

**Эксперимент ВМО по взаимному сравнению измерений твердых осадков (ЭВСТО)
*Общая концепция и цели***

1. Общая концепция

Рекомендовать соответствующую(ие) полевую(ые) эталонную(ые) систему(ы) для автоматического необслуживаемого персоналом измерения твердых осадков в условиях холодного климата и времени года и предоставить методологические рекомендации в отношении эксплуатации современных автоматизированных систем для измерения: (i) суммарного количества осадков в условиях холодного климата для всех сезонов, в особенности, для случаев выпадения твердых осадков; (ii) количества осадков в виде снега (высота свежеснегавшего снега); и (iii) высоты снежного покрова.

Понять и документально оформить различия между автоматической полевой эталонной системой и разнообразными автоматическими системами, а также между измерениями твердых осадков, выполняемыми в автоматическом режиме и вручную, с использованием в равной мере незащищенных/защищенных осадкомеров, в том числе выбор места их установки и схему размещения.

2. Сфера охвата и определение

Основываясь на результатах и рекомендациях предыдущих взаимных сравнений, основное внимание в эксперименте ВМО по взаимному сравнению измерений твердых осадков (ЭВСТО) будет сконцентрировано на эксплуатационных показателях современных автоматизированных датчиков, измеряющих твердые осадки. В рамках ЭВСТО будет изучаться и описываться процесс измерения, а также передача информации о следующих параметрах:

Наивысший приоритет:

- a) Количество атмосферных осадков в течение различных периодов времени (минуты, часы, дни, сезон), как функция фазового состояния осадков (жидкие, твердые, смешанные);
- b) снежный покров на поверхности земли (высота снежного покрова); поскольку измерения высоты снежного покрова тесно связаны с измерениями количества осадков в виде снега, в ходе взаимного сравнения будут рассмотрены взаимосвязи между ними.

Более низкий приоритет:

- c) Интенсивность выпадения твердых и смешанных осадков.

В качестве основного итога будут сделаны рекомендации странам – членам ВМО, программам ВМО, производителям и научному сообществу относительно возможности точных измерений твердых осадков, использования автоматических инструментов и внесения выполнимых усовершенствований. Результаты эксперимента будут сообщены тем странам-членам, которые хотели бы автоматизировать выполняемые вручную измерения.

Важным аспектом данного проекта будет обеспечение сбора всех имеющихся данных дистанционного определения осадков и их включение в состав базы данных взаимного сравнения. Вместе с тем выполнение анализа таких данных не входит в сферу охвата этого взаимного сравнения. Результаты этого взаимного сравнения впоследствии могут внести вклад в улучшение пространственно-временных оценок осадков.

3. Основные сведения

Твердые осадки представляют собой один из наиболее сложных параметров для наблюдений и измерений с помощью автоматических датчиков. Измерение атмосферных осадков явилось предметом множества исследований, однако до настоящего времени существует ограниченное число согласованных оценок способности и надежности автоматических датчиков точно измерять твердые осадки. Взаимное сравнение ВМО измерений твердых осадков¹ было сосредоточено на инструментах, использовавшихся в национальных сетях на момент проведения взаимного сравнения, в основном, на методах наблюдений с участием человека. Оценка автоматических датчиков/систем для измерения высоты снежного покрова и количества осадков в виде снега не являлась главной задачей исследования, к тому же ни одна из станций, на которых проводилось взаимное сравнение, не была расположена в Арктике или Антарктике.

С того времени произошло наращивание в процентном соотношении данных об осадках, полученных с использованием автоматических приборов и станций, в том числе для измерения высоты снежного покрова, а также появилось много новых видов применений (например, изменение климата, прогнозирование текущей погоды, водоснабжение, сложный рельеф местности, предупреждения о лавинах и т. д.). Наряду с этим многие из новых приборов, используемых для измерения твердых осадков, не являются приборами накопительного типа, например, рассеивание света, микроволновый отражатель, массо- и теплообмен и т. д.

Кроме того, в процессе подготовки предложений в отношении спутниковых датчиков для измерения твердых осадков проработка проблемы проверки и калибровки таких видов продукции с использованием измерений *in-situ* (сеть или опорные станции) определила вопрос наличия надежных измерений твердых осадков с автоматических станций в качестве ключевого при оценке измерений в условиях холодного климата.

Современные технические средства обработки данных, методы управления данными и их ассимиляции предоставляют возможности для выполнения улучшенной оценки и анализа ошибок.

4. Задачи взаимного сравнения

Проведение ЭВСТО позволит решить следующие ключевые задачи:

- I. Рекомендовать соответствующую(ие) автоматизированную(ые) полевую(ые) эталонную(ые) систему(ы) для необслуживаемого персоналом измерения твердых осадков. Определить и проверить одну или более эталонную систему с использованием автоматических приборов для каждого исследуемого параметра в диапазоне различных временных разрешений (например, от суток до минут).
- II. Оценить/получить характеристики автоматических систем (как технических средств, так и связанных с ними технологий обработки), используемых в оперативных применениях для измерения твердых осадков (т. е. осадкомеры как «чёрные ящики»):

¹ WMO CIMO IOM Report No. 67, WMO/TD-No. 872, 1998:
<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-67-solid-precip/WMOtd872.pdf>

- a. оценить способность оперативных автоматических систем стабильно функционировать при различных условиях эксплуатации;
- b. рассчитать поправки в отношении измерений с использованием оперативных автоматических систем, как функцию переменных, доступных для измерения в месте расположения рабочей площадки: например, ветер, температура, ОВ;
- c. выработать рекомендации относительно необходимых вспомогательных данных, которые позволят производить на постоянной основе расчет поправок для применения к данным с мест расположения рабочих площадок, вероятно, в реальном масштабе времени или почти в реальном времени;
- d. оценить методы оперативной обработки данных и менеджмента качества данных;
- e. оценить минимально допустимое временное разрешение для передачи сообщений с достоверными данными измерений твердых осадков (количество, осадки в виде снега и высота снежного покрова на поверхности почвы);
- f. оценить возможности для обнаружения и измерения количеств слабых атмосферных осадков.

