

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Колесников А. А.
с.н.с., ИГД СО РАН,
доцент, СГУГиТ
alexeykw@mail.ru

Косарев Н.С.
с.н.с., ИГД СО РАН,
доцент, СГУГиТ
E-mail: kosarevnsk@yandex.ru

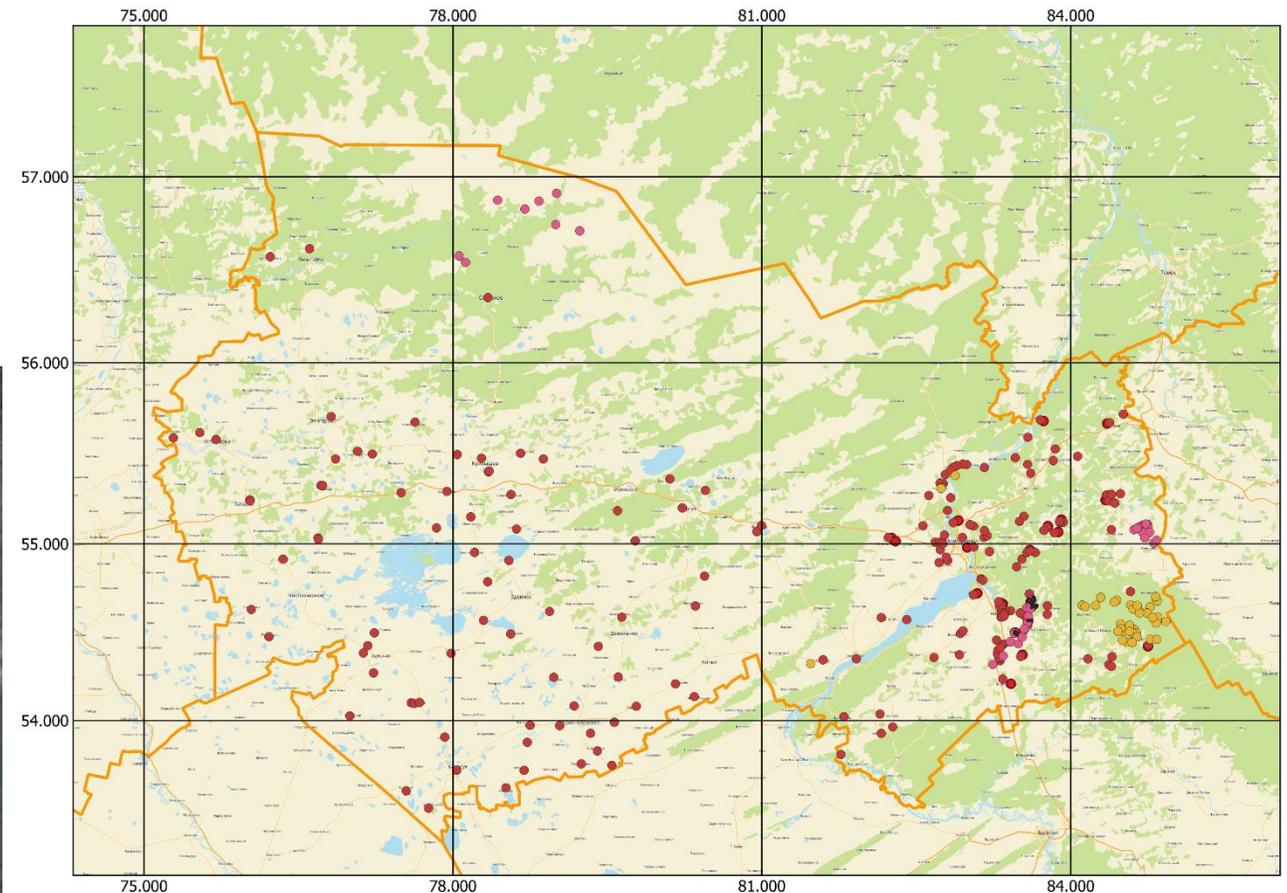


**Всероссийская конференция с
международным участием
«Обработка пространственных данных
в задачах мониторинга природных и
антропогенных процессов»
(SDM-2023)**

