

ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ДРАЖНОЙ
РАЗРАБОТКИ ПО ДАННЫМ ДЗЗ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ

Секриеру Р.А.
Вычислительный центр ДВО РАН

ДРАЖНАЯ РАЗРАБОТКА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Дражный метод - основной способ разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, значительно преобразовывающий рельеф. 27,9 % (82,84 т) добытого в России в 2021 году золота получено с таких месторождений.

Несмотря на то, что большинство богатых месторождений уже отработано, а разведка новых значительно сокращена, дражные разработки продолжаются, в том числе повторно перебиваются отвалы и хвостохранилища ранее отработанных россыпей. Драги остаются на российских реках, и площади нарушенных ими ландшафтов год от года увеличиваются. Контролировать такие изменения на больших площадях помогает спутниковая съемка.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является исследование возможности применения методов машинного обучения для выделения области добычи полезных ископаемых дражным способом по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Во время активной разработки несложно выделить относительно точные границы области, однако в случае отработанных месторождений, в зависимости от степени их зарастания, даже у специалиста возникают сложности с оконтуриванием. По этой причине, решение данной задачи может занять много времени.

В связи с этим, актуален вопрос автоматизации процесса выделения области добычи полезных ископаемых дражным способом. Для этого предлагается использовать модели машинного обучения.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Данные о местах проведения дражных работ были получены из государственного реестра участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами для следующих субъектов ДФО:

- Амурская область;
- Забайкальский край;
- Хабаровский край;
- Приморский край;
- Республика Саха (Якутия).

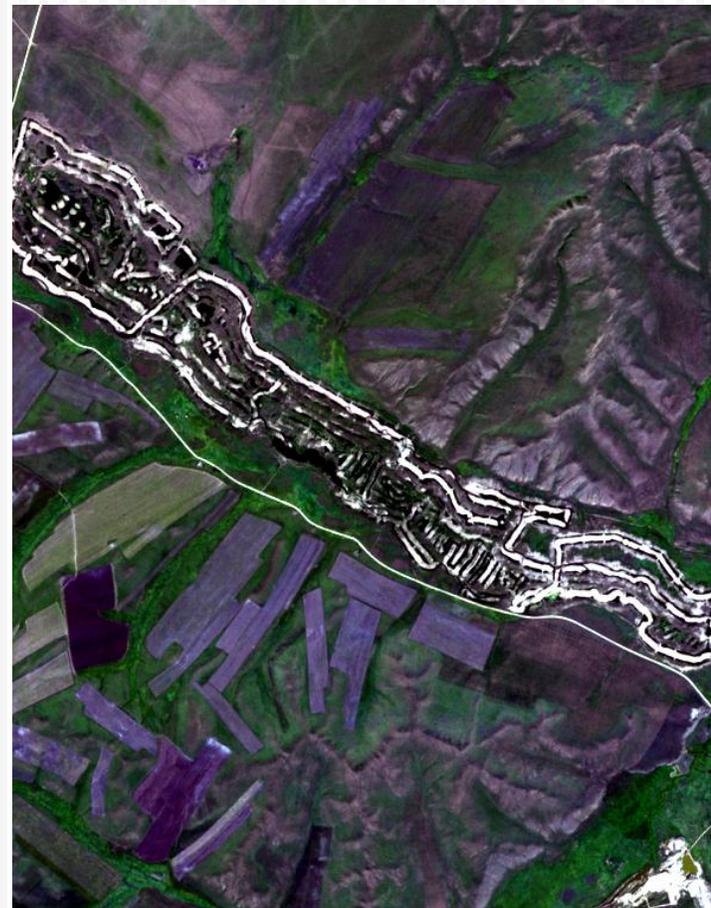
ПРИМЕРЫ ОБЛАСТЕЙ ДРАЖНОЙ РАЗРАБОТКИ



Река Средняя Борзя
12 июля 2019



Река Средняя Борзя
30 августа 2021



Река Средняя Борзя
30 августа 2023

ПРИМЕРЫ ОБЛАСТЕЙ ДРАЖНОЙ РАЗРАБОТКИ



Река Коболдо
25 мая 2020 г.



