

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 облачности в  
Саратовской области по данным наземных и спутниковых  
наблюдений**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 215 группы

направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Дияновой Екатерины Сергеевны

Научный руководитель,

зав. кафедрой, к.г.н.,  
доцент

М.Ю. Червяков

Зав. кафедрой  
к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2024

## **Введение.**

Облачность является важнейшим элементом атмосферы, оказывающим существенное влияние на климат планеты [1].

Отсюда - необходимость точных наблюдений за облаками для составления климатических моделей прогноза погоды и мониторинга изменения климата.

На сегодняшний день данные дистанционного зондирования Земли из космоса играют ключевую роль в получении информации о свойствах облачности. С момента появления спутниковых измерений появилась возможность осуществлять регулярные непрерывные наблюдения за облаками, равномерно охватывающие весь район исследования. Возможно просматривать и анализировать различные ресурсы в оперативном доступе.

Целью данной магистерской работы является: изучить пространственно-временную изменчивость облачности в Саратовской области

Задачи: произвести сравнительный анализ спутниковых и наземных данных,

оценить корреляционную связь между спутниковыми и наземными данными,

построить карты облачности по Саратовской области по спутниковым данным,

проанализировать полученные карты

**Основное содержание работы.** В работе рассматриваются результаты сравнительного анализа пространственно-временного распределения многолетнего среднего значения облачности на основе массива данных продукта NASA Earth Observation Cloud Fraction, формируемые на основе данных с гелиосинхронных, полярно-орбитальных спутников Terra и Aqua и наземных данных, взятых из архива научно-исследовательского института ВНИИГМИ-МЦД в Обнинске.

Данный архив является крупнейшим в мире научным центром, где собран архив гидрометеорологических данных за последние полтора века. Массив данных регулярно пополняется. В архиве, по мимо, информация об общем количестве облачности, содержится информация о форме облаков верхнего, среднего и вертикального развития, высоте нижней границы облачности.

В работе были использованы массивы данных по общему количеству облачности на станциях Саратов, Александров Гай, Балашов, Ершов, Новоузенск за период с 2000-2023 гг.

Количество облачности - метеорологический параметр, определяемый наблюдателем визуально по 10-бальной шкале. Количество облачности кодируются в соответствии с кодом КН-01, где значениями от 0 до 10 кодируют количество фактической облачности; шифр 11 кодирует ситуацию, когда видны только следы облаков (больше 0, но меньше 1 балла); шифр 12 кодирует наличие облачности с просветами (меньше 10 баллов, но больше 9); 13 означает, что облачность невозможно определить (например, из-за тумана) [2].

В качестве исходных спутниковых данных были использованы продукты NEO Cloud Fraction с месячным окном накопления и пространственным разрешением 0,25 градусов. Глобальные месячные сцены NEO Cloud Fraction представлены в виде матриц размера 1440×720. Значение пикселя отражает пространственно-временную долю покрытия общей облачностью на момент пролета спутника в выбранном месячном окне.

Стоит отметить, что облачность измеряется в долях единиц. В дальнейшем, для наиболее оптимального анализа общего количества облачности данные NASA Earth Observation Cloud Fraction были переведены в единицы измерения наземных данных, т.е. баллы.

Таким образом, на рисунке 1 представлено сопоставление данных общего количества облачности на станции Саратов и спутниковых измерений. Видна хорошая согласованность рассматриваемых величин. Аналогичные графики построены для Балашова, Ершова, Новоузенска, Александров Гая.

