – линейный. Температурный режим оценивался с помощью метода 11-летнего скользящего среднего. Также к анализу температуры и средней облачности применялся метод интегрально-разностной кривой. Данный метод заключается в последовательном суммировании отклонений от некоторой нормы за продолжительный период в пределах всего временного отрезка исследования. Каждая точка интегрально-разностной кривой соответствует сумме отклонений от многолетнего среднего значения, накопленной от начала ряда до конкретного года.

Исследование температуры воздуха и количества общей облачности в Саратове в январе. На рисунке 1 показан ход температуры воздуха в январе за исследуемый временной промежуток (фактические данные) и его средние значения (скользящее среднее за 11 лет). Выделяются 2 циклических колебания: 1 - с конца 30-х по конец 60-х годов XX в. Затем он сменился довольно быстрым ростом температур с 70-х годов XX века до начала 00-х 21 века. После чего наблюдается резкий, но непродолжительный спад температур с начала 00-х до середины 10-х 21 века. Затем опять прослеживается рост температуры воздуха в Саратове. Обращает внимание довольно продолжительный период роста температуры воздуха и резкий, но непродолжительный промежуток ее падения.

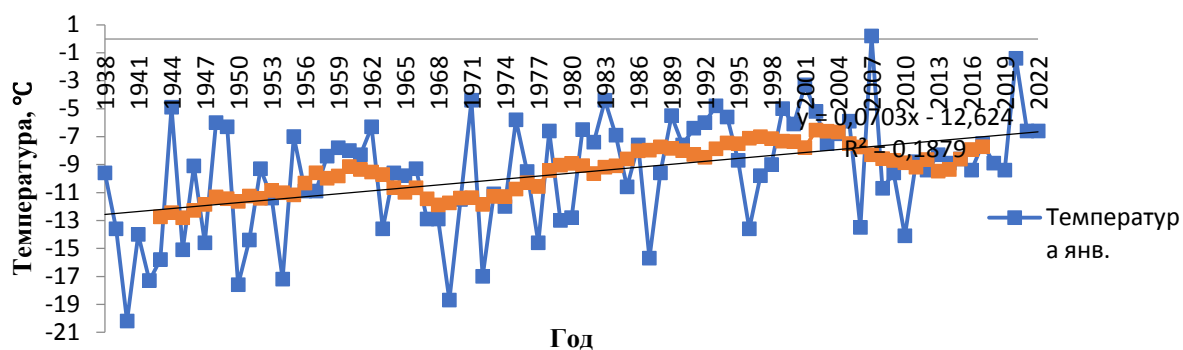


Рисунок 1 – Изменение температуры воздуха в январе (составлено автором)

На рисунке 2 представлен ход дневной, ночной, а также средней облачности в январе. На графике видно, что среднесуточная, дневная и ночная облачность на данном временном промежутке увеличивается. При этом следует отметить, что количество ночной облачности растет быстрее дневной.

