

# Лабораторная работа № 6.

## Обработка изображений

Выполнил: Смирнов Алексей Владимирович — R3242  
409578

## Содержание

1 Задание 1 .....	1
1.1. Выводы .....	3
2 Задание 2 .....	4
2.1 Размытие по Гауссу .....	5
2.2 Блоchное размытие .....	10
2.3 Выделение краёв .....	13
2.4 Увеличение резкости .....	15
2.5 Эффект гравюры .....	16
2.6 Разница блочного и гауссового размытия .....	17
2.7 Выводы .....	19

## 1 Задание 1

Сначала загрузили цветное изображение и привели к трем двумерным массивам со значениями в диапазоне  $[0, 1]$ .



Рисунок 1 — Исходное изображения

Далее выполнили двухмерное преобразование Фурье по осям  $(0, 1)$  (то есть по пространственным координатам) для каждого из трёх каналов (R, G, B). После вычисления спектра с помощью `fft2` мы переносим нулевую частоту в центр изображения через `fftshift`.

Результат FFT — это комплексный спектр  $F(u, v)$ . Пользуясь показательной формой записи комплексного числа:

$$F(u, v) = |F(u, v)| e^{i\varphi(u, v)} \quad (1)$$

где:

- $|F(u, v)|$  — Амплитуда спектра
- $\varphi(u, v)$  — Фаза спектра

выделили Амплитуду спектра и сохранили ее как изображение.

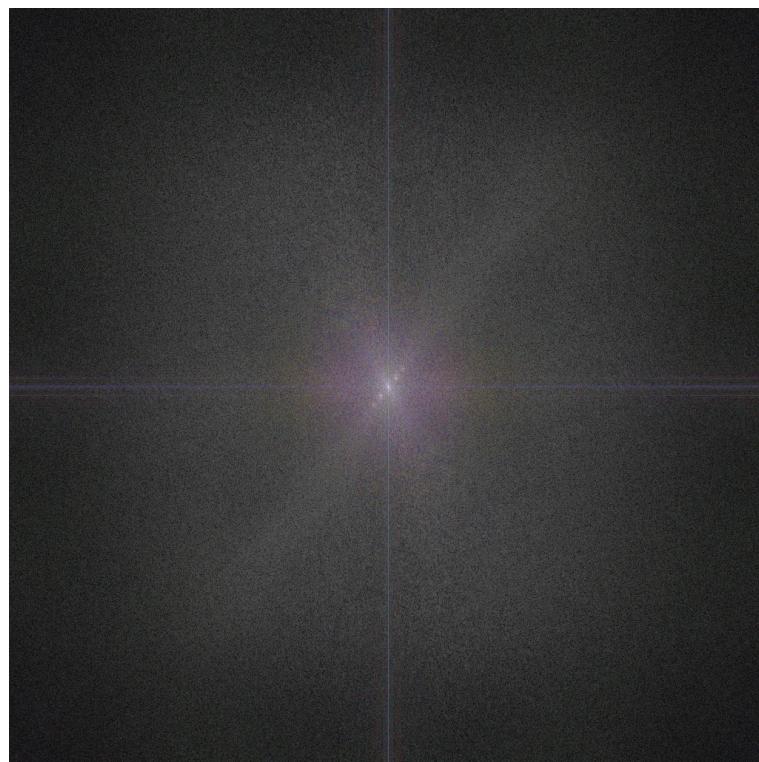


Рисунок 2 — Спектр исходного изображения

Удалили замеченные яркие пятна вокруг нуля в растровом редакторе:

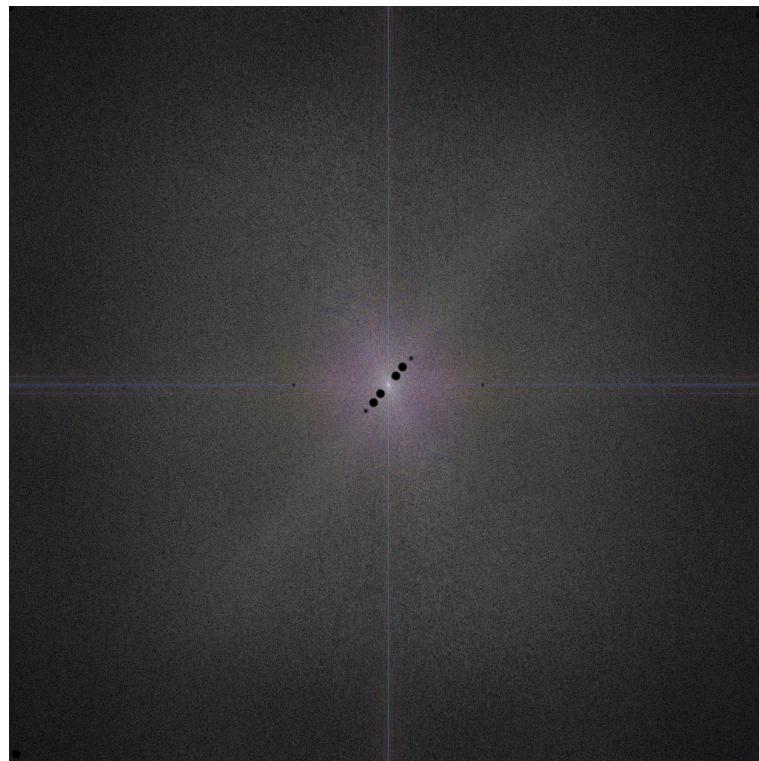


Рисунок 3 — Отредактированный спектр изображения

Объединили получунную амплитуту после обратной нормализации с ранее полученной фазой по формуле 1. Затем обратным преобразованием Фурье получили новое изображение.



Рисунок 4 — Изображение после восстановления

### 1.1. Выводы



Рисунок 5 — Сравнение исходного и полученного изображения

В исходном нормированном модуле спектра заметны яркие точки, соответствующие низкочастотным компонентам и присутствующим повторяющимся шумам изображения. В отредактированном спектре эти пики затемнены.

Видно, что основной цвет и форма горного пейзажа сохранились: зелёные луга, синие тени гор, цветовая палитра не искажена. Однако регулярные детали

такие как тени у холмов и гор стали менее выражеными. Это следствие удаления частотных пиков в спектре: именно они отвечали за повторяющиеся паттерны.

## 2 Задание 2

Для этого задания выбрали то же изображение, что и в первом задании.



Рисунок 6 — Исходное изображение

Рассмотрим, как влияют различные ядра для свертки на взятое изображение.  
Рассмотрим ядра:

### 1. Размытие по Гауссу

$$\sigma = \frac{N - 1}{6}, \quad A_{ij} = \exp\left(-\frac{\left(i - \frac{N+1}{2}\right)^2 + \left(j - \frac{N+1}{2}\right)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

$$K_\sigma = \frac{A}{\sum_{i,j} A_{i,j}} \quad (3)$$

### 2. Блочное размытие

$$A_{i,j} = 1, \quad K_\square = \frac{A}{\sum_{i,j} A_{i,j}} \quad (4)$$

### 3. Ядро увеличения резкости

$$K_* = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

#### 4. Ядро выделения краёв

$$K_\nabla = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

#### 5. Ядро эффекта гравюры

$$K_{\leftrightarrow} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Размытие по Гауссу и Блочное размытие рассмотрим для трех различных значений  $N$ : 7, 11, 17.

#### 2.1 Размытие по Гауссу



Рисунок 7 — слева — Исходное изображение Справа — Результат после свертки с ядром Гауссового размытия ( $N = 7$ );



Рисунок 8 — слева — Исходное изображение Справа — Результат после свертки с ядром Гауссового размытия ( $N = 11$ );



Рисунок 9 — слева — Исходное изображение Справа — Результат после свертки с ядром Гауссового размытия ( $N = 17$ );

Видим, как при увеличении  $N$  заметно усиливается размытие изображения.

