

Многолетняя гидрологическая обстановка бассейна реки Урал по спутниковой информации

Кашницкая М.А.(1), Болгов М.В.(2)

(1) Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

(2) Институт водных проблем РАН



Актуальность исследования

Территория исследования



- Бассейн реки Урал, площадью 236 000 км², является одним из крупнейших на европейской территории России;
- Река Урал протекает по территории двух государств: Российской Федерации и Казахстана, что характеризует ее как трансграничный водный объект;
- На реках исследуемого бассейна находится множество водохранилищ, техническое регулирование которых, затрудняет анализ межгодовых природных изменений водности всего бассейна реки Урал;



Проблемы

- Водность бассейна реки Урал в разные годы оценивали лишь гидрологическими методами.
- Маленькие озера дают адекватное представление о влагообеспеченности всего бассейна;
- Изменения озер отражают колебания климата;
- Вследствие продолжительного периода и большой территории исследования решено изучить динамику озер с помощью данных ДЗЗ и современных методах их обработки.

Цель исследования - изучить гидрологическую обстановку бассейна реки Урал с помощью спутниковой информации.



Исходные данные

- Исследование основано на наборе данных **Global Surface Water Mapping Layers, v1.4**. Он содержит информацию о детектировании открытой водной поверхности с разрешением 30 м по данным спутников серии Landsat с 1984 по 2021 гг.
- Информация о геометрии водосборов крупных притоков реки Урал.

Подробнее о наборе данных: Jean-Francois Pekel, Andrew Cottam, Noel Gorelick, Alan S. Belward, High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature 540, 418-422 (2016). ([doi:10.1038/nature20584](https://doi.org/10.1038/nature20584))



Google Earth Engine

Вследствие большого пространственного и временного охвата для настоящего исследования были использованы возможности облачной платформы Google Earth Engine.

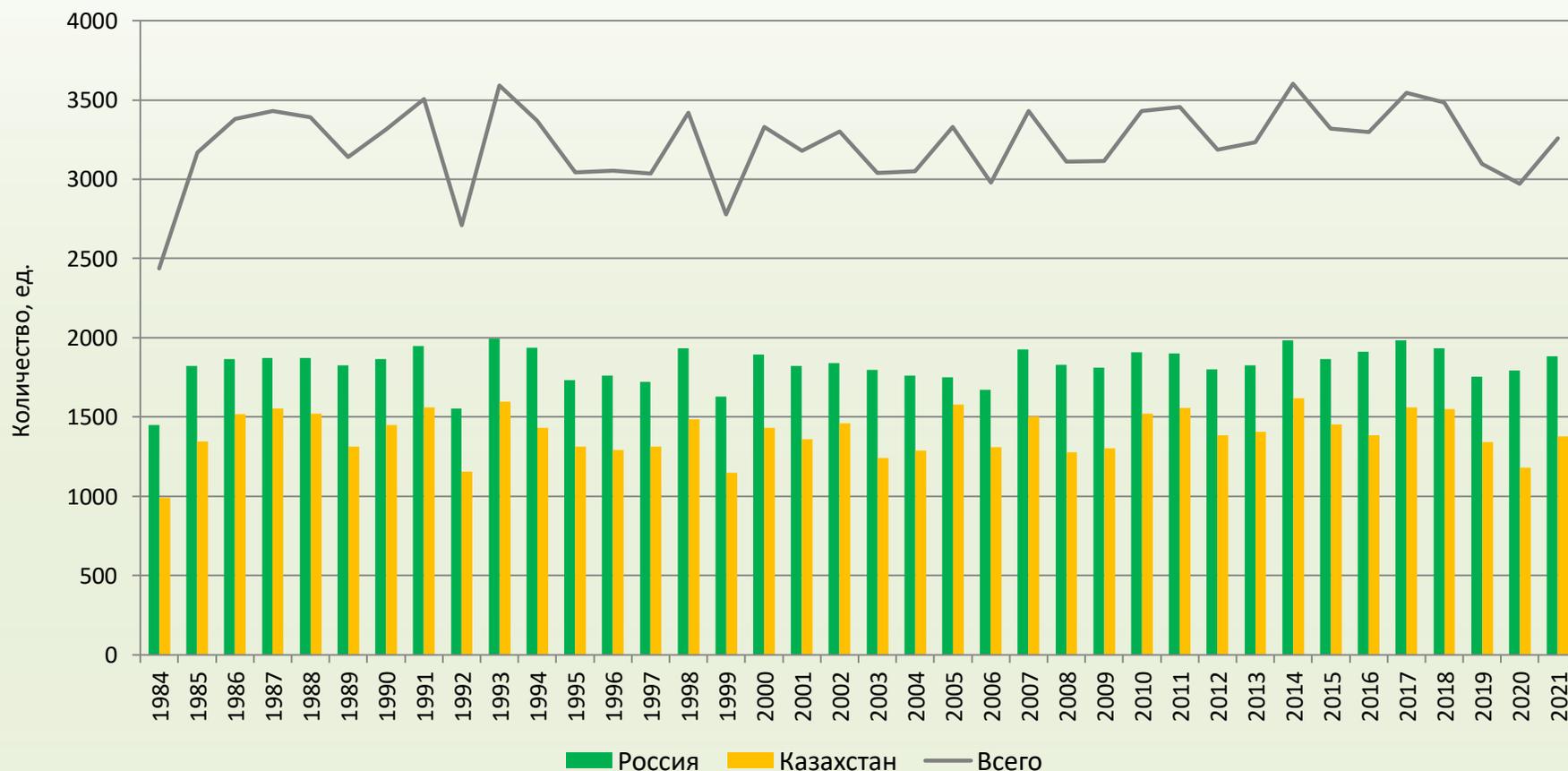
Алгоритм:

1. Создание маски водных объектов исследуемой территории.
2. Обработка данных о водных объектах исследуемой территории:
 - фильтрация некачественных данных;
 - удаление водных объектов площадью менее 1 га;
 - учет пересыхающих водных объектов.
3. Анализ данных о водных объектах исследуемой территории:
 - получение динамики площадей водных объектов бассейна реки Урал за период с 1984 по 2021 гг.;
 - кластерный анализ озер по динамике площади их водной поверхности, по всему бассейну и по каждому водосбору отдельно.



Результаты исследования

Количество водных объектов

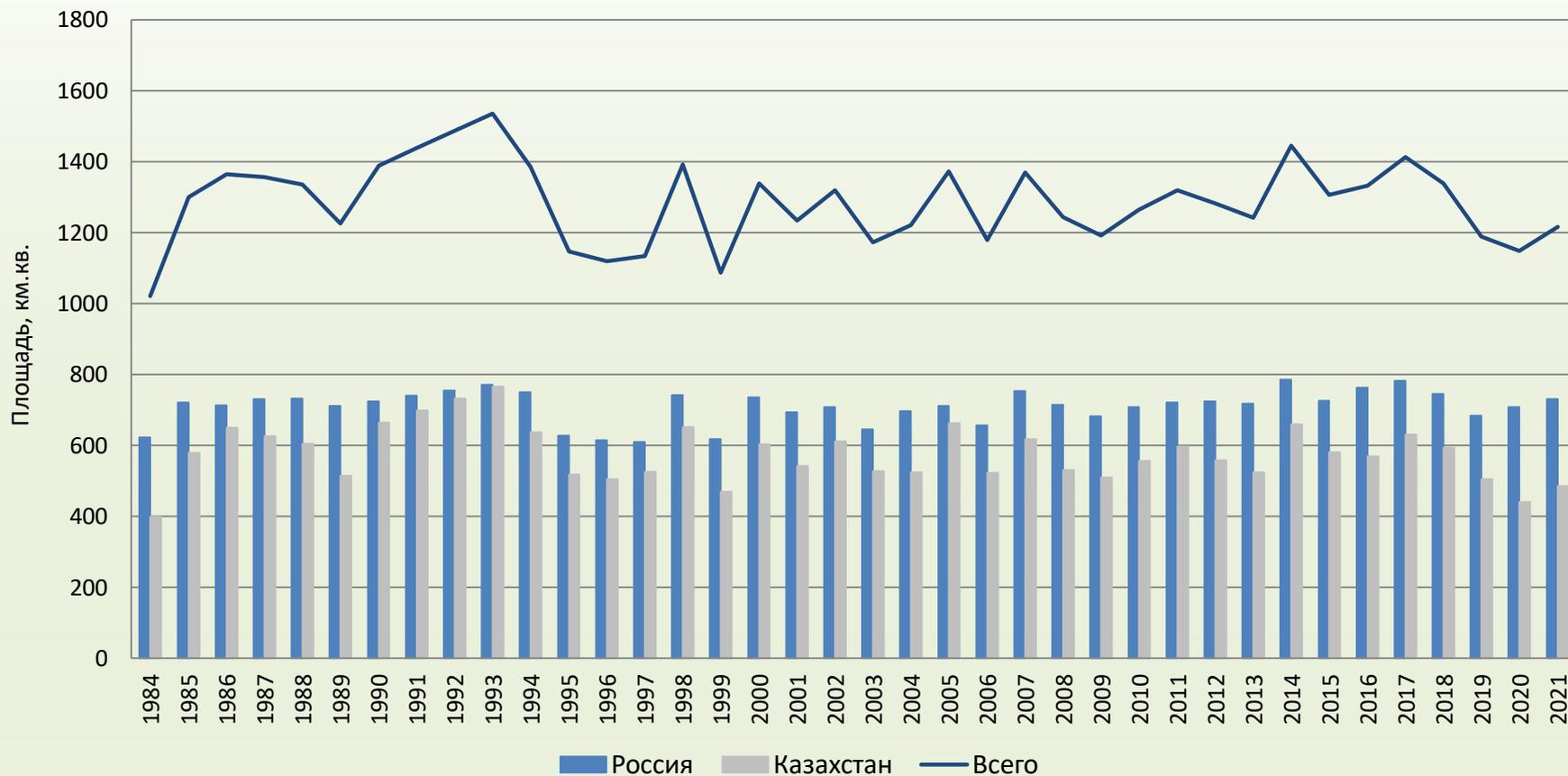


Динамика количества водных объектов бассейна реки Урал за период с 1984 по 2021 гг.



