



# Мониторинг изменений объектов горных работ по данным ДЗЗ на территории Хабаровского края

Секриеру Р.А., Кожевникова Т.В., Смагин С.И.  
ВЦ ДВО РАН

# Введение

Процессы, связанные с добычей россыпного золота и других полезных ископаемых, сопровождаются серьезными экологическими проблемами, среди которых загрязнение воды, почвы и воздуха, а также разрушение природных экосистем и, как следствие, угроза исчезновения многих видов флоры и фауны. Одним из наиболее острых проявлений этого воздействия является разрушение земной поверхности и загрязнение водоемов и атмосферного воздуха.

С целью контроля и прогноза негативного воздействия горнопромышленных объектов на окружающую среду, особенно в контексте золотодобычи, необходимо проводить регулярный мониторинг состояния окружающей среды. Это позволяет своевременно выявлять, предотвращать и устранять возможные проблемы, связанные с деятельностью этих предприятий, что является актуальной задачей.

# Цель работы

Целью данного исследования является разработка системы комплексного мониторинга объектов природно-технических систем по данным ДЗЗ. Исследование включает в себя анализ данных ДЗЗ для оценки состояния объектов территории в зоне горнопромышленных работ и выявление различий или сходств между этими объектами.

Также предлагается использовать методы машинного обучения для определения концентраций микроэлементов (или других величин, например, мутности воды) в почве и водоемах вблизи объектов добычи россыпного золота. Полученные данные необходимы для анализа состояния изучаемых объектов.

Далее, предполагается использовать полученную методику для предсказания содержания микроэлементов и др. на объектах, где взятие проб сильно затруднено.

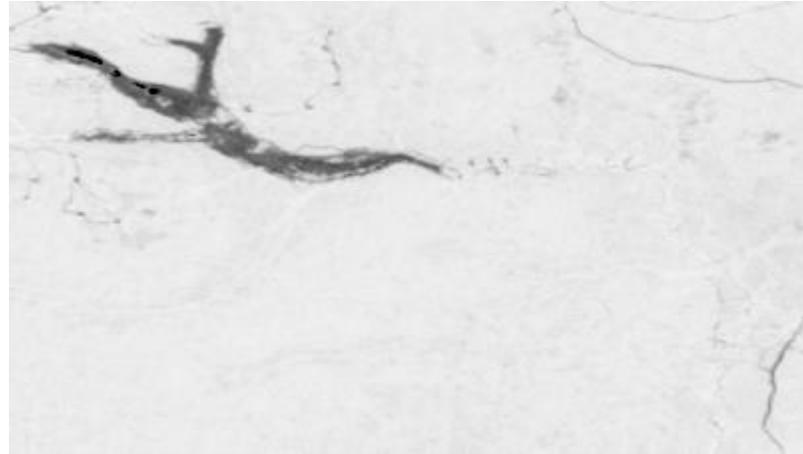
# Задачи:

- Мониторинг изменения площадных характеристик объектов горнопромышленных работ (дражные отвалы, карьеры, хвостохранилища, горный отвод и др.);
- Разработка методики определения концентрации микроэлементов по данным ДЗЗ в компонентах природной среды с заверкой по результатам анализа проб (пгт. Солнечный, территория бывшего Солнечного ГОКа);
- Построение алгоритма (модели) определения концентраций тяжелых металлов на основе методов машинного обучения;
- Верификация методик и модели;
- Апробация на исследуемых объектах (месторождение кл. Болотистый).