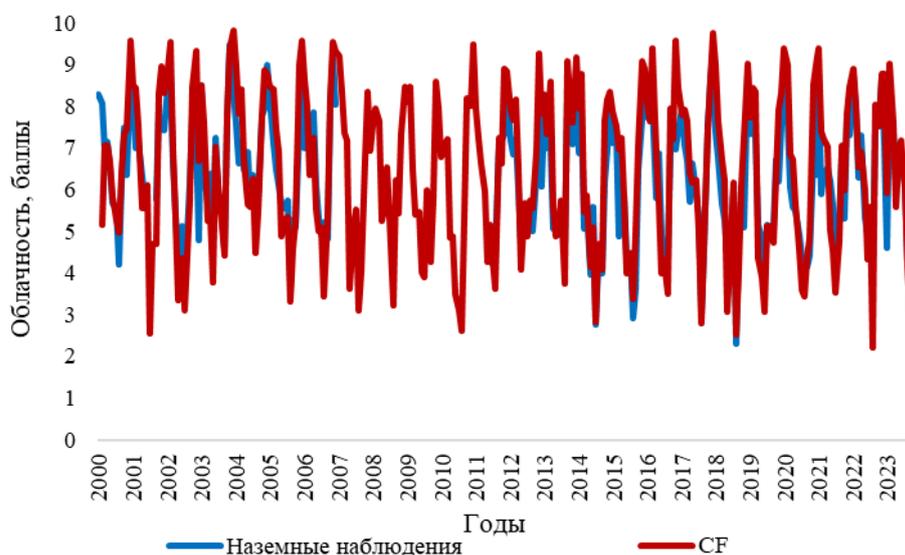


Рисунок 1 – Временной ход общего количества облачности в Саратове по наземным данным и спутниковым измерениям NASA (Terra) за период 2000-2023 гг. (составлено автором)

Для привязки значений спутникового проекта к наземным данным были построены корреляционные диаграммы для Саратова, Балашова, Ершова, Новоузенска, Александров Гая.

Была проведена процедура оценки корреляционной зависимости между рядами наземных данных со спутниковыми.

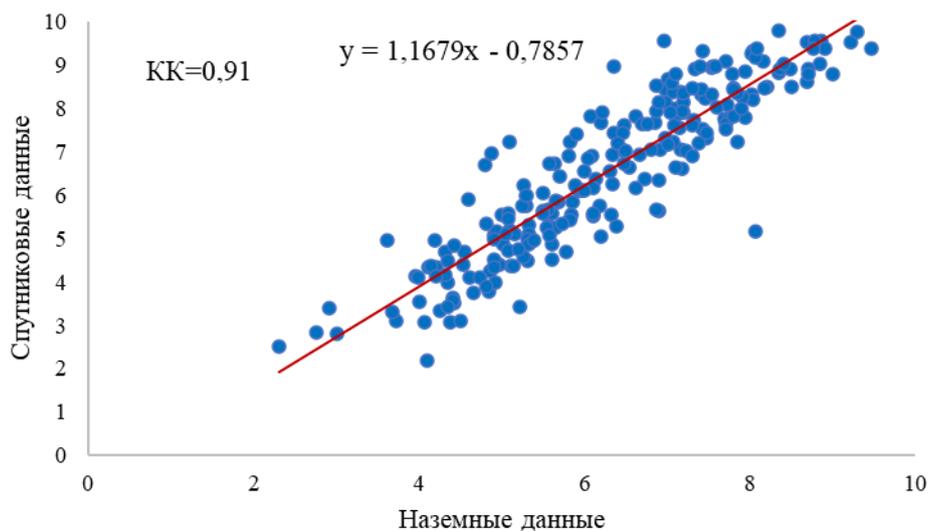


Рисунок 2 - Корреляционная диаграмма по наземным данным и спутниковым измерениям NASA (Terra) за период 2000-2023 гг. в Саратове (составлено автором)

Для Саратова коэффициент корреляции составил 0,91, для Балашова 0,91, для Ершова 0,87, для Новоузенска 0,80, для Александров Гая 0,87

Таким образом, проведенные сравнения позволили сделать вывод о пригодности спутниковых данных проекта NASA Earth Observation Cloud Fraction для оценки изменчивости общего количества облачности.

Следующим шагом было исключить сезонный ход. Для этого найдены средние месячные значения для всего периода наблюдений. Из средних значений вычитались фактические значения облачности. Построены соответствующие графики.

