

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Пространственно-временная изменчивость общего содержания озона
над Саратовской областью по данным спутниковых измерений**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 215 группы

направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Дияновой Елизаветы Сергеевны

Научный руководитель,

зав. кафедрой, к.г.н. доцент _____

М.Ю. Червяков

Зав. кафедрой,

доцент, к.г.н. _____

М.Ю. Червяков

Саратов 2024

Введение

Озон играет весьма существенную роль в существовании жизни на Земле, так как поглощает жесткую часть исходящего от Солнца УФ излучения (с длиной волны от 280 до 315 нм – так называемое УФ-излучение), защищая от него живые организмы и растительность.

В стратосфере атомарный озон образуется в результате реакции диссоциации молекулы кислорода. Основное фотохимическое образование озона идет, главным образом на высотах 30 км, поскольку свет с длиной волны 242 нм ниже практически не проникает.

Из стратосферы в тропосферу озон попадает за счет стратосферно-тропосферного обмена. Известно, что случаи глубоких стратосферных вторжений в тропосферу иногда приводят к существенному повышению концентрации озона в тропосфере. Стратосферный озон в научной терминологии называют общим содержанием озона (ОСО), а тропосферный – приземным озоном. В отличие от стратосферного озона, который защищает все живые организмы на Земле от разрушающего действия солнечного коротковолнового ультрафиолетового излучения, тропосферный озон является загрязняющим веществом.

Исследования озона в современной науке играют важную роль в формировании географической оболочки и обеспечении жизни на Земле. Они включают изучение изменчивости общего содержания озона в атмосфере как в пространственном, так и во временном масштабах.

Изучение озонового слоя стало особенно важным из-за уменьшения его общего содержания в атмосфере. Уменьшение толщины озонового слоя приводит к увеличению проникновения ультрафиолетового излучения Солнца до поверхности Земли, нарушая тепловой баланс планеты. Увеличение доли ультрафиолетового излучения на поверхности планеты приводит к заболеваниям кожи. Поэтому исследование содержания озона в атмосфере является одной из наиболее важных задач.

В связи с этим актуальным представляются исследования изменения ОСО над Саратовской областью.

Целью данной работы является изучение пространственного распределения ОСО для территории Саратовской области за период с 2005 по 2022 гг. и выявления влияния ОСО на характеристики тропопаузы для г. Саратова в 2022 г.

Основное содержание работы

Информация об общем содержании озона в атмосфере была получена с использованием спутниковых данных OMI (Ozone monitoring instrument), и представляла из себя ряды значений с 2005 по 2022 гг. с разрешением $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$.

Для того, чтобы из всего массива полученных данных Aura (Nasa) выбрать значения только по Саратовской области был использован макрос (приложение А) для программы Microsoft Excel.

Для последующего этапа было осуществлено построение карт пространственно-временного распределения ОСО на территории Саратовской области в программе ArcGis 10.8. Использовались среднемесячные значения ОСО за 2005-2022 гг. Для слоя выбираем стандартную географическую систему координат WGS 84 с проекцией Mercator.

На рисунке 1 показано распределение поля ОСО по территории Саратовской области за 2005-2022 гг. в декабре. Значения ОСО в декабре по области варьируют от 302,8-313,3 ед. Добсона. Можно заметить, ОСО возрастает с севера на юг.

