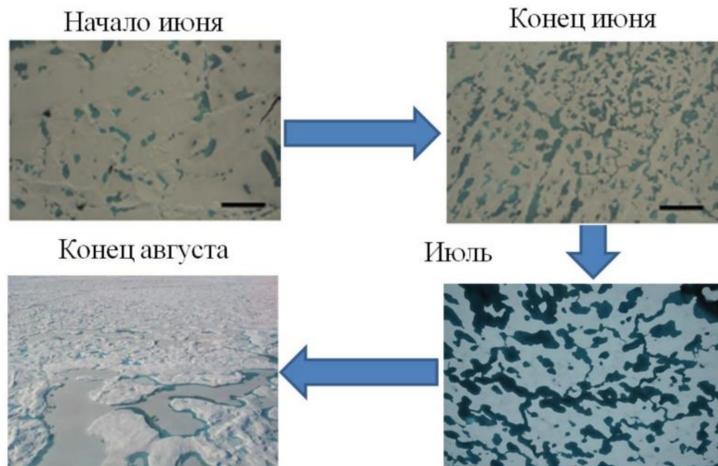


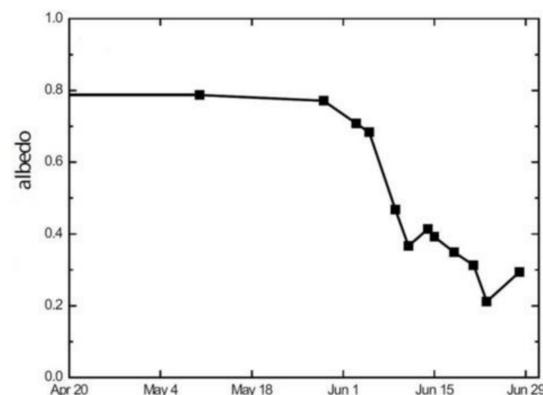
Критические явления в климатической системе Земли

- Во время сезона таяния, поверхность Арктического морского льда становится сложным объектом. Таяние льда сильно зависит от морфологических характеристик ледяного покрова, таких как размер и форма талых прудов (также известных как снежицы).
- Альbedo, отражательная способность льда, и процессы таяния тесно связаны с характеристиками талых прудов.

