

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**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 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 2022

Введение. Облачность - видимое скопление взвешенных в атмосфере капель и кристаллов, расположенные на некоторой высоте над поверхностью Земли.

Облачность являясь важной составляющей земной климатической системы, принимает участие в гидрологическом цикле земли, и играют одну из ключевых ролей в радиационном режиме Земли. Поэтому изучение глобального поля облачности является необходимой задачей в метеорологии и климатологии.

В настоящее время ведутся наземные метеорологические и спутниковые наблюдения за облачностью. Первые подразумевают визуальное определения форм и балловой оценки облачности. Такой метод применяется на сети метеорологических станций сети Росгидромета и имеет ряд недостатков, которые прежде всего связаны с погрешностью, вызванной субъективным взглядом техника-наблюдателя. В современных условиях представляет интерес провести качественную и количественную оценку облачности по имеющейся в свободном доступе различной спутниковой информации об облачности [1-3].

Целью данной дипломной 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.

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.

ВНИИГМИ-МЦД – это крупнейший в мире научный центр, где собран архив гидрометеорологических данных за последние полтора века.

В работе были использованы массивы данных по общему количеству облачности. Облачность определяется в баллах и кодируется от 0 до 13. Величина 0 означает полное отсутствие облаков или покрытие облаками менее 1/10 небосвода, а значение 10 означает, что небосвод полностью покрыт облаками, 11 обозначает наличие следов облаков; 12 – 10 баллов с просветами; 13 – облака невозможно определить. В данной работе были использованы массивы измерений по станциям Саратов, Ершов, Балашов.

Используя данные инструментов MODIS, расположенного на спутниках Terra и Aqua создаются карты облачности показывающие, какая часть области была облачной в среднем в течение месяца (в соответствии с рисунком 1). Cloud Fraction – параметр, который показывает насколько ячейка пространства покрыта облаками в местное время суток на момент пролета спутника. По величине параметр CF варьируется от 0 до 100. Цвета варьируются от синего (без облаков) до белого (полностью облачно).

