

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ



ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф.МОЖАЙСКОГО

2024

Григорьева О.В., Спесивцева К.А.

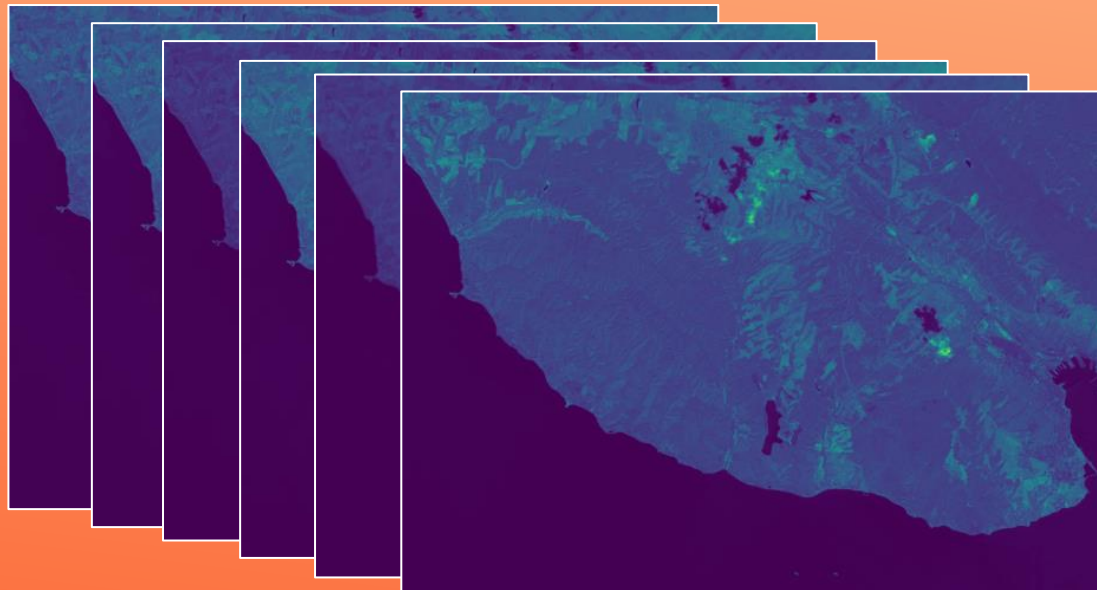
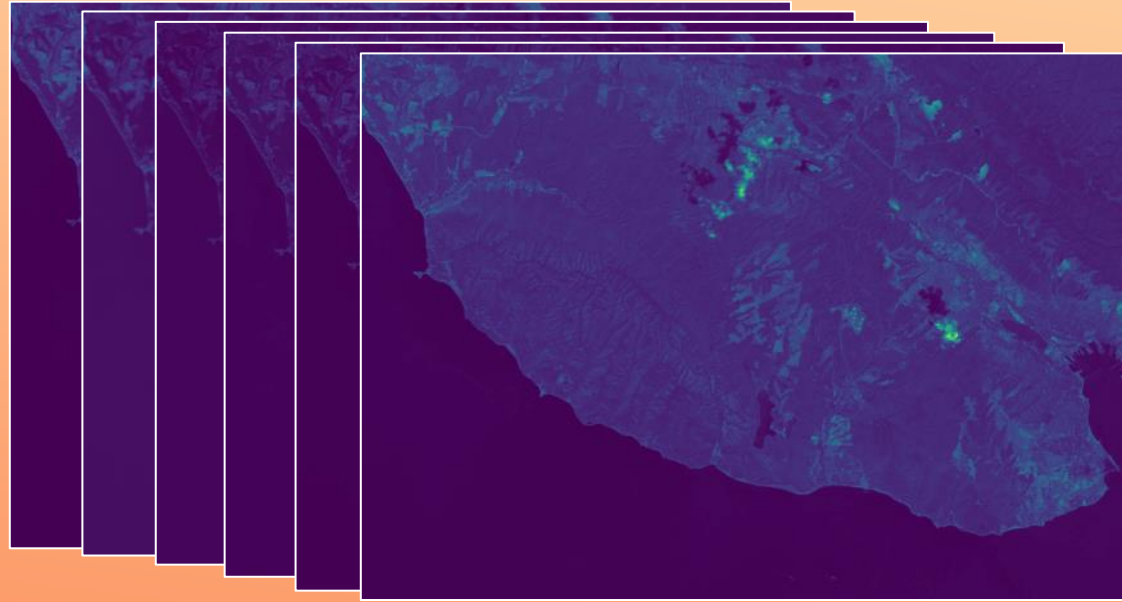
# ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Трудности в обработке мультиспектральных данных с помощью нейросетевых технологий связаны с особенностями изображений:

большим числом спектральных каналов

высокой размерностью данных

изменчивостью спектральных характеристик



Мультиспектральные изображения широко используются для решения следующих задач:

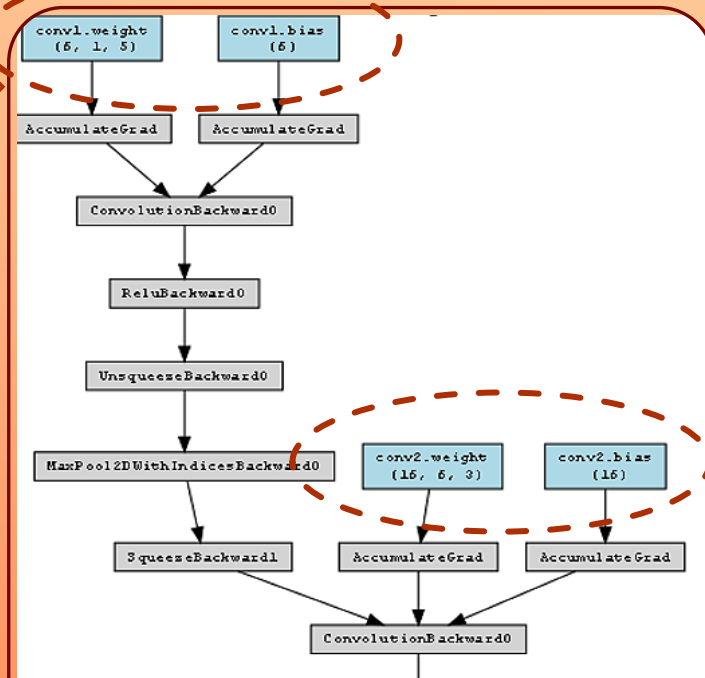
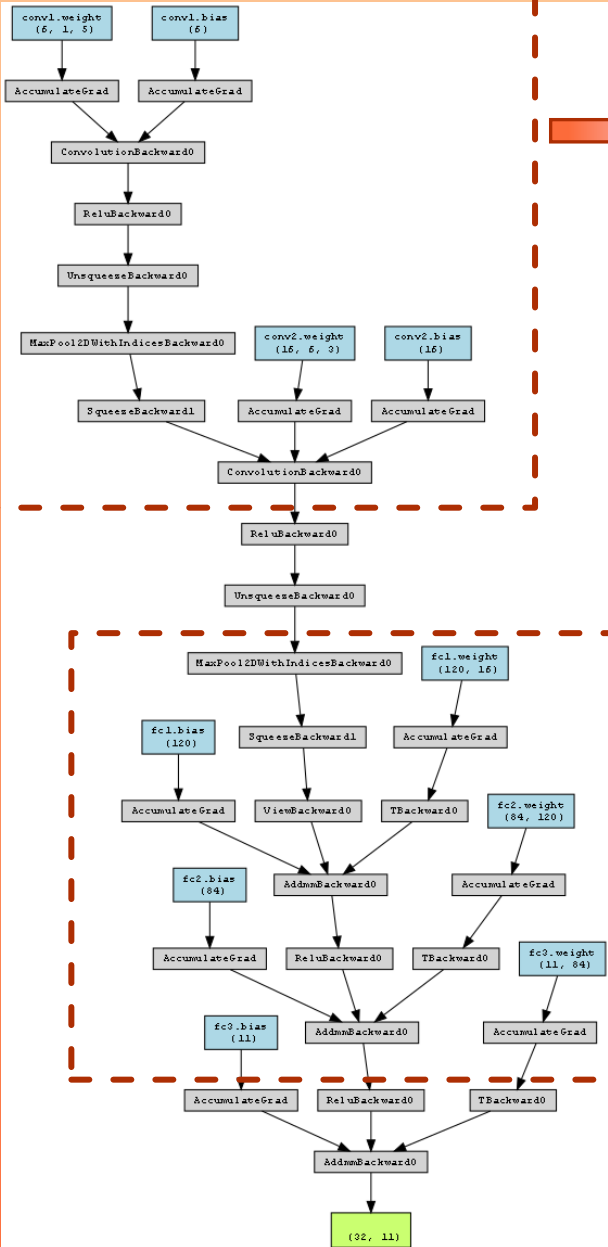
оценки природных ресурсов