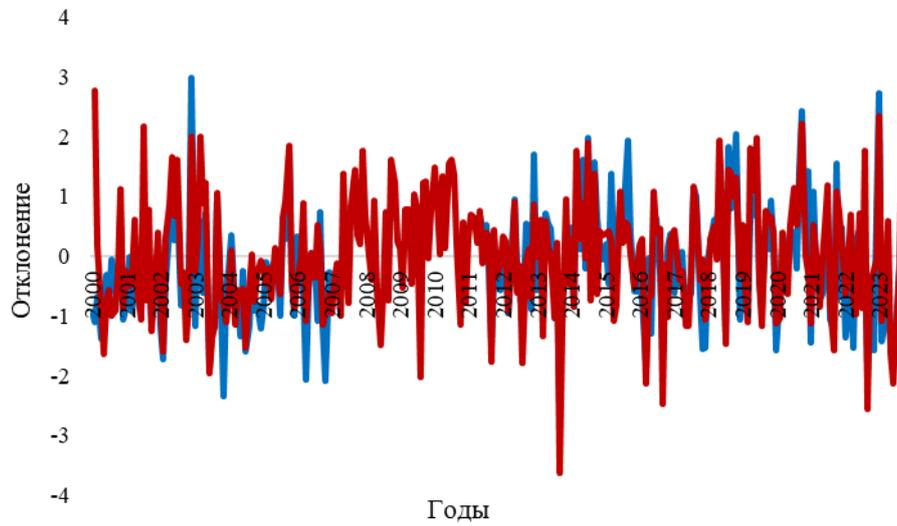


Рисунок 3 – Временная изменчивость отклонений общей облачности в Саратове (составлено автором)

Также был проведен корреляционный анализ.

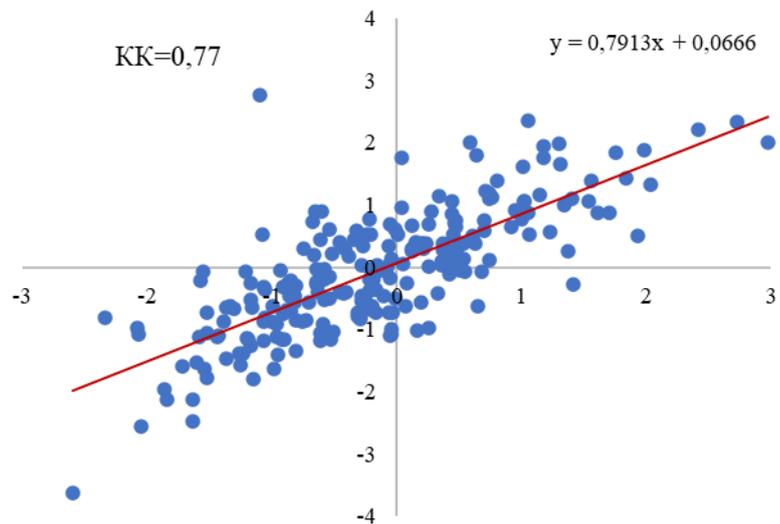


Рисунок 4 – Временная изменчивость отклонений общей облачности в Саратове (составлено автором)

Тем не менее, что мы исключаем сезонный ход коэффициенты корреляции остались достаточно высокими. В Балашове коэффициент корреляции равен 0,79, в Саратове 0,77, в Ершове 0,78, в Новоузенске 0,70, в Александров Гае 0,77.

Проведенные сравнительный и корреляционный анализ, показывает, хорошую согласованность наземных и спутниковых наблюдений, поэтому данные спутникового мониторинга поля облачности возможно использовать для дальнейшего анализа пространственного распределения облачности.

Для анализа пространственно-временного распределения многолетнего среднего значения облачности в Саратовской области построены карты.

Карты строились в программе ArcGis 10.8. Использовались среднемесячные значения общего количества облачности по данным инструмента MODIS за 2000-2023 гг.