Результаты исследования

Суммарная площадь водных объектов

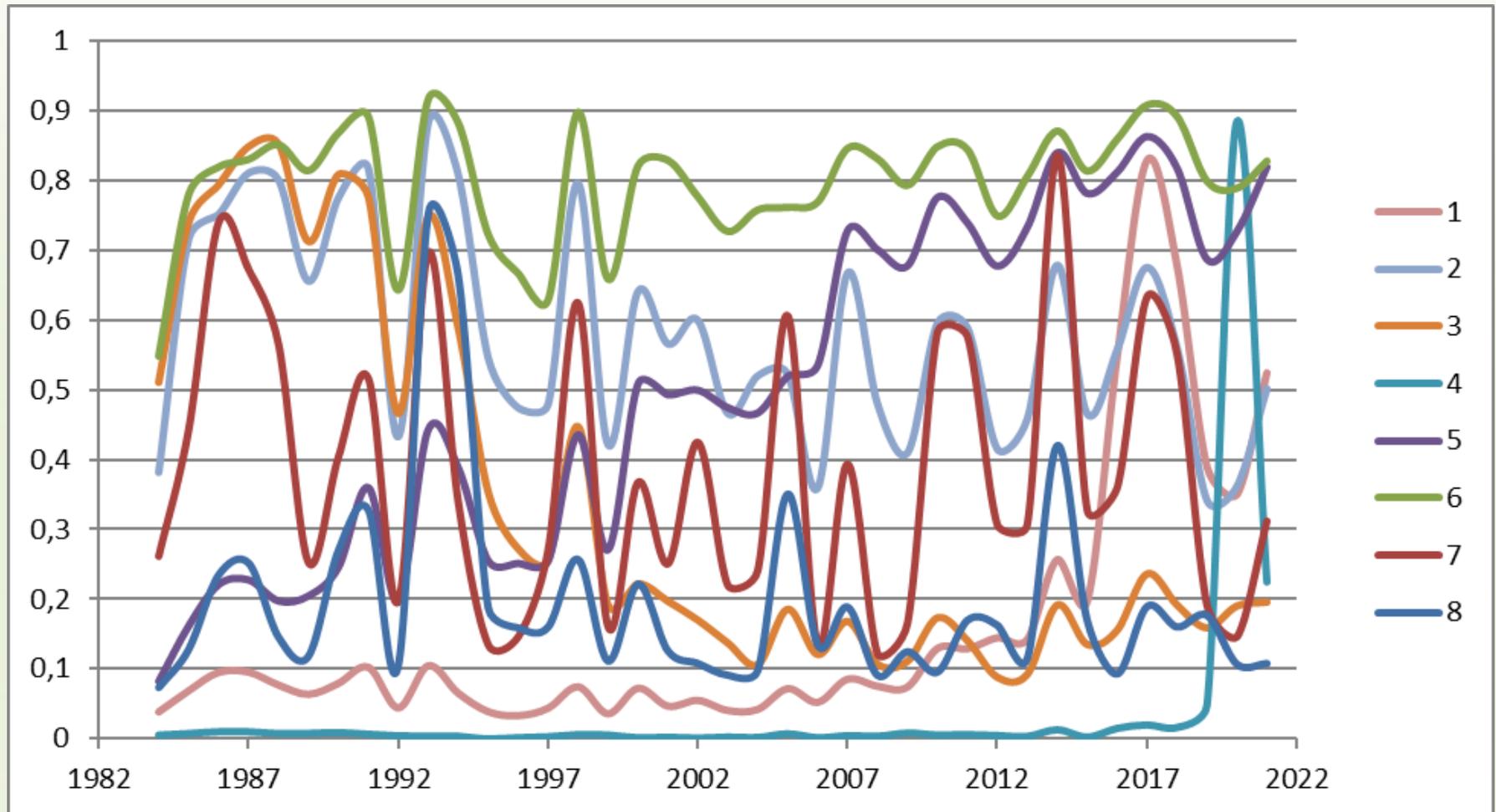


Динамика суммарной площади водных объектов бассейна реки Урал за период с 1984 по 2021 гг.