ландшафтного картирования

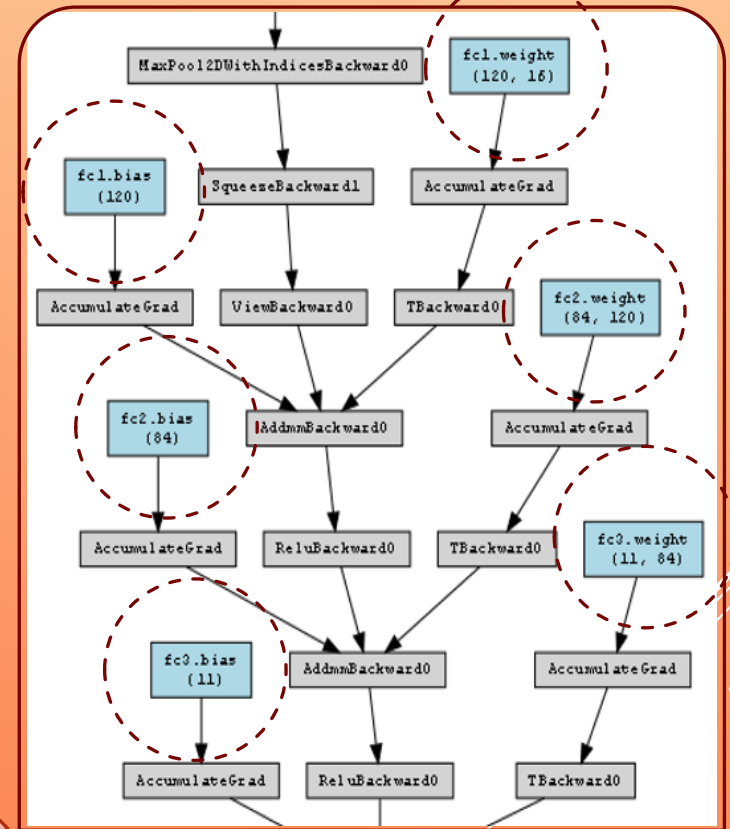
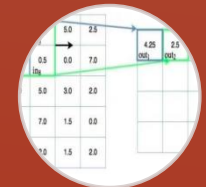
анализа состояния лесов, сельскохозяйственных полей

# СТРУКТУРА НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В работе использовалась модель одномерной сверточной нейронной сети (1-D CNN), учитывающей только спектральную информацию об объектах.



Сеть содержит 2 сверточных слоя, размеры ядра свертки варьируются от 2 до 5, количество нейронов в слоях: от 6 до 16.



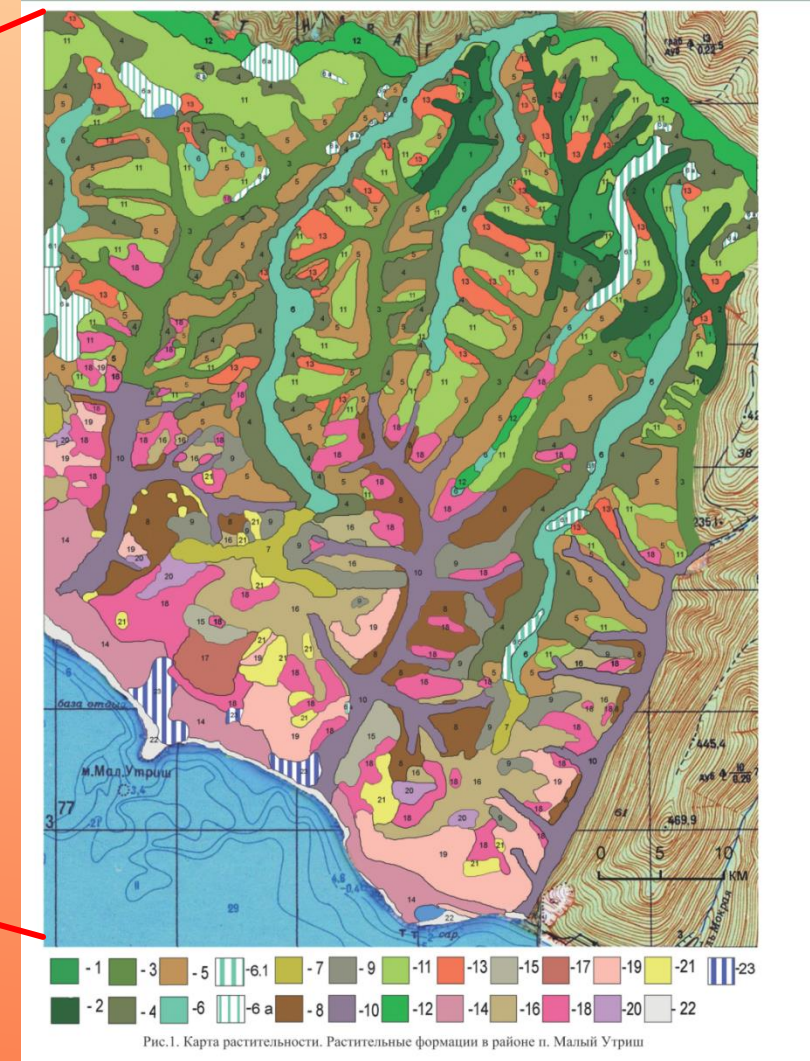
Два слоя пулинга и три полносвязных слоя с активационной функцией ReLU.





# ДАННЫЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Исходное изображение Sentinel-2 в естественных псевдоцветах, красный контур – границы назначения обучающей и тестовой выборок



- буково-грабовые широколиственные леса вдоль ручьев, ложбин и по водосборным понижениям (1 - 4)
- липово-скальнодубовые с грабинником (5 - 6)
- грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой (7 - 10)
- скальнодубовые редколесья на вершинах (11-12)
- сосновые и дубово-сосновые редколесья (13)
- можжевельново-пушистодубовые грабинниковые леса с высокой степенью сомкнутости (14-16)
- можжевельново-фисташковые редколесья (17-20)
- пляжи, клифы, скалы, осыпи (21 - 22)
- антропогенно-измененная растительность (сорные и луговые виды) (23)



# СНИМОК ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА С НАНЕСЕННОЙ РАЗМЕТКОЙ



На изображении были отмечены 10 элементов каждого из 24 классов размером 10\*10 пикселей.

пляжи, клифы, скалы, осыпи

вода

буково-грабовые широколиственные леса вдоль ручьев, ложбин и по водосборным понижениям

грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой на склонах

грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой на вершинах

скальnodубовые редколесья на вершинах

сосновые и дубово-сосновые редколесья

можжевело-пушистодубовые грабинниковые леса с высокой степенью сомкнутости

можжевело-фисташковые редколесья

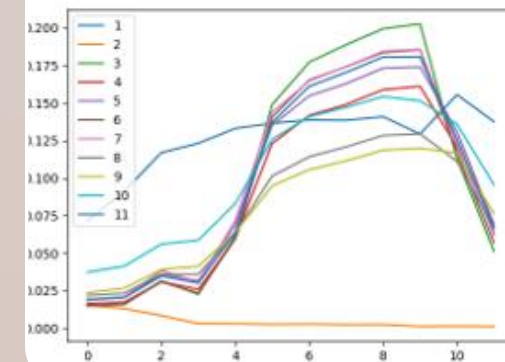
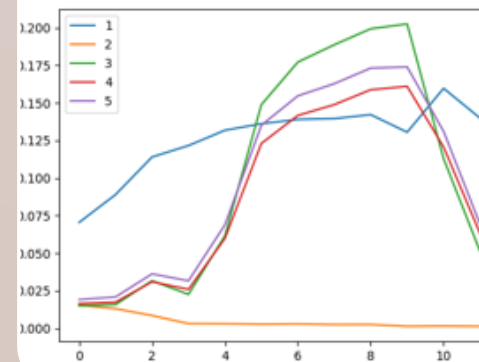
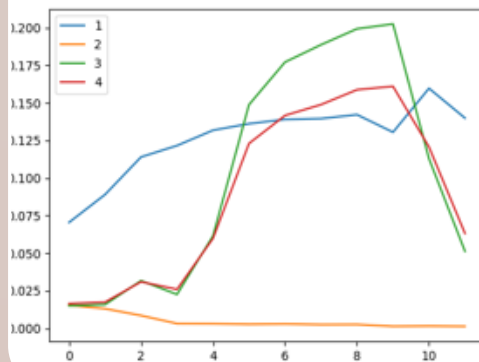
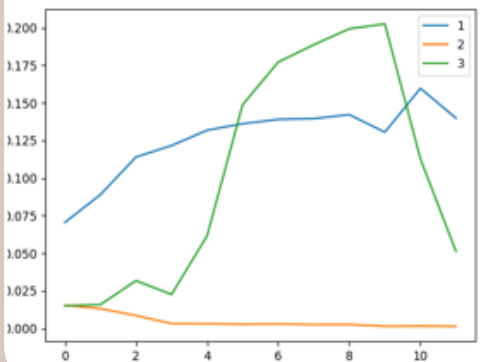
антропогенно-измененная растительность (сорные и луговые виды)