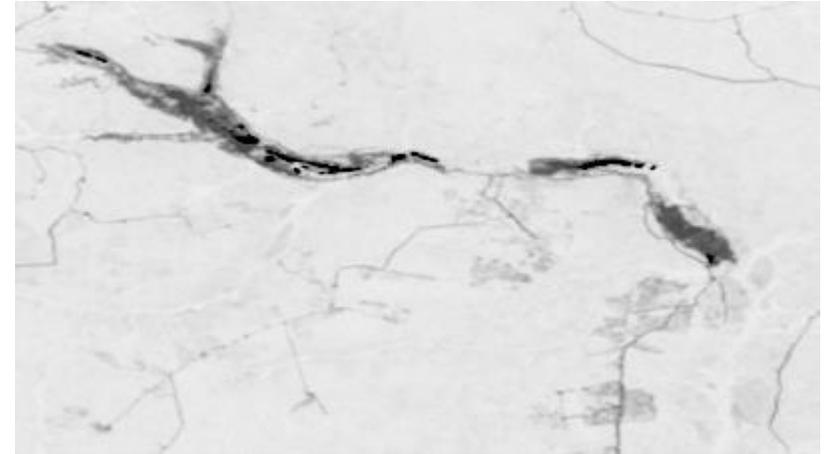
# Изменение площади техногенного объекта (отвалы россыпной золотодобычи рудно- россыпного месторождения руч. Болотистый )