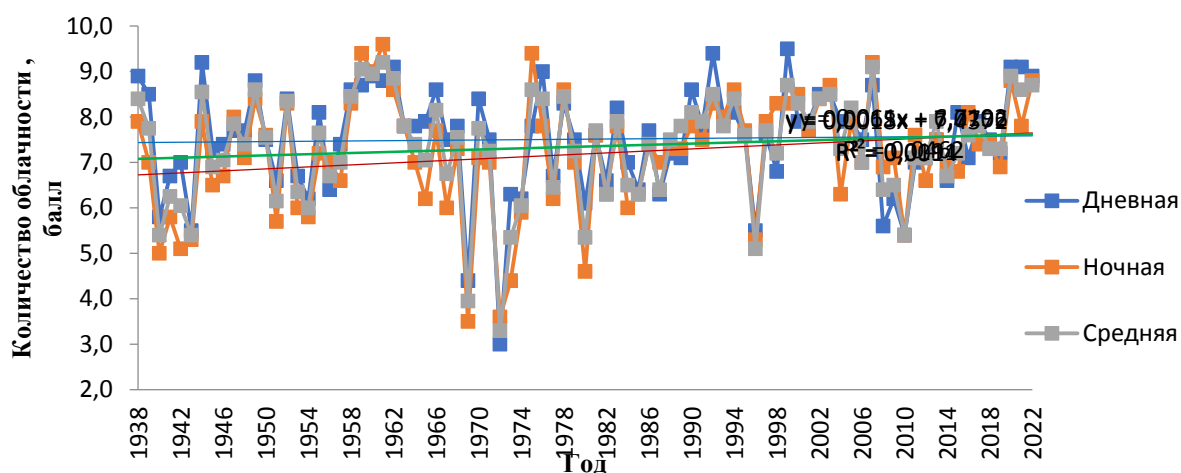


Рисунок 2 – Изменение количества общей облачности в Саратове за январь (составлено автором)

В ходе облачности и температуры воздуха выделяются циклические колебания. Циклы проанализированы методом интегрально-разностных кривых (рис. – 3). Из ИРК в январе в ходе температуры и облачности можно выделить три циклических колебания: первый охватывает период с 1938 г. по конец 60-х годов XX века, второй – 1970-2010, и наблюдается еще одно непродолжительное колебание с 10-х годов по 20-е годы 21 века.

Кривые циклических изменений температуры и облачности в январе оказываются симметричными и на границе периодов эти кривые максимально приближаются друг к другу. Возможно, такой характер ИРК отражает климатическую изменчивость внутри земной климатической системы. Конец 60 – 70 гг. – переход от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления. Конец 1 десятилетия 21 века совпадает с приостановкой темпов роста приземной температуры воздуха. Самое большое циклическое колебание соответствует 2 волне глобального потепления.

Следует отметить, что на всем протяжении исследования линия ИРК температуры лежит выше линии ИРК облачности.

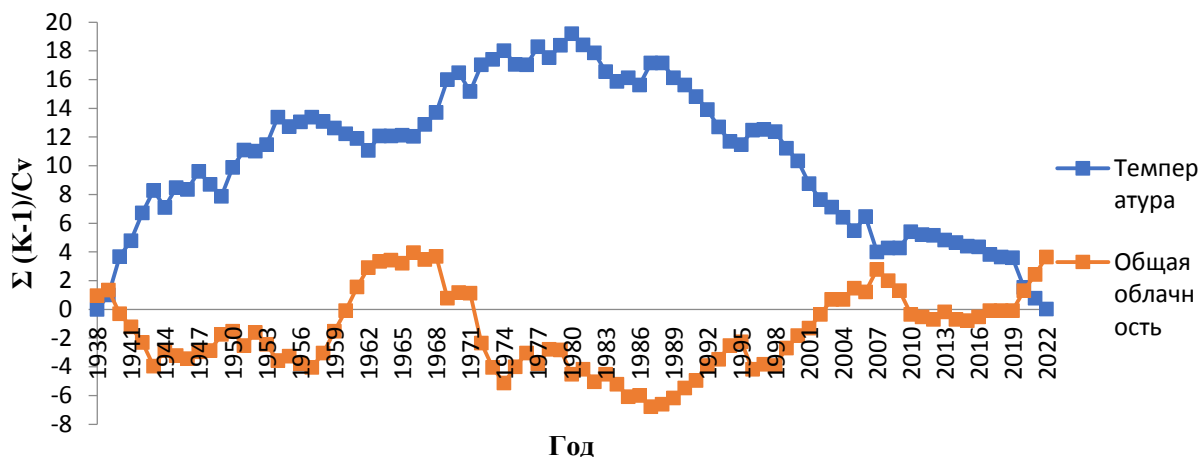


Рисунок 3 – Интегрально-разностная кривая температуры воздуха и количества общей облачности в Саратове в январе (составлено автором)

Аналогичным образом был проведен анализ температуры и облачности в июле. На рисунке 4 мы видим, что температура растет, но гораздо медленнее, чем в январе. Циклические колебания выделяются гораздо хуже, чем в январе. Таким образом, в Саратове подтвердилась одна из черт глобального потепления – рост температур в холодную часть года.