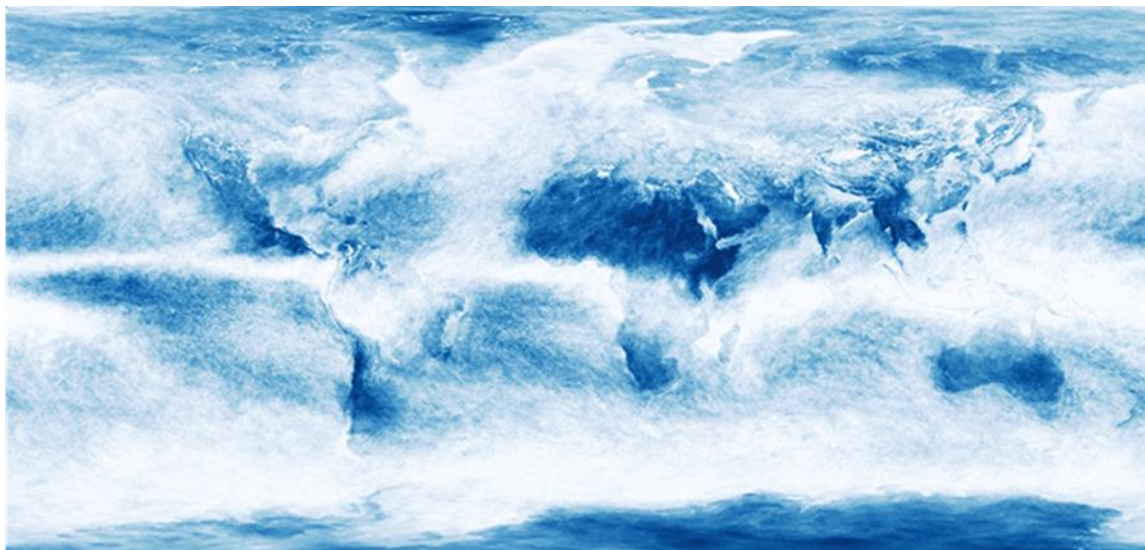


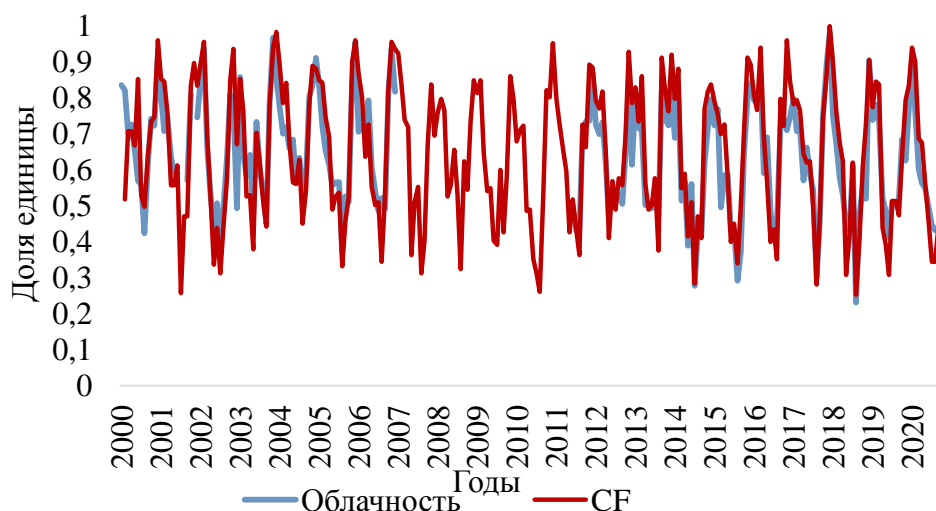
Рисунок 1 - Облачное покрытие (Cloud Fraction) по данным спектрорадиометра MODIS в мае 2021 г [4]

Одной из немаловажных задач прибора является получение информации о пространственно-временном распределении облачности, информации о том, как формируются и развиваются облака и как они влияют на погоду и климат.

В качестве исходных 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. Данные анализировались за период 2000 - 2020 гг.

Для наиболее оптимального анализа общего количества облачности по проекту NASA Earth Observation Cloud Fraction данные ВНИИГМИ-МЦД, опубликованные в баллах, были переведены в единицы измерения спутникового проекта- доля единицы.

На рисунке 2 представлено сопоставление данных общего количества облачности на станции Саратов и спутниковых измерений. Видна хорошая



согласованность рассматриваемых величин. Аналогичные графики построены для Ершова, Балашова.

Рисунок 2 – Временной ход общего количества облачности в Саратове по наземным данным и спутниковым измерениям NASA (Terra) за период 2000-2020 гг. (составлено автором)

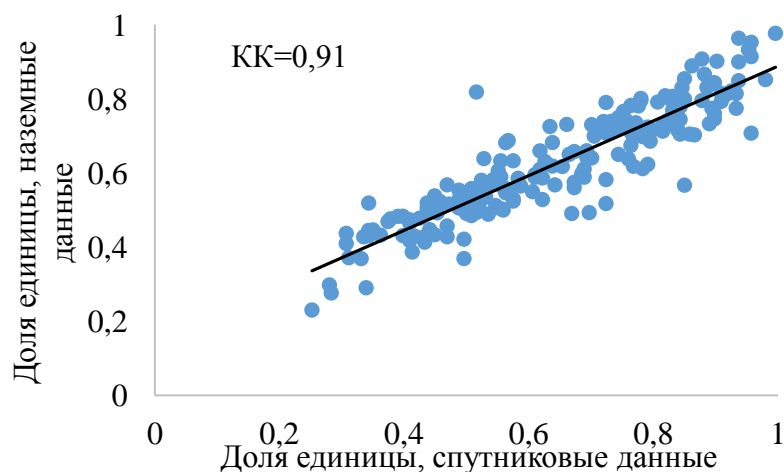
Для привязки значений спутникового проекта к наземным данным были построены корреляционные диаграммы для Саратова, Ершова, Балашова.