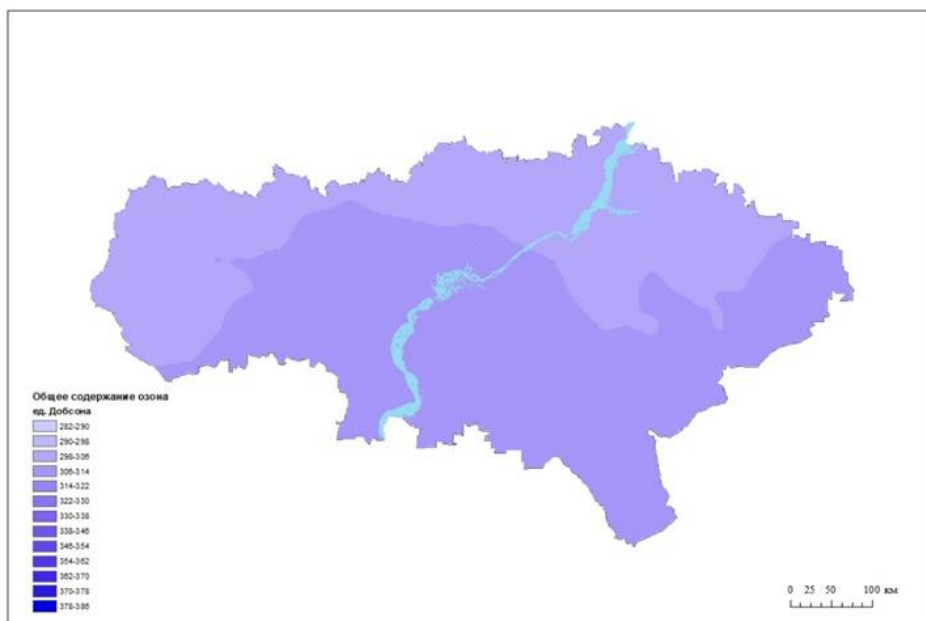


Рисунок 1 – Распределение ОСО по территории Саратовской области за 2005-2022 гг. в декабре (составлено автором)

На рисунке 2 показано распределение поля ОСО по территории Саратовской области за период с 2005-2022 гг. в марте.

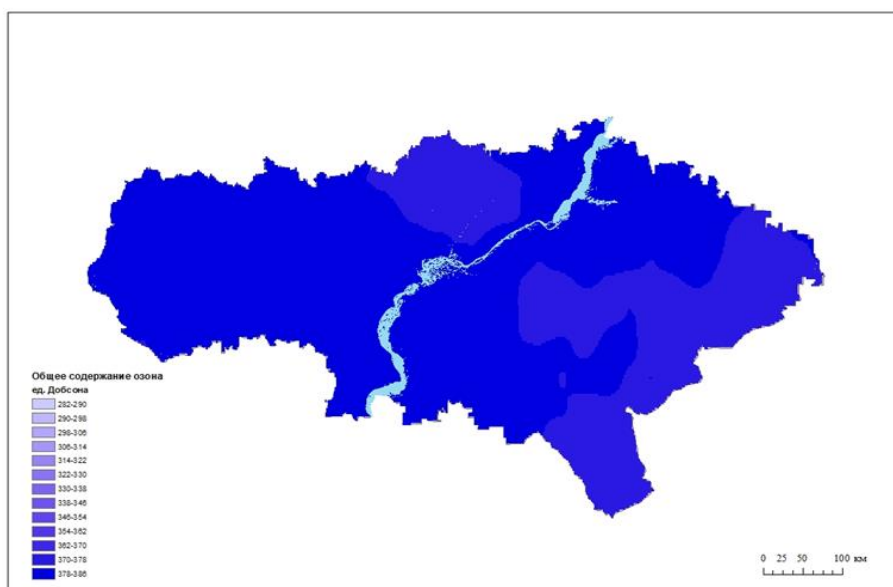


Рисунок 2 – Распределение ОСО по территории Саратовской области за 2005-2022 гг. в марте (составлено автором)

Можно заметить, что значения ОСО меняются в пределах от 374,5-382,9 ед. Добсона. Высокие значения ОСО наблюдаются практически по всей области, на севере и востоке области можно заметить падение ОСО.

На рисунке 3 показано распределение поля общего содержания озона по территории Саратовской области в июле. Величина ОСО в июле меняется в пределах от 315,9-324,1 ед. Добсона. С севера на юг области величина ОСО уменьшается.

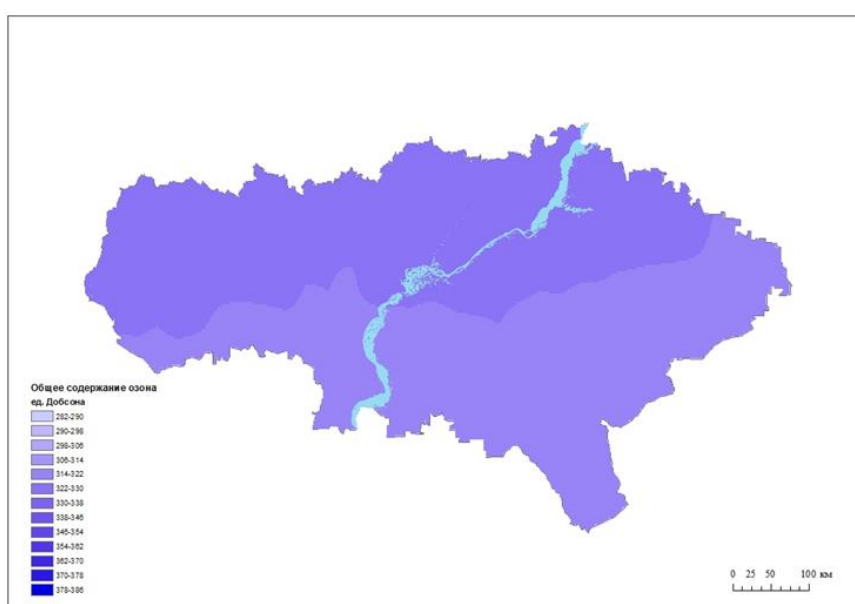


Рисунок 3 – Распределение ОСО по территории Саратовской области за 2005-2022 гг. в июле (составлено автором)

На рисунке 4 показано распределение поля ОСО по территории Саратовской области за период с 2005-2022 гг. в октябре. Величина ОСО на территории Саратовской области в октябре меняется в пределах от 282,1-287,8 ед. Добсона.