Результаты исследования

Метод К-средних

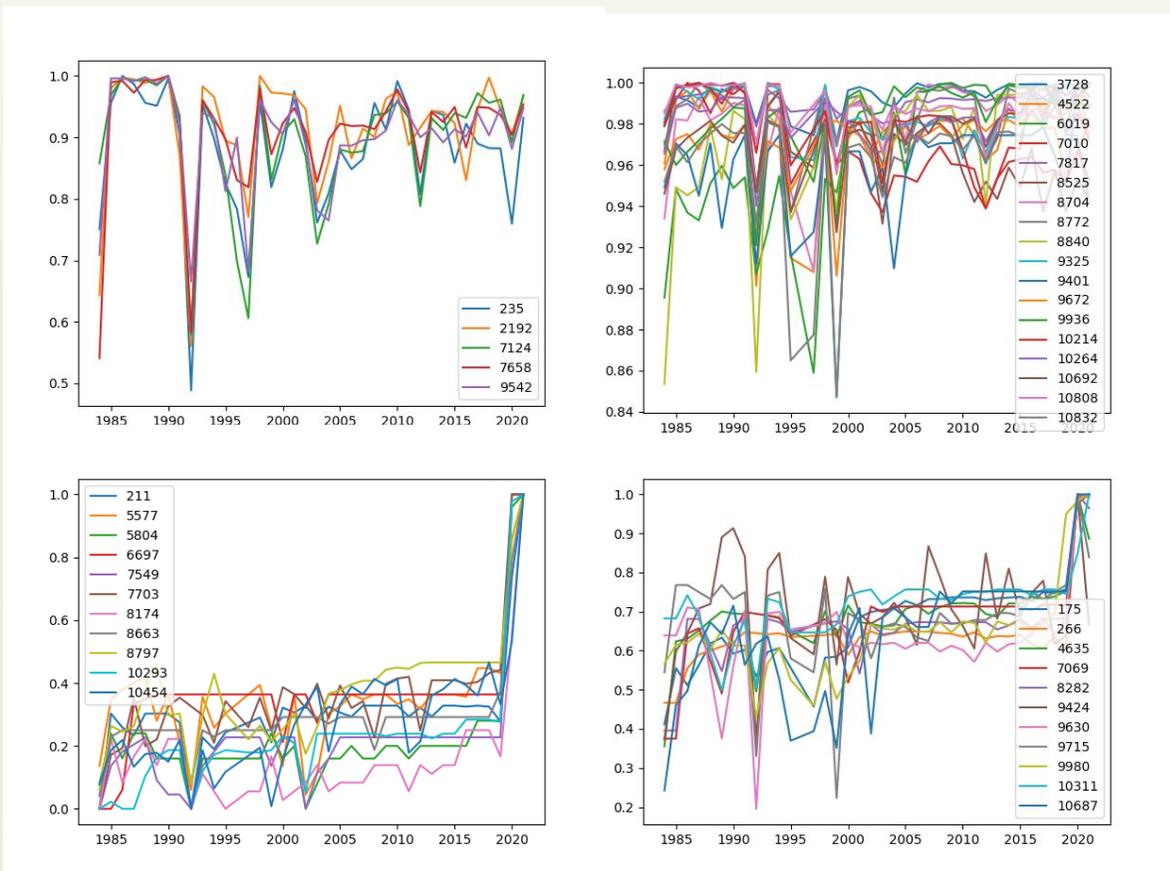




Результаты исследования

Метод OPTICS

Ordering points to identify the clustering structure, OPTICS — это алгоритм нахождения кластеров в пространственных данных на основе плотности. Данный метод подбирает число кластеров, при этом часть объектов не относит к какому-либо кластеру.



Примеры динамики озер в отдельных выделенных кластерах



Результаты исследования

1. Данное исследование находится в начальной стадии. Перед исследователями была поставлена задача получить динамику площадей водной поверхности озер, расположенных в бассейне реки Урал с помощью спутниковых методов поскольку наземным способом это выявить невозможно. Ранее подобную оценку не проводили.
2. На основе использования возможностей облачной платформы Google Earth Engine и глубокого анализа данных получена динамика количества и суммарной площади водной поверхности озер бассейна реки Урал за период с 1984 по 2021 гг.
3. Максимальное количество озер на исследуемой территории наблюдалось в 2014 г. - 3062 озера, из них 1984 – на территории Российской Федерации, 1618 – на территории Казахстана. Минимальное количество озер отмечено в 1984 г. – 2438 объектов. Количество озер на территории Российской Федерации и Казахстана изменяется синхронно, коэффициент корреляции составляет 0,8. Однако в 2004, 2005, 2009, 2011 гг. на территории России наблюдалось уменьшение количества озер, в то время как на территории Казахстана зафиксировано увеличение данного показателя. В 2016 и 2020 гг. на территории России количество озер увеличивалось, а в Казахстане – уменьшалось.
4. Максимальная суммарная площадь водных объектов исследуемой территории наблюдалась в 1993 году, а минимальная – в 1984 и 1999 гг. На территории России это значение достигло максимума в 2014 году, минимума в – 1997 г., а на территории Казахстана в 1993 и 2020 гг., соответственно. Изменение площади водного зеркала озер происходит синхронно, коэффициент корреляции равен 0,7.
5. Кластерный анализ выявил несколько групп озер, площадь которых изменяется синхронно, однако для большинства озер выявлена разнородная динамика, требующая дальнейшего изучения.



Спасибо за внимание!