

**Спутниковое зондирование особенностей
зоны смешения рек Волга и Ока в период
вскрытия льда**

Даниличева О.А., Капустин И.А., Ермаков С.А.

Институт прикладной физики РАН

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 18-45-520004, 20-05-00561)

2020 г.

АКТУАЛЬНОСТЬ



Россия



Швейцария

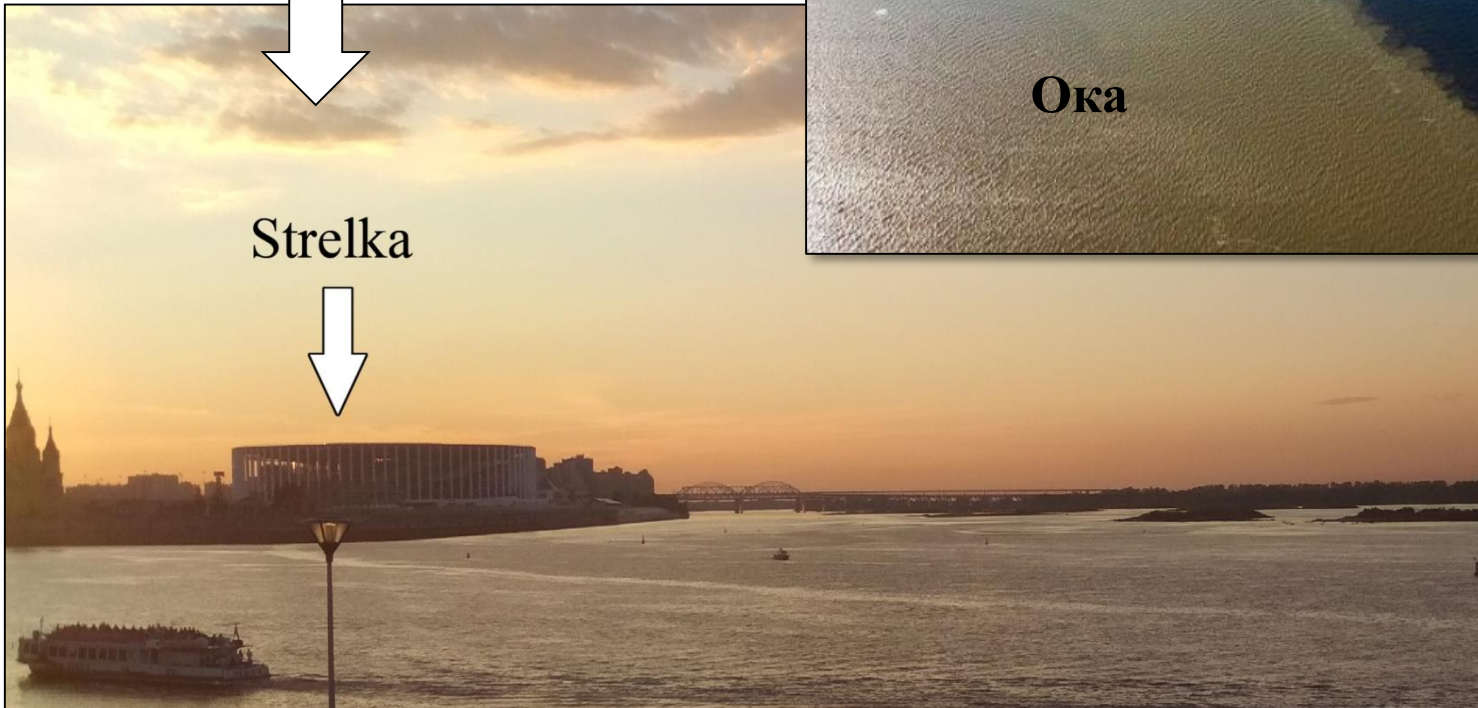
Часто область слияния рек визуально проявляется в виде тонкой переходной области или зоны смешения (ЗС), разделяющей два речных потока. Характеристики зоны смешения, в частности её ширина, являются важными индикаторами интенсивности процессов турбулентного перемешивания и обмена импульсом и веществом между двумя потоками, поэтому исследование физических механизмов, влияющих на формирование и проявление зоны смешения рек, является важной задачей, в частности в области дистанционного экологического мониторинга речных потоков.

