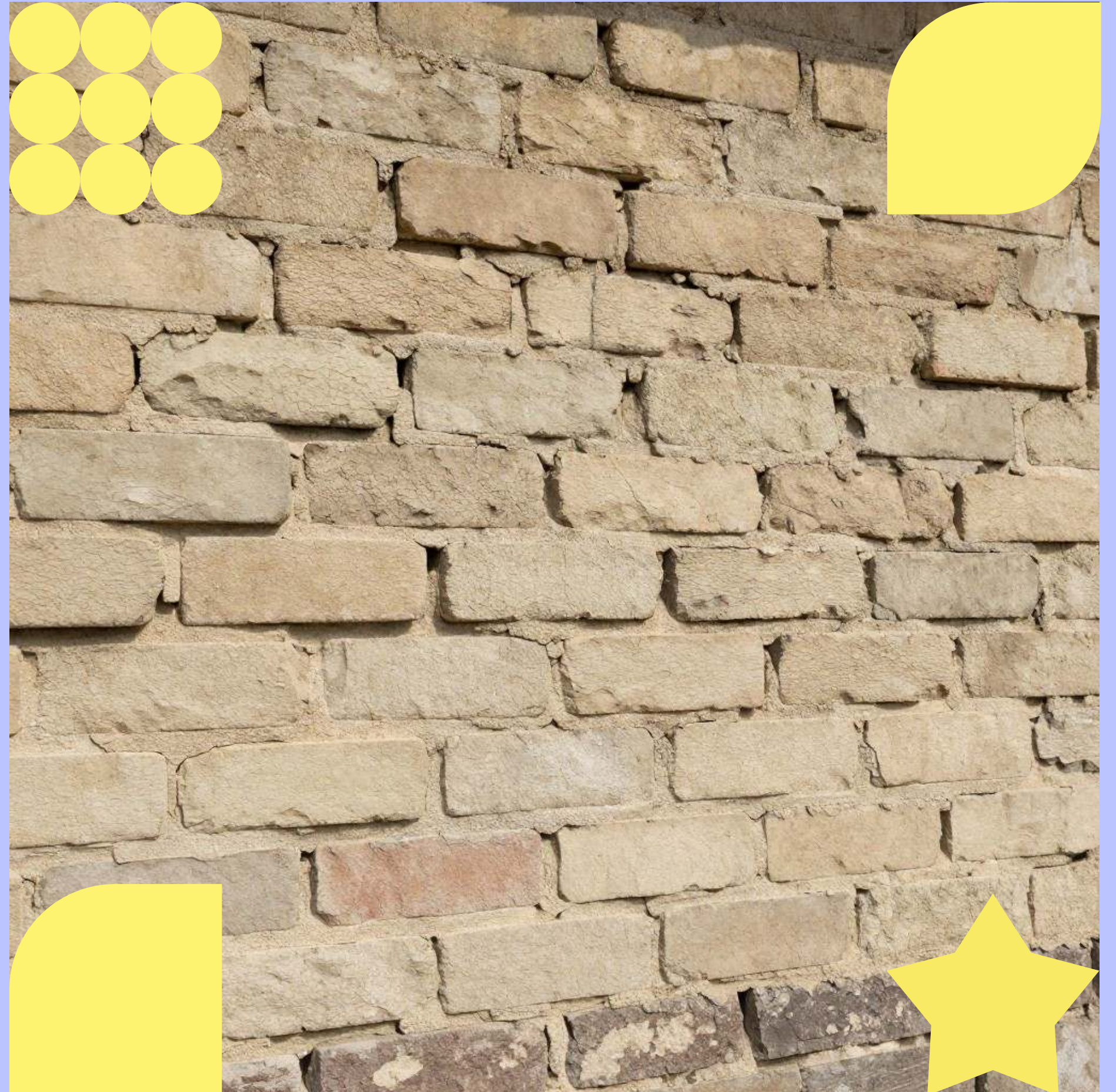


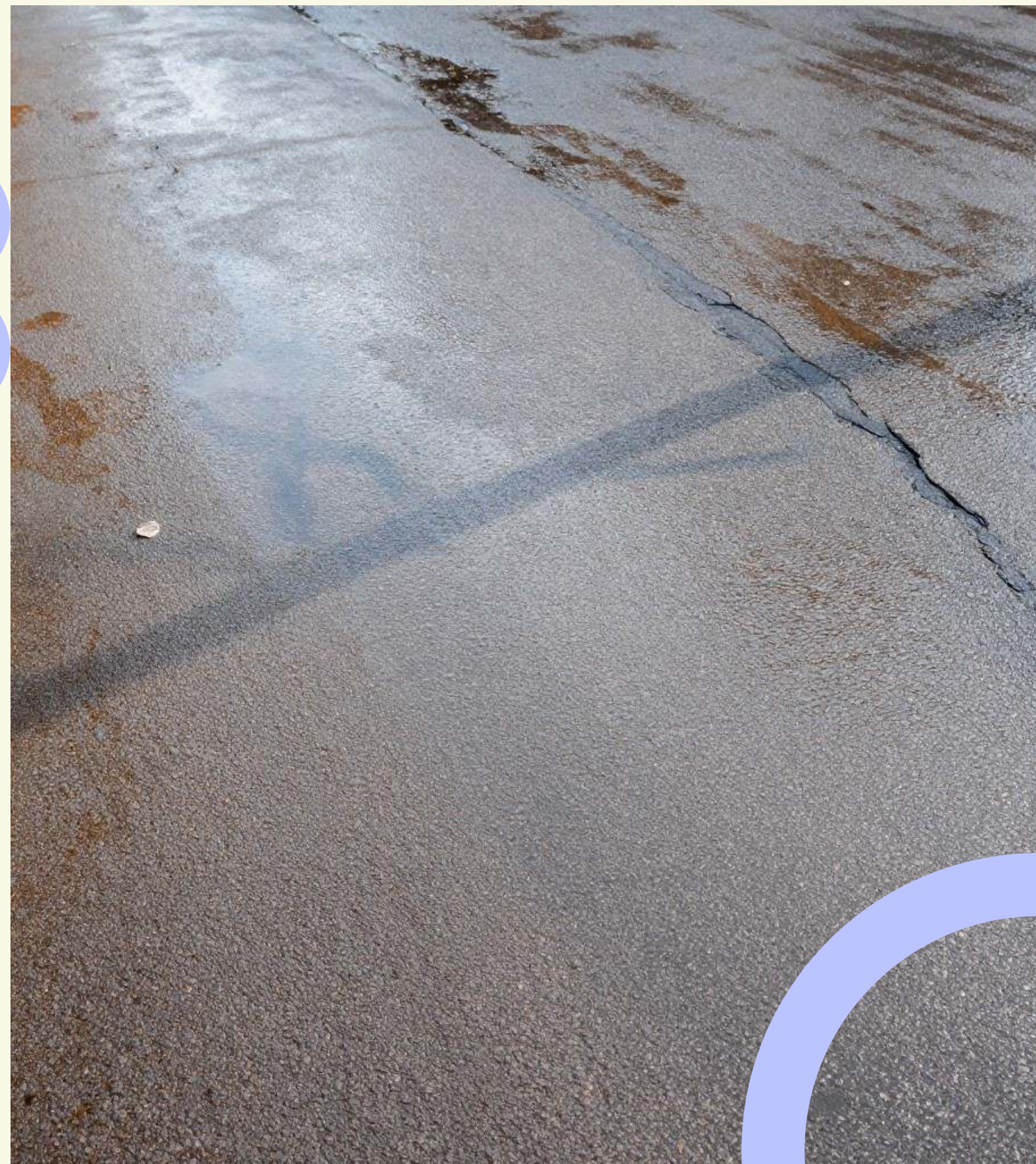
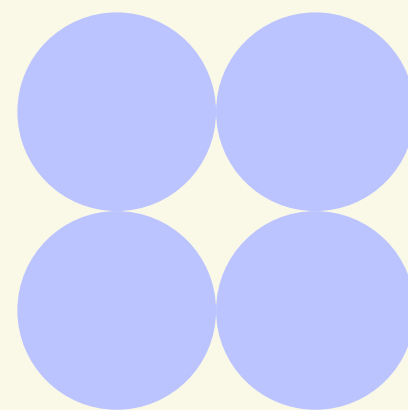
Изображение неровностей: от света к форме

Свет, тень и текстура раскрывают
форму поверхности.



Откуда берётся видимый рельеф

Камни, ткань, кожа и дорога выглядят неровными не сами по себе, а через свет и контраст. Камера записывает пиксели, а глаз замечает подсказки, по которым можно догадаться о рельефе.