Эволюция талых прудов во время летнего сезона

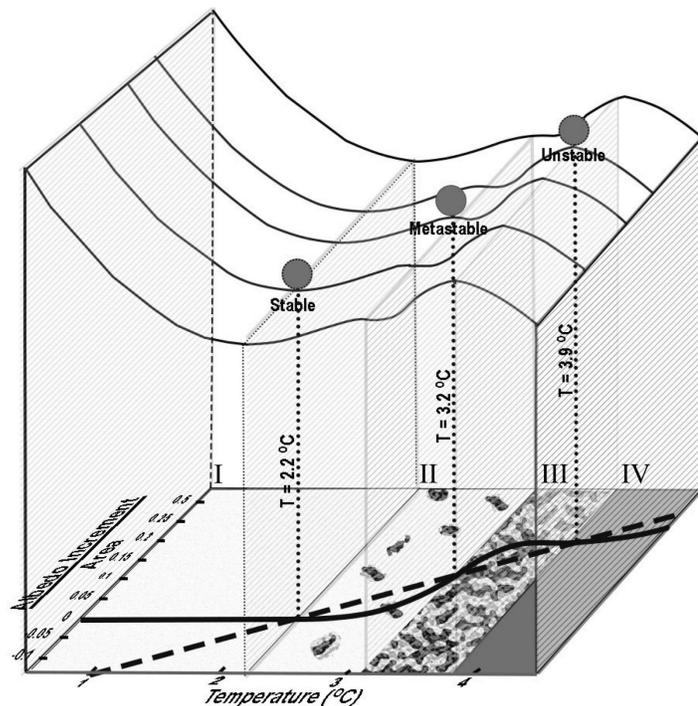


Критическое изменение альbedo морского льда при наличии талых прудов

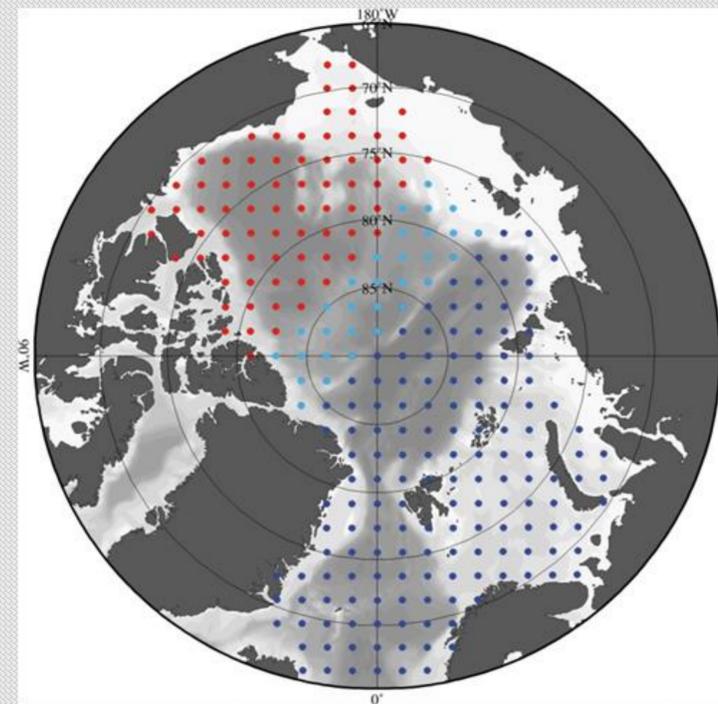


- Мы исследовали точки стабильности (stable) / метастабильности (metastable)/ неустойчивости (unstable) ледяного покрова Северного ледовитого океана в условиях изменения сложной геометрической структуры