Наблюдения зоны смешения рек Ока и Волга в летне-осенний период

Различие в цвете речных
ПОТОКОВ

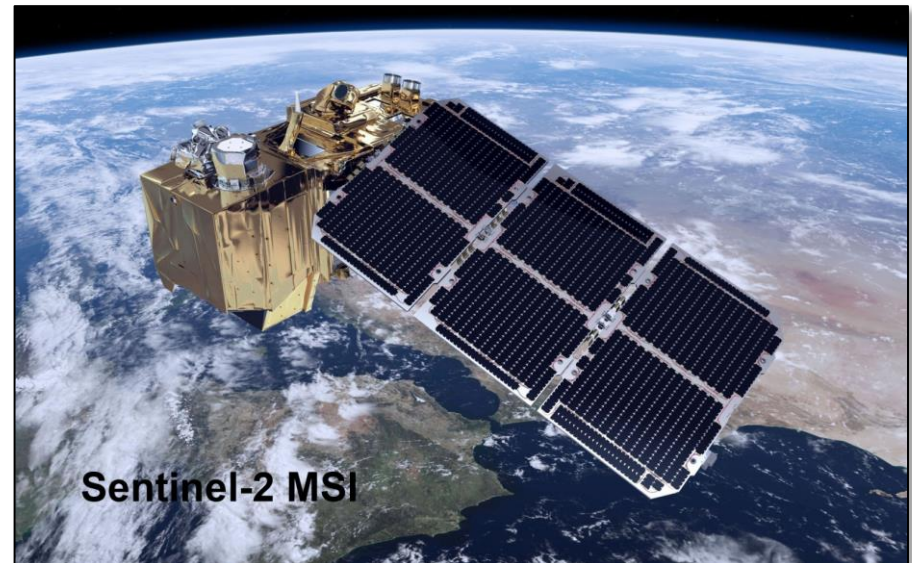
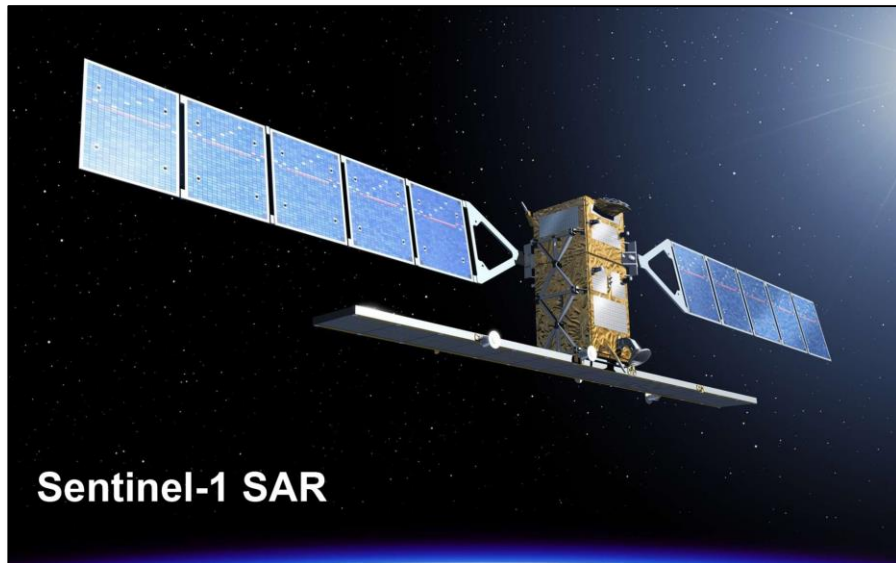
Сликовая полоса в зоне
смешения рек

