

Прослеживание корреляции динамики NDVI в сравнении с зоной выпадения аэрозолей

А.В. Дмитриев, В.В. Дмитриев

*Омский государственный педагогический университет
644099, Омск, Тухачевского, 14
E-mail: vdmitriev@omgpu.omsk.edu, ftsoft@yandex.ru*

Работа посвящена исследованию корреляции динамики растительности и содержания пылевых веществ в снегу вокруг г. Омска за период 2005-2007 годов. Данная работа проводилась с целью проверки гипотезы о возможности использовать динамику растительности в весенний период для выделения зоны аэрозольного загрязнения. Был сделан вывод об отсутствии надёжной корреляции между значениями яркости дикой травянистой растительности, взятыми по недельным композитам и аэрозольным загрязнением на материале окрестностей г. Омска.

Создание систем мониторинга экологической обстановки в окрестностях крупных промышленных городов имеет достаточно важное значение в настоящее время. Среди существующих методов мониторинга можно выделить 2 основные группы – наземные и дистанционные методы. С точки зрения практического использования дистанционные методы, хотя и не обеспечивают прямых измерений уровня загрязнения, зато обеспечивают большую частоту измерений на больших пространствах. С использованием спутниковых снимков уверенно идентифицируется влияние пылевых загрязнений на динамику снеготаяния [1, 2]. В зонах повышенного загрязнения сход снежного покрова происходит на 3-10 дней раньше, чем на чистых участках. На более загрязнённых участках, соответственно сход снега происходит раньше.

Снеготаяние является не единственным процессом, на который влияет пылевое загрязнение. В данной работе сделана попытка проследить влияние пылевого загрязнения на дикорастущую травянистую растительность. Выбор травянистой растительности определялся тем, что её наземная часть ежегодно обновляется. Это позволяет сделать предположение о возможности заметить межгодовые различия внешних условий по влиянию этих условий на растительность. Выбор дикой растительности определялся целью снижения влияния хозяйственной деятельности на исследуемые участки. Для определения степени влияния городских загрязнений на травянистую растительность, было решено исследовать динамику яркостных характеристик в видимом и ближнем ИК диапазонах.

В работе использованы архивы данных ДЗЗ, полученные радиометром MODIS спутников TERRA и Aqua за 2005-2007 годы. Материалы радиометра MODIS были представлены недельными композитами продукта MOD09. На выбор этих данных повлияло то, что в продукте MOD09 уже была проведена атмосферная коррекция и удаление облачности.

Зона выпадения пылевых загрязнений вокруг г. Омска меняется год от года и зависит от многих факторов, в особенности, от преобладающего направления ветра в зимний период. По этой причине в число данных была включена динамика снеготаяния за 2005-2007 годы, определяемая по данным MODIS. По данным о динамике снеготаяния определялось, какие участки растительности попадали в зону загрязнения в соответствующем году.

Отбор тестовых участков растительности осуществлялся по следующим условиям: Участок должен был иметь площадь не менее 2 км², на участке не должно было быть построек, водных объектов, выраженной древесной растительности и посевов сельскохозяйственных культур.

Оценка вегетативных параметров проводилась путём вычисления среднего по участку NDVI [3]. Для вычисления индекса NDVI использовались 1 и 2 каналы радиометра MODIS с разрешением 250м. Исключения недостоверных данных и подсчёт статистике по участкам автоматизировались с помощью прикладных программ. Недостоверными считались данные по участкам, обеспеченным точками менее чем на 50% в данном кадре. Для каждого дня считалось среднее значение

NDVI и его разброс. По результатам вычислений были построены сезонные зависимости NDVI для всех тестовых участков.

В качестве примера, на рисунке 1 приведены характерные сезонные зависимости NDVI чистых и загрязнённых участков в 2006 году. При анализе значений NDVI за весенне-летний сезон были отмечены различия между значениями на загрязнённых и чистых участках.

Во-первых, производная NDVI на загрязнённых участках достигает максимального значения на 1-2 недели раньше, чем на незагрязнённых.