талых прудов (I - чистый лед; II - появление прудов простой круглой формы; III - сложная структура прудов; IV - океан свободный от льда).
- Рисунок показывает смоделированное изменение альbedo на единицу площади (albedo increment/area) по отношению к изменению температуры (temperature) ледяного покрова.

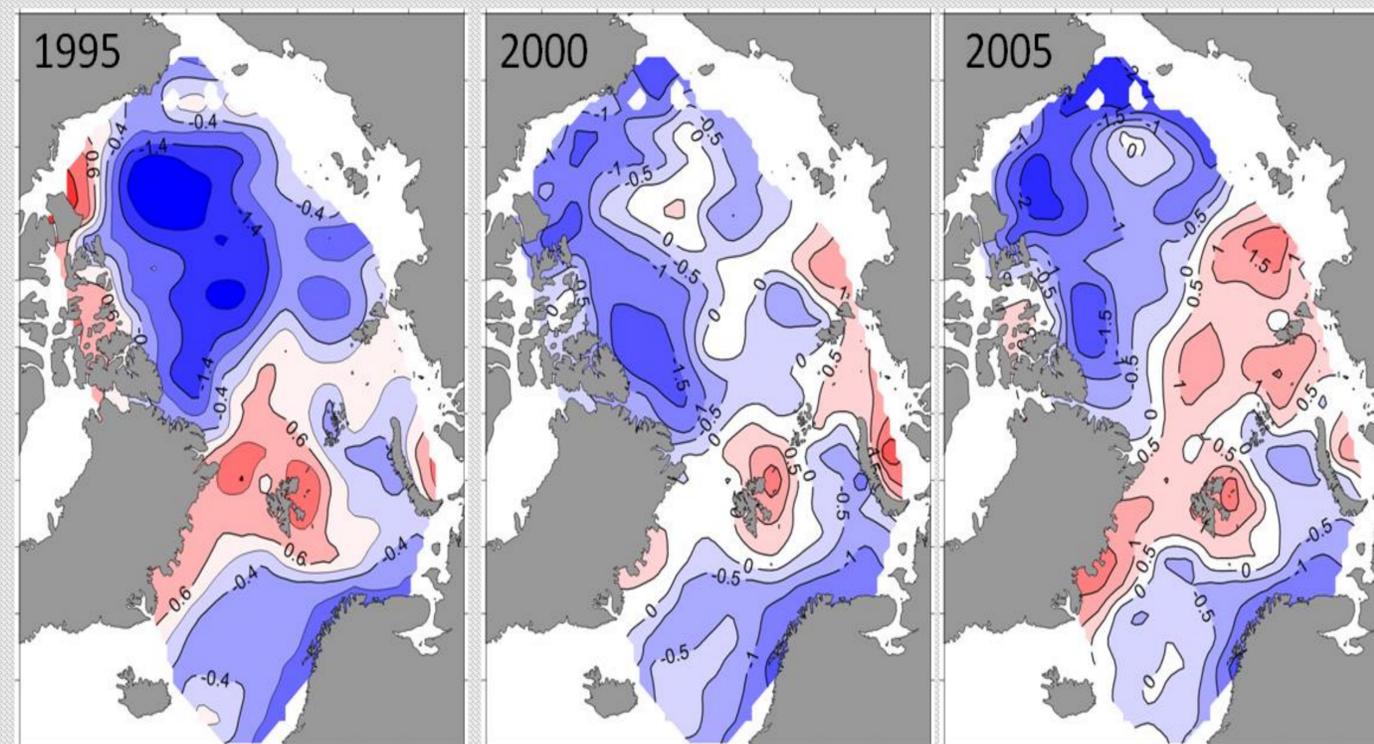
Критические точки в динамике таяния морского льда