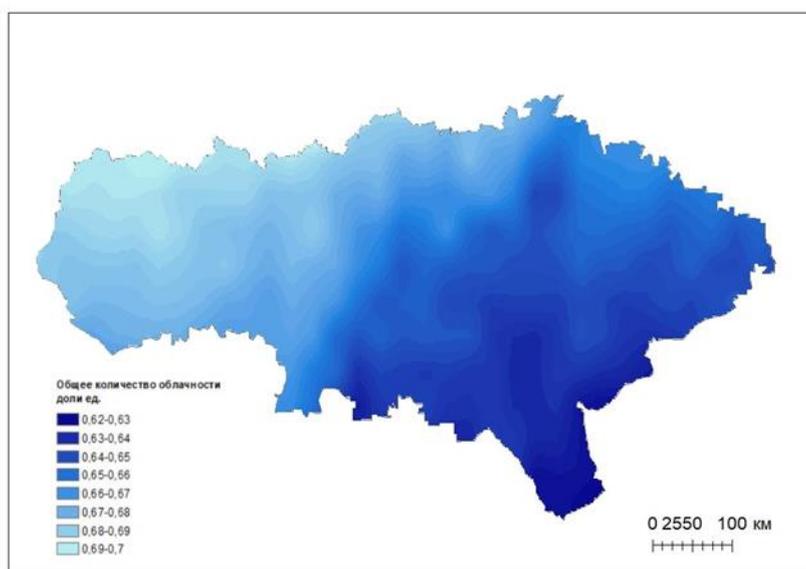


Рисунок 5 – Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS за 2000-2023 гг (составлено автором)

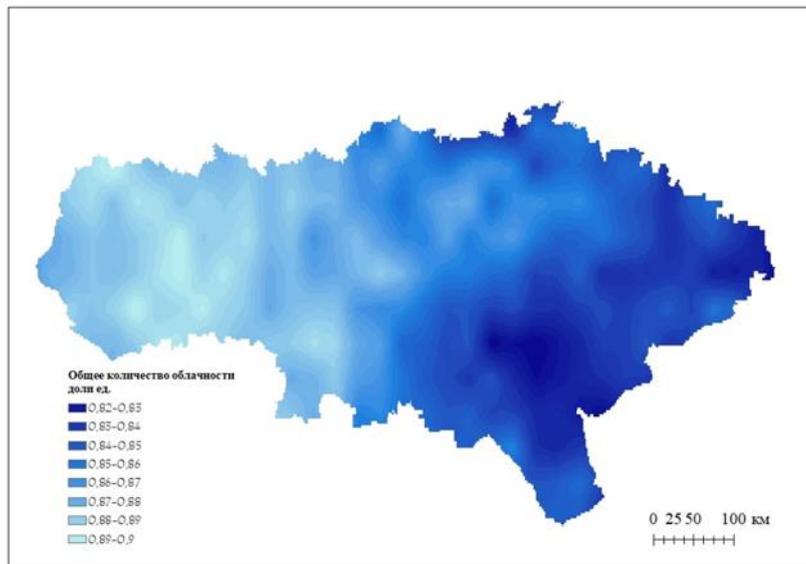


Рисунок 6 – Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в декабре 2000-2023 гг (составлено автором)