2001



2005



2008



2015



2024

# Изменение территории горных работ в пределах Кербинского рудно-россыпного района



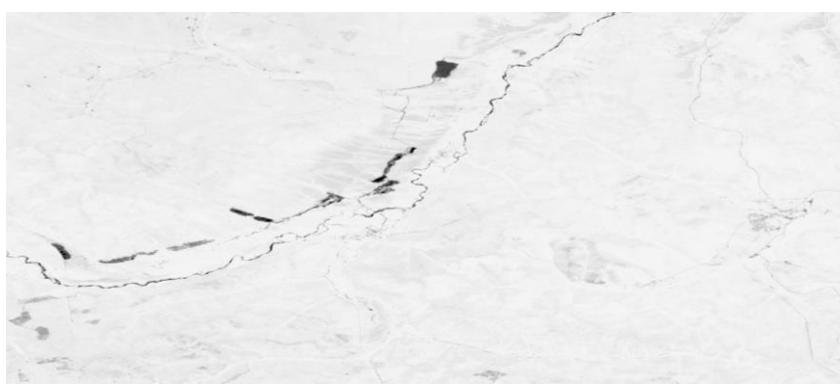
2001



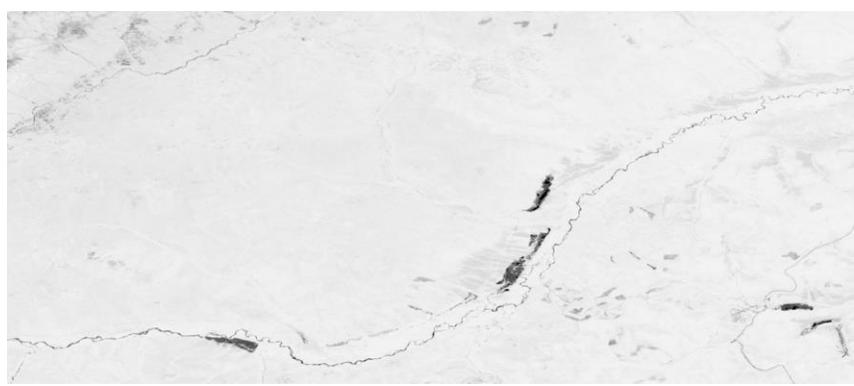
2007



2010

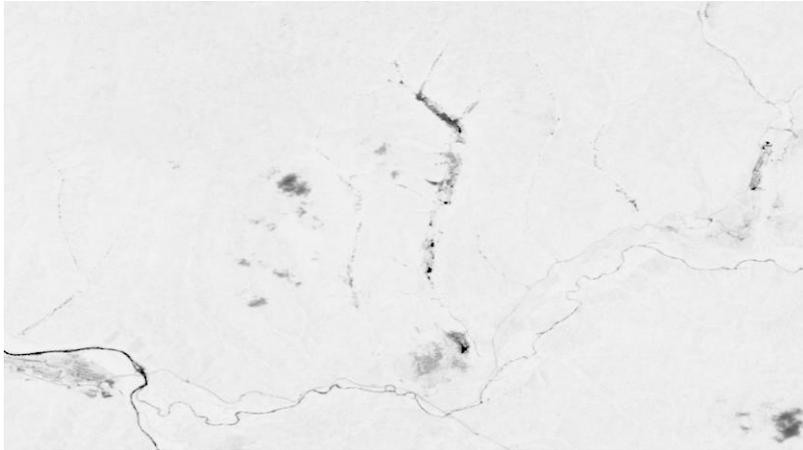


2015

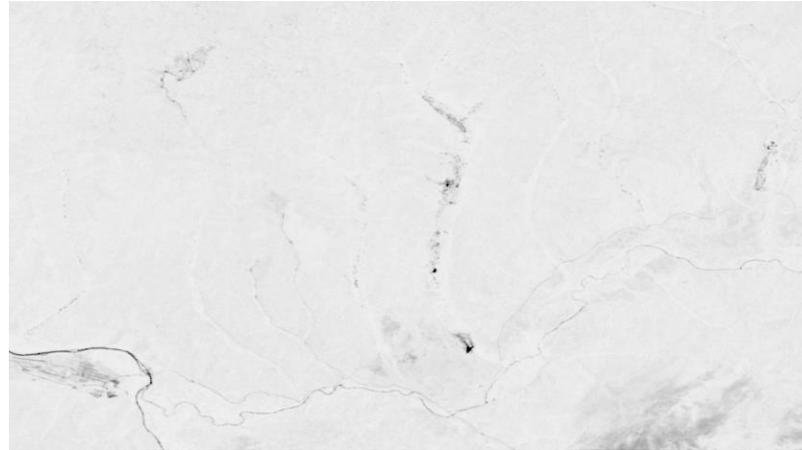


2023

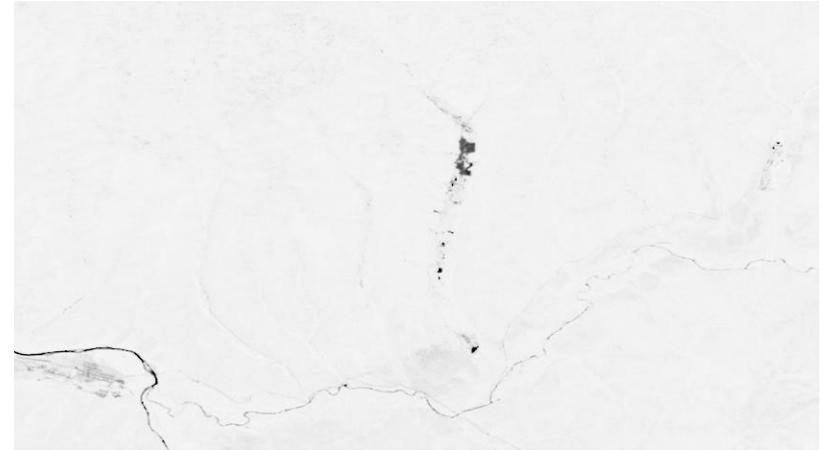
# Изменение территории горных работ при освоении месторождения россыпного золота Благодатненского золото-россыпного узла (р. Пионерка)