Была проведена процедура оценки корреляционной зависимости между рядами наземных данных со спутниковыми. Для Саратова коэффициент корреляции составил 0,91, для Ершова 0,87, для Балашова 0,84.

Рисунок 3 - Корреляционная диаграмма по наземным данным и спутниковым измерениям NASA (Terra) за период 2000-2020 гг. в Саратове
(составлено автором)

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

Чтобы учесть и исключить влияние сезонности, были построены графики аномалий. Для этого найдены средние месячные значения для всего периода



наблюдений. Из средних значений вычитались фактические значения облачности.

В качестве примера приведен графика для Саратова.

Рисунок 4 – Временная изменчивость аномалий общей облачности и CF в Саратове (составлено автором)

Также построены корреляционные графики для временной изменчивости аномалий общей облачности.

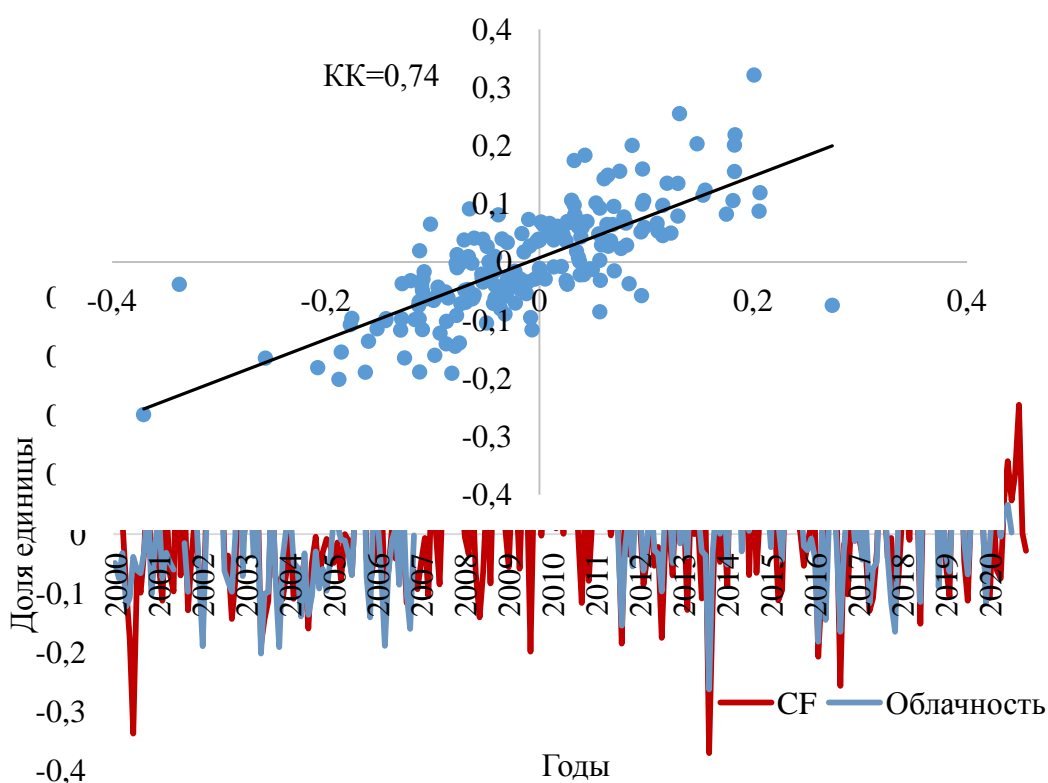
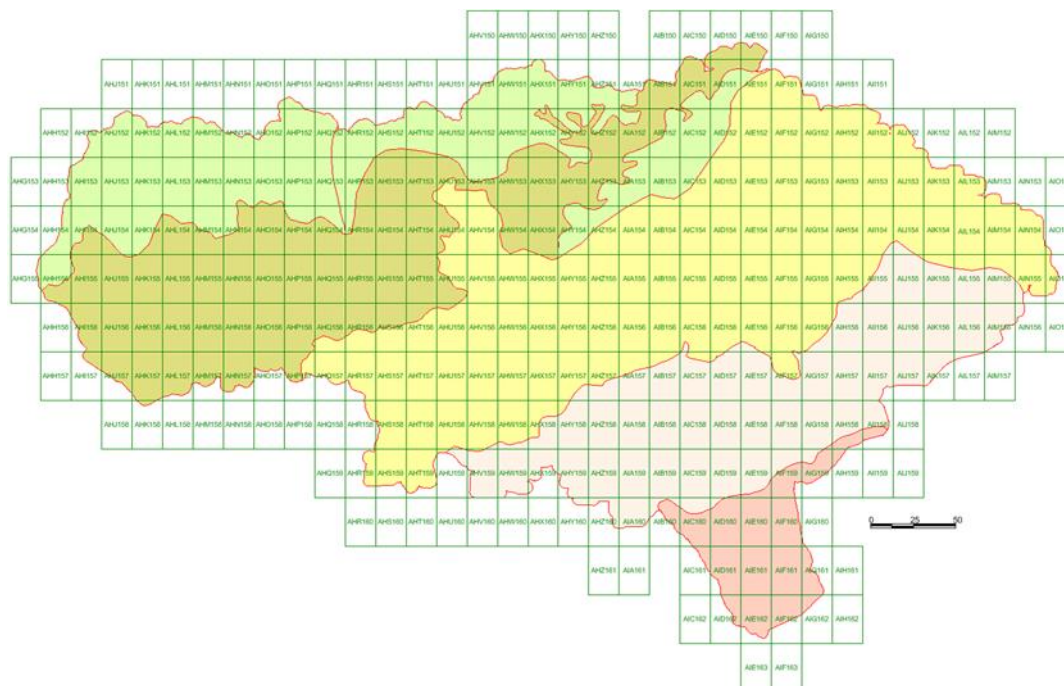


