



ЕЖЕГОДНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Уважаемый читатель! Вы держите в руках очередной, десятый выпуск бюллетеня, который в этом году из-за проблем, связанных с пандемией коронавируса, вышел в свет в конце года. Традиционно в этом выпуске представлена информация о пополнении базы данных Центра и о его технологическом развитии, направленном на совершенствование сервиса по информированию пользователей о данных, которые могут быть предоставлены Центром.

В статье Ж.-Ф. Крето, представляющего Лабораторию геофизических исследований океана (LEGOS) Национального космического агентства Франции (CNES), содержится информация о развитии проекта по исследованию озёр с использованием спутников (проект «Озёра»), который выполняется в рамках международной программы «Инициатива по изменению климата» (Climate Change Initiative, CCI). Цель проекта – разработка методологии определения пяти переменных в составе индикатора изменений климата ECV-Lakes: уровень воды, площадь озера, температура поверхности воды, ледяной покров, отражательная способность озера. Первый этап этого проекта завершён.

В 2020 году база данных Центра была пополнена данными спутниковых наблюдений за уровнем воды на 73 водоёмах планеты, любезно предоставленными Лабораторией LEGOS.

Важным событием 2021 года станет очередное совещание Научно-координационного комитета Центра, которое планируется провести в Санкт-Петербурге в октябре.

В заключение, как всегда, хочу высказать искреннюю признательность представителям стран, сотрудничающих с Центром.

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



Озеро Малое Маркинское (Россия)

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЦЕНТРА

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

В 2019 и 2020 годах продолжалось пополнение базы данных и развитие информационно-технологического комплекса Центра.

Основным направлением развития стало совершенствование сервиса по информированию пользователей о данных, которые могут быть предоставлены Центром.

В этих целях на сайте Центра hydrolare.net размещена интерактивная карта-каталог водоёмов, представленных в базе данных HYDROLARE (рис. 1). На карте голубыми маркерами обозначены водоёмы, по которым имеются наземные наблюдения, фиолетовыми – спутниковые, красными – оба вида наблюдений.