III. Предоставить рекомендации в отношении наилучших практик и конфигураций систем измерений в оперативной деятельности касательно:

- a. схем размещения и установки, характерных для различных типов приборов;
- b. оптимальной комбинации осадкомера и защитных средств для каждого типа измерений при различных совокупностях условий/режимов погоды (например, арктические, степные, прибрежный снежный покров, ветреные, смешанные условия);
- c. конкретных оперативных аспектах приборов, характерных для условий низкой температуры: использование подогрева, применение противозамерзающего состава (оценка основана на его гигроскопичности и химическом составе в целях удовлетворения эксплуатационных требований);
- d. приборов и их требований к управлению режимом энергопотребления, необходимом для обеспечения надежных измерений в суровых условиях окружающей среды;
- e. соответствующего(их) показателя(ей) в системе датчиков, измеряющих высоту снежного покрова;
- f. особое внимание будет уделено рассмотрению потребностей в связи с месторасположениями приборов в удаленных районах, в частности, с энергетическими и/или коммуникационными ограничениями.

IV. Оценить максимальную погрешность измерительных систем, включенных в ЭВСТО, и способность представлять эффективным образом данные о твердых осадках:

- a. оценить дискретность, погрешность, стандартную ошибку, повторяемость и инерционность эксплуатируемых и перспективных автоматических систем;
- b. оценить и доложить об источниках и величине погрешностей, включая прибор (датчик), экспозицию (защищенность), условия окружающей среды (температура, ветер, микрофизика, частицы снега и интенсивность снегопада), сбор данных и связанные с этим алгоритмы обработки данных в части дискретности, осреднения, фильтрации и передачи данных измерений.

V. Оценить новые и перспективные технологии измерения твердых осадков (например, ненакопительного типа) и их потенциальные возможности для использования в оперативных применениях.

VI. Сформировать всеобъемлющий комплект данных и осуществить их сбор в целях дальнейшего анализа, интерпретации и представления данных или для специализированных видов применений (например, количественная оценка осадков в виде снега на основе радиолокационных и/или спутниковых данных). Провести

дополнительные исследования относительно обеспечения однородности данных автоматических/ручных наблюдений и сопоставимости данных автоматизированных наблюдений с данными измерений, выполненных вручную.

5. Результаты и отчетные материалы

По итогам проведения ЭВСТО будут представлены отчетные материалы по промежуточным и окончательным результатам эксперимента с охватом следующих аспектов:

- a. рекомендации в части автоматических полевых эталонных систем для измерения оцениваемых параметров без участия персонала;
- b. характеристика эффективности функционирования существующих, новых и перспективных технологий измерения твердых осадков и их конфигурации в соответствии с целями взаимного сравнения;
- c. всеобъемлющий комплект данных для последующего использования, анализа, интерпретации и представления данных;
- d. провести обновление соответствующих глав Руководства КПМН (ВМО-№ 8) и возможных публикаций стандартов ВМО/ИСО (в рамках соглашения ВМО-ИСО, 2009 г.);
- e. руководящие указания странам-членам по переходу от ручных к автоматическим измерениям твердых осадков;
- f. подготовленные рекомендации производителям в отношении требований к приборам и внесения конструктивных улучшений.

6. Приборы и конфигурации для рассмотрения

В эксперименте могут принимать участие многие типы, модели и конфигурации, определенные в настоящее время как оперативные; это кратко изложено в Отчете № 102 из серии отчетов по ППМН ВМО, Survey on National Summaries of Methods and Instruments for Solid Precipitation Measurement at Automatic Weather Stations (Обзор национальных сообщений о методах и приборах для измерения твердых осадков с помощью автоматических метеорологических станций), <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications-IOM-series.html>. Кроме того, могут быть включены известные перспективные технологии на основе рекомендаций стран – членов ВМО, а именно:

- √ весовые осадкомеры, опрокидывающиеся приемники, другие суммарные осадкомеры;
- √ приборы с использованием новейших технологий, например, лазер, измерители микроструктуры осадков, подогреваемая плита, вращающийся рычаг, вертикально направленный радиолокатор, оптические осадкомеры, акустические, синтезированное изображение осадков, видеокамера;
- √ ветровая защита: (тип: например, Альтера, Нифера, Третьякова, Вайоминга, Белфорда, деревянный) и конфигурации (одиночная, двойная, небольшой эталонный осадкомер для взаимных сравнений с двойной заборной защитой (DFIR));
- √ осадкомеры различной комплектации, оснащенные системой подогрева;
- √ перспективные тенденции: низкочувствительные датчики с (потенциалом для) широким использованием.

7. Продолжительность проведения взаимного сравнения

Каждая площадка для взаимного сравнения будет эксплуатироваться, как минимум, два зимних сезона.