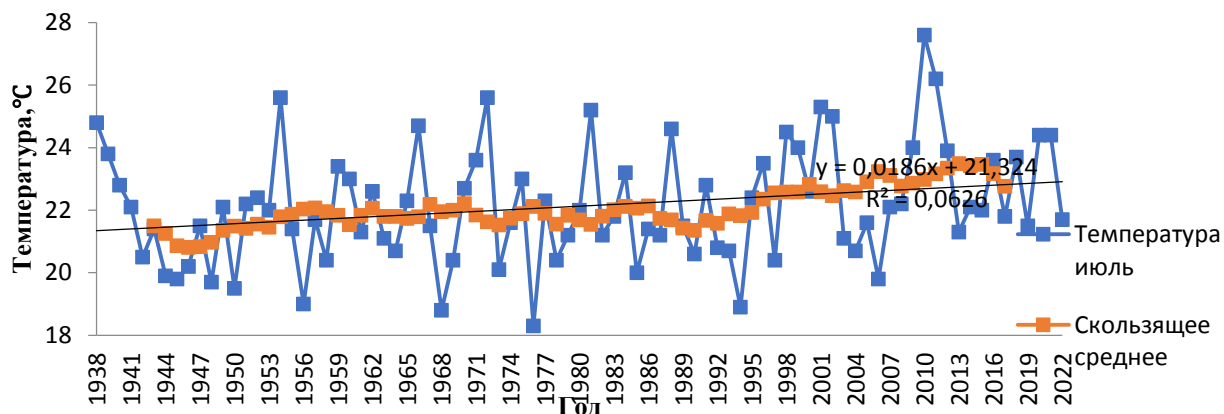


Рисунок 4 – Изменение температуры воздуха в июле (составлено автором)

На данном графике (рисунок – 5) представлен анализ облачности в июле. В отличие от зимы мы видим, что среднесуточное количество облачности стабильно, однако, дневная облачность снижается сильнее, чем растет ночная.

Сравнение средних значений ночной и дневной облачности в январе и июле показало, что зимой разница между средними значениями ночного и дневного количества облаков незначительна (0,3 балла), в то время как летом разница весьма существенна (2,7 балла).

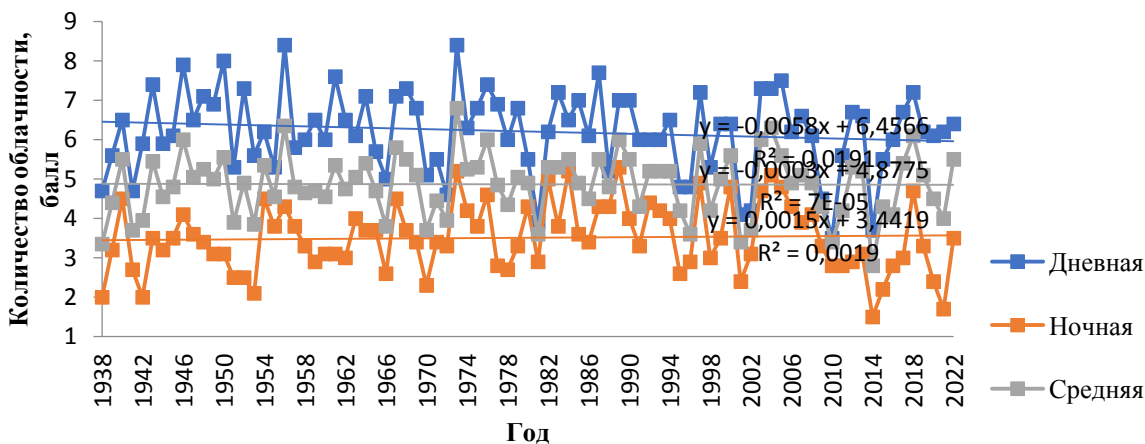


Рисунок 5 – Изменение количества общей облачности в Саратове за июль (составлено автором)

Был проведен анализ интегрально-разностных кривых температуры воздуха и общей облачности. На исследуемом промежутке выделяется только одно циклическое колебание, причем нисходящей ветви колебаний температуры соответствует восходящая ветвь колебаний облачности. Как и в январе эти кривые как бы зеркально отражаются, и в июле имеет место пересечение интегрально-разностной кривой в конце 40-х годов 20 века и в середине 20 годов 21 века. По большей части ИРК облачности лежит над ИРК температуры. Считаем, что описанные циклические колебания по ИРК этих 2 метеорологических величин отражают очень сложную связь температуры и облачности.