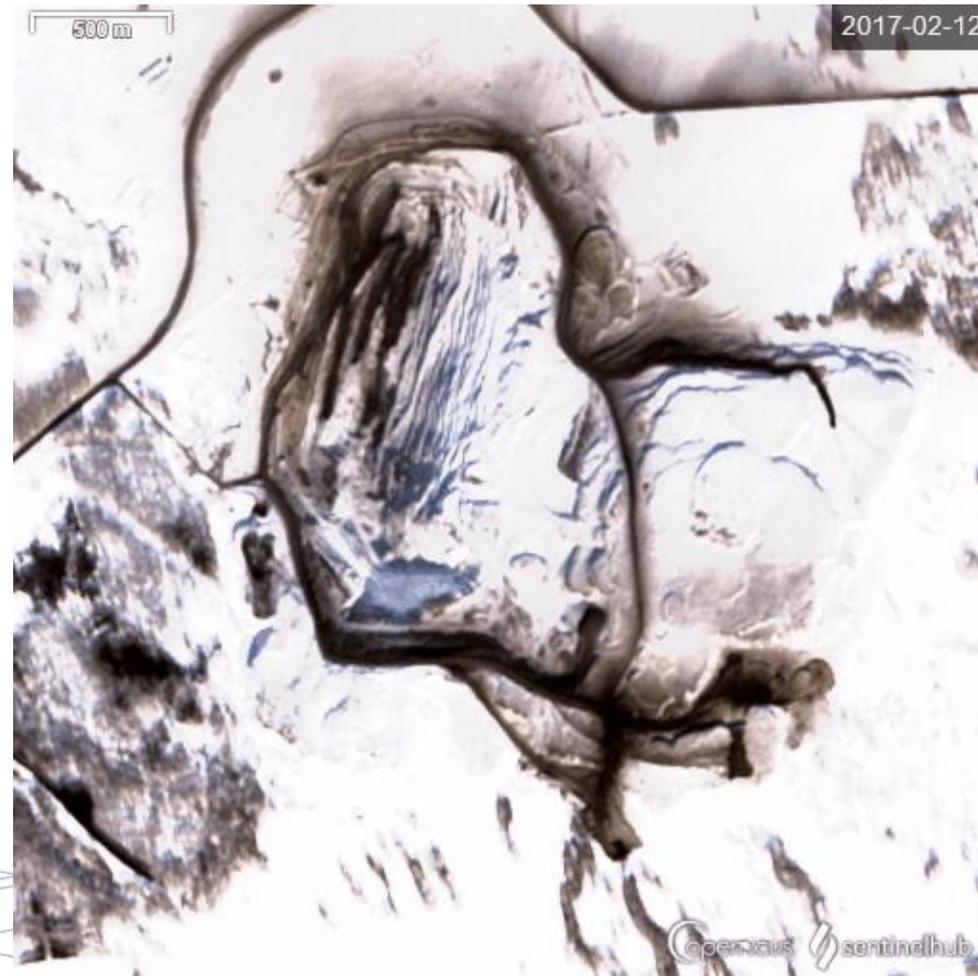
Создание комплексного геоэкологического мониторинга техногенно-нарушенных территорий, позволит оперативно и детально изучить процесс негативного влияния горнодобывающих объектов на окружающую среду с использованием сочетания открытых и высокоточных геопространственных данных и геоинформационных технологий.

