|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА | **Всемирная метеорологическая организация**  **КОМИССИЯ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ, ИНФРАСТРУКТУРЕ И ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ**  **Вторая сессия** 24–28 октября 2022 г., Женева | **INFCOM-2/INF. 6.2(7)** |
| Представлен: председателями  ПК-ИПП и КГ-ГСК  13.X.2022 |

*[Этот документ переведен для вашего удобства с помощью технологии машинного перевода с минимальным вмешательством человека. Не дается никаких гарантий какого-либо рода, явных или подразумеваемых, в отношении его точности, надежности или правильности. Любые расхождения или различия, которые могли возникнуть при переводе содержания оригинального документа на русский язык, не являются обязательными и не имеют юридической силы для соблюдения, исполнения или любой другой цели. Некоторые материалы (например, изображения) могут быть не переведены из-за технических ограничений системы. В случае возникновения вопросов, связанных с точностью информации, содержащейся в переведенном документе, просим обращаться к английскому оригиналу, который является официальной версией документа.]*

## НАЗНАЧЕНИЕ ВЕДУЩЕГО ЦЕНТРА ВМО ПО МОНИТОРИНГУ СНЕЖНОГО ПОКРОВА — ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ МОНИТОРИНГА СНЕГА, ДАВОС (ШВЕЙЦАРИЯ)

### Обзор

Настоящий информационный документ предоставляет техническую поддержку проекту [резолюции 6.2(7)/1 (ИНФКОМ-2)](https://meetings.wmo.int/INFCOM-2/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/INFCOM-2/English/1.%20DRAFTS%20FOR%20DISCUSSION/INFCOM-2-d06-2(7)-MEASUREMENT-LEAD-CENTRE-ON-SNOW-MONITORING-draft1_en.docx&action=default) о назначении Ведущего центра ВМО по мониторингу снега — Центра компетенций мониторинга снега, Давос (Швейцария)

### Введение

Предложение центра компетенций в области мониторинга снежного покрова (СМКЦ) было разработано сообществом Глобальной службы криосферы ([ГСК](https://community.wmo.int/activity-areas/global-cryosphere-watch-gcw)). С недавней интеграцией деятельности ГСК под эгидой Комиссии ВМО по инфраструктуре ([ИНФКОМ](https://community.wmo.int/governance/commission-membership/commission-observation-infrastructure-and-information-systems-infcom)), которая поддерживает как наличие качественных данных о снеге, так и знаний экспертов по вопросам измерения снега, извлекает пользу из устойчивой рамочной основы в качестве ведущего центра измерений.

### Мотивации

Глобальный мониторинг переменных снежного покрова имеет все большее значение и требует обмена знаниями в отношении измерения переменных снежного покрова, при этом общие передовые практики разработаны и широко применяются для обеспечения сопоставимости.

Снег является неотъемлемым компонентом системы Земля в отношении климата (например, обратная связь альбедо) и играет роль в качестве запаса воды для орошения, питьевой воды и гидроэлектроэнергии. Снег, поскольку замерзшие осадки во всем мире приобретают все большую важность в мире, с одной стороны сталкивается с более частыми засухами, где снег и лед (которые можно рассматривать как старый снег за предыдущие годы), играют важную роль как запас воды, а с другой стороны — более экстремальными осадками, где снег может затухать немедленный сток, но, с другой стороны, также вызвать лавины или паводки. Уменьшение снежного покрова в результате потепления климата и вследствие увеличения пыли и сажи снижает планетарную альбедо, что изменяет энергетический баланс нашей планеты.

Программа действий КОСТ «ХармоСноу», в которой приняли участие 29 европейских стран, в результате чего была составлена «Европейская брошюра по снегу» (Haberkorn, 2019), содержит информацию об измерениях снега из 38 европейских стран. Экспертная группа ГСК по службе наблюдений за снегом подготовила новую главу «Измерение снега» в томе II «Измерение криосферных переменных» [*Руководства ВМО по приборам и методам наблюдений*](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12407#.Y0QwLnZBw2w)(ВМО-№ 8/том II). Такие задачи четко продемонстрировали потребность в СЗПМК в качестве центра компетенции.