Посмотрим на Фурье-образ изображения и каждого из ядер и на произведение его на спектр изображения:

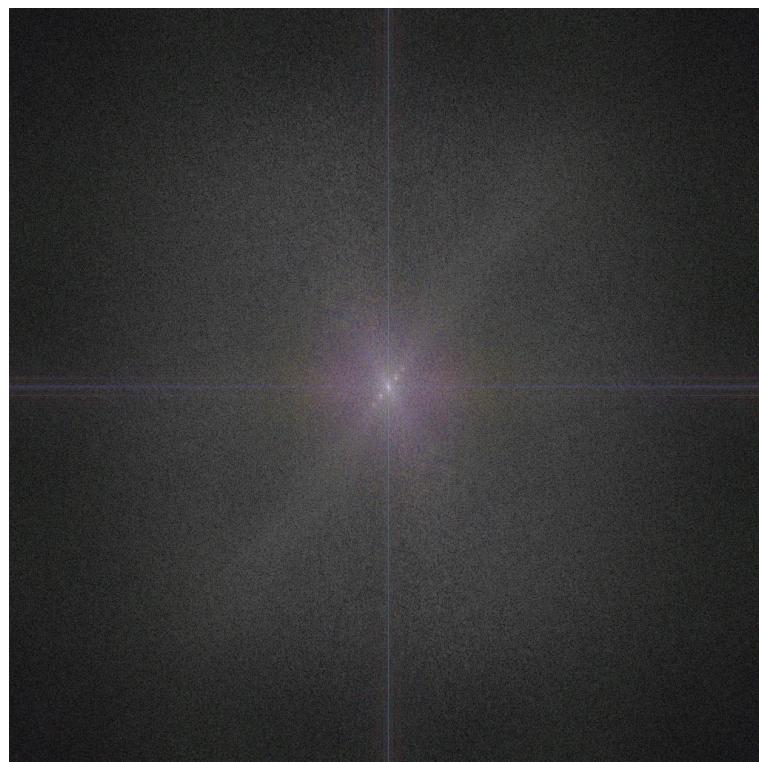


Рисунок 10 — Спектр исходного изображения

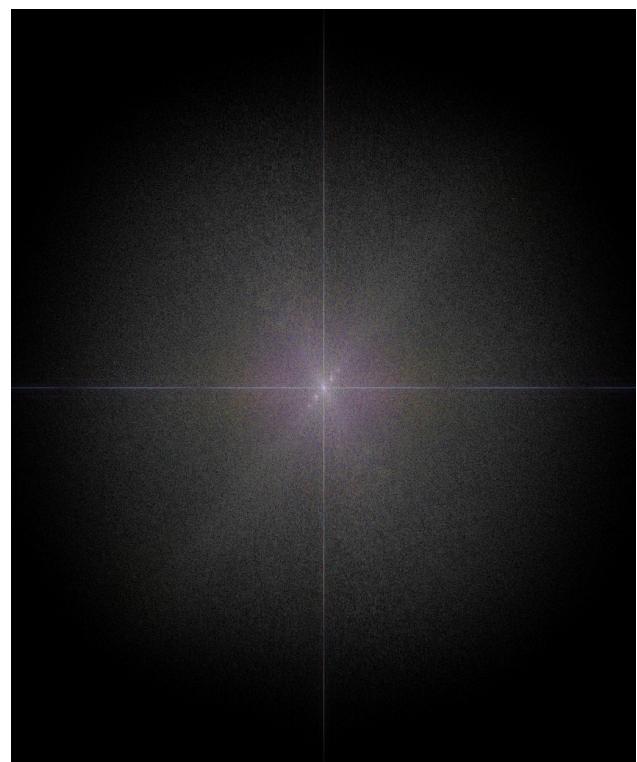
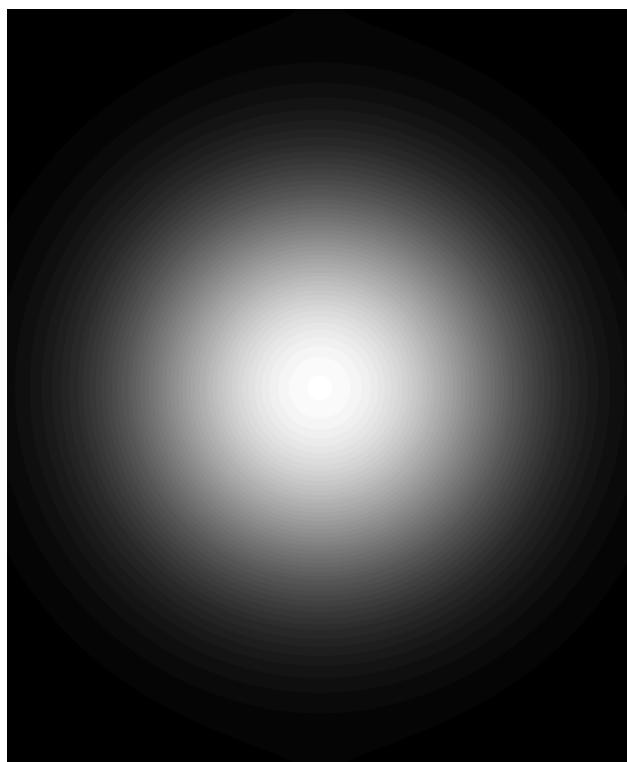


Рисунок 11 — Слева — спектр ядра гауссового размытия ( $N = 7$ );  
Справа — произведение спектров ядра и изображения

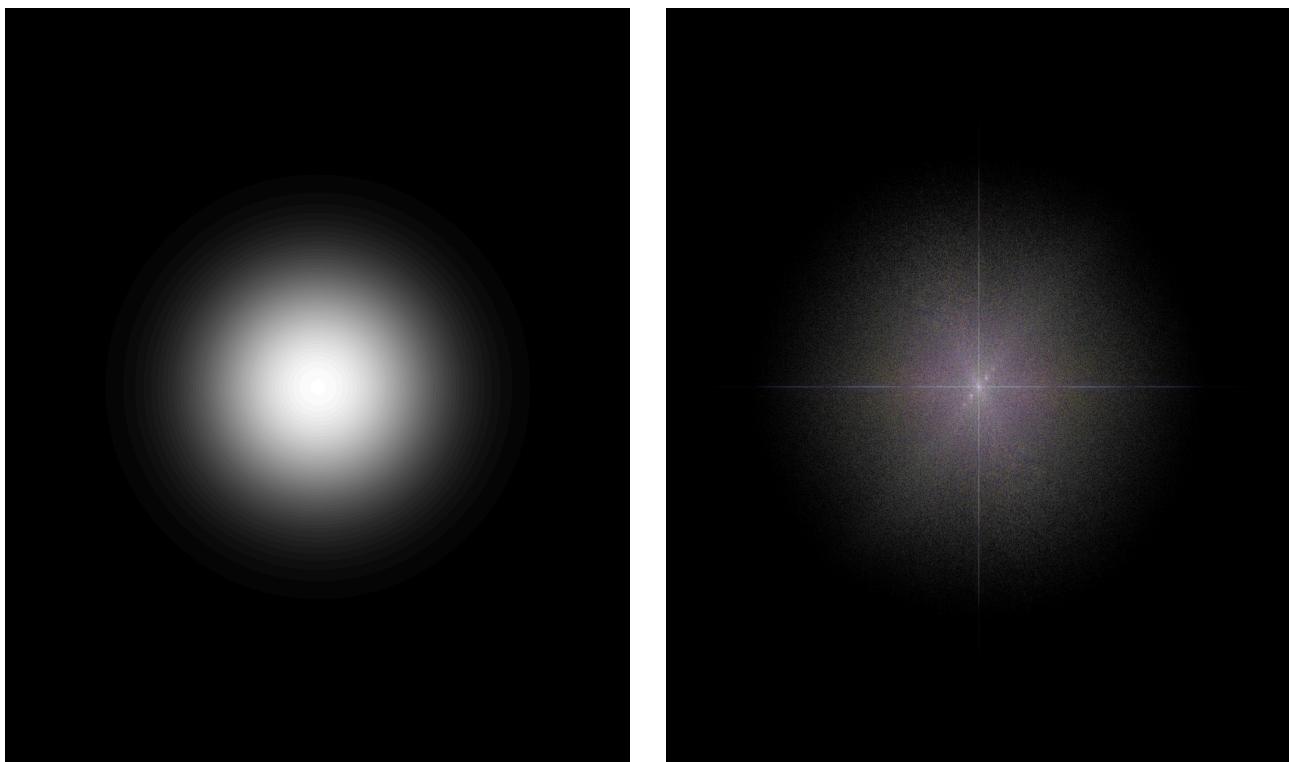


Рисунок 12 — Слева — спектр ядра гауссового размытия ( $N = 11$ );  
Справа — произведение спектров ядра и изображения

