



УДК 528.8 : 528.914  
ББК 26.17

## ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ MODIS ОБ АЭРОЗОЛЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Д.В. Бурнос*

**Актуальность.** Развитие Волгоградской области (ВО) существенно зависит от эколого-климатической обстановки, поэтому изучение ее динамики является достаточно важной и актуальной задачей. Состояние ВО определяет целый ряд факторов, в том числе и климатических. Для изучения динамики этих факторов с целью определения комплексной оценки экологического состояния ВО предпочтительным является использование данных спутникового дистанционного зондирования Земли, поскольку результатов прямых наблюдений на местности недостаточно. Кроме того, мониторинг при помощи спутников является практически непрерывным, позволяющим отслеживать динамику изменения различных параметров с высоким временным разрешением.

Параметром, который может быть использован для анализа эколого-климатического состояния ВО, может являться состав и характеристики аэрозолей над поверхностью суши. С одной стороны, наличие аэрозоля в атмосфере влияет на потоки солнечного излучения при его прохождении через атмосферу и может являться причиной климатических изменений. Так, например, согласно современным данным, неопределенность наших знаний об аэрозоле приводит к значительному разбросу оценок приземной температуры при прогнозировании климатических условий. А с другой стороны – оптические характеристики аэрозоля зависят как от синоптической ситуации, так и от состояния и характеристик подстилающей поверхности.

**Цель и задачи исследования.** Целью данного исследования является изучение ди-

намики распределения аэрозолей как одного из важных параметров, описывающих состояние ВО. Для достижения этой цели необходимо решить ряд **задач**:

1. Рассмотреть имеющиеся источники данных спутникового дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ), содержащие сведения об аэрозольной оптической толщине (далее – АОТ).

2. Получить данные из выбранного источника.

3. Разработать алгоритмы обработки данных ДЗЗ.

4. Провести первичную статистическую обработку полученных данных.

5. Создать тематические карты распределения АОТ для ВО.

6. Проанализировать динамику АОТ в ВО за последние пять лет.

**Новизна и достоверность предложенных методов и решений.** В работе получены следующие новые результаты:

1. Изучена и проанализирована динамика АОТ для территории ВАП за последние пять лет.

2. Построены тематические карты, наглядно показывающие распределение АОТ в ВО.

Достоверность полученных результатов обусловлена применением строгих статистических методов и совпадением с результатами, полученными другими методами.

**Практическая и научная значимость.** Полученные результаты статической обработки могут быть использованы при комплексном анализе экологического состояния ВО.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Максимальные значения АОТ на территории ВО наблюдались в 2008 г., самые низкие – в 2007 году.

2. Для территории ВО самые высокие средние значения АОТ наблюдались в 2007 г., а минимальные значения АОТ были в 2005 и 2008 годах.

#### **Объем и структура диссертации.**

Диссертация состоит из введения, трех основных разделов, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 50 страниц, включает в себя 16 рисунков и список литературы из 41 источника.

#### **Реферативное изложение содержания работы.**

Во введении обосновывается актуальность работы, перечисляются цели и задачи исследования, описываются новизна и достоверность предложенных методов и решений, практическая и научная значимость, указываются объем и структура диссертации, перечисляется список работ по теме диссертации и апробация работы.

Первый раздел содержит общее описание эколого-климатической ситуации в ВО и методы ее исследования. Кроме того, приведен литературный обзор и описание источников данных ДЗЗ.

Для анализа ситуации в ВО были выбраны данные ДЗЗ, полученные при помощи электронно-оптического спектрометра MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua. Эти данные свободно доступны как в необработанном виде, так и в виде сгруппированных в несколько уровней продуктов MODIS. Они содержат сведения о различных эколого-климатических характеристиках: атмосферные аэрозоли, термические аномалии, вегетативные индексы, водяные пары и др. Пространственное разрешение данных составляет от 250 м до 10 000 м, в зависимости от разрешения соответствующего спектрального канала. Обработанные данные доступны за каждую неделю, начиная с момента запуска спутников, необработанные данные – за каждый день.

Во втором разделе приведены описания процедур для статистической обработки полученных данных и построения тематических карт. Нами были использованы продукты MOD04\_L2 и MYD04\_L2 (Aerosol Product) с разрешением 10 Ч 10 км. Префикс «MOD» относится к данным спутника Terra, а префикс «MYD» – к дан-

ным спутника Aqua. Файлы данных доступны через интерактивный интерфейс на веб-сайте NASA (<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html>).

В массивах данных ДЗЗ MODIS есть элементы, для которых значения наблюдаемой величины по каким-то причинам не удалось получить (например, для АОТ – это те участки, где аэрозоли отсутствуют). В них заносятся «значения заполнения» – это числа, не попадающие в диапазон значений наблюдаемой величины. При расчетах статистических характеристик такие элементы не учитывались.

Отметим, что данные в продуктах MODIS хранятся в виде целых чисел, поэтому необходима их нормировка, позволяющая получить значения в принятых для них единицах измерения:

$$value = scalefactor (storedvalue - addoffset),$$

где *value* – реальное значение величины, *scalefactor*, *addoffset* – переменные, отвечающие за масштабирование и сдвиг (они определены в hdf-файле для каждого набора данных), *storedvalue* – целочисленное значение величины, которое непосредственно хранится в hdf-файле.

Для полученных нами значений АОТ для ВО было проведено усреднение по пространству и по времени: по всей территории поймы и за каждый выбранный месяц.

Третий раздел содержит тематические карты распределения аэрозолей над ВО, графики статической обработки данных и анализ полученных результатов.

В работе для ВО в целом получены средние значения и дисперсия АОТ. Самые высокие максимальные значения АОТ наблюдались в 2008 г., самые низкие – в 2007 году. Самые высокие средние значения АОТ наблюдались в 2007 г., самые низкие – в 2005 и 2008 годах.

В заключении перечислены основные положения, выносимые на защиту.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГК 02.740.11.5198 от 12.03.2010 г. и грантов РФФИ 110597044р\_поволжье\_a, 110700660а.

Автор признателен К.М. Фирсову за ценные замечания и интерес к работе.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Волосюк, В. К. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации / В. К. Волосюк, В. Ф. Кравченко. – М. : Техносфера, 2008. – 704 с.

2. Книжников, Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – М. : Издат. центр «Академия», 2004. – 336 с.

3. Махоткина, Е. Л. Анализ годового хода и межгодовой изменчивости аэрозольной оптичес-

кой толщины атмосферы над территорией России / Е. Л. Махоткина [и др.] // Исследование Земли из космоса. – 2006. – № 5. – С. 63–72.

4. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. : Техносфера, 2008. – 328 с.

5. Earth Observation System (EOS) Data Products Handbook. – Vol. 1. – Greenbelt Maryland : NASA Goddard Space Flight Center, 2003. – 260 p.

6. Earth Observation System (EOS) Data Products Handbook. – Vol. 2. – Greenbelt Maryland : NASA Goddard Space Flight Center, 2003. – 253 p.