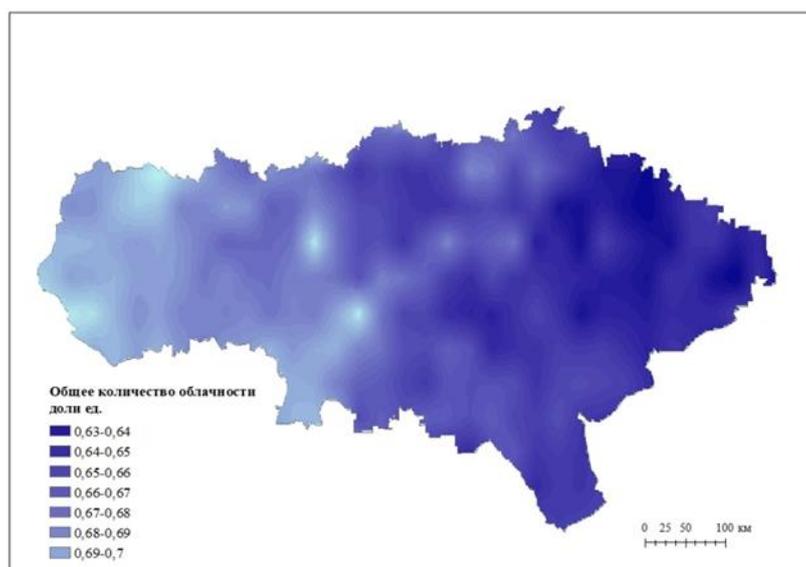


Рисунок 7 – Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в марте 2000-2023 гг (составлено автором)

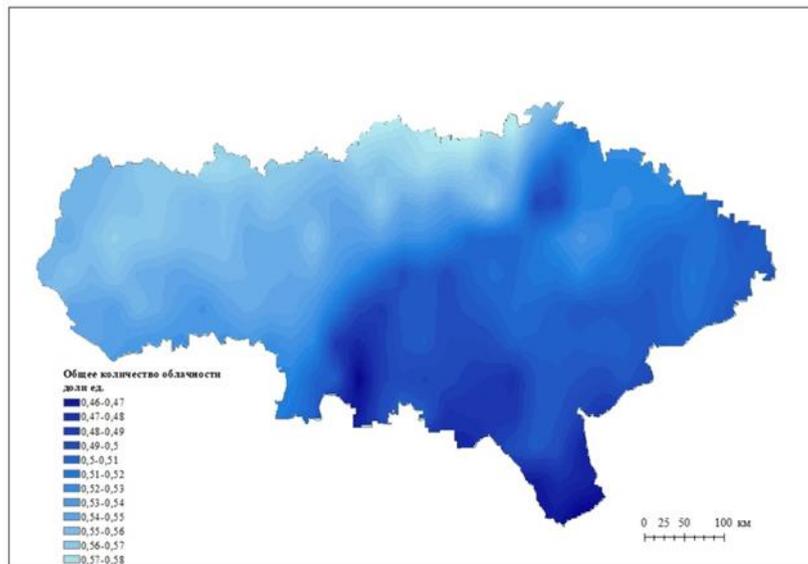


Рисунок 8 – Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в июне 2000-2023 гг (составлено автором)

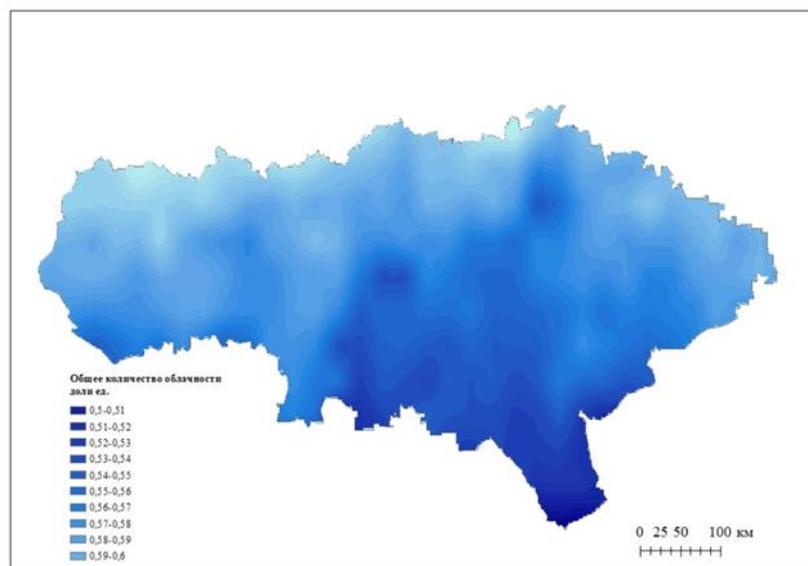


Рисунок 9 – Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в сентябре 2000-2023 гг (составлено автором)

Исходя из карт можно сделать вывод – в целом величина облачности возрастает с юго-востока на северо-запад. Южные районы можно отнести к малооблачным. Зимние месяцы характеризуются значениями – 0,7–0,8 долей ед., летние – 0,4–0,6 долей ед.