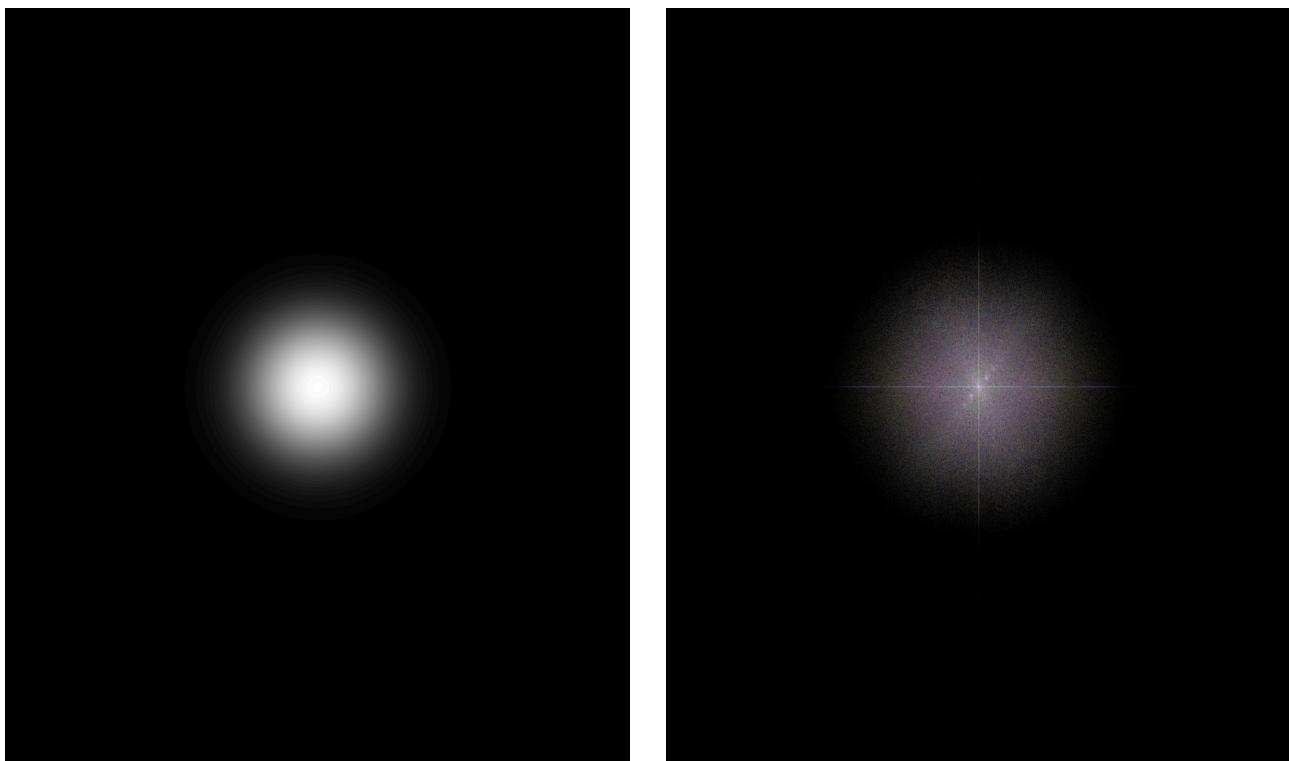


Рисунок 13 — Слева — спектр ядра гауссового размытия ( $N = 17$ );  
Справа — произведение спектров ядра и изображения

Теперь поэлементно перемножим полученный спектр ядра и спектр картинки.  
Для наглядности сразу разместим их рядом с результатом свертки. Изображения

---

полученные сверткой находятся справа, а результаты произведения спектров ядра и изображения — слева.

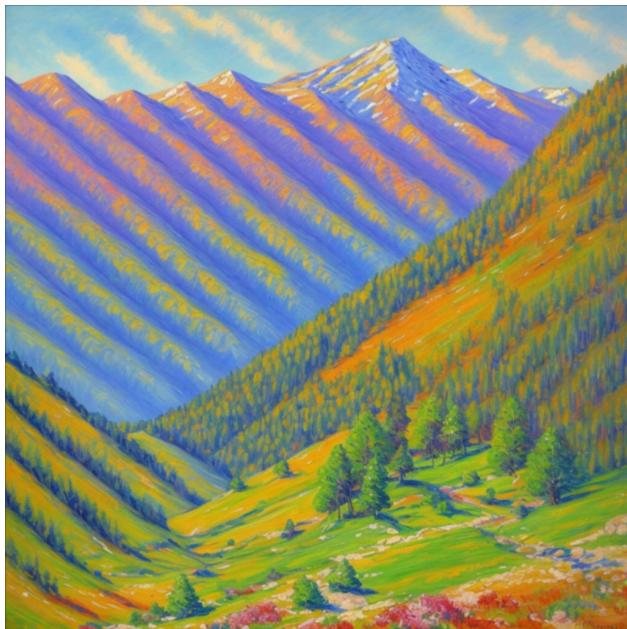


Рисунок 14 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для гауссово размытия ( $N = 7$ )

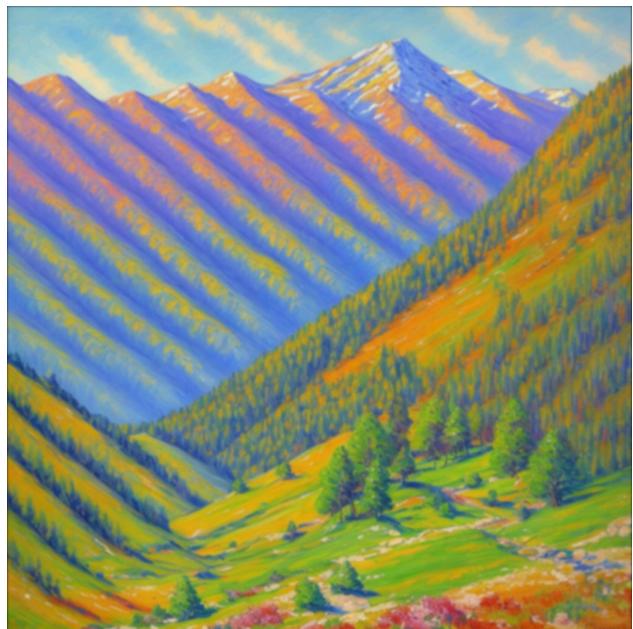
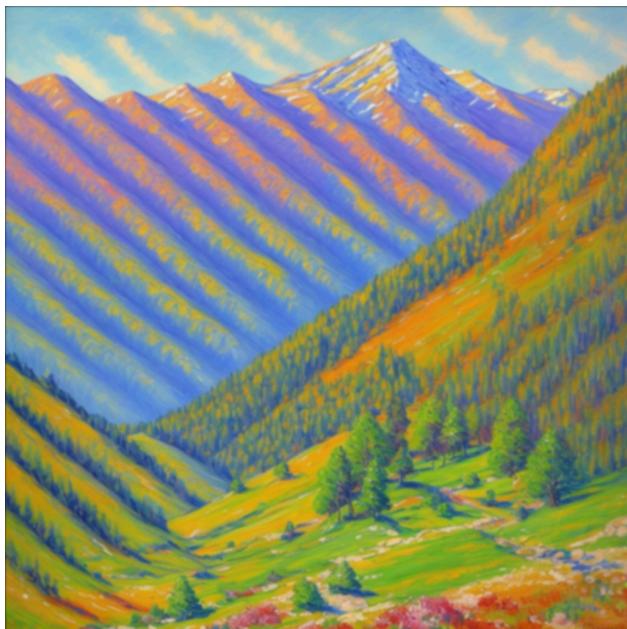


Рисунок 15 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для гауссово размытия ( $N = 11$ )



Рисунок 16 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для гауссово размытия ( $N = 17$ )

Результат одинаковый.

