

Дополнение к рекомендации 1 (КОС-XIV)

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ВИДЕНИЕ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА 2025 Г.

ПРЕАМБУЛА

Перспективное видение содержит цели высокого уровня для обеспечения руководства эволюцией Глобальной системы наблюдений (ГСН) в ближайшие десятилетия. Эти цели, как предполагается, будут сложными, но достижимыми.

Будущая ГСН будет построена на существующих подсистемах, наземной и космической, и будет выгодно использовать существующие, новые и развивающиеся технологии наблюдений, которые в настоящее время не внедрены или используются не в полной мере. Поэтапное введение дополнительных возможностей ГСН отразится на повышении качества данных, продукции и обслуживания со стороны национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС), что будет особенно верно в отношении развивающихся и наименее развитых стран.

Будущая ГСН будет играть ведущую роль в рамках Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСН ВМО)¹. Такая развитая интегрированная система наблюдений будет являться комплексной «системой систем», сопряженной с коспонсируемыми ВМО системами, а также с другими системами наблюдений, неспонсируемыми ВМО, которая внесет значительный вклад в Глобальную систему систем наблюдений за Землей (ГЕОСС) и будет учреждена на основе расширения участия стран — членов ВМО, регионов и технических комиссий. Космический компонент будет полагаться на расширение сотрудничества на основе партнерств, таких как Координационная группа по метеорологическим спутникам (КГМС) и Комитет по спутниковым наблюдениям за Землей (КЕОС). Наземные и космические подсистемы будут частично опираться на партнерские организации ВМО: Глобальную систему наблюдений за поверхностью суши (ГСНПС), Глобальную систему наблюдений за океаном (ГСНО), Глобальную систему наблюдений за климатом (ГСНК) и другие.

Размах этих изменений в ГСН будет очень широким и потребует новых подходов к науке, обращению с данными, разработке и использованию продукции и подготовке кадров.

1. ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ И ВОПРОСЫ

Реагирование на нужды пользователей

- ГСН обеспечит проведение комплексных наблюдений в ответ на потребности стран-членов и программ ВМО в улучшенных данных, продукции и обслуживании в области погоды, воды и климата;
- она будет продолжать обеспечивать эффективное глобальное сотрудничество в проведении наблюдений и распространении их

¹ Исходя из предположения, что ИГСН ВМО будет принята на Кг-XVI.

результатов за счет комплексной и все более взаимодополняющей системы систем наблюдений;

- она будет создавать условия для проведения наблюдений тогда и там, где они необходимы, и делать это надежным, устойчивым, непрерывным и экономически эффективным образом;
- она будет регулярно отвечать на потребности пользователей в результатах наблюдений конкретного пространственного и временного разрешения, их точности и своевременности; и
- она будет эволюционировать в ответ на быстро меняющуюся пользовательскую и технологическую среду на основе более глубокого научного понимания и достижений в технологиях наблюдения и обработки данных.

Интеграция

- ГСН в результате эволюции станет частью ИГСН ВМО², которая объединит функциональные возможности настоящей ГСН, предназначенной главным образом для поддержки оперативного метеорологического прогнозирования, с возможностями других применений: мониторинга климата, океанографии, исследований состава атмосферы, гидрологии и метеорологических и гидрологических исследований;
- интеграция будет осуществляться путем анализа требований и, при необходимости, совместного использования инфраструктуры, платформ и датчиков наблюдения, относящихся ко всем системам и с привлечением всех стран — членом ВМО и других партнеров;
- планирование наземных и космических систем наблюдений будет осуществляться скоординированным образом, с тем чтобы отвечать на потребности пользователей эффективным с точки зрения затрат образом посредством обеспечения надлежащих пространственных и временных разрешений.

Расширение

- Произойдет расширение как предоставляемых применений для пользователей, так и наблюдаемых переменных;
- сюда войдут и наблюдения в поддержку получения основных климатических переменных в рамках соблюдения принципов мониторинга климата ГСНК;
- будет надежно обеспечено устойчивое функционирование новых компонентов ГСН, причем некоторые научно-экспериментальные системы при интеграции станут системами для оперативной практики;
- диапазон и объем результатов наблюдений, подлежащих глобальному (а не локальному) обмену, увеличатся;
- будет достигнут определенный уровень целенаправленных наблюдений, при котором получают дополнительные наблюдения или не получают обычные наблюдения в зависимости от локальной метеорологической ситуации.

Автоматизация

² Исходя из предположения, что ИГСН ВМО будет принята на Кг-XVI.

