

с многочисленными векторными слоями и растровыми изображениями. Использование увязанного изображения с векторными картами позволяет более точно отдешифровать космический снимок по каждому выделу и объекту распознавания и внести текущие изменения в базу данных ГИС «Лесные ресурсы».

Таким образом, практически все виды изменений состояния насаждений, которые необходимо выявить и оценить, могут быть обнаружены на сканерных космоснимках в результате компьютерной классификации и визуальной интерпретации результатов. При многих видах нарушений естественного роста резко меняется спектральная яркость в красном диапазоне. Во всех случаях превышение спектральной яркости эталона является верным признаком нарушений естественных процессов роста, и этого достаточно для принятия соответствующих решений. Аналогичное положение наблюдается и в ближнем инфракрасном диапазоне. Для надежного выявления нарушений естественного роста необходимо проанализировать спектры излучения во всех зарегистрированных диапазонах.

Для разработки методики и технологии автоматизированной классификации, интерактивного дешифрирования и аналитической интерпретации космических изображений необходимо исследовать относительные плотности объектов лесной растительности как в узких интервалах (моноканалах), так и на синтезированных многозональных изображениях различных категорий земель лесного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любимов А. В., Ксенофонтов Н. И., Колесников Ю. Е. Геоинформационные системы в отраслях лесного комплекса и охране природы. Дешифрирование и интерпретация материалов аэрокосмических съемок для совершенствования инвентаризации особо охраняемых лесов. – СПб.: ЛТА, 2001. – 179 с.

2. Сухих В. И., Гусев Н. Н., Данюлис Е. П. Аэрометоды в лесоустройстве. – М., 1977. – 192 с.

3. Разработать и внедрить авиационный аппаратно-программный комплекс оперативного контроля за состоянием лесов: Отчет о научно-исследовательской работе, ГНТП «Леса Беларуси и их рациональное использование». – Мн., 2000.

УДК 631.3

В. П. Машковский, доцент

СГЛАЖИВАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

This paper describes algorithm for calculating the smooth curve on base of the experimental data.

Исследователи постоянно сталкиваются с задачей сглаживания различных эмпирических зависимостей. Раньше такие проблемы решались преимущественно графическим методом. Однако при данном способе сглаживания полученная графическая модель процесса является весьма субъективной. В последнее время для сглаживания опытных зависимостей строят различные математические модели исследуемых процессов. Довольно часто для этой цели используют регрессионный анализ. Тогда подбор коэффициентов уравнения выполняется математическим методом, исключая субъективизм полученных результатов. Чаще всего для этой цели применяют метод наименьших квадратов. Однако при таком способе сохраняется субъективизм при под-

боре вида уравнения. Кроме того, любая математическая модель отражает только некоторые особенности моделируемого явления. Поэтому проявления факторов, отраженных в исследуемой зависимости, но не моделируемых математической моделью после выравнивания данных, будут утеряны. Иногда математическая модель хорошо описывает эмпирическую закономерность в каком-либо диапазоне изменения факторов, а для некоторых областей факторного пространства дает неприемлемые результаты.

Порой исследователи используют комбинацию описанных выше методов. Сглаживают эмпирические данные аналитическим методом с помощью какой-либо функции, а затем на тех участках, где аналитический метод не дает удовлетворительных результатов аппроксимации эмпирических данных, полученную аналитическим путем линию корректируют графическим методом. Это позволяет избежать искажения эмпирических тенденций, к которому может приводить аналитический метод выравнивания эмпирических зависимостей, но вместе с тем графическая коррекция добавляет субъективизм, присущий графическому методу.

Предлагаемый способ сглаживания эмпирических зависимостей позволяет свести до минимума субъективизм, присущий графическому методу выравнивания опытных данных, и избавить исследователя от необходимости выбора функции, корректно отражающей исследуемые зависимости. Хорошо известны методы сглаживания временных рядов с помощью всевозможных средних, позволяющих убрать случайные колебания, вызванные различными ошибками или факторами, не учитываемыми в исследовании, и вычленив из последовательности данных тренд. Предлагаемый способ является более общим случаем скользящих средних. Заключается он в следующем. Для каждой точки x_i , в которой необходимо получить сглаженное значение \bar{y}_i , выполняется описанная ниже последовательность вычислений.