Как изображение собирается из пикселей

Пиксели складываются в картинку

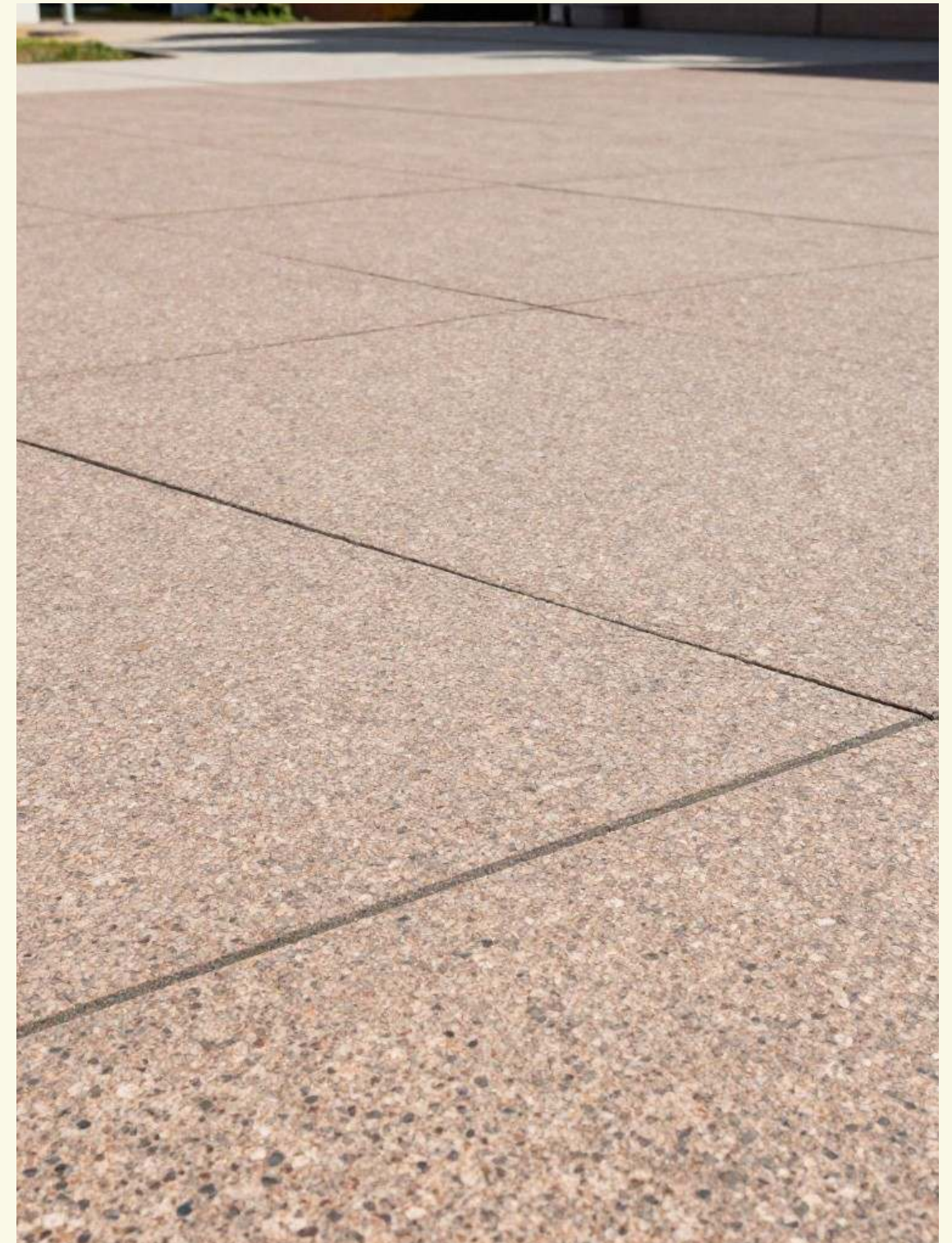
Изображение состоит из множества маленьких точек. Каждая точка хранит яркость и цвет, а вместе они создают целую сцену, которую можно рассматривать и обрабатывать.

Контраст подчёркивает форму

Когда детали на поверхности становятся мельче, а переходы между ними — резче, глаз легче замечает края, ямки и выступы. Контраст помогает выделить форму.

Рельеф виден по признакам

Даже очень тонкие линии и переходы могут подсказать, где поверхность меняет высоту. Поэтому на фото рельеф часто читается как набор признаков, а не как сама объёмная форма.



2

эффекта особенно важны для оценки рельефа поверхности.

Общее понятие из оптики

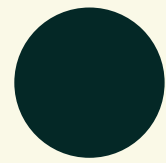
На практике для оценки поверхности важны 2 эффекта: ровное отражение и рассеяние света.

Свет и тень помогают увидеть рельеф



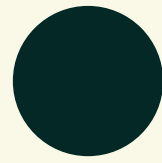
Ровная поверхность

На гладкой поверхности свет отражается почти одинаково, поэтому картинка выглядит спокойной и ровной. Мелкие перепады формы заметны слабо, пока освещение не изменится.