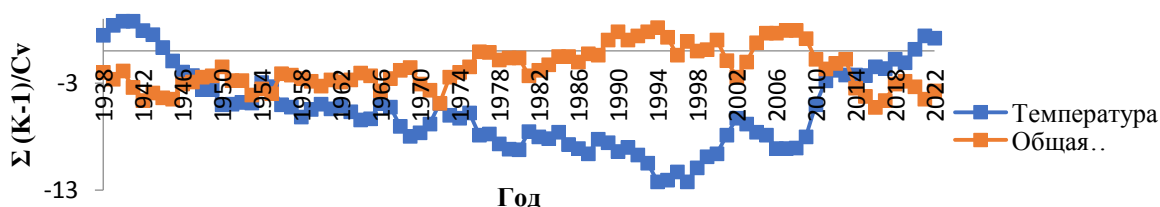


Рисунок 6 – Интегрально-разностная кривая температуры воздуха и количества общей облачности в Саратове в июле (составлено автором)

Оказывается интересным проследить тенденции изменения облачности в двух естественных климатических периода состояния земной климатической системы: стабилизацию и вторую волну глобального потепления.

Из графика (рисунок – 7) мы видим, что в январе в период стабилизации общая облачность уменьшается, наиболее сильно ночная, количество дневной почти не изменилось. Во вторую волну глобального потепления вся облачность увеличивается – сильнее всего выросла дневная облачность.

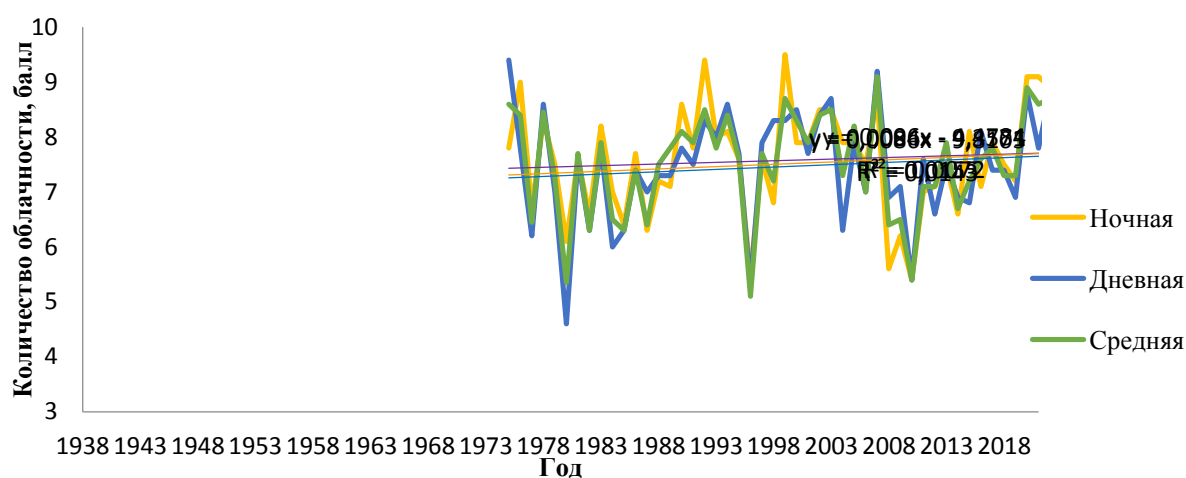


Рисунок 7 – Изменение количества общей облачности в Саратове в январе по климатическим периодам (составлено автором)

На рисунке 8 показан ход облачности по естественным климатическим периодам в июле. В отличие от зимы, летом в период стабилизации общая облачность увеличивается (наибольший рост у ночной облачности). Во вторую волну глобального потепления количество общей облачности уменьшается, причем сильнее всего - ночная облачность.