Рисунок 5 – Корреляционная диаграмма временной изменчивости аномалий общей облачности и CF в Саратове (составлено автором)

Выполненные сопоставления свидетельствуют о меньшей корреляции, но ее значения все равно достаточно велики. В Саратове коэффициент корреляции равен 0,74, в Ершове 0,75, в Балашове 0,71.

Также представляется интерес рассмотрения пространственно-временного распределения многолетнего среднего значения облачности в

Саратовской области на основе массива данных продукта NASA Earth



Observation Cloud Fraction.

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

Для этого сетка со значениями облачности по спутнику накладывается на карту Саратовской области. Для лучшей интерполяции данных мы переходим к гексагональной форме ячеек.

Рисунок 6- Исходные ячейки значений с данными по облачности на территорию Саратовской области (составлено автором)

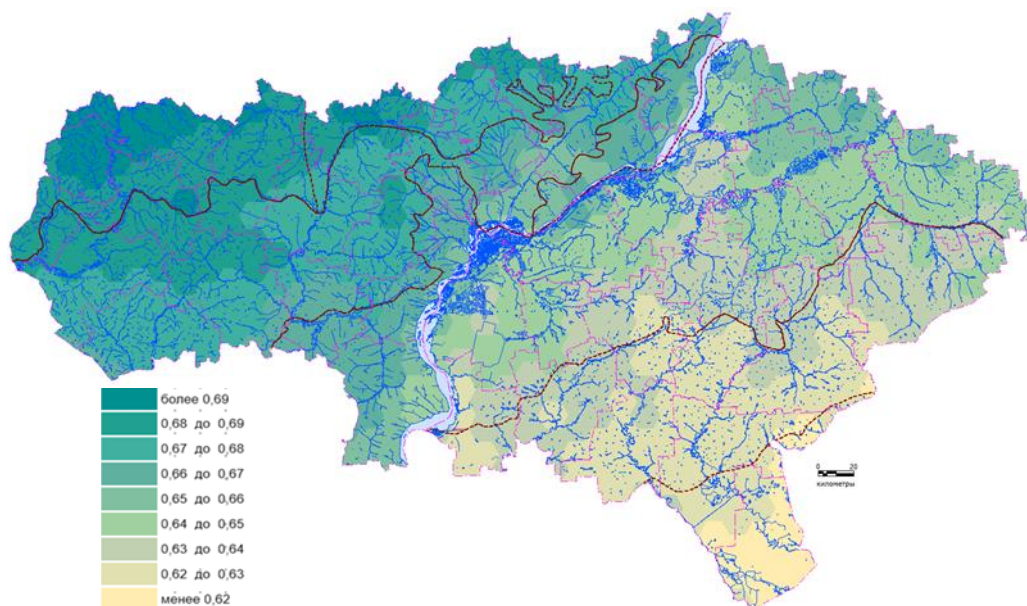
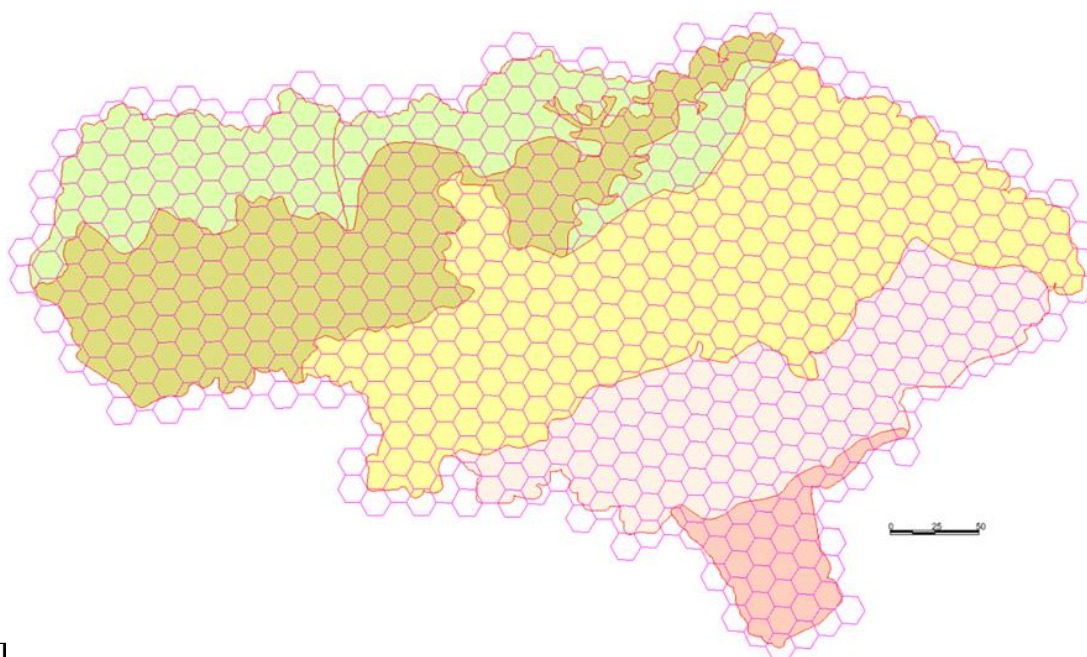


Рисунок 7- Ячейки со значениями облачности на территорию

Сара
товск
ой
облас
ти
(сост
авлен
о
автор
ом)



Д

алее были построены карты средних значений облачности по выбранным гексагональным ячейкам за каждый месяц и среднее за многолетний период с 2000-2020 гг.

