

## ИЗУЧЕНИЕ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДЗЗ

Клюев П.В.<sup>1</sup>, Лебедев С.А.<sup>2,3</sup>, Богоутдинов Ш.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Тверской государственный университет, Тверь

<sup>2</sup> – Россия Геофизический центра РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> – Майкопский государственный технологический институт, Майкоп, Москва, Россия

В данной работе показаны методы идентификации ледового покрова Рыбинского водохранилища по данным альтиметрии и радиометрии и результаты исследования его климатического изменения на акватории водохранилища. Было проанализировано совместное распределение радиояркостной температуры на частотах 18 и 34 ГГц и коэффициента обратного рассеивания в Ки-диапазоне, получаемых по синхронным данным СВЧ-радиометра и альтиметра, расположенных на борту одного спутника.

Первый метод основан на совместном анализе 3-х мерного распределения радиояркостных температур и коэффициента обратного рассеивания с применением алгоритма кластеризации, построенного на основе дискретного математического анализа, для плоских скоплений, которые идентифицировались как чистая вода и лед.

Второй метод основан на анализе разности максимальной и минимальной радиояркостных температур на частотах 18 и 34 ГГц вдоль каждого трека, которые содержали данные как с акватории водохранилища, так и с суши.

Верификация обоих методов проводилась по спутниковым изображениям в видимом диапазоне спектрорадиометра MODIS спутников Terra и Aqua, спектрометра MERIS спутника ENVISAT.

По данным спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2/3 в периоде с 1992 по 2017 год включительно время начала ледостава увеличивается на 0,7-0,8 суток за год, а начала разрушения ледяного покрова уменьшается на 0,2-0,3 дня за год. Длительность ледостава за 1992-2017 года сокращалась на 0,9 суток за год. Наибольшие значения длительности ледостава отмечались зимой 2016/2017 годов и равнялась 168 дней, наименьшая – обнаруживается в период зимы 2006/2007 годов и равнялась 134 дня.

Работа выполнена в рамках государственного задания ГЦ РАН, утвержденного ФАНО России (тема № 0145-2016-0005) (подготовка данных) при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-05-41117\_РГО\_а «Оценка современного гидрологического состояния крупных озер и водохранилищ Восточно-Европейской равнины на основе численного моделирования и новых алгоритмов обработки данных спутникового микроволнового зондирования» (интерпретация и анализ полученных результатов).

## STUDY OF THE ICE SITUATION OF THE RYBINSK RESERVOIR BASED ON REMOTE SENSING DATA

Klyuev P.V.<sup>1</sup>, Lebedev S.A.<sup>2,3</sup>, Bogoutdinov Sh.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Tver State University, Tver

<sup>2</sup> – Russia Geophysical Center RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup> – Maykop State Technological Institute, Maykop, Moscow, Russia

This work shows the methods for identifying the ice cover of the Rybinsk reservoir based on altimetry and radiometry data and the results of a study of its climatic change in the reservoir water area. The joint distribution of the radio-brightness temperature at frequencies