- Тенденция развития полностью автоматизированных систем наблюдений с использованием новых технологий и информационных технологий будет продолжаться там, где может быть продемонстрирована их экономическая эффективность;
- доступ к данным в реальном масштабе времени и необработанным данным будет улучшен;
- испытательные полигоны для систем наблюдения будут использоваться в целях взаимного сравнения и оценки новых систем и разработки руководящих принципов интеграции платформ наблюдения и их внедрения; и
- данные наблюдений будут собирать и передавать в цифровой форме, в сильно сжатом виде в случае необходимости. Обработка данных будет в высокой степени компьютеризована.

Согласованность и однородность

- Будет проводиться более активная стандартизация приборов и методов наблюдения;
- будут подвергнуты усовершенствованию калибровка наблюдений и предоставление метаданных для обеспечения согласованности и сопоставимости с абсолютными стандартами;
- будут улучшены методы контроля качества и характеристики ошибок применительно ко всем наблюдениям;
- произойдет повышение функциональной совместимости между существующими системами наблюдения и новыми внедряемыми системами; и
- будут улучшены однородность форматов данных и их распространение по линии ИСВ.

2. КОСМИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ

Приборы:	Геофизические переменные и явления:
Оперативные геостационарные спутники. Как минимум 6, разнесенные не менее чем на 70 градусов по долготе	
Многоспектральные устройства формирования изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением	Количество и тип облаков, верхняя граница/температура; ветер (по движению облаков и водяному пару); температура поверхности моря/земли; осадки; аэрозоли; снежный покров; растительный покров; альbedo; атмосферная стабильность; пожары; вулканический пепел
Гиперспектральные инфракрасные зонды	Температура, влажность атмосферы; ветер (по движению облаков и водяному пару); быстро развивающиеся мезомасштабные особенности; температура поверхности моря/земли; количество облаков и температура верхней границы облака; состав атмосферы
Устройства формирования изображений молний	Молния (в частности, от облака к облаку), местоположение интенсивной конвекции
Оперативные полярно-орбитальные солнечно-синхронные спутники, размещенные на 3 орбитальных плоскостях (~13:30, 17:30, 21:30 ВПЭ)	

Гиперспектральные инфракрасные зонды	Температура атмосферы, влажность и ветер, температура поверхности моря/земли; количество осадков, водность и температура верхней границы облака; состав атмосферы
Микроволновые зонды	
Многоспектральные устройства формирования изображений в видимой и инфракрасной области (включая тепловой канал поглощения водяного пара в видимой области спектра) с высоким разрешением	Количество и тип осадков, температура верхней границы облака; ветер (высокие широты, по движению облаков и водяному пару); температура поверхности моря/земли; осадки, аэрозоли; снежный и ледяной покров; растительный покров; альbedo; атмосферная стабильность
Дополнительные оперативные спутники на соответствующих орбитах (классические полярно-орбитальные, геостационарные и другие)	
Микроволновые устройства формирования изображений – по крайней мере 3 – некоторые поляриметрические	Морской лед; общее количество водяных паров; осадки; скорость ветра у поверхности моря [и направление]; жидкая вода в облаке; температура поверхности моря/земли; влажность почвы
Рефлектометры – по крайней мере 2, в достаточно разнесенных орбитальных плоскостях	Скорость и направление ветра у поверхности моря; морской лед; влажность почвы
Группировка спутников зондирования радиозатмения – по крайней мере 8 приемников	Температура и влажность атмосферы; плотность электронов ионосферы
Группировка высотомеров, включая эталонный спутник на точной орбите и полярно-орбитальные высотомеры для глобального охвата	Топография поверхности океана; уровень моря; высота океанских волн; уровни озер; топография морского и материкового льда
ИК устройства формирования изображений с двойным углом обзора	Температура поверхности моря (качества климатического мониторинга); аэрозоли; свойства облаков
Узкополосные устройства формирования изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высокоспектральным и гиперспектральным разрешением	Цветность океана; растительность (включая выжженные территории); аэрозоли; свойства облаков; альbedo
Многоспектральные устройства формирования изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением – группировка	Изображения поверхности суши для землепользования и растительность; мониторинг наводнений
Радиолокаторы, измеряющие осадки, работающие вместе с микроволновыми устройствами формирования изображений на различных орбитах	Осадки (жидкие и твердые)
Широкополосный радиометр видимого и инфракрасного диапазона спектра + общий поток солнечного излучения – по крайней мере 1	Радиационный баланс Земли (при поддержке устройств формирования изображений и зондов на полярно-орбитальных и геостационарных спутниках) и совмещенные измерения свойств аэрозолей и облаков
Группировка приборов для измерения состава атмосферы, включая инфракрасный зонд высоко спектрального разрешения на геостационарной	Озон, другие атмосферные вещества; аэрозоли – для мониторинга парниковых газов, мониторинг озона/УФ радиации, мониторинг качества воздуха