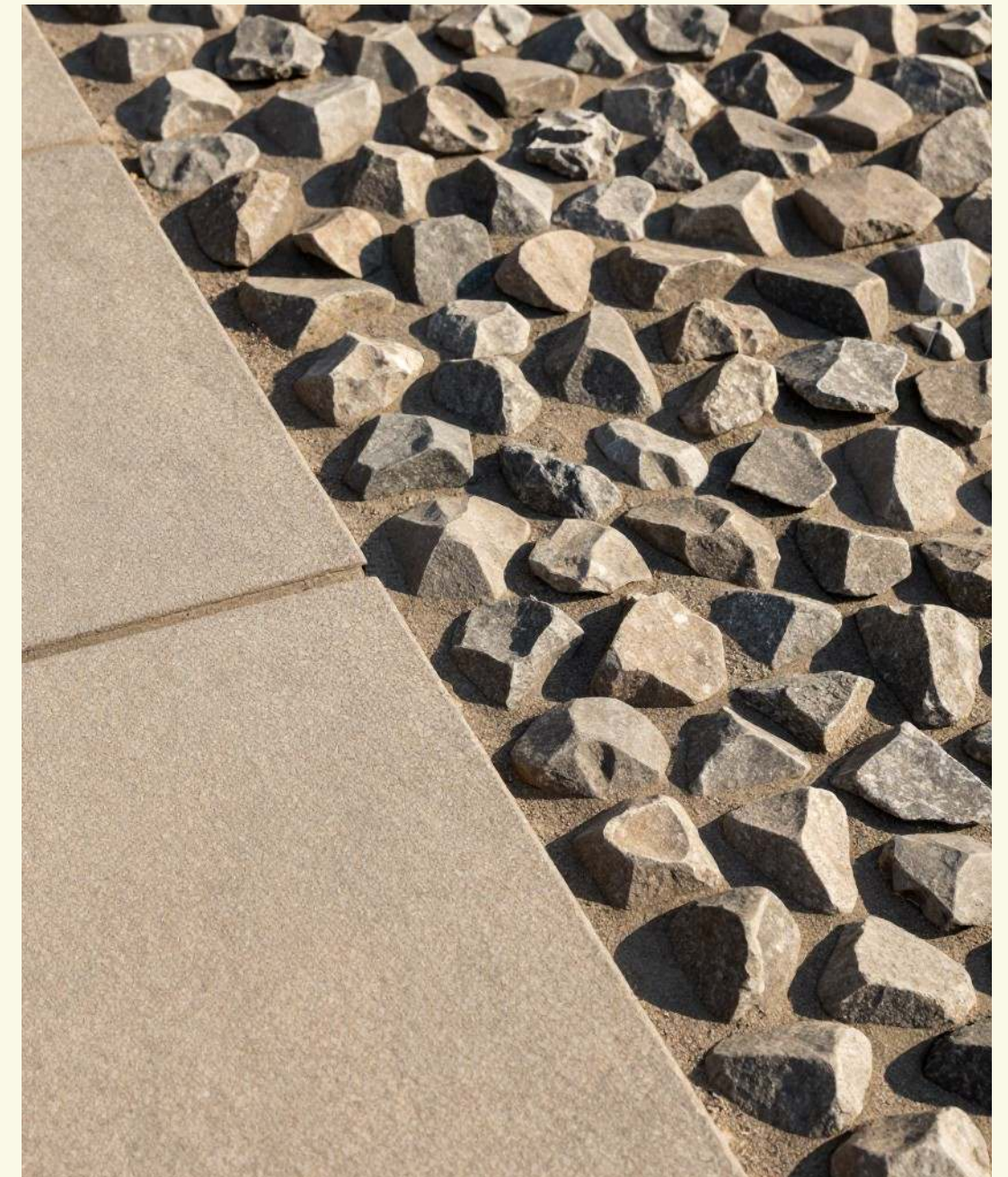
Бугры и впадины

На бугристой поверхности свет рассеивается по-разному: где-то появляются яркие пятна, а где-то — тёмные участки. Так форма начинает читаться даже без явного объёма.



Свет меняет восприятие

Один и тот же предмет может выглядеть по-разному при смене направления света. Поэтому для понимания рельефа важно не только что изображено, но и как оно освещено.



Почему освещение меняет вид неровностей

1

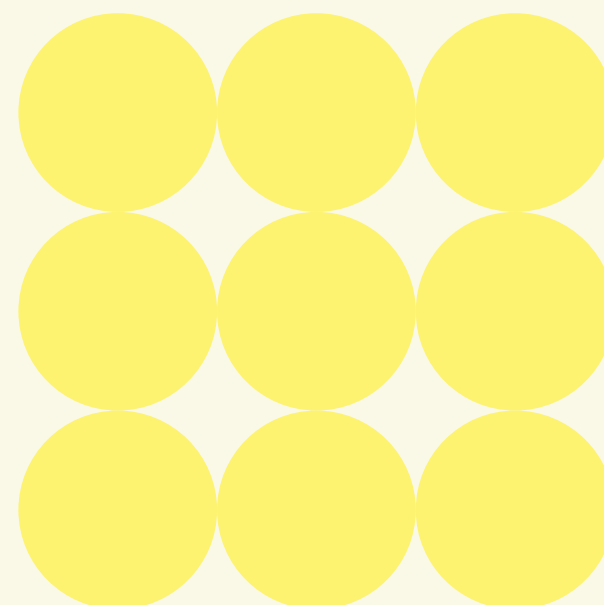
Боковой свет

Боковой свет падает под углом и создаёт длинные тени в углублениях. Из-за этого выпуклости кажутся выше, а мелкие неровности становятся заметнее.

2

Фронтальный свет

Если свет идёт почти прямо на предмет, тени становятся короткими и слабыми. Поверхность выглядит более плоской, и тонкие детали теряются на фоне общего освещения.



3

Сравнение ракурсов

Одинаковая форма может казаться разной только из-за освещения. Именно поэтому фотографы и исследователи часто сравнивают снимки, сделанные при нескольких направлениях света.

Контуры как подсказка о форме

Резкий переход

Резкий переход яркости часто указывает на край предмета или место, где поверхность внезапно меняет высоту. Такие линии помогают понять форму даже в небольшом фрагменте изображения.

Граница формы

Граница на картинке не всегда совпадает с реальной линией предмета, но часто подсказывает, где заканчивается одна поверхность и начинается другая. Это важная подсказка для анализа рельефа.

Увеличенный фрагмент

Когда увеличивают участок фото, контрастные линии становятся заметнее. Тогда проще увидеть бороздки, трещины и перепады, которые на общем плане почти не различимы.



Как находят границы и края

1

Поиск перепадов

Сначала алгоритм ищет быстрые изменения яркости или цвета. Там, где значение резко меняется, часто проходит граница объекта или часть рельефа.

2

Выделение деталей

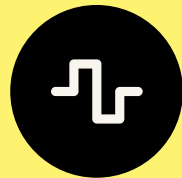
Затем выделяются линии, похожие на края, трещины и бороздки. Эти участки помогают отделить настоящие детали поверхности от ровного фона.