<https://www.yaplakal.com/forum2/topic1940655.html>

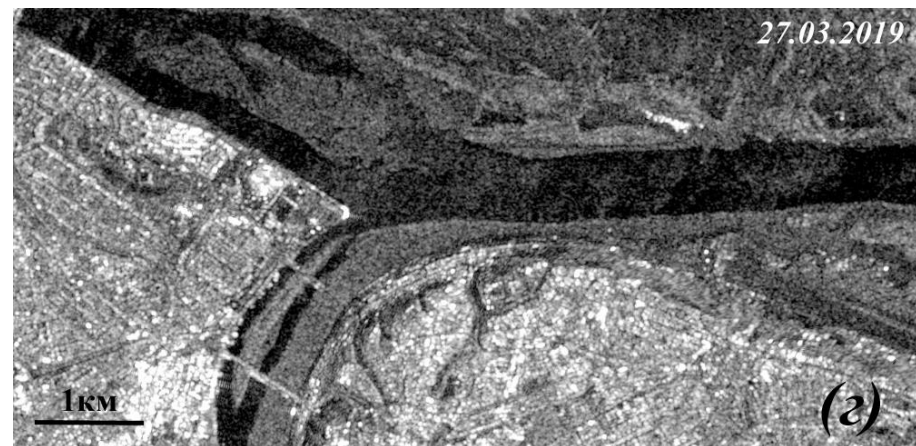
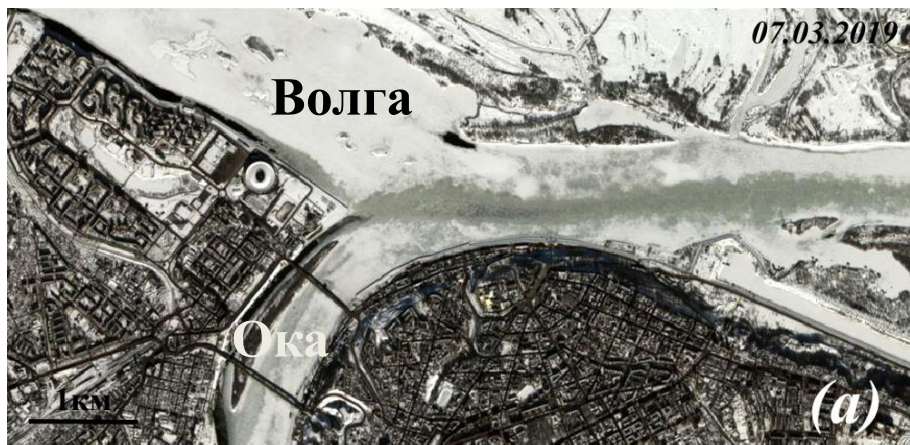


Наблюдения

Проведён анализ последовательных спутниковых оптических и радиолокационных изображений области слияния Оки и Волги в период активного таяния ледового покрова. В ходе работы анализировались снимки, полученные спутниками Sentinel-1/2 в марте 2019 года с помощью радиолокатора с синтезированной апертурой (SAR) и мультиспектрального сенсора (MSI), соответственно.