- Не только морской лед и его структура играют важную роль в критических изменениях в Арктическом бассейне - изменение полей солёности Северного Ледовитого океана - важное критическое явление, влияющее на изменение циркуляции океана и крупномасштабных процессов в атмосфере Арктики. На этом этапе проекта, нами были разработаны статистические методы для изучения пространственно-временной структуры полей солёности слоя 5-50 м Арктического бассейна в зимний период по данным 1950-2014 гг. Подтверждена сопряженность типа распределения солёности с преобладающим типом атмосферной циркуляции.

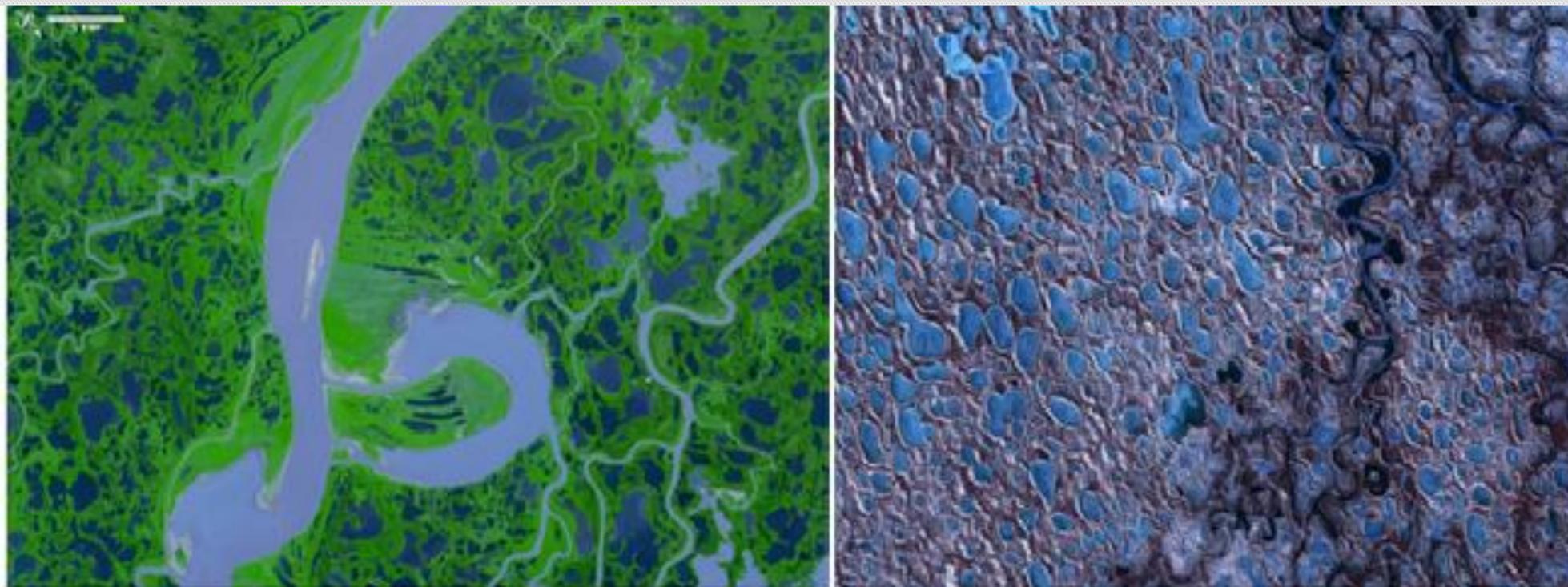


Станции для наблюдения полей солёности в Арктическом бассейне



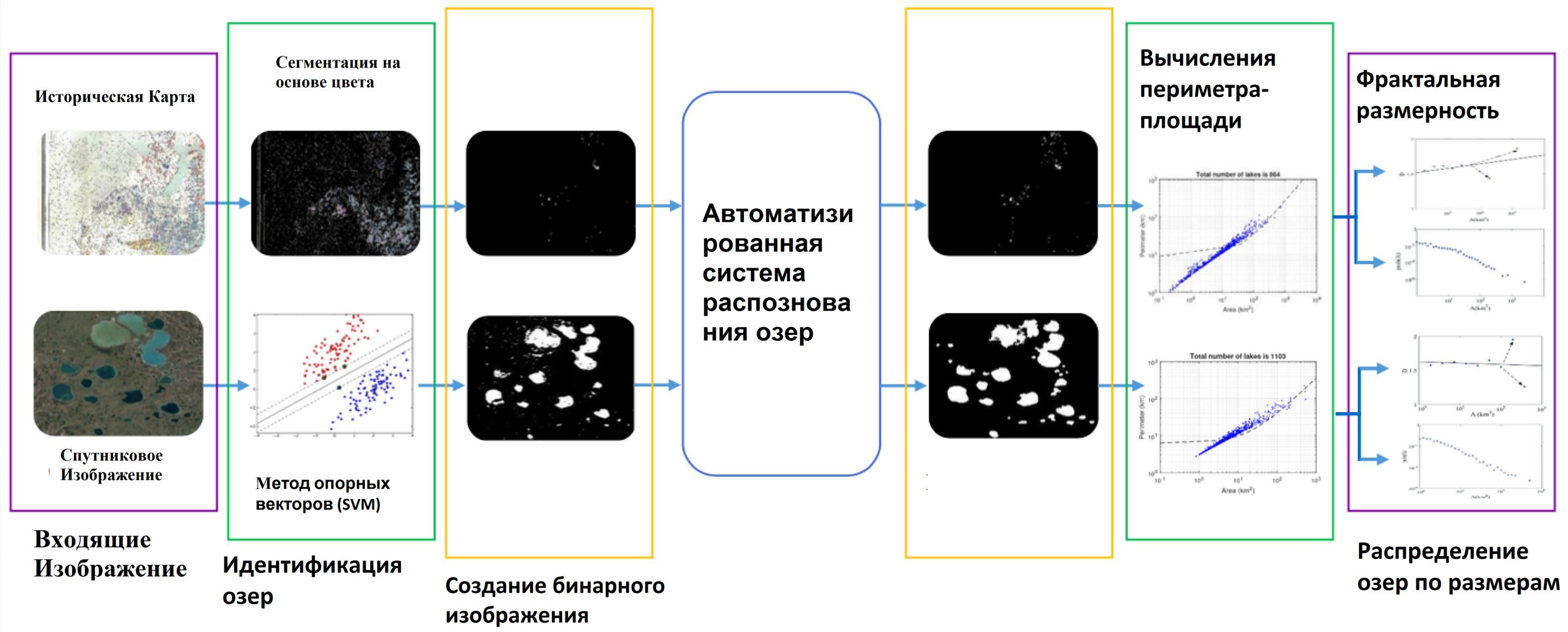
Изменения полей солёности в части Арктическом бассейне за 10 лет