1. Взвешенным методом наименьших квадратов вычисляются коэффициенты уравнения параболы третьего порядка. Данный метод хорошо известен и описан в литературе [1]. При этом веса наблюдений следует выбирать таким образом, чтобы наибольшее влияние на оцениваемые параметры кубической параболы имели наблюдения, расположенные рядом с точкой x_i , а наблюдения, расположенные далеко от этой точки, имели небольшие веса. Таким требованиям отвечают веса наблюдений, вычисленные, например, с помощью функции нормального распределения с параметром сдвига m , равным значению фактора x_i .

2. С помощью полученного уравнения кубической параболы определяют сглаженную ординату \bar{y}_i для аргумента x_i .

При использовании функции нормального распределения для вычисления весов наблюдений параметр масштаба σ будет влиять на полученный результат следующим образом. При очень малых значениях параметра масштаба σ сглаженная кривая будет весьма точно копировать все неровности, имеющиеся на графике эмпирической зависимости. Это хорошо видно, например, на графике зависимости процента деловых стволов от величины ступени толщины в березовых древостоях (рисунок). В приводимом примере имеется впадина в районе ступени толщины 48. При значении параметра масштаба $\sigma = 4$ сглаженная кривая весьма точно копирует эту впадину (рис. а). При значении параметра $\sigma \rightarrow 0$ кривая, полученная в результате сглаживания, будет стремиться точно пройти по всем эмпирическим точкам или их средним значениям, если для каких-либо значений фактора x_i имеется несколько наблюдений. Однако на практи-

ке подойти близко к нулю нельзя из-за ограничений, накладываемых точностью машинных вычислений, так как при малых значениях параметра σ происходит переполнение. При увеличении параметра масштаба кривая, полученная в результате сглаживания, становится более плавной. Пропуская мелкие особенности эмпирических данных, она откликается только на хорошо выраженные тенденции исследуемой зависимости (рис. б, в, г, д). При значении параметра $\sigma \rightarrow \infty$ кривая, полученная в результате сглаживания, будет стремиться к обыкновенной кубической параболе.

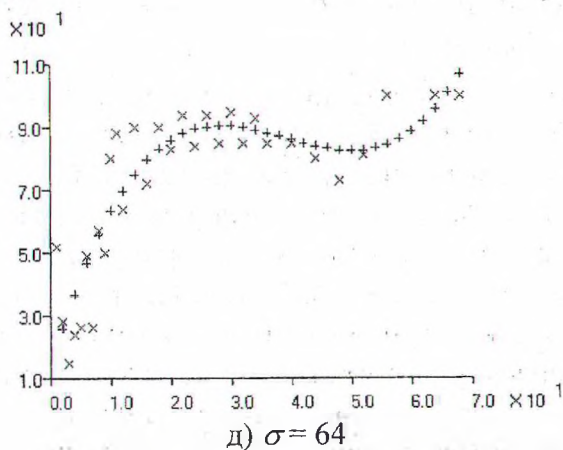
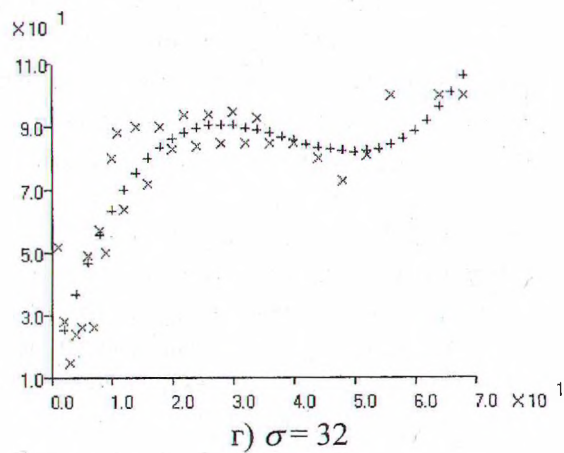
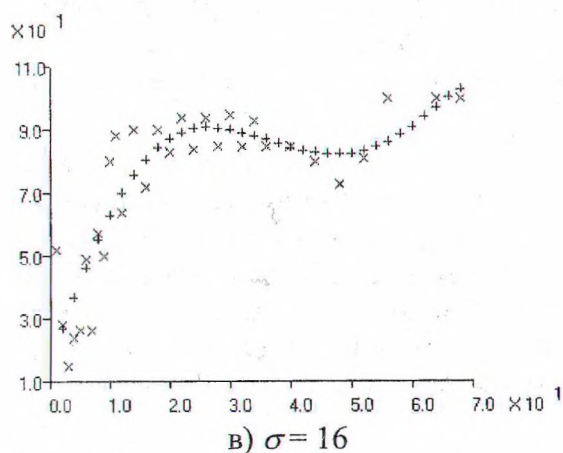
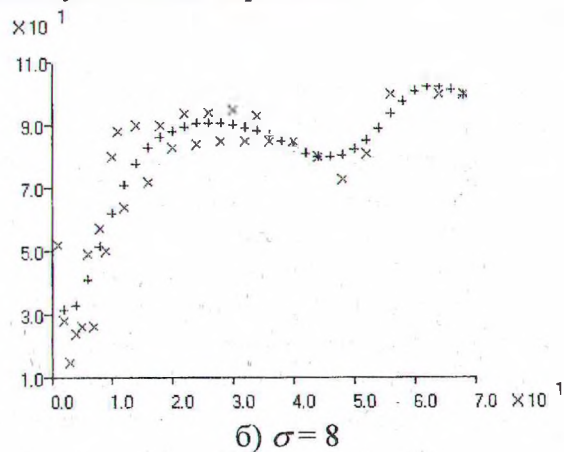
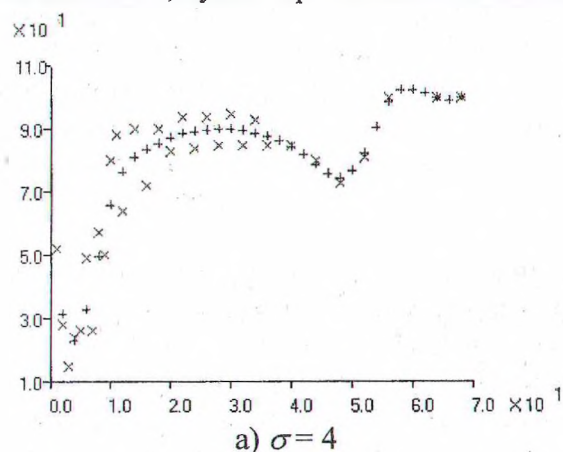