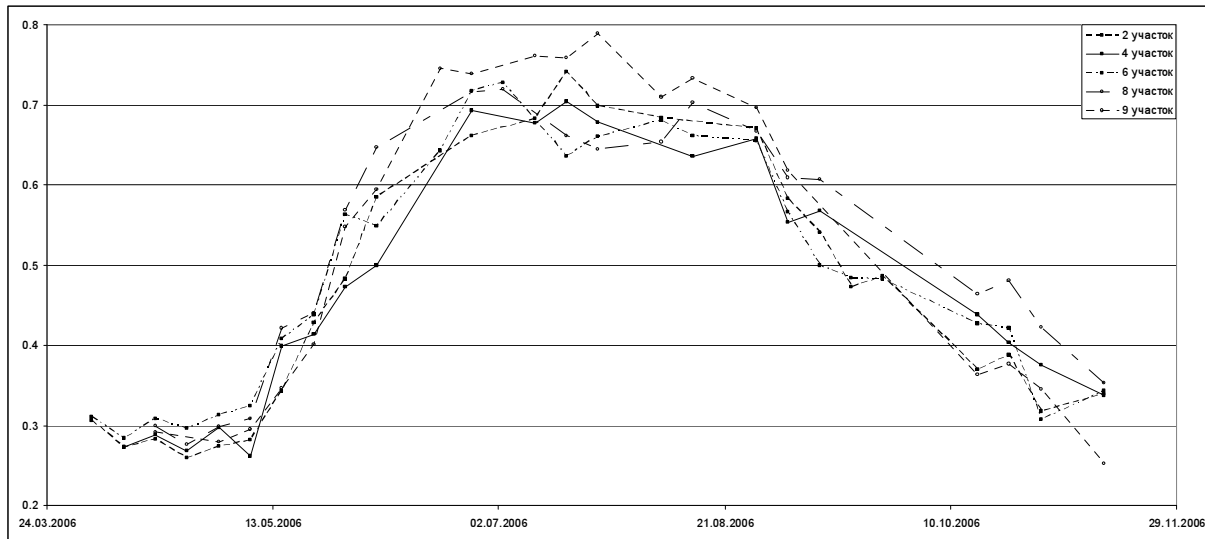


Рис. 1. Примеры характерных временных зависимостей значений NDVI на тестовых участках за 2006 г. Сплошные линии соответствуют загрязнённым участкам, пунктирные линии соответствуют чистым участкам

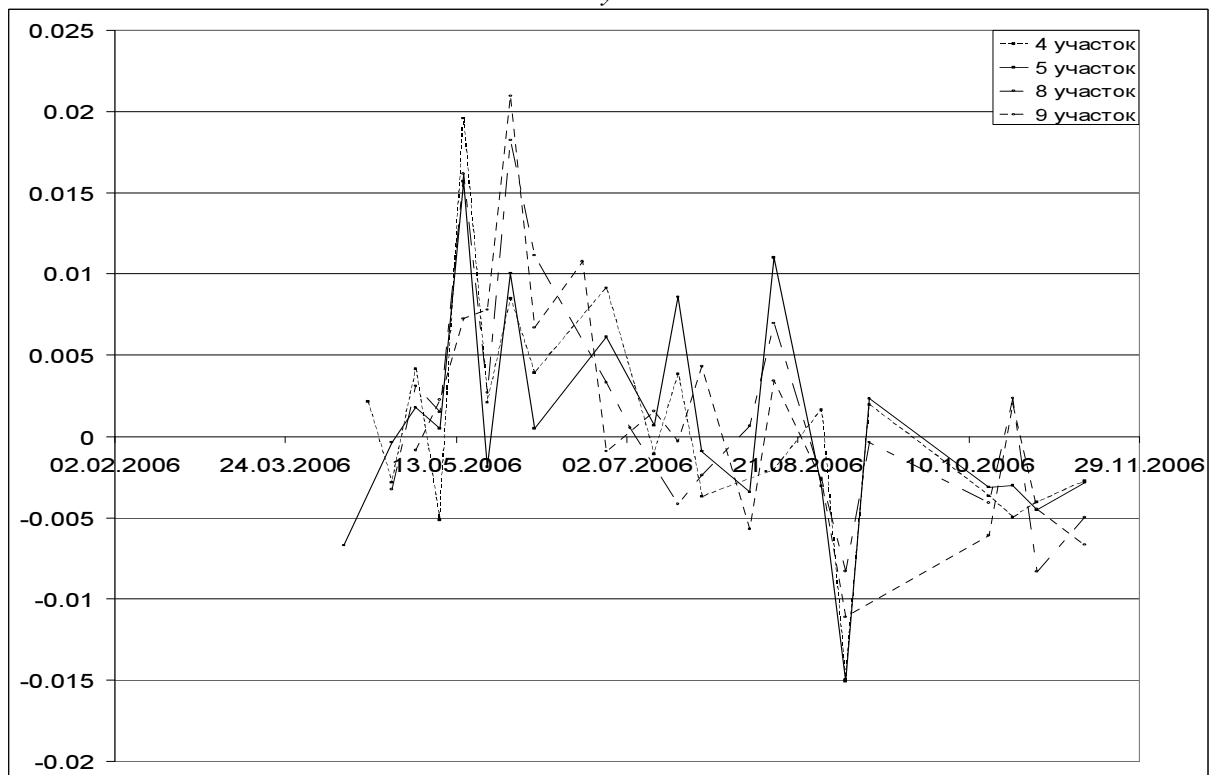


Рис. 2. Графики характерных значений производной NDVI по времени на примере 2006 г. Сплошными линиями соответствуют значениям производной NDVI для загрязнённых участков, пунктирные линии соответствуют значениям производной NDVI для чистых участков

Во вторых, значение NDVI на загрязнённых участках в начале вегетации, в среднем выше, чем на чистых. В таблице приведены значения даты максимума производной NDVI и средние значения производной NDVI за первый месяц вегетации.

