```
▶ PlotlyBackend()
```

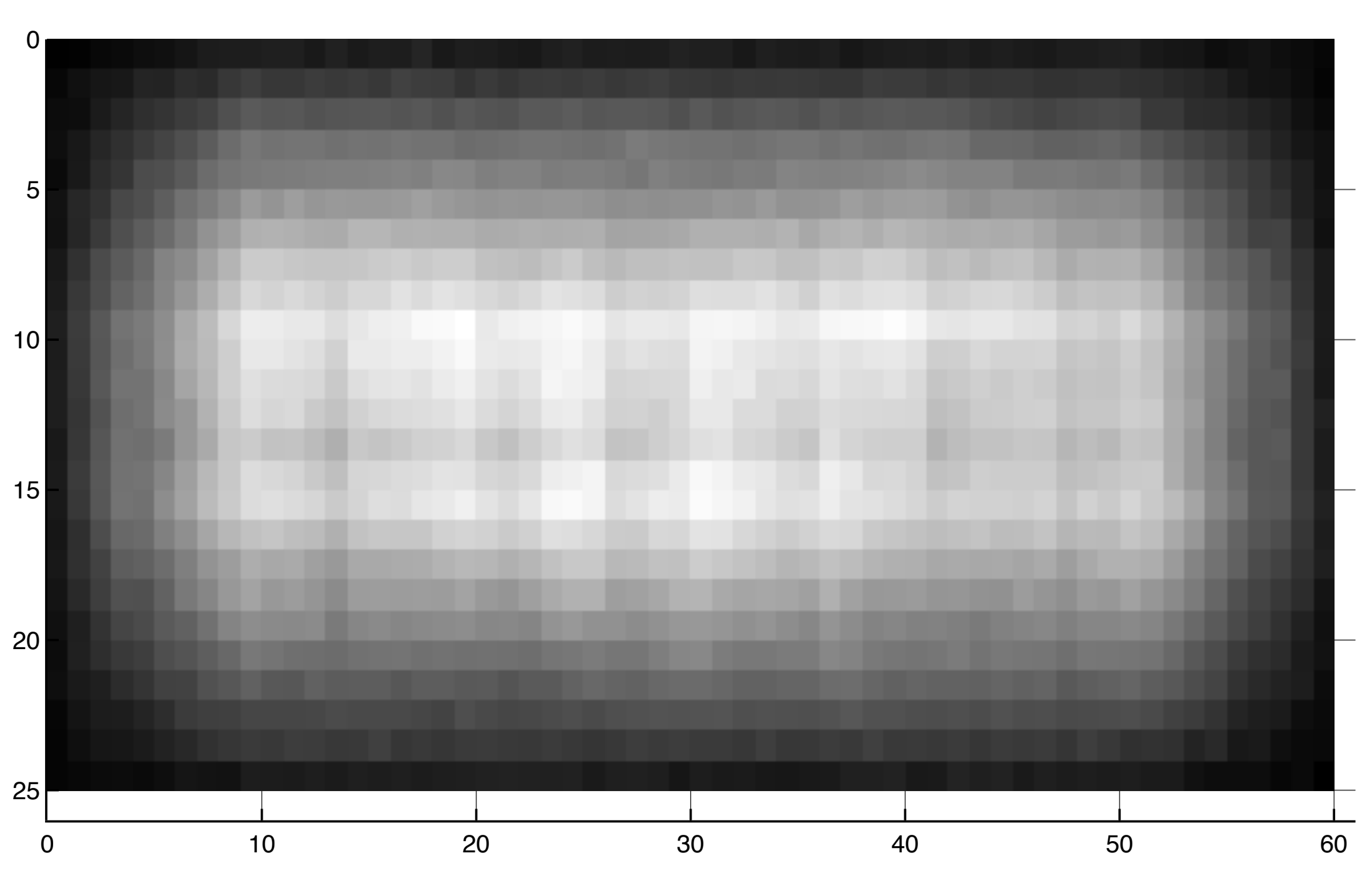
```julia
begin
    using NPZ ✓
    using LinearAlgebra ✓
    using Images ✓
    using Plots ✓
    plotly()
end
```