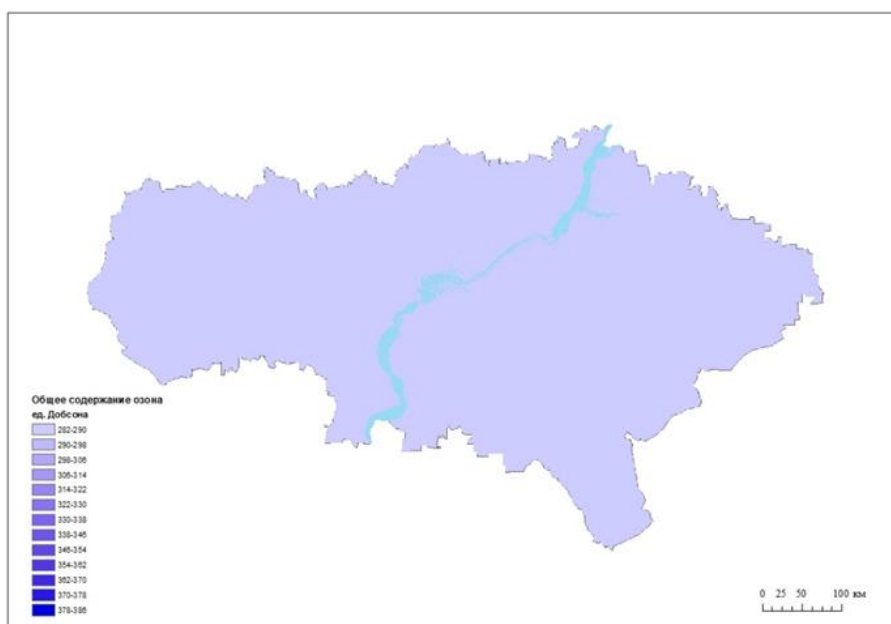


Рисунок 4 – Распределение ОСО по территории Саратовской области за 2005–2022 гг. в октябре (составлено автором)

Для оценки пространственно-временного распределения ОСО на территории Саратовской области были выбраны города Хвалынский, Балашов, Саратов, Ершов и Александров Гай. Для этого из всего массива данных были выбраны координаты городов близкие к их фактическим координатам.

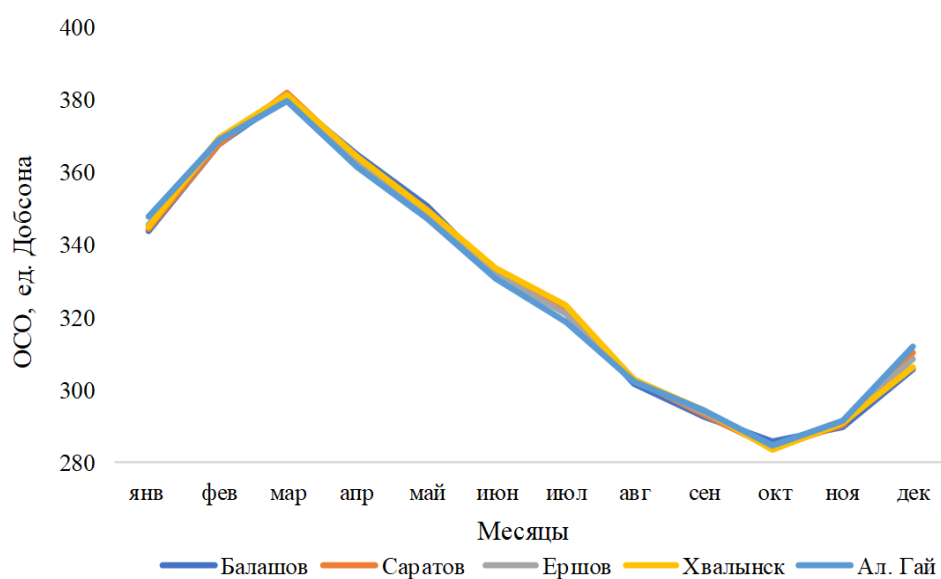


Рисунок 5 – Сезонный ход ОСО за 2005-2022 гг. по спутниковым данным OMI (NASA) (составлено автором)

Рисунок 5 показывает широтный характер сезонного распределения ОСО для пяти пунктов. Наибольшие значения ОСО соответствуют наиболее удаленному к северу пункту Хвалынску и Саратову, наименьшие – самому южному Александров Гаю, а также Хвалынску. В целом, в сезонном ходе ОСО для каждого пункта хорошо выражены периоды максимума (февраль – март) и минимума (сентябрь – октябрь).