Река Коболдо
6 июня 2022 г.

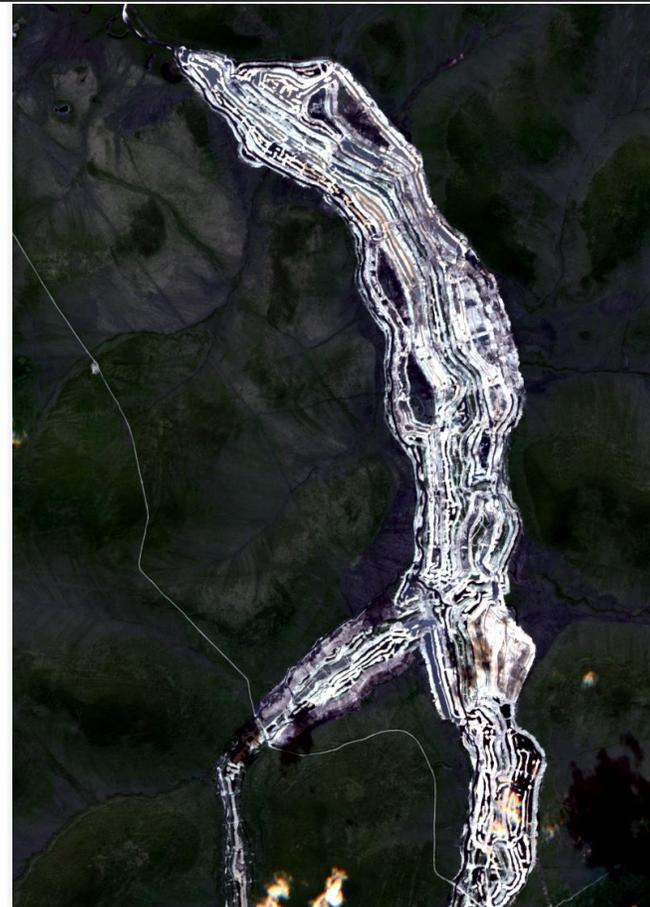
ПРИМЕРЫ ОБЛАСТЕЙ ДРАЖНОЙ РАЗРАБОТКИ



Река Уркима
28 августа 2019 г.



Река Уркима
3 июля 2020 г.



Река Уркима
8 июня 2021 г.

ИСТОЧНИКИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

В качестве источников спутниковых снимков выбраны семейства спутников Sentinel-2 и Landsat 8-9.

Sentinel-2 - семейство спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства, созданное в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник». Спутник 2А выведен на орбиту 23 июня 2015, 2В - 7 марта 2017. Максимальное пространственное разрешение - 10 метров.

Landsat-8 - спутник дистанционного зондирования Земли, восьмой в рамках программы Landsat, создан совместно Nasa и USGS. Выведен на орбиту 11 февраля 2013 года. Максимальное пространственное разрешение - 30 метров.