3

Проверка результата

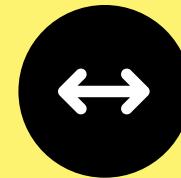
После этого результат сравнивают с текстурой и освещением. Если переходы слишком слабые или слишком шумные, алгоритм может ошибиться и принять помеху за край.

Текстура как карта мелких неровностей



Частый узор

Повторяющийся рисунок помогает понять, насколько поверхность шероховатая. Чем чаще и плотнее узор, тем сильнее глаз замечает рябь и мелкие изменения формы.



Направление рисунка

Направление линий тоже важно: оно показывает, как расположены элементы поверхности. По этому признаку можно отличить, например, ткань, траву или кладку из кирпичей.



Размер деталей

Крупная текстура бросается в глаза издалека, а мелкая заметна при внимательном рассмотрении. Поэтому по размеру рисунка легко судить о характере неровностей.

Сравнение типов поверхностей

Поверхность	Блеск	Тени	Пиксели
Гладкая	Сильный	Почти нет	Ровные
Шероховатая	Умеренный	Есть	Неравные
Очень шероховатая	Слабый	Много	Пёстрые



Сравним, как выглядят разные поверхности на изображении по блеску, теням и характеру пикселей.

Чем сильнее неровность, тем заметнее перепады яркости и тем сложнее поверхность выглядит на фото.

Обобщение по оптике и визуальному восприятию поверхностей

3

именно столько основных искажений мешают
увидеть мелкие неровности.

Обобщение по материалам слайда: шум, размытие
и пикселизация.

Три помехи чаще всего скрывают
рельеф на фото и меняют то,
как мы его читаем.

Три варианта одного изображения

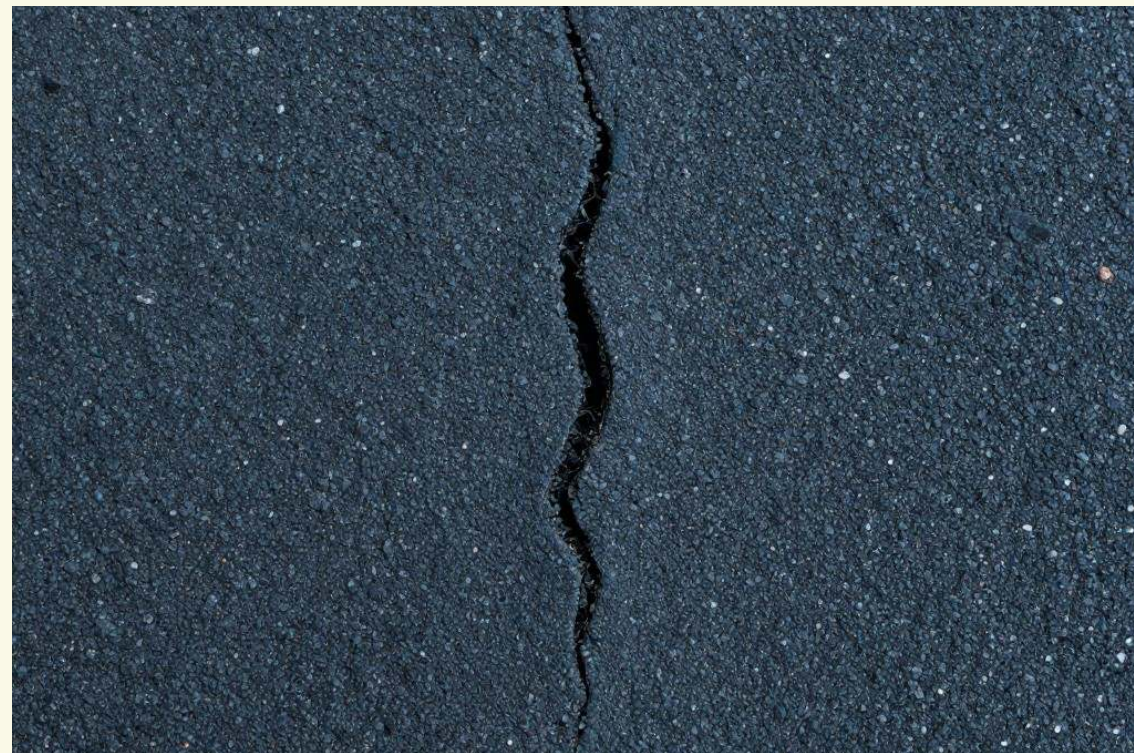
1 Исходное фото

На первом снимке поверхность читается легко: видны мелкие канавки, границы и переходы света. Такое изображение помогает заметить форму почти без усилий, потому что детали не потеряны и контраст остаётся естественным.



2 Фото с шумом

После добавления шума по изображению как будто рассыпались лишние точки. Настоящие трещины становятся менее заметными, а мелкие пятна могут выглядеть как детали поверхности, хотя на самом деле они случайны.



3 Когда детали теряются

Размытие и пикселизация действуют по-разному, но результат похож: тонкие линии исчезают, а края теряют точность. Поверхность начинает выглядеть проще, чем есть на самом деле, и рельеф читается хуже.



Наблюдаем один предмет при разном освещении

2. Боковой свет

Затем источник света ставят сбоку. Тени в углублениях становятся заметнее, а выпуклости сильнее выделяются, поэтому рельеф читается гораздо яснее.