653 μs

Загрузка данных

```julia
begin
    local data = npzread("./data.npz")
    A = data["A"]
    C = data["C"]
end;
```

Построим изображение после свёртки:



```julia
plot(Gray.(A ./ maximum(A)))
```

Определим функции, разворачивающие матрицу в вектор и обратно:

```
mat2vec (generic function with 1 method)
```

```julia
function mat2vec(A)
    A = @view A[end:-1:begin, :]
    return vec(copy(A'))
end
```

```
vec2mat (generic function with 2 methods)
```

```julia
function vec2mat(a, shape = (16, 51))
    A = reshape(a, reverse(shape))'
    return A[end:-1:begin, :]
end
```

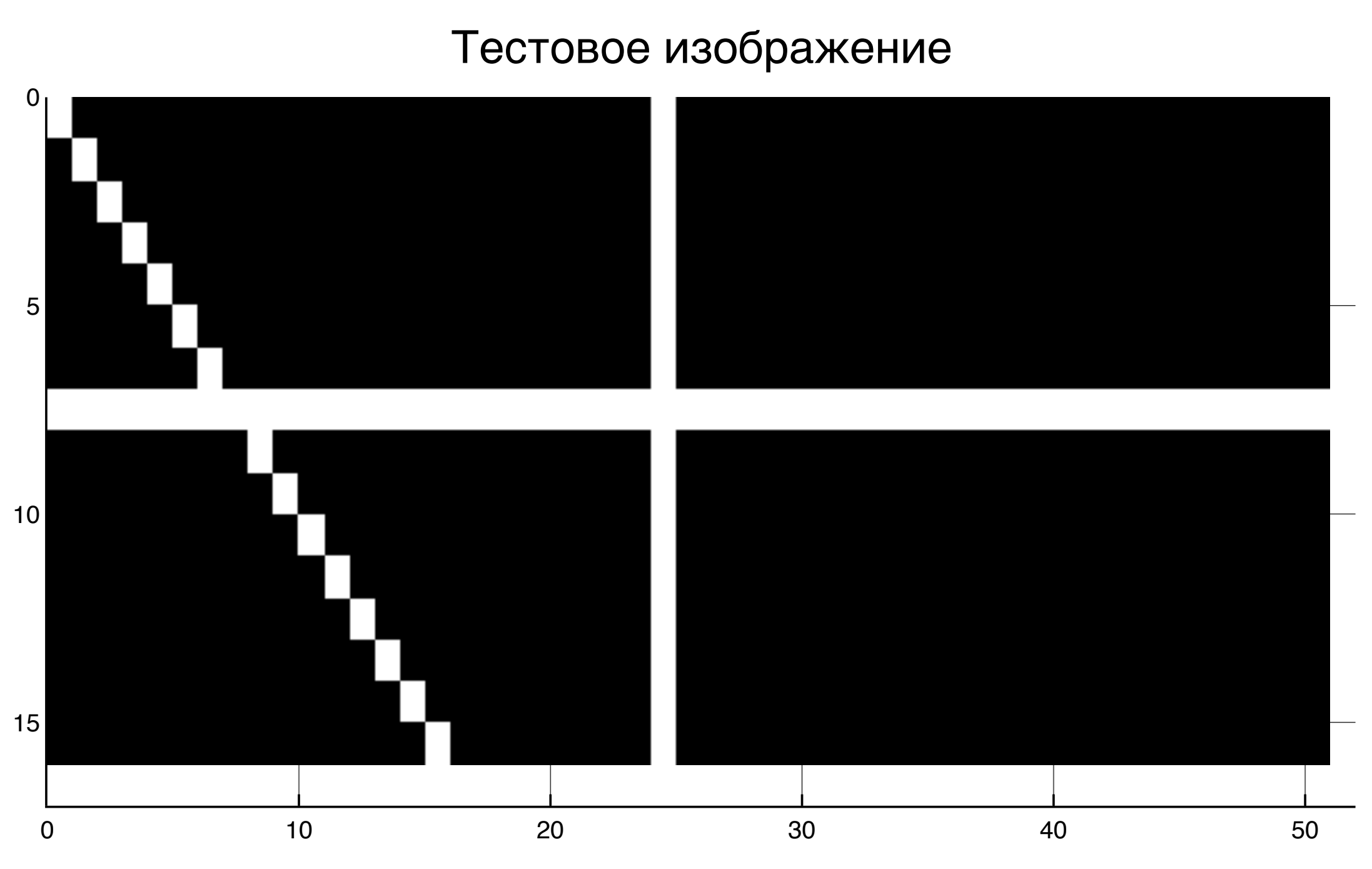
```
a =
▶ [17.5041, 27.7684, 37.7167, 41.8572, 35.2522, 50.4719, 72.9888, 66.4267, 63.3316, 102.69
```

```julia
a = mat2vec(A)
```

