|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА | **Всемирная метеорологическая организация**  **КОМИССИЯ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ, ИНФРАСТРУКТУРЕ И ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ**  **Вторая сессия** 24–28 октября 2022 г., Женева | **INFCOM-2/INF. 6.1(1)** |
| Представлен: председателем  25.X.2022 |

*[Этот документ был переведен для вашего удобства с использованием технологий машинного перевода без постредактирования. 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.]*

## РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ПО ЭВОЛЮЦИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ В ПЕРИОД 2023—2027 ГГ. В ОТВЕТ НА ПЕРСПЕКТИВНОЕ ВИДЕНИЕ В ОТНОШЕНИИ ИГСНВ В 2040 ГОДУ

(Проект документа, составленный Рабочей группой ОЭГ-ЭСНЗЗ при поддержке консультанта и экспертов из Секретариата ВМО и ГСНК, ПК-ИПП, ГСА, ИГ-ГОСН и Целевой группы по оценке прогнозов состояния океана)

Содержание

[1. Цель и сфера охвата 3](#_Toc100657079)

[1.1 "необходимость реагирования на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году;" 3](#_Toc100657080)

[1.2 Цель документа 4](#_Toc100657081)

[2. Руководящие указания по эволюции глобальных возможностей наблюдений в ответ на   
 Перспективное видение ВМО в отношении ИГСНВ в 2040 году 5](#_Toc100657082)

[2.1 Обобщение ключевых пробелов в наблюдениях на основании заявлений о руководящих принципах с некоторыми Рекомендации 6](#_Toc100657083)

[2.1.1 Глобальный ЧПП 9](#_Toc100657084)

[2.1.2 Прогнозирование во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных 10](#_Toc100657085)

[2.1.3 ЧПП высокого разрешения 11](#_Toc100657086)

[2.1.4 Прогнозирование текущей погоды и сверхкраткосрочное прогнозирование 12](#_Toc100657087)

[2.1.5 Авиационная метеорология 13](#_Toc100657088)

[2.1.6 Космическая погода 14](#_Toc100657089)

[2.1.7 Океанические применения 15](#_Toc100657090)

[2.1.8 Мониторинг климата 16](#_Toc100657091)

[2.1.9 Состав атмосферы 17](#_Toc100657092)

[2.1.10 Новые виды обслуживания в области криосферы 20](#_Toc100657093)

[2.1.11 Гидрологическое обслуживание 22](#_Toc100657094)

[2.2 Выводы и рекомендации по ряду воздействий ЧПП на наблюдения практические семинары и другие области 23](#_Toc100657095)

[2.2.1 Международные практические семинары по воздействию различных систем наблюдений на   
 Nwp 24](#_Toc100657096)

[2.2.2 Выводы и рекомендации в других областях 27](#_Toc100657097)

[2.3 Космические наблюдения 28](#_Toc100657098)

[2.4 Наземные наблюдения 30](#_Toc100657099)

[2.4.1 Руководящие указания по расширению сети ГОСН 30](#_Toc100657100)

[2.4.2 Отношения ГОСН и РОСН 32](#_Toc100657101)

[2.4.3 Анализ экономической эффективности возможностей наблюдений для обеспечения требуемой Информация и продукция 33](#_Toc100657102)

[2.4.4 Возможности для синергизма и оптимизации систем наблюдений 33](#_Toc100657103)

[2.4.5 Стратегия и руководящие указания для Стран-членов по наблюдениям в городских условиях 37](#_Toc100657104)

[2.4.6 Рекомендации по использованию новых технологий наблюдений 38](#_Toc100657105)

[2.4.7 Экологическая устойчивость наблюдений 43](#_Toc100657106)

[2.4.8 Управление рисками и смягчение их последствий 44](#_Toc100657107)

[2.5 Действия, имеющие высокий приоритет в отношении эволюции космического и наземного базирования "основанные на системах наблюдений;" 45](#_Toc100657108)

[2.6 Рекомендации относительно политики в области данных и доступности данных 51](#_Toc100657109)

[2.7 Координация радиочастот 51](#_Toc100657110)

[3. Руководство по разработке национальной стратегии осуществления перспективного видения ИГСНВ в 2040 году 52](#_Toc100657111)

[3.1 Обзор национальных потребностей для различных областей применений 52](#_Toc100657112)

[3.2 Компиляция национальных потребностей без технологий и проектирования сети Принципы 53](#_Toc100657113)

[3.3 Концепция развития национальных возможностей в области наблюдений 53](#_Toc100657114)

[3.4 Предложения по экспериментальной деятельности 53](#_Toc100657115)

[4. Возможности и руководящие указания в области развития потенциала на основе систематического Фонд финансирования наблюдений (ФФСН) и Инициатива по поддержке стран (ИПС) 53](#_Toc100657116)

[5. Коммуникационный план по вопросу о необходимости реагирования на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году 58](#_Toc100657117)

[Приложение 1. Соответствующие документы, регламентные и руководящие материалы ИГСНВ 60](#_Toc100657118)

[1. Соответствующие документы по ИГСНВ 60](#_Toc100657119)

[2. Регламентные и руководящие материалы ИГСНВ 62](#_Toc100657120)

[Приложение 2. Заявление о пробелах в руководящих принципах по переменной 65](#_Toc100657121)

[Приложение 3. Ключевые действия Плана осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН), которые должны осуществляться Членами 112](#_Toc100657122)

[Приложение 4. Обзор потребностей ГОСН (должен/должен) 114](#_Toc100657123)

[Приложение 5. Интегрированное городское обслуживание (ИГО) для руководящих указаний высокого уровня ИГСНВ 116](#_Toc100657124)

[Приложение 6. Переменные состава атмосферы в поддержку применений мониторинга и прогнозирования 128](#_Toc100657125)

[Сокращения 129](#_Toc100657126)

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

**Руководящие указания высокого уровня по эволюции глобальных систем наблюдений в период 2023—2027 годов в соответствии с Концепцией развития ИГСНВ в 2040 году**

1. **Цель и сфера охвата**

**1.1 "необходимость реагирования на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году;"**

В настоящем документе содержатся руководящие указания для Членов ВМО в отношении предполагаемой эволюции систем наблюдений на национальном и региональном уровнях в качестве компонентов Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСНВ) до 2040 года. Руководящие указания в первую очередь состоят из принципов общего характера, которые следует учитывать при разработке планов осуществления членами и другими операторами сетей наблюдений. Кроме того, в руководящих указаниях определены срочные конкретные действия, которые возникают в ответ на приоритеты ИГСНВ, программ ВМО и наши знания о существующих пробелах в данных. В документе представлен структурированный обзор документов, имеющих отношение к Перспективному видению в отношении ИГСНВ в 2040 году ([AR](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21727), [EN](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21716#.YPbKgOj7QUE), [ES](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21736), [FR](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21729), [RU](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21735), [ZH](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21728)) и установлены приоритеты на следующие пять лет (2023—2027 гг.) для реализации сценария Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году. Предполагается, что читатель этого документа знает о содержании Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году.

В ходе разработки и предоперативного этапа ИГСНВ был разработан ряд документов, направленных на поддержание и развитие всех компонентных систем наблюдений ВМО. [В дополнении 1](#_Annex_1._WIGOS) перечислены соответствующие документы, инструменты и регламентные материалы ИГСНВ иллюстрируются связи между ними. В настоящем документе содержится информация из многих из этих основополагающих документов.

«Перспективное видение Для Глобальной системы наблюдений (ГСН) в 2025 году», одобренное ИС-LXI (Женева, 2009 г.), обеспечило цели высокого уровня для руководства эволюцией глобальных систем наблюдений. «Регулярный обзор потребностей» (РОП) содержит «Заявления о руководящих принципах» (ОГПО), в которых определены основные пробелы в системах наблюдений для областей применений ВМО. «План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН), доступный на языках ВМО ([EN](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ETeDnDonmulOiJu9zkzieu4Bp7thwbeKXXfCq1G8nxjjQA?e=KokUlQ), [ES](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZWZcp0fuphPqjejJkPOBxYBFN6n9aBU7gVl5z2RnhhQ-A?e=zQnoR6), [FR](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EVRItRhG7OVCibWplVTp8U4BoxwVpJ02saZ9szskDLAueA?e=vrcmdh), [RU](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ERL2_7-DqEBMmfcUhLGtdBsB8u0za8LwyXpWZ140Lb_R-Q?e=yaCr0E), [ZH](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EaZir2WZg25DlK61b8knNkMBEz-AjoQQziP17creMJp2yA?e=TNWVI3)), сопровождает Перспективное видение ГСН. Задачами ПО-ЭГСН является рассмотрение потребностей ВМО в наблюдениях, предъявляемых к применениям в областях погоды, климата и воды, наиболее экономически эффективным образом. План осуществления содержит конкретные действия по разработке космических и наземных компонентов систем наблюдений ВМО, которые регулярно пересматривались. В 2018 году восемнадцатая сессия Всемирного метеорологического конгресса (Кг-18) (см. дополнение 3) была утверждена поднабор из 10 таких действий, а перечень действий по-ЭГСН был рассмотрен в ходе подготовки настоящего документа высокого уровня, а те из них, которые остаются актуальными, были включены в рекомендации, содержащиеся в [разделе 2.5](#_2.5_Actions_with).

Прогресс, достигнутый в осуществлении ИГСНВ, призвал к обновлению Перспективного видения с учетом текущих проблем и возможностей. Благодаря этой информации национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС), космические агентства и другие разработчики систем наблюдений смогут соответствующим образом адаптировать свои усилия по планированию для достижения максимальной согласованности усилий и получения пользы от затрат. При расширении вплоть до 2040 года Перспективное видение в отношении ИГСНВ занимает долгосрочное видение. В значительной степени этот временной горизонт определяется длительными циклами разработки и осуществления конкретных компонентов, таких как оперативные спутники или программа замены радиолокаторов.

Первоначальный оперативный этап ИГСНВ, начинающийся в 2020 году, является ответом на повышенный спрос на метеорологическое, гидрологическое и климатологическое обслуживание Членов, которые являются более устойчивыми к социально-экономическим последствиям экстремальных метеорологических, климатических, гидрологических и других явлений окружающей среды. Подход ВМО к системе Земля[[1]](#footnote-2), согласованный с развивающимися потребностями пользователей и развитием технологий наблюдений, наряду с предполагаемым повышением роли частного сектора и третьих сторон, был рассмотрен в Перспективном видении в отношении ИГСНВ в 2040 году. В настоящее время существует необходимость перегруппировки стратегий наблюдений для реализации Перспективного видения.

В соответствии с [резолюцией 37 (Кг-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=127) о переходе ИГСНВ к оперативному статусу начиная с 2020 года, в дополнении к настоящей резолюции описываются основные виды деятельности, которые планируется провести с 2020 года и далее в целях дальнейшего развития системы в течение этого периода. Глобальные наблюдения за системой Земля обеспечат основу для удовлетворения спроса на расширение возможностей бесшовного прогнозирования в масштабах от погоды до климата на основе единых подходов к моделированию. Кроме того[, в резолюции 38 (Кг-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=137) Комиссии по инфраструктуре поручается провести необходимые мероприятия по планированию, которые помогут Членам и партнерским организациям реагировать на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году. Она далее просит Страны-члены принять во внимание Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году при планировании эволюции их сетей наблюдений.

На своей первой сессии Комиссия по наблюдениям, инфраструктуре и информационным системам (ИНФКОМ) одобрила план первоначального оперативного этапа ИГСНВ (2020—2023 гг.) (ПСВИ). В этом плане, который был затем принят Исполнительным советом (EC‑73/Doc. 4.2(1)), высокий приоритет был отдан тем видам деятельности, которые окажут помощь странам-членам в разработке и осуществлении ИГСНВ на национальном, региональном и глобальном уровнях. Однако он также просит Членов содействовать культуре соблюдения Технического регламента ИГСНВ. Кроме того, ПСВИО предлагает подход для руководства Членами для развития своих систем наблюдений в течение периода 2020—2023 годов для достижения Перспективного видения в отношении ИГСНВ до 2040 года (более  [подробную информацию см. в дополнении 1](#_Annex_1._WIGOS)). ППМН включает конкретные виды деятельности в поддержку осуществления ИГСНВ на национальном уровне и развитие региональных ассоциаций, которые не будут частью соображений настоящего документа, но будут дополнять их.

**1.2 Цель документа**

Перспективное видение ВМО в отношении ИГСНВ в 2040 году представляет собой вероятный сценарий того, каким образом потребности пользователей в данных наблюдений могут развиваться в области ВМО в течение следующих нескольких десятилетий, а также амбициозное, но технически и экономически осуществимое видение комплексной системы наблюдений, которая будет их удовлетворять. Благодаря этой информации НМГС, космические агентства и другие разработчики систем наблюдений смогут соответствующим образом адаптировать свои усилия по планированию и смогут принимать решения, необходимые для осуществления этой интегрированной системы. Перспективное видение также информирует пользователей данных наблюдений за погодой, климатом, водой, составом атмосферы и других связанных с ними наблюдений о том, что ожидается в течение этого периода времени, и содержит руководящие указания, касающиеся планирования информационных технологий и коммуникационных систем, усилий по научным исследованиям и разработкам, кадрового обеспечения, образования и подготовки кадров.

План первоначального оперативного этапа ИГСНВ (2020—2023 гг.) описывает основные виды деятельности, которые планируется провести в ближайшем будущем. Среди прочего, будет разработан руководящий документ по эволюции глобальных возможностей наблюдений в соответствии с Концепцией развития ИГСНВ в 2040 году (раздел 5.7 плана).

Цель настоящего документа: в нем содержатся руководящие указания высокого уровня, с тем чтобы помочь Членам развивать свои системы наблюдений в ближайшие пять лет (2023—2027 гг.) таким образом, чтобы они были простыми и простыми в использовании всеми участниками, уделяя особое внимание наименее развитым странам, развивающимся странам, не имеющим выхода к морю, и малым островным развивающимся государствам. В текущем руководящем документе определены несколько областей высокого приоритета, в которых могут быть реализованы конкретные и эффективные усовершенствования возможностей систем наблюдений, а также может быть продемонстрирована прогресс в течение следующих пяти лет. Рекомендуемые действия прописаны таким образом, чтобы информировать лиц, принимающих решения, и стратегических специалистов по планированию на уровне высшего руководства.

В документе основное внимание уделяется некоторым ключевым приоритетам, при этом принятие более динамичного подхода, нежели принятое ранее Перспективное видение ГСН на 2025 г., План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН) и его 115 целенаправленных действий. Этот новый подход позволит корректировать меры по осуществлению в соответствии с изменяющимися потребностями, технологиями и возможностями. В [главе 2](#_2._Guidance_on) краткое изложение выводов и рекомендаций ряда международных практических семинаров по воздействию различных систем наблюдений на численное прогнозирование погоды (ЧПП), а также обобщение основных пробелов в наблюдениях из регулярного обзора заявлений о руководящих принципах регулярного обзора потребностей с некоторыми рекомендациями в отношении того, какие сочетания технологий для использования для устранения этих пробелов предоставляются. Таким образом, приоритеты будут установлены в соответствии с подходом на основе системы Земля, при этом глобальный ЧПП и мониторинг климата рассматриваются как базовые[[2]](#footnote-3) применения, а также области, в которых могут быть получены существенные социально-экономические выгоды, включая уменьшение опасности бедствий (СРБ).

[Глава 2](#_2._Guidance_on) также включает руководящие указания и обязательства по осуществлению и управлению сетью Глобальной опорной сети наблюдений (ГОСН), а также обязательства Членов в отношении расширения и расширения свободного и неограниченного обмена данными. Другие эволюционные аспекты при реагировании на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году также изложены в этой главе. [В главе 3](#_3._Guidance_on) предлагаются действия по разработке национальной стратегии по осуществлению Перспективного видения ИГСНВ в 2040 году.  [В главе 4](#_4._Capacity_development) рассматриваются возможности в области развития потенциала, а  [в главе 5](#_Communication_Plan_on) подробно описаны коммуникационные планы.

1. **Руководящие указания по эволюции глобальных возможностей наблюдений в ответ на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году**

ИГСНВ обеспечивает глобальную рамочную основу, а также инструменты управления и проектирования для всех участвующих систем наблюдений в целях оптимизации ориентированных на пользователя инвестиций в устойчивое развитие для предоставления связанного с окружающей средой обслуживания, связанного с погодой, водой, составом атмосферы и климатом. Основными компонентами ИГСНВ являются сети Глобальной системы наблюдений (ГСН), наблюдательный компонент Глобальной службы атмосферы (ГСА), наблюдательные компоненты Глобальной службы криосферы (ГСК) и Система гидрологических наблюдений ВМО (СГНВ). Кроме того, ВМО сотрудничает с партнерскими организациями для дополнения этих сетей в рамках ИГСНВ для мониторинга климата и наблюдений за океаном через Глобальную систему наблюдений за климатом (ГСНК) и Глобальную систему наблюдений за океаном (ГСНО) соответственно.

Перспективное видение ВМО в отношении ИГСНВ в 2040 году является сценарием того, каким образом космические и наземные системы наблюдений могут развиваться в течение следующих двух десятилетий для удовлетворения развивающихся потребностей пользователей в наблюдениях. Кроме того, в нем рассматриваются меняющиеся потребности пользователей и ожидаемая эволюция космических и наземных технологий наблюдений. Это амбициозный, но технически и экономически осуществимый план. Перспективное видение предполагает, что будущие системы наблюдений будут опираться на существующие подсистемы как наземных, так и космических, при этом используя существующие, новые и новейшие технологии наблюдений, которые в настоящее время не включены или полностью эксплуатируются. Перспективное видение включает в себя наблюдения, полученные от коммерческих операторов и других третьих сторон, и считает их важность, а также проблемы, связанные с обеспечением свободного и открытого обмена такими данными между НМГС и другими национальными и международными партнерами.

Руководящие указания высокого уровня, представленные в настоящем документе, обобщают пробелы, выявленные в существующих сетях наблюдений, перечисляют конкретные приоритеты для действий на ближайшие пять лет (2023—2027 гг.) и содержат рекомендации в отношении конкретных разработок, которые следует учитывать при осуществлении Перспективного видения на период до 2040 года.

Некоторые темы, подлежащие обсуждению в этой главе, такие как анализ пробелов в [разделе 2.1](#_2.1_Synthesis_of), рекомендации исследований воздействия ЧПП ([раздел 2.2](#_2.2_Findings_and)), информация о статусе и процедурах расширения ГОСН ([раздел 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on)), а также новые виды деятельности по политике в области данных ([раздел 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on) и [раздел 2.6](#_2.6_Recommendations_on)) " — дать начало конкретным действиям для Членов по разработке стратегии осуществления Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году;" Другие темы, охватываемые в этой главе, такие как информация о экономической эффективности систем наблюдений и возможностях для объединения деятельности на глобальном и региональном уровнях, помогут руководителям сетей более эффективно эксплуатировать свои сети.