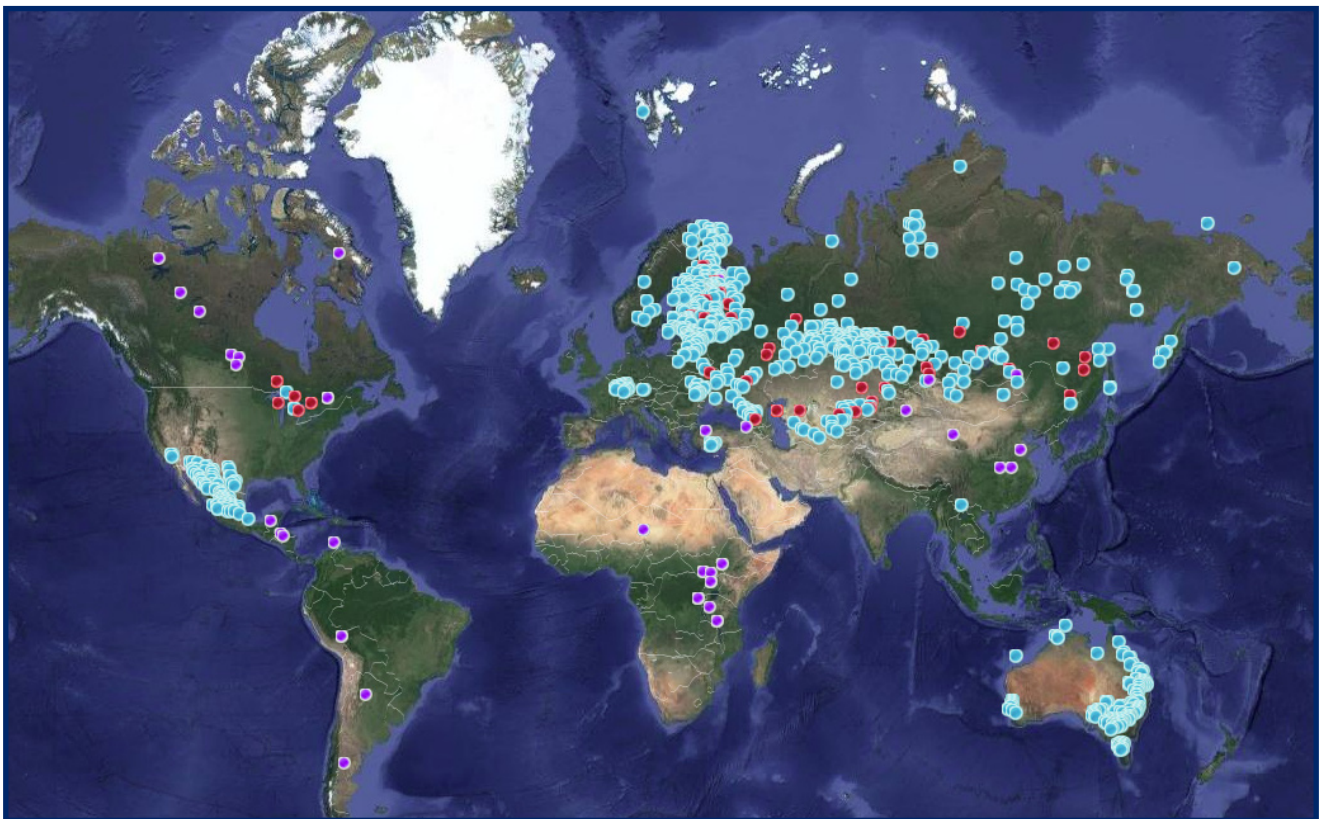


Рис. 1. Интерактивная карта-каталог водоёмов, представленных в базе данных HYDROLARE

Для получения информации по водоёму достаточно нажать на соответствующий маркер. Появится окно, в котором представлены сведения о местоположении водоёма, видах имеющихся данных и периодах наблюдений по каждому виду (рис. 2).

Информацию обо всех водоёмах сразу можно, как и раньше, получить, воспользовавшись каталогом в формате Excel-файла на странице сайта [hydrolare.net/Data/Catalogue of lakes and reservoirs](http://hydrolare.net/Data/Catalogue%20of%20lakes%20and%20reservoirs). Интерактивная карта расположена на этой же странице. С помощью поисковой системы на странице сайта [hydrolare.net/Data/Data availability in the HYDROLARE database](http://hydrolare.net/Data/Data%20availability%20in%20the%20HYDROLARE%20database) можно получить более подробную информацию, причём не только о водоёмах, но и о постах на них.

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 в предшествующие годы, в 2019 и 2020 годах проводилась работа по поиску, распознаванию и отбору данных по уровням и температуре воды водоёмов, представленных на сайтах соответствующих служб Канады, США, Швеции и Словении. В дополнение к ранее полученным, поступили данные по различным элементам режима озёр и водохранилищ Белоруссии и Швейцарии за 2017 год.

База данных пополнилась информацией об уровнях воды на постах Белоруссии (10), Швейцарии (33), Словении (2), Швеции (6), Канады (23), США (43), России (210).

Были также подготовлены и загружены данные об осреднённых по водоёму уровнях воды озёр России (13) и Великих американских озёр (5).

Кроме того, были загружены данные по средней месячной и высшей температуре воды по постам Белоруссии (29), Казахстана (76), Киргизии (8), Словении (2), России (100).

В рамках международного сотрудничества с Лабораторией LEGOS, которую представляет Ж.-Ф. Крето, Центру были предоставлены данные спутниковых наблюдений за уровнем воды на 73 водоёмах планеты. По 20 из них данные поступили впервые (таблица 1). По 49 водоёмам, в том числе по Каспийскому морю, данные были пополнены по 2020 год.

Таким образом, общее число водоёмов со спутниковыми наблюдениями достигло 78.

Данные, содержащиеся в базе Центра, как и прежде, предоставлялись пользователям по их запросам.