## 2.2 Блочное размытие



Рисунок 17 — Слева — исходное изображение;  
справа — результат после свертки с ядром блочного размытия ( $N = 7$ )

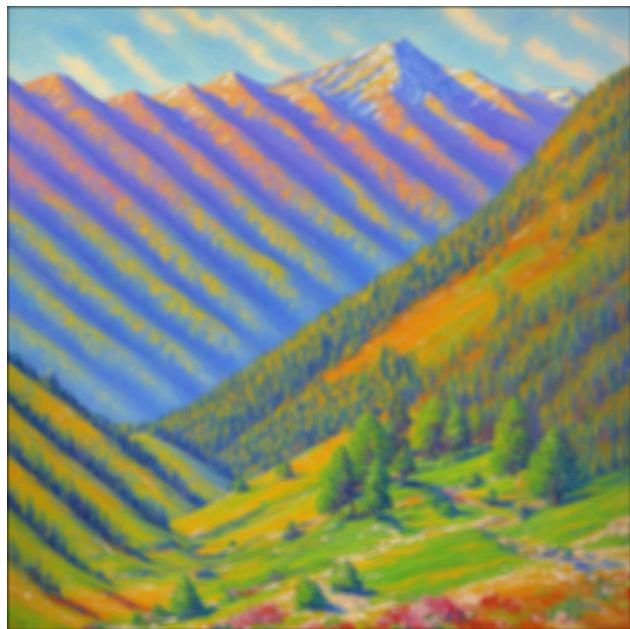


Рисунок 18 — Слева — исходное изображение;  
справа — результат после свертки с ядром блочного размытия ( $N = 11$ )

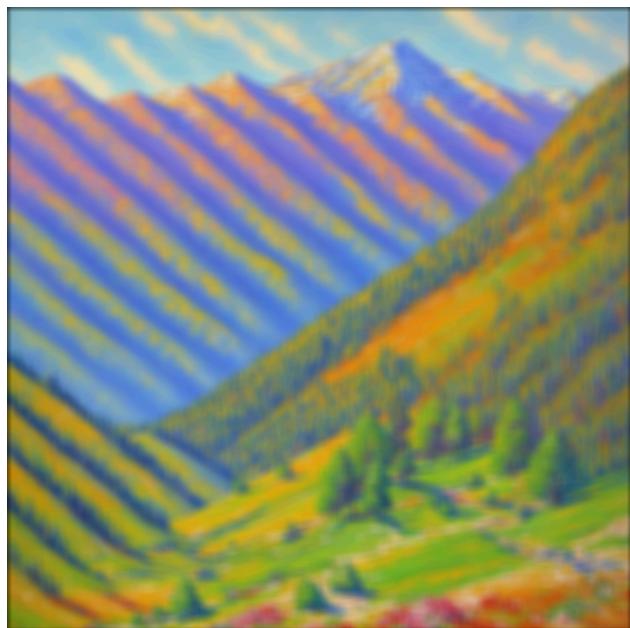
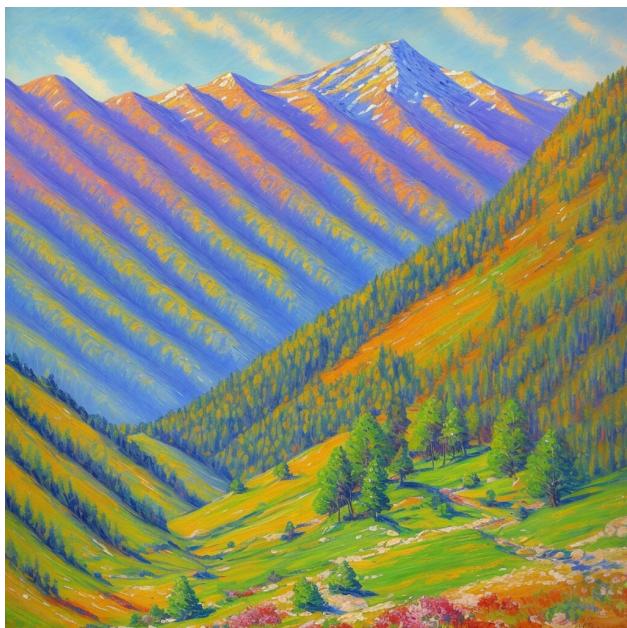


Рисунок 19 — Слева — исходное изображение;  
справа — результат после свертки с ядром блочного размытия ( $N = 17$ )

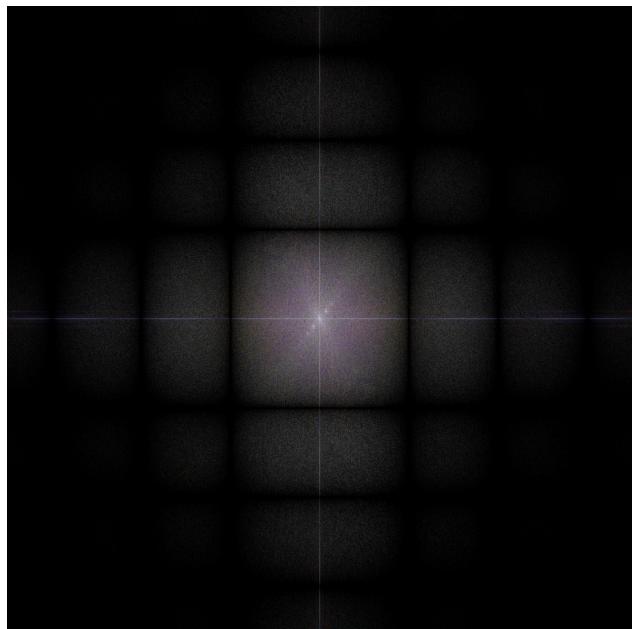
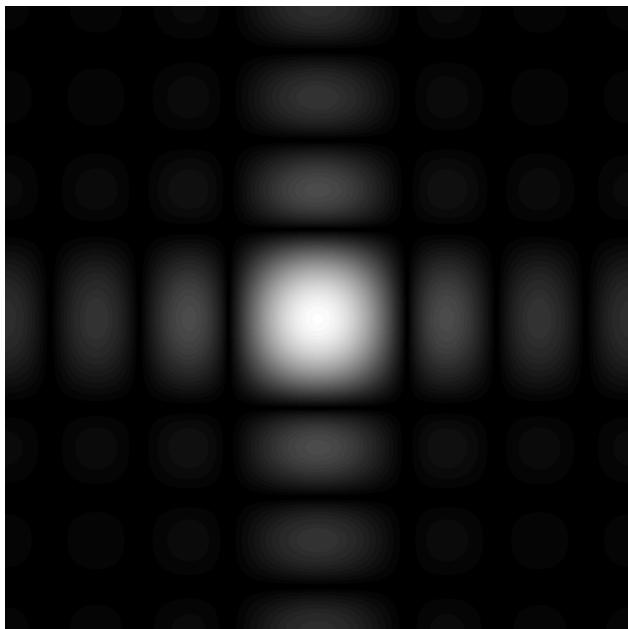