Рисунок 8 - Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS за 2000-2020 гг (составлено автором)

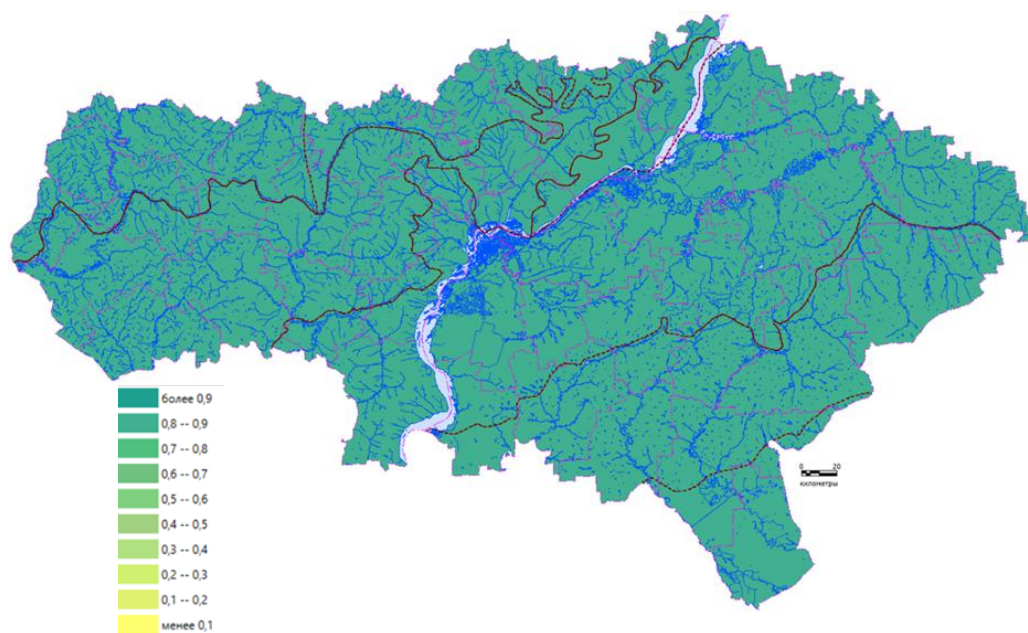


Рисунок 9- Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в декабре 2000-2020 гг (составлено автором)