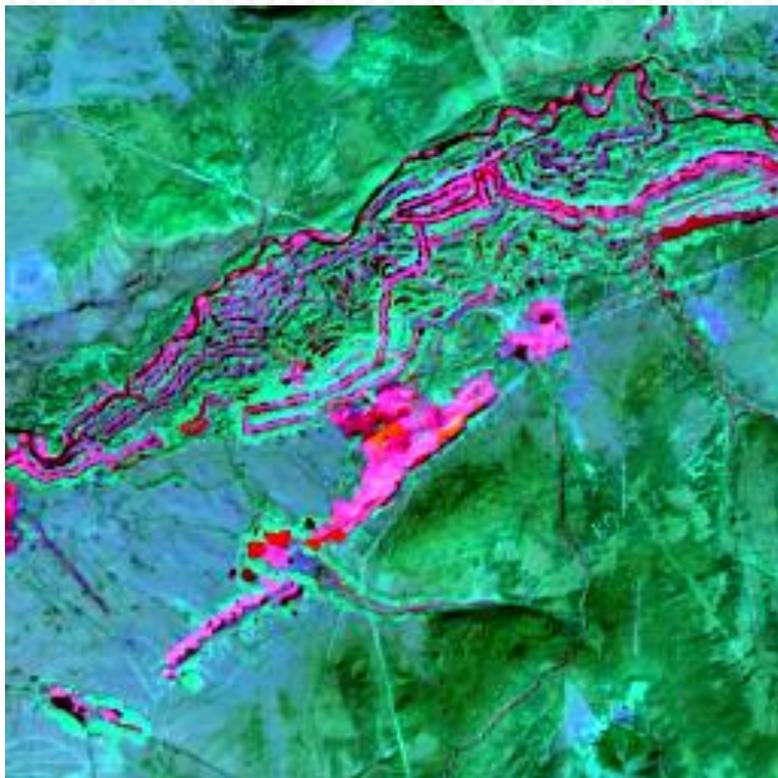
Landsat-9 - спутник дистанционного зондирования Земли, девятый в рамках программы Landsat, так же создан совместно Nasa и USGS. Запущен в сентябре 2021 года. Максимальное пространственное разрешение - 30 метров.

Все снимки имели второй уровень обработки.

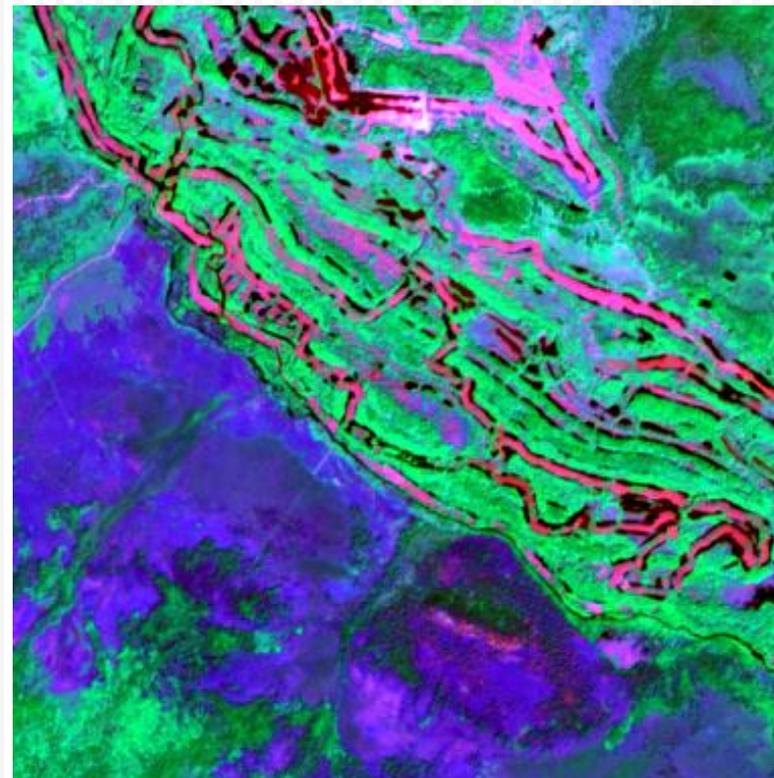
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КАНАЛЫ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Используются каналы 2-7 у снимков с Landsat 8-9 и 2-12 у снимков с Sentinel-2.

Для лучшего выделения области использовалась комбинация каналов RED-NIR-SWIR.