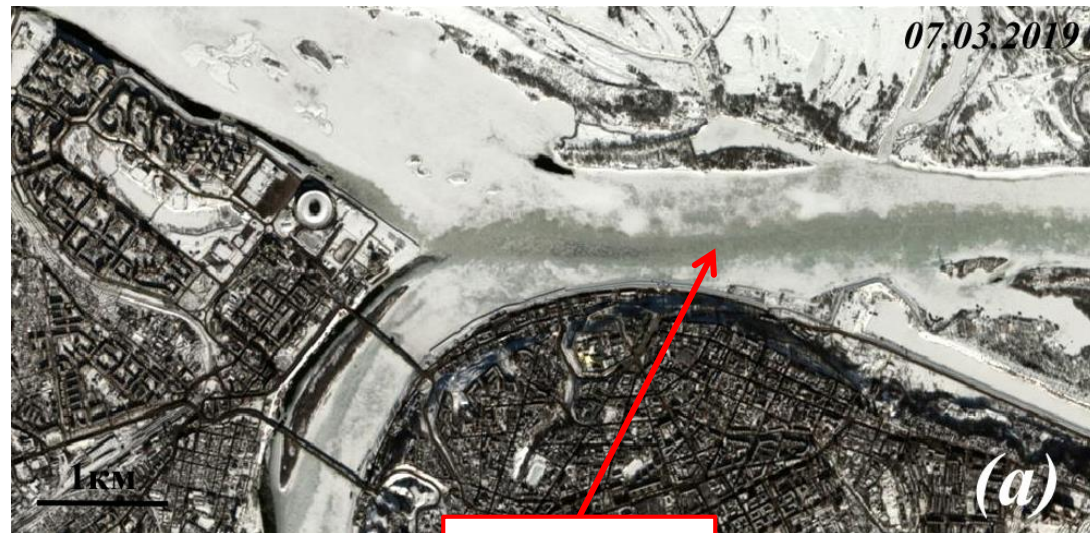


Спутниковые изображения

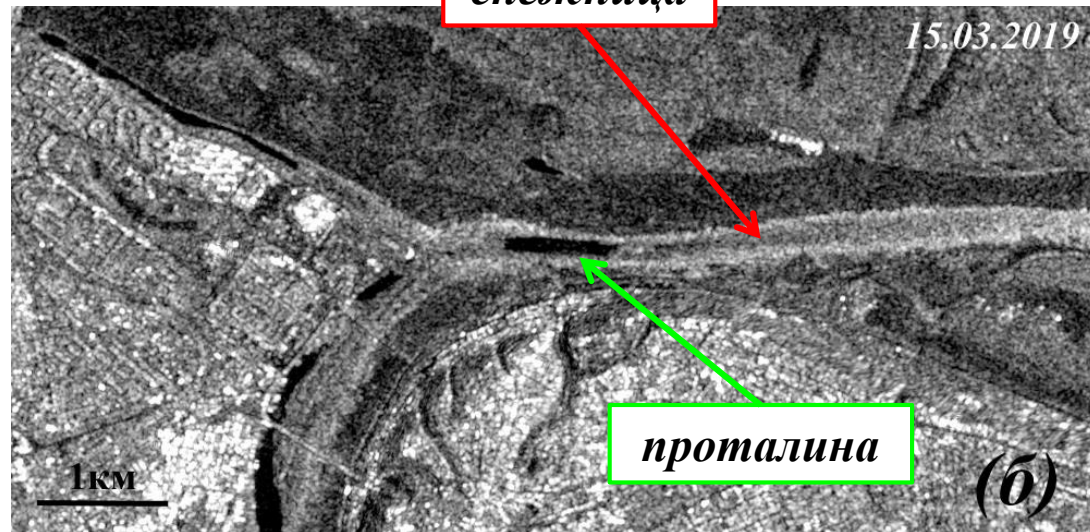


Последовательность спутниковых оптических (а) и радиолокационных (б, в, г) изображений области слияния Оки и Волги за март 2019 года, полученные с помощью Sentinel-1 SAR и Sentinel-2 MSI.

Проявление зоны смешения на начальных этапах таяния льда



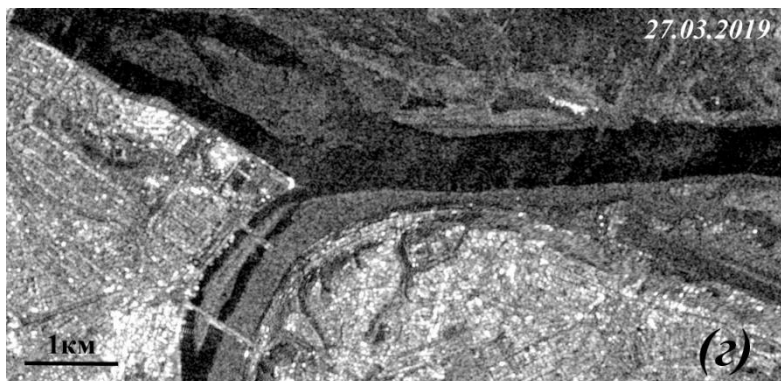
снежница



проталина

На начальных этапах таяния в области слияния рек образуется снежница. При дальнейшем увеличении среднего тренда температуры воздуха снежница продолжает таять, и возникают проталины рис. (б). Такое проявление может быть связано как с выбросами заводов и тепловых электростанций, упомянутых выше, так и с турбулентным перемешиванием речных потоков, при которых вихри минимального размера диссипируют в тепло, способствуя ускорению таяния льда в области ЗС. Отчётливо наблюдается увеличение обратного рассеяния радиолокационного сигнала на снежнице, что может быть связано с преобладанием компоненты поверхностного рассеяния (увеличением влияния шероховатости) при возрастании влажности снежно-ледового покрова.

Вскрытие льда волжского потока



В условиях положительных среднесуточных температур протяженность проталины росла со временем. При этом, несмотря на то, что скорость ветра составляла значения порядка 3-5 м/с, что заметно превосходит порог возбуждения ветровых волн, последние, очевидно, были достаточно слабыми, в том числе за счет эффектов затухания ветровых волн в присутствии льдин. Это привело к проявлению ЗС в виде протяженной темной полосы на рис. (в), а также предположительно обусловило слабое рассеяние микроволн и после вскрытия “волжского рукава” рис. (г).

Можно было бы ожидать, что первым должен был растаять лёд на Оке, поскольку соленость и температура воды в Оке обычно выше. Однако видно, что первым тает лёд над Волгой (рис. (г)), что может быть связано с существованием большого количества водохранилищ на реке и их эксплуатационными режимами, в частности, с нестационарными режимами сброса вод, которые могут способствовать механическому разрушению ледового покрова.

Заключение

- Показано проявление зоны смешения в виде снежицы, которая приводит к образованию проталин. Её образование предположительно связано с выбросами с заводов / тепловых электростанций и турбулентным перемешиванием речных потоков.
- Показано, что лёд на Волгой тает быстрее, чем над Окой, что может быть связано с существованием большого количества водохранилищ на реке и их эксплуатационными режимами, в частности, с нестационарными режимами сброса вод, которые могут способствовать механическому разрушению ледового покрова.
- Объяснено увеличение обратного рассеяния радиолокационного сигнала на снежице за счёт преобладания поверхностного рассеяния при возрастании влажности снежно-ледового покрова.