Критические явления в климатической системе Земли



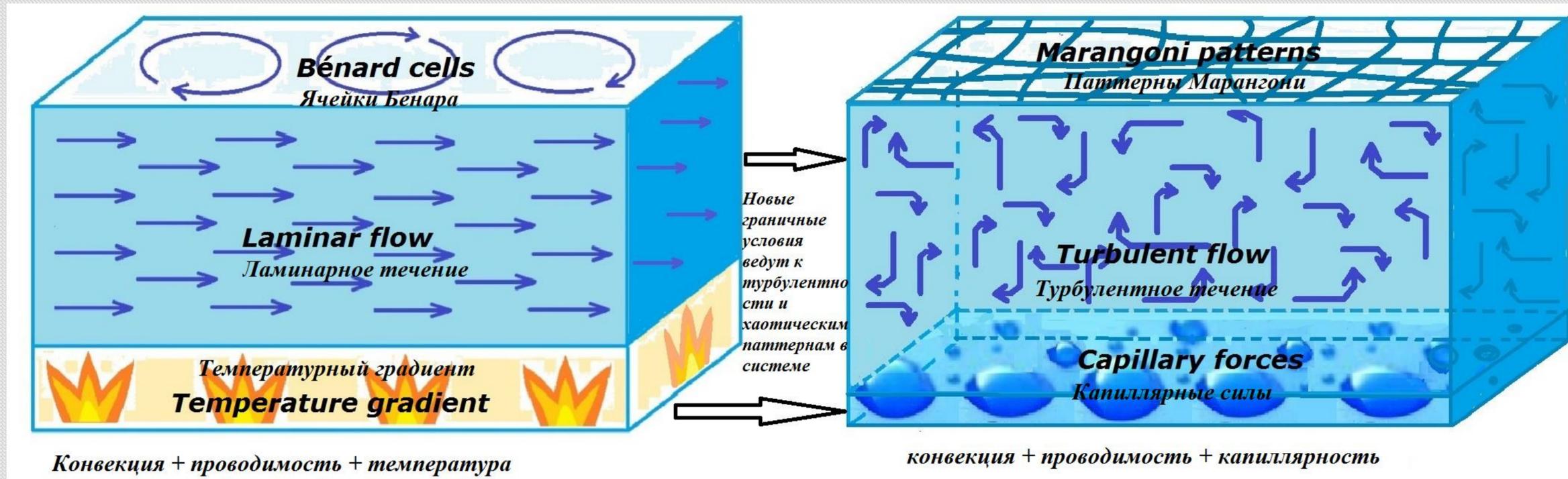
Целью этой части проекта является изучение геометрических свойств структур (паттернов) озер тундры и определение их размера и пространственного распределения, а также разработка методов анализа изображений тундровых озер, учитывающие специфику их паттернов.

Изученные тундровые озера Западной Сибири обладают стабильной фрактальной размерностью 1.65, которая не изменяется в течении долго времени. Однако, для озер с площадью больше чем 70 кв. км фрактальная размерность расщепляется и увеличивается практически до 2 или уменьшается до 1, что справедливо как для исторических карт, так и для современных спутниковых данных. Распределение озер по размерам носит характер степенного закона, озера могут, как уменьшать, так и увеличивать размер с течением времени, в зависимости от состояния окружающей среды.



Критические явления в климатической системе Земли

➤ Для построения теории нелинейной динамики атмосферы планеты нами была изучена система уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости с граничными условиями типа Марангони в двумерном случае. Для доказательства существования сложных динамических режимов в этой системе, мы использовали, так называемый, метод реализации векторных полей. Этим методом удалось показать, что более сложные бифуркации возникают в такой системе с нелинейным профилем температуры по сравнению с бифуркациями в классических системах Рэля-Бенара и Бенара-Марангони с простыми линейными вертикальными профилями температуры. Полученные математические результаты полезны для изучения сложных пространственных структур. В дальнейшем планируется применить полученные результаты для моделирования климатической системы.



➤ Изменение климата существенным образом влияет на динамику экосистем. Если экосистема содержит достаточно большое количество особей, то она может влиять на состояние окружающей среды посредством положительной/отрицательной обратной связи. В данной части работы мы рассматриваем динамику планктонных экосистем на основе модели экосистемы с большим числом особей, которые используют несколько ресурсов. Впервые в моделях такого класса мы вводим обратную связь между выживаемостью и доступностью ресурсов через параметр изменения температуры окружающей среды. Математически мы показали, что при большой скорости оборота ресурсов данная модель может быть сведена к простой системе дифференциальных уравнений типа Лотка-Вольтерра. В этом случае, динамика системы определяется ее положительной обратной связью с окружающей средой. Если уровень такой обратной связи достаточно высокий, то это приводит к массовому вымиранию в экосистеме.