В летний сезон в поле облачности проявляется уменьшение облачности по Саратовскому и Волгоградскому водохранилищу. Это объясняется тем, что в летний период над более прогретой сушей, развивается конвекция.

Данное явление подтверждается оптическими спутниковыми снимками.

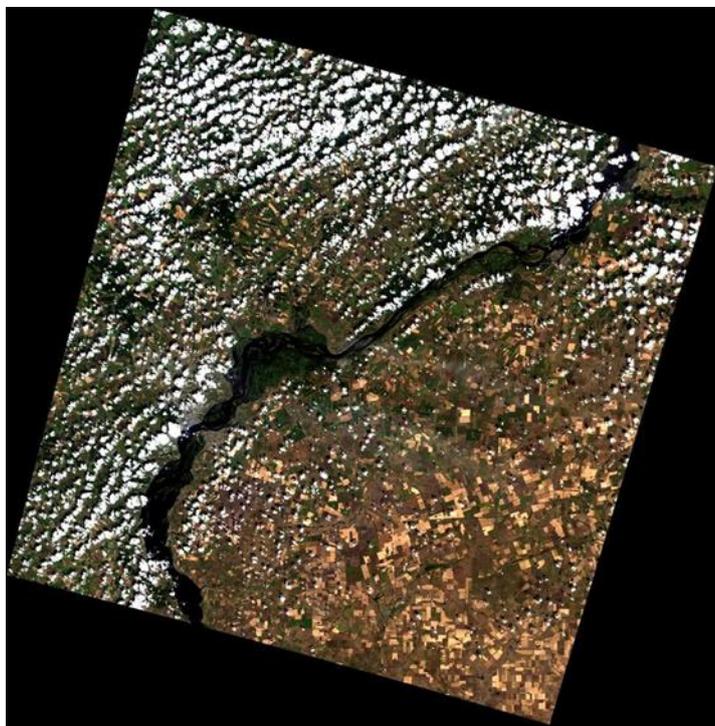


Рисунок 10 – Конвективные облака 27 августа 2018 года над Волгой по данным спутника Landsat 8 [3]



Рисунок 11 – Конвективные облака 27 августа 2018 года над Волгой по данным спутника Landsat 8 [3]

Конвективные процессы и связанные с ними облачные образования хорошо прослеживаются в виде облачных гряд и ячеек, рисунок 10-11.

## **Заключение**

Таким образом, в работе рассмотрены спутниковые методы и средства получения информации об облачности.

В современных условиях представляет интерес провести качественную и количественную оценку облачности по имеющейся в свободном доступе различной спутниковой информации об облачности.

Выполненные сопоставления наземных и спутниковых наблюдений общего количества облачности на станция Саратов, Балашов, Ершов, Новоузенск, Александров Гай за 2000-2023 гг. позволяют сделать вывод, что спутниковые данные являются пригодным источником информации.

Спутниковые методы позволяют определять облачность по всему пространству, синхронно, однородно. Спутниковые данные регулярно пополняются, поэтому в дальнейшем можно оценивать климатические тренды.

Спутниковые данные позволяют провести пространственно-временную оценку распределения облачности.

Карта распределения общего количества облачности на территории Саратовской области показывает, в целом величина облачности возрастает с юго-востока на северо-запад. Южные районы можно отнести к малооблачным, север Саратовской области характеризуется высокими значениями, в центральной части преобладают средние значения.

Зимние месяцы характеризуются значениями – 0,7–0,8 долей ед., летние – 0,4–0,6 долей ед.

В ходе построения карт было выявлено, проявление микроклиматических особенностей, связанных с влиянием Саратовского и Волгоградского водохранилищ на поле облачности: в летний сезон в поле облачности мы видим уменьшение облачности по Саратовскому и Волгоградскому водохранилищу, т.к. в летний период над более холодным водохранилищем, по сравнению с сушей, не развивается конвекция.