### Круг ведения СЗПМК

Это предложение основывается на существующей развитой структуре ведущих центров измерений ВМО-ИНФКОМ ([ВЦИ](https://community.wmo.int/activity-areas/imop/cimo-testbeds-and-lead-centres)) и предлагается в качестве специализированного ВЦИ с кругом ведения, соответствующим кругу ведения, определенным [резолюцией 10 (ИНФКОМ-1)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11197#page=153)). Она будет направлена на создание основанного на знаниях центра компетенций, который будет выполнять функции в поддержку поддержания качества как наблюдений за снегом, так и данных о снеге, и будет включать деятельность по развитию потенциала. Этот центр будет соединяться с порталом данных ГСК для облегчения доступа к наборам данных и поставщикам данных.

Предлагаемый СЗПМК должен предоставлять опыт высокого уровня в области наземного дистанционного зондирования и приборов *in situ* для измерения ключевых переменных снежного покрова со следующими функциями:

* стать центром компетенции, в котором применяются и изучаются новейшие технологии, системы и методы, связанные со снегом, с целью предоставления консультаций и экспертных знаний в отношении их потенциала для оперативного и экономически эффективного использования Членами ВМО и научным сообществом;
* предоставлять, публиковать и продвигать свои достижения и результаты, в частности по интеграции наземного дистанционного зондирования и измерений *in situ*, а также по разработке стандартных процедур, касающихся использования, эксплуатации и обслуживания приборов;
* сотрудничать с другими ВЦИ и региональными центрами ВМО в областях, представляющих общий интерес;
* сотрудничать с другими научными учреждениями и учреждениями по вопросам развития, а также с производителями приборов;
* развивать, в случае необходимости, особые отношения с сопутствующим учреждением из развивающейся страны;
* активно вносить вклад в работу ИНФКОМ и, в частности, с ПК-ИПП, путем внесения вклада и разработки соответствующих материалов для обеспечения того, чтобы последние знания, процедуры и передовые практики были должным образом отражены в регламентных и руководящих публикациях ВМО.

Научный руководящий комитет под эгидой Международной ассоциации криосферных наук ([МАКС/МСГГ](https://cryosphericsciences.org/)) будет оказывать поддержку и консультировать СМКЦ.

Предлагаемая СУЦП Давос будет частью сети ведущих центров измерений ВМО-ИНФКОМ под руководством Постоянного комитета по измерениям, приборного оснащения и прослеживаемости (ПК-ИПП) и Экспертной группы по Службе наблюдений за снегом Консультативной группы Глобальной службы криосферы (КГ-ГСК).

Предложение по учреждению СЗПМО является своевременным, совпадает с недавно созданным совместным органом по статусу горного снежного покрова ([ССС-СУОБ](https://cryosphericsciences.org/activities/jb-status-mountain-snow-cover/)), совместным предприятием МАКН, Инициативой по исследованиям в горных районах ([МРТ](https://mountainresearchinitiative.org/)) и ГСК, и он будет поддерживать его.

### Структура СМКЦ Давос

СМКЦ будет расположен в Давосе, Швейцария, под эгидой Института исследований снежного покрова и лавин ([ВВЛ/СНЧ](https://www.slf.ch/en/index.html)), который включает в себя климатические изменения, экстремальные явления и опасные природные явления в Альпийском регионе ([КВСЦ](https://cerc.slf.ch/en/index.html)). МетеоСвисс будет служить связующим звеном с ВМО. Вспомогательными партнерами являются Швейцарское федеральное бюро по окружающей среде ([ФЭН](https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home.html)), кантон Граубюнден через недавно учрежденный [CERC](https://cerc.slf.ch/en/index.html) под эгидой ВВЛ/ОНЧ и потенциально Швейцарское сотрудничество в области развития ([ШУРС](https://www.eda.admin.ch/eda/en/home/fdfa/organisation-fdfa/directorates-divisions/sdc.html)).

Швейцария — альпийская страна с хорошо известной традицией в области исследований снега и лавин, а также для поддержания плотной сети станций долгосрочного мониторинга снежного покрова, а также ледников ([ГЛАМОС](https://www.glamos.ch/en/#/E23-16)) и многолетней мерзлоты ([PERMOS](http://www.permos.ch/index.html)). Это делает Швейцарию отличным партнером для предлагаемого СМКЦ Давос, который будет служить сообществу посредством:

* предоставления экспертных знаний в отношении практики измерений in situ и дистанционных измерений таких ключевых переменных, как высота снежного покрова, объемная плотность снега, водный эквивалент снежного покрова, высота снежного покрова, а также измерения микроструктуры и макроскопических свойств снежного покрова;
* разработки руководящих принципов измерений для различных переменных снежного покрова в зависимости от климата и применения снега;
* определения стандартов и наилучших практик для проверки качества данных о снеге в зависимости от применения данных о снеге используется для;
* разработки стандартов и процедур для заполнения пробелов в рядах данных о снеге;
* обмена опытом в области обеспечения однородности измерений снега;
* демонстрации возможностей и границ наземных дистанционных измерений снега, например с беспилотных летательных аппаратов;
* снабжения инфраструктуры в области долгосрочных исследований для тестирования новых измерительных датчиков по отношению к эталонным измерениям;
* организации практических семинаров по методам измерения снега и интерпретации данных о снеге для ученых, экспертов по моделированию и специалистов-практиков.