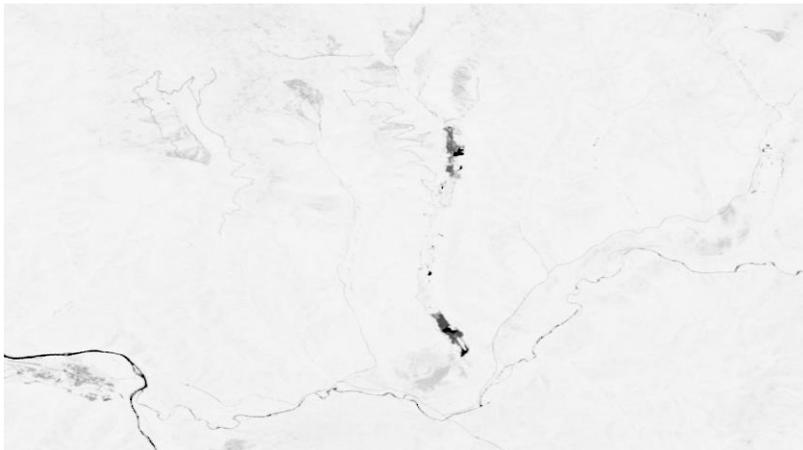
2001



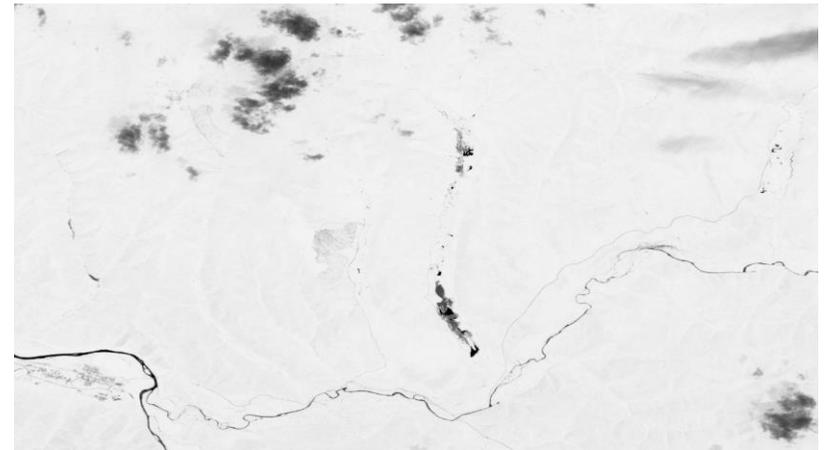
2008



2015



2019



2024

# Отбор проб и фотосъемка территории исследования (месторождение Болотистое)



 p-blт\_11 - пункт фотосъемки и его



# Результат рекультивации территории горных работ

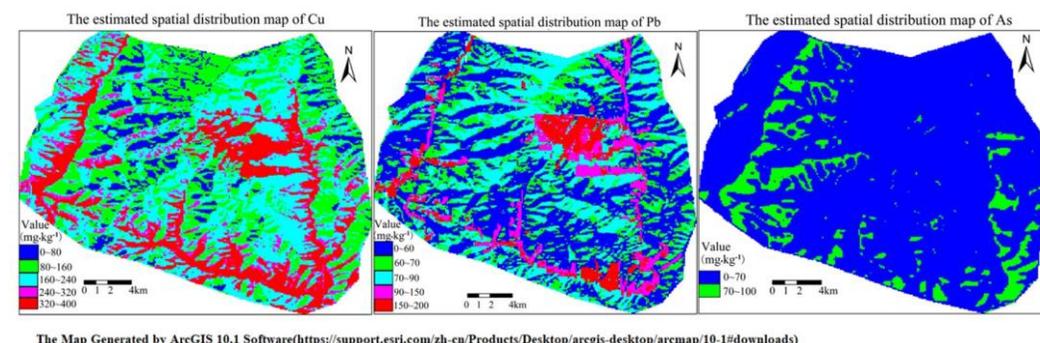
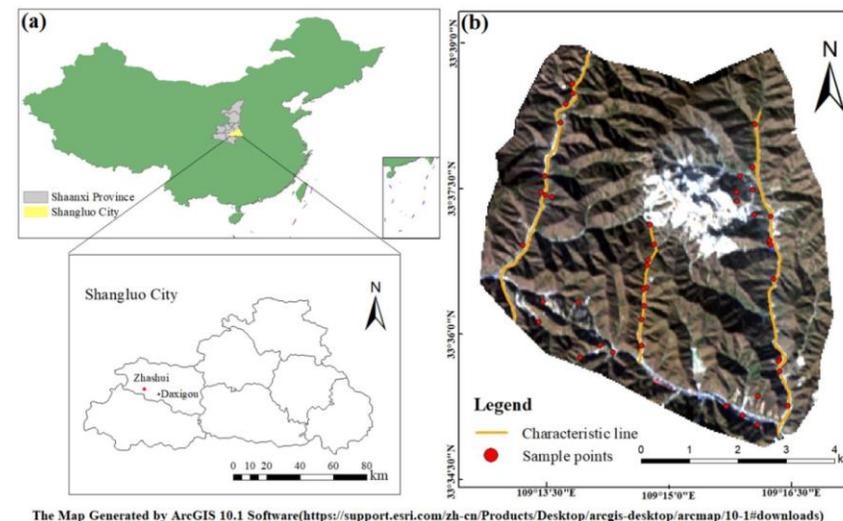