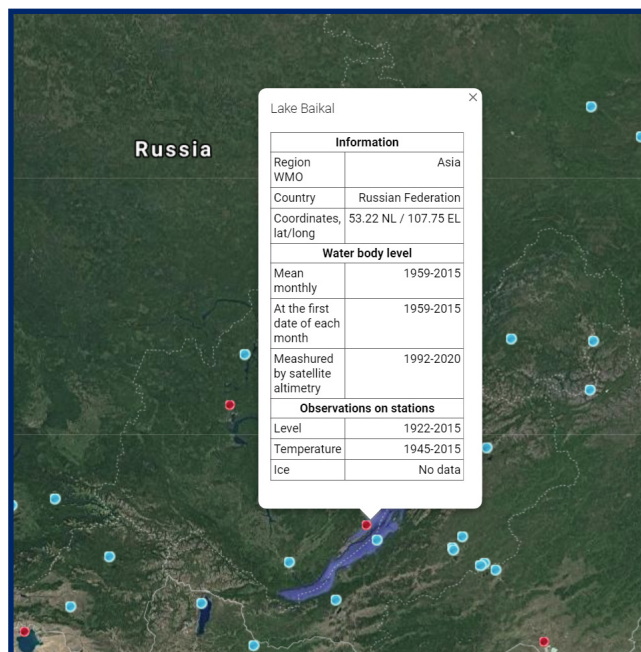


Рис. 2. Фрагмент интерактивной карты с информацией о наличии данных по озеру Байкал

Таблица 1. НОВЫЕ ВОДОЁМЫ СО СПУТНИКОВЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В БАЗУ ДАННЫХ HYDROLARE

№	Водоём	Страна	Период	№	Водоём	Страна	Период
1	Белое	Российская Федерация	2016-2020	11	Ханка	Российская Федерация	2000-2020
2	Сегозерское		2008-2020	12	Удыль		2013-2020
3	Вагатозеро		2008-2019	13	Кулундинское		2016-2020
4	Верхнее Куйто		2008-2020	14	Чукочье		2016-2020
5	Выгозеро		2008-2020	15	Карасор	Казахстан	2016-2020
6	Янисъярви		2008-2019	16	Капчагайское		1992-2020
7	Камское		2008-2020	17	Токтогульское	Киргизия	1995-2020
8	Барун-Торей		2016-2020	18	Сарыкамьшское	Туркмения	1992-2020
9	Болонь		2008-2020	19	Севан	Армения	1995-2020
10	Чукчагирское		2008-2019	20	Кременчугское	Украина	1992-2020

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЁР СО СПУТНИКОВ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «ИНИЦИАТИВА ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА»

Ж.-Ф. Крето (LEGOS/CNES, Франция)

До недавнего времени изучение гидрологических характеристик озёр выполнялось, в основном, на основании наземных наблюдений. В последние 20 – 25 лет для изучения природных объектов, в том числе озёр, и происходящих на них процессов стали активно применяться искусственные спутники Земли. Однако, данные спутниковых наблюдений на озёрах нуждаются в калибровке и валидации по данным наземных измерений.

В 2017 году стартовала крупная международная программа Европейского космического агентства «Инициатива по изменению климата» (Climate Change Initiative, CCI). В рамках этой программы выполняется проект «Озёра» по исследованию озёр с использованием спутников, который стартовал в феврале 2019 года и рассчитан на три года. Лаборатория LEGOS и ГГИ участвуют в выполнении этого проекта, направленного на разработку

методологии определения с помощью спутников следующих пяти переменных, составляющих индикатор изменений климата ECV-Lakes (в рамках международной программы Глобальной Системы Наблюдений Климата (ГСНК)):

- уровень воды в озере (LWL): определяет баланс между притоком и оттоком воды в озере;
- площадь озера (LWE): свидетельствует о повышении водности в ледниковых регионах и усилении засушливости в умеренной зоне;
- температура поверхностных вод озера (LSWT): коррелирует с региональными температурами воздуха;
- ледяной покров озера (LIC): изменение сроков замерзания осенью и таяния весной является показателем изменения климата;
- отражательная способность озера (LWLR): индикатор биогеохимических процессов (например, сезонных колебаний биомассы фитопланктона) и частоты экстремальных явлений.