1. Верхний свет

Сначала берут один и тот же предмет и освещают его сверху. Так легче увидеть, какие части остаются почти без тени, а какие выглядят более плоскими.

3. Сравнение результатов

После этого предмет снимают при наклонном свете и сравнивают три кадра. Разница показывает, что свет не меняет форму, но сильно меняет её видимость.

Как тени создают ощущение объёма

1

1. Начните с формы

Нарисуйте простую форму поверхности — например, мягкий бугорок или ямку. Пока на ней нет теней, лист остаётся почти плоским, и объём угадывается только по контуру.

2

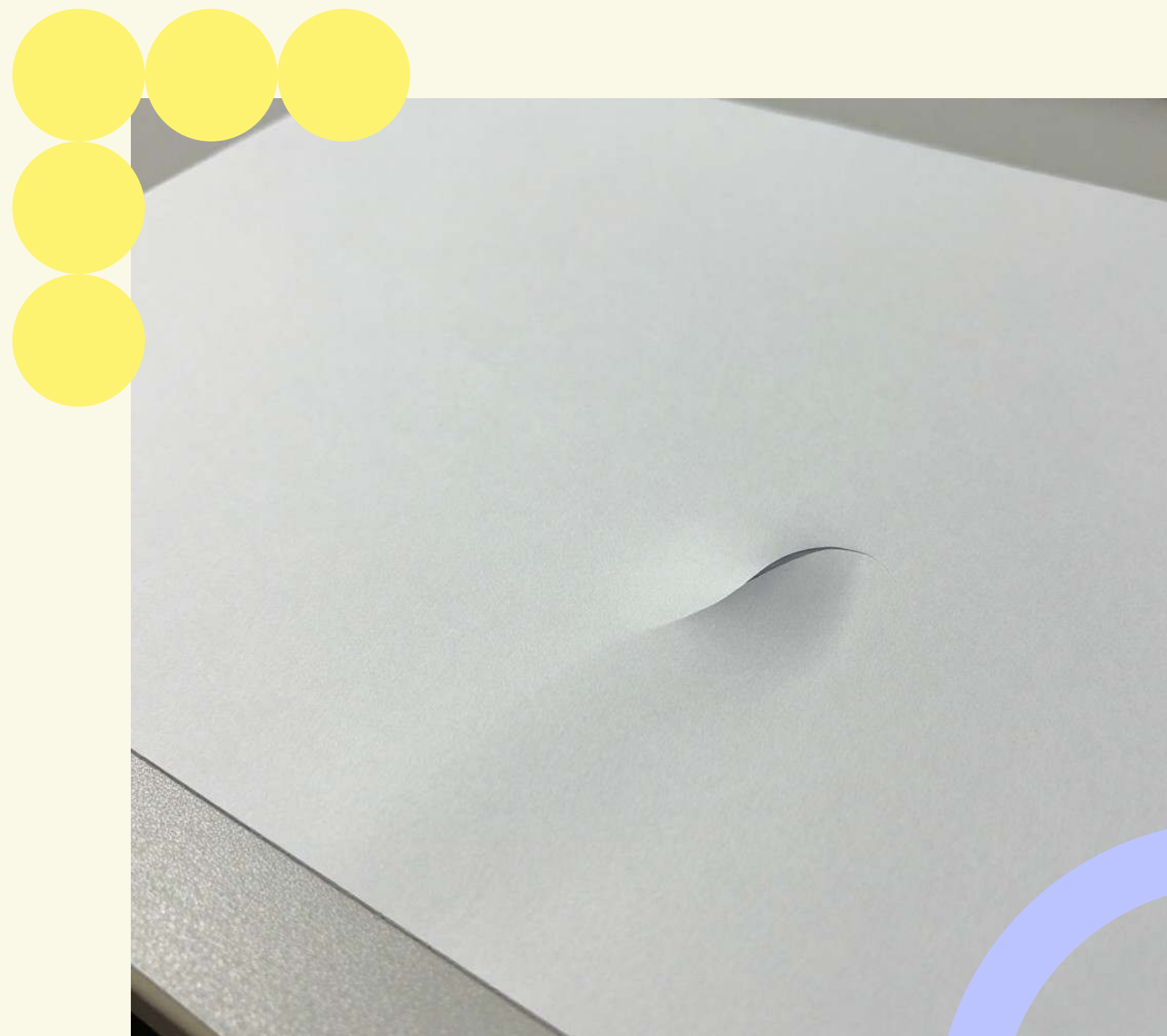
2. Введите свет и тень

Добавьте тень на одной стороне и более светлую область на другой. Контраст сразу делает поверхность объёмной, потому что глаз связывает темноту с углублением, а свет с выступом.

3

3. Проверьте впечатление

Сравните рисунок с тенями и тот же контур без них. Разница показывает, что даже простое затемнение помогает передать рельеф и сделать плоский лист похожим на объёмный объект.



Два способа описать рельеф на плоскости



Высота вместо цвета

Высотная карта похожа на рельефную схему в цвете: светлые места означают более высокие участки, а тёмные — более низкие. Она не показывает настоящий цвет объекта, зато помогает хранить форму поверхности.



Направление наклона

Карта нормалей работает иначе: она задаёт не высоту, а направление наклона. По ней компьютер понимает, куда должна падать тень и как свет будет скользить по поверхности.