орбите и по крайней мере один ультрафиолетовый зонд на дополу-денной + послеполуденной орбите	
Радиолокаторы с синтетической апертурой	Высота, направление и спектры волн; наводнения; разводья, ледяной шельф и айсберги
Оперативные прототипы и устройства демонстрации технологий	
Доплеровские ветровые лидары на НЗО	Ветер; аэрозоль; верхняя [и нижняя] граница облака
Низкочастотные микроволновые радиометры на НЗО	Соленость, поверхность океана; влажность почвы
Микроволновые устройства формирования изображений/зонд на ГСО	Осадки; вода/лед в облаках; атмосферная влажность и температура
Многоспектральные узкополосные устройства формирования изображения в ближней ИК-области спектра и ПЗС на ГСО	Цветность океана, исследования облаков и мониторинг стихийных бедствий
Устройства формирования изображений в видимой и инфракрасной области спектра на спутниках на высокоэллиптических орбитах (ВЭО) с большим углом наклона	Ветры и облака на высоких широтах; морской лед; шлейфы вулканического пепла на высоких широтах; снежный покров; растительность; пожары
Гравиметрические датчики	Объем воды в озерах, реках, почве и т. д.
Полярные и геостационарные платформы/приборы для изучения космической погоды	
Изображения Солнца Обнаружение частиц Плотность электронов	Периоды бурной солнечной радиации, дождь из высокоэнергетических частиц, ионосферные и геомагнитные бури, перерывы в радиосвязи, вызванные рентгеновскими фотонами

3. НАЗЕМНЫЙ КОМПОНЕНТ

Тип станции:	Геофизические переменные и явления:
Наземные станции – аэрологические	
Аэрологические синоптические и опорные станции	Ветер, температура, влажность, давление
Аэрологические профилирующие удаленные станции дистанционного зондирования	Ветер, нижняя и верхняя граница облака, вода в облаке, температура, влажность, аэрозоли
На борту воздушного судна	Ветер, температура, давление, влажность, турбулентность, обледенение, грозы, пылевые/песчаные бури, вулканический пепел/активность и переменные, характеризующие состав атмосферы (аэрозоли, парниковые газы, озон, качество воздуха, химия осадков, реактивные газы)
Станции мониторинга состава атмосферы	Оптическая плотность аэрозолей; переменные, характеризующие состав атмосферы (аэрозоли, парниковые газы, озон, качество воздуха, химия осадков, реактивные газы)
Приземные станции ГНСС	Водяной пар

Наземные станции – приземные наблюдения

Наземные синоптические и климатические опорные станции	Приземное давление, температура, влажность, ветер; видимость; облака; осадки; текущая и прошлая погода, излучение; температура почвы; испарение; влажность почвы; явления, ухудшающие видимость
Станции мониторинга состава атмосферы	Переменные, характеризующие состав атмосферы (аэрозоли, парниковые газы, озон, качество воздуха, химия осадков, реактивные газы)
Станции с системами обнаружения молний	Молнии (определение местоположения, плотность, частота разрядов, полярность, объемное распределение)
Станции для конкретных прикладных задач (погода на дорогах, метеорологические станции в аэропортах/на аэродромах для вертолетов, агрометеорологические станции, городская метеорология и т. д.)	Наблюдения для конкретных прикладных задач

Наземные станции – гидрология

Гидрологические опорные станции	Уровень воды
Станции национальной гидрологической сети	Осадки, высота снежного покрова, запас воды в снежном покрове, толщина льда на озерах и реках/ дата замерзания и вскрытия ледового покрова, уровень воды, расход воды, качество воды, влажность почвы, температура почвы, расход наносов
Станции мониторинга подземных вод	Измерения подземных вод

Наземные станции – метеорологические радиолокаторы

Метеорологические радиолокационные станции	Осадки (распределение гидрометеоров по размерам, фаза, тип), ветер, влажность (по преломляющей способности), песчаные и пыльные бури
--	--