Рисунок 20 — Слева — спектр ядра блочного размытия ( $N = 7$ );  
Справа — произведение спектров ядра блочного размытия и изображения

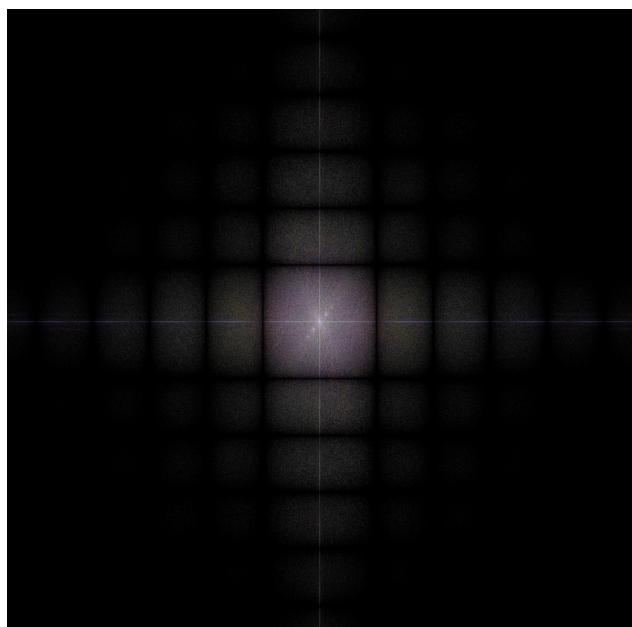
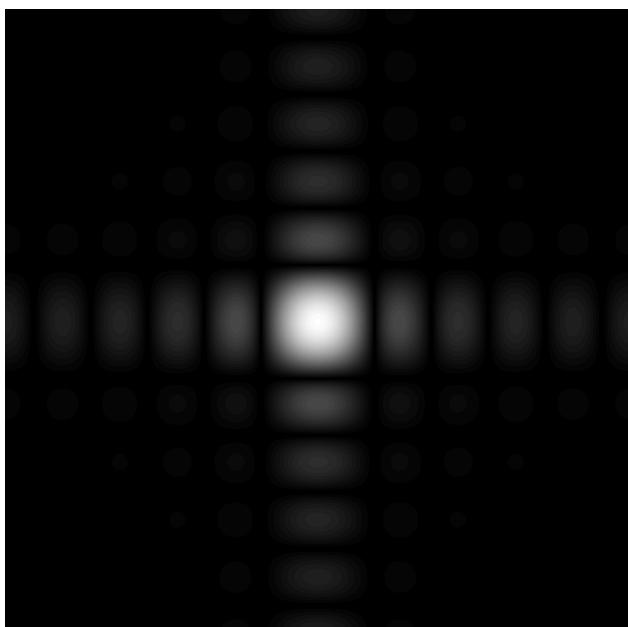


Рисунок 21 — Слева — спектр ядра блочного размытия ( $N = 11$ );  
Справа — произведение спектров ядра блочного размытия и изображения

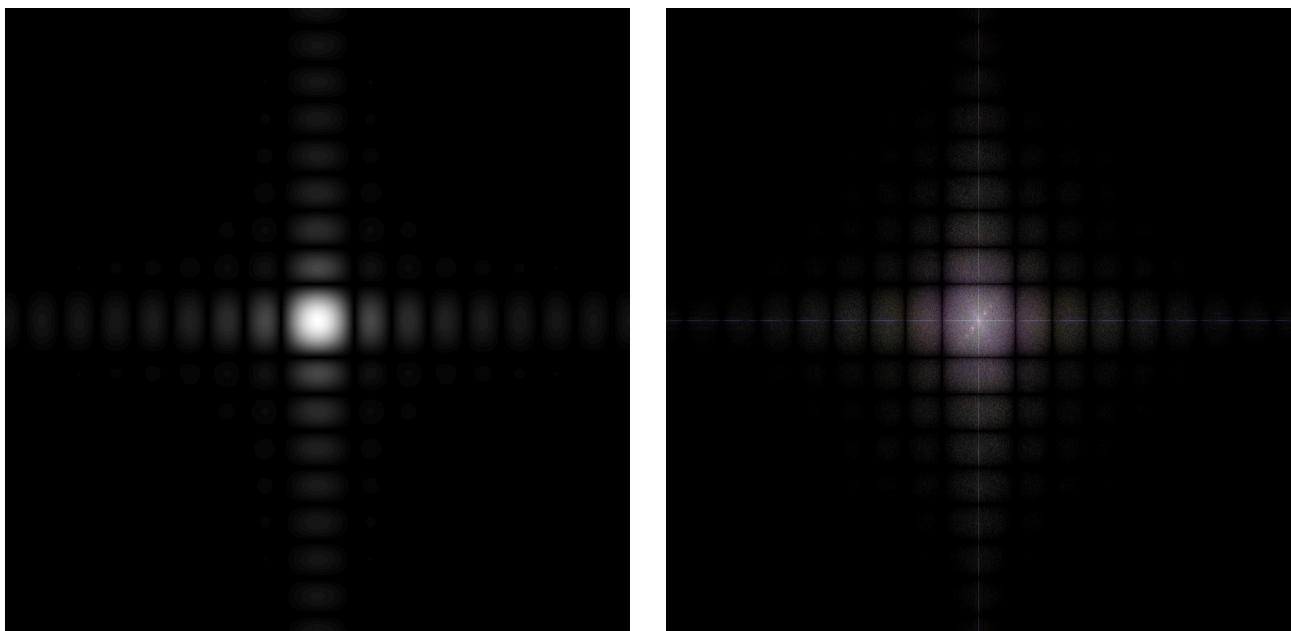


Рисунок 22 — Слева — спектр ядра блочного размытия ( $N = 17$ );  
Справа — произведение спектров ядра блочного размытия и изображения

