

Russian Academy of Sciences

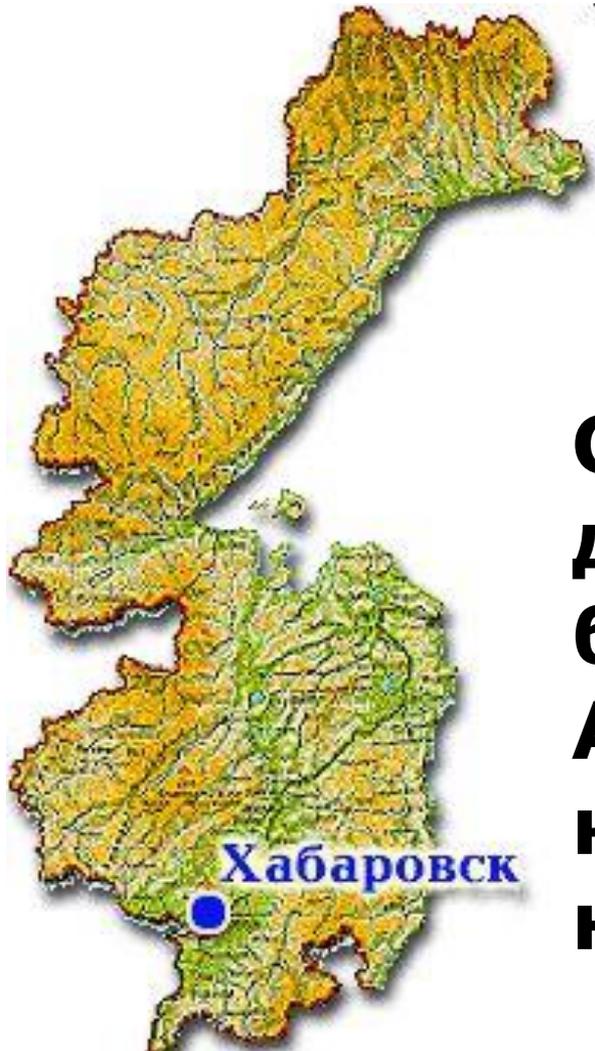
Far Eastern Branch

*Institute of Water and Ecology Problems (IWEF FEB RAS),  
Khabarovsk*

Остроухов А.В

Махинов А.Н.

Ким В.И.