Совместная работа слоёв

Когда высотная карта и нормали используются вместе, плоское изображение начинает выглядеть убедительнее. Так художники и разработчики передают трещины, складки и шероховатость без сложной 3D-модели.

Смотрим на поверхность двумя способами

1

1. Слева — высота

Слева удобно смотреть на карту высот как на простой градиент: от тёмного к светлому. Такой переход помогает понять, где поверхность ниже, а где выше, без лишних деталей.

2

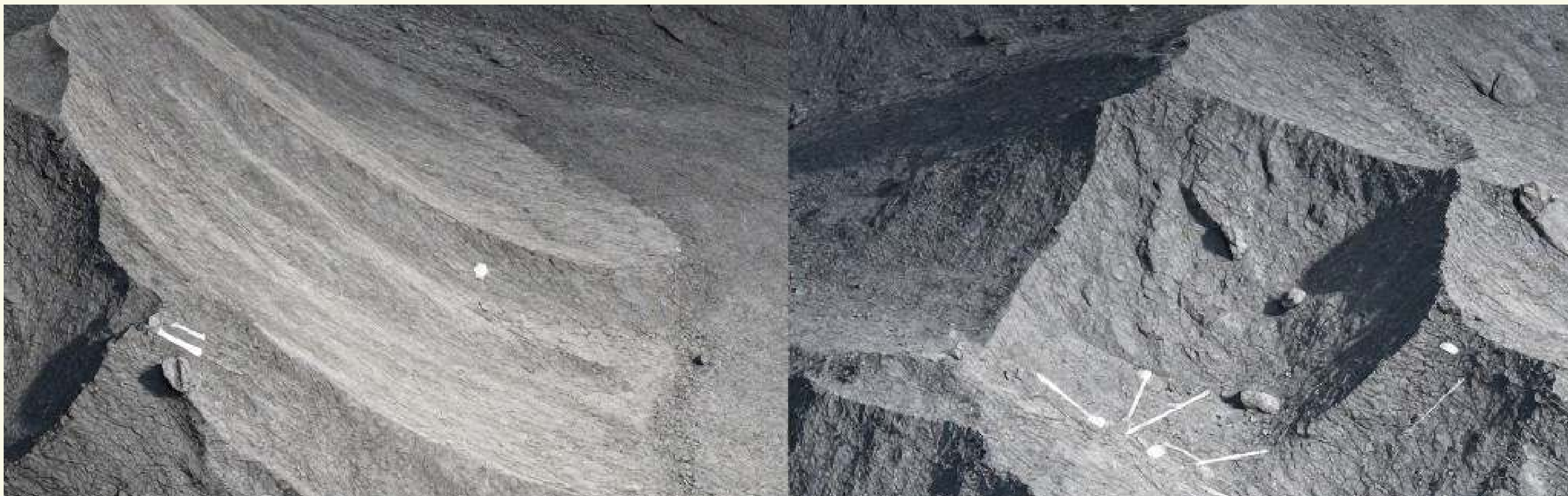
2. Справа — наклон

Справа стрелки показывают наклон отдельных участков. Это и есть нормали: они не измеряют высоту, а подсказывают, в какую сторону ориентирована поверхность в каждой точке.

3

3. Вместе они точнее

Вместе две схемы дают более полное представление о форме. Одна отвечает на вопрос «насколько выше», другая — на вопрос «куда повернуто».

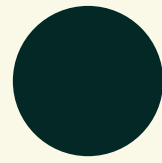


Как освещение меняет восприятие поверхности



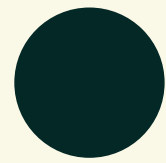
Мягкое освещение

Мягкий свет делает переходы плавными, и поверхность кажется спокойной и округлой. При таком освещении мелкие детали могут почти исчезнуть, потому что тени становятся короткими и незаметными.