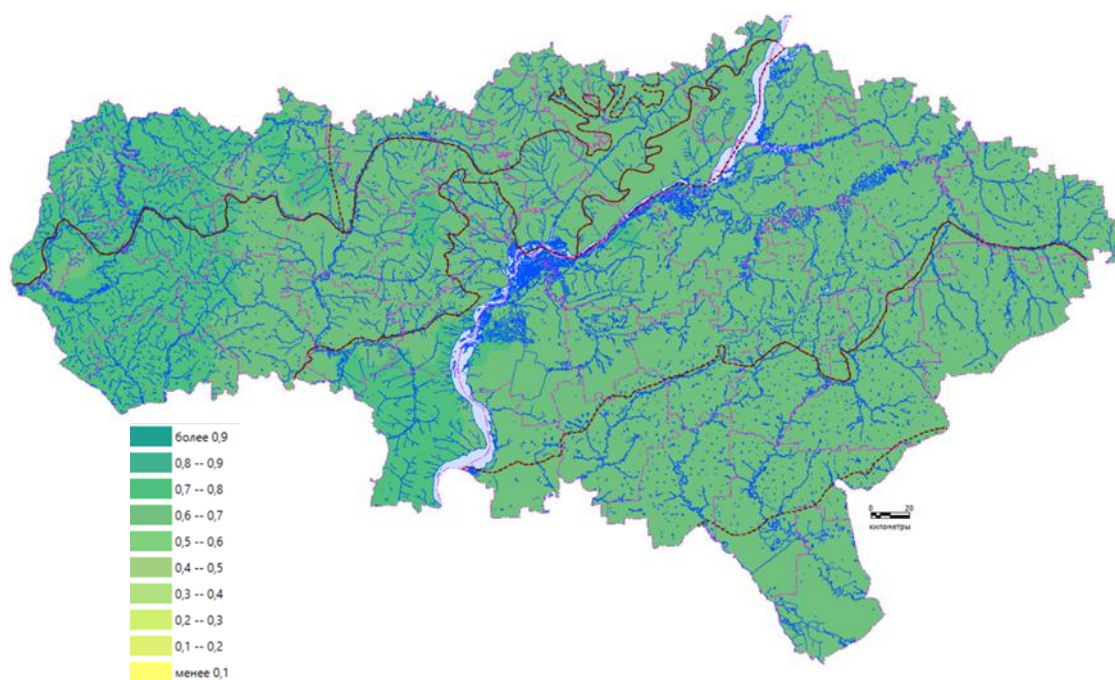


Рисунок 10 - Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в марте 