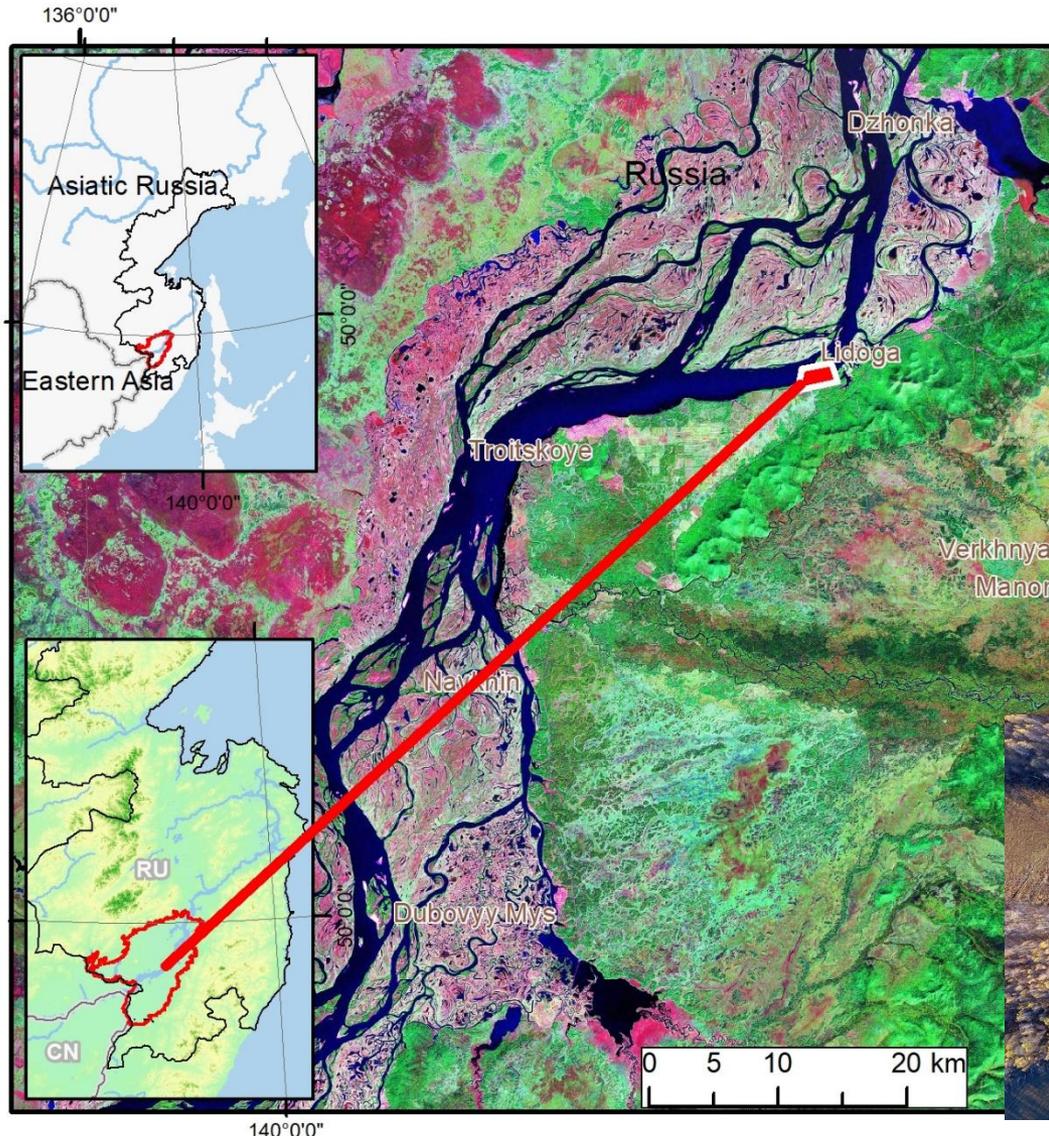
**Опыт применения БПЛА  
для оценки динамики  
береговой линии реки  
Амур при прохождении  
крупных паводков и  
наводнений.**

# Актуальность

Одним из негативных процессов, требующих постоянного контроля и мониторинга в пределах бассейна реки Амур являются её русловые переформирования, характеризующиеся высокой динамичностью. Активные проявления русловых деформаций в ее нижнем течении приводят к размыву берегов на значительном протяжении. Особенно интенсивно эти процессы проявляются во время больших паводков и наводнений.

Как и в иных областях географических исследований, в гидрологии и геоморфологии в последние годы активно накапливается опыт применения беспилотных летательных аппаратов для получения объективной, оперативной, пространственно-высотно привязанной информации, охватывающей достаточно большие участки. Альтернативой таких данных является спутниковая съемка сверхвысокого разрешения, но она, обладая рядом плюсов (таких как большой охват территории), одновременно имеет и ряд недостатков, например, высокую стоимость, погодные ограничения съемки, меньшее пространственное разрешение по сравнению с данными с БПЛА.