Научно-исследовательский SLF (WSL/SLF) Институт исследований снежного покрова и лавин (ВВЛ/ОНЧ) имеет более 80 лет опыта в области мониторинга снежного покрова и измерения свойств снега, а не только в горной окружающей среде. В последние годы исследовательские и прикладные проекты привели к порождению новых подходов к гомогенизации долгосрочных временных рядов наблюдений за снегом и разработке климатической продукции в узлах координатной сетки как о высоте снежного покрова, так и водного эквивалента снежного покрова.

Имея давнюю традицию в области наращивания потенциала, ВВУ/СНЧ готова поддержать установку эффективных и устойчивых сетей мониторинга снежного покрова в развивающихся странах, например в Центральной Азии. Внимание уделяется организации курсов и практических семинаров. Наконец, инфраструктура WSL/SLF хорошо подходит для разработки приборов для измерения свойств снега, а также проверки и валидации новых методов наблюдений за снегом, включая наземное, воздушное и космическое дистанционное зондирование. Знания и ресурсы, имеющиеся в ВВМО/ОНЧ, делают это выдающимся учреждением для учреждения ведущего центра ВМО-ИНФКОМ по мониторингу снежного покрова.

### Текущая деятельность ВВЛ/СНЧ и МетеоСвисс в Давосе

WSL/SLF и MeteoSwiss отвечают за большой [сетью](https://www.slf.ch/en/snow/snow-data.html) неавтоматизированных и автоматических наблюдений за снегом in situ, которые, среди прочего, используются для предупреждения о лавинах, климатологии, гидрологии и численного прогнозирования погоды. Они опираются на давнюю традицию измерений снега in situ и метеорологических измерений как в weissfluhjoch (с [1937](https://www.slf.ch/en/about-the-slf/instrumented-field-sites-and-laboratories/flaechen-und-anlagen-fuer-schnee-und-eis/weissfluhjoch-test-site.html) г. и [1947](https://oscar.wmo.int/surface/#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-06780) г. соответственно) и в Давосе (с [1945](https://oscar.wmo.int/surface/#/search/station/stationReportDetails/0-756-1-601286) г. и [1866](https://oscar.wmo.int/surface/#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-06784) г. соответственно). Тесное сотрудничество обоих учреждений также отражается в измерении твердых осадков в помещениях станции КриоНет «[Weissfluhuhch Versuchsfeld](https://globalcryospherewatch.org/cryonet/sitepage.php?surveyid=74)». В ходе активной фазы второго эксперимента ВМО по взаимному сравнению измерений твердых осадков (ЭВСТО) были развернуты автоматический эталон с двойной заборной заборной системой (DFAR) и различные другие приборы для записи осадков. Сегодня МетеоСвисс продолжает следить за частью этих приборов, включая DFAR, и использует площадку для опорных измерений.

WSL/SLF изучает все аспекты снега с использованием методов измерения, которые зарекомендовали себя в течение десятилетий, а также самых последних измерительных приборов, многие из которых разрабатываются самостоятельно или адаптированы к особым требованиям исследований снега. Различные автоматические датчики высоты снежного покрова и ВЭС также проверяются SLF, анализируя потенциал беспилотных летательных аппаратов для получения информации о пространственной изменчивости высоты снежного покрова. Кроме того, текущий проект исследует потенциал полуавтоматических методов обнаружения неклиматологических разрывов (неоднородностей) в рядах высоты снежного покрова.