Таблица 1. Некоторые характеристики динамики NDVI тестовых участков за 2005 г.

№ участка	Дата достижения максимума производной NDVI	Средняя производная NDVI за первый месяц вегетации	Находится ли в загрязнённой зоне
1	23.05.05	0.007943	Да
2	16.05.05	0.005577	Да
3	09.05.05	0.009853	Да
4	23.05.05	0.005926	Да
5	16.05.05	0.004784	Да
6	23.05.05	0.006839	Да
7	16.05.05	0.00319	Нет
8	23.05.05	0.008563	Нет
9	30.05.05	0.003434	Нет
10	17.06.05	0.004765	Нет
11	16.05.05	0.007704	Нет

При этом как дата начала, так и скорость роста зелёной массы находится в соответствии, в первую очередь, с температурой воздуха. Воздействие пылевого загрязнения, лишь накладывается на влияние температуры, и изменению температуры соответствует изменение скорости роста на всех участках.

Для оценки надёжности данных признаков был предпринят анализ аналогичный кластерному. Для этого была построена зависимость средней производной по NDVI от даты максимума производной NDVI. На рисунке 3 нанесены точки, соответствующие чистым и грязным участкам, крупными значками показаны средние значения по каждой из групп. Указатели погрешности соответствуют среднему отклонению точек каждой группы от среднего значения по группе. Из рисунка видно, что эти два кластера перекрываются более чем на 50%, то есть к области неоднозначной классификации относится большая часть значений.

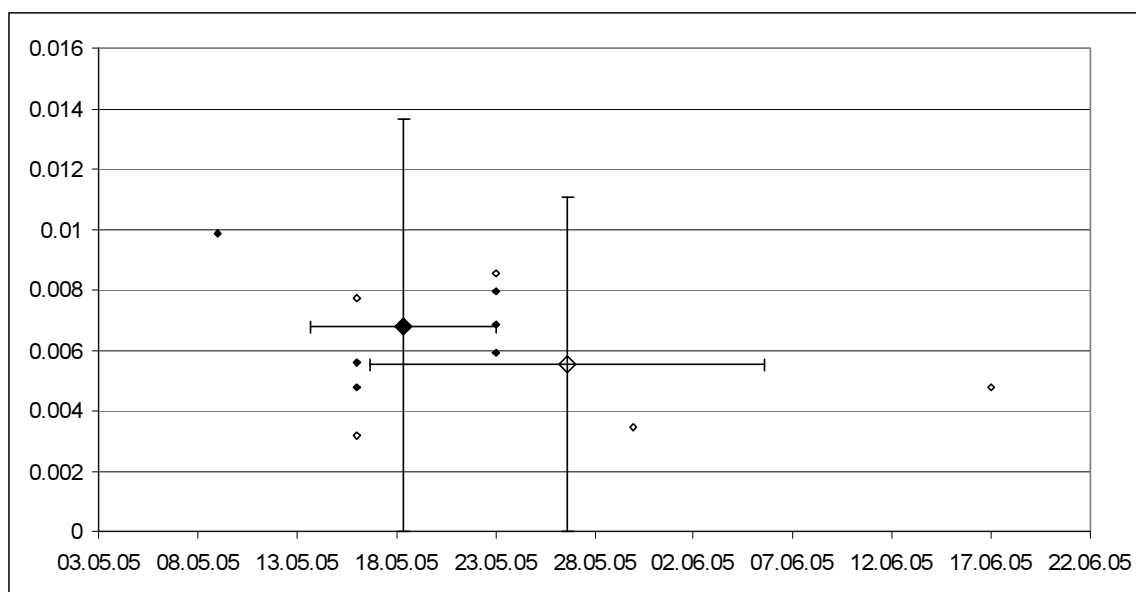


Рис. 3. Распределение точек, соответствующих разным участкам в пространстве параметров даты максимумов производной NDVI и средней NDVI за первый месяц вегетации для каждого участка. Указаны средние значения для каждого кластера и средние расстояния точек кластера от центра

На основе анализа вышеназванных признаков можно сделать вывод об отсутствии надёжной корреляции между значениями яркости дикой травянистой растительности, взятыми по недельным композитам и аэрозольным загрязнением на материале окрестностей г. Омска.

Авторы благодарят лабораторию Информационной поддержки космического мониторинга ИКИ РАН за предоставление архива спутниковых данных.

Литература

1. *Григорьев А.И.* Индикация состояния окружающей среды. Омск: ОмИПП, 2003. 128 с.
2. *Дмитриев В.В.* Определение зоны ветрового выноса загрязнений в окрестностях Омска по снимкам со спутников серии NOAA // Омский научный вестник, 2003. №4. С. 87-90.
3. *Кашкин В.Б., Сухинин А.И.* Дистанционное зондирование земли из космоса. Цифровая обработка изображений. М. Логос, 2001.