



НАУЧНАЯ ТРОПА ИННОПОЛИСА

Почему промоина и балка выглядят одинаково?

Можно ли по форме отличить метровую промоину от стометровой балки?

Посмотрите через рамку на склон. Маленькая промоина сбоку по форме похожа на большую ветвь балки — только уменьшенную. Уберите мысленно траву, кусты и крыши вдалеке, оставьте один контур — и ответ будет «нет»: по одной форме уже не понять, метровая это промоина или стометровая балка. Масштаба у формы нет.

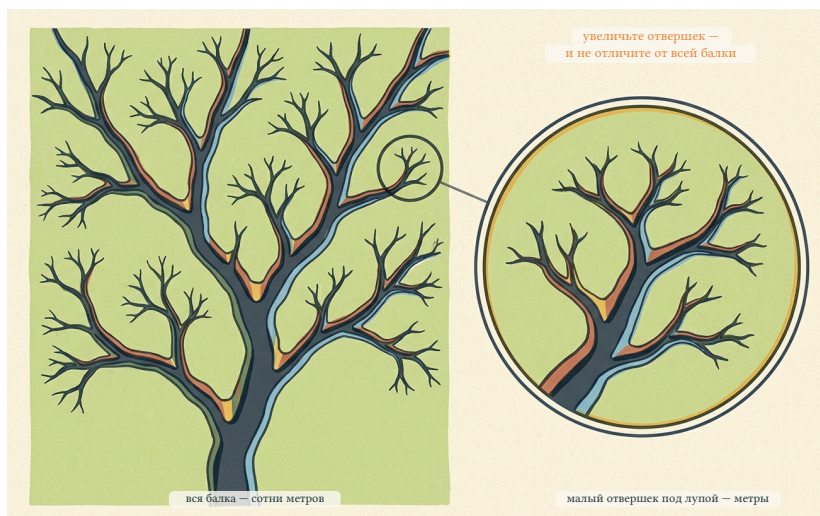


Рис. 1. Малый отвершек, если его увеличить, по форме не отличить от всей балки: ветвящийся узор повторяется на всех масштабах.

Сетка на рамке как раз и ловит эту похожесть. Крупная ячейка накрывает большие ветви рельефа, мелкая — маленькие отвершки, а контуры в обоих случаях выходят узнаваемо одинаковыми. И вот осязаемое число прямо у рамки: уменьшите ячейку вдвое — задетых контуром клеток станет почти втрое больше. Не вдвое, как было бы у простой линии, и не вчетверо, как у закрашенного пятна. Форма живёт где-то посередине между линией и плоскостью.



Рис. 2. Балки на правом берегу Волги примерно в 33 км к юго-юго-востоку от Иннополиса, снимок из космоса 31 августа 2025 года, кадр около 19 × 20 км. Тёмные полосы леса — это балки: каждая ветвится на отвершки, а те — на ветви помельче; на снимке видно два-три уровня одного и того же ветвления. Contains modified Copernicus Sentinel data 2025 (спутник Sentinel-2).

Откуда берётся это сходство

Любой овраг начинается одинаково. Струйка воды находит понижение, промывает в нём русло, русло собирает следующие струйки, углубляется и ветвится. Общее у промоины и большой балки не процесс целиком, а правило: вода стекает вниз и собирается в понижениях, а чем больше воды в русле, тем глубже она его врезает и тем больше притоков принимает. Это правило не знает, сантиметры у него или сотни метров, поэтому узор повторяется и форма получается похожей на всех масштабах. Это свойство называют самоподобием¹: овраги наследуют форму у того процесса, которым сделаны.

То же видно у речной сети, кроны дерева, разряда молнии, прожилок в листе — всюду одно локальное правило повторяется много раз и порождает узнаваемый ветвящийся узор. Один принцип — разные явления.

Важная оговорка. Самоподобие здесь работает не до бесконечности. Мельче комка земли — уже не овраги, а просто грунт. Крупнее самой балки — уже другой тип рельефа. У природных «фракталов» всегда есть верхняя и нижняя граница.

¹Самоподобие — точное или приближённое повторение формы на разных масштабах (Википедия, «Самоподобие»).

Попробуйте: наведите рамку на крупную ветвь балки, потом — на маленький отвершек ближе к себе. Сравните, какие ячейки сетки лучше ловят контур в каждом случае.