### Запланированные виды деятельности СМКЦ Давос

Начало деятельности СМКЦ Давос тесно связано с предложением, представленным совместному [призыву](https://www.meteoswiss.admin.ch/home/research-and-cooperation/international-cooperation/gcos/call-for-proposals.html) ГСНК-СН и ГСА-СН, и будет осуществляться независимо от результатов этого представления. Проект «Повышение количественной оценки пространственно-временных наблюдений за твердыми осадками и водным эквивалентом снежного покрова (ВЭС) в высокогорных районах (BOSTOPS-Mountain)» направлен на содействие прогрессу в методах мониторинга снежного покрова на высоте между 800 и 3000 м над уровнем моря. В случае утверждения проект будет заниматься мониторингом ВЭС на большой высоте в регионе комплексного кластера КриоНет [в Давосе](https://oscar.wmo.int/surface/#/search/station/stationReportDetails/0-756-1-601286). Таким образом, количественные оценки осадков метеорологического радиолокатора «[Weissfluhgipfel](https://oscar.wmo.int/surface/#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-06776)» будут сравниваться с измерениями in situ датчиков давления на озерах, датчиков космического излучения, датчиков Глобальной навигационной спутниковой системы, снежных масштабов и снеговых подушк. ВВУ/ОНЧ возглавит консорциум, включая Лабораторию гидравлики, гидрологии и гляциологии ([VAW-ETHZ](https://vaw.ethz.ch/en/research/glaciology.html)), Мониторинг ледников Швейцарии ([ГЛАМОС](https://www.glamos.ch/en/#/B36-26)), Институт гидрологии и управления водными ресурсами ([HyWa](https://boku.ac.at/en/wau/hywa), BOKU Вена), Факультет наук о Земле Университета Фрибура ([МСУОБ](https://www.unifr.ch/geo/en/)), МетеоСвисс и два производителя приборов ([ЛВМО Гидроиннова](https://www.hydroinnova.com/main.html), [АНавСС).](https://anavs.com/snow-monitoring-station/)

Второй вид деятельности, международный проект «[Сноутинель](https://data.snf.ch/grants?q=snowtinel)», финансируемый Швейцарским национальным научным фондом, уже начался и продлится до 2025 года. Проект направлен на совершенствование РСА Sentinel-1 в помощь гидрологии водосбора для горных регионов. Это требует лучшего понимания физических взаимодействий радиолокационного сигнала с мокрым снежным покровом. Проект включает измерения ВЭС in situ, содержание жидкой воды в снежном покрове и шероховатость поверхности снега на станциях КриоНет «[Давос Ларет](http://globalcryospherewatch.org/cryonet/sitepage.php?surveyid=194)» и «[Weissfluhjoch Versuchfeld](https://globalcryospherewatch.org/cryonet/sitepage.php?surveyid=74)».

### Дальнейшее чтение

WSL/SLF: Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. (Снег и лавины в швейцарских Альпах) <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/search/winterberichte?type=dismax>  
doi:[10.3929/ethz-a-000008971](https://doi.org/10.3929/ethz-a-000008971)

Buchmann, M.; Coll, J.; Aschauer, J.; Begert, M.; Brönnimann, S.; Chimani, B.; Resch, G.; Schöner, W.; Marty, C., 2022: Homogeneity assessment of Swiss snow depth series: comparison of break detection capabilities of (semi-)automatic homogenization methods. (Оценка однородности швейцарских серий высоты снежного покрова: сравнение возможностей обнаружения прорыва методов (полу)автоматической гомогенизации)  Cryosphere, 16, 6: 2147-2161. doi:[10.5194/tc-16-2147-2022](https://doi.org/10.5194/tc-16-2147-2022).

Bühler, Y., Adams, M. S., Bösch, R., Stoffel, A. 2016: Mapping snow depth in alpine terrain with unmanned aerial systems (UASs): potential and limitations (Картирование высоты снежного покрова в горной местности с беспилотными авиационными системами (БСС): потенциал и ограничения), The Cryosphere, 10, 1075-1088. doi:[10.5194/tc-10-1075-2016](https://doi.org/10.5194/tc-10-1075-2016).

Bührle, L. J., Marty, M., Eberhard, L. A., Stoffel, A., Hafner, E. D., and Bühler, Y. 2022: Spatially continuous snow depth mapping by airplane photogrammetry for annual peak of winter from 2017 to 2021 (Пространственное непрерывное картирование высоты снежного покрова с помощью фотограмметрии самолета для ежегодного пика зимы с 2017 по 2021 год), The Cryosphere Discussions. doi:[10.5194/tc-2022-65](https://doi.org/10.5194/tc-2022-65).