# Сбор проб и фотосъемка территории горных работ



# Прогнозирование содержания тяжелых металлов в верхнем слое почвы

В статье «Estimating the heavy metal concentrations in topsoil in the Daxigou mining area, China, using multispectral satellite imagery» были собраны 43 пробы верхнего слоя почвы и проанализированы значения тяжелых металлов (медь, свинец и мышьяк). Далее на основе спутниковых снимков и различных индексов были обучены нейронные сети для прогнозирования содержания тяжелых металлов в почве. С помощью обученной модели была получена оценка концентрации на всей исследуемой площади.



# Прогнозирование мутности и цветности ВОДЫ

В статье «Использование данных сенсора landsat 8 (oli) для оценки показателей мутности, цветности и содержания хлорофилла в воде иваньковского водохранилища» были взяты 32 пробы воды и проанализированы на цветность, мутности и содержания хлорофилла. С помощью комбинации каналов спутниковых снимков были получены формулы индексов показывающих наибольшую корреляцию с пробами. Получив уравнение регрессии была размечена вся водная акватория.

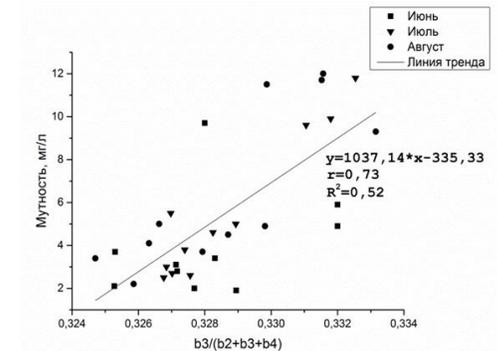


Рис. 6. Зависимость между показателями мутности воды и значениями индексных изображений  $b3/(b2+b3+b4)$  (по данным Landsat-8, июль-август 2015 г.)



Рис. 7. Растр полученных значений показателя мутности воды Иваньковского водохранилища, по снимку Landsat-8 (4 июля 2015 г.)