2000-2020 гг (составлено автором)

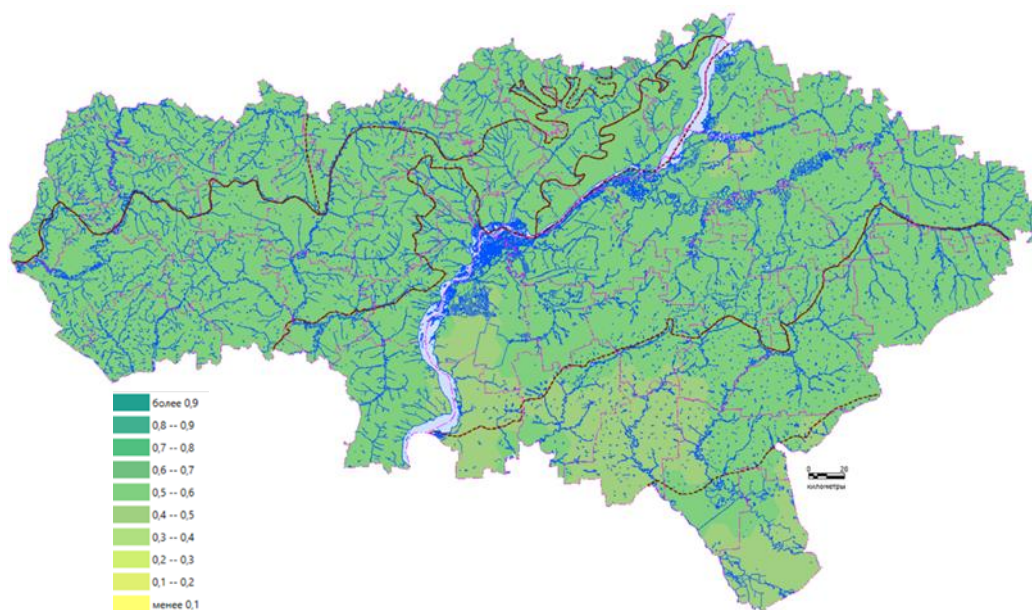
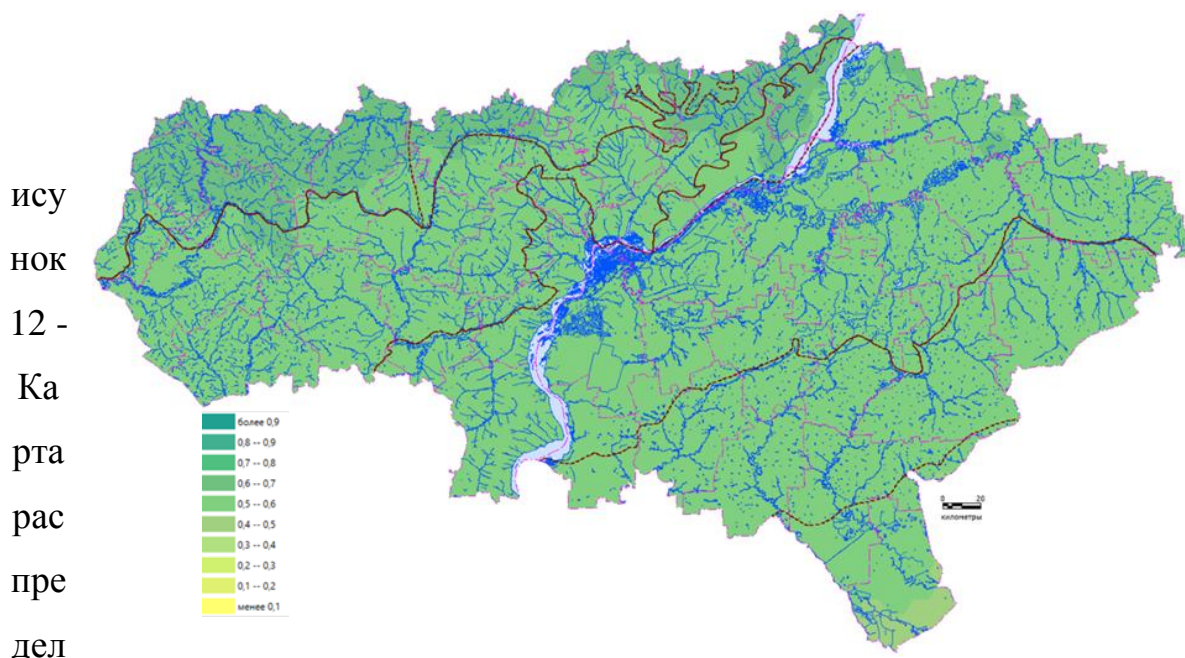