Рис. Зависимость процента деловых стволов от величины ступени толщины: x – эмпирические данные; + – результаты сглаживания

Таким образом, в предлагаемом способе субъективизм исследователя останется только в выборе величины параметра сдвига для функции нормального распределения, которая используется для вычисления весов наблюдений во взвешенном методе наименьших квадратов. Это значение следует выбирать таким образом, чтобы кривая, полученная в результате сглаживания, не откликнулась на случайные мелкие особенности экспериментальных данных, вызванные естественным варьированием и ошибкой эксперимента, но вместе с тем описывала все основные закономерности изучаемого объекта, являющиеся важными для проводимых исследований.

Описанный выше алгоритм сглаживания эмпирических данных реализован в виде разработанной в среде Delphi программы для персональных компьютеров, которая доступна в сети Internet по адресу <http://forest.da.ru>. С помощью этой программы можно сглаживать эмпирические данные при проведении различных исследований, составлении всевозможных таксационных таблиц и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Кн. 1 / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с.

УДК 630*582

О. А. Атрощенко, профессор; А. А. Пушкин, аспирант

МОДЕЛИ И БАЗЫ ДАННЫХ ПО ЛЕСНЫМ РЕСУРСАМ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Considered the main principals and technologies of creation databases of forest resources in geographical information systems (GIS). Describe the data model of forest resources in GIS.

Геоинформационные системы (ГИС) лесохозяйственной отрасли имеют своей основной целью информационную поддержку принятия решений в системе планирования и ведения лесного хозяйства, автоматизированного получения планово-картографических материалов.

Отличительной особенностью данных ГИС являются большие базы данных, что обусловлено значительными объемами информации, характеризующей леса. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка оптимальных структур хранения информации о лесных ресурсах для удобства ее оперативного использования в практике лесного хозяйства.

В своей структуре ГИС органично сочетают два типа данных: пространственные – информация по географическому размещению объектов ведения лесного хозяйства и атрибутивные – числовая и символьная информация, характеризующая упомянутые объекты. В соответствии с данным подходом в ГИС организуется картографическая база данных, включающая пространственную информацию, и атрибутивная (повыдельная) база данных, содержащая данные о лесах. Связь между картографической и повышенной базами данных осуществляется через атрибутивную таблицу картографического слоя «выдела», в полях которой указаны номер выдела, название лесничества и номер квартала, к которому данный выдел относится. Данные поля являются ключевыми при добавлении повышенной информации к картографическому слою «выдела».

С учетом значительных объемов информации, хранящихся в базах данных геоинформационных систем лесного хозяйства, целесообразно применение так называемой