### 2.3 Выделение краёв

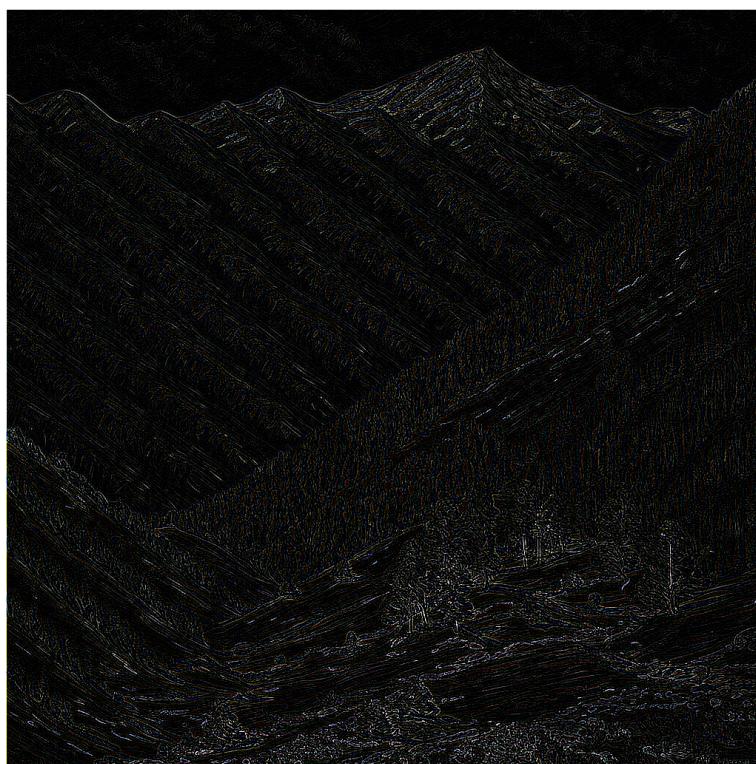


Рисунок 23 — Результат свертки с ядром выделения краёв

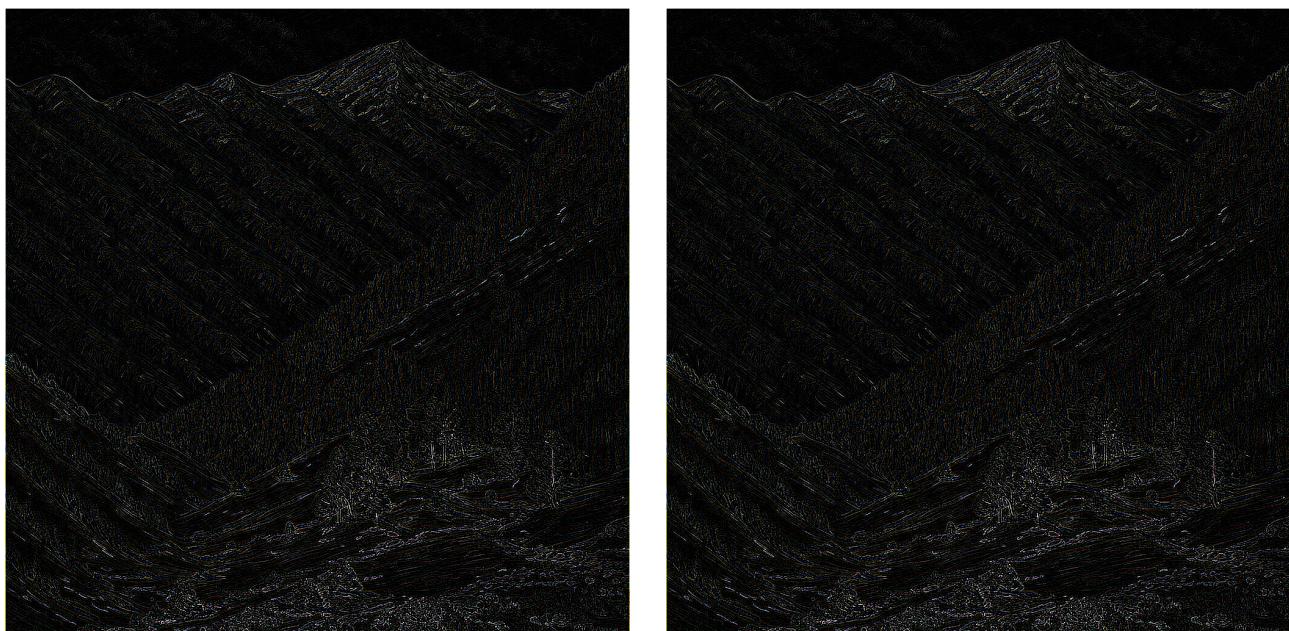


Рисунок 24 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для ядра выделения краёв

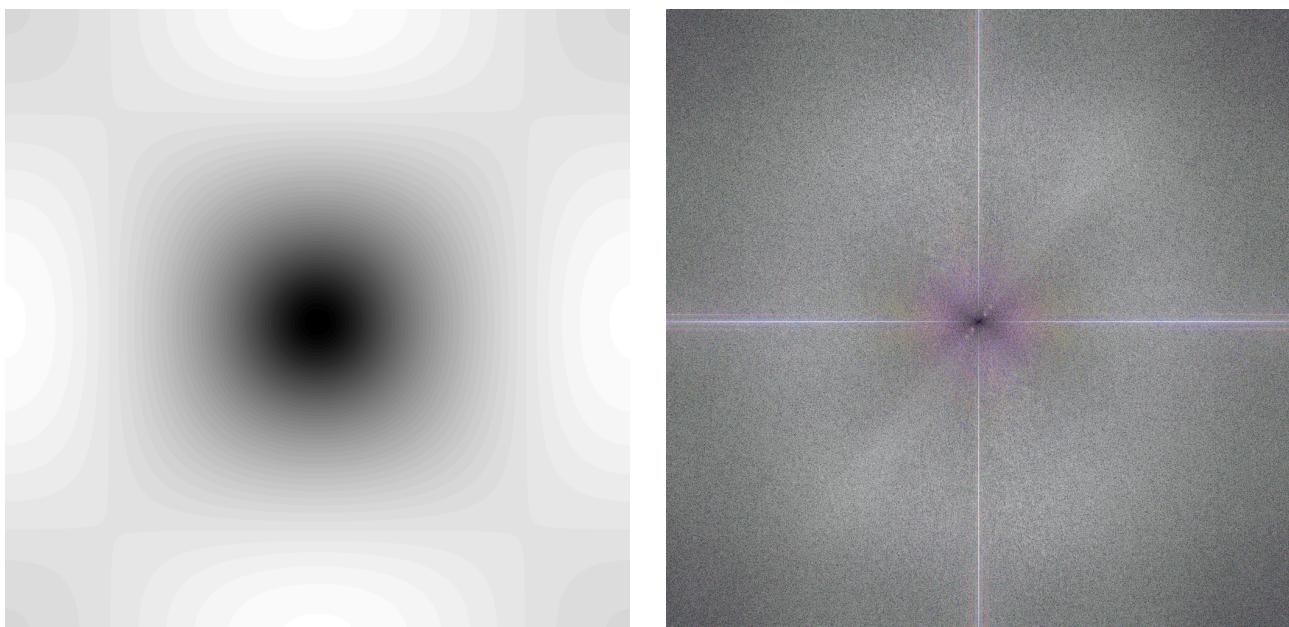


Рисунок 25 — Слева — спектр ядра выделения краёв;  
Справа — произведение спектров ядра выделения краёв и изображения

## 2.4 Увеличение резкости



Рисунок 26 — Слева — исходное изображение;  
справа — Результат свертки с ядром увеличения резкости

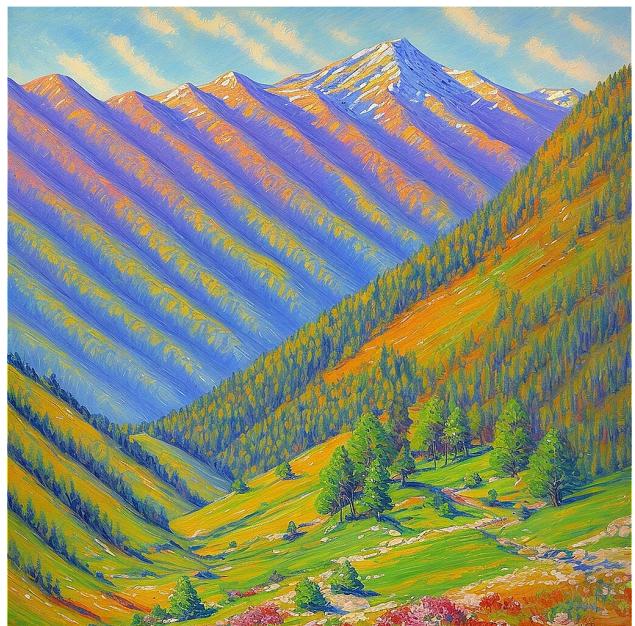
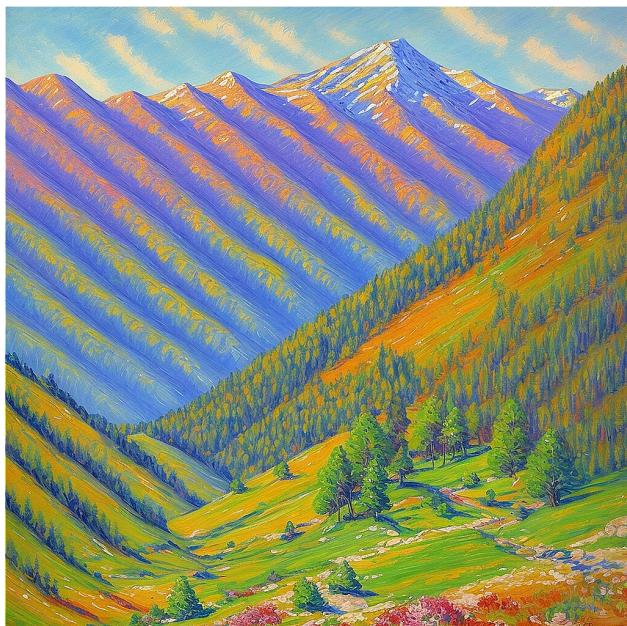