Рассмотрим закономерности межгодовой изменчивости ОСО над выбранными пунктами.

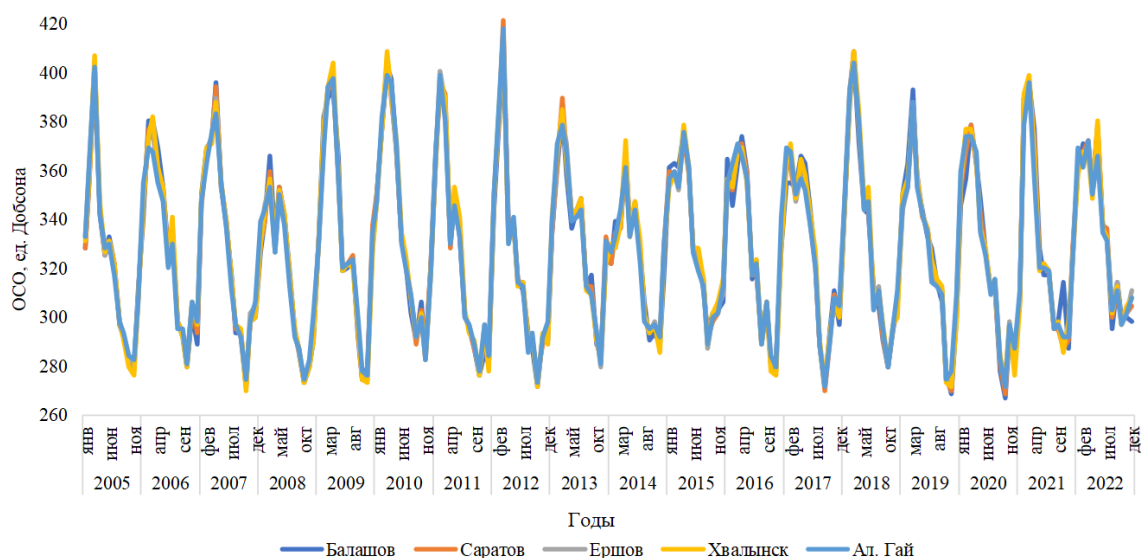


Рисунок 6 – Межгодовая динамика общего содержания озона над городами Саратовской области (составлено автором)

В период с 2007 по 2008 гг., 2014-2017 гг. по всем пунктам наблюдений отмечается падение концентрации озона. В период с 2009 по 2012 гг. происходит перестройка полей общего содержания озона - наблюдаются тенденции к росту концентраций ОСО. Очаги с повышенным содержанием озона в атмосфере наблюдаются с 2018 по 2021 гг. За весь исследуемый период времени самые минимальные значения ОСО наблюдались в Балашове и Саратове в 2020 г, а максимальные – в Александров Гае и Саратове в 2012 г.

Возможно, что причиной этому служат изменения общей циркуляции атмосферы, происходящие из-за глобального изменения климата.

Далее, найдены аномалии ОСО для города Саратова, для исключения сезонного хода. Использовались исходные значения ОСО и находились средние значения. Затем из средних значений вычитались фактические значения ОСО.

На рисунке 7 показан пространственно-временной ход отклонений ОСО от среднего над Саратовом в период с 2005 по 2022 гг. Синий линией обозначены отклонения ОСО над Саратовом. Максимальные значения отклонений наблюдаются в марте 2014 г., минимальные- в марте 2012. Оранжевая линия- сглаженные значения по 3 месяцам.