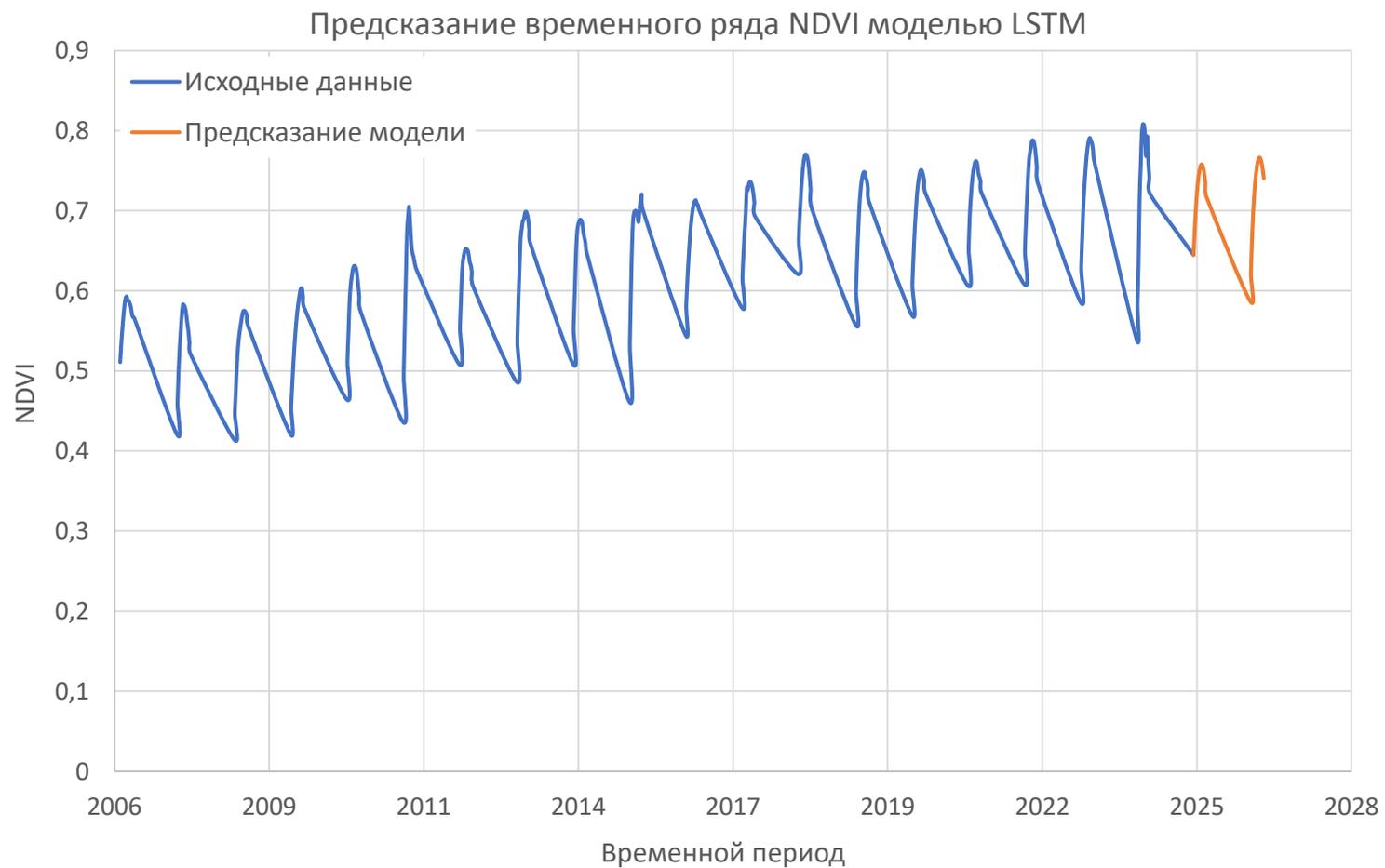
# Планируемые исследования

- Отобраны 17 проб воды на реке Колумбе вблизи объекта горной добычи для анализа на цветность, мутность и содержание тяжелых металлов.
- Также имеются 20 проб тяжелых металлов за два года вблизи поселка Солнечный, где ведутся горнодобывающие работы с целью дальнейшего обучения нейронной сети оценка концентрации на всей исследуемой площади, так и для разработки индексов.

Предсказание временного ряда NDVI на территории рудно-россыпного месторождения руч. Болотистый



# Результат модели LSTM



MSE = 0.037

# Заключение

В результате работы на текущий момент выбраны территории, на которых будет проводиться описанное исследование. Проведён первичный мониторинг, включающий изменение площадных характеристик объектов за 24 года (2001-2024гг.), а также выезд на объекты исследования для отбора проб и сбора информации по состоянию растительности и почвы. Отобраны пробы почвы и воды на объектах исследования и схожих по условиям территориях горнопромышленных работ по добыче россыпного золота. Проведён анализ литературы для дальнейшей разработки моделей определения концентрации тяжелых металлов в почве и мутности по данным анализа соответствующих проб.

Спасибо за внимание