Рисунок 27 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для ядра  
увеличения резкости

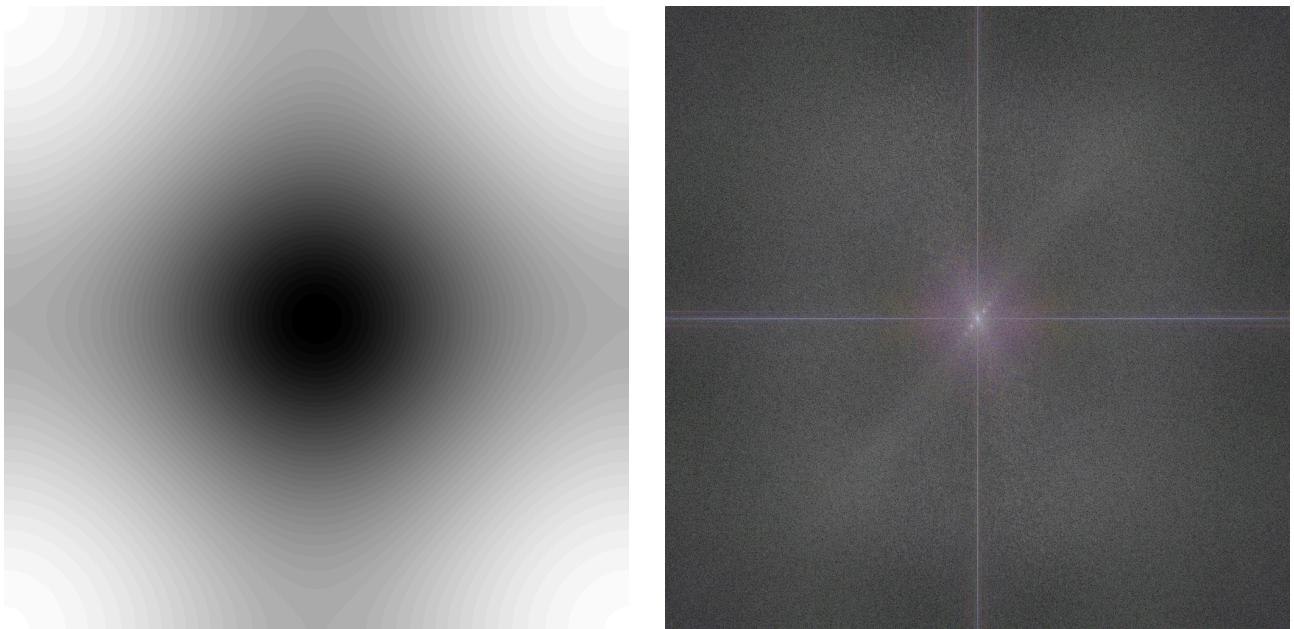


Рисунок 28 — Слева — спектр ядра выделения краёв;  
Справа — произведение спектров ядра увеличения резкости и изображения

## 2.5 Эффект гравюры

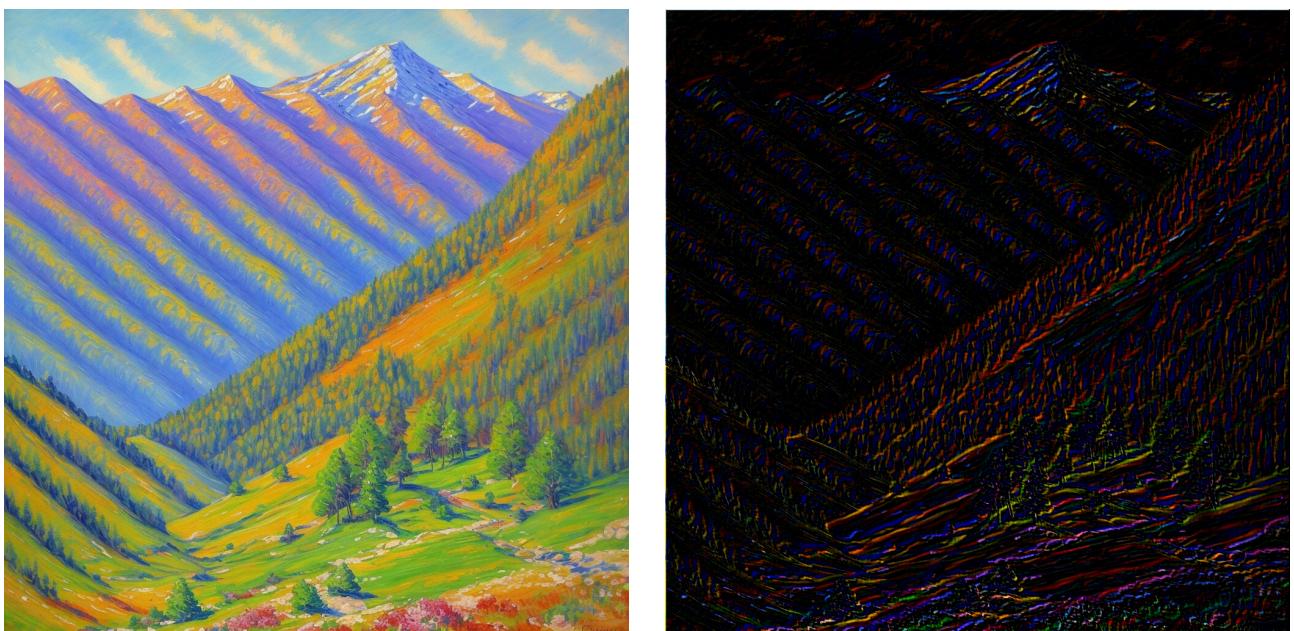


Рисунок 29 — Слева — исходное изображение;  
справа — результат свертки с ядром эффекта гравюры

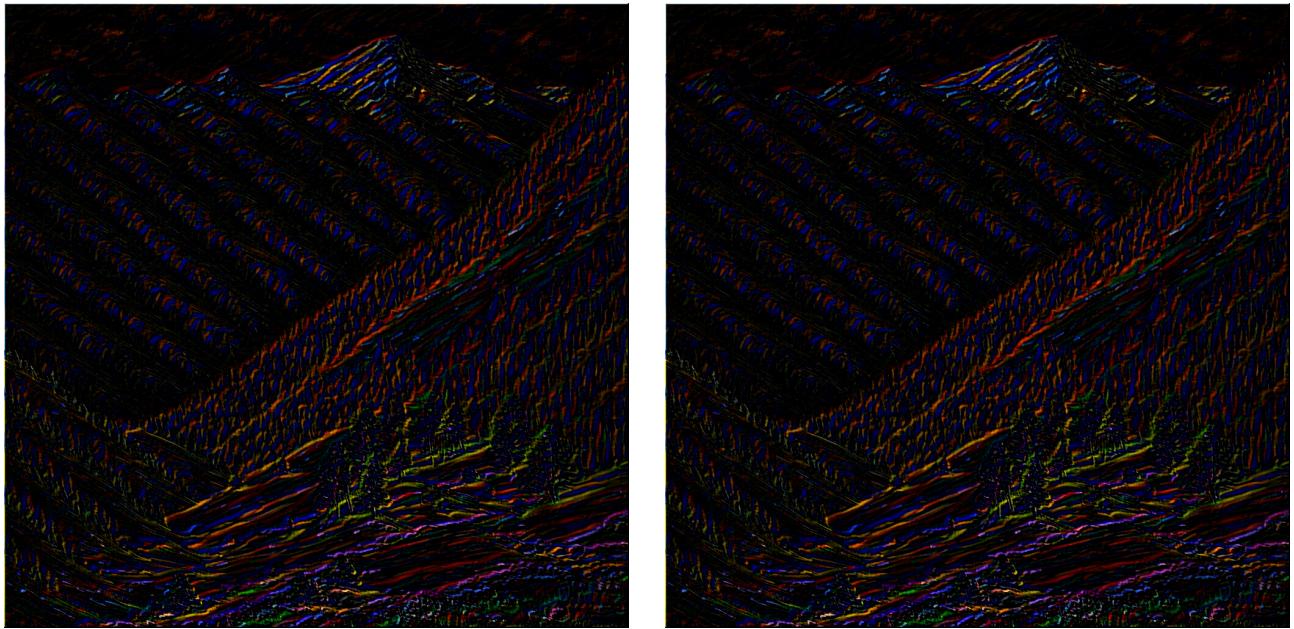


Рисунок 30 — Сравнение результатов свертки и умножения спектров для ядра  
увеличения резкости

