

## КОНКУРС НАУЧНЫХ РАБОТ ИКИ РАН 2018 г.

### Авторы:

Тихонов В.В., Шарков Е.А.

### Название:

Теоретическое исследование фенологии ледяного покрова больших пресноводных озер по данным радиометра MIRAS спутника SMOS.

### Публикация:

1. **Tikhonov V.**, Khvostov I., Romanov A., **Sharkov E.** Theoretical study of ice cover phenology at large freshwater lakes based on SMOS MIRAS data. // *The Cryosphere*. 2018. V. 12. № 8. P. 2727-2740. DOI: <https://doi.org/10.5194/tc-12-2727-2018>. (Web of Science, IF=4.524, Q1).

### Аннотация

#### Актуальность:

Озерный и речной лед играют важную роль в биологических, химических и физических процессах холодных пресноводных регионов. Пресноводный лед также имеет большое экономическое значение: от гидроэлектроэнергетики и транспорта (например, от продолжительности ледовых и открытых водных сезонов) до возникновения и уровня наводнений, которые могут нанести серьезный ущерб инфраструктуре и имуществу. Помимо значительного влияния на биофизические и социально-экономические системы, пресноводный лед также является чувствительным индикатором вариаций и изменения климата. По оценкам, пресноводный лед покрывает общую площадь  $1,7 \times 10^6$  км<sup>2</sup> Северного полушария (определяется при максимальной к северу от изотермы января 0°C, за исключением ледникового щита Гренландии) и объемом  $1,6 \times 10^3$  км<sup>3</sup>. Ориентировочная площадь пресноводного льда почти равна показателю ледяного покрова Гренландии. Озера, образующие сезонный ледяной покров, являются основным компонентом наземного ландшафта. Они покрывают приблизительно 2% поверхности Земли, причем большинство из них расположено в Северном полушарии. Оценки их ареала могут достигать до 40-50% в некоторых регионах Арктики и субарктического региона. Озера имеют самые высокие скорости испарения любой высокоширотной наземной поверхности. Они важны для региональных климатических и метеорологических процессов. Мелкие озера быстро теплеют весной и имеют очень высокие скорости испарения, пока они не замерзнут осенью. Большие озера занимают более длительный период нагрева, но в начале зимы дольше остаются безо льда (или частично безо льда), и их общее испарение значительно больше. Наличие (или отсутствие) ледяного покрова на озерах в зимние месяцы влияет на региональные климатические и погодные явления. Поэтому мониторинг озерного льда имеет решающее значение для анализа и прогнозирования высокоширотных погодных и

климатических явлений.

### **Решаемая задача и используемый подход:**

В данной работе представлен теоретический анализ сезонных вариаций яркостной температуры ряда больших пресноводных озер (Байкал, Ладожское, Большое Медвежье, Большое Невольничье и Гурон) по данным радиометра MIRAS (1.4 GHz) спутника SMOS. Анализ выполнен на основе модели микроволнового излучения плоскостной неоднородной, неизотермической среды. В качестве входных параметров модели были использованы реальные климатологические характеристики регионов, а также гляциологические параметры ледяного покрова, исследуемых озер. Проведенные исследования выявили три ярко выраженные сезонные области значений яркостных температур, соответствующие различным фенологическим фазам поверхности озер: устойчивый ледяной покров, разрушение и таяние льда и открытая водная поверхность. Объяснение обнаруженных сезонных зависимостей яркостной температуры больших пресноводных озер выполнено впервые.

### **Результаты:**

- 1) На основе авторской модели собственного микроволнового излучения плоскостной неоднородной, неизотермической среды выполнен анализ фенологических фаз ледяного покрова крупных пресноводных водоемов по данным радиометра MIRAS (1.4 ГГц) спутника SMOS (на примере озер Байкал, Ладожское, Большое Медвежье, Большое Невольничье, Гурон).
- 2) Сопоставление спутниковых данных с модельными расчетами позволило выявить для замерзающих пресноводных озер три временные области значений яркостных температур: первая область связана с излучением свободной ото льда водной поверхности; вторая - с установившимся на поверхности озер ледяным покровом; а третья область, характеризующаяся кратковременным резким возрастанием яркостной температуры на величину 40-90 К, соответствует периоду кардинального изменения в структуре ледяного покрова (период интенсивного разрушения и таяния).
- 3) Создана методика определения начала весеннего разрушения льда озера по спутниковым данным. Полученные результаты могут быть использованы для определения сроков действия ледовых переправ (зимников) так как, начиная с этого периода лед, становится ненадежным и не может быть использован в качестве естественных переправ через водные объекты (реки, озера).