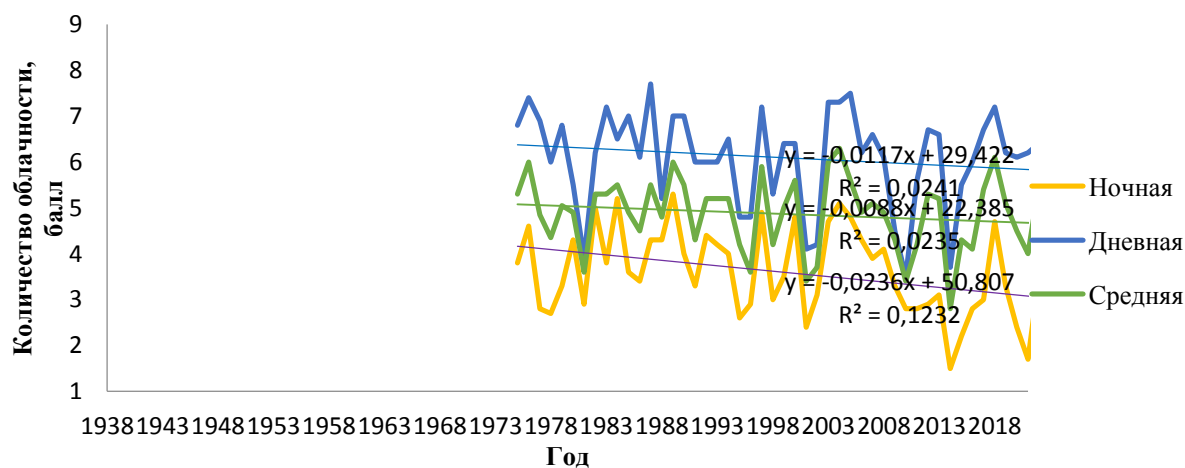


Рисунок 8 – Изменение количества общей облачности в Саратове в июле по климатическим периодам (составлено автором)

Заключение. В результате проведенного исследования были получены следующие **выводы**:

1. Среднемесячная температура воздуха января в Саратове за исследуемый промежуток времени имеет ярко выраженный циклический характер: продолжительный рост температур сменяется довольно резкими, но не столь продолжительными периодами ее падения.
2. Количество общей облачности в Саратове в январе увеличивается на всем временном промежутке исследования (1938-2022 гг.). Ночная облачность растет быстрее дневной.
3. Кривые циклических изменений температуры и облачности в январе оказываются симметричными и на границе периодов эти кривые максимально приближаются друг к другу. Возможно, такой характер интегрально-разностной кривой отражает климатическую изменчивость внутри земной климатической системы.
4. Среднемесячная температура воздуха летом в Саратове увеличивается, но заметно медленнее, чем зимой. Таким образом подтвердилась одна из черт глобального потепления – наиболее интенсивный рост в холодную часть года.

5. В июле количество средней месячной облачности в Саратове на исследуемом промежутке почти не изменяется. Дневная облачность снижается сильнее, чем растет ночная. Климатически значимым следствием падения этого является увеличение количества тепла, аккумулируемым у земной поверхности, что может тоже внести свой вклад в развитие глобального потепления.
6. Сравнение средних значений ночной и дневной облачности в январе и июле показало, что зимой разница между средними значениями ночного и дневного количества облаков весьма незначительна (0,3 балла), в то время как летом разница уже существенна (2,7 балла).
7. Анализ интегрально-разностной кривой в июле позволил установить, что циклические колебания двух метеорологических величин: температуры и облачности отражают их очень сложную связь.
8. В январе в период стабилизации общая облачность уменьшается, наиболее сильно – ночная. В период второй волны глобального потепления количество общей облачности растет, наибольший рост отмечается у дневной.
9. Общая облачность в июле в период стабилизации увеличивается, наиболее интенсивно растет ночная. Во вторую волну глобального потепления количество облачности снижается, наиболее сильно – также ночная.