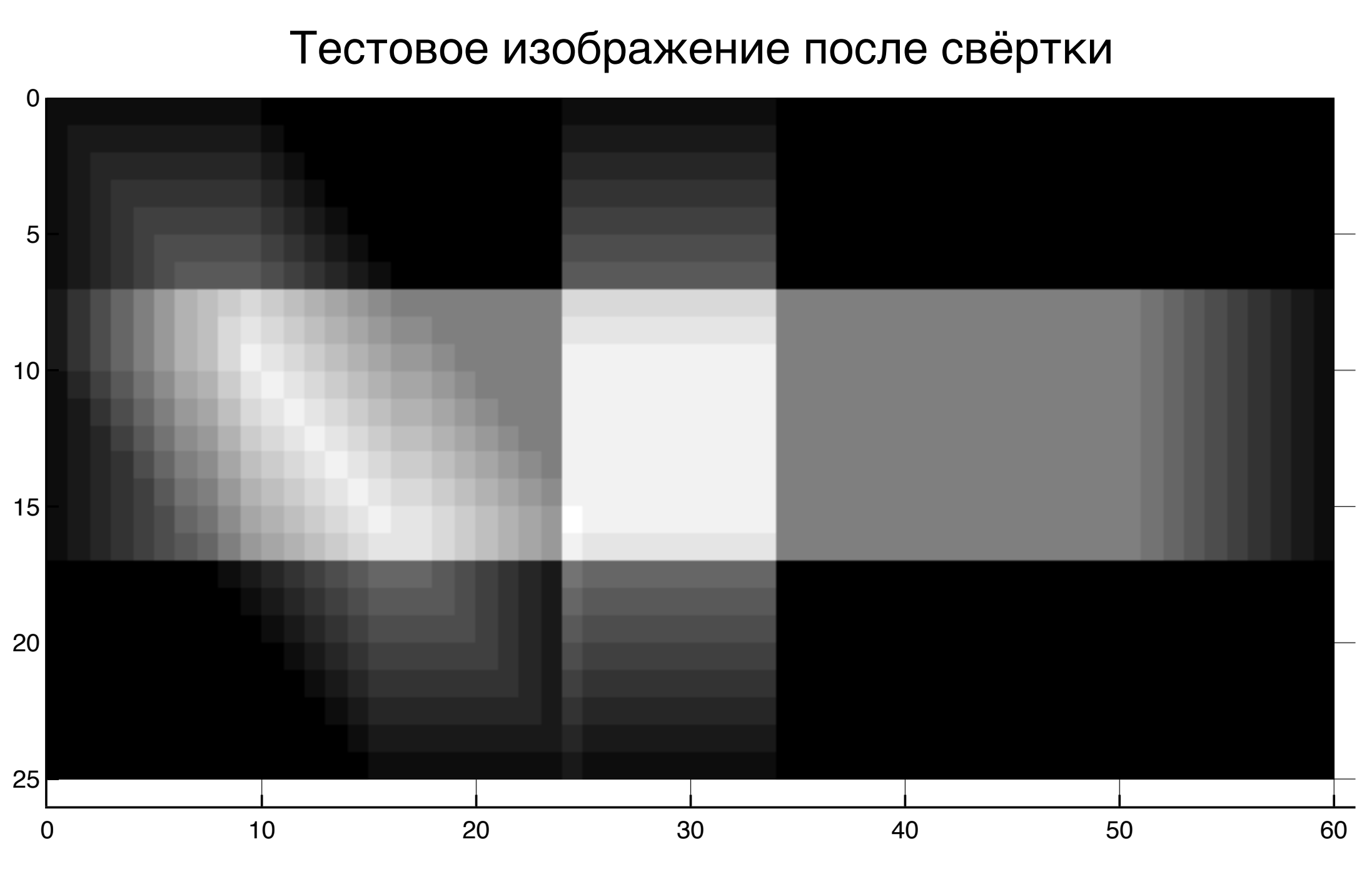
Тест работы фильтра

Чтобы понять, как работает фильтр, создадим тестовое изображение и посмотрим, как оно выглядит после свёртки:

```julia
begin
    B = zeros(16, 51)
    B[8, :]  .= 1
    B[:, 25] .= 1
    for i ∈ 1 : minimum(size(B))
        B[i, i] = 1
    end
    b = mat2vec(B)
end;
```



```julia
plot(Gray.(B ./ maximum(B)), title = "Тестовое изображение", topmargin = 20Plots.px)
```



```julia
plot_vec(C * b, (25, 60), title = "Тестовое изображение после свёртки", topmargin =
