



## ЕЖЕГОДНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 11  
2021

Уважаемый читатель! Вашему вниманию предлагается очередной, одиннадцатый выпуск бюллетеня, в начале которого традиционно дана информация о состоянии и пополнении базы данных Центра, а также о развитии его информационно-технологического комплекса. В 2021 году база данных Центра пополнилась как результатами наземных наблюдений, которые составляют основную её часть, так и данными спутниковых наблюдений за уровнем воды, полученными из Лаборатории геофизических исследований океана (LEGOS) Национального космического агентства Франции (CNES).

В статье Ж.-Ф. Крето, представляющего LEGOS, содержится информация о дальнейшем развитии проекта по исследованию озёр с помощью спутников, который выполняется в рамках международной программы «Инициатива по изменению климата» (Climate Change Initiative, CCI). Исследование основано на сопоставлении данных спутниковых и наземных наблюдений за уровнем воды озёр. На данном этапе актуален вопрос, насколько повысилась точность спутниковых данных в связи с использованием новых спутников, работающих в режиме высокого разрешения.

Осенью 2021 года состоялось очередное, седьмое заседание Научно-координационного комитета Центра. В данном выпуске представлена краткая информация о результатах заседания, прошедшего в формате видеоконференции.

В заключение, как всегда, выражаю искреннюю благодарность и признательность представителям организаций, сотрудничающих с Центром.

*Начальник Центра,  
д. г. н., проф. В. С. Вуглинский*



Озеро Киово (Россия)

## РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЦЕНТРА

Л. Н. Баринаева, Г. С. Баринаева, Е. И. Куприёнок (HYDROLARE, Россия)

В Центре продолжалась работа по сбору, анализу и подготовке данных, а также по их преобразованию к единому виду, необходимому для загрузки в базу HYDROLARE. Как и прежде проводилась работа по поиску, распознаванию и отбору данных по уровням и температуре воды водоёмов, представленных на сайтах соответствующих служб Канады, Словении, США и Швеции. В дополнение к ранее полученным, поступили данные по различным элементам режима озёр и водохранилищ Белоруссии за 2019 и Швейцарии за 2018 год.

База данных пополнилась информацией об уровнях воды на постах Белоруссии (10), Швейцарии (33), Словении (2), Швеции (6), Канады (15), США (43), России (104), а также об осреднённых по водоёму уровнях воды озёр России (11).

Подготовлены и загружены данные по средней месячной и максимальной температуре воды по постам Белоруссии (10), Словении (2), России (18).

По Каспийскому морю загружены данные по уровням и температуре воды соответственно по 12 и 10 постам прибрежных стран.

База данных пополнилась также данными по максимальной толщине льда на постах Белоруссии (20), Эстонии (17), Молдавии (6), России (48).

В рамках международного сотрудничества с LEGOS Центр получил данные спутниковых наблюдений за уровнем воды на 37 водоёмах планеты. По 9 из них данные поступили впервые.

С учётом данных, поступивших ранее, общее число водоёмов со спутниковыми наблюдениями достигло 87, а количество стран, на которых они расположены – 35.

Всего в базе данных Центра содержатся данные наблюдений по 1050 водоёмам 46 стран.

В соответствии с рекомендацией Международного научно-координационного комитета Центра, осуществлено развитие существующей поисковой системы, позволяющее определить источник данных по каждому гидрологическому посту. Доступ к сведениям обо всех источниках данных осуществляется через картографический интерфейс на странице «Organizations holding data on hydrology of lakes and reservoirs». Организации, предоставившие данные, отмечены маркерами на карте Google, нажав на которые можно получить название организации (рисунок 1).

На той же странице представлен список этих организаций со ссылками на их сайты, доступный для скачивания.

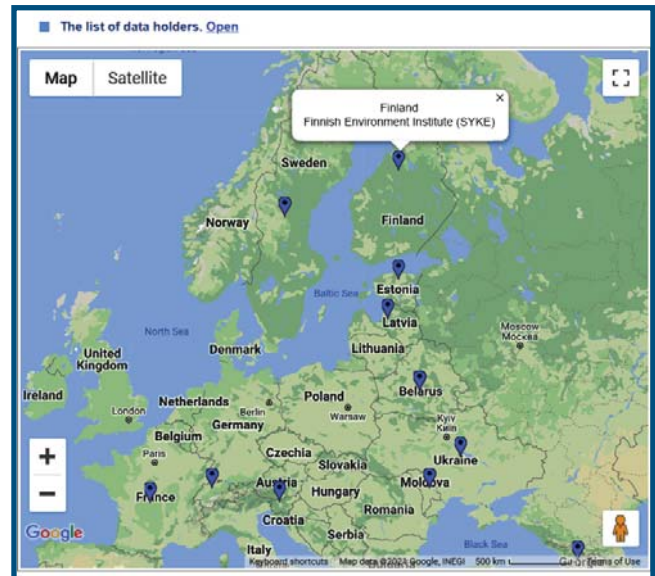


Рисунок 1. Организации - источники данных

На сайте Центра размещён список нерегулируемых (естественных) водоёмов, рассматриваемых в качестве индикаторов изменений климата (ECV-Lakes) в рамках реализации международной программы GCOS (Глобальная система наблюдений за климатом). Через интерактивный картографический интерфейс можно получить информацию о 79 водоёмах, расположенных в 43 странах. Для каждого водоёма отмечен маркером, доступны его координаты, высота над уровнем моря, площадь водной поверхности, а также сведения о наличии данных наблюдений (рисунок 2).