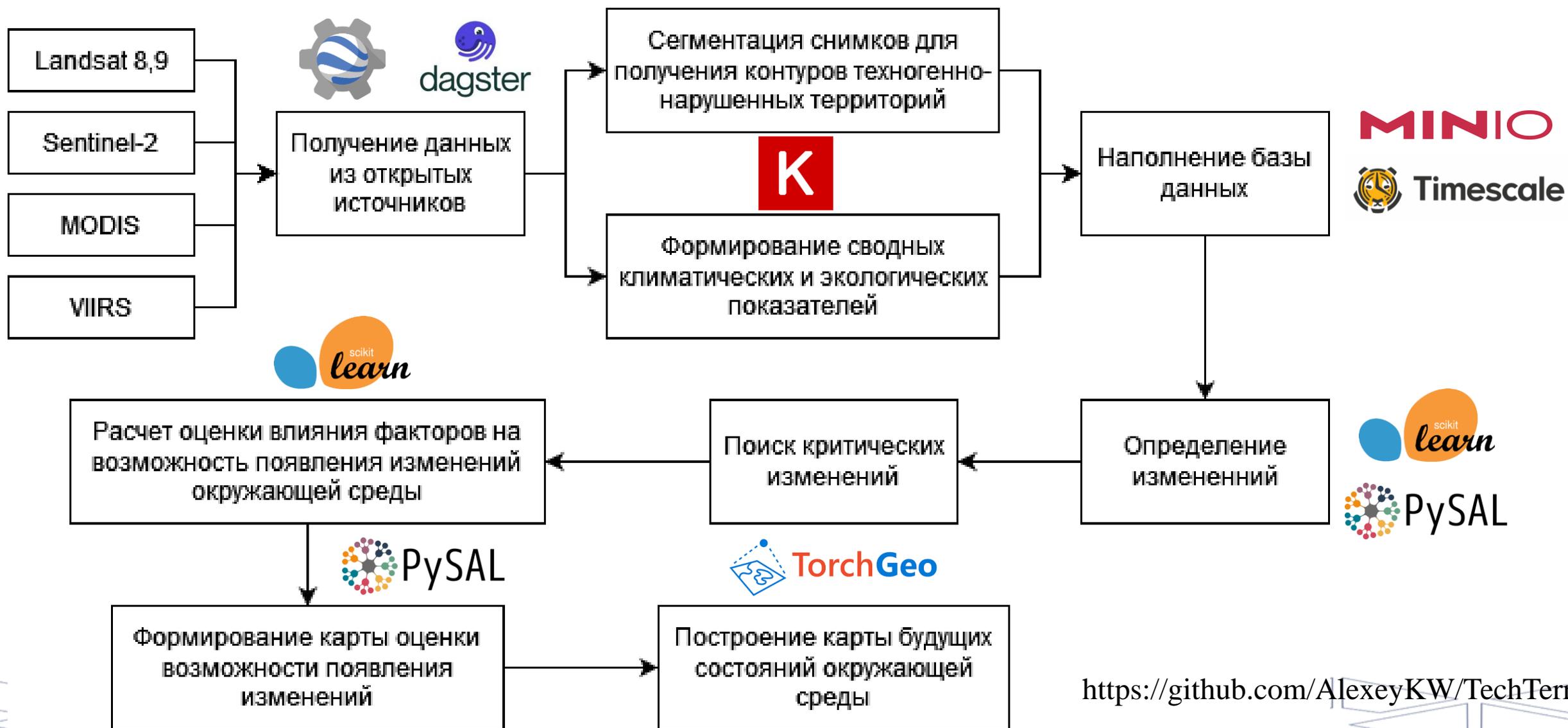
Примеры успешного возврата в оборот техногенно–нарушенных земель во всём мире служат скорее исключением из правил. В основном же такие территории, нередко с большими задержками и неполной рекультивацией, лишь частично возвращаются для нового использования, а часть безвозвратно уходит из нормальной хозяйственной деятельности.

На территории Новосибирской области насчитывается 83 месторождений, которые относятся к техногенно-нарушенным территориям.

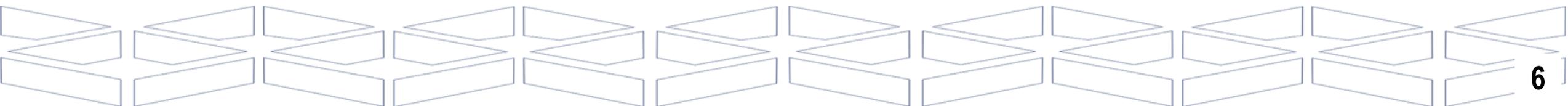


Используя открытые мультиспектральные снимки, модели рельефа, данные с различных датчиков состояния атмосферы на разные даты возможно проводить исследования всех интересующих объектов на базовом уровне с последующим переходом к получению и интерпретации данных.