**2.1 Обобщение ключевых пробелов в наблюдениях на основании заявлений о руководящих принципах с некоторыми рекомендациями**

Для выработки консенсуса в отношении потребностей пользователей в данных наблюдений и разработки и внедрения интегрированных систем наблюдений ВМО ВМО осуществляет процесс РОП.

В процессе РОП совместно рассматривается меняющиеся потребности Стран-членов в наблюдениях и возможностях существующих и планируемых систем наблюдений. В результате посредством так называемых «Заявлений о руководящих принципах» эксперты в каждой области применений рассматривают степень, в которой возможности удовлетворяют потребности, и они проводят анализ пробелов с рекомендациями о том, каким образом эти пробелы могут быть устранены. Для каждой области применения процесс состоит из четырех этапов:

1. Свободный от технологии обзор потребностей Стран-членов в наблюдениях в рамках области применения, охваченной программами ВМО и совместно спонсируемыми программами;
2. "обзор возможностей существующих и планируемых систем наблюдений как наземных, так и космических;"
3. "критический обзор" степени, в которой возможности b) соответствуют требованиям a);" И
4. Заявление о руководящих принципах (SoG), основанное на (c).

Этот процесс повторяется примерно на двухлетнем цикле. СЗП также служат полезным ресурсом для диалога с учреждениями систем наблюдений о том, следует ли продолжать существующие системы, модифицировать или прекратить их, следует ли планировать и внедрять новые системы, а также необходимо ли проводить исследования и разработки для удовлетворения неудовлетворенных потребностей пользователей.

Область применения ВМО описывает однородную деятельность, для которой можно составить последовательный набор потребностей пользователей в наблюдениях, согласованных экспертами сообщества, работающими в оперативной деятельности в этой области. Выявленными в настоящее время областями применений являются ([СЗ, области применений](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process)):

1. Глобальный ЧПП;
2. ЧПП высокого разрешения;
3. Прогнозирование текущей погоды и сверхкраткосрочное прогнозирование;
4. Прогнозирование во временных масштабах от субсезонного до более долгосрочного;
5. Авиационная метеорология;
6. Прогнозирование состава атмосферы;
7. Мониторинг состава атмосферы;
8. "предоставление информации о составе атмосферы в поддержку обслуживания в городских и населенных районах;"
9. Океанические применения;
10. Мониторинг климата (ГСНК)
11. Сельскохозяйственная метеорология;
12. Гидрологии;
13. Космическая погода.

Статус потребностей пользователей в наблюдениях регистрируется в [ОСКАР/Потребности](https://space.oscar.wmo.int/observingrequirements), а статус ОГпо областей применений ВМО приводится по следующей ссылке: [SoG, области применений](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process). Существует некоторая изменчивость в отношении уровня зрелости СЗП различных областей применений. ОГ глобального ЧПП, ЧПП высокого разрешения, прогнозирования текущей погоды и сверхкраткосрочного прогнозирования, субсезонных-более долгосрочных прогнозов, авиационной метеорологии и космической погоды обновлены. SoG для океанических применений прошло несколько лет, однако были предприняты организационные меры для получения обновлений. ГСК, ГСА, ГСНК и СГНВ работают над подготовкой заявлений высокого уровня, которые должны быть включены в настоящий документ, как только они будут доступны.

Стратегический план ВМО на период 2020—2023 гг., принятый Кг-18, устанавливает всеобъемлющие приоритеты, которые должны соблюдаться при выявлении ключевых пробелов в наблюдениях из ОГПО. К этим относятся:

1. "подход на основе «системы Земля»;"
2. приоритеты в отношении социально-экономических выгод; И
3. уменьшение опасности бедствий в связи с погодными явлениями со значительными последствиями.

В рамках подхода ВМО к системе Земля Земля рассматривается как интегрированная система атмосферы, океана, криосферы, внутренних гидрологии, биосферы и геосферы. Это информирует политиков и лиц, принимающих решения, на основе более глубокого понимания физических, химических, биологических и антропогенных взаимодействий, которые определяют прошлые, текущие и будущие состояния Земли. В этой связи область применения Глобального ЧПП рассматривается как основа, при этом ее модели нуждаются в данных из различных компонентов системы Земля. В этой связи она имеет ключевое значение. Таким образом, были включены интерфейсы между областями системы Земля. Совершенствование деятельности по мониторингу и прогнозированию помогает уменьшить последствия бедствий в связи с погодными явлениями высокого риска и повысить социальные и социально-экономические выгоды.

Приоритеты должны также быть уделено мониторингу и прогнозированию во временных масштабах от субсезонного до более длительного времени для климатических применений и обслуживания, гидрологии, а также распределения и изменчивости химической погоды/воздуха и парниковых газов (ПГ). Многие из этих потребностей перекрываются и являются синергичными для общих переменных ЧПП, хотя часто существует необходимость в дополнительных сводках (ежедневных и месячных). Существуют также потребности в мониторинге и прогнозировании наблюдений за поверхностью суши, состава атмосферы (например, загрязнения) и переменных океана, которые обычно не используются ЧПП.

В обобщенном виде в настоящем документе рассматриваются следующие ключевые движущие факторы и приоритеты:

Ключевые факторы[[3]](#footnote-4):

1. Улучшение защиты жизни и имущества, снижения риска бедствий и уменьшения их последствий
2. Погода со значительными последствиями
3. Другие области применений, такие как интегрированное городское обслуживание или океанические применения, придут больше внимания, если будущий Стратегический план ВМО устанавливает приоритеты соответствующим образом.
4. Волны тепла, засуха и нехватка воды;
5. Паводки, наводнения (дождевые, флювиальные, прибрежные);
6. Экстремальное загрязнение
7. Улучшение социальных и социально-экономических выгод
8. Транспортное обслуживание (авиация, дорога и железные дороги, морская, внутренние навигации)
9. Наличие и качество водных ресурсов;
10. Климатическое обслуживание для смягчения последствий и адаптации к нему;
11. Обслуживание сельского хозяйства, аквакультуры;
12. Поддержка производства энергии;
13. Туризм и организация отдыха;
14. Поддержка экосистем и биоразнообразия;
15. Обслуживание в сфере здравоохранения

Области применения с высоким приоритетом:

1. Глобальный ЧПП, рассматриваемый в качестве основополагающей области применения в подходе ВМО к системе Земля, уделяя особое внимание требованиям ГОСН (более подробно см[. дополнение 4](#_Annex_4._Overview)) и интерфейсы между областями системы Земля:
2. Атмосфера — Океан, включая морской лед,
3. Атмосфера — Суша;
4. Атмосфера — криосфера;
5. Атмосфера — Гидросфера.
6. "мониторинг климата, применения и обслуживание;"
7. Прогнозирование во временны́х масштабах от субсезонного до более долгосрочного;
8. "мониторинг парниковых газов и информационное обслуживание для управления выбросами парниковых газов;"
9. Гидрологический мониторинг и обслуживание в области управления водными ресурсами.

Области применения были выбраны в связи с текущими приоритетами, определенными в Стратегическом плане ВМО, и областями системы Земля, в которых программы ВМО устанавливают приоритеты в течение следующих пяти лет. Другие применения, включая океанические и городские применения, будут обретать большее значение в будущем.

В оставшейся части настоящей главы обобщение ключевых пробелов в наблюдениях будет дано вместе с рекомендациями о том, как их заполнить, принимая во внимание вышеуказанные приоритеты. Для получения полных soGs соответствующей области применений см. ссылку, приведенную выше.

**2.1.1 Глобальный ЧПП**

Глобальные системы ЧПП выпускают краткосрочные и среднесрочные прогнозы погоды до 10—15 дней состояния атмосферы с горизонтальным разрешением, как правило, 10—25 км и вертикальным разрешением 10—30 м вблизи поверхности, увеличивающимся до 500—1000 м в стратосфере. Крупные ансамбли многих членов таких прогнозов дают оценки неопределенности. Прогнозисты используют результаты моделей ЧПП в качестве руководящих указаний для выпуска прогнозов важных метеорологических переменных для интересующей их зоны. Выходная продукция ансамблевой модели используется для прогнозирования риска экстремальных или суровых и разрушительных погодных явлений с точки зрения вероятности. Такие ансамбли требуют хороших знаний о неопределенности в модели ЧПП и всех входных данных, включая данные наблюдений. Глобальные модели ЧПП также используются для обеспечения граничных условий для регионального ЧПП, моделей высокого разрешения, систем прогнозирования качества воздуха и состава атмосферы, а также для оперативной океанографии и гидрологии. Последние разработки в области сопряженных прогностических систем свидетельствуют о преимуществах сопряжения моделей океана и морского льда с атмосферой для прогнозов ЧПП в соответствии с подходом на основе системы Земля. Как наземные наблюдения, так и спутниковые наблюдения вносят значительный вклад в точность ЧПП. Данные спутникового зондирования обеспечивают очень хорошее горизонтальное разрешение и охват, но ограниченное вертикальное разрешение.

Модели ЧПП оказали значительное положительное влияние на усовершенствованные микроволновые приборы зондирования, такие как AMSU-A[[4]](#footnote-5), MHS и ATMS, а также с помощью зондов с высоким спектральным разрешением с улучшенным вертикальным разрешением (AIRS, IASI и CrIS). В настоящее время измерения без погрешностей радиозатменных измерений дополняют другие системы с высокой точностью и вертикальным разрешением, демонстрируя значительное воздействие ЧПП. Научно-исследовательские данные, полученные с помощью доплеровского ветрового лидара Эола, продемонстрировали преимущества в оперативных системах, что подтверждает потребность в оперативной программе, обеспечивающей информацию о ветре с высоким вертикальным разрешением.

Современные компоненты ассимиляции данных систем ЧПП способны эффективно использовать как синоптические, так и асиноптические наблюдения. Эти методы способствовали извлечению информации из временных рядов с низкоорбитальных и геостационарных спутников, воздушных судов и автоматических станций приземных наблюдений, а также измерений облаков, осадков, озона и т. д. Наибольшая выгода получена в результате наблюдений, имеющихся в близком к реальному времени. Несколько типов измерений in situ и радиолокационных данных об осадках в настоящее время не распространяются по всему миру. Обмен данными этих наблюдений в режиме времени, близком к реальному, обеспечит дополнительную информацию моделям ЧПП, в частности о влажности почвы, высоте снежного покрова или водном эквиваленте (ВЭС) снежного покрова, порывах ветра, осадках (по дождемерам и радиолокаторам) и наземных данных ГСОМ.

Точная характеристика поверхностей суши и криосферы создает конкретные проблемы: a) модельное представление мелкомасштабных процессов, влияющих на морской лед, снег, твердые осадки, облака смешанной фазы и устойчивые пограничные слои, включая горные пограничные слои, и их неопределенности, b) ограниченную доступность, техническое обслуживание/качество и обмен данными наблюдений за снегом и льдом в режиме реального времени, c) субоптимальную ассимиляцию (обычно над поверхностью снежного и ледяного покрова) больших данных объемы с полярно-орбитальных спутников из-за неоднозначных характеристик сигнала и больших систематических ошибок в моделях, чем в более низких широтах, и d) отсутствие спутниковой продукции, точно измеряющей твердые осадки в высокогорных районах, высоту снежного покрова или ВЭС снежного покрова, изменение массы ледников и многолетнюю мерзлоту на всех широтах и (е) продолжающуюся координацию, максимизируя преимущества наблюдений за криосферой из космоса с использованием радиолокатора с синтезированной апертурой.

Сообщество ЧПП определило следующие важные приоритеты для совершенствования систем наблюдений и их глобальной передачи:

1. Вертикальные профили горизонтального вектора ветра (u,v) на всех уровнях за пределами основных населенных районов, особенно в тропиках, для районов океана и стратосферы;
2. Профили температуры и влажности надлежащего вертикального разрешения в районах облачности, особенно над полюсами и малонаселенных территорий суши, где использование спутниковых данных остается сложным;
3. "более своевременное наличие и более широкое распространение нескольких типов наземных измерений и радиолокационных данных, которые производятся, но в настоящее время не распространяются по всему миру;"
4. "дальнейшего расширения охвата данными воздушных судов, особенно по профилям набора высоты/снижения в тропиках;"
5. Глобальное распространение данных радиозондовых измерений с высоким разрешением в BUFR с подробной пространственно-временной информацией по всем пунктам радиозондирования;
6. "дополнительные наблюдения за толщиной морского льда, а также наблюдения за криосферой в арктике и криосфере в целом по высоте снежного покрова и водному эквиваленту снежного покрова;"
7. Необходимы дополнительные наблюдения за океаном (температура поверхности моря, соленость поверхности моря и измерения профилей) и приземные измерения океана;
8. Увеличение пространственно-временно́го охвата (целевой период отбора проб в 1 час) определенных спутниковых наблюдений, например, микроволнового и гиперспектрального инфракрасного зондирования.

**2.1.2 Прогнозирование во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных**

Для обеспечения предсказаний во временных масштабах от субсезонного до десятилетнего в масштабе от двух недель до 10 лет обычно используются полностью сопряженные модели океана-суши и атмосферы. Точно так же, как и в прогнозировании погоды, ансамблевые прогнозы с использованием этих сопряженных моделей дают вероятностные прогнозы риска климатических явлений. В некоторых частях требования к прогнозированию во временны́х масштабах от субсезонного до более долгосрочного (ППП) по существу такие же, как и для глобального ЧПП. Таким образом, ГРП ППП сосредоточена на элементах, имеющих важное значение для инициализации, валидации и калибровки субсезонных-более длительных временных прогнозов.

Возможности наблюдений в полярных и горных регионах необходимы для поддержки совершенствования параметризации полярных и горных процессов, например, новых методов наблюдений, продукции дистанционного зондирования для применений, а также новых стратегий проектирования сетей и усвоения данных на сложной местности для удовлетворения потребностей сопряженных систем прогнозирования суши,атмосферы и океана и морского льда, включая инициализацию сопряженных прогнозов по всем интерфейсам. Например, поглощение данных наблюдений за морским льдом/океаном в системах усвоения данных для инициализации связано с большой неопределенностью модели и неопределенностями наблюдений (например, толщиной морского льда) и сложными многомасштабными взаимодействиями между переменными, составляющими морского льда.

Ключевыми возможностями, кратко изложенными в Заявлениях о руководящих принципах для совершенствования моделей ППП, являются:

1. Продукция высокого качества и быстрого предоставления продукции о температуре поверхности моря (ТПМ) имеет большое значение для прогресса в субсезонных-сезонных прогнозах. В настоящее время точность и пространственный масштаб такой суточной продукции ТПМ являются лишь незначительно адекватными. Суда и заякоренные и дрейфующие буи обеспечивают наземные наблюдения с приемлемой точностью, но охват и частота наблюдений являются неудовлетворительными или незначительными на больших территориях.
2. Более совершенная оценка осадков над океанами.
3. Точная оценка исходных условий поверхности суши, таких как влажность почвы и характеристики снега, для предсказаний в субсезонном масштабе.
4. Стратосферный сульфатный аэрозоль, введенный крупными взрывными извержениями вулканов, оказывает значительное влияние на глобальный климат. Поэтому прогнозы во временных масштабах от субсезонного до десятилетнего требуют географического распределения аэрозольной нагрузки с вертикальным и месячным временным разрешением 1–2 км.

**2.1.3 Высокое разрешениеNwp**

Модели ЧПП высокого разрешения (ЛР) выпускают прогнозы метеорологических явлений с горизонтальным разрешением 1–5 км. Такие прогнозы более подробны из-за более реалистичных описаний атмосферных явлений, таких как облака и осадки. Дополнительная детализация становится возможной благодаря более мелкой вычислительной сетке, более подробной спецификации рельефа местности и более точной рецептуры физических процессов. В моделях требуется проводить более плотные и более частые наблюдения для точного уточнения исходных условий. Схемы ассимиляции данных для систем ЧПП часто требуют частого анализа каждые 6, 3 или 1 час, и, следовательно, частых наблюдений с более короткой задержкой доставки.

Модели ЧПП используют те же наблюдения, что и глобальный ЧПП, а также некоторые местные наземные системы наблюдений, в основном расположенные над сушей, такие как метеорологические радиолокаторы. В частности, выходная продукция ЧПП ЧПП извлечет пользу из:

1. "более эффективное использование данных наблюдений за облачностью и осадками с помощью доплеровского метеорологического радиолокатора, включая типы осадков, выведенные из поляриметрических измерений;"
2. Более широкое покрытие измерений профилей температуры и влажности в пограничном слое, поскольку это происходит там, где вертикальное разрешение модели является самым высоким;
3. Более широкое покрытие данными с борта воздушного судна, особенно с профилей набора высоты и снижения, включая влажность;
4. "дополнительные измерения переменных, описывающих поверхность суши, таких как влажность почвы и высота снежного покрова;"
5. Наземные временные и пространственные наблюдения высокого разрешения в городских районах, над морем или над районами, подверженными метеорологическим явлениям со значительными последствиями;
6. Наземные наблюдения Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), предоставляющие информацию об общем количестве водяного пара в столбе атмосферы;
7. "полноценное использование спутниковых наблюдений с высоким пространственным разрешением как с гео, так и с низкоорбитальных орбит;"
8. Высокочастотные гиперспектральные данные инфракрасного зондирования с геостационарной орбиты;
9. Высокая разрешающая способность и высокочастотная температура поверхности моря, включая представление сильных фронтов и градиентов, вызванных процессами мезо-океана и субмезомасштабных процессов в прибрежных районах, шлейфа рек, в апвеллинге, в высокоэнергетических и турбулентных районах во время прогноза текущей погоды и прогнозирования.

**2.1.4 Прогнозирование текущей погоды и сверхкраткосрочное прогнозирование**

Прогнозы на следующие 0—2 часа называются прогнозированием текущей погоды (ЧПП) с 2 по 12 часов сверхкраткосрочным прогнозированием (ВСПП) и краткосрочным прогнозированием, помимо этого. Методы прогнозирования текущей погоды используют экстраполяцию наблюдений, применяя эвристические правила для изменения этих наблюдений в будущем, таких как смещение ячеек грозы путем отслеживания производных векторов. С увеличением заблаговременности синоптических правил и данных ЧПП взять на себя. В зависимости от явлений прогнозирование текущей погоды и СКП охватывают пространственные масштабы от микро-альфа (сотни метров до 2 км) до мезо-альфа (200–2000 км). Временные масштабы составляют от нескольких минут до 12 часов или более.