20Plots.px)
```

Вывод:

Каждый светлый пиксель под действием C заменяется на прямоугольник.

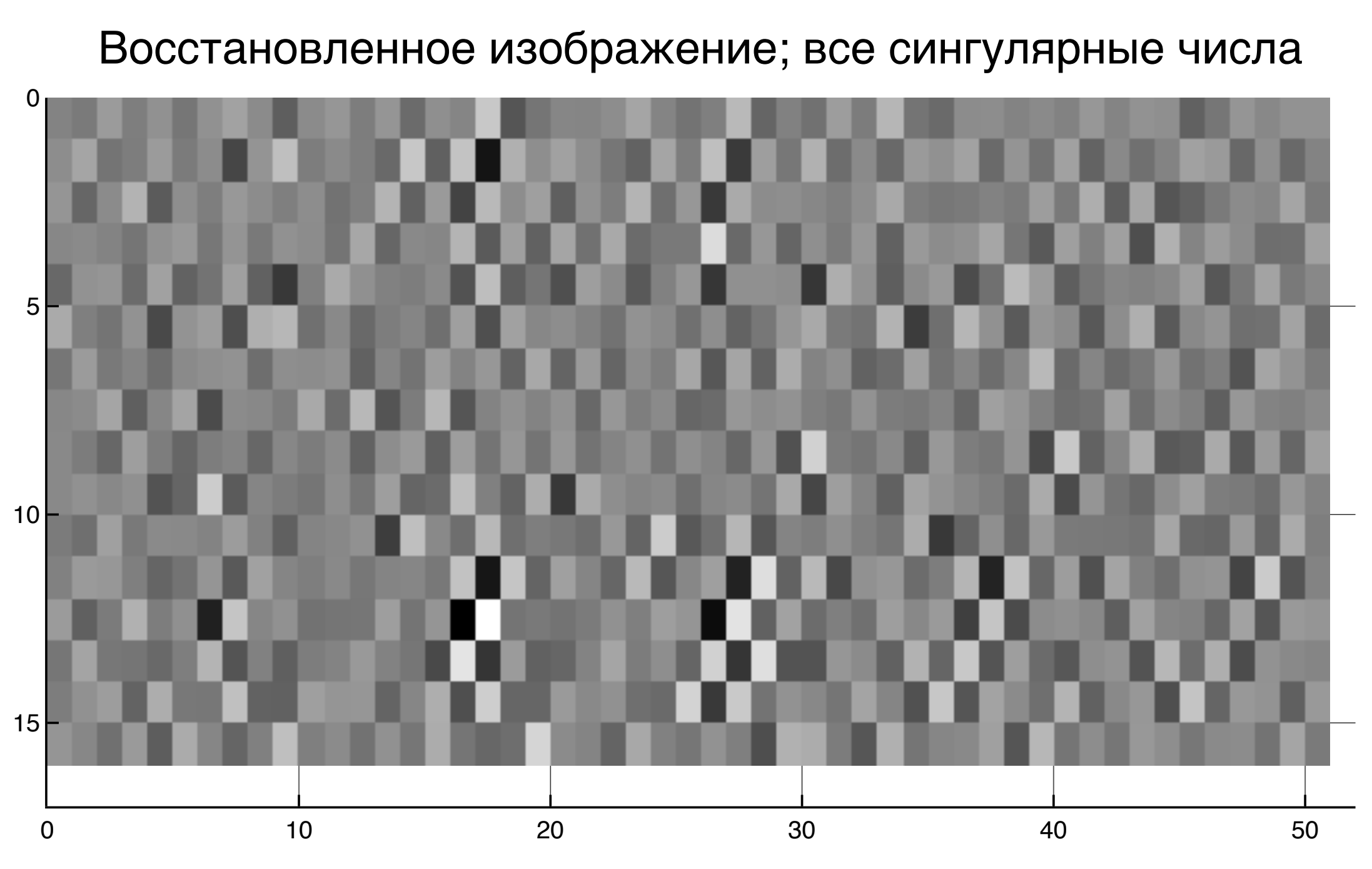
```
plot_vec (generic function with 2 methods)
```

```julia
function plot_vec(a, shape = (16,51); kwargs...)
    # Вспомогательная функция, которая разворачивает вектор
    # в матрицу и рисует его
    min, max = extrema(a)
    a .-= min
    a ./= (max - min)
    A = vec2mat(a, shape)
    return plot(Gray.(A); kwargs...)
end
```