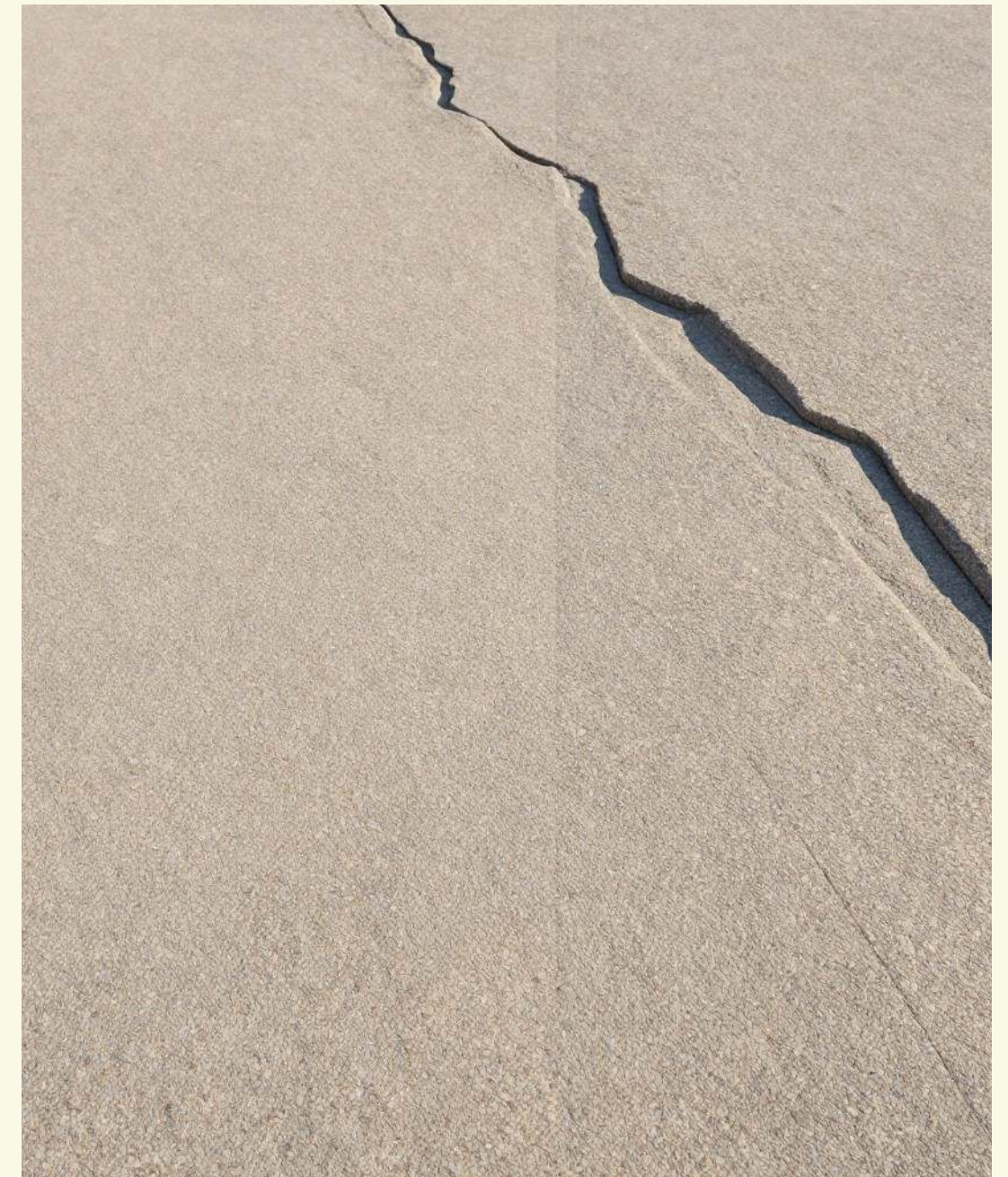
Разный визуальный эффект

Одна и та же форма может выглядеть по-разному на разных картах. На высотной карте заметнее перепады, а на карте нормалей — направление наклона и ощущение резкости поверхности.



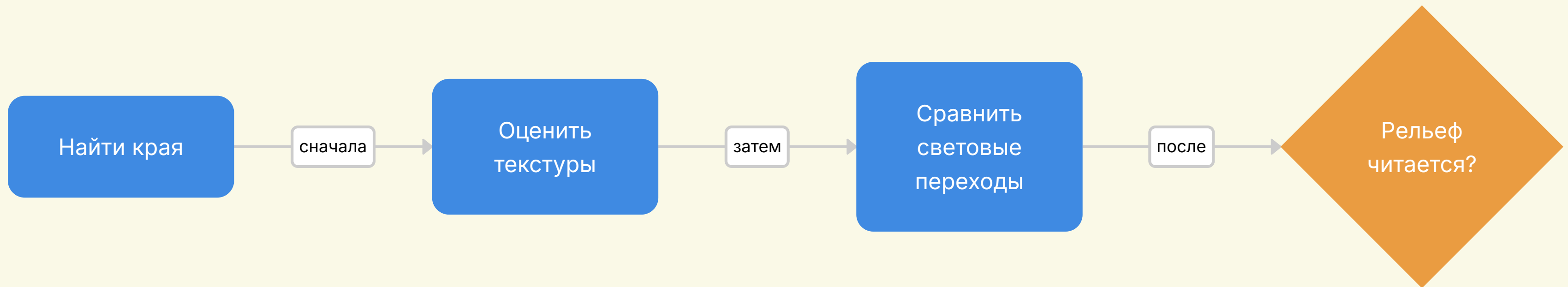
Выразительный рельеф

Боковой свет усиливает тени и подчёркивает перепады высоты. Даже небольшая шероховатость начинает читаться лучше, потому что свет застревает в углублениях и выделяет выступы.



Пошаговая проверка признаков рельефа

Последовательность проверки изображения от признаков к выводу



Обсудим и проверим понимание

Что бросается в глаза

Самыми заметными признаками могут быть тень, граница или текстура — всё зависит от того, что именно снято и как падает свет. На одном фото редко доминирует только один признак.

Почему одного фото мало

Одно изображение показывает внешний вид поверхности, но не даёт точную высоту каждой точки. Для надёжного вывода нужны дополнительные данные: несколько ракурсов, освещение или специальные карты.

Где это применяется

Такие изображения помогают в играх, медицинских снимках, географии и робототехнике. Везде важно быстро понять форму поверхности, даже если перед нами только плоская картинка.



Как увидеть форму на плоской картинке

Мы увидели, что рельеф на изображении читается по свету, теням, краям, текстуре и картам высот. Одно фото даёт подсказки, но не полную форму. Эти идеи полезны в играх, географии, медицине и робототехнике.