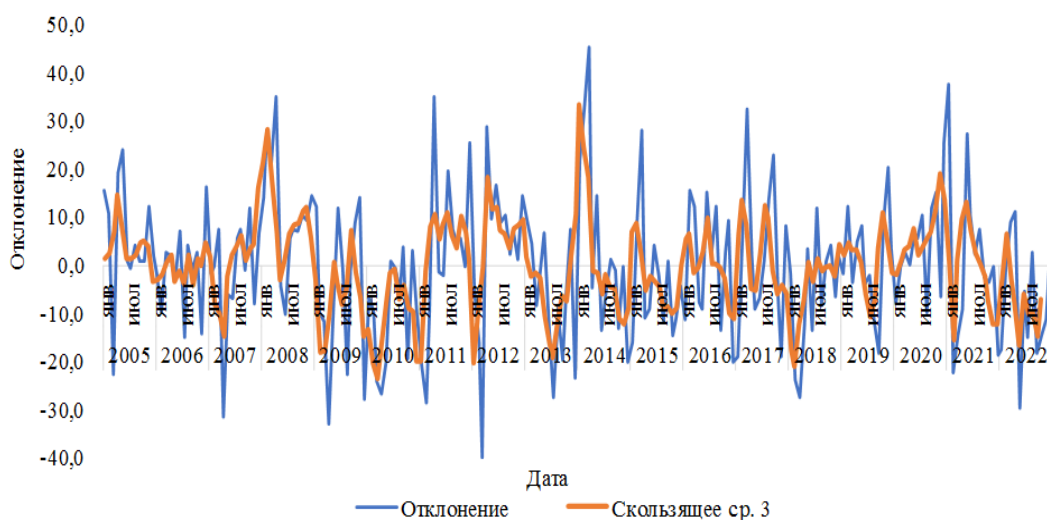


Рисунок 7– Содержание ОСО над Саратовом. Синяя линия отклонения, оранжевая линия – сглаженные по 3 месяцам значения (составлено автором)

Ранее в работе Шарковой проводилось исследование влияния ОСО в Арктике во время ВСП, нами также была предпринята попытка

насколько ОСО влияет на характеристики тропопаузы в умеренных широтах на примере г. Саратова в 2022 г.

Основная гипотеза состоит в следующем: если содержание озона в атмосфере большое, то температура в стратосфере должна повышаться, следовательно, высота тропопаузы должна понижаться и, наоборот, уменьшение содержания озона способствует понижению температуры тропопаузы и повышению высоты тропопаузы.

Использовались данные радиозондирования Университета Вайоминга (<https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>) за два срока 00 ч и 12 ч в 2022г.

Для исследования ОСО были взяты среднесуточные данные измерения прибора OMI спутника AURA за тот же период.

Для получения среднесуточных значений высоты и температуры нижней границы тропопаузы данные за 2 срока усреднялись.

На рисунке 8 представлено сопоставление среднесуточных данных ОСО и высоты нижней границы тропопаузы. Значения ОСО варьировались от 257, 5 до 460, 6 ед. Добсона. Высота тропопаузы колеблется в пределах 7-16 км. Можно заметить, начиная с июля при повышении высоты тропопаузы также уменьшается и ОСО.

Можно заметить, начиная с июля при повышении высоты тропопаузы также уменьшается и ОСО.

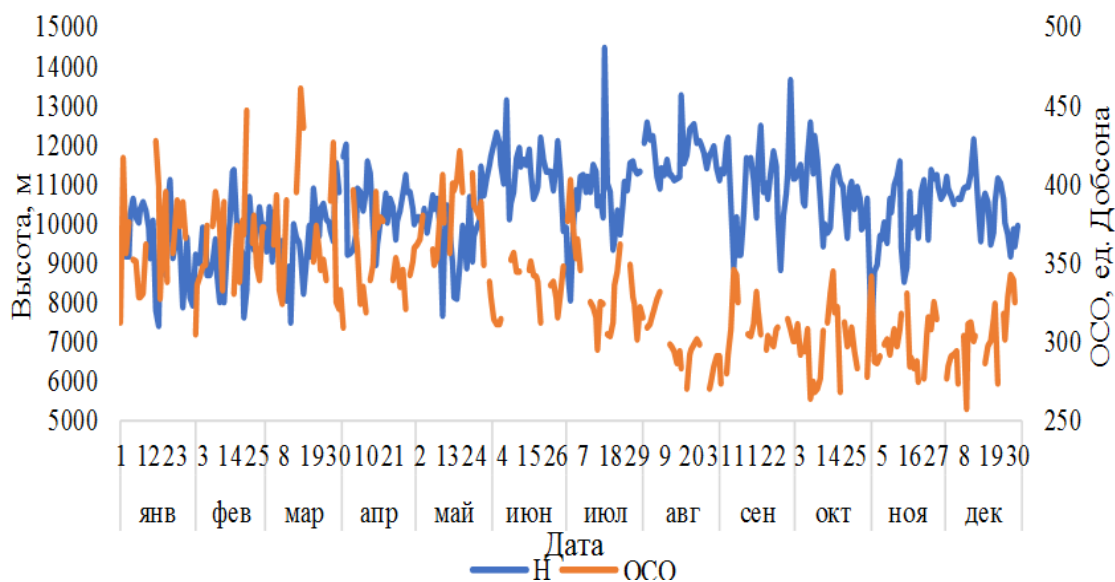


Рисунок 8 – Ход высоты нижней границы тропопаузы и ОСО в г. Саратове в 2022 г. (составлено автором)

Была построена корреляционная диаграмма взаимосвязи ОСО и высоты тропопаузы. По оси абсцисс отложены значения ОСО, а по оси ординат – высоты нижней границы тропопаузы.