липово-скальnodубовые с грабинником

# ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ НОВЫХ КЛАССОВ

Точность оценки принадлежности класса к определенному виду растительности падает с увеличением количества классов, что можно также наблюдать с помощью традиционных мер разделимости спектров

Графики значений спектральной яркости.



## 3 класса:

грунт (1),  
вода (2),  
лес (3)

## 4 класса:

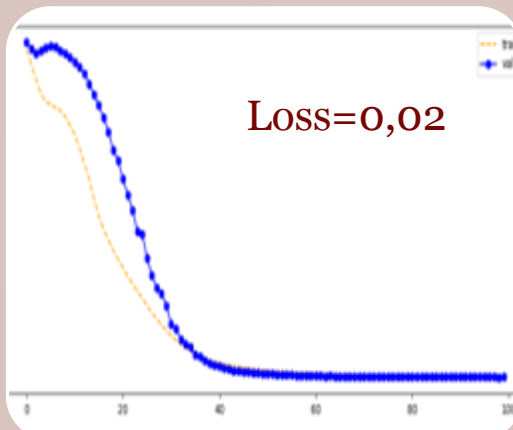
грунт (1),  
вода (2),  
лес (3 и 4)

## 5 классов:

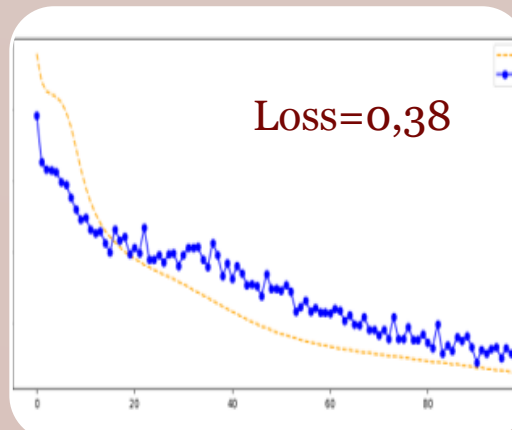
грунт (1),  
вода (2),  
лес (3, 4 и 5)

## 11 классов:

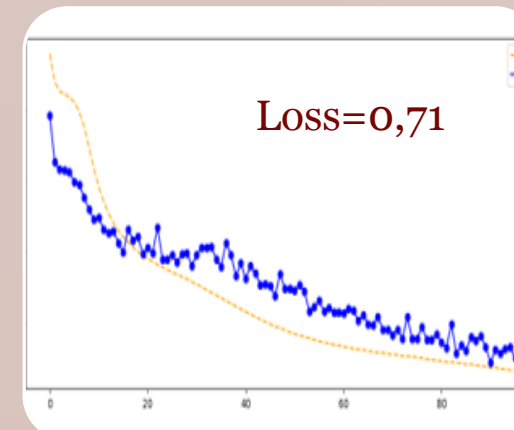
грунт (1),  
вода (2),  
лес (3-11)