- растровые, векторные и статистические данные (Landsat 8, 9, Sentinel 1, 2, MODIS, VIIRS);
- временной ряд данных на несколько месяцев/лет;
- в рамках одной территории хранятся отдельные пространственные объекты и растровые данные с различной детальностью и точностью в единой системе координат;
- предусматривается использование высокоточных геодезических данных, и аэрофотосъемки;
- физико-географические, природно-климатические показатели, свойства грунтов и их морфология;
- предусматривается цикл операций от предварительной обработки исходного изображения до имитационного моделирования развития экосистем.



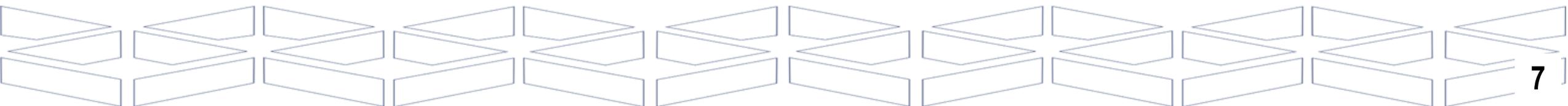
Каждое изображение Landsat8, 9 включает:

- семь спектральных каналов (синий, зеленый, красный, ближний инфракрасный, коротковолновый инфракрасный-1, тепловой инфракрасный и коротковолновый инфракрасный-2),
- четыре индекса (SAVI, NDVI, NDMI и NDBI).

Изображение для Sentinel-2 состоит из

- 10 спектральных каналов (синий, зеленый, красный, каналы ближнего инфракрасного диапазона, узкий ближний инфракрасный диапазон, коротковолновый инфракрасный диапазон-1 и коротковолновый инфракрасный-2),
- четыре индекса (SAVI, NDVI, NDMI, NDBI)

Все изображения передискретизированы до 10 м.



Для каждого года создавались обучающие выборки для двух классов земного покрова, подлежащих моделированию – участков техногенно-нарушенных территорий и прочих поверхностей

Получение контуров с помощью классификации на основе Random Forest (в реализации Scikit-learn)

Получение контуров с помощью сегментации на основе архитектуры глубокой нейронной сети (в реализации Keras и TensorFlow):

- U-Net
- Attention U-Net

Обучение:

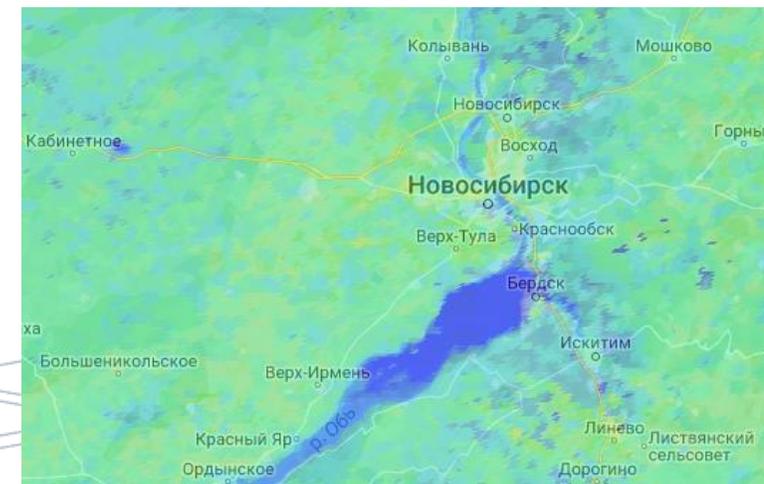
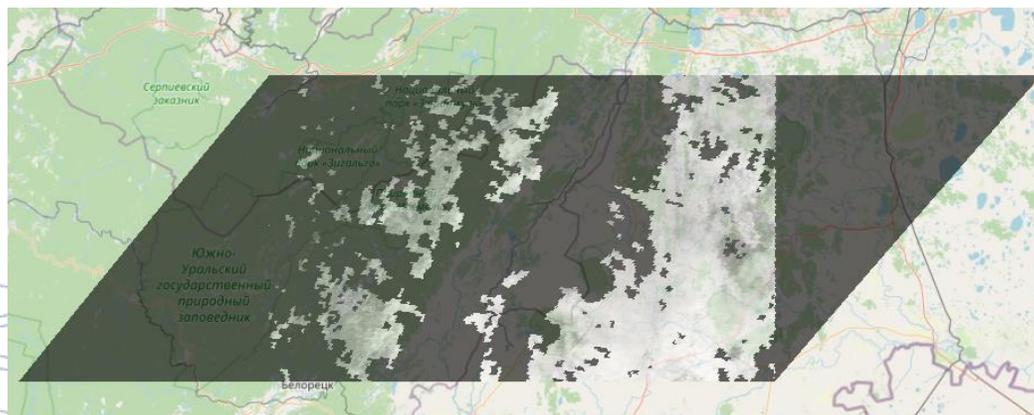
50 эпох с использованием размера пакета в 32 единицы, оптимизатор Adam, функция потерь в виде суммы мультиклассовых категориальных Focal Loss и Dice Loss после слоя softmax и бинарной метки, аналогичной классу техногенно-нарушенных земель для каждого пикселя блока изображения.