# Район исследований

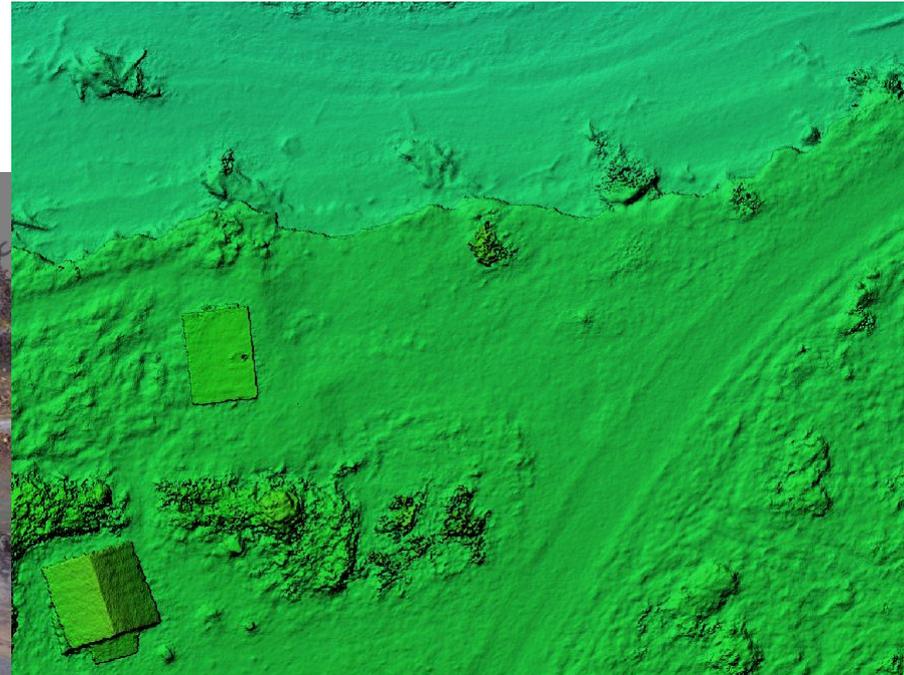


Для оценки интенсивности эрозионных процессов во время прохождения больших паводков и наводнений на Амуре и ведения мониторинга с использованием данных аэрофотосъёмки был выбран участок правого берега реки Амур протяженностью 590 м в районе с. Славянка в Нанайском районе Хабаровского края. Берег в пределах участка слабо вогнутый, имеет высоту 4-5 м и подвергается длительному размыву, сложен легко размываемыми суглинками.