Обращение фильтра

```
C_SVD =
SVD{Float64, Float64, Matrix{Float64}, Vector{Float64}}
U factor:
1500×816 Matrix{Float64}:
 -6.02144e-5    -0.000125262  0.000200896  …  -0.0479546    -0.0183773    0.0310677
 -0.000134814   -0.000278165  0.000439943      0.0332981     0.0427915   -0.0346555
 -0.000224621   -0.000459079  0.000714353     -0.00514092   -0.0521036    0.038155
 -0.000330276   -0.00066773   0.00101985      -0.0287924     0.0419117   -0.0386212
 -0.000452216   -0.000903163  0.00135069       0.0472253    -0.0159717    0.0404947
 -0.000590661   -0.00116371   0.00169976   …  -0.0491108    -0.0159716   -0.0394037
 -0.000745596   -0.00144698   0.00205874       0.0269024     0.0419103    0.039714
  ⋮                                        ⋱                              ⋮
 -0.000590661    0.00116371   0.00169976       0.0491108    -0.0159716    0.0394037
 -0.000452216    0.000903163  0.00135069   …  -0.0472253    -0.0159717   -0.0404947
 -0.000330276    0.00066773   0.00101985       0.0287924     0.0419117    0.0386212
 -0.000224621    0.000459079  0.000714353      0.00514092   -0.0521036   -0.038155
 -0.000134814    0.000278165  0.000439943     -0.0332981     0.0427915    0.0346555
 -6.02144e-5     0.000125262  0.000200896      0.0479546    -0.0183773   -0.0310677
singular values:
816-element Vector{Float64}:
 3.581791498948593
 3.441349727991941
 3.215493756964926
 2.9160604144673874
 2.645571112047677
 2.5587103838645855
 2.5418384709163333
 ⋮
 0.006237570730896662
 0.006197897718499658
 0.0059139578558154
 0.005653575076996135
```

```julia
C_SVD = svd(C)
```