Рисунок 2. Водоёмы - индикаторы климата (ECV-Lakes)

## ИЗУЧЕНИЕ ОЗЁР С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВ: ПРОЕКТ ССИ И ФРАНКО-РОССИЙСКИЙ ГРАНТ

Ж.-Ф. Крето (LEGOS/CNES, Франция)

Лаборатория геофизических исследований океана (LEGOS) Национального космического агентства Франции (CNES) и Государственный гидрологический институт (ГГИ) участвуют в выполнении проекта ESA (Европейского космического агентства (ЕКА)) по изучению озёр с помощью спутников в рамках программы «Инициатива по изменению климата» (CCI). Целью указанной программы является разработка методологии корректировки спутниковых наблюдений на основании их сопоставления с наземными данными на примере больших озёр. Спутниковые данные, необходимые для выполнения этой работы, предоставляет Лаборатория LEGOS, а наземные – ГГИ. Создана единая интегрированная база данных, содержащая многолетние среднемесячные и среднегодовые уровни воды крупных озёр планеты. Эта база данных имеет большое значение для выполнения Плана реализации проекта GCOS и развития инициативы GTN-H (Глобальная сеть наблюдений – гидрология).

Наземная сеть измерений уровня воды озер необходима для улучшения наших знаний о водном балансе этих водных объектов, роли озер в формировании климата на Земном шаре, однако, наземные наблюдения во всем мире сокращаются. Многие исследования показали, что спутниковые данные могут дополнять наземные данные наблюдений. В то же время спутниковые данные отличаются большими расстояниями между треками (от 50 км до 350 км на экваторе) и большими временными интервалами (период оборота по орбите

от 10 до 27 дней). На спутниковые измерения не влияют погодные условия, однако методика обработки спутниковых данных может быть связана с рядом ограничений. Кроме того, такие данные часто имеют существенные погрешности, связанные как с техническими ошибками самих измерений, так и с методологическими проблемами обработки данных. Точность спутниковых измерений уровня воды озёр сильно варьирует под влиянием многих факторов: быстро меняющейся подстилающей поверхности, погрешностей приборов и др.

В рамках реализации CCI должны быть выполнены количественная оценка точности спутниковых измерений, сопоставление спутниковых и наземных данных измерений уровня воды озёр и усовершенствование методики корректировки спутниковых данных для повышения их точности. Последнее зависит как от конструкции высотометров, так и от специального алгоритма, предназначенного для обработки спутниковых измерений.

В 2016 и 2018 годах ЕКА запустило два спутника: Sentinel-3A и Sentinel-3B, каждый из которых будет работать по 12 лет. Это гарантирует непрерывность временных рядов измерений в течение почти четверти века, поскольку за ними последует серия из двух других спутников: Sentinel-3C и Sentine-3D. Эти спутники оснащены высокоточными радарными высотометрами SAR (Synthetic Aperture Radar), которые намного точнее, чем классические радары с низким разрешением (LRM), использовавшиеся в более ранних миссиях, таких как Topex/Poseidon, Jason (1, 2 и 3) или Envisat.

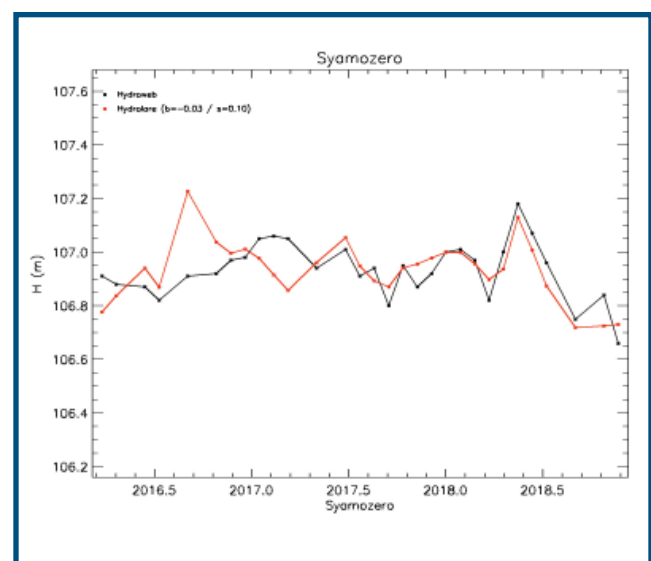
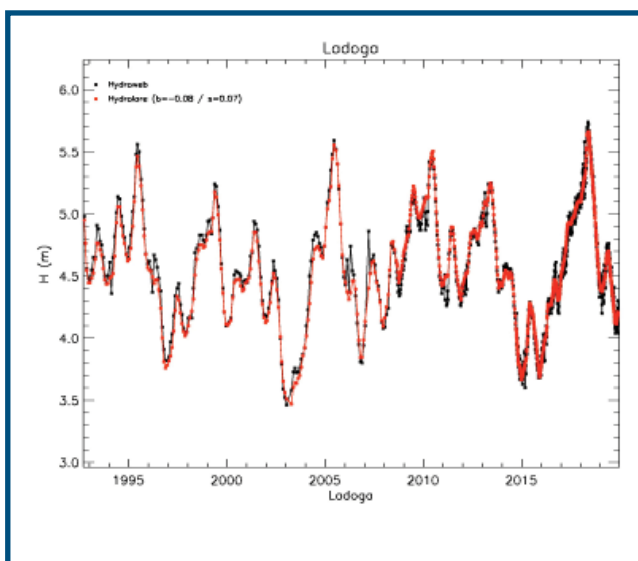


