

## Экспериментальное исследование алгоритмов сглаживающей фильтрации ЦМР на искусственных поверхностях

Научный руководитель – Энтин Андрей Львович

*Цыпленков Александр Сергеевич*

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Кафедра картографии и геоинформатики, Москва, Россия

*E-mail: sasha.tsypfenkov@gmail.com*

Основным способом избавления от шума – высокочастотных случайных ошибок – при работе с цифровыми моделями рельефа (ЦМР) является *сглаживающая фильтрация* [1], позволяющая снизить уровень зашумлённости поверхности. На данный момент существует большое число алгоритмов сглаживающей фильтрации, часть из которых реализовано в программных средствах ГИС. Тем не менее, к настоящему времени не сложилось универсальной методики применения этих алгоритмов, также как и способов оценки результата фильтрации.

Целью работы является определение наиболее пригодных сглаживающих фильтров (и их параметров) для предварительной обработки ЦМР в целях морфометрического анализа. В качестве исходных данных были использованы искусственно созданные поверхности (наклонная поверхность, полусфера, полуцилиндр и параболоид), которые задаются в явном виде через математические формулы. Далее на основании созданных поверхностей осуществляется построение «зашумлённых» моделей с различными параметрами зашумления (тип распределения, коэффициент масштабирования по вертикали). Затем в автоматизированном режиме выполняется фильтрация полученных поверхностей при помощи набора алгоритмов сглаживающей фильтрации, реализованных в *Whitebox Tools* [2] (фильтр среднего, медианный фильтр, адаптивный фильтр и др.). После каждой фильтрации её результат сравнивается с исходной поверхностью – вычисляется среднее значение разности двух моделей. Таким образом, тот фильтр, результат обработки которым соответствует наименьшему значению данного показателя, является наиболее эффективным для конкретной модели с конкретными характеристиками шума, т. к. возвращает наиболее близкую к исходной модель.

Описанный алгоритм был реализован в виде программного кода на языке *Python* с использованием библиотек *NumPy*, *WBT* и др. Для более достоверного результата тестирование проводилось с различными значениями параметров фильтрации (например, варьировались размеры плавающего окна).

В результате выполнения программного кода для каждого вида зашумлённой поверхности был получен список значений среднего арифметического разности высот исходной и обработанной моделей, соответствующий определённому сглаживающему фильтру с определёнными характеристиками. В рамках тестирования наилучший результат для большинства поверхностей показал адаптивный фильтр с квадратным окном размером 5×5 ячеек.

Результаты тестирования алгоритмов фильтрации на абстрактных поверхностях позволят применять выявленные закономерности на реальных ЦМР.

### Источники и литература

- 1) Hengl T., Reuter H. I. (ed.). Geomorphometry: concepts, software, applications // Newnes. 2009. P. 765

- 2) Lindsay J. B. Whitebox GAT: A case study in geomorphometric analysis // Computers & Geosciences. 2016. V. 95. P. 75-84

### Иллюстрации

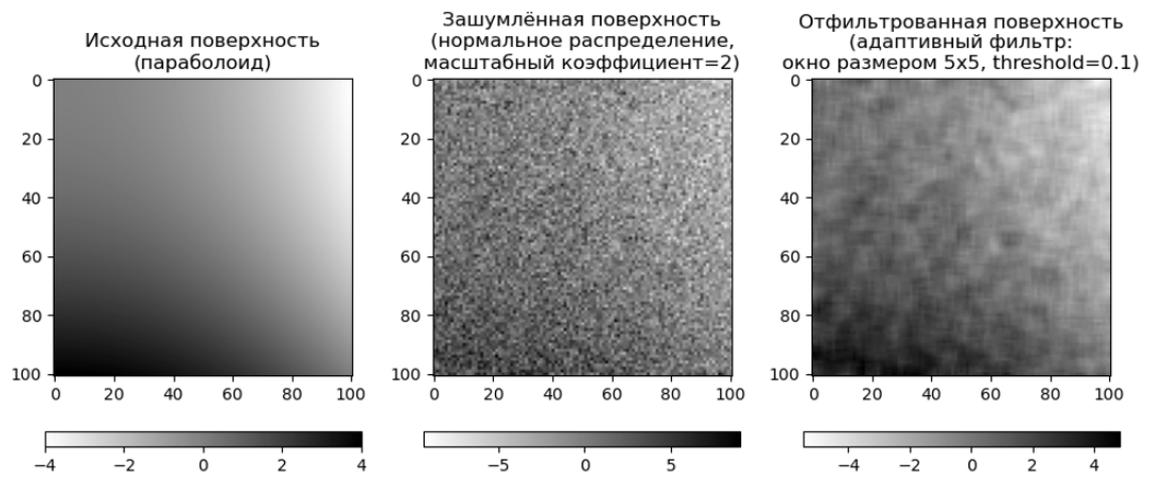


Рис. : Демонстрация сглаживающей фильтрации поверхности