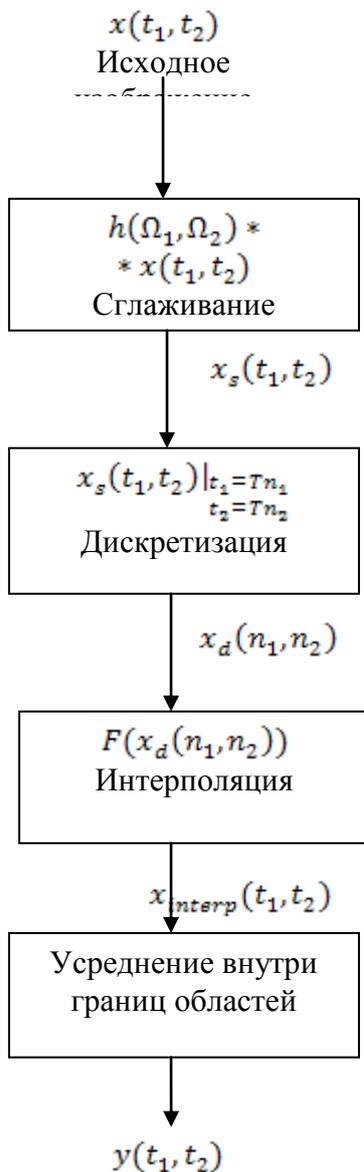


УДК – 004.932.4

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ КУСОЧНО-ПОСТОЯННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Сергеев В.В., Воробьева Н.С., Денисова А.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара



Существует известное противоречие между потребностями регулярного мониторинга территории (в частности, сельскохозяйственных угодий) и возможностями современных систем дистанционного зондирования Земли. Частые наблюдения больших площадей могут быть осуществлены только космическими системами, имеющими широкое поле зрения и, как следствие, низкое пространственное разрешение. С повышением детальности снимков неизбежно сужается полоса захвата земной поверхности, для которой производится зондирование, соответственно, становится проблематичным быстрый повторный выход на ту же территорию.

Будем рассматривать снимки среднего (SPOT-4) и низкого (MODIS) пространственного разрешения. Совместный анализ снимков низкого (250-1000 м, можно получить ежедневно) и среднего (два-три раза за сезон 10-20 м) разрешения позволяет получать изображения сельскохозяйственных угодий (и производить расчет вегетационных индексов полей) с той же малой периодичностью, что и для данных низкого разрешения, но с точностью (детальностью), близкой к снимкам среднего разрешения.

Предлагаемые методы и алгоритмы основаны на допущении, что изображения сельскохозяйственных угодий (полей) представляют собой совокупность крупных кусочно-постоянных областей, разделенных резкими границами. Яркостные характеристики областей достаточно сильно меняются в течение сезона и, собственно, являются объектами мониторинга. В то же время границы полей являются более стабильными во времени и не требуют частых уточнений.

Суть предлагаемого подхода состоит в следующем. По снимкам среднего разрешения $x(t_1, t_2)$ (редким) заранее определяются границы полей. Их целесообразно

преобразовать в векторную форму и хранить в виде отдельного слоя картографических данных ГИС – маски полей. Далее процесс восстановления изображения с учетом информации о границах естественно было бы проводить с помощью интерполяции снимка низкого разрешения $x_d(n_1, n_2)$ до изображения $x_{interp}(t_1, t_2)$ с шагом дискретизации как и у изображения среднего разрешения и усреднения внутри границ известных кусочно-постоянных областей.

Однако из-за наличия сглаженных участков на изображении и погрешности интерполяции результат такого восстановления будет неточен. Поэтому для улучшения

оценки значений функции яркости на участках постоянства предлагается использовать итерационную процедуру Ван-Циттерта, в которой текущее приближение изображения вычисляется на каждом шагу при помощи формулы:

$$x^N = y + J - A x^{N-1} = y + x^{N-1} - Ax^{N-1},$$

где J - единичный оператор, а A - оператор искажений, преобразующий исходное изображение среднего разрешения к изображению низкого разрешения.

В традиционной процедуре Ван-Циттерта не учитывается этап с дискретизацией, интерполяцией и усреднением внутри границ, поэтому восстановление велось бы с той точки зрения, что оператор искажений A – это импульсная характеристика сглаживающей системы. В нашем случае под оператором искажений A будем понимать последовательность действий операторов сглаживания, дискретизации, интерполяции и усреднения. В качестве начального приближения используется изображение результат интерполяции и усреднения с учетом границ областей. Тогда итерационная схема восстановления обеспечит значительно более эффективный результат, чем традиционное задание оператора искажений. Усреднение по областям с известными границами, позволяет сделать результат наиболее точным. Так как выполнение усреднения нейтрализует граничные эффекты, возникающие при многократном применении прямого искажающего оператора, состоящего из сглаживания дискретизации и интерполяции. Критерием останова итерационного процесса является близость решений на соседних итерациях.

В ходе исследования работы метода на тестовых мозаичных полях было выяснено, что

- Метод позволяет восстановить относительно мелкие объекты на кусочно-постоянном изображении (размер объекта не менее 0.1 площади интервала дискретизации в условиях отсутствия шумов и точного знания искажающих факторов),

- Итерационная процедура сходится медленно при небольших шумах, поэтому необходимо усечение ее по порогу,

- Зависимость критерия останова итерационного процесса имеет экспоненциальный характер от номера итерации при условии отсутствия шумов, при наличии шумов график критерия останова имеет выраженный минимум, который при отношении шум/сигнал 0.01 практически совпадает с минимумом погрешности восстановления достигаемой процедурой.

- Качество восстановления изображения сильно зависит от корреляционных свойств изображения, чем корреляция отсчетов изображения выше, тем лучше результат восстановления. Например, при коэффициенте корреляции 0,9 и отсутствии шумов, восстанавливается 64% площади изображения с абсолютной погрешностью менее единицы.

УДК 004.056.53

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЙ МЕТОДОМ FDTD И С ПОМОЩЬЮ ФОРМУЛ РИЧАРДСА-ВОЛЬФА ОСТРОЙ ФОКУСИРОВКИ СВЕТА ЗОННОЙ ПЛАСТИНКОЙ

Стафеев С.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

В настоящее время преодоление дифракционного предела и уменьшение размеров фокального пятна актуально в литографии, оптических системах памяти и в медицинских приложениях. В работах посвященных моделированию острой фокусировки света в дальней зоне используются формулы Ричардса-Вольфа [1]. Так, например, в работе [2]