Рисунок 3. Предварительные результаты взаимосравнений спутниковых и наземных данных по уровню воды Ладоги и Сямозера

Обработка данных, полученных в режиме высокого разрешения, выполненная в CNES при участии LEGOS, продемонстрировала увеличение точности данных измерений в 2 – 5 раз для небольших озёр площадью в несколько гектаров. Это открывает многообещающие перспективы, поскольку появляются возможности для расширения мониторинга изменений уровней сотен озёр в глобальном масштабе (Boy F., Crétau J.-F., Boussaroque M., & Tison C., 2021, Improving Sentinel-3 SAR mode processing over lake using numerical simulations, in press, IEEE).

Спутниковая альтиметрия имеет длительную историю мониторинга уровней озёр, что позволило создать многолетние ряды спутнико-

вых наблюдений, которые широко используются научным сообществом в рамках проекта CCI. Одна из целей российско-французского сотрудничества в рамках проекта CCI состоит в том, чтобы определить, используя наземные данные наблюдений, насколько может увеличиться точность данных, получаемых с помощью новых спутников, по сравнению с предыдущими миссиями. Эта работа выполняется на примере трёх десятков озёр, расположенных большей частью на северо-западе России. Первые результаты исследования показали, что в настоящее время спутниковые данные позволяют получить сантиметровую точность при измерении уровня воды на больших озёрах и дециметровую – на малых (рисунок 3).

## СЕДЬМОЕ ЗАСЕДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО КОМИТЕТА HYDROLARE

*В. С. Вуглинский (HYDROLARE, Россия)*

Седьмое заседание Научно-координационного комитета (НKK) Международного центра данных ВМО по гидрологии озёр и водохранилищ (HYDROLARE) было организовано Государственным гидрологическим институтом (ГГИ) в формате видеоконференции и состоялось 27 октября 2021 года (из-за пандемии коронавируса заседание НKK в 2019 году не проводилось).

С отчётом о деятельности Центра за период с августа 2017 года (после шестого заседания НKK) по октябрь 2021 года выступил начальник центра В. С. Вуглинский. Информацию о формировании и ведении базы данных и развитии информационно-технологического комплекса, включая сайт Центра, представили сотрудники Центра Е. И. Куприёнок и Л. Н. Барина. Среди основных достижений центра были отмечены:

- продолжение сбора данных по водоёмам стран – членов ВМО и их загрузки в базу;
- продолжение сотрудничества с Лабораторией геофизических исследований океана LEGOS;
- обеспечение постоянного функционирования англоязычного сайта Центра, в том числе средств информирования пользователей о текущем содержании базы данных;
- постоянное сотрудничество с ВМО и международной программой GCOS по вопросам, связанным с деятельностью Центра;
- подготовка и публикация очередных выпусков Ежегодного информационного бюллетеня HYDROLARE (за 2018, 2019 и 2020 годы).

Участники заседания высоко оценили деятельность Центра за период, прошедший после шестого заседания НKK.

С информацией о формировании новых гидрологических структур в рамках реорганизации ВМО, их целей, задач и перспектив международного сотрудничества по гидрологии выступил представитель ВМО Д. Боро (Швейцария). Он подчеркнул важную роль глобальных гидрологических центров в реализации гидрологической программы ВМО.

С сообщением о развитии сети глобальных центров гидрологических данных проекта GTN-H выступил представитель Федерального института гидрологии (BfG) Т. Рекнагель (Германия). О текущем статусе Глобального центра данных по речному стоку (GRDC) и перспективах его деятельности представил информацию директор Центра У. Лузер (Германия).

Деятельность лаборатории LEGOS по ведению мониторинга уровней озёр по данным спутниковой альтиметрии осветил заместитель директора лаборатории Ж.-Ф. Крето (Франция).

После заслушивания докладов и сообщений состоялась общая дискуссия и были согласованы основные направления дальнейшего развития Центра на 2021 – 2023 годы.

Отчёт о седьмом заседании Научно-координационного комитета HYDROLARE будет размещён на официальном сайте Центра: [www.hydrolare.net](http://www.hydrolare.net).