Океанические станции – аэрологические

Автоматизированные аэрологические измерения с борта судна (АСАП)	Ветер, температура, влажность, давление
--	---

Океанические станции – поверхность моря

Прибрежные ВЧ радиолокаторы	Поверхностные течения, волнения
Синоптические морские станции (океанические, островные, прибрежные и стационарные платформы)	Давление у поверхности, температура, влажность, ветер, видимость, количество облаков, тип облаков, высота нижней границы облаков, осадки, погода, температура поверхности моря, направление, период и высота волнений, морской лед
Суда	Давление у поверхности, температура, влажность, ветер, видимость, количество облаков, тип облаков, высота нижней границы облаков, осадки, погода, температура поверхности моря, направление, период и высота волнений, морской лед
Буи – заякоренные и дрейфующие	Давление у поверхности, температура, влажность, ветер, видимость; температура поверхности моря, 3 и 2-мерный спектр волнения, направление, период и высота волнений
Ледовые буи	Давление у поверхности, температура, ветер, толщина

	льда
Приливные станции	Высота подъема морской воды, давление воздуха у поверхности, ветер, соленость, температура воды
Океан – подповерхностный слой	
Ныряющие буи	Температура, соленость, течения, растворенный кислород, концентрация CO ₂
Привязные ледовые платформы	Температура, соленость, течения
Попутные суда	Температура
Научно-экспериментальные и оперативные прототипы – примеры	
БЛА	Ветер, температура, влажность, состав атмосферы
Гондолы	Ветер, температура, влажность
Станции ГРУАН	Эталонные качественные климатические переменные, структура облаков
Воздушные суда	Химия, аэрозоли, ветер (лидар)
Морские животные, снабженные измерительными датчиками	Температура
Океанические буера	Температура, соленость, течения, растворенный кислород, концентрация CO ₂

4. ТРЕНДЫ И ВОПРОСЫ КОНКРЕТНЫХ СИСТЕМ

4.1 Космические системы

- Произойдет **расширение** космических **возможностей** наблюдения как оперативных, так и исследовательских спутников;
- произойдет **расширение сообщества** космических агентств, вносящих вклад в ГСН;
- будет наблюдаться **более активное сотрудничество** между космическими агентствами, направленное на то, чтобы обеспечить удовлетворение широкого спектра потребностей пользователей в наблюдениях наиболее экономически эффективным образом и чтобы надежность систем была гарантирована путем организации взаимной поддержки;
- возможности наблюдений, продемонстрированные **научно-экспериментальными** спутниками, будут по нарастающей переноситься на **оперативные** платформы в интересах обеспечения надежности и устойчивости измерений;
- **научно-экспериментальные спутники** будут продолжать играть важную роль в ГСН, и несмотря на то, что они не могут гарантировать непрерывности наблюдений, они позволяют получить важные результаты, превосходящие существующие возможности оперативных систем. Между агентствами будут развиваться партнерские отношения с тем, чтобы продлить эксплуатацию функционирующих **научно-экспериментальных** и других спутников до максимально полезного периода;
- некоторые потребности пользователей будут удовлетворены за счет **группировок** спутников, которые часто предусматривают сотрудничество между космическими агентствами. Предполагаемые группировки охватывают: альтиметрию, осадки, радиозатмение, состав атмосферы и радиационный баланс Земли;
- **более высокое пространственное, временное и спектральное разрешение** существенно повысит качество предоставляемой информации,

в частности для мониторинга и прогноза быстро развивающихся явлений мелкого масштаба, предъявляя при этом повышенные требования к средствам обмена данными, их управления и обработки;

- **более высокая доступность и своевременность** будут достигнуты благодаря оперативному сотрудничеству агентств и новой коммуникационной инфраструктуре;
- **улучшение калибровок и взаимных калибровок** будет достигнуто благодаря таким механизмам, как Глобальная космическая система взаимных калибровок (ГСИКС).

4.2 Наземные системы

Наземный сегмент ГСН обеспечит:

- более успешное обнаружение мезомасштабных явлений;
- данные, которые не могут быть получены измерениями с помощью космической компоненты;
- данные для калибровки и валидации данных, полученных космическими системами;
- расширение обмена данными наблюдений регионального масштаба и соответствующей продукции, получаемых от метеорологических радиолокаторов, гидрологических сетей и т. д.;
- вертикальные профили высокого разрешения от радиозондов и других наземных систем дистанционного зондирования, интегрированных с другими наблюдениями для получения структуры атмосферы;
- улучшение качества данных с применением установленных стандартов, касающихся доступности, точности и контроля качества;
- комплекты долгосрочных данных для обнаружения и понимания трендов и изменений в окружающей среде для дополнения данных, полученных космическими системами;
- поддержание в рабочем состоянии станций с длинными исторически непрерывными рядами данных наблюдений.