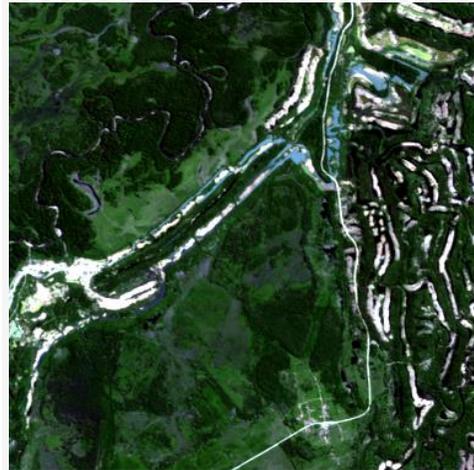


Landsat 8-9: каналы 4-5-6

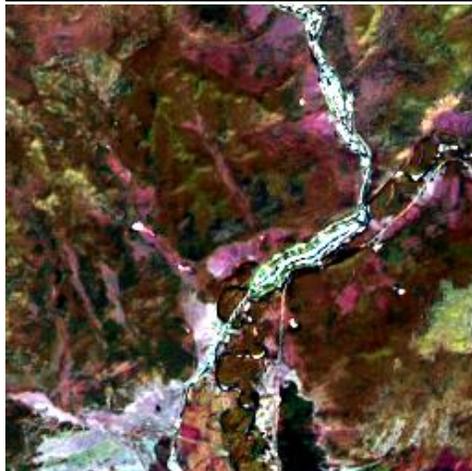


Sentinel-2: каналы 4-8-11

ПРИМЕР ДАННЫХ ИЗ ДАТАСЕТА

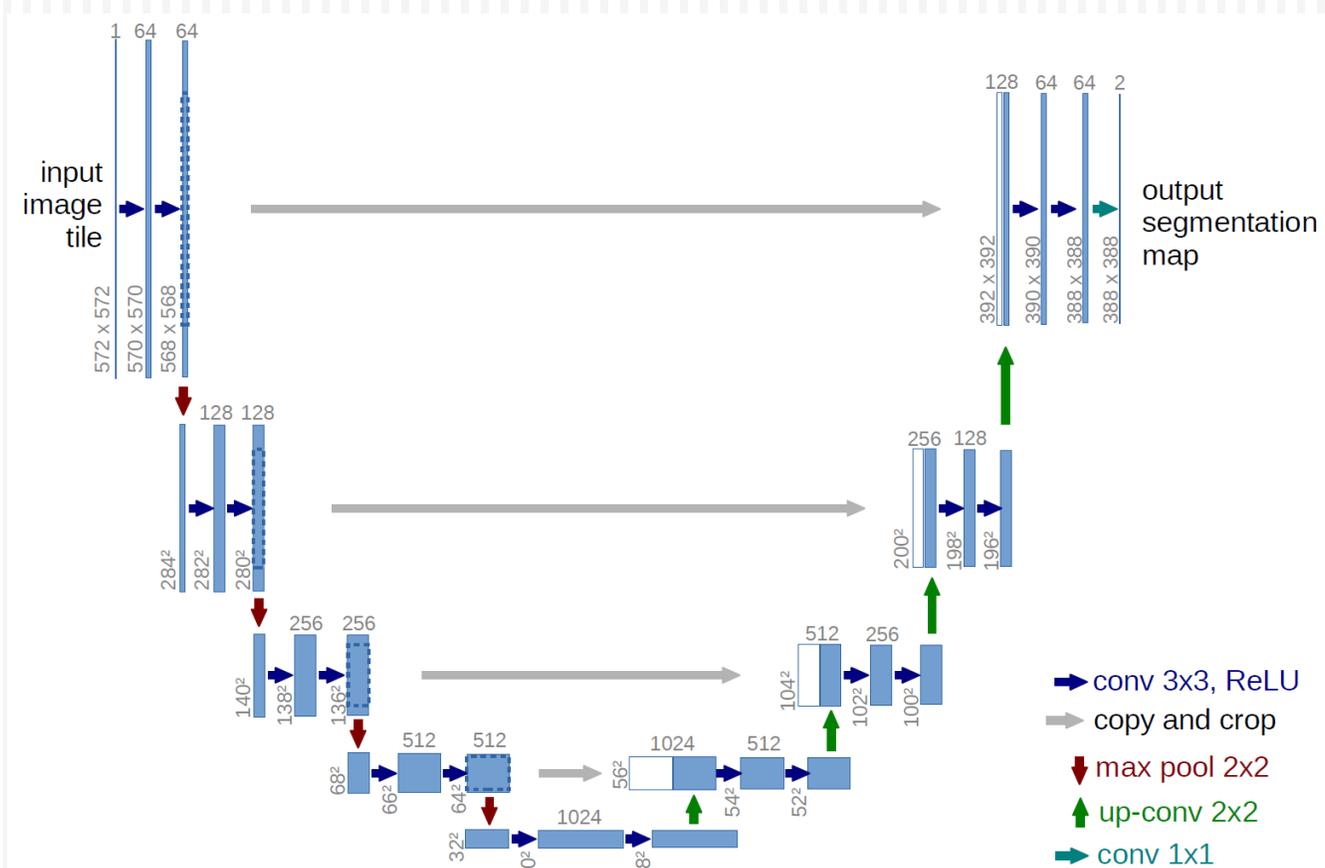


Sentinel-2



Landsat 8-9

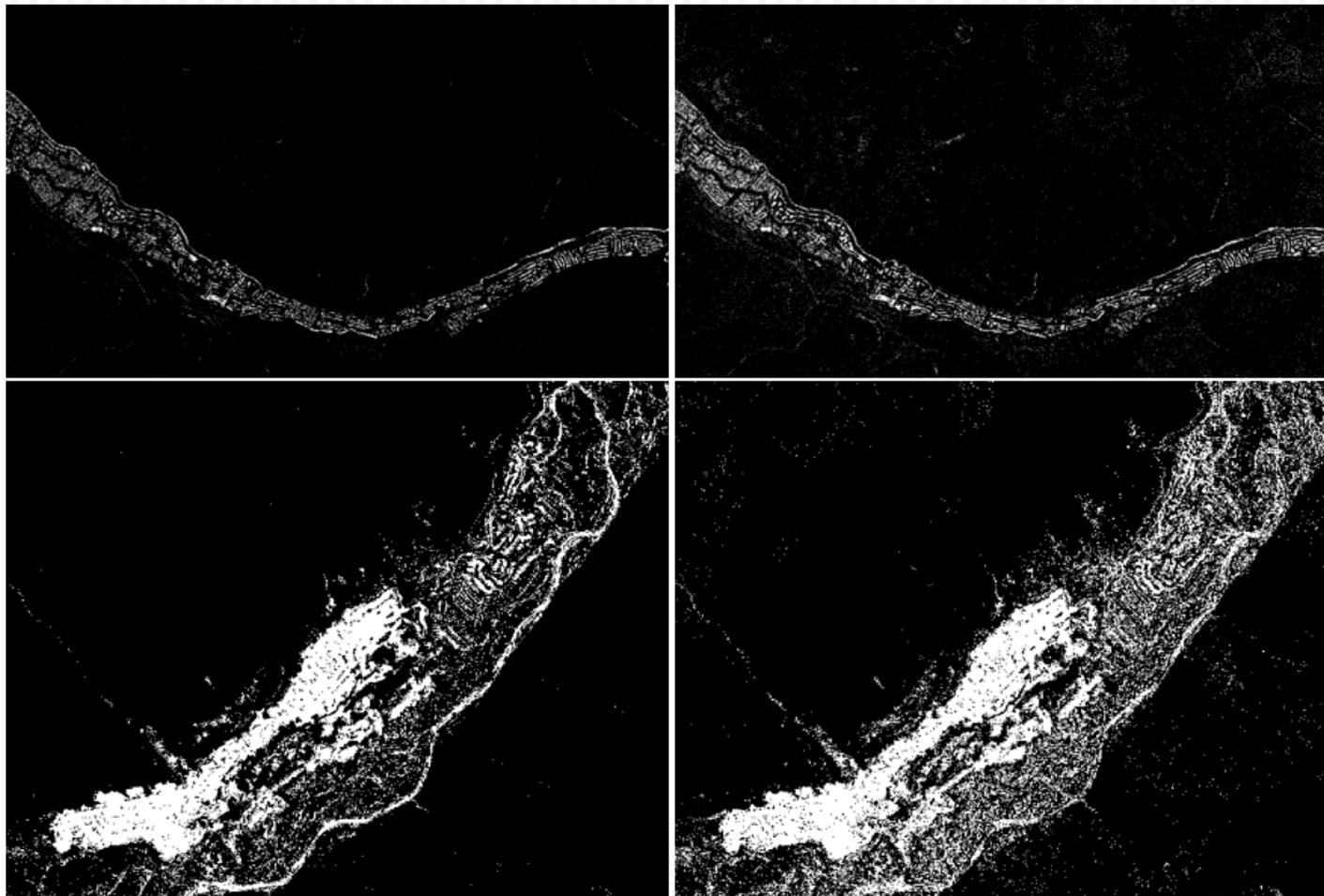
МОДЕЛЬ СВЁРТОЧНОЙ СЕТИ U-NET



РЕЗУЛЬТАТЫ

Точность модели U-Net по контрольной выборке составила ~78% для снимков Landsat 8-9 и ~92% для снимков Sentinel-2 по метрике Intersection over Union. Точность остальных моделей (случайный лес и полносвязная нейронная сеть) составила менее 60% независимо от выборки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ANN И RANDOM FOREST