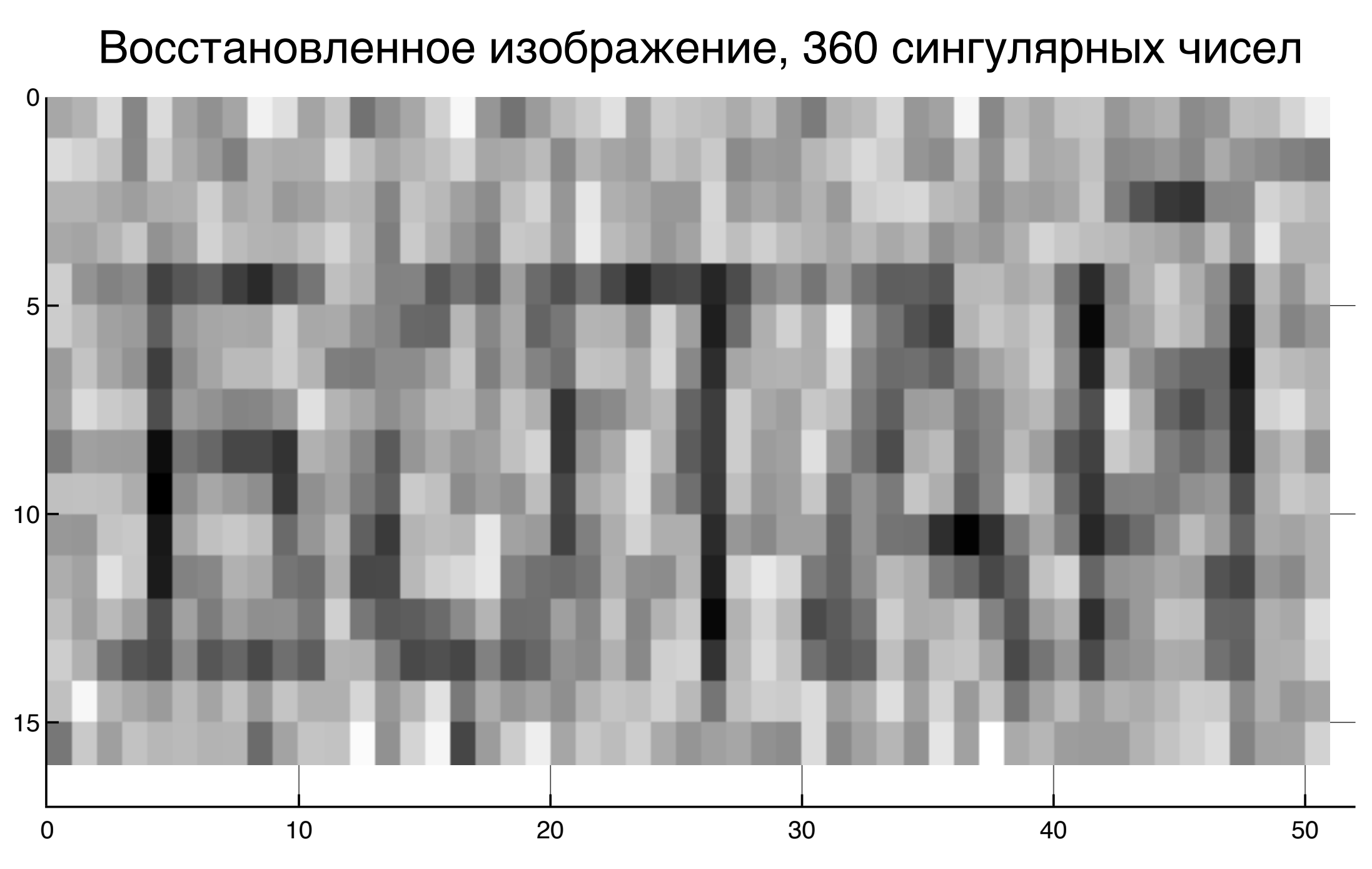


```julia
plot_vec(C_SVD \ a, title = "Восстановленное изображение; все сингулярные числа",
topmargin = 20Plots.px)
```

```
approx_lsolve (generic function with 3 methods)
```

```julia
function approx_lsolve(n_svalues, a = a, C_SVD = C_SVD)
    # Функция, которая решает недо- или переопределённую систему
    # с помощью SVD.
    # Используются только первые n_svalues сингулярных чисел.
    U, S, V = C_SVD
    U = U[:, 1:n_svalues]
    S = S[1:n_svalues]
    V = V[:, 1:n_svalues]
    C_SVD = SVD(U, S, V')
    return C_SVD \ a
end
```