Методы прогнозирования текущей погоды и СКП могут применяться ко многим явлениям. Они чаще всего используются для прогнозирования конвективных штормов с сопутствующими явлениями; мезомасштабные характеристики, связанные с внетропическими и тропическими штормами; туман и облака нижнего яруса; локальные выпадения осадков; зимняя погода (снег, лед, гололед, метели, лавины); стихийные пожары и загрязненные районы в результате загрязнения воздуха, химических или радиоактивных аварий. Горизонтальное разрешение наблюдений для прогнозирования этих явлений является приемлемым для некоторых населенных районов, но отсутствию в малонаселенных районах и над морями. Только субструктура всех имеющихся приземных наблюдений приходит в полезное время для НМГС. Данные, получаемые с метеорологических радиолокационных сетей, имеют высокое временное и пространственное разрешение и предоставляют важную информацию о внутренней структуре и движении сильных штормов и имеют существенное значение для обнаружения метеорологических явлений со значительными последствиями в реальном времени, но радиолокационные площадки находятся только в населенных районах, и трансграничный обмен данными должен быть улучшен.

ВПМИ в настоящее время чаще генерируются локальными районами высокого разрешения и региональными моделями ЧПП, некоторые из них с циклами быстрого обновления. В последние годы прогнозирование текущей погоды и СКП в большей степени опираются на методы объединения нескольких источников данных (как наблюдений in situ, так и дистанционного зондирования, ЧПП, статистических данных о выходной продукции моделей (МОС), топографии высокого разрешения, эвристических правил) бесшовным образом с использованием зависящих от заблаговременности весов, как детерминистических, так и вероятностных. Использование современных методов, ориентированных на данные (ИИ, глубокое обучение) и использование нетрадиционных данных краудсорсинга (например, данные смартфонов) приобрели привлекательность для применений прогнозирования текущей погоды. Специалисты-прогнозисты также играют неоценимую (в настоящее время незаменимую) роль в необходимых временных рамках СКП. Такие временные рамки также заключаются в том, чтобы данные из «всеобъемлющих» сетей и даже некачественные данные вступают в игру для оказания поддержки человеческому суждению.

Основные пробелы в данных наблюдений, рассмотренные здесь, сосредоточены на использовании, отличном от использования данных и ЧПП, которые уже охвачены в предыдущих разделах. Предложения по устранению пробелов в прогнозировании текущей погоды и СКП заключаются в следующем:

1. Можно было бы использовать дополнительные данные из многих местных мезо-сетей, если эти данные широко доступны. (Краудсорсинговые данные и изображения для идентификации и прогнозирования текущей погоды последствий, связанных с погодой)
2. Следует устанавливать больше метеорологических радиолокаторов вблизи чувствительных районов, таких как аэропорты, гавани и города, но не сразу.
3. Радиолокационные ветровые профилометры, обеспечивающие получение профилей с высоким вертикальным разрешением с интервалами менее часа, т. е. географический охват ограничен несколькими регионами мира;
4. Новые лидарные системы для получения профилей температуры и водяного пара обеспечивают точные вертикальные профили высокого разрешения, но в настоящее время очень мало приборов функционируют по всему миру;
5. Наземные сети обнаружения молний с хорошей эффективностью обнаружения молний доступны в основном только в развитых странах — космические приборы обнаружения молний потенциально заполняют пробелы, находятся в эксплуатации на недавно запущенных геостационарных спутниках, таких как ГОЕС и ФЮ (и вскоре также ГСЕТ), но пока еще не имеют полного глобального охвата обнаружением молний на ГСО;
6. самолетные наблюдения: точные профили Системы передачи метеорологических данных с самолета (АМДАР) поступают по данным набора высоты и снижения вблизи аэропортов с хорошим пространственным и временным охватом, а данные наблюдений эшелона полета АМДАР доступны по основным маршрутам полета. Наблюдения АМДАР во все большей степени дополняются данными с борта воздушных судов, поступающими от ИКАО и систем ОВД (ADS-C и ADS-B/Mode-S).
7. спутниковые данные: быстрая съемка на борту геостационарных спутников, забирающих поверхность Земли с частотой 2 мс, имеет решающее значение для прогнозирования текущей погоды, но не в полной мере доступна для всех геостационарных спутников. Геостационарные спутники нового поколения также обеспечивают наблюдения за молниями, которые в сочетании с данными изображений могут потенциально смягчить недостаток радиолокационных наблюдений. Этот потенциал должен быть полностью изучен.

**2.1.5 Авиационная метеорология**

Авиационное метеорологическое обслуживание оказывает поддержку безопасности воздушного движения, эффективности и потенциала во всем мире, что приводит к экономическим и экологическим выгодам. Основные требования изложены в приложении 3 к Конвенции ИКАО о международной гражданской авиации « Метеорологическое обслуживание международной аэронавигации». Авиационная метеорология играет глобальную роль, когда ее пользователи варьируются от пилотов, органов управления воздушным движением и управления ими до диспетчерских подразделений авиакомпаний, а также администраций аэропортов. Всемирная система зональных прогнозов (ВСЗП) ИКАО является одним из множества технических средств и видов обслуживания, необходимых в соответствии с Приложением 3 ИКАО. ВСЗП определяет прогнозы, которые должны выпускаться в различных форматах двумя назначенными ИКАО мировыми центрами зональных прогнозов (ВЦЗП), Лондоном и Вашингтоном. Глобальные прогнозы ВСЗП, выпускаемые ВЦЗП, готовятся с использованием сочетания наземных и спутниковых наблюдений, а также моделей ЧПП. Другие типы средств и обслуживания, необходимые в соответствии с Приложением 3 ИКАО, включают (но не ограничиваются ими) предоставление метеорологических наблюдений, сводок, прогнозов, предупреждений и оповещений на аэродромах, а также предоставление информации о возникновении или ожидаемом возникновении опасных метеорологических условий в воздушном пространстве на маршруте (известном как SIGMET). В некоторых странах эти средства и обслуживание дополняются методами прогнозирования текущей погоды и сверхкраткосрочного прогнозирования. Потребности пользователей изложены в базе данных ВМО по анализу и обзору возможностей систем наблюдений (ОСКАР).

Для прогнозов и предупреждений в более широкой зоне аэродрома наземные измерения и технология наземного дистанционного зондирования могут удовлетворять потребности. Они выполняются для крупных узлов в развитых странах, но его высокие затраты препятствуют общему глобальному доступности. Механизмы развития потенциала, описанные в [главе 4](#_4._Capacity_development) настоящего документа, могут улучшить ситуацию в развивающихся странах.

В крупных международных аэропортах пользователям требуется новые виды прогнозов и предупреждений в зоне аэродрома для более крупных зон захода на посадку и вылета. Проблемы в области наблюдений и, следовательно, прогнозирования и предупреждения, специфичные для авиации, включают в себя наблюдения за сдвигом ветра/микровихрями, турбулентностью, вулканическим пеплом и концентрацией SO2 и низкой видимостью. Для этих аэропортов потребуются сети мезолокаторов, включая обнаружение молний, ЛИДАР и доплеровский радиолокатор с функциональностью двойной поляризации в сочетании с алгоритмами прогнозирования текущей погоды.

Меняющиеся потребности пользователей и меняющаяся оперативная среда приводят к постепенному переходу от антропогенных наблюдений к полностью автоматизированным наблюдениям на аэродромах.

В некоторых странах выпуск регулярных и специальных метеорологических сводок по аэродрому (METAR и SPECI) посредством наблюдений, проводимых человеком или полностью автоматизированных наблюдений, может являться единственным источником регулярных, надежных, высококачественных приземных (наземных) наблюдений, т. е. они могут не дополнять наличие сводок SYNOP. Для преобладающей политики требуется, чтобы метеорологическое обслуживание, включающее все наблюдения, сводки, прогнозы, предупреждения и оповещения, поддерживающие международную аэронавигации и контролируемые под эгидой Конвенции ИКАО, которые могут подлежать возмещению расходов на национальном или многонациональном уровне, предоставлялись только по авиационной фиксированной службе (АФФ) ИКАО. Как следствие, сводки METAR/SPECI и другие типы метеорологических наблюдений/сводок, таких как специальные донесения с воздушных судов (AIREP), не включены в ИГСНВ.

**2.1.6 Космическая погода**

Космическая погода — это физическое и феноменологическое состояние естественной космической среды, включая Солнце, солнечный ветер, магнитосферу, ионосферу и термосферу, а также ее взаимодействие с Землей. Исходя из Солнца, возмущения космической погоды развиваются во время их распространения через межпланетные носители, прежде чем достичь околоземного космоса, нарушая магнитосферу и ионосферу и воздействуя на магнитное поле Земли. Явления космической погоды могут негативно влиять на важнейшую инфраструктуру и технологии, действующие в космическом пространстве и на Земле.

На многие виды современной технологической инфраструктуры влияет космическая погода. К числу этих уязвимых технологий относятся спутники, навигация и связь, электросетя и трубопроводные операции, авиация и др. В ноябре 2019 года ИКАО начало оперативного обслуживания, касающегося космической погоды, определило новые высокоприоритетные требования в отношении непрерывного предоставления данных в режиме, близком к реальному времени, и для выпуска прогнозов текущей погоды и прогнозов явлений для некоторых из этих технологий и для авиации. Надежность и непрерывность измерений далека от того, чтобы удовлетворить существующие потребности.

Обслуживание, связанное с космической погодой, предоставляется в качестве национальных усилий и многонациональных консорциумов и организаций. Международная служба космической среды действует в качестве зонтичной применительно к центрам космической погоды, расположенным в разных странах. В настоящее время обслуживание, касающееся космической погоды, опирается как на оперативные, так и на научно-исследовательские средства, как наземные, так и космические, которые не полностью интегрированы в скоординированные сети наблюдений, способные предоставлять данные в режиме времени, близком к реальному, для оперативных целей. Анализ пробелов в «Заявлениях о руководящих принципах для обслуживания, касающихся космической погоды», описывает оперативные потребности в шести категориях, т. е. солнечных, солнечных, солнечных и гелиосферных, энергетических частиц в приземной окружающей среде, ионосфере, термосфере и геомагнитном поле. В [Заявлении о руководящих](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZTGPBpj9NtEhM55X59DA0kB16jfthKqZxtbHagFvKPd9w?e=MimnYZ) принципах для устранения выявленных пробелов см. раздел 2 «Солнечные наблюдения».

**2.1.7 Океанические применения**

Эти рекомендации были получены из предварительной версии документа СЗГ, подготовленного в 2016 году и обновленного в 2021 году Целевой группой по оценке системы прогнозирования состояния океана. Основными проблемами являются наблюдения за биогеохимией океана в глобальном масштабе, пространственные наблюдения с высоким разрешением и прибрежные наблюдения.

1. Спутник предоставляет важную информацию о состоянии поверхностного моря для ограничения прогностических моделей «голубого океана» и, в частности, физики океана, включая волны. Информация о высоте значительной волны, геострофических течениях, высоте уровня моря, температуре и с недавнего времени солености. Мезомасштабные характеристики определяются со спутников в глобальном масштабе с постоянно растущим разрешением. Для спутниковой альтиметрии требуется сочетание нескольких приборов для получения удовлетворительного пространственного разрешения (т. е. <100 км и даже меньше для прибрежных районов). Тем не менее разрешение для продукции альтиметрии в прибрежных районах является слишком грубым. Альтиметрия следующего поколения, основанная на наблюдениях с широкой полосой захвата (например, поверхностные воды и топография океана (ССВУ)), перспективна для этих целей и обеспечит наблюдения с более высоким разрешением (<50 км).
2. В целом для разработки точной океанографической продукции крайне необходимы синергетические применения спутниковых программ и наземных платформ. Например, для поддержки разработки высококачественной продукции альтиметра, цветности океана и солености океана необходимы измерения с дрейфующих буев и приливов, солености поверхности моря, температуры и радиометрических данных. Эта координация все еще недостаточна. Это особенно важно в некоторых регионах, таких как прибрежные районы и полярный океан.
3. Динамика прибрежного океана сильно регулируется его боковыми границами. Качество прогнозов состояния океана может подвергаться неблагоприятному воздействию слишком грубого разрешения. Информация с высоким разрешением о потоках тепла, воды, питательных веществ из атмосферы и суши позволит повысить эффективность систем прогнозирования в прибрежной зоне. Для расчета океанских волн точность спутниковых данных о приземном ветре недостаточна, особенно в диапазоне штормовых скоростей ветра. Прибрежная динамика может наблюдаться с помощью высокочастотного радиолокатора для измерения поверхностного течения.
4. Ассимиляция данных о концентрации морского льда, наблюдаемая спутниковыми микроволновыми радиометрами, такими как SSMI/SSMIS AMSRE/AMSR2, и т. д. часто проводится в системах субсезонного-долгосрочного прогнозирования и оказывает решающее влияние на точные оценки первоначального состояния морского льда. Текущая способность наблюдений в течение сезона замерзания является достаточной, если рассматривается текущее качество систем субсезонного-более долгосрочного прогнозирования. Некоторые исследования показывают, что ассимиляция толщины морского льда является эффективной для улучшения прогнозирования протяженности морского льда в сезоны таяния льда.
5. 6-часовой отбор данных измерений скаттерометра для измерения приземного ветра.
6. Качество прогнозирования поверхности моря улучшается, если модели океана ассимилируют данные о поверхности и подпо поверхности океана. Появление автономных платформ, таких как Аргос, планеры, буи и заякорения, улучшило качество прогнозов состояния океана, обеспечивающих наблюдения в режиме (N)RT. В частности, автономные платформы с обнаружением морского льда особенно полезны в полярных районах, где пробел в наблюдениях (в режиме реального времени) препятствует надежности прогнозов морского льда с воздействием на ЧПП.
7. В течение следующего десятилетия ожидается бум наземного (суб)наземного базирования (например, буи Арго BGC Арго, планеры) и спутниковых биогеохимических наблюдений, расширяющий возможности прогнозирования «зеленого океана» (биохимия и экосистемы).

**2.1.8 Мониторинг климата**

Глобальная система климатических наблюдений, как наземных, так и спутниковых, обеспечивает многие выгоды для всех стран и общества. Они поддерживают выходную продукцию глобальных моделей, прогнозов и проекций. Системы предупреждения о чрезвычайных ситуациях используют локальные модели и наблюдения, которые включены в глобальную систему моделирования и планирование, часто используют модели, уменьшенные по глобальным результатам. Политика, связанная с климатом, определяется данными: Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН) представляет собой научно обоснованный процесс, в рамках которому используются оценки МГЭИК состояния климата, основанные на климатических наблюдениях, а также основанные на наблюдениях доклады о состоянии климата. Обеспечение и расширение систем наблюдений, необходимых для долгосрочного мониторинга системы Земля, требует значительных усилий и сотрудничества на всех уровнях, включая международные организации, национальные учреждения и научное сообщество.

Многие из ключевых требований к мониторингу климата аналогичны тем, которые определены для других применений (см. выше). Однако требования к климату, как правило, выходят далеко за пределы требований к прогнозированию погоды, поскольку для выявления долгосрочных изменений, возникающих в суточных, сезонных и межгодовых вариациях, необходимы высокие уровни точности и согласованности. Исторические данные наблюдений из источников, хорошо распределенных по всему миру, необходимы для определения долгосрочных тенденций, необходимых для понимания и лучшего планирования будущих изменений климата. Исторические наблюдения также необходимы для реанализа климата с многочисленными выгодами для мониторинга и применений климата, включая адаптацию. Наконец, для мониторинга климата требуется набор наблюдений, который включает в себя также наблюдения за поверхностью суши и океана. В настоящее время ГСНК определяет 54 важнейших климатических переменных (ВКлП), которые вносят существенный вклад в характеристики климата Земли.

Таким образом, ключевые требования к мониторингу климата включают:

1. устойчивая долгосрочная поддержка глобальной системы наблюдений за климатом;
2. опорные наблюдения: ГСНК создала Опорную аэрологические сети ГСНК (ГРУАН) и находится в процессе создания совместно с ВМО Опорной сети приземных наблюдений ГСНК (ОСПНГ). За последние годы был достигнут значительный прогресс в осуществлении ГРУАН — сеть значительно расширилась, за счет включения в нее нескольких станций в регионах, которые ранее были недостаточно представлены, включая первую станцию в тропиках и в Антарктике;
3. Управление данными, архивирование и доступ к ним: для сохранения фундаментальных рядов климатических данных, надлежащего сопровождения, архивирования и доступа к ним имеет важное значение; спасение данных с бумажных или архаических цифровых форматов имеет важное значение для обеспечения максимально длинного возможного временного ряда основных записей данных;
4. обмен суточными и ежемесячными сводки (сообщения CLIMAT и DAILY-CLIMAT) и как исторических данных, так и данных в режиме ВБР, собранных Членами ВМО;
5. включение наблюдений за несколькими дополнительными наземными и океаническими ВКлП, которые обычно не измеряются НМГС.

Отчет о состоянии ГСНК за 2021 год будет опубликован в октябре 2021 года и содержит более конкретную информацию о существующих пробелах. Основными выводами по существующим пробелам в настоящем докладе являются:

1. По-прежнему существуют пробелы в глобальном охвате данными наблюдений in situ: наземные наблюдения почти для всех ВКлП постоянно дефицитируются в определенных регионах, особенно в частях Африки, Южной Америки, Юго-Восточной Азии, Южного океана и регионов, покрытых льдом.
2. Наблюдения in situ на льду остаются сложной задачей из-за логистических трудностей.
3. По-прежнему существуют большие пробелы в наблюдениях за океаном, в частности вдоль континентальных границ, полярных океанов и окраинных морей. Измерения подповерхностного океана имеют решающее значение для мониторинга и прогнозирования климатической системы. Решение расширить программу Арго (ныряющие буи в океане) до полного водного столба и под морским льдом, включая биогеохимические переменные, решает проблему, но эти усилия необходимо продолжать.
4. Пробелы в спутниковых наблюдениях включают озон в нижней тропосфере, чтобы дополнить ограниченный охват приземными наблюдениями и определить тенденции, а также прибор, который измеряет профили стратосферного СН4 в глобальном масштабе.
5. Наблюдения за многими ВКлП не финансируются на устойчивой основе. Такие наблюдения, как состав атмосферы, многолетняя мерзлота и глубоководные океаны, зависят от краткосрочного финансирования без гарантии долгосрочной работы.

Группы экспертов ГСНК, ГЭАНК, ГЭПОК и ГПСК приведут к обсуждению, с тем чтобы предложить меры по улучшению Глобальной системы наблюдений за климатом и ликвидации пробелов, выявленных в Отчете о ходе работы. Определенные действия будут включены в следующую версию плана осуществления ГСНК, который будет опубликован в октябре 2022 года.