Коэффициент корреляции составил -0,58.

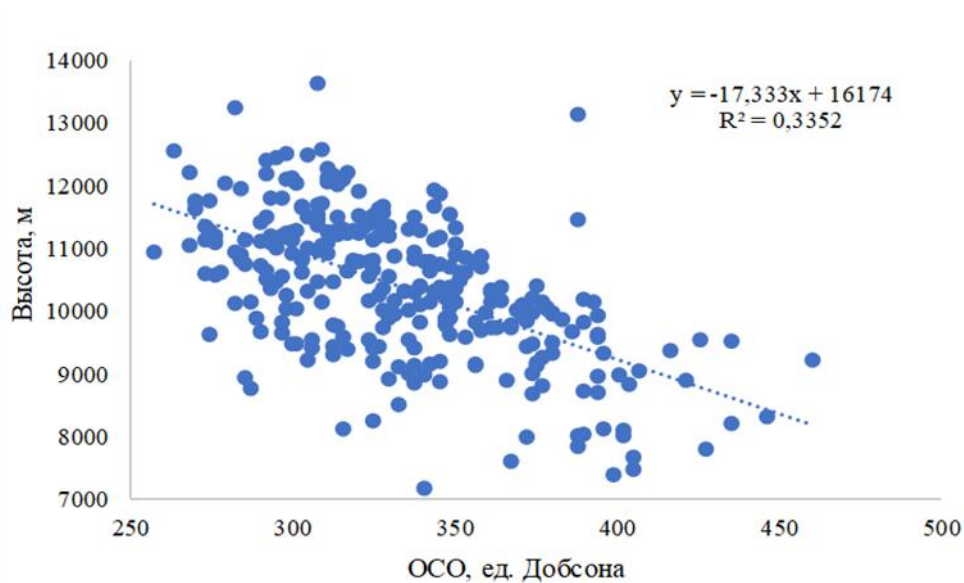


Рисунок 9 – Связь высоты тропопаузы и ОСО в г. Саратове в 2022 г. (составлено автором)

На рисунке 10 представлено сопоставление среднесуточных данных ОСО и температуры тропопаузы. Температура меняется от $-39,6^{\circ}$ до -73°C .

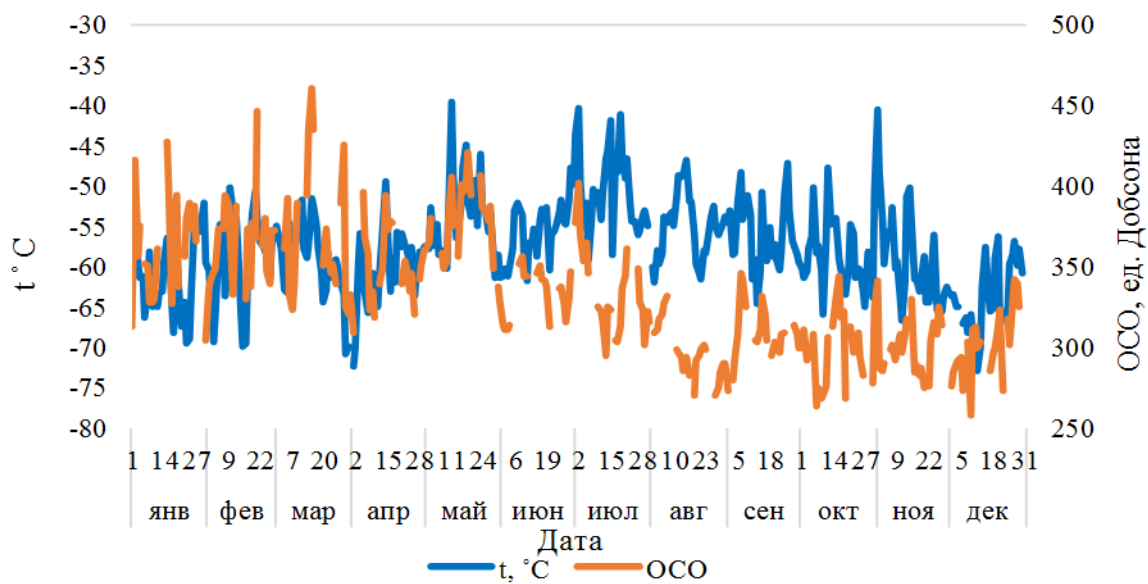


Рисунок 10 – Ход температуры тропопаузы и ОСО в г. Саратове в 2022 г. (составлено автором)

Коэффициент корреляции составил 0,22.