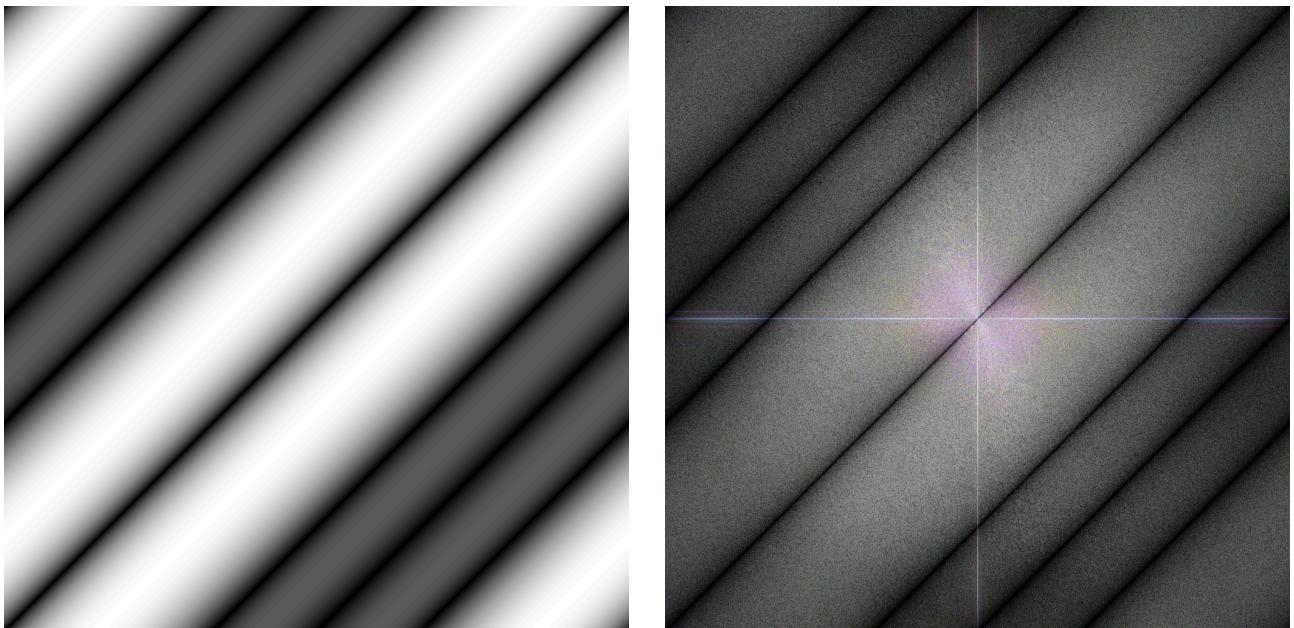


Рисунок 31 — Слева — спектр ядра выделения краёв;  
Справа — произведение спектров ядра увеличения резкости и изображения

## 2.6 Разница блочного и гауссового размытия

В то время как в спектрах изображений после гауссового и блочного размытия различия видны сразу, не сразу понятно в чем отличие между этими двумя ядрами, если смотреть только на результат свёртки.

Разместим изображения после блочного и гауссового размытия бок о бок, и попробуем выделить различия.

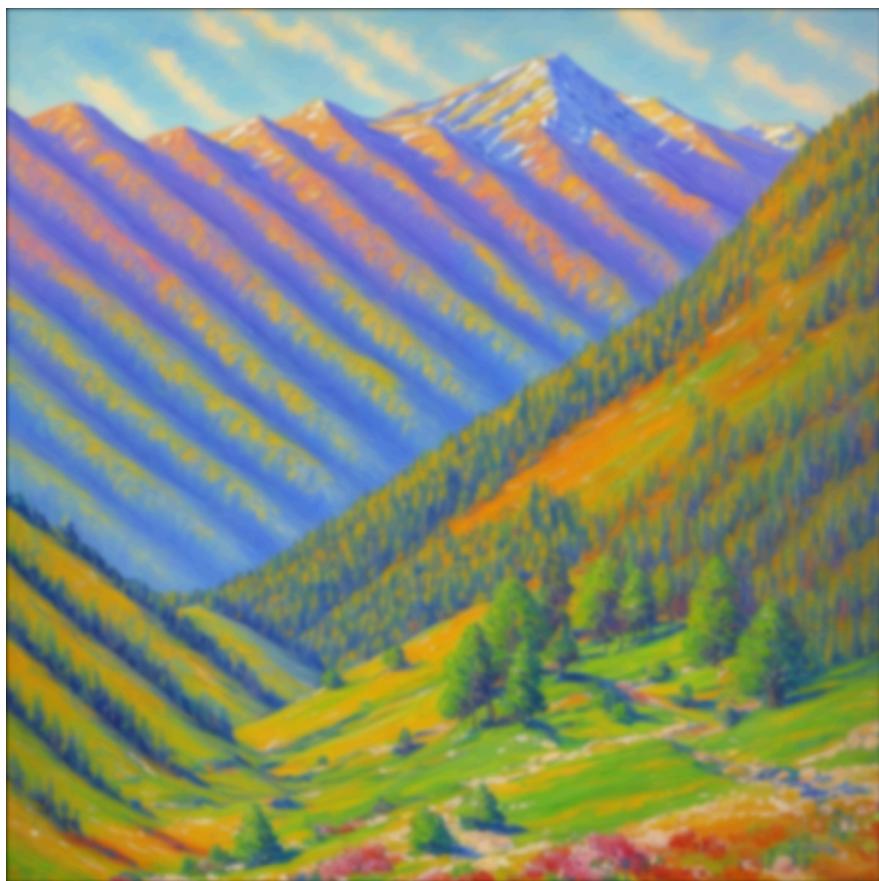


Рисунок 32 — Результат гауссowego размытия ( $N = 17$ )



Рисунок 33 — Результат блочного размытия ( $N = 17$ )

Сразу видно, что при одинаковом  $N$  блочное размытие имеет более заметный эффект. При более детальном рассмотрении можно увидеть как блочное размытие при больших  $N$  создает эффект «размытых пикселей»; интересно, что если всматриваться в изображение, глаза очень быстро устают.

Гауссово размытие же похоже на расфокусированный снимок или миопию.

## 2.7 Выводы

Пронаблюдали за эффектом различных ядер свертки на цветном изображении. Убедились в том, что теорема о свертке выполняется: свертка изображения с ядром и обратное преобразование Фурье от произведения спектров образа и изображения дают одинаковый результат. Увидели разницу гауссового и блочного размытия, сравнив их между собой: гауссово размытие дает естественный эффект размытия, а блочное размытие добавляет артефакты, более заметные при увеличении  $N$ . Заметили, что при увеличении  $N$  усиливается эффект от ядер размытия.