**2.1.9 Состав атмосферы**

Наблюдательный компонент Программы ГСА предоставляет глобальную информацию о химическом составе и соответствующих физических характеристиках атмосферы. Эти наблюдения поддерживают многочисленные применения и необходимы для уменьшения связанных с окружающей средой рисков для общества, удовлетворения потребностей конвенций по окружающей среде, укрепления возможностей для прогнозирования качества воздуха, климата и погоды и внесения вклада в научные оценки в поддержку экологической политики[[5]](#footnote-6). ГСА оказывает содействие странам-членам в проведении наблюдений и обмене данными о составе атмосферы. Состав атмосферы и его изменения оказывают множественное воздействие на нашу жизнь и окружающую среду. Изменения концентраций парниковых газов хорошо документируются посредством наблюдений. Данные глобальной сети наблюдений за парниковыми газами распространяются Мировым центром данных по парниковым газам (РГГГ), размещенным Японским метеорологическим агентством. Эта глобальная сеть дополняется данными из проектов, осуществляемых [Интегрированной глобальной информационной системой ГСА по](https://ig3is.wmo.int/) парниковым газам, которые рассматривают распределение парниковых газов с более высоким пространственным и временным разрешением для поддержки оценок выбросов в поддержку различных целей (от городского и материально-технического масштабов до национального). Всеобъемлющая сетевая разработка для исследований углеродных циклов представлена в Стратегии Глобальных наблюдений за Землей (ГЕО). Кроме того, Виртуальная группировка спутников для наблюдений за Землей (КЕОС) комитета по спутниковым наблюдениям за Землей (КЕОС) разработала [«белую» статью, в котором](https://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/ACC/Documents/CEOS_AC-VC_GHG_White_Paper_Version_1_20181009.pdf)  описывается, каким образом оценки СОДЕРЖАНИЯ CO2 и CH4 с космических датчиков могут быть интегрированы в глобальную систему мониторинга углерода. Наблюдения за парниковыми газами позволяют отслеживать изменения в климатических движущим факторам, определять очаги выбросов, устанавливать цели сокращения выбросов, оценивать достигнутый прогресс или предпринимать дальнейшие действия по миграции в рамках Парижского соглашения.

Наблюдения за озоном продемонстрировали успех договора и начало восстановления озонового слоя с 2000 года ([научная оценка 2018 года](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5704)[[6]](#footnote-7)). По оценкам, плохое локальное и региональное качество воздуха в связи с высоким уровнем атмосферных загрязнителей приводит к семи миллионам преждевременных смертей каждый год (World Health Organization, 2016). Данные об обилии аэрозолей и химически активных газов играют ключевую роль в определении острых угроз здоровью и используются в оценках Глобального бремени болезней (Shaddick et al., 2021[[7]](#footnote-8)). Предоставление таких данных в режиме времени, близком к реальному, имеет решающее значение для повышения точности прогнозов, которая может быть использована для выпуска предупреждений и руководства мерами по смягчению последствий. Наблюдения также используются для выработки политических мер, касающихся загрязняющих атмосферу веществ, для мониторинга соблюдения этих мер и оценки воздействия этих мер (Maas, R., P. Grennfelt (eds), 2016[[8]](#footnote-9) г.).

Несмотря на рост сети наблюдений ГСА, сохраняются важные пробелы (Laj et al., Бюллетень ВМО, том 68 (2) — 2019 гг.). Не существует инфраструктуры наблюдений на больших территориях земного шара. Кроме того, некоторые данные наблюдений не предоставляются и, следовательно, не предоставляются международному сообществу либо через ГСА, либо через другие механизмы.

Хотя охват и доступность данных представляют собой явные проблемы, качество данных наблюдений является еще одним аспектом, который необходимо учитывать. Некоторые наблюдения не имеют метаданных, описывающих качество данных, которые препятствуют их полному использованию. Требования к наблюдениям применимы не только к качеству необработанных данных наблюдений. Они также определяют качество конечной продукции и обслуживания, которые опираются на них, и своевременности, с которой они предоставляются.

**Мониторинг состава атмосферы** охватывает применения, связанные с оценкой распределения и анализа изменений состава атмосферы, во времени и пространстве в региональном и глобальном масштабах. Такие применения поддерживают научные оценки и исследования процессов и требуют очень небольшой неопределенности данных и репрезентативности глобальных или региональных данных, в то время как задержки в предоставлении данных могут быть довольно существенными для обеспечения высокого качества наблюдений. Существует синергизм со [стратегией наблюдений ГСНК](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3417) и ее глобальным мониторингом ВКлП.

На совещании руководителя научных исследований озона в 2021 году было отмечено необходимость восстановления и расширения регулярного и долгосрочного мониторинга там, где научно-исследовательские потребности четко определены. Ключевыми регионами являются тропосферно-стратосферные обмены, такие как муссонные регионы, Юго-Восточная Азия, морской континент и горные регионы. Измерения озона и УФ радиации также должны быть ориентированы на районы с недостаточным охватом данными (например, в Южной Америке, Африке и Азии), а также в межтропическом регионе для точного обнаружения изменений циркуляции Брюера-Добсона и других явлений переноса.

Требования к глобальному охвату для мониторинга широкого круга переменных состава атмосферы требуют использования спутниковых платформ для всеобъемлющих и последовательных наблюдений. Существующее сочетание наземных станций мониторинга и данных дистанционного зондирования по-прежнему недостаточно для точного определения источников многих атмосферных составляющих и их переноса в атмосфере.

Глобальный мониторинг ПГ в атмосфере, такой как CO2 и CH4 в поддержку мониторинга климата, был разработан с опорой на активы, получаемые со спутников ЧПП и ПГ, собранных с недавних спутников наблюдений за ПГ (например, GOSAT, OCO-2, TROPOMI). Эта способность становится все более развитой, и продукция производится основными центрами моделирования/ассимиляции данных, такими как Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (СМКА) и Бюро глобального моделирования и усвоения данных НАСА (ГЕОС).

Осуществление Парижского соглашения потребует от стран и субнациональных организаций (например, мегаполисов) принять меры по сокращению выбросов парниковых газов оптимальным образом. Для оказания им помощи в выполнении своих обязательств ВМО инициировала разработку Интегрированной глобальной [информационной системы по парниковым газам](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10034) (ИГИСПГ). ИГИСПГ объединяет точные атмосферные измерения с расширенными данными социально-экономической деятельности и модельным анализом для предоставления информации строителям кадастров в поддержку их усилий по сбору и подготовке отчетов и снижению неопределенности национальных кадастров выбросов, подотчетных РКИКООН.

ИГИСПГ основывается на существующих и планируемых наземных сетях измерений, самолетных и спутниковых наблюдениях, структурах моделирования и системах ассимиляции данных, а также на совершенствовании существующих и планируемых наземных сетей измерений. Работая с КЕОС и Координационной группой по метеорологическим спутникам (КГМС), ИГИСПГ будет своевременно интегрировать приземные и самолетные измерения CO2 и CH4 с данными с имеющихся и планируемых космических датчиков для разработки прототипа продукции, связанной с потоком CO2 и CH4 в атмосфере, для оказания поддержки строителям кадастров выбросов ПГ для глобального подведения итогов 2023 года.

**Прогнозирование изменения состава атмосферы** и вызванные им явления окружающей среды охватывают применения в глобальном и региональном масштабах с горизонтальным разрешением, аналогичным глобальному численному прогнозированию погоды (около 10 км и более), а также строгим требованиям к своевременности (близком к реальному времени). Погрешность этих наблюдений может быть выше, чем в случае мониторинга. Эти применения включают поддержку таких операций, как прогнозы качества воздуха и химические прогнозы погоды, предупреждения о песчаных и пыльных бурях, рассеяние шлейфа лесных пожаров и прогнозирование тумана-мглы. Имеются четкие связи и синергизм со многими применениями численного прогнозирования погоды.

Численное прогнозирование свойств аэрозольных частиц стало важной деятельностью многих научно-исследовательских и оперативных метеорологических центров. Это связано с растущим интересом различных заинтересованных сторон, таких как органы, регулирующие качество воздуха, авиационные и военные органы, менеджеры солнечных электростанций, поставщики климатического обслуживания и специалисты в области здравоохранения. [Бенедетти и др. (Benedetti et al., 2018)](https://acp.copernicus.org/articles/18/10615/2018/) описали значительные пробелы в наблюдениях за аэрозолями, включая необходимость улучшения спектрирования аэрозолей и распределения по размерам аэрозолей для моделирования и ассимиляции и верификации данных.

Прогнозирование состава атмосферы также требует валидации моделей и продукции, данных для научных исследований и разработок, данных для уточнения моделей, а также других потребностей в поддержке таких видов обслуживания, как Служба мониторинга атмосферы программы «Коперник» (СМКА). Пробелы в оперативном прогнозировании были описаны [Пеучом](https://meetings.wmo.int/WMO-Data-Conference/PublishingImages/SitePages/Preparatory%20Workshops/What%20are%20the%20atmospheric%20observation%20data%20gaps%20and%20what%20should%20WMO%20do%20to%20close%20them.pdf) на Конференции ВМО по данным 2020 года. Эти пробелы существуют в значительных частях Африки, Южной Америки и Юго-Восточной Азии. Существует потребность в улучшении состава аэрозоля и сверхфининной фракции, высокоточных концентраций парниковых газов, высокоточных оксидов азота, летучих органических соединений и стабильных изотопов. Вертикальная область остается сложной. Существует очень мало зондов, оболочек и коммерческих платформ воздушных судов.

Использование спутниковых наблюдений для тропосферы и приповерхностных измерений химического состава атмосферы (только для некоторых переменных) выходит за пределы научной сферы (например, недавно запущенный южнокорейский прибор для мониторинга геостационарного мониторинга окружающей среды (ГСМОС). В то время как геостационарные платформы улучшат наши возможности для мониторинга, прогнозирования и управления качеством воздуха, нынешние планы будущей ИГСНВ не имеют группировки специальных программ ГЕО, необходимых для текущего мониторинга качества воздуха.

**Предоставление информации о составе атмосферы в поддержку обслуживания в городских и населенных районах** приводит к очень конкретному набору потребностей в наблюдениях, которые направлены на мегаполисы и крупные городские комплексы (с горизонтальным разрешением в несколько км или меньше, например, городской блок) и, в некоторых случаях, со строгими требованиями к своевременности. Отличительной особенностью этой категории применений является их акцент на исследованиях в поддержку оперативного обслуживания, таких как прогнозирование качества воздуха, в котором используются такие подходы, как экспериментальные проекты и демонстрации осуществимости, такие как разработка нового обслуживания по прогнозированию качества воздуха в нескольких городах Латинской Америки. Комплексные прогностические системы в городском масштабе обладают потенциалом для содействия повышению устойчивости этих городских центров и обеспечению систем раннего предупреждения для полного набора метеорологических и экологических условий.

Проект ГСА по научным исследованиям в области городской метеорологии и окружающей среды (ГУРМЕ) играет важную роль в разработке этих моделей городского масштаба, которые нуждаются в тесной сопряжении метеорологии, состава атмосферы, гидрологии и климатических процессов. На этапе разработки городских систем ГУРМЕ будет работать с другими органами для определения систем наблюдений, которые могут способствовать оценке и, в конечном итоге, усвоению данных в этих масштабах.

Важной потребностью в наблюдениях является определение антропогенных выбросов в крупных городах. Для того чтобы учесть источники, реально, требуются также кадастры выбросов по деятельности человека с относительно более высоким разрешением. Создание местных станций для обеспечения и совершенствования научных исследований и обслуживания в районах, подверженных воздействию близлежащих источников выбросов, будет способствовать ликвидации этого пробела. Местные станции дополняют данные о загрязнении воздуха, собранные местными регулирующими органами власти и/или могут образовать ядро для создания таких сетей в регионах, которые не располагают оперативным мониторингом качества воздуха.

ИГИСПГ предоставляет крупным городским регионам источники информации о количествах, трендах и атрибуции по секторам их выбросов парниковых газов (ПГ) для оценки и руководства прогрессом в достижении целей сокращения выбросов. ИГИСПГ определяет ожидания и потребности заинтересованных сторон посредством прямой связи с городскими властями и создания консультативной группы заинтересованных сторон и пилотных городов. Благодаря ряду демонстрационных проектов эти взаимодействия способствуют совершенствованию проектирования сети измерений и поддерживают совершенствование реестра и идентификации аномалий выбросов.

**2.1.10 Новых Обслуживание криосферой**

Криосфера является частью климатической системы Земли, которая включает твердые осадки, снег, морской лед, озерный и речной лед, айсберги, ледники и ледниковые шапки, ледяные щиты и шельфовые ледники, а также многолетняя мерзлота и сезонномерзлый грунт. Она является важным компонентом климатической системы Земля, и она влияет на энергетический баланс посредством обмена теплом, влагой и посредством обратной связи альбедо-температуры. Возросшая изменчивость снежного покрова, широкомасштабное отступление ледников, сокращение морского льда и таяние многолетней мерзлоты во всех широтах и возвышениях имеют серьезные последствия для экономики, обществ и окружающей среды. Практические стратегии смягчения воздействий и адаптации требуют точных предсказаний ожидаемых изменений в криосфере во временных масштабах, актуальных для таких применений, как предсказания океана и атмосферы и мониторинг климата. Несмотря на значительный прогресс в последние годы, в настоящее время точные прогнозы затрудняются недостаточными наблюдениями за криосферой, пониманием процессов и потенциалом моделирования[[9]](#footnote-10). Наблюдения, охватывающие несколько десятилетий, требуются для количественной оценки тенденций понимания климатических моделей поведения и выявления изменений, поскольку различные компоненты криосферы имеют различные временные масштабы.

В полярных и горных регионах, производящих точные и надежные прогнозы с заблаговременности от нескольких часов до сезонов, сложнее, чем в других регионах из-за конкретных проблем, связанных с пониманием процессов, моделирования и пробелами в наблюдениях за криосферой. В сезонах и районах со снегом и морским льдом не существует оптимального использования имеющихся наземных и спутниковых наблюдений для метеорологического и гидрологического прогнозирования и мониторинга климата. Большинство существующих криосферных наблюдений, например, за морским льдом, ледниками, многолетней мерзлотой, снегом, фрагментированы между многочисленными учреждениями, иногда частью научно-исследовательских программ, и зачастую не подчиняются стандартам и правилам, поэтому имеют весьма изменчивый результат. Использование общесогласованных стандартов позволит центрам данных и учреждениям обеспечить повышенную степень достоверности для регулярного предоставления информации. Многие горные районы по-прежнему недостаточно контролируются, поскольку станции наблюдений являются редкими на больших высотах, что приводит к отклонению высоты, например, в отношении осадков. Гидрометрические станции непропорционально расположены на низких высотах и имеют тенденцию измерять более крупные горные реки, а не в верховьях рек, расположенных на больших высотах. Кроме того, мониторинг снега, ледников, вечной мерзлоты и критически важных тропических высокогорных экосистем является редким, главным образом нескоординируемым, в первую очередь, в рамках ограниченных по срокам исследовательских проектов, их данные не всегда доступны.

**Мониторинг и предсказание морского** льда — Необходимы улучшения в моделировании морского льда (и сопряженного морского льда), касающегося как Арктического, так и Южного океанического морского льда, в частности ассимиляции данных и прогнозирования. Это частично сдерживается общим пространственно-временным забором полярных океанов, особенно для широкой полосы охвата антарктической зоны морского льда, а также трудностями в получении и оценке круглогодичной точной продукции различных ключевых параметров морского льда, таких как толщина морского льда, высота снежного покрова на морском льду и возраст морского льда из данных дистанционного зондирования в обоих полушариях. Существуют полусферические различия в морском льде и снежном покрове, что, с одной стороны, затрудняет преобразование прямых наблюдений в переменные, связанные с морским льдом, в то время как, с другой стороны, вызовет глобальный подход к моделированию. Наличие морского льда имеет последствия для ТПМ и теплообмена. Неопределенность, связанная с возникновением неустойчивости ледяного покрова, возникает в результате ограниченных наблюдений, неадекватного представления процессов ледяного щита и ограниченного понимания сложных взаимодействий между атмосферой, океаном и ледяным щитом.

**Оперативный региональный мониторинг морского льда для навигации** — поддержка национальных ледовых служб необходима для обеспечения регулярной информации о морском льде для моряков в поддержку жизни и безопасности. По мере того, как арктический морской лед становится все более моложе и с этой более изменчивой с точки зрения, например, толщины, дрейфа и деформации, все более важно развивать оперативные информационные службы по льду, с тем чтобы включать более высокую точность и точность в режиме времени, близком к реальному, информацию о районах и характеристиках морского льда и прогнозировании льдов.

**Гляциологическое моделирование** — модели гляциологических процессов необходимы для динамики ледяного потока, изменяющихся геометрических параметров с привязкой к гидрологическому моделированию. Кроме того, существует потребность в данных и моделях альбедо, понимании процессов нагрузки и чистки твердых частиц с привязкой к ЧПП для пыли и твердых частиц (например, черный углерод, стихийные пожары) осаждения на ледники.

**2.1.11 Гидрологических Услуги**

Гидрологическое обслуживание требуется для всех аспектов управления водными ресурсами: оценка риска возникновения паводков и засух и смягчение последствий, водоснабжение питьевой воды, сельское хозяйство, промышленность, гидроэнергия, навигация, отдых/туризм и экосистемы, имеющие прямое влияние на благосостояние населения. Цель 6 Оон в области устойчивого развития (ЦУР 6) в области водных ресурсов, Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий и Парижское соглашение о климате призывают к улучшению управления водными ресурсами.

Гидрологическое обслуживание охватывает широкий спектр информационной продукции (информация о текущем состоянии, сезонные и долгосрочные тренды, статистика, характеристики проектирования и т. д.), прогнозы и прогнозы от минут до сезонов, предупреждения, включая карты и карты. Такая продукция нуждается в соответствующих знаниях о текущем и будущем состоянии всего водного цикла, включая испарение и эвапотранспирацию, осадки, влажность почвы, поверхностный и подпоземный сток, потоки подземных вод, включая качество воды. ВМО разрабатывает ключевые виды деятельности, такие как ГидроХаб (мониторинг воды) и продукция ГидроСОП (состояние дел и ориентировочные прогнозы) в поддержку усилий Членов. Оценка гидрологического цикла/(водный баланс) требует измерений многочисленных переменных во всех пространственных и временных масштабах, многие из них являются частью других областей (например, атмосфера, климат, криосфера, океан) руководящих указаний высокого уровня и являются хорошим примером пользы подхода на основе системы Земля.

Типичными наземными измерениями являются, например, уровень реки, озера, водохранилища и уровень подземных вод, расход, скорость потока, наносы, температура воды и другие химические, физические и биологические параметры. Влажность почвы в различных слоях почвы также имеет ключевое значение. Параметры криосферы перечислены ниже. Атмосферные переменные — это, например, осадки, скорость ветра, влажность, температура воздуха, радиация, эвапотранспирация. Параметры океана, относящиеся к гидрологии, — это параметры океана, измеряемые в прибрежных районах и эстуариях, обычно уровень воды в дельтах и эстуариях, кривые подпора и динамику приливов, водоросли, биологические параметры и засоление рек и подземных вод.