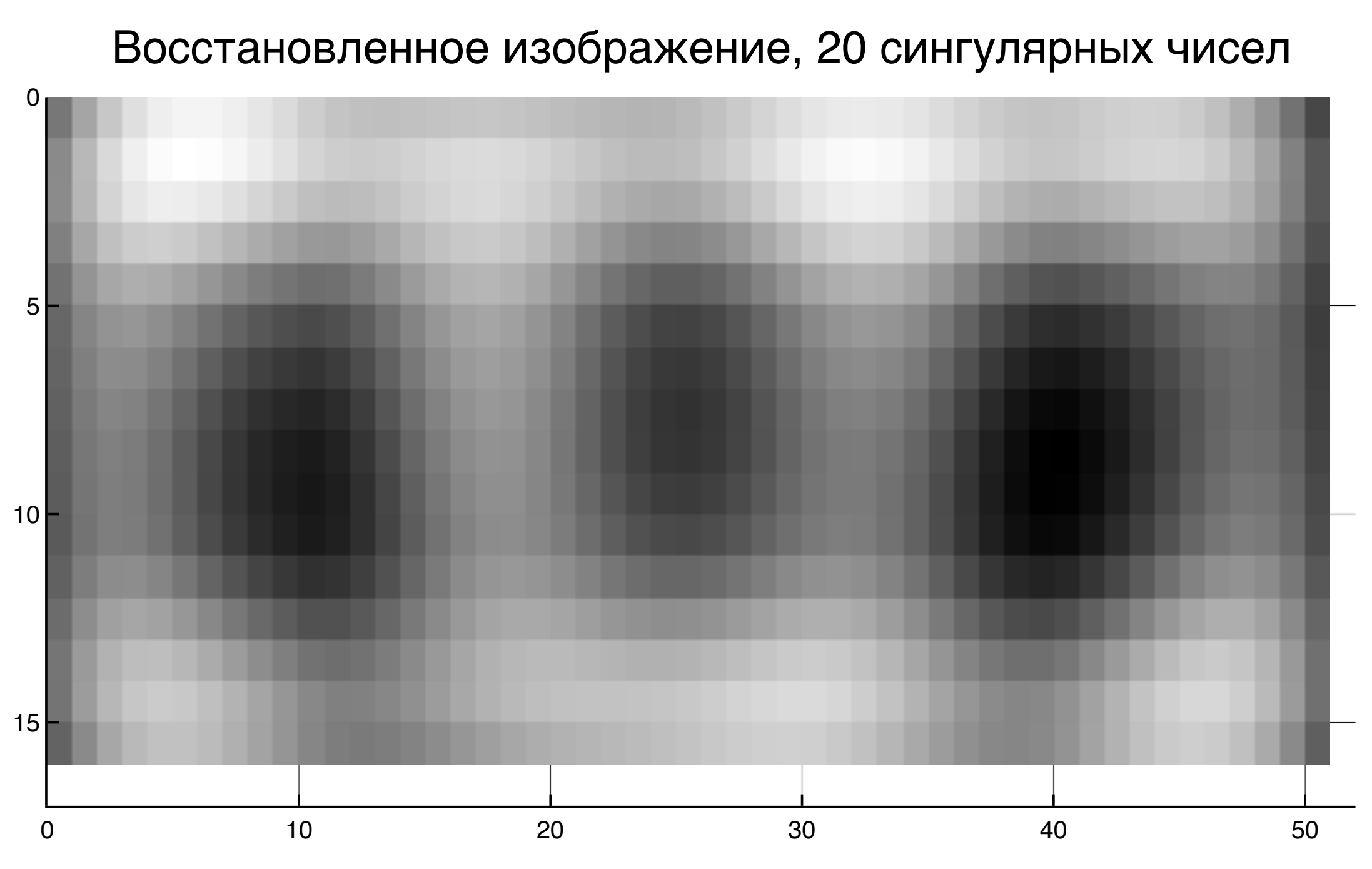
Попробуем использовать только часть сингулярных чисел:



```julia
plot_vec(approx_lsolve(360), title = "Восстановленное изображение, 360 сингулярных
чисел", topmargin = 20Plots.px)
```

11.1 ms

```julia
plot_vec(approx_lsolve(125), title = "Восстановленное изображение, 125 сингулярных
чисел", topmargin = 20Plots.px)
```