Сети радиозондирования будут:

- оптимизированы, особенно в отношении горизонтального пространственного разрешения, что позволит повысить число районов с плотной сетью данных, и учитывая данные наблюдений, поступающие от других профилирующих систем;
- дополнены профилями по набору высоты/снижению **самолетов (АМДАР)** и данными других наземных профилирующих систем;
- поддерживать в рабочем состоянии подгруппу станций **ГУАН** для проведения мониторинга климата;
- включать **опорную аэрологическую сеть ГСНК (ГРУАН)** в качестве опорной сети для других пунктов радиозондирования, используемой для калибровки и валидации спутниковых данных и других применений.

Системы наблюдений с борта самолета

- будут организованы в большинстве мест расположения аэропортов во всех регионах мира;
- будут представлять данные об эшелонах полета и подъеме/спуске с временным разрешением по выбору потребителя;
- будут осуществлять наблюдения влажности и других компонентов состава атмосферы, помимо температуры, давления и ветра;
- будут также разработаны для небольших региональных самолетов пятого эшелона полета в средней тропосфере и предоставлять профили подъема/спуска для дополнительных аэропортов.

Системы приземных наблюдений на суше

- будут складываться из большого количества разнообразных сетей (например, сети дорог, мобильные платформы) и сетей множественных применений;
- будут в целом автоматизированы и способны воспроизводить или заменять измерения, проводимые ранее субъективно (метеорологические явления, тип облаков и т. д.);
- будут включать подгруппу приземных станций **ПСГ** для мониторинга климата.

Наблюдения поверхности океана

- осуществляемые дрейфующими буями, заякоренными буями, ледовыми буями и судами добровольного наблюдения, будут дополнять наблюдения со спутников;
- позволят получить улучшение временного разрешения и своевременности благодаря надежным и экономически эффективным спутниковым системам передачи данных.

Технологии наблюдения за подповерхностным слоем океана будут совершенствоваться, включая экономически эффективные многоцелевые платформы наблюдения в точке, буера, морских животных, снабженных измерительными датчиками.

Системы наблюдения, дистанционного зондирования:

- **метеорологические радары** будут давать более качественную продукцию по осадкам с более полным охватом данными. От них будет поступать все больше данных о других атмосферных переменных. Будет существенно повышена согласованность данных и появятся новые радиолокационные технологии. Совместно используемые многонациональные сети будут предоставлять комбинированную продукцию;
- **прибрежные ВЧ радиолокаторы** будут предоставлять данные о течениях и волнениях;
- **профилометры** получат дальнейшее развитие и будут использоваться для новых применений. Будут применяться более разнообразные технологии, включая лидары, радиолокаторы и микроволновые радиометры. Эти системы наблюдения образуют единые взаимосвязанные сети и будут интегрированы с другими приземными сетями;

- сети приемных систем, а именно **глобальные навигационные спутниковые системы** (например, ГСOM, ГЛОНАСС и ГАЛИЛЕО) будут расширены для определения общего количества водяных паров в столбе воздуха;
- эти системы будут объединены с «умными» профилирующими системами и объединены с другими технологиями приземных наблюдений.

Системы обнаружения молний

- **системы обнаружения молний на больших расстояниях** будут предоставлять экономически эффективные, однородные глобальные данные с высокой точностью определения местоположения, что существенно улучшает охват районов с редкой сетью данных, включая океанические и полярные районы;
- **системы обнаружения молний высокого разрешения**, имеющие более высокую точность определения местоположения, лучшую дифференциацию облако-облако и облако-земля, для специальных применений.

Наземные наблюдения **состава атмосферы** (дополненные измерениями шаров-зондов и с борта воздушного судна) внесут свой вклад в создание интегрированной сети трехмерных глобальных измерений химии атмосферы наряду с космическим компонентом. Новые стратегии измерений будут объединены для обеспечения возможности предоставления данных в режиме, близком к реальному времени.

Наземные наблюдения обеспечат поддержку **прогнозированию текущей погоды и сверхкраткосрочному прогнозированию** благодаря широкой интеграции радиолокационных систем, систем обнаружения молний и других систем, в условиях расширения сетей до континентального и глобального масштабов.