# Исходные материалы и методы

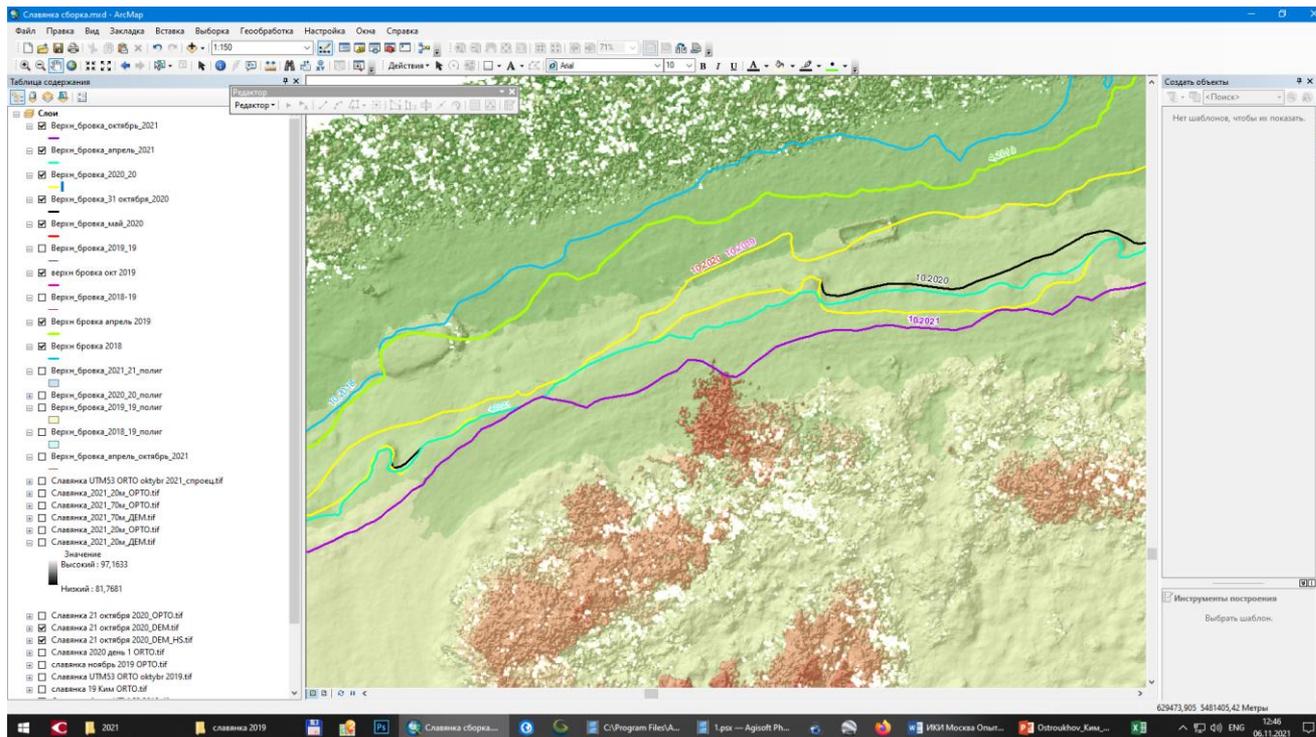
Планирование и управление полётом проводилось с помощью программы Pix4D. Аэрофотосъёмка осуществлялась с БПЛА DJI Phantom 4 с высоты 50 - 150 метров штатной съёмочной аппаратурой с фронтальным и боковым перекрытием 80%, полет осуществлялся двойной змейкой под углом 90°. На основе обработки полетных данных в программе Agisoft PhotoScan получены ортофотомозаики и цифровые модели береговой линии с пространственным разрешением 4-8 см/пиксель, что соответствует масштабу 1:100 – 1:500.