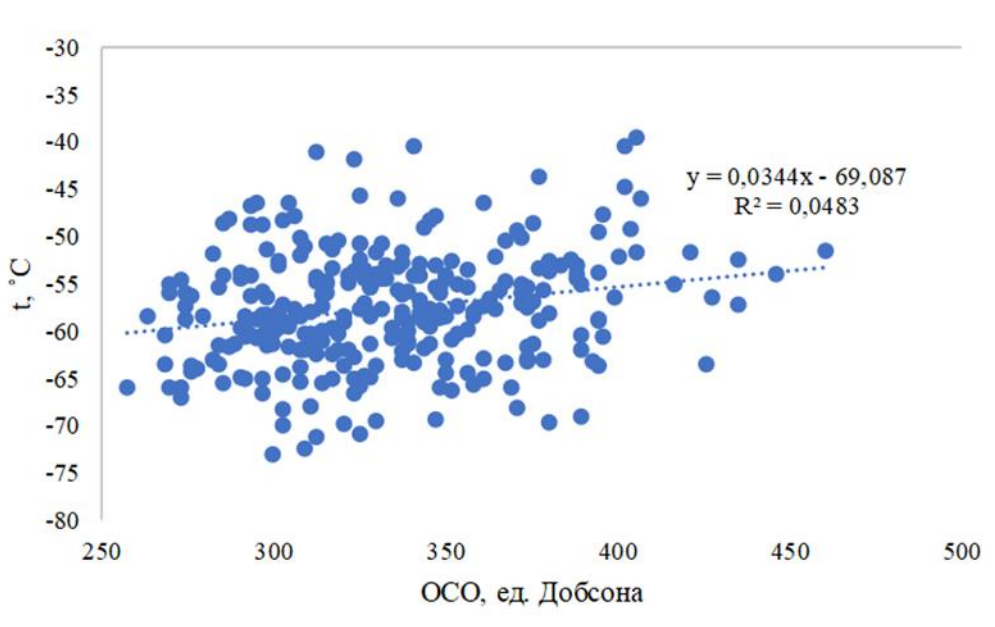


Рисунок 11 – Связь температуры тропопаузы и ОСО в г. Саратове в 2022 г. (составлено автором)

Так как коэффициент корреляции между температурой тропопаузы и ОСО получился небольшой, была предпринята попытка осреднения значений температуры тропопаузы и ОСО по декадам.

На рисунке 12 представлен ход среднедекадных значений температуры тропопаузы и ОСО в г. Саратов в 2022 г. Можно заметить, что с января по начало июня при увеличении ОСО увеличивается температура тропопаузы.

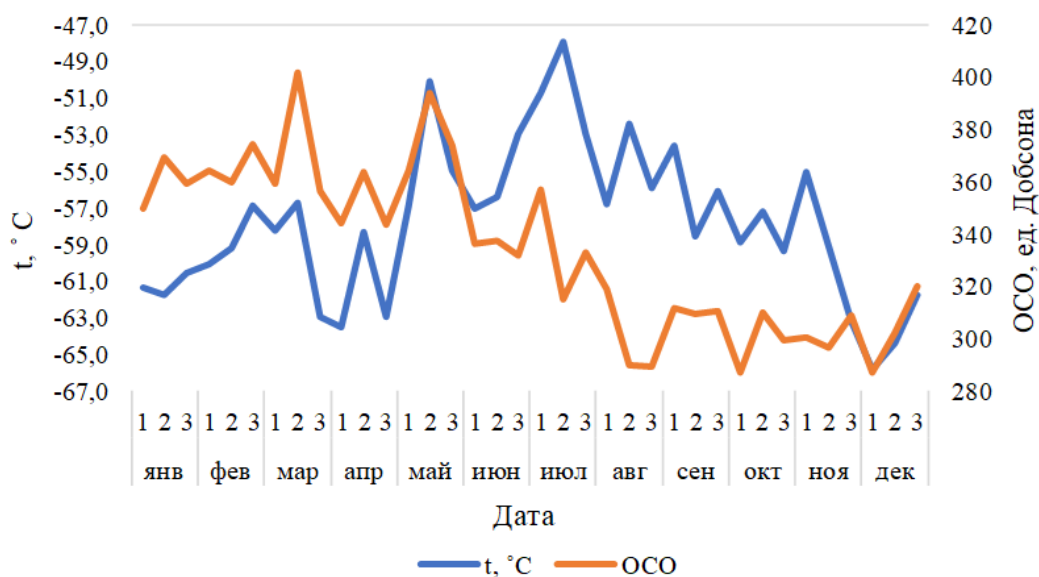


Рисунок 12 – Связь среднедекадных значений температуры тропопаузы и ОСО в г. Саратов в 2022 г. (составлено автором)