Общая цель проекта «Озёра» состоит в том, чтобы подготовить и выполнить корректировку и валидацию вышеуказанных переменных. Проект ориентирован на достаточно длительный период комбинированных спутниковых наблюдений, включающий получение и оперативную обработку спутниковых данных, с конечной целью создания единого технологического комплекса обработки спутниковой информации.

Основная цель **первого этапа** проекта заключалась в том, чтобы обеспечить потребителей набором однородных переменных индикатора ECV-Lakes с точки зрения содержания, формата и временного периода. Этот этап был завершён: <https://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/3c324bb4ee394d0d876fe2e1db217378>. Учитывая количество параметров, указанная работа основывалась на опыте предыдущих подобных проектов, без полного учёта требований пользователей и разработки новых алгоритмов.

На **втором этапе** проекта база данных будет усовершенствована с учётом требований потребителей, применения новых алгоритмов обработки данных и расширения состава озёр (в настоящее время в базе данных проекта представлено 250 озёр). Важной частью работы является проверка качества спутниковых данных. Лаборатория LEGOS и HYDROLARE работают с наборами наземных и спутниковых дан-

ных наблюдений за уровнем воды российских озёр. Основное внимание уделяется водоёмам Северо-Запада России: крупным (Ладожское, Онежское, Ильмень) и среднего размера (Сегозерское, Кумское, Верхнее Куйто, Выгозеро и другие).

Первые результаты сопоставления этих данных показали их хорошую согласованность и, в большинстве случаев, достаточную точность спутниковых данных, особенно при рассмотрении крупных озёр (рис. 3, 4).

Тот же результат характерен и для меньших по размерам озёр в случае использования современных альтиметров, установленных на спутниках Sentinel 3A и Sentinel 3B. Кроме того, совместное использование наземных и спутниковых измерений позволяет получить длительные и непрерывные многолетние ряды данных по уровню воды озёр, поскольку имеющиеся спутниковые измерения позволяют заполнить пробелы при отсутствии данных наземных измерений. Это позволяет выполнять непрерывный мониторинг уровня озёр, включая последние годы.

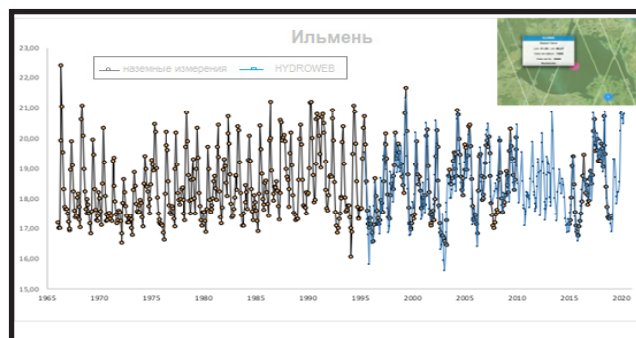


Рис. 3. Уровень воды в озере Ильмень по наземным измерениям и с помощью спутниковой альтиметрии

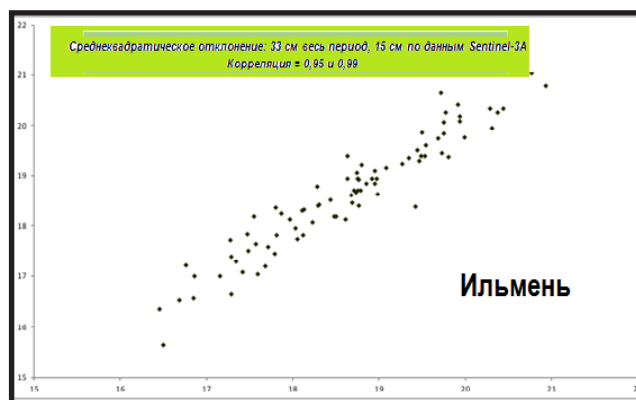


Рис. 4. Сравнение уровня воды по наземным измерениям (ось X) и по альтиметрии (ось Y) для озера Ильмень

Х Р О Н И К А

Седьмое совещание Международного научно-координационного комитета HYDROLARE в 2020 году не состоялось из-за пандемии коронавируса.

Его проведение запланировано в Санкт-Петербурге в октябре 2021 г.