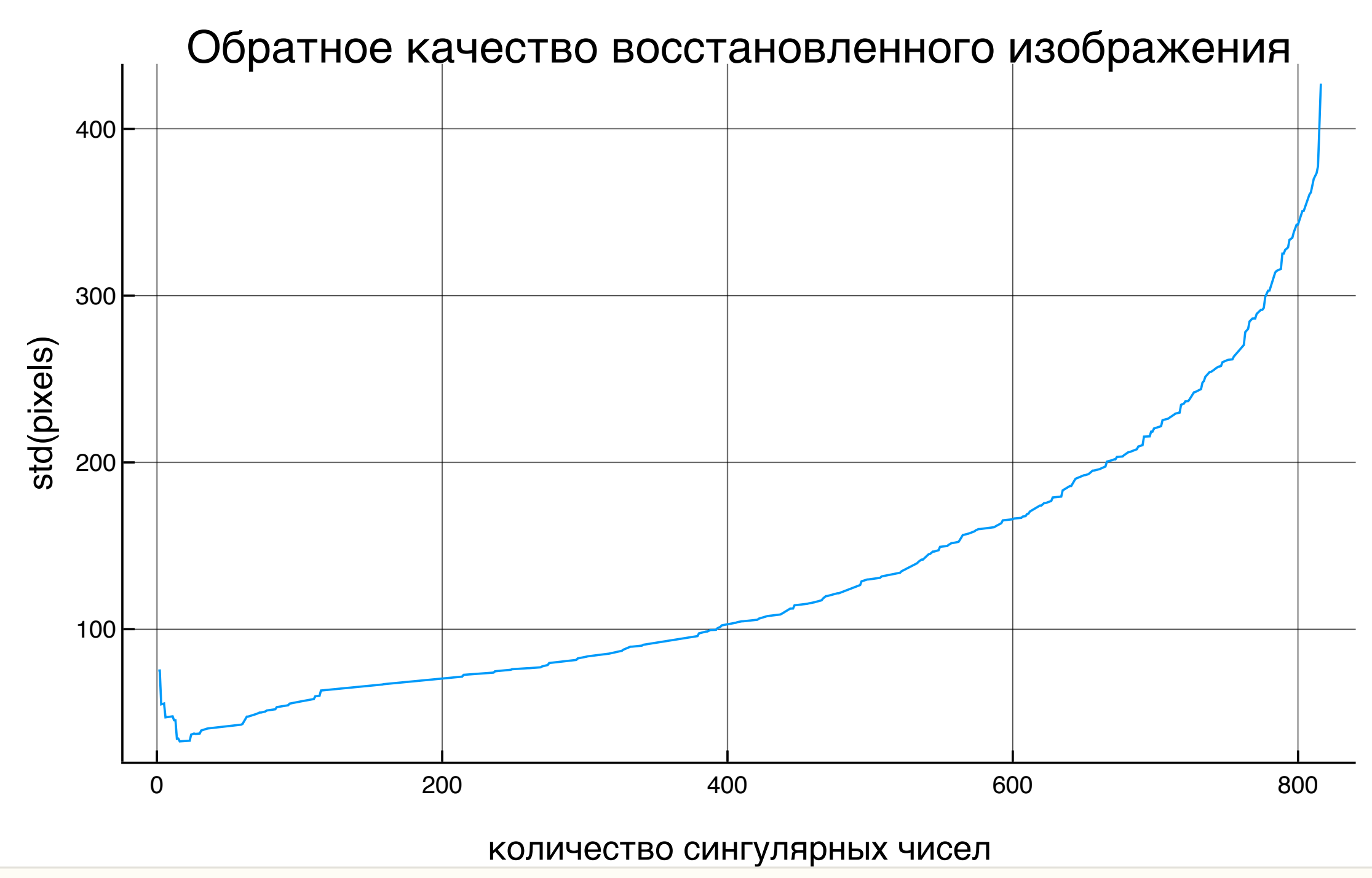


Настоящее изображение, вероятно, не похоже на белый шум и содержит большие равномерно окрашенные участки.

Я перебрал различные количества сингулярных чисел и выбрал то, при котором стандартное отклонение между пикселями получается наименьшим.

Это происходит при использовании 20 сингулярных чисел.

```julia
begin
    image_qualities = zeros(size(C_SVD.S))
    for i in eachindex(image_qualities)
        restored_vec = approx_lsolve(i)
        image_qualities[i] = std(restored_vec)
    end
end
```



```julia
plot(image_qualities, title = "Обратное качество восстановленного изображения",
xlabel = "количество сингулярных чисел", ylabel = "std(pixels)", legend = false)
```

📚 Live docs

FAQ

🙋 How can we make Pluto.jl better? Instant feedback... Send