IoU	Random Forest	U-Net	Attention U-Net
ноябрь-март	0,48	0,70	0,72
апрель-май	0,56	0,76	0,81
июнь-август	0,54	0,71	0,80
сентябрь-октябрь	0,47	0,71	0,76

Используемые открытые мультиспектральные спутниковые данные MODIS и VIIRS с возможностью извлечения температур, влажности, параметров ветра на исследуемой поверхности по всей площади в свою очередь, может служить элементами мониторинга на каждом этапе технологического процесса горного производства с возможностью автоматизации определения критических значений показателей и моделирования состояния.

Возможные расчетные показатели:

- температура поверхности,
- влажность,
- нормализованный относительный индекс растительности (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI),
- нормализованный разностный водный индекс (Normalized Difference Water Index, NDWI),
- нормализованный индекс засухи (Normalized Difference Drought Index, NDDI),
- индекс листовой поверхности (leaf area index, LAI).

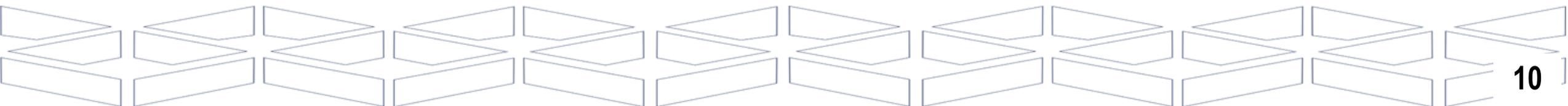


На втором этапе выполняются статистические проверки, которые позволяют динамически оценивать поступающие данные на их качество, достоверность и выполнять поиск критических значений.

Оценка достоверности данных выполняется на основе:

- проверок на пропуски,
- теста Граббса (Grubbs') на наличие выбросов,
- теста Манна-Кендалла на наличие тренда.

Оценка достоверности спутниковых снимков выполняется на основе каналов оценки качества (QA), позволяющие получить сведения о параметрах получения данных.



Третий этап, состоит в определении потенциальных изменений техногенно-нарушенной территории и отгружающей среды посредством моделирования ситуации на следующие несколько лет с использованием методов машинного обучения.

После формирования базы данных изменений техногенно-нарушенных территорий возможно спрогнозировать будущее состояние окружающей среды.

Рабочий процесс представляет собой прямое прохождение через шесть подэтапов:

- определение участков, подвергшихся изменениям и расчет вероятности изменения;
- оценка влияния каждого фактора на возможность появления изменений;
- переклассификация территории с учетом полученных весов;
- объединение карты начальных весов и начальных состояний в карту оценки возможности появления изменений на основе вероятностей и искусственной нейронной сети для вычисления карт потенциальных переходов;
- построение карты будущих состояний окружающей среды с использованием клеточных автоматов на основе метода Монте-Карло;
- оценка качества полученного результата.

Колесников А. А.
с.н.с., ИГД СО РАН,
доцент, СГУГиТ
E-mail: alexeykw@mail.ru

Косарев Н.С.
с.н.с., ИГД СО РАН,
доцент, СГУГиТ
E-mail: kosarevnsk@yandex.ru



**Всероссийская конференция с международным участием
«Обработка пространственных данных в задачах
мониторинга природных и антропогенных процессов»
(SDM-2023)**

Спасибо за внимание

**МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ
ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-27-10057) и гранта НСО № р-60.