Криосфера требует особого внимания. Большинство гидрологических моделей поверхности суши, применяемых в умеренном климате с образованием снега, полярных и высокогорных районов, не имеют представления ключевых процессов холодного региона, например динамики снежного покрова, перераспределения снега, вертикального переноса водяного пара через снежный покров, энергетического баланса, теплового взаимодействия между снежным покровом и замерзшей почвой, динамики ледников, формирования Aufeis, сезонной динамики слоя многолетней мерзлоты, подавляемая эвапотранспирация из холодной, открытой воды, зажоров льда, снежных дамб и т. д. Сезонный снежный покров влияет на влажность почвы, глубину активного слоя и расход (весной) реки.

"потребности в наблюдениях за криосферой для гидрологической и гидрологической информации, как упоминалось выше, включают сезонный снежный покров и накопленный ВЭС, годовые изменения протяженности ледниковых масс, регулярные наблюдения за речными и паводками и прогностические данные, включая паводки зажоров льда во время замерзания и вскрытия; сезонные-субсезонные прогнозы температур воздуха и осадков для точного предсказания сроков и интенсивности весеннего вскрытия ледяных зажоров;" замораживания, наблюдений и улучшения мониторинга многолетней мерзлоты, а также исследований, показывающих, как изменения многолетней мерзлоты влияют на оперативные модели стока осадков и подземных вод. По мере таяния многолетней мерзлоты и изменения ландшафта, также меняются зависимости между осадками и стоком. Это плохо понимается или моделируется динамически для оперативного использования. В долгосрочной перспективе таяние многолетней мерзлоты является связующим звеном с выбросами ПГ.

ВЭС является важнейшей переменной для условий снеготаяния и правильного моделирования стока. Точное извлечение ВЭС, как известно, является трудной задачей в горных районах и нуждается в улучшении. Кроме того, оценка количества воды зависит от растительного покрова и остается сложной во время таяния снега, которые имеют большое значение для управления водными ресурсами, производства гидроэлектроэнергии и т. д.

Для моделирования изменения климата необходимы надежные сезонные наблюдения и моделирование снежного покрова в больших масштабах.

Гидрологический цикл и гидрологические режимы зависят от деятельности человека, такой как плотины, гидроэнергетические плотины, откачка воды для орошения, промышленности и питьевой воды и т. д. Соответственно, важно получить данные о водопользованиях (сток и объемы заборов, пополнения, эксплуатации водохранилищ и т. д.). Следует отметить, что этот тип данных редко используется для совместного использования, связан с частными и национальными стратегиями, а также нередко за пределами компетенции НМГС. Тем не менее, может оказаться полезным координация с другими организациями СИСТЕМЫ ООН, отвечающими за такие темы, как правило, с ФАО для целей ирригации.

Существующее правило ВМО по проектированию гидрометрии (часто на национальном уровне или в масштабе бассейна) должно быть пересмотрено, с тем чтобы учитывать, с одной стороны, самые последние научные знания для рассмотрения сложности и взаимосвязи процессов во всех пространственных и временных масштабах, а с другой стороны, новых потребностей пользователей. Концептуальные записки по гидрологическим переменным для ГОСН, осуществление единой политики в области данных наряду с пересмотром процесса РОП предоставит возможность пересмотреть подход к проектированию сетей. Эта деятельность является частью плана действий по гидрологии, утвержденного внеочередной сессией Всемирного метеорологического конгресса в 2021 году (Кг-Внеоч.(2021)).

**2.2 Выводы и рекомендации серии практических семинаров по ЧПП, посвященных наблюдениям и другим областям**

ЧПП формируют основу большинства прогнозов погоды и климата и связанной с ними продукции и обслуживания для областей применений ВМО. Как наземные наблюдения, так и спутниковые наблюдения вносят значительный вклад в точность ЧПП. Практические семинары ВМО по ЧПП по ЧПП оказывают существенное влияние на общую разработку системы наблюдений и на ассоциированные регламентные и руководящие материалы ВМО. Серия практических семинаров стала хорошо установившимся форумом для обмена информацией о воздействии наблюдений на ЧПП (глобальном и региональном) и интерпретации результатов.

Серия практических семинаров является ключевым компонентом процесса РОП. Результаты информируют ВМО и ее Членов, а также о развитии процесса усвоения данных в центрах ЧПП и научно-исследовательских институтах, о рекомендациях по совершенствованию и разработке космической и наземной системы наблюдений. Рекомендации практических семинаров оказывают существенное влияние на деятельность стран-членов по осуществлению на национальном уровне. Рекомендации практических семинаров дают рекомендации по наиболее эффективному сочетанию космических и наземных наблюдений при ассимиляции данных систем ЧПП и дают Членам ВМО руководящие указания в отношении того, как эксплуатировать свои сети наблюдений экономически эффективным образом.

Учитывая подход на основе системы Земля в рамках Стратегии ВМО на 2020—2023 годы, модели, эксплуатируемые для глобальной области применений ЧПП, нуждаются в данных наблюдений из различных компонентов системы Земля. В связи с этим подход на основе системы Земля предоставляет возможность для сотрудничества в различных областях (океан, атмосфера, суша, снег и лед, гидрология, ...).

По существу, существует три причины проведения исследований воздействия наблюдений:

1. оптимизации использования и воздействия топологии сети наблюдений, которые мы имеем в настоящее время,
2. "тестирование новых инновационных (потенциальных) дополнений к сети наблюдений (новые методы и методы);"
3. Обоснование продолжения инвестирования в существующие возможности в области наблюдений.

Для того чтобы сделать это, есть постоянные усилия по улучшению этих исследований.

В нижеследующих разделах будет представлено резюме ключевых видов деятельности по поддержанию и эволюции ИГСНВ, а также результаты и рекомендации практических семинаров по воздействию. Сети наблюдений быстро развиваются в связи с новыми технологиями и в то же время обслуживание быстро развивается параллельно, в том числе в частном секторе. Оценка воздействия наблюдений использовалась в течение длительного времени в ЧПП, океанах и атмосфере и развивается в других областях. Некоторые методы могут передаваться по областям. Поэтому результаты будут представлены отдельно для ЧПП из других областей.

**2.2.1 Международные практические семинары по воздействию различных систем наблюдений на ЧПП**

Серия международных практических семинаров по воздействию различных систем наблюдений на ЧПП была инициирована в 1997 г. с активным участием основных центров ЧПП. Практические семинары организуются каждые четыре года бывшей Комиссией по основным системам (КОС). Они выявляют научные вопросы, которые необходимо рассматривать, и рекомендуют конкретные исследования воздействий. Практические семинары анализируют их результаты и дают рекомендации ВМО и ее Членам в отношении развития наземных и космических систем наблюдений на основе выводов, касающихся вкладов различных компонентов системы наблюдений в навыки прогнозирования в краткосрочном и среднесрочном диапазонах. Эти практические семинары стали основной платформой для обмена результатами недавних экспериментов по воздействию наблюдений и оказали существенное влияние на общее развитие как космических, так и наземных систем наблюдений, а также на соответствующие регламентные и руководящие материалы ВМО.

Были представлены результаты экспериментов по системам наблюдений (ЭСН), имеющих как глобальные, так и региональные аспекты. Были сделаны выводы, касающиеся вклада различных компонентов системы наблюдений в успешность прогнозирования в краткосрочном и среднесрочном диапазонах. С момента начала этих практических семинаров некоторые значительные изменения и разработки повлияли на глобальную систему наблюдений, а дополнительные усилия были предприняты для систем ассимиляции мезомасштабных данных. Кроме того, наблюдается постоянная тенденция к использованию методов, не относящихся к ЭСН, для документирования воздействия данных, таких как адъюминтивное и ансамблевое прогнозирование, основанное на данных наблюдений (ФСОИ и ЭФСОИ), и оценки неопределенности анализа.

Окончательный отчет с презентациями на шестом семинаре был опубликован на веб-сайте ВМО[[10]](#footnote-11). Седьмой был проведен в режиме онлайн в качестве виртуального мероприятия в декабре 2020 года. Общее участие включало экспертов в ассимиляции данных и воздействии наблюдений, экспертов в области изменения климата и сезонного прогнозирования, представителей космических агентств и частной промышленности, а также руководителей сетей наблюдений.

Ниже приводится обобщение рекомендаций этого практического семинара по эволюции системы наблюдений в ответ на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году.

**Ключевые моменты эволюции ИГСНВ**

Важно обмениваться на международном уровне всеми данными наблюдений, которые оказали положительное влияние на глобальный ЧПП. Свободный и неограниченный обмен всеми соответствующими данными наблюдений в настоящее время был принят Кг-Внеоч.(2021) в [резолюции 1 (Кг-Внеоч.(2021)) в](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9)  качестве основополагающего принципа с новой Единой политикой ВМО в области международного обмена данными о системе Земля.

В этом контексте важное значение имеет концепция ГОСН, которая играет важную роль в качестве основы для всей продукции и обслуживания, предоставляемых НМГС. Концепция, направленная на рассмотрение основополагающих потребностей глобального ЧПП и реанализа климата, поможет уменьшить неоднородность в плотности сети и практиках сообщения данных. Параллельно с развитием ГОСН ВМО работает с группой из около 30 международных партнеров по развитию и финансированию климатической деятельности для разработки Фонда финансирования систематических наблюдений (ФФСН) с целью предоставления ресурсов для оказания помощи в осуществлении и эксплуатации ГОСН в тех частях мира, где местные ресурсы нуждаются в помощи. Разработка ФФСН является важным механизмом для устранения существующих пробелов в ГОСН. Более  [разделе 2.4.1](#_2.4.1_Guidance_on) и [в разделе 4 ниже.](#_4._Capacity_development) подробную информацию по ГОСН и ФФСН см. в

Международный обмен имеет важное значение не только для наблюдений, необходимых для глобального ЧПП, но и для тех, которые ориентированы, главным образом, на региональные ЧПП и местные применения. Показано, что влияние на навыки региональных (по ограниченному району) прогнозов возникает в результате сочетания прямого усвоения данных наблюдений в пределах ограниченного района и влияния боковых граничных условий, предоставляемых глобальной моделью.

Новые технологии наблюдений, поступающие в эксплуатацию, показали, что они оказывают положительное влияние на ЧПП, включая спутник ЕКА по ветровому лидару ЕКА. Для многих методов наблюдений были также отмечены улучшения в отношении точности моделей по сравнению с теми, которые были продемонстрированы на предыдущих практических семинарах.

Ассимиляция данных метеорологических радиолокаторов продолжает предлагать многообещающий способ дальнейшего позитивного воздействия на ЧПП. Существует срочная потребность в стандартизации радиолокационной продукции и форматов данных в целях поддержки обмена данными, по крайней мере на региональном уровне. Также существует необходимость в долгосрочной архивации, как это предусматривается [ГСНК](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21403#.YLOZRjZKhzU).

**Выводы, касающиеся конкретных систем наблюдений**

В глобальном ЧПП:

1. Радиозонды. Значительное улучшение было отмечено в результате ассимиляции вертикальных данных высокого разрешения, профилей снижения в дополнение к профилям подъема, от сбрасываемых зондов, предоставляемых в результате специальных кампаний, и с учетом дрейфа зонда.
2. Обработка и ассимиляция спутниковой радиации. Микроволновые излучения (МКВ) являются единственным наиболее важным видом наблюдений с точки зрения воздействия. Все большее влияние было отмечено за счет ассимиляции микроволновых излучений «все небо». Более совершенные воздействия как для МКВ, так и ИК-излучения, наблюдались за счет постоянного внимания к утончению, контролю качества, моделированию радиационного переноса и определению ошибок наблюдений.
3. Радиозатменные зондирования (RO). Были отмечены положительные воздействия на поля влажности ЧПП в дополнение к полям температуры и ветра. Улучшенные воздействия стали результатом повышения качества данных КОСМИК-2 и увеличения объемов данных RO в целом без каких-либо признаков насыщения воздействия. Возможности для всепогоды уменьшили ошибки в моделях ЧПП. Также были отмечены более совершенные последствия достижений в области методов обработки и ассимиляции.
4. Наблюдения с борта воздушных судов. Выгоды были получены путем усвоения данных наблюдений с более высоким пространственным разрешением, в том числе для прогнозов тропических циклонов (ТЦ). Положительные воздействия были отмечены в новых доступных типах наблюдений: влажность в ТАМДАР, МОДЕ-S и АМДАР.
5. Векторы атмосферного движения (ВАДы). Выгоды были получены от увеличения количества и типов ВАДЫ, в том числе с недавно запущенных спутников. Кроме того, усвоение данных наблюдений с более высоким пространственным/временным разрешением показало некоторые положительные последствия.
6. Наземная ГНСС. Более совершенные воздействия были отмечены в результате усвоения данных наблюдений с более высоким временным разрешением.

В региональном ЧПП:

1. Метеорологические радиолокационные наблюдения. Эти наблюдения предоставляют информацию об осадках (как интенсивности, так и типе), а также о (радиальных) ветрах. Продолжались тенденции в направлении ассимиляции отражаемости. Несколько центров отметили улучшение воздействий, в том числе на поля осадков, как правило, и на прогнозирование сильных осадков в мезомасштабе и даже на переменные состояния, превышающие заблаговременность прогнозирования текущей погоды.
2. Наблюдения с борта воздушных судов. В некоторых регионах они вносят наиболее важный вклад в региональный ЧПП. Было отмечено растущее значение и потенциал МОД-S с особым воздействием на ветры и температуры на высотах.
3. Наземная ГНСС. Об выгодах сообщили все больше центров: краткосрочные прогнозы осадков (местоположение и интенсивность сильного дождя) и влажности и облаков.
4. Приземные наблюдения за осадками (осадкомер). Были отмечены положительные воздействия на анализ влажности.
5. Сообщалось о растущем воздействии за счет ассимиляции данных об излучении (микроволновых и инфракрасных).

Также:

1. По сообщениям, наблюдения за океаном оказывают существенное влияние на качество повторных анализов океанов ТПМ и количества и толщины морского льда. Наблюдения включают подповерхностные профили температуры и солености in situ (особенно Арго), ТПМ, концентрацию морского льда (SIC), толщину морского льда (СИТ) и аномалию уровня моря (СУО). Эти наблюдения также важны для прогнозирования в средних, месячных и сезонных диапазонах.
2. Воздействия в полярных регионах. Отмечались сильные сезонные зависимости, при этом наземные наблюдения оказывают большее воздействие на зимний и спутниковый МКВ-излучения летом. Были признаны полезными дополнительные радиозонды, предоставленные в ходе СОП ГПП. Были продемонстрированы прогнозируемые воздействия арктических наблюдений как в самой Арктике, так и в средних широтах северного полушария.

**2.2.2 Выводы и рекомендации в других областях**

(Океан, суша, гидрология, криосфера, состав атмосферы)

**Состав атмосферы**

ГСА ВМО учредила специальную целевую группу по потребностям в наблюдениях и спутниковым измерениям в части состава атмосферы и соответствующих физических параметров (ЦГ-ОбсРек) для обзора потребностей пользователей, особенно в отношении состава атмосферы. ЦГ-ОбсРек также проанализировал роль наблюдений за составом атмосферы в поддержку различных областей применений ВМО ([отчет ГСА No 221](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7186)). После второго практического семинара ЦГ-ОбсРек (12-13 августа 2014 г., Цюрих) комитет определил ключевые параметры, необходимые для мониторинга и прогнозирования состава атмосферы. Эта целевая группа была преобразована в экспертную группу по эволюции и проектированию сети атмосферы в 2019 году и продолжала заполняться базой данных ОСКАР с потребностями в наблюдениях переменных состава атмосферы в поддержку применений мониторинга и прогнозирования, как описано выше.

Переменные, которые были определены в качестве приоритета, перечислены в [дополнении 6](#_Annex_6._Atmospheric).

**Краткая информация о результатах для области океана по результатам практического семинара по прогнозированию состояния системы Земля в декабре 2019 г.**

Прогнозирование состояния океана осуществляется национальными оперативными центрами, научно-исследовательскими институтами и учреждениями и научными кругами. Координация и совершенствование глобальных и региональных систем анализа и прогнозирования состояния океана организованы в рамках  [Программы по научным исследованиям по океану](https://oceanpredict.org/). OceanPredict обеспечивает платформу для коммуникации и обмена знаниями, осуществляемой учеными и экспертами в области оперативной океанографии со всего мира, что позволяет им ускорить, укреплять и повышать воздействие прогнозирования состояния океана. Системы ассимиляции океанических данных (ОДАС) используются в сезонных и недавно прогнозах погоды до субсезонных. Они могут обеспечить исходные условия для прогонов сопряженной модели общей циркуляции атмосферы и океана (КГКМ), которые обеспечивают сезонные десятилетние прогнозы. Подход на основе системы Земля уже весьма полезен для прогнозирования состояния океана. Например, для сопряженного прогнозирования требуется надежное состояние океана, поскольку ожидается, что взаимодействия между атмосферой и океаном будут оказывать значительное воздействие на тропическую конвекцию. Сопряжение с гидрологией также необходимо для прибрежной зоны, например, прибрежного гидродинамического-биогеохимического моделирования.

Сообщество, осуществляющее наблюдения за океаном, состоит из гораздо более широкого спектра финансирующих организаций и специалистов по внедрению, чем это относится к метеорологическим наблюдениям, включая спутниковые агентства, оперативное метеорологическое обслуживание, научно-исследовательские учреждения и институты, академические круги и научные фонды, а также частный сектор. Она главным образом координируется через сети, добровольное сотрудничество на глобальном, региональном и национальном уровнях. Стратегия ГСНО до 2030 года предусматривает полностью интегрированную систему наблюдений за океаном до 2030 года, предоставляющую критически важную океаническую информацию, необходимую для решения проблемы изменения климата, подготовки прогнозов, защиты здоровья океана и поддержки устойчивого роста при участии всех стран.

Деятельность по оценке наблюдений обычно не является столь же хорошой для океанов, как и в случае метеорологических наблюдений. Несмотря на то, что в исследовательских и оперативных группах предпринимаются усилия, не существует скоординированной деятельности по регулярной оценке воздействия наблюдений. Такая деятельность опирается на внешнее финансирование и в основном проводится в хорошо зарекомендовых центрах (в США, Канаде, Европе, Японии, Австралии и других). Программа «Коперник» разработает новую линию обслуживания в рамках программы «Коперник-2» для совместной деятельности ОСЭ/ОССН для содействия разработке эволюции будущей системы наблюдений (спутников/Sentinel и наземного базирования).

В настоящее время ГОСН сосредоточена на наблюдениях с поверхности суши в поддержку потребностей глобального ЧПП и реанализа климата. ГОСН может быть расширена в наблюдения, производимые над океанами и внутри них, хотя существующие принципы, лежащие в основе ГОСН, должны быть пересмотрены для рассмотрения районов глобального океана, в которых нет национальной юрисдикции.

