**Общая цель**

Этот код берёт на вход:

1. **контур береговой линии** (файл shoreline.shp),
2. **точки глубин** внутри этой области (CSV-файл),

и выдаёт:

* **очищенные и сглаженные** данные по высотам/глубинам точек,
* **контурную карту** (изолинии) дна,
* **трёхмерное** изображение рельефа.

Иными словами, на основе исходной “обводки” и наборов глубинных точек строится цифровая модель дна (или поверхности) и отображается в виде красивых картинок.

**Поэтапное описание работы**

1. **Генерация точек вдоль береговой линии**  
   Из файла shoreline.shp считываются все полигоны (участки суши/воды) и находим их границы. Затем по каждой границе равномерно раскладывается заданное число точек (по умолчанию 500) — чтобы «облепить» берег точками.
2. **Загрузка точек глубин (интерьера)**  
   Считывается CSV-файл (по умолчанию representative\_80000\_points.csv), где уже хранятся координаты (X, Y) и исходные значения глубин (Z).
3. **Очистка выбросов (MAD-фильтр)**  
   Чтобы убрать «дурные» точки (слишком отличающиеся от соседей), на каждом пункте берётся его k ближайших соседей (обычно k=30), вычисляется их медиана и медианная абсолютная девиация (MAD). Пункты, где глубина слишком сильно отклоняется от медианы, отбрасываются.
4. **Инверсия глубины**  
   Поскольку ниже «нулевой отметки» (берега) цифры глубин положительны, их меняют на отрицательные (чтобы глубже = ниже), а потом обратно — для корректной работы алгоритмов сглаживания.
5. **Лапласианское сглаживание (TIN-сглаживание)**  
   Строится триангуляция (TIN) по всем точкам, и затем значение глубины в каждой точке заменяется на среднее значение её соседей, повторяя процедуру несколько итераций (обычно 2). Это убирает «хлопья» и шумы.
6. **Интерполяция на регулярную сетку и «умная» фильтрация**
   * Создаётся ровная сетка точек с шагом (например, 100 м).
   * По рассеянным точкам глубин выполняется линейная интерполяция, чтобы заполнить всю сетку.
   * Снаружи берегового контура значения обнуляются (или ставятся NaN), чтобы не рисовать «за пределами воды».
   * Выполняется локальная оценка разброса (σ) и «умная» фильтрация, которая не трогает участки с небольшим разбросом, но медианит грубые шумы там, где σ высоко.
   * Наконец, значения «обрезаются» по глобальным границам (чтобы не вылезали аномальные пики) и снова инвертируются (глубокие точки получают большие отрицательные числа).
7. **Построение и сохранение картинок**
   * **3D-поверхность**: трёхмерная визуализация заштрихованного рельефа (plot\_3d\_grid)
   * **Контурная карта (изолинии)**: снабжена цветовой заливкой и точками берега (plot\_and\_save\_grid)   
     Получаются два файла PNG: 3d\_grid.png и isolines\_p80000\_k10\_mad.png.
8. **Файл main**  
   В функции main() последовательно вызываются все шаги:
   * генерация точек берега,
   * загрузка и фильтрация глубин,
   * объединение точек,
   * сглаживание,
   * интерполяция и фильтрация на сетке,
   * визуализация и сохранение результатов.  
     При запуске python Analysis\_Isobars\_Full.py всё выполняется «из коробки».

**Для чего это может быть нужно**

* **Гидрография**: построение карт глубин (изолиний дна) для судоходства, прокладки подводных кабелей и т. д.
* **ГИС-аналитика**: создание цифровой модели рельефа (DEM) водоёма.
* **Научные исследования**: анализ дна, определение впадин и возвышенностей.