Слева - результат ANN, справа - случайного леса

РЕЗУЛЬТАТЫ U-NET НА СНИМКАХ SENTINEL-2

Розовым цветом показана полученная маска, наложенная на область снимка



Река Борзя

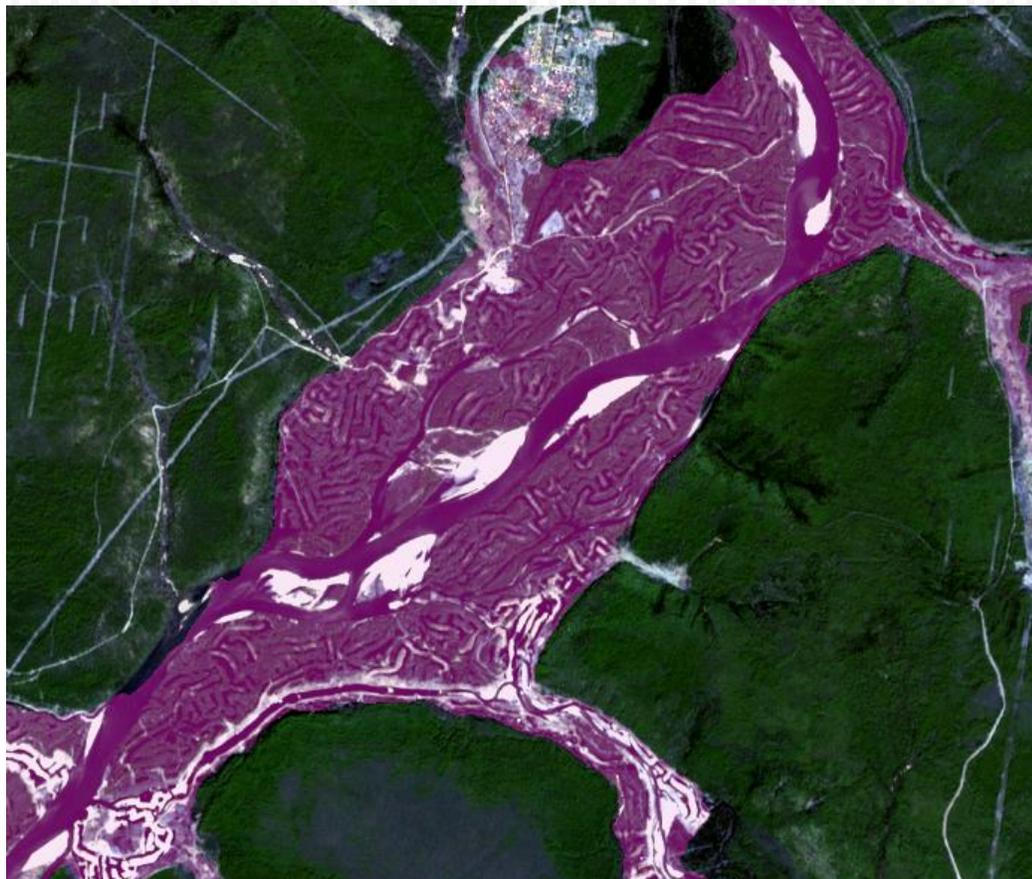


Река Чёрный Урюм



Река Монголи

РЕЗУЛЬТАТЫ U-NET НА СНИМКАХ SENTINEL-2



Река Кололдо



Река Караурак

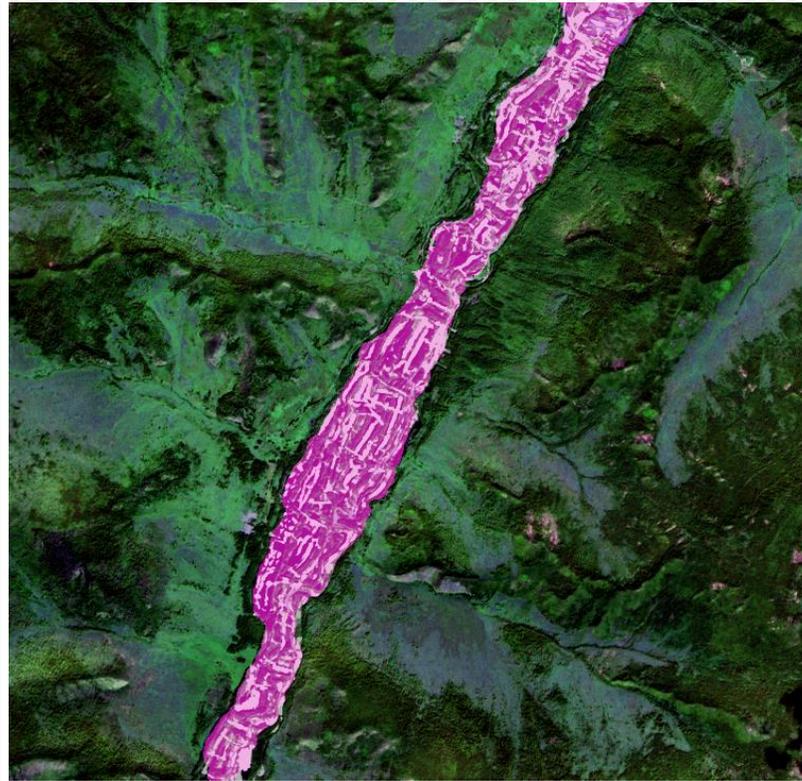


Река Монголи

РЕЗУЛЬТАТЫ U-NET НА СНИМКАХ SENTINEL-2



Река Итака, 2019г.



Река Итака, 2023г.



Река Семитка

РЕЗУЛЬТАТЫ U-NET НА СНИМКАХ LANDSAT 8-9



Река Большая Бульбухта (слева), река Итака (по центру), река Чёрный Урюм(справа)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что методы машинного обучения являются перспективным инструментом для решения задачи выделения области добычи полезных ископаемых дражным способом. Однако, в зависимости от степени зарастания этой области, точность выделения значительно снижается. Поэтому на данный момент нельзя говорить о полной автоматизации. Использование модели сверточной нейронной сети позволяет сократить временные затраты на выполнение этой задачи, а для зарастающих областей требуется ручная корректировка полученного контура.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