Более конкретные рекомендации практического семинара по эволюции системы наблюдений касались:

1. Большая часть морских и океанических систем наблюдений в настоящее время поддерживается за счет финансирования научных исследований с ограниченной продолжительностью. Сообществу, проводящей наблюдения за океаном, следует обеспечить устойчивое финансирование для ключевых систем наблюдений.
2. Заявления ВМО о воздействиях наблюдений помогут океанографическому сообществу добиться прогресса в деятельности по оценке наблюдений.
3. Необходимы научно-исследовательская деятельность по новым методам наблюдений и поиску наилучшего сочетания наземных и спутниковых данных. Необходимо разрабатывать экологические технологии для поощрения и расширения глобальных наблюдений за океаном со стороны многих прибрежных стран.

**2.3 Космические наблюдения**

Космический основной компонент Перспективного видения ИГСНВ до 2040 года основан на системе солнечно-синхронных низкоорбитальных спутников в трех орбитальных плоскостях и кольце геостационарных спутников, обеспечивающих полный охват за пределами полярных районов, дополняемых спутниками в других орбитальных плоскостях и спутниках на дрейфующих орбитах. С появлением 4-d вариационной ассимиляции старой концепции строго совмещенных наблюдений, например микроволнового и ИК зондирования, не обязательно будет хорошо нести в будущем. Временные различия во времени теперь могут быть хорошо отрегулированы путем ассимиляции данных, что также компенсирует, по крайней мере в некоторой степени, различия в геометрии обзора. Ввиду необходимости увеличения временного и пространственного охвата дополнительные орбиты Перспективного видения ИГСНВ будут иметь все большее значение, в частности, поскольку зрелая технология микроволнового зондирования предлагает возможности для размещения на небольших спутниковых платформах, например, группировки «Кубсат».

В настоящее время для ИАСИ и CrIS имеются эталонные измерения калибровки на орбите для ИАСИ и настоятельно требуются в будущем. В этом смысле полярно-орбитальная базовая система сегодня выполняет две отдельные функции: 1) базовые наблюдения и 2) опорные измерения для калибровки. Поэтому необходимо изучить оптимизированную будущую архитектуру для эталонных измерений калибровки, а также в ВИД/БИК и МКВ-диапазонах.

**Координационная группа по метеорологическим спутникам (КГМС)**

КГМС обеспечивает форум для обмена технической информацией о метеорологических и экологических спутниковых системах, а также о программах научных исследований и разработок в поддержку РОП ВМО, МОК-ЮНЕСКО и других пользователей. Деятельность КГМС оказывает поддержку оперативному мониторингу и прогнозированию погоды, космической погоды и климата.

[Конфигурация «базовой](https://www.cgms-info.org/documents/CGMS_Baseline_v3-2021.pdf)» структуры представляет собой обязательства и планы членов ВМО, представленных в КГМС, по предоставлению конкретных наблюдений и обслуживания в поддержку ИГСНВ. Планирование поддержания базового плана и внедрения новых элементов по-прежнему согласуется с принципами Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году. С этой целью КГМС периодически рассматривает базовый план, составляющий обязательства и планы членов КГМС по предоставлению конкретных наблюдений, измерений и обслуживания, а ВМО периодически проводит анализ пробелов в сопоставлении с базовым планом и с перспективой развития ИГСНВ в 2040 году.

В обзоре базового плана КГМС в 2020 году был сделан вывод о том, что базовый план по-прежнему является всеобъемлющим ответом на Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году, рассматривая ключевые области применения. Однако в ближайшие годы Члены ВМО, приведенные в КГМС, будут запускать несколько спутников с новыми возможностями, расширяющими ответ на Перспективное видение, и в связи с этим КГМС согласилась включить следующие возможности измерений в базовый план КГМС:

1. коротковолновые инфракрасные спектрометры для мониторинга ПГ (CO2 и CH4)
2. Мультиобзрение, многоканальное, мультиполяризационное получение изображений для аэрозолей
3. спектрометрия лимбового зондирования в ультрафиолетовом диапазоне для профилей озона и малых газовых составляющих атмосферы.

Кроме того, ряд новых спутниковых программ планируется или рассматривается членами КГМС, которые предлагают потенциал для расширения реагирования на Перспективное видение либо посредством применения новых технологий, либо за счет расширения охвата существующими возможностями (см. [Приоритетный план ВЫСОКОГО уровня КГМС](https://www.cgms-info.org/documents/CGMS_HIGH_LEVEL_PRIORITY_PLAN.pdf)).

Для отражения самой последней позиции ВМО в отношении исходных потребностей в спутниковых данных, выраженных сообществом глобального ЧПП, и определения основных и дополнительных данных и связанных с ними потребностей пользователей в дополнение к ГОСН [ИНФКОМ](https://meetings.wmo.int/INFCOM-1-III/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/INFCOM-1-III/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/INFCOM-1(III)-d05-1-1(1)-SATELLITE-DATA-REQS-FOR-GLOBAL-NWP-approved_en.docx&action=default) приняла решение о «потребностях в спутниковых данных для глобального ЧПП». В документе отражены установленные требования к обмену спутниковыми данными для глобального ЧПП с целью его увязки на ближайшие 5—10 лет с процессом РОП и Концепцией развития ИГСНВ в 2040 году. Поскольку моделирование системы Земля с более тесной взаимосвязью между различными областями системы Земля будет продолжать развиваться, необходимо будет добавлять данные с существующих или новых датчиков к основной системе. Документ станет основой для дальнейших возможных улучшений в будущем и включения в базовый документ КГМС. Потребности в дополнительных областях применений будут следовать в течение 2022 года.

**Комитет по спутниковым наблюдениям за Землей (КЕОС)**

В поддержку задач Группы по наблюдениям за Землей (ГЕО) и космического компонента Глобальной системы систем наблюдений за Землей (ГЕОСС) КЕОС разработал концепцию виртуальных космических группировок спутников. Виртуальная группировка — это скоординированный набор возможностей космического и/или наземного сегмента от различных партнеров, сосредоточенных на наблюдении за конкретным параметром или набором параметров системы Земля.

Виртуальные группировки спутников КЕОС координируют космические, наземные и/или системы предоставления данных для удовлетворения общего набора требований в конкретной области. Они эффективно используют межучрежденческое сотрудничество и партнерские отношения для устранения пробелов в наблюдениях, поддержания регулярного сбора критически важных данных наблюдений и минимизации дублирования/перекрытия при сохранении независимости отдельных вкладов учреждений КЕОС. Существующий набор виртуальных группировок спутников, вносящих вклад в перспективное видение ИГСНВ, является

1. [Состав атмосферы](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/acc/) (ВЦ-ВЦ)
2. [Получение изображений поверхности суши](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/lsi/) (ВГ-ИСИ)
3. [Радиометрия цветности океана](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/ocr/) (OCR-VC)
4. [Топография поверхности океана](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/ost/) (OST-VC)
5. [Вектор ветра у поверхности океана](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/osvw/) (ВЦ-OSVW);"
6. [Осадки](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/p-vc/)  (P-VC)
7. [Температура поверхности моря](https://ceos.org/ourwork/virtual-constellations/sst/) (ВГ-ТПМ)

Примером ключевого достижения виртуальных группировок спутников является координация OST-VC высокоточной обработки данных альтиметрии для важнейших климатических переменных среднего уровня моря.

**Новые возможности со стороны коммерческих поставщиков данных**

Сегодня коммерческие спутниковые данные уже продемонстрировали качество и их ценное влияние на модели ЧПП, особенно в области радиозатменных измерений. Кроме того, планируется проведение перспективных коммерческих программ для криосферы и новых космических наблюдений, например, связанных с микроволновым зондированием и радиолокаторами осадков. Кроме того, исследование архитектуры спутниковой системы наблюдений НУОА в 2018 году пришло к выводу, что агентство должно опираться в будущем на гибридную архитектуру, которая включает как государственные спутники, так и коммерческие данные. Экспериментальный проект НУОА по коммерческим метеорологическим данным, запущенный в 2020 году, будет служить одним из таких показательных проектов, в рамках котором НУОА будет оценивать коммерческие данные для демонстрации качества данных и его воздействия на модели прогнозирования погоды, а также информировать ПРОЦЕСС НУОА для получения, оценки и использования коммерческих данных в будущем. Кроме того, аналогичным образом ЕВМЕТСАТ одобрил получение коммерческих данных радиозатменных измерений и их обработку и распространение для использования в моделировании ЧПП. Таким образом, мы ожидаем, что мы увидим все больше космических агентств, использующих спутниковые миссии частного сектора вместе с правительственными программами. Когда коммерческие спутниковые программы обеспечивают новые возможности для космических наблюдений, они также являются новым способом внесения вклада в осуществление Перспективного видения в отношении ИГСНВ до 2040 года, когда комплекты данных частично опираются на спутники частного сектора и при этом руководствуются политикой ВМО в области данных, которая обязуется расширять и расширять свободный и неограниченный международный обмен данными о системе Земля.

**2.4 Наземные наблюдения**

После принятия Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году произошло несколько важных разработок, что позволило теперь предложить Членам более конкретные действия, которые необходимо предпринять в течение следующих пяти лет. Другие события, рассмотренные в этом разделе, менее развиты и станут более важными в будущем, когда они будут более изучены.

**2.4.1 Руководство Расширение сети ГОСН**

Глобальный ЧПП и реанализ климата играют важную роль в качестве основы для многих видов продукции и обслуживания, предоставляемых Членами ВМО своим субъектам, даже на региональном и местном уровнях. В рамках процесса РОП ВМО все области применений, перечисленные в настоящее время, за исключением космической погоды, имеют определенный уровень зависимости от продукции глобального ЧПП и реанализа климата.

Глобальные системы, предоставляющие такую продукцию, зависят от доступа к глобально согласованным наборам наблюдений, предоставляемым наземными и космическими системами наблюдений. ВМО содействует сбору таких данных наблюдений и международному обмену ими, координирует их и осуществляет мониторинг.

Международный обмен данными наблюдений в области метеорологии имеет долгую историю и со временем значительно эволюционировал. Конгресс принял [резолюцию 1 (Кг-Внеоч.(2021))](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9) о Единой политике ВМО в области данных для международного обмена данными о системе Земля, которая расширит и расширит свободный и неограниченный международный обмен такими данными.

Предварительные отчеты экспериментального проекта ЧПП Системы мониторинга качества данных ИГСНВ (СМКДИ) показали продолжающееся плохое поступление данных наземных наблюдений во многих районах мира. Это ограничивает способность всех Членов ВМО предоставлять метеорологическую и климатическую продукцию и обслуживание высокого качества своим пользователям.

В целях обеспечения более эффективного удовлетворения потребностей в наблюдениях для глобального ЧПП и реанализа климата был предложен новый подход, в рамках которого была разработана базовая сеть приземных наблюдений, которая имеет важное значение для поддержки этих применений, разработана и определена на глобальном уровне. Эта сеть представляет собой Глобальную опорную сеть наблюдений или ГОСН.

Веб-инструмент мониторинга СМКДИ иллюстрирует, например, наличие данных наблюдений за приземным давлением на суше, полученных одним или несколькими глобальными центрами ЧПП, и показывает, что в среднем 20—25 % Членов ВМО соответствуют положениям ГОСН[[11]](#footnote-12), 25—30 % не в полной мере соответствуют, и остальные в настоящее время не в состоянии соблюдать ГОСН из-за нескольких причин, включая, например, недостаток ресурсов.

ГОСН представляет собой субструктуру наземной подсистемы ИГСНВ, используемую в сочетании с космической подсистемой и другими наземными системами наблюдений ИГСНВ для содействия удовлетворению потребностей глобального ЧПП, включая реанализ в поддержку мониторинга климата. ГОСН отвечает потребностям глобального ЧПП, которые в настоящее время не могут быть удовлетворены или полностью удовлетворены только космическими системами наблюдений.

Примечания к станциям/платформам ГОСН:

1. Географически соответствующий компонент ГОСН обеспечивает важнейший базовый компонент в рамках каждой региональной опорной сети наблюдений.
2. ГОСН основана на глобальной разработке, и мониторинг осуществления осуществляется на глобальном уровне.
3. Спецификация ГОСН приводится в табличной форме в дополнении [4](#_4._Capacity_development) (по данным практического семинара по ГОСН, февраль 2020 г.). Они получены на основе потребностей в наблюдениях для глобального ЧПП, которые регистрируются в базе данных ОСКАР/Потребности, наряду с анализом оперативных технологий для сбора таких наблюдений и наличия данных наблюдений из других источников.
4. Список станций/платформ ГОСН будет составлен из перечня всех имеющихся станций/платформ ИГСНВ, зарегистрированных Членами в ОСКАР/Поверхность.

Восемнадцатый Всемирный метеорологический конгресс принял в 2019 году концепцию ГОСН в [резолюции 34 (Кг-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=120) и поручил Комиссии по инфраструктуре подготовить соответствующие положения по проектированию, осуществлению и управлению ГОСН. Это будет определено в [Наставлении по Интегрированной глобальной системе наблюдений](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=19223#.Yk7fIedBxPY)  ВМО (ВМО-No 1160), раздел 3.2.2 «Глобальная опорная система наблюдений». Станции ГОСН должны соответствовать менеджменту качества ИГСНВ. Будет осуществляться мониторинг прогресса в осуществлении ГОСН и обязательств Членов и соответствующих международных организаций и программ в отношении ГОСН. Региональные ассоциации в сотрудничестве с ИНФКОМ будут координировать фактическую деятельность по мониторингу. Некоторые функции мониторинга и менеджмент инцидентов будут координироваться с помощью СМКДИ.

ГОСН устанавливает обязательство и четкие требования для всех Членов ВМО в отношении получения и обмена на международном уровне наиболее важными данными наземных наблюдений и обмена ими. Хотя некоторые регионы обеспечивают хорошее и надежное снабжение наземными наблюдениями, некоторые районы мира, особенно малые островные развивающиеся государства (МОСРГ) и наименее развитые страны (НРС), значительно не имеют инфраструктуры и потенциала для удовлетворения потребностей ГОСН. В 2020 году ВМО провела анализ пробелов в ГОСН, который обеспечил количественную оценку количества наземных станций наблюдений, которые необходимо будет установить, восстановить или обновить, а также обмениваться данными для удовлетворения потребностей ГОСН. ФФСН будет оказывать поддержку НРС и МОСРГ в подготовке и обмене базисными данными наблюдений, критически важными для ГОСН, т. е. для совершенствования прогнозов погоды и климатического обслуживания. Она предоставит техническую и финансовую помощь, для которой мониторинг ГОСН будет направлять инвестиции. [В разделе 4](#_4._Capacity_development) настоящего документа будет представлена более подробная информация об инициативе ФФСН.

На ИНФКОМ-1, часть II, в ноябре 2020 года, резолюция 4 по ГОСН была принята вместе с рекомендацией Технического регламента ГОСН. Он был дополнительно рассмотрен и рекомендован Исполнительным Советом в рекомендации 4 (ИС-73) и утвержден внеочередной сессией Всемирного метеорологического конгресса в октябре 2021 года (проект резолюции 5.2/1).

Подход на основе системы Земля и другие всеобъемлющие приоритеты Стратегического плана ВМО требуют пересмотра дальнейших вариантов осуществления эволюции ГОСН. Обзор должен включать: влияние на программы ВМО различных технологий наблюдений, необходимость стимулирования дальнейшего развития новых технологий наблюдений как для космических, так и для наземных систем наблюдений, а также дальнейшее укрепление сотрудничества с научно-исследовательским сообществом и ее участие в процессе РОП.

В [разделе 2.1](#_2.1_Synthesis_of) настоящего документа были обсуждены приоритеты развития и оптимизации сетей наблюдений, а также были определены основные пробелы в наблюдениях. Из этого следует продолжить изучение следующих расширений ГОСН ПК-СОСН в координации с Исследовательской группой по ГОСН:

1. Наблюдения за океаном;
2. "мониторинг климата, применения и обслуживание;"
3. ПГ, озон, аэрозоль (более подробная информация содержится в [разделе 2.1](#_2.1_Synthesis_of)).
4. Криосфера (более подробная информация содержится в СОП в [разделе 2.1](#_2.1_Synthesis_of)),
5. гидрология (более подробную информацию см. в СОП в [разделе 2.1](#_2.1_Synthesis_of)).

**2.4.2 ГОСН Отношения РОСН**

В 2019 году Восемнадцатый Всемирный метеорологический конгресс принял Технический регламент региональной опорной сети наблюдений (РОСН), в то время как правила региональных опорных синоптических и климатологических сетей (РОСС и РОКС) более не имеют силы (см[. Наставление по ИГСНВ](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=19223#.Yk7fIedBxPY) (ВМО-No 1160), пункт 3.2.3). По сравнению с ГОСН, которая отвечает требованиям только глобального ЧПП и реанализа климатических данных, РОСН предназначена для дополнения ГОСН и замены и расширения сетей РОСС и РОКС путем удовлетворения потребностей пользователей в наблюдениях в рамках областей применений ВМО, приоритетных для ключевых региональных проблем, связанных с погодой, климатом, водой и другими экологическими проблемами регионов. ГОСН будет заниматься дополнительными технологиями наблюдений, такими как наземные станции дистанционного зондирования, включая метеорологические радиолокаторы, гидрологические станции и станции наблюдений за океаном. Однако в то время как ГОСН нацелена на жесткие требования в отношении пространственного и временного разрешения и частоты цикла наблюдений для конкретных типов систем наблюдений, а именно наземных метеорологических станций и радиозондов, РОСН вместо этого изучает составный характер системы наблюдений и ориентирована на потребности пользователей в наблюдениях необходимых переменных на пороговом уровне (см. базу данных ОСКАР/Потребности). Комиссия по инфраструктуре определяет критерии для проектирования РОСН на региональном уровне, и их решение ожидается к концу 2022 года. Начиная с 2023 г., такая разработка будет осуществляться рабочими группами региональных ассоциаций по инфраструктуре в консультации с Членами региона, а состав РОСН в конечном итоге определен региональной ассоциацией. Членам настоятельно рекомендуется вносить вклад в состав региональных сетей РОСН.

**2.4.3 Анализа Экономическая эффективность возможностей наблюдений для предоставления необходимой информации и продукции**

Важным элементом проектирования системы наблюдений является его экономическая эффективность. Из-за нагрузки на государственные средства многие НМГС были вынуждены четко продемонстрировать важность их инфраструктуры наблюдений и обработки данных, а также исследований для предоставления их национальным сообществам необходимой информации, прогнозов и предупреждений.

Наблюдательные компоненты метеорологического, гидрологического и климатологического обслуживания входят в число самых дорогостоящих частей общего предоставления обслуживания. Она является центральной целью ИГСНВ по содействию и содействию развитию систем наблюдений, которые предоставляют усовершенствованные виды продукции пользователям более экономически эффективным образом.