Loss=0,02



Loss=0,38



Loss=0,71

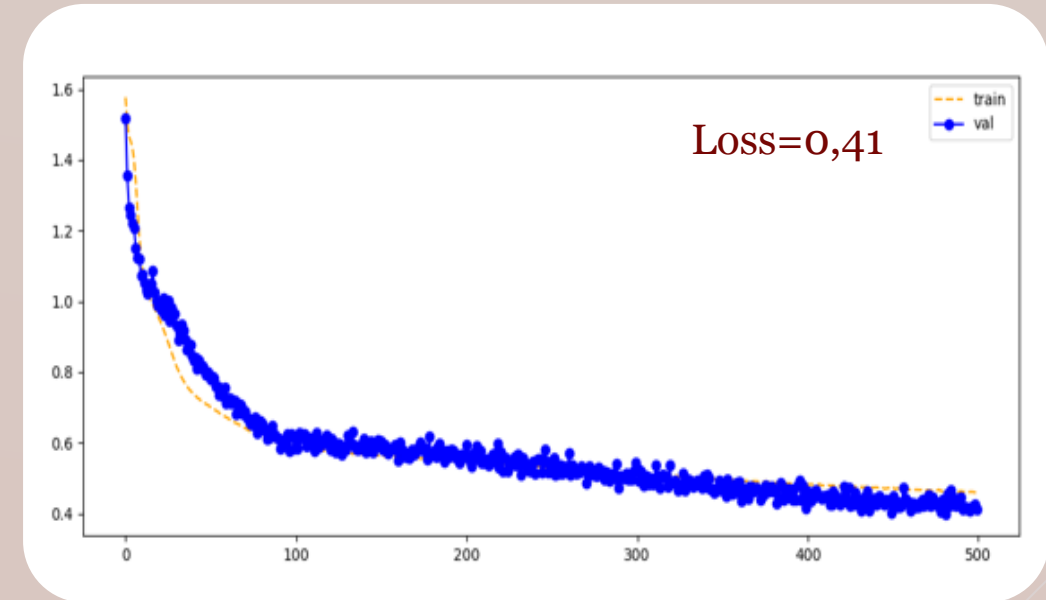
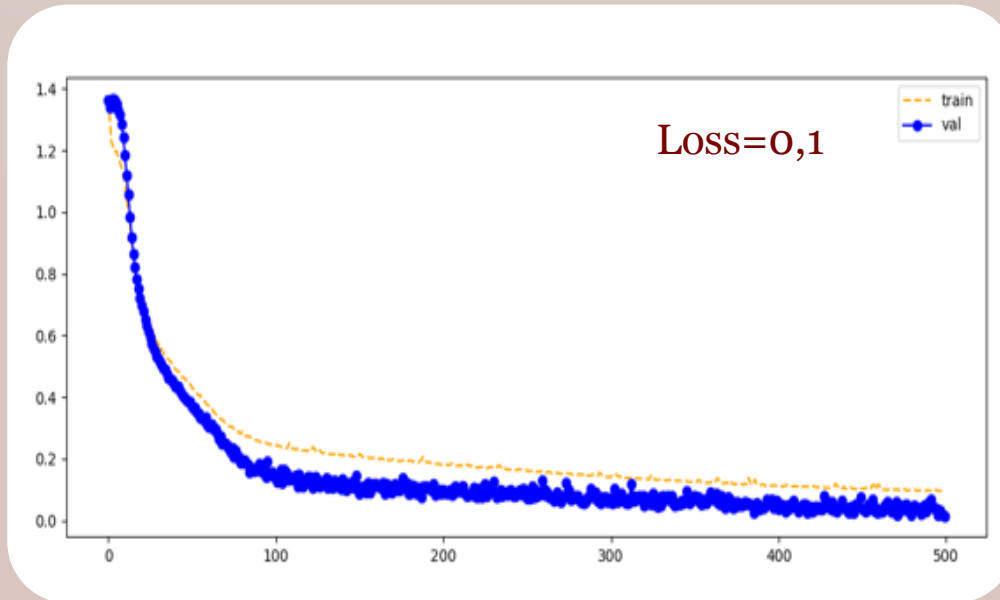


Loss=1,35

Графики функции потерь. Количество эпох : 100.

# ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ НОВЫХ КЛАССОВ И УВЕЛИЧЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ

Графики функции потерь. Количество эпох : 500.