Capelli, A., Koch, F., Henkel, P., Lamm, M., Appel, F., Marty, C., and Schweizer, J. 2022: GNSS signal-based snow water equivalent determination for different snowpack conditions along a steep elevation gradient (GNSS сигнального водного эквивалента снега для различных условий снежного покрова вдоль крутого градиента высоты), The Cryosphere, 16, 505–531. doi:[10.5194/tc-16-505-2022](https://doi.org/10.5194/tc-16-505-2022).

Fierz, C., Armstrong, R. L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D. M., Nishimura, K., Satyawali, P. K., and Sokratov, S. A. 2009: The International Classification for Seasonal Snow on the Ground (Международная классификация сезонного снега на земле), UNESCO-IHP, Paris, France, viii+80 pp. <https://cryosphericsciences.org/publications/snow-classification>.

Gerber, F., Besic, N., Sharma, V., Mott, R., Daniels, M., Gabella, M., Berne, A., Germann, U., and Lehning, M.2018: Spatial variability in snow precipitation and accumulation in COSMO–WRF simulations and radar estimations over complex terrain (Пространственная изменчивость осадков в снежном покрове и аккумуляция в моделировании КОСМО-ДСП и радиолокационных оценок по сложной местности), 12, 3137–3160. doi:[10.5194/tc-12-3137-2018](https://doi.org/10.5194/tc-12-3137-2018).

Gugerli, R., Desilets, D., and Salzmann, N. 2022: Brief communication: Application of a muonic cosmic ray snow gauge to monitor the snow water equivalent on alpine glaciers, The Cryosphere, 16, 799–806, doi:[10.5194/tc-16-799-2022](https://doi.org/10.5194/tc-16-799-2022).

Haberkorn, A. (Ed.) 2019: European Snow Booklet – an Inventory of Snow Measurements in Europe, EnviDat. doi:[10.16904/envidat.59](https://doi.org/10.16904/envidat.59).

López‐Moreno, J.I.; Leppänen, L.; Luks, B.; Holko, L.; Picard, G.; Sanmiguel‐Vallelado, A.; Alonso‐González, E.; Finger, D.C.; Arslan, A.N.; Gillemot, K.; Sensoy, A.; Sorman, A.; Ertaş, M.C.; Fassnacht, S.R.; Fierz, C.; Marty, C., 2020: Intercomparison of measurements of bulk snow density and water equivalent of snow cover with snow core samplers: instrumental bias and variability induced by observers. (Взаимное сравнение измерений объемной плотности снега и запаса воды в снежном покрове с пробоотборниками снежного покрова: погрешность и изменчивость приборов, вызванные наблюдателями) Hydrological Processes, 34, 14: 3120-3133. doi:[10.1002/hyp.13785](https://doi.org/10.1002/hyp.13785).

Marty, C. and Meister, R. 2012: Long-term snow and weather observations at Weissfluhjoch and its relation to other high-altitude observatories in the Alps (Долгосрочные наблюдения за снегом и погодой в Вейссфлухйох и его связи с другими высокогорными обсерваториями в Альпах), Theor. Appl. Climatol., 110, 573–583. doi:[10.1007/s00704-012-0584-3](https://doi.org/10.1007/s00704-012-0584-3).

Matiu, M.; Crespi, A.; Bertoldi, G.; Carmagnola, C.M.; Marty, C.; Morin, S.; Schöner, W.; Cat Berro, D.; Chiogna, G.; De Gregorio, L.; Kotlarski, S.; Majone, B.; Resch, G.; Terzago, S.; Valt, M.; Beozzo, W.; Cianfarra, P.; Gouttevin, I.; Marcolini, G.; Weilguni, V., 2021: Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019. Cryosphere, 15, 3: 1343-1382. doi:[10.5194/tc-15-1343-2021](https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021).

Nitu, R., Roulet, Y.-A., Smith, C., Kontu, A., and Morin, S. 2018: WMO Solid Precipitation Intercomparison Experiment (SPICE) (2012—2015) (2018: Эксперимент ВМО по взаимному сравнению измерений твердых осадков (ЭВСТО) (2012—2015 гг.)), World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. <https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20742>.

Resch, G.; Koch, R.; Marty, C.; Chimani, B.; Begert, M.; Buchmann, M.; Aschauer, J.; Schöner, W., 2022: A quantile‐based approach to improve homogenization of snow depth time series (Основанный на квантильном подходе для улучшения гомогенизации временных рядов высоты снежного покрова). International Journal of Climatology. doi:[10.1002/joc.7742](https://doi.org/10.1002/joc.7742).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_