Бывшая КОС призвала страны-члены оценить экономическую эффективность систем наблюдений. Полный расчет затрат-выгод позволит оценить ежегодные затраты на системы наблюдений, влияние наблюдений на каждую область применений процесса РОП, воздействие на обслуживание и выгоды для пользователей, связанные с воздействием на обслуживание. Например, Метеобюро (СК) изучило воздействие на расходы на наблюдения в глобальном ЧПП, используя адъюнкционную методику, именуемую ФФОИ, для оценки воздействия для каждого типа системы наблюдений. Более подробную информацию см. в полном [исследовании Метеобюро](https://wmoomm.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_activityarea/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factivityarea%2FGlobal%20Observing%20System%20%28GOS%29%5F7f452102%2D7575%2De911%2Da98e%2D000d3a44bd9c%2FRRR%2FDocuments%2FUK%2DMetoffice%2DCost%2DBenefit%2DStudy%2D201408%2DFRTR%5F593%5F2014P%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factivityarea%2FGlobal%20Observing%20System%20%28GOS%29%5F7f452102%2D7575%2De911%2Da98e%2D000d3a44bd9c%2FRRR%2FDocuments&p=true). Существует необходимость в большем числе такой работы, в том числе в других областях, и Членам рекомендуется участвовать в дальнейших исследованиях.

Согласно оценкам недавнего исследования[[12]](#footnote-13) , проведенного Всемирным банком, ВМО и Метеобюро, улучшение охвата наземных наблюдений и обмена ими для удовлетворения спецификаций ГОСН может обеспечить дополнительные глобальные социально-экономические выгоды в размере более 5 миллиардов долларов США в год. Делается вывод о том, что наземные наблюдения следует рассматривать как критически важное общественное благо, при этом надзор за общественностью и открытый обмен ими осуществляется в рамках метеорологического и климатологического сообществ.

**2.4.4 Возможности Для синергизма и оптимизации систем наблюдений**

Региональное и глобальное сотрудничество между НМГС и их соответствующими национальными и региональными организациями по охране окружающей среды, научно-исследовательскими институтами и научными кругами может принести значительный потенциал за счет предоставления большего и более совершенных наблюдений, которые страны-члены не смогут проводить на национальной основе. В совокупности данные наблюдений могут предоставляться над океаном и другими удаленными районами, пробелы на региональном уровне могут быть закрыты, а благодаря централизованному обслуживанию, такому как централизованный мониторинг качества, общая загруженность и повышение экономической эффективности могут быть достигнуты.

В настоящем разделе приводятся примеры успешных региональных и глобальных программ сотрудничества, с тем чтобы призвать Членов присоединиться к ним или поддержать возможности для синергизма в их Регионе.

**Самолетные наблюдения**

Глобальная программа АМДАР была инициирована Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и ее странами-членами в сотрудничестве с авиационными партнерами и привела к развитию системы наблюдений АМДАР. В начале были созданы национальные программы АМДАР между Странами-членами и их национальными авиакомпаниями. В системе АМДАР используются главным образом существующие бортовые датчики, компьютеры и системы связи для сбора, обработки, форматирования и передачи метеорологических данных на наземные станции через спутниковые или радиосвязи. После передачи данных в НМГС, где они обрабатываются, проходят контроль качества и передаются по Глобальной системе телесвязи ВМО (ГСТ) ИСВ. Впоследствии были созданы региональные программы, такие как самолетные наблюдения ЕВМЕТНЕТ-СН (самолетные наблюдения) с выгодой от оптимизированного процесса сбора данных, централизованного мониторинга качества и эффективного управления с точки зрения затрат.

ВМО поддерживает международные нормативные материалы и стандарты для эксплуатации системы наблюдений АМДАР и через свои технические комиссии осуществляет надзор за поддержанием и развитием системы наблюдений АМДАР и программой работы по СН посредством координации экспертных групп технических комиссий. Члены ВМО продолжают разрабатывать и расширять систему наблюдений АМДАР в соответствии с рекомендациями процесса РОП и Заявлением о руководящих принципах, а также результатами исследований воздействий ЧПП. Ресурсный материал, связанный с разработкой национальных и региональных программ АМДАР, можно найти в  [программ АМДАР/АМДАР ВМО.](https://community.wmo.int/activity-areas/aircraft-based-observations) области развития

Собранные данные используются для целого ряда метеорологических применений, включая метеорологическое ЧПП, прогнозирование погоды населения, мониторинг и предсказание климата, системы заблаговременных предупреждений об опасных метеорологических явлениях и, что важно, мониторинг и предсказание погоды в поддержку авиационной отрасли.

Для ЧПП АМДАР предоставляет точные профили (подъем/снижение) из близлежащих аэропортов с хорошим пространственным и временным охватом над США, Европой, Австралией/Новой Зеландией, Восточным Китаем и обширными частями Южной Америки. Наблюдения на эшелоне полета АМДАР проводятся по основным маршрутам полета. Наблюдения АМДАР во все большей степени дополняются данными с борта воздушных судов, поступающими от ИКАО и систем ОВД (ADS-C и ADS-B/Mode-S).

Хотя Программа успешно развивается и функционирует в Европе, Северной Америке, Азии и Океании, сохраняются значительные области, такие как Северная и Центральная Африка, Восточная Европа, Западная и Центральная Азия, юго-западная часть Тихого океана и Ближний Восток, охват которых ограничен. Одной из причин этого является ограниченное финансирование, доступное в этих регионах для расширения программы.

Признавая преимущества данных АМДАР, ИАТА и ВМО предлагают совместно работать над расширением Программы на новые географические районы, предоставляя участвующим авиакомпаниям контроль над данными, предоставляемыми ими, и доступ к предоставляемым ими данным. Программа сотрудничества ВМО и ИАТА по АМДАР (ПСВИА) будет развивать и устанавливать сотрудничество, предназначенное для достижения этих целей. Помимо прочего, ПСВИА направлена на осуществление более эффективного и упрощенного процесса для того, чтобы авиакомпании присоединились к Программе и внесли свой вклад в нее, а также на создание процессов для устойчивого механизма финансирования и предлагаемой региональной структуры в поддержку функционирования и расширения АМДАР. Это также будет способствовать участию НРС и МОСРГ. Благодаря установлению более эффективных деловых связей между операторами программ АМДАР (НМГС), пользователями данных, поставщиками данных и другими заинтересованными сторонами будет достигнуто расширение охвата данными глобальных самолетных наблюдений, включая уделение особого внимания усилиям по расширению измерений водяного пара и турбулентности на глобальном уровне.

В рамках ПСВИА функционирование ряда аспектов Программы АМДАР станет более централизованным, включая определение потребностей в данных, заключение соглашений, обработку данных АМДАР и разделение программных расходов и инфраструктуры Членами ВМО, которые предпочитают участвовать в программе. Региональные ассоциации ВМО будут собирать и анализировать потребности, при этом функции партнерства авиакомпаний и обработки данных также будут координироваться на региональном уровне. С более подробной информацией о всех аспектах предлагаемого функционирования ПСВИА можно ознакомиться в полной концепции функционирования ПСВИА, доступной в виде [Информационного документа](https://elioscloud.wmo.int/share/s/0_TQ_vzsRfiFUtRqN0kh5g).

Региональным ассоциациям ВМО и их Членам настоятельно рекомендуется продолжать работу по созданию региональных программ АМДАР в рамках ПСВИА в соответствии с Планом осуществления ПСВИА. Участие в этих региональных программах ПСВИА изначально не заменит существующие национальные и региональные программы АМДАР, хотя ожидается, что эта возможность будет предоставлена для перехода в ПСВИА.

В октябре 2020 года между ИАТА и ВМО было подписано Рабочее соглашение о создании и функционировании ПСВИА. Дальнейшая разработка осуществления ПСВИА осуществляется под руководством ОЭГ-ССН, экспертной группы в рамках Постоянного комитета по системам наблюдений за Землей и сетям мониторинга (ПК-СНСМ). Управляющий совет ПСВИА, состоящий из группы должностных лиц и технических представителей, назначенных ИАТА и ВМО, провели свое первое совещание в начале 2021 года. До конца 2023 года цель состоит в осуществлении полностью управленческих и региональных оперативных структур ПСВИА. С последней информацией о Программе сотрудничества ВМО и ИАТА по АМДАР можно ознакомиться на [веб-сайте ПСВИА](https://community.wmo.int/activity-areas/aircraft-based-observations/about-wicap) платформы сообщества ВМО.

**ЕВМЕТНЕТ**

ЕВМЕТНЕТ — это сеть из 31 европейских национальных метеорологических служб, созданная для содействия сотрудничеству между Членами в целях повышения эффективности, эффективности и международного влияния. Его основными областями являются наблюдения, прогностические службы и авиация. Программа наблюдений ЕВМЕТНЕТ является основной деятельностью ЕВМЕТНЕТ, и ее основное внимание уделяется управлению и разработке Европейской комплексной системы наблюдений (ЕВКОС). Она также вносит вклад в более широкие глобальные усилия по проведению наблюдений посредством поддержки развития и функционирования ИГСНВ. Основная цель «Области возможностей» наблюдений ЕВМЕТНЕТ заключается в повышении эффективности функционирования Европейской системы наблюдений, с тем чтобы способствовать улучшению прогнозирования текущей погоды, ЧПП, авиационной метеорологии и мониторинга климата. После недавних консультаций с европейскими сообществами пользователей было сделано вывод о том, что их наивысшие приоритетные потребности касаются совершенствования прогнозирования в масштабе км.

Помимо этих оперативных программ область « Возможности наблюдений ЕВМЕТНЕТ» также предусматривает:

1. "программу научных исследований и разработок, которая направлена на продвижение разработки и эволюции ЕВКОС, с тем чтобы удовлетворить растущую потребность в наблюдениях, сохраняя при этом будущие расходы на доступном уровне;"
2. Региональный центр ИГСНВ (РЦИ) для мониторинга функционирования сетей наблюдений в значительной части Региональной зоны VI ВМО и обеспечения принятия корректирующих мер по мере необходимости;
3. "Рамочную основу для сотрудничества между Странами-членами по дополнительным вопросам, представляющим взаимный интерес, включая, например, контроль качества данных, наземное приборное оснащение, краудсорсинг и операции по радиозондированиям;"
4. Международное представительство от имени Членов в поддержку более широких глобальных усилий по укреплению ИГСНВ, внесение вклада в соответствующие европейские инициативы, такие как «Коперник», и влияние на международные решения в интересах Членов ЕВМЕТНЕТ.

Метеобюро СК, работая совместно с Метеорологической службой Германии (Deutscher Wetterdienst), отвечает за Область возможностей ЕВМЕТНЕТ по наблюдениям за программным этапом 2019—2023 годов.

Оперативная программа ЕВКОС обеспечила значительное расширение возможностей, которые страны-члены в совокупности не смогут обеспечивать на национальной основе посредством:

1. "предоставление большего объема наблюдений за океаном, оптимизированных измерений с борта воздушных судов над Европой, данных о водяном паре с помощью ГНСС и новых данных, получаемых с помощью европейских систем профилометров ветра и профилей ветра метеорологических радиолокаторов;"
2. совершенствование результатов ЧПП путем учреждения Программы исследований ЕВКОС для консультирования по проектированию сетей наблюдений , наряду с Научной консультативной группой ЕВКОС по различным исследованиям воздействия данных, были инициированы для предоставления руководящих указаний относительно того, каким образом проектировать ЕВКОС для более эффективного удовлетворения потребностей пользователей;
3. "оптимизации будущей сети аэрологических наблюдений ЕВКОС путем оптимального использования радиозондовой сети и включения данных измерений профилей с коммерческих воздушных судов, профилометров ветра, метеорологических радиолокаторов и интегрированного водяного пара, полученных при наземных измерениях ГНСС; ЕВКОС координирует гармонизацию национальных аэрологических сетей в соответствии с глобальными, региональными и национальными потребностями;"
4. "предоставление централизованного обслуживания по мониторингу качества с увеличением эффективности работы сети посредством процедур мониторинга качества и исправления неисправностей ЕВКОС;"
5. будучи частью ИГСНВ и содействуя осуществлению предложений ВМО по эволюции для Европы;
6. Разделение рабочей нагрузки и затрат на комплексные программы;
7. компенсации национальным операторам, где НМС делают больше наблюдений на благо всех.

В соответствии со Стратегией ЕВМЕТНЕТ в области наблюдений на 2020—2025 годы Европейские НМГС готовы расширить идею ЕВКОС до других регионов. Опыт сотрудничества в ЕВМЕТНЕТ и, в частности, в ЕВКОС, предлагает потенциальную модель сотрудничества на благо других регионов и может помочь в устранении пробелов в глобальных сетях наблюдений. Следующие виды деятельности в рамках области возможностей наблюдений ЕВМЕТНЕТ представляют особый интерес для устранения существующих пробелов в системе наблюдений:

1. ОПЕРА: цели данной Программы заключаются в предоставлении европейской платформы для обмена экспертными знаниями и опытом в области метеорологических радиолокационных проблем, обмена данными по одному месту радиолокатора с приблизительно 180 оперативных метеорологических радиолокаторов ее стран-членов, а также в разработке, подготовке и распространении высококачественной паневропейской комплексной продукции радиолокаторов.
2. E-Profile: Программа E-PROFILE управляет европейской сетью радиолокационных ветровых профилометров и автоматических лидаров и облакомеров для мониторинга вертикальных профилей ветра и аэрозолей, включая вулканический пепел.
3. Е-СН: Программа Е-СН проводит измерения высококачественных аэрологических метеорологических переменных с воздушных судов.
4. Е-СУРФМАР: Программа Е-СУРФМАР координирует, оптимизирует и постепенно объединяет европейскую деятельность в области приземных морских наблюдений.
5. E-GVAP: Программа E-GVAP направлена на предоставление партнерам ЕВМЕТНЕТ задержек и измерений водяного пара в рамках Европейской ГНСС для оперативной метеорологии.
6. Е-АСАП: цель оперативной службы ЕВМЕТНЕТ-АСАП (Е-АСАП) заключается в координации и оптимизации наблюдений за метеорологическими шарами-зондами над районами океана с недостаточным охватом данными.

**Другие конкретные экспериментальные программы**

1. Сотрудничество РА III с гидрологическими наблюдениями
2. Другие (могут быть добавлены во время более поздних обновлений документа)

**2.4.5 Стратегии Руководящие указания для Членов ВМО по наблюдениям в городских условиях**

[Руководящие указания по интегрированному городскому обслуживанию в области гидрометеорологии, климата и окружающей среды (ИГО) (](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9903) WMO-No. 1234) обеспечивают основу для оказания помощи Членам ВМО в разработке и внедрении интегрированного городского обслуживания для удовлетворения разнообразных и конкретных потребностей городских заинтересованных сторон в их странах. Сфера охвата ИГО включает климат, погоду, окружающую среду (включая качество воздуха и воды, экологию, биоту, парниковые газы) и воду. НМГС лучше всего позиционируются для предоставления ИГО в связи с их экспертными знаниями, инфраструктурой и ролью в области исторических заблаговременных предупреждений. [В дополнении 5](#_Communication_Plan_on) приводится расширенное обсуждение пробелов ИГО для ИГСНВ.

К 2050 году 80 % мирового населения будет находиться в городских центрах с защитой и безопасностью людей, окружающей средой, критически важными инфраструктурами и экономикой для защиты. Одно опасное явление может привести к каскадным процессам, которые могут иметь многогранные последствия (например, наводнение приводит к перебоям в транспортировке или перебоям в работе электропередачи и нарушению работы по спасению и восстановлению), что требует последовательных, точных заблаговременных предупреждений о многих опасных явлениях для принятия решений. Проблемы погоды, климата, окружающей среды и воды доминируют в городском проектировании и деятельности по управлению в чрезвычайных ситуациях. Это обуславливает потребность в комплексном, бесшовном, подходе на основе системы Земля и цепочки создания ценности к предоставлению городского обслуживания. Интеграция может происходить в любом месте вдоль цепочки создания стоимости от наблюдения до стадии принятия решений.

Городские наблюдения и производная продукция непосредственно необходимы для понимания городских процессов и научных знаний, развития статистических связей в сельских районах и параметризации моделей, разработки климатологии, заблаговременных предупреждений, для верификации в режиме реального времени, для поддержания ситуационной осведомленности, для использования автоматизированными системами поддержки принятия решений в нижнем бьефах, используемыми в управлении действиями в чрезвычайных ситуациях или в других процессах принятия решений о многих опасных явлениях.

Существующие руководящие указания во всех областях применений ИГСНВ актуальны, поскольку ИГО является многомасштабным и варьируется от глобального, до регионального, локального (окрестностей) до микро (здания) пространственных масштабов. Кроме того, пограничный слой города является трехмерным и состоит из инерционных, шероховатости и подслоев полога (~100 м–2 км). Химические процессы в атмосфере изменяются даже в более мелком пространственном и временном масштабах (~секунды). Однако городские наблюдения и сети существенно различаются в связи с методами наблюдений, неоднородностью датчиков и технологий, установкой многоуровневых датчиков, городской средой (поверхностный покров, застроенные районы, проницаемость), несколькими высотами измерений из-за проблем, связанных с местным препятствием, а также набором переменных.

Общей для всех, и основного пробела, является подробная информация о городской окружающей среде, а стандартная классификация имеет основополагающее значение для понимания репрезентативности наблюдений, определения потребностей в измерениях и потребностях в местах проведения наблюдений, а также для сравнения и эффективного переноса научных результатов. Были предприняты международные усилия по получению и распространению информации о локальной климатической зоне и микроурбанизированной окружающей среде (Всемирная база данных по городской среде и инструменты доступа к ним). Эта информация об окружающей среде, а также информация о приборе и размещении приборов и, возможно, данные о ветре, должны включаться и часто обновляться в метаданные.

Немногие НМГС имеют городские метеорологические станции, в то время как многие агентства по охране окружающей среды разместили станции высокого качества воздуха с метеорологическими датчиками; некоторые муниципалитеты внедрили компактные сети метеорологических станций. проводятся измерения большинства рек, а также некоторых канализационных систем в городских районах; научно-исследовательские, демонстрационные проекты и испытательные полигоны внедрили сети технологий дистанционного зондирования и наблюдений in situ; и подвижные транспортные средства имеют метеорологические или акционные датчики, когда они объединяются, могут обеспечивать основные и опорные наблюдения уровня. Технологии краудсорсинга включают микроволновые башни сотовых телефонов, транспортные технологии (температура, детекторы осадков для активации wiper wiper; лидары, радиолокаторы и камеры для помощи водителя), мобильный телефон (температура, давление, УФ), применения краудсорсинга (метеорологические сводки, twitter-активность, Instagram) может обеспечить комплексные многоуровневые наблюдения по цепочке создания ценности, чтобы обеспечить возможность верификации ИГО со значительными последствиями. Интеграция этих сетей обеспечит новые возможности, увеличить потенциал, сократить дублирование и расходы. По мере развития ИГО ожидания в отношении точности увеличатся, что потребует мониторинга дополнительных факторов (например, накопления мусора, блокирующих канализационные системы и городские реки), которые потребуют разработки новых технологий и соизмеримой адаптации прогностической системы. Учитывая широкий охват вопросов, для решения вопросов интерпретации и качества данных необходимы опорные городские станции.