# Исходные материалы и методы

Съемки проводились в апреле и октябре 2018-2021 гг. в период малой водности. При выполнении первоначальной съемки в 2018 году для повышения точности планово-высотной привязки была заложена сеть наземных опорных маркеров, с измерением положения их центров GNSS GPS Trimble R3, в последующие годы повышение точности привязки ортофотомозаик проводилось по наземным объектам ортофотомозаики 2018 года. Полученные материалы обрабатывались в программном комплексе ArcGIS 10.5,

где проводилось выделение береговых бровок, измерение максимальных и средних смещений береговых линий и т.д.



# Результаты

В указанный период наблюдений попали периоды прохождения четырех больших паводков – 2018 (483 см), 2019 (644 см) и 2020 (628 см), 2021 (607 см) годов.

После наводнения 2018 г. отступление береговой кромки в среднем составило от 1,5 до 2,2 м при максимальном значении 4,9 м.

Однако на отдельных участках протяженностью до 50 м, берег размыву не подвергался. Наибольший размыв берега произошел во время значительного наводнения 2019 г., при котором средняя величина смещения береговой линии составила 3,1-4,7 м при максимальных значениях 6,1 - 10 м.



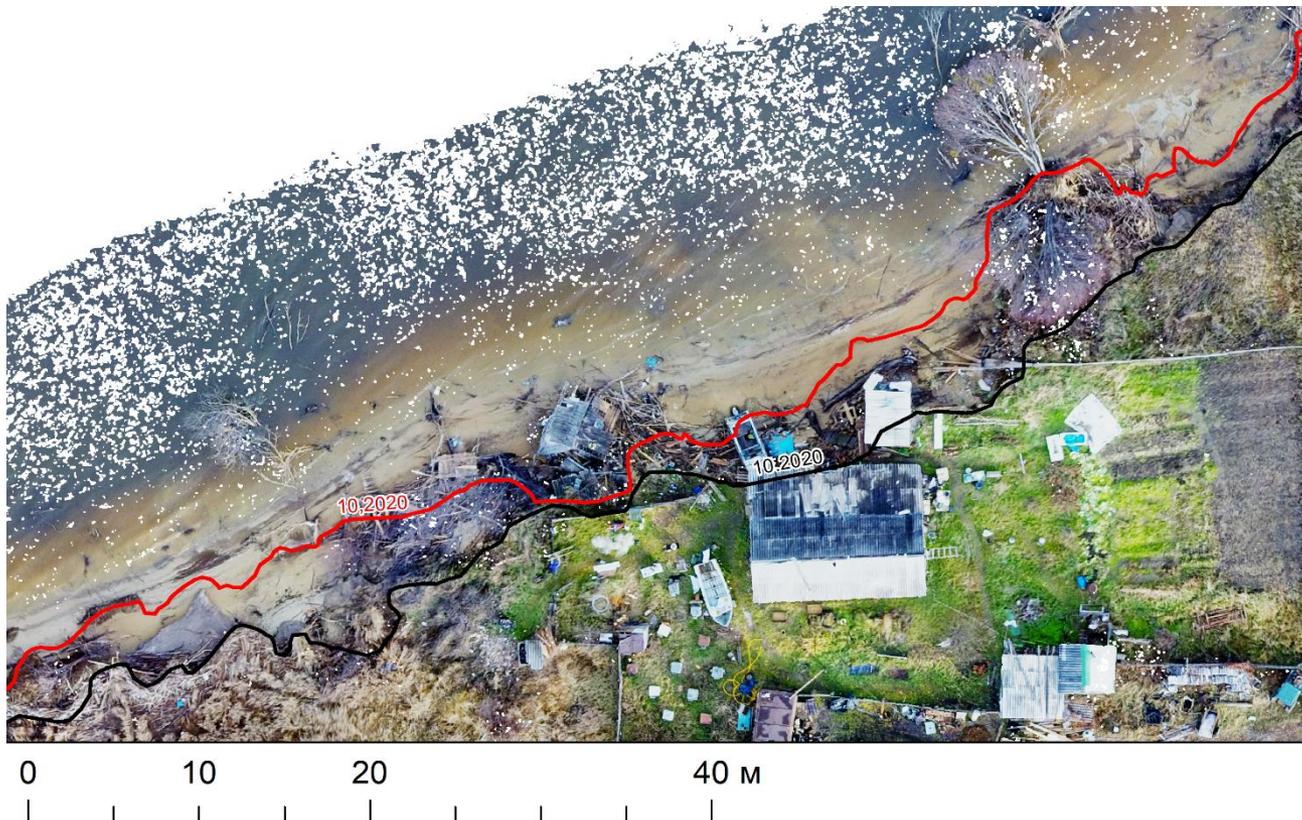
*октябрь 2018  
- апрель 2019*



*апрель 2019  
- октябрь 2019*

# Результаты

В значительной степени проявило себя наводнение 2020 года, во время которого берег отступил на большой протяженности (590 м) в среднем на 3,2 м при максимальном значении 10,35 м.



*апрель 2020  
- октябрь 2020*

## Результаты

В ходе наводнения 2021 года, берег отступил на еще большей протяженности (850 м) в среднем на 2,2 м при максимальном значении 7,4 м. При этом по опросным данным большая часть размыва произошла за 2 дня при прохождении шторма во время стояния воды на отметке 675 см.