Рисунок 11 - Карта распределения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в июне 2000-2020 гг (составлено автором)



ения многолетнего среднего значения облачности по территории Саратовской области по данным спутникового проекта MODIS в сентябре 2000-2020 гг (составлено автором)

В целом величина облачности возрастает с юго-востока на северо-запад. Южные районы можно отнести к малооблачным. Значение облачности варьирует от 0,62 до 0,64. Здесь облачность в зимние месяцы составляет 0,5-0,6 доли ед. В летние от 0,5 до 0,6. Север Саратовской области характеризуется высокими значениями – 0,67-0,69. Зимой - 0,7-0,8, летом- 0,6-0,7. В Центральной части преобладают средние значения- 0,66-0,67. В зимние месяцы – 0,6-0,7, в летние – 0,5-0,6.

Закключение. 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. Т.к. спутниковые данные регулярно пополняются в дальнейшем можно оценивать климатические тренды.

Выполнены сопоставления общего количества облачности на станции Саратов, Ершов, Балашов и спутниковых измерений. Проведен корреляционный анализ спутниковых и наземных данных общей облачности. Получены достаточно высокие значения коэффициента корреляции: для Саратова коэффициент корреляции составил 0,91, для Ершова 0,81, для Балашова 0,84.

Также были построены карты среднего значения облачности Саратовской области и проведен анализ. Исходя из которого можно сделать вывод, что 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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Складов Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьев В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Особенности распределения альбедо в 2010 – 2012 годах по данным с ИСЗ «Метеор – М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 4. С. 107-117.

2. Суркова Я.В., Червяков М.Ю., Спирихина А.А., Нейштадт Я.А., Шаркова С.А. Влияния облачности на радиационный баланс Земли по данным спутниковых измерений // Материалы 17-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». М.: ИКИ РАН, 2019. С. 220.

3. Червяков М.Ю., Суркова Я.В., Спирихина А.А., Нейштадт Я.А., Котума А.И., Шаркова С.А. Взаимосвязь облачности и альбедо на верхней границе атмосферы по данным спутниковых измерений // Сборник тезисов докладов Шестнадцатой Всероссийской Открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». М.: ИКИ РАН, 2018. С. 234.