## 4 класса:

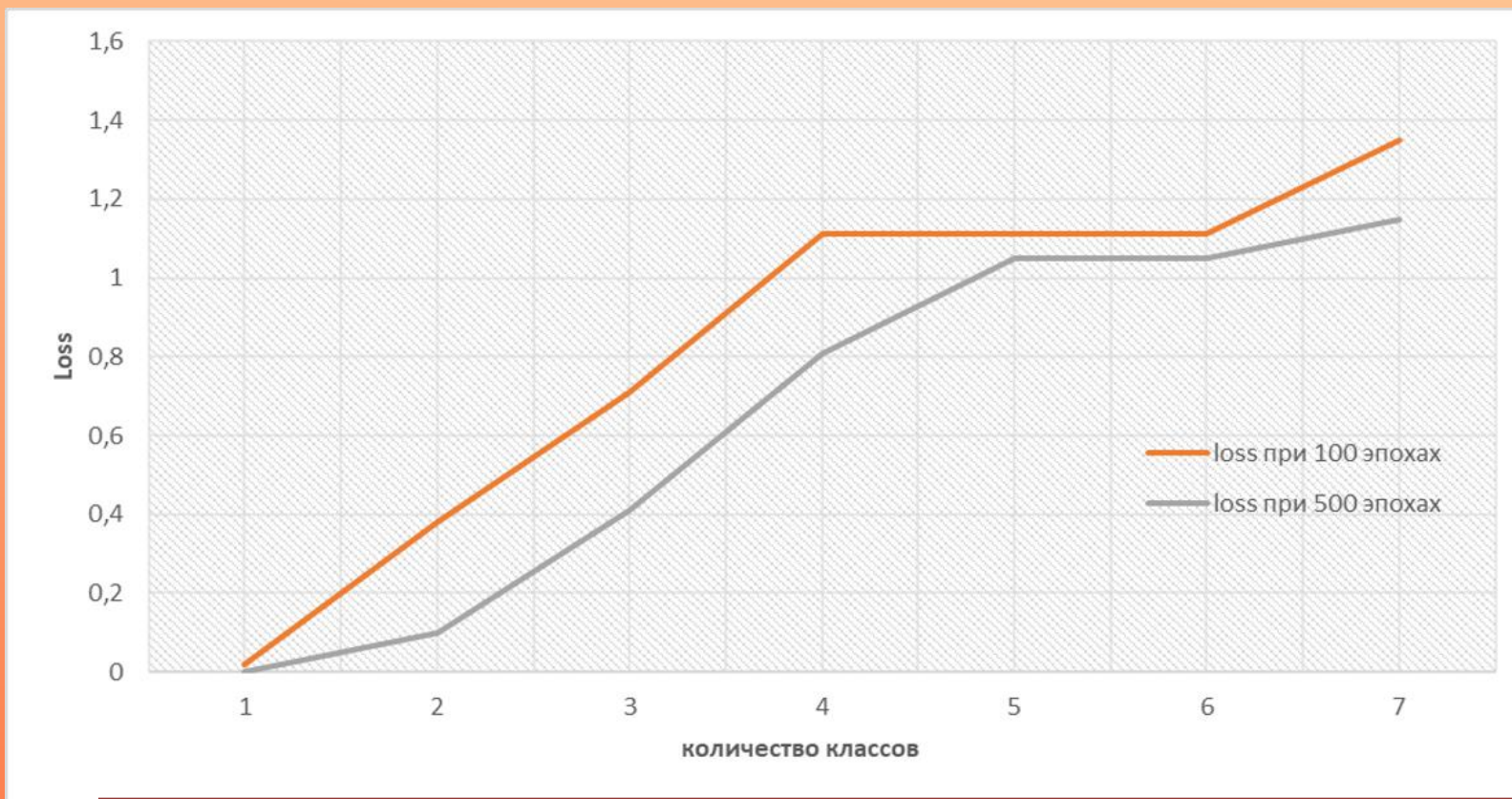
грунт (1),  
вода (2),  
2 типа леса (3 и 4)

## 5 классов:

грунт (1),  
вода (2),  
3 типа леса (3, 4 и 5)



# ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ НОВЫХ КЛАССОВ И УВЕЛИЧЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ



Оптимальное количество классов – 5-6 классов растительности при 500 эпохах



# РЕЗУЛЬТАТ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ 5 КЛАССОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ



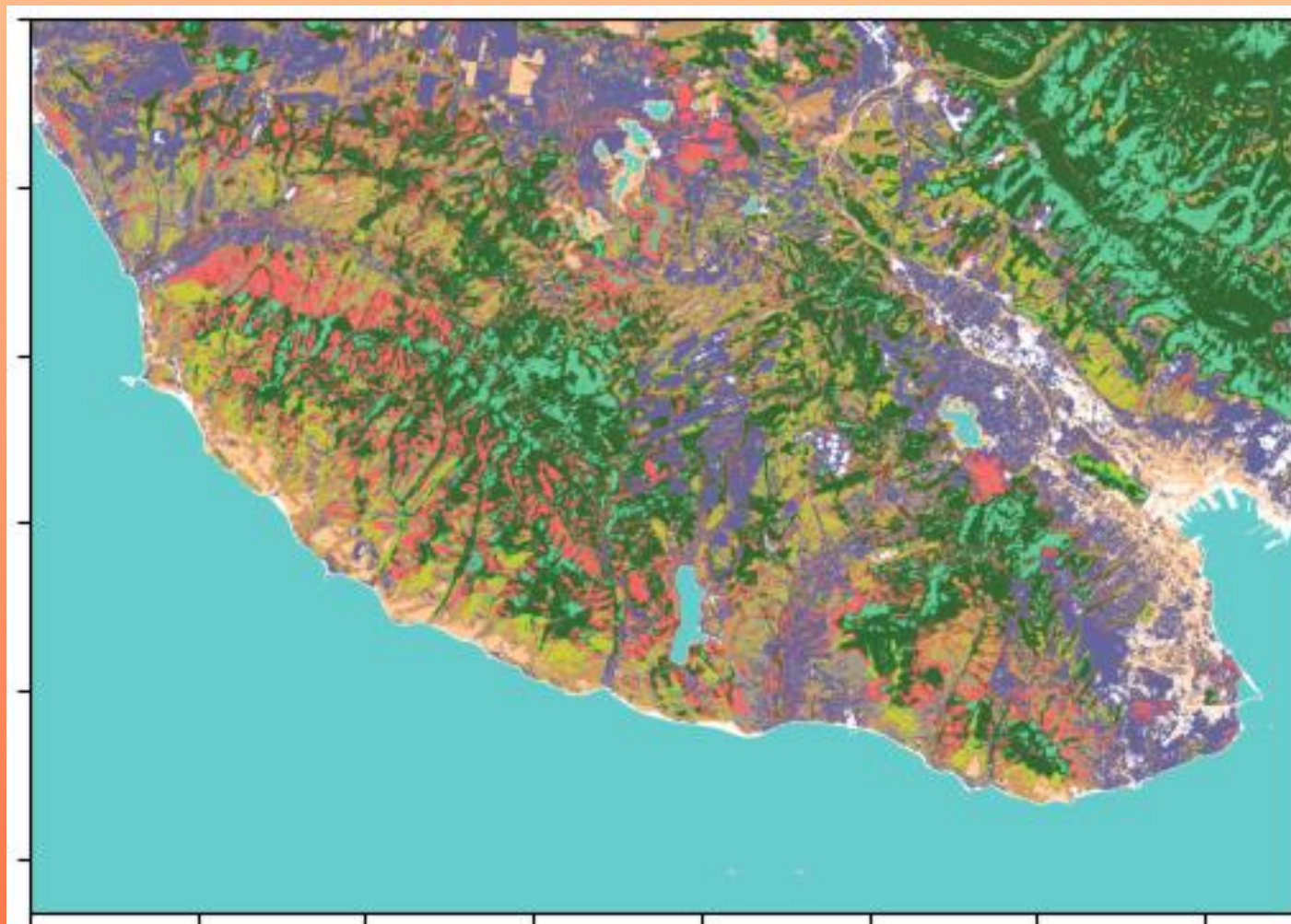
- пляжи, клифы, скалы, осыпи (21 - 22)
- вода
- буково-грабовые широколиственные леса вдоль ручьев, ложбин и по водосборным понижениям (1 - 2)
- скальнодубовые липово-ясеневые с грабом (3-4)
- грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой на склонах (9 - 10)
- сосновые и дубово-сосновые редколесья (13)
- можжевельново-пушистодубовые грабинниковые леса с высокой степенью сомкнутости (14-16)
- антропогенно-измененная растительность (сорные и луговые виды) (23)

Показатели качества классификации  
РА=85.4; МiоU=70.2

$$PA = \frac{\sum_{i=0}^k P_{ii}}{\sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^k P_{ij}}$$
$$M_{IoU} = \frac{1}{k+1} \sum_{i=0}^k \frac{P_{ij}}{\sum_{j=0}^k P_{ij} + \sum_{j=0}^k P_{ji} - P_{ii}}$$

Критерии оценки качества классификации

# РЕЗУЛЬТАТ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ 11 КЛАССОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ



- пляжи, клифы, скалы, осыпи (21 - 22)
- вода
- буково-грабовые широколиственные леса вдоль ручьев, ложбин и по водосборным понижениям (1 - 4)
- грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой на вершинах (7 - 8)
- грабинниково-пушистодубовые леса с ясенем и липой на склонах (9 - 10)
- скальnodубовые редколесья на вершинах (11-12)
- сосновые и дубово-сосновые редколесья (13)
- можжевельново-пушистодубовые грабинниковые леса с высокой степенью сомкнутости (14-16)
- можжевельново-фисташковые редколесья (17-20)
- антропогенно-измененная растительность (сорные и луговые виды) (23)
- липово-скальnodубовые с грабинником (5 - 6)

Показатели качества классификации  
РА=68.3; MioU=43.0