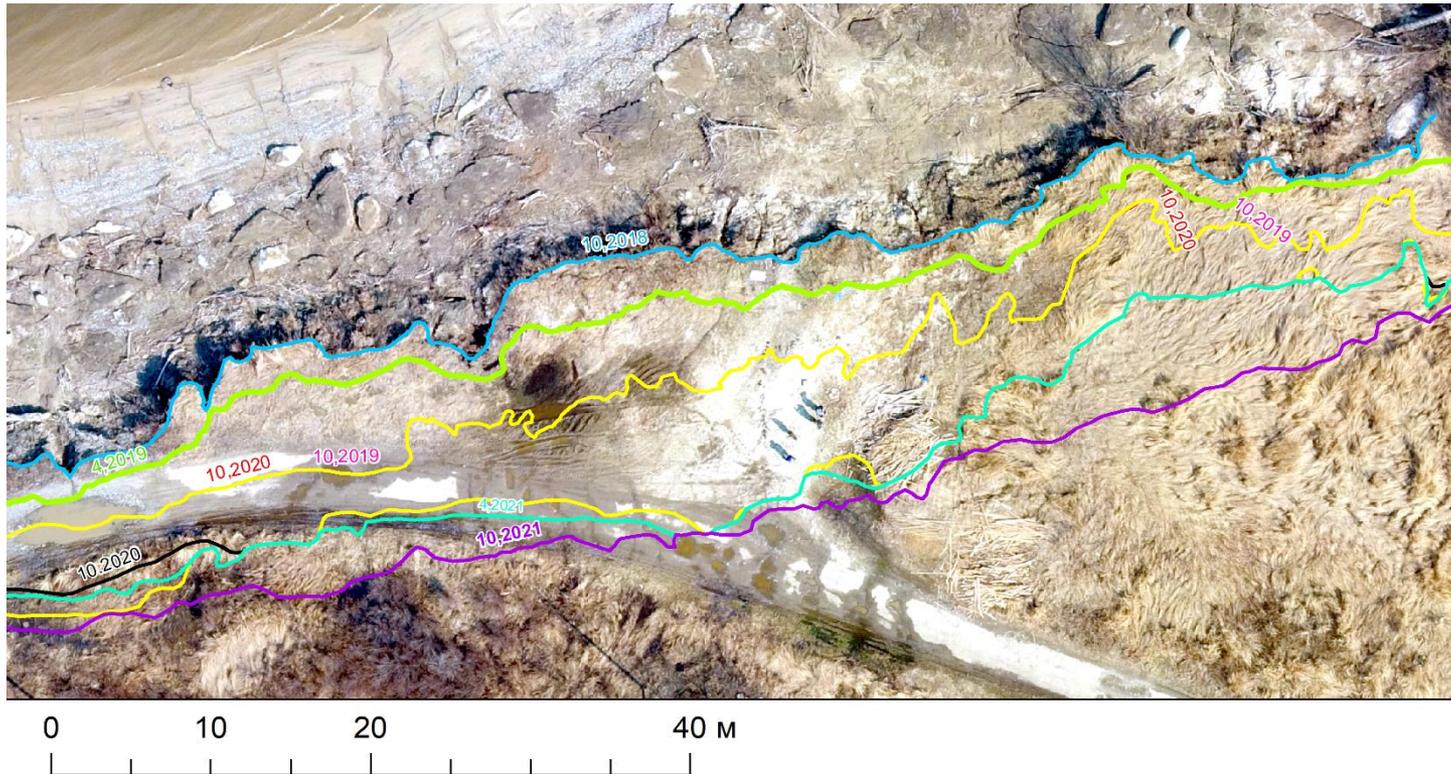


апрель 2021  
- октябрь 2021

**Общий размыв берега Амура на изучаемом участке за четыре крупных паводка составил от 7 до 13 м при максимальном значении 17,5 м.**

# Заключение

Таким образом, современные БПЛА даже любительского класса являются эффективным инструментом получения оперативных пространственных данных для изучения процессов русловых деформаций береговой линии и прогнозирования неблагоприятных явлений.



An aerial photograph showing a wide river on the right side, with a small village or settlement along its left bank. The landscape is a mix of brownish fields and forests with some yellowing trees, suggesting an autumn setting. A large crane or drilling rig is visible in the water near the shore. The sky is overcast and grey.

Благодарим  
за внимание

*Работа проводилась при поддержке научного проекта  
Российского Фонда Фундаментальных Исследований № 19-55-80022  
"Влияние урбанизации и наводнений на химическое загрязнение  
крупных речных бассейнов (на примере р. Амур)".*