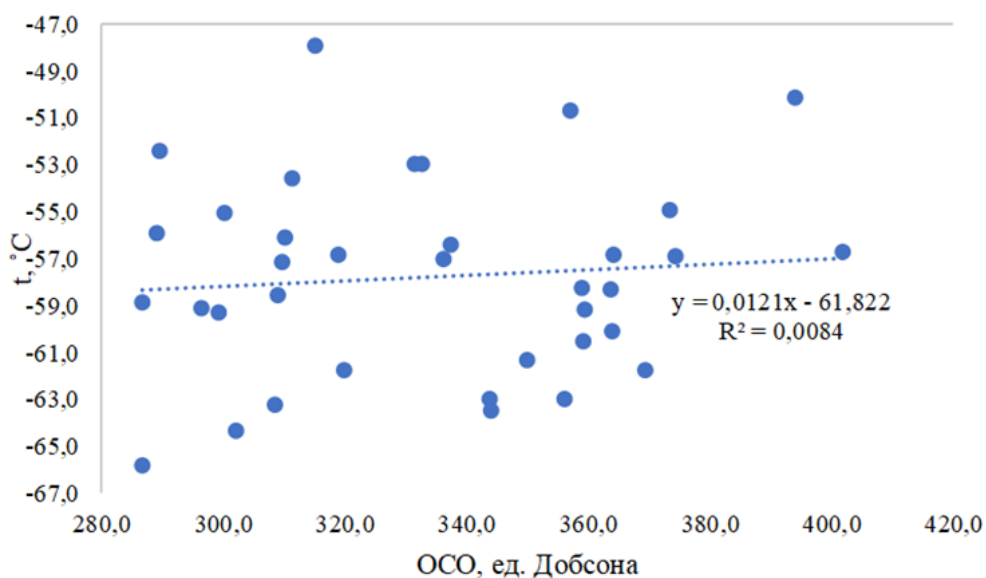


Рисунок 13 – Связь среднедекадных значений температуры тропопаузы и ОСО в г. Саратов в 2022 г. (составлено автором)

На рисунке 13 представлена корреляционная диаграмма между значениями температуры тропопаузы и общего содержания озона. После осреднения значений коэффициент корреляции не увеличился и составил 0,09.

Заключение

В работе выполнен анализ изменчивости общего содержания озона по территории Саратовской области в 2005–2022 гг. на основе результатов спутниковых наблюдений с помощью прибора OMI.

Построены карты сезонного распределения ОСО по территории Саратовской области.

Анализируя сезонные карты распределения ОСО по территории Саратовской области, было выявлено, что в зимний период максимальное значение ОСО наблюдалось в феврале на востоке Саратовской области- 372,4 ед. Добсона, минимальное содержание ОСО отмечалось в декабре на севере области- 302,8 ед. Добсона.

В весенний период максимальное значение ОСО наблюдалось в марте и составило 382, 9 ед. Добсона, минимальное содержание ОСО отмечалось в мае- 344,4 ед. Добсона.

В летний период максимальное значение ОСО наблюдалось в июне и составило 336,7 ед. Добсона, минимальное содержание ОСО отмечалось в августе- 300,0 ед. Добсона.

В осенний период максимальное значение ОСО наблюдалось в сентябре и составило 296, 8 ед. Добсона, минимальное содержание ОСО отмечалось в октябре- 282,1 ед. Добсона.

При рассмотрении сезонного распределения значений ОСО по Хвалынску, Балашову, Саратову, Ершову и Александров Гаю в целом, в сезонном ходе ОСО для каждого пункта хорошо выражены периоды максимума (февраль – март) и минимума (сентябрь – октябрь).

Дополнительно в ходе анализа среднесуточных данных ОСО и характеристик тропопаузы в 2022 г была выявлена небольшая взаимосвязь между значениями ОСО и высотой нижней границы тропопаузы, коэффициент корреляции равен -0,58. Между значениями ОСО и температурой тропопаузы коэффициент корреляции равен 0,22.