Проектирование сети наблюдений ИГО будет зависеть от потребностей в обслуживании. Хотя имеются хорошие и конкретные примеры ИГО, осуществление ИГО может рассматриваться как маргинальное в глобальном масштабе. Продолжается деятельность по формализации требований к наблюдениям, метаданным и обслуживанию. Управление, знания о доступных и доступных данных и продукции ИГО, механизмы обмена, интеллектуальная собственность, частная жизнь, быстрые научные исследования для оперативной деятельности и оперативной деятельности в области передачи технологий и демонстрация взаимной выгоды от интеграции и партнерств на всем протяжении цепочки создания ценности являются проблемами, требующими лидерства, потенциала и развития потенциала.

**2.4.6 Рекомендации По использованию новых технологий наблюдений**

***2.4.6.1 «Guidance on use of surface-based emerging technologies» (Руководство по использованию наземных новейших технологий)***

Часть стратегии ПК-ИПП в отношении будущего производства измерений в области окружающей среды заключается в предоставлении руководящих указаний по внедрению новых технологий измерений и определению потенциала новых технологий и методов измерений. Ведущие центры измерений, группы экспертов и региональные центры по приборам, а также научно-исследовательское сообщество будут продолжать играть решающую роль в переходе новых технологий в оперативную деятельность.

Необходимым условием для оперативного внедрения любой новой системы наблюдений является коммерческая видимость и доступность. Кроме того, все новые приборы и системы должны быть опробованы и оценены в реальных условиях эксплуатации в достаточно длительных временных интервалах времени. Это тестирование необходимо для проведения всесторонней оценки практической и надежности функционирования, а также для определения надежной оценки точности измерений и качества полученной продукции с добавленной стоимостью. Оперативная готовность конкретного прибора или системы может быть классифицирована с использованием концепции уровней стандартизированной технологии готовности. Наконец, все жизненный цикл и эксплуатационные расходы должны быть объективно проанализированы, поскольку доступность является серьезным ограничением и требуется приемлемое соотношение затрат/выгод перед внедрением любого нового прибора или систем наблюдений.

Концепция многоуровневой сети, изначально учрежденная ГСНК, в настоящее время рассматривается также и для других сетей ИНФКОМ. Разработка этой архитектуры, если она будет принята, будет являться важной разработкой для эволюции ИГСНВ. Ведущие центры измерений могут взять на себя роль обзора и испытания новых и новейших технологий и приборов и систем, а также разработать руководящие указания по их использованию.

См. также [раздел 2.1](#_2.1_Synthesis_of), посвященный анализу пробелов и [раздел 2.5](#_2.5_Actions_with), по наиболее насущным потребностям в дальнейшем развитии технологии датчиков.

**Наземные методы дистанционного зондирования**

Для оперативной метеорологии подходят несколько методов наземного дистанционного зондирования как активного, так и пассивного. Они могут быть примерно разделены на длину волны либо на «оптический диапазон», включая УФ и ИК, либо на «микроволновый диапазон». Используемая длина волны определяет физические характеристики распространения и рассеяния: диапазон измерений оптических систем зависит от оптической толщины атмосферы, в то время как микроволновые системы зондирования могут, как правило, проникать в облака и осадки. Для очень коротких (УФ) волн необходимо молекулярное рассеяние. В противном случае рассеяние происходит, главным образом, на взвешенных частицах (аэрозоля, облака, осадки) в воздухе. Для длин волн в декиметровом диапазоне и большее рассеяние в безоблачной атмосфере (показатель преломления) полезно. Пассивные системы анализируют атмосферную радиацию, создаваемую тепловой эмиссией. Любое дальнейшее расширение системы наблюдений с помощью систем дистанционного зондирования должно учитывать эти физические ограничения распространения волн по каждому методу, которые в значительной степени объясняют большую часть возможностей, а также ограничения.

Методы дистанционного зондирования могут, как правило, предоставлять данные с высоким временным разрешением, при этом активные методы дополнительно обеспечивают вертикальные профили термодинамических переменных, таких как ветер, температура и влажность, а также косвенную количественную информацию о малых жидких и твердых частицах (облаках, аэрозолях), взвешенных в атмосфере.

Новое поколение наземных приборов дистанционного зондирования, часто называемых «профилометрами», уже используется в оперативном режиме, таких как профилометры ветра (как радиолокаторы, так и лидары), или в настоящее время находится в разработке с акцентом на измерениях температуры, влажности, аэрозолей или свойств, связанных с облачностью.

**Беспилотные платформы**

Быстрые темпы технического развития тем временем позволили разработать в значительной степени автономные "роботизированные" аппараты, при этом наиболее заметным классом являются роботизированные воздушные суда (БСС), которые охватывают широкий диапазон от полностью автоматизированных пограничных слоев коптер-зондов[[13]](#footnote-14) до самолетов, таких как глобальный ястреб НАСА[[14]](#footnote-15) (больше не работает). В зависимости от их размера такие платформы БСС могут нести как наземные, так и датчики дистанционного зондирования.

Для создания «3D мезонетов» уже было сделано предложение об использовании сети автономных многокопериодных БСС, однако еще предстоит ответить на ряд практических вопросов, таких как правила эксплуатации воздушного пространства, а также ограничения, обусловленные неблагоприятными погодными условиями. Информационный бюллетень СН 21 содержит резюме БСС в области оперативной метеорологии.

БСС на больших высотах и длительной продолжительности особенно интересно с точки зрения их способности ликвидировать пробелы в отдаленных районах, особенно в отношении погодных явлений со значительными последствиями.

Примерами беспилотных платформ для океанических применений являются буи Арго, Сайлдроны, заякоренные и дрейфующие буи, осадкомеры уровня моря, высокочастотные радиолокаторы (ВЧ) и датчики, передаваемые на животных. Дополнительные примеры беспилотных транспортных средств — поплавки арго-типа подо льдом и другие подобные транспортные средства для оценки толщины морского льда.

Комиссия по инфраструктуре приняла План глобального демонстрационного проекта по использованию беспилотных самолетных систем (БСС) в оперативной метеорологии (см[. решение 5.1.1(7)/1 (ИНФКОМ-1(III)).](https://meetings.wmo.int/INFCOM-1-III/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/INFCOM-1-III/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/INFCOM-1(III)-d05-1-1(7)-UAS-DEMO-approved_en.docx&action=default) Членам, заинтересованным в участии в показательном проекте, предлагается связаться с Секретариатом ВМО.

**Техническая готовность новых систем наблюдений**

С точки зрения эффективной практики управления всегда необходимо учитывать эксплуатационные характеристики отдельных приборов, прежде чем они будут внедрены в оперативном режиме. Четкая идентификация принципа измерения — непосредственное зондирование или дистанционное зондирование, а сам метод физического преобразователя имеет важное значение для выявления на ранней стадии решения проблем технического проектирования.

Готовность конкретного прибора для оперативного использования может быть классифицирована с использованием так называемого уровня готовности технологии ([ТСР](https://en.wikipedia.org/wiki/technology_readiness_level)). Присвоение приборов в ТЦЛ может быть сложным и должно выполняться четкий набор определенных критериев, которые являются однозначными и объективными:

1. Фактическая система, проверенная в оперативной среде;
2. Полная и квалифицированная система;
3. Прототип системы демонстрации в оперативной среде;
4. Технология, продемонстрированная в соответствующих условиях;
5. Подтверждена технология, проверенная в соответствующих условиях;
6. Технология проверена в лаборатории;
7. Экспериментальное доказательство концепции;
8. Сформулированная концепция технологии;
9. Наблюденные основные принципы.

Любой успешный анализ должен демонстрировать достаточную техническую доступность (например, > 95 % в течение года), всепогодную эксплуатационную возможность на открытом воздухе, а также достаточную доступность данных и качество данных, которые «соответствуют целевому назначению» — связаны с критериями в ОСКАР/Потребности.

***2.4.6.2 Стратегия и план использования больших данных, краудсорсинга и других источников наблюдений из частного сектора, широкой общественности и третьих сторон***

В последние годы использование современных методов, ориентированных на данные (искусственный интеллект, глубокое обучение) и использование краудсорсинговых данных приобрели привлекательность для использования в применениях прогнозирования текущей погоды. Несмотря на то, что наличие традиционных данных наземного и дистанционного зондирования остается чрезвычайно важным, такие дополнительные данные могут добавлять информацию, особенно в более мелких географических и временных масштабах. Использование этих данных, как правило, зависит от национальных потребностей и приоритетов конкретной НМГС и основывается на отдельных контрактах. Примерами источников данных из государственного и частного секторов являются нетрадиционные и краудсорсинговые данные:

1. Данные от государственных учреждений;
2. Давление и другие значения со смартфонов;
3. Датчики в автомобилях;
4. Датчики интернета вещей;
5. Вклад со стороны широкой общественности;
6. Оценки осадков на основании ослабления каналов связи;
7. Системы определения местоположения молний;
8. Наземная решетка ГНСС для общего количества осажденной воды;
9. Небольшие беспилотные самолетные системы (БСС) для упаковки и доставки частиц;
10. Оппортунистические наблюдения с морских промышленных предприятий и беспилотных наблюдательных аппаратов в океане;
11. Группировки небольших спутников, обеспечивающих ГНСС-RO.
12. и другие.

Как правило, данные, собранные методом краудсорсинга, предоставляются или собираются бесплатно, однако правительства могут предпочесть заключить контракт с агрегатором для получения данных от открытых систем, осуществления контроля качества и предоставления правительству в надлежащих форматах с помощью выделенных каналов связи в режиме реального времени вместо создания «внутренних» возможностей.

В США приведенные выше примеры могут быть расширены за счет включения наблюдений за окружающей средой, которые являются традиционными по своей природе, но не поступают из сетей, эксплуатируемых национальным правительством, что обеспечивает основу возможностей для производства наблюдений. Одним из примеров являются мезонты, эксплуатируемые государственными правительствами или частным сектором. Это высококлассные системы наблюдений, которые поддерживают высококачественную инфраструктуру и обеспечивают высококачественные наблюдения и сопутствующие метаданные. Как правило, стоимость закупки данных от этих систем обеспечивает преимущество затрат по сравнению со строительством федерального правительства и обслуживанием федеральных сетей. В настоящее время мезонеты выходят за рамки предоставления стандартных приземных метеорологических наблюдений и обеспечивают вертикальные профили, получаемые с помощью наземных средств дистанционного зондирования, радиолокаторы с короткой длиной волны, заполнение пробелов под эгидой национального доплеровского охвата, и многие переменные, относящиеся к поверхности суши и гидрологии, включая влажность почвы и температуру на различных глубинах, а также компоненты поверхностного радиационного баланса и энергетического баланса.

От краудсорсинга вездесущих и свободно доступных, но менее качественных данных до высококлассных профессиональных, частных и не федеральных сетей цель заключается в устранении пробелов в национальных стержневых возможностях путем формирования государственно-частных партнерств, которые предоставляют финансовое преимущество правительству за счет наращивания и эксплуатации правительственных возможностей. Это требует отрицательных взаимосвязей, которые чаще всего влияют на права на данные и категории перераспределения данных и имеют последствия для возможности обмена данными с глобальными партнерами, как это описано ниже более подробно.

**Недорогие датчики для наблюдений за составом атмосферы**

Появляются новые источники данных о составе атмосферы, и информация все чаще производится недорогими датчиками (LCS). Недавно завершенный обзор имеющихся на рынке экспертов ВКС для измерения состава атмосферы пришел к выводу, что ВКС не следует рассматривать как полностью оперативную замену более сложных измерительных систем и следует использовать с осторожностью (WMO Report No 1215: An update on low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition, Edited Richard E. Peltier, december 2020). Хотя органы ВКС могут предоставлять значимые данные и представлять возможность для расширения знаний о местных условиях окружающей среды, они еще не находятся на уровне надежности, при котором необходим эталонный мониторинг. Частично это объясняется тем, что остаются несколько научных сложностей, которые должны рассматриваться, как полная характеристика и хорошо спроектированная процедура обеспечения качества и калибровки, которая должна постоянно применяться. Поскольку эти технологии, как правило, находятся на траектории постоянного совершенствования возможностей с прогрессом в области характеристик, более эффективной сопряженности атмосферы, прецизионности, качества и надежности, а также, во многих случаях, снижения затрат на закупки, их дальнейшее развитие и пригодность для различных применений должны регулярно оцениваться.

***2.4.6.3 Руководящие указания в отношении того, как развивать партнерские отношения***

Заинтересованные стороны из всех секторов и из всех частей глобального сообщества зависят от результатов глобальных моделей для разработки и предоставления критически важного обслуживания. Это может работать только в том случае, если обмен данными как наблюдений, так и выходными данными моделей будет осуществляться на глобальном уровне. Важно устранить пробелы в наблюдениях за системой Земля посредством более активного взаимодействия между НМГС и партнерскими сообществами. Взаимодействие и сотрудничество между государственным и частным сектором и научными кругами имеют важное значение и станут открытыми новыми возможностями по всей цепочке мониторинга и прогнозирования системы Земля. Для получения максимальной взаимной выгоды необходимо до сих пор разрабатывать политику, законодательство и бизнес-модели.

В последние годы ВМО в сотрудничестве с различными партнерами разрабатывает новый подход к более активному взаимодействию между государственным, частным и академическим секторами, действующими в глобальной метеорологической отрасли. В 2018 и 2019 годах на семидесятой сессии Исполнительного совета и восемнадцатой сессии Всемирного метеорологического конгресса ВМО усовершенствовала руководящие указания и политику ВМО для поощрения и предоставления Членам возможности осуществлять взаимовыгодные партнерские отношения и взаимодействие со всеми секторами и заинтересованными сторонами в целях расширения метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания для деловых кругов, отдельных лиц и общества в целом. С подробной информацией о взаимодействии между государственным и частным сектором, включая руководящие принципы и о Открытой консультативной платформе ВМО (ОКП) «Партнерство и инновации для следующего поколения сведений, касающихся погоды и климата», можно ознакомиться на [веб-сайте ВМО](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/public-private-engagement-ppe).

Нижеследующие примеры могут помочь Членам развивать партнерские отношения с частным сектором, где это целесообразно.

При приобретении данных третьей стороны из неправительственных источников целью всегда должно быть получение прав на перераспределение данных среди других глобальных партнеров в духе резолюции [1 (Кг-Внеоч.(2021)).](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11113#page=9) Тем не менее, за пределами определенной цены это становится невыгодным для бюджетов. В целом, подход, который принимает Соединенные Штаты, заключается в обеспечении и оплате права на распространение среди глобальных партнеров данных с глобальным отпечатком или вертикальными профилями из различных источников, которые являются наиболее ценными для всех глобальных центров ЧПП. В некоторых случаях Соединенные Штаты будут полностью финансировать покупку таких прав на перераспределение; это является целью увеличения зоны охвата закупки данных RO-ГНСС из коммерческих источников. Естественно, это связано с увеличением стоимости, поскольку поставщик данных не имеет других правительств в своем пространстве рынка. Другая модель — это глобальный механизм распределения расходов, при котором отдельные правительства будут покупать данные наблюдений над своей суверенной территорией или в партнерстве с региональными НГМС ВМО, и все они обмениваются своими источниками друг с другом в режиме реального времени, чтобы повлиять на открытую доступность общего глобального следа. Это модель Глобальной программы АМДАР ВМО.

В других случаях данные, которые считаются ограниченными полезными для глобального ЧПП, приобретаются с ограниченными правами перераспределения в различных уровнях. Данные Национальной программы Мезонет ограничиваются главным образом только использованием НУОА, предоставляя этим сетям доступ как на частный рынок пользователей данных, так и к другим государственным учреждениям и различным уровням от федерального до местного. Как и можно ожидать, это обеспечивает наибольшую стоимость для НУОА. Данные о молниях, система ГСОМ-Мет и некоторые наблюдения с судов/буев работают в этой ограниченной парадигме прав данных.

Одна из особенностей США относительно других НГМС заключается в том, что они не предоставляют коммерческой продукции и обслуживания. Они сохраняют за собой право в договорных соглашениях распространять, свободно и открыто любые прогностические продукты и услуги, включающие данные третьих сторон, даже если они согласны не перераспределять сами необработанные данные наблюдений. Это может создать проблему для других НМГС, которые коммерциализации продукции и обслуживания. Часто частный поставщик данных наблюдений также находится на рынке предоставления продукции и обслуживания с использованием своих собственных данных, и любое соглашение с НМГС об использовании своих данных наблюдений, возможно, будет иметь представление о том, что НМГС не создает коммерческой продукции и обслуживания в своем пространстве на частном рынке.

С сборником передовых национальных практик на национальном уровне по взаимодействию между государственным и частным секторами и другими соответствующими ресурсами можно ознакомиться [здесь](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/ppe/resources).

**2.4.7 Экологических Устойчивость наблюдений**

Программа ВМО по приборам и методам наблюдений (ППМН) устанавливает технические стандарты, процедуру контроля качества и руководящие указания по использованию метеорологических приборов и методов в целях продвижения мировых стандартов. Для использования ртути и выбора радиозондовых материалов были разработаны надлежащие процедуры безопасности.

Минаматская конвенция по ртути Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ВМО-No 8, том I, глава 1) запрещает все производство, импорт и экспорт приборов наблюдений, содержащих ртуть. Настоящее соглашение является глобальным договором по устранению использования ртути для защиты как здоровья человека, так и окружающей среды от его неблагоприятных последствий.

В наблюдениях за составом атмосферы ГСА иногда используется упаковка озонозондов с биоразлагаемыми свойствами в ответ на более прочные экологические нормы в Антарктике, которые будут ограничивать невозмещаемые запуски озонозондов. Другие страны приняли предоплаченные поставки найденных зондов с целью повторного использования и восстановления восстановленных приборов и содействия защите окружающей среды. Спектрофотометры Брюйера используются для использования ртутных переключателей в своей электронике, но они были заменены более экологически безопасными компонентами.

В случае радиозондов [Руководство по приборам и методам наблюдений](https://library.wmo.int/index.php?id=12407&lvl=notice_display#.YlVCrudBxPY) (ВМО-No 8) также содержит предложения о том, как можно уменьшить загрязнение окружающей среды.

В контексте будущего развития ГОСН обсуждался вопрос о воздействии различных технологий наблюдений на окружающую среду и всегда должен рассматриваться. ИНФКОМ приняла резолюцию 4 (ИНФКОМ-1) о будущем ГОСН, которая подчеркивает важность этого аспекта. Многие Члены приступили к принятию более чистых и устойчивых технологий, и ИНФКОМ будет координировать дальнейшие руководящие указания по этому вопросу. Членам рекомендуется следить за разработками ИНФКОМ и применять новые руководящие указания по мере их появления.

**2.4.8 Риск Управление и смягчение воздействий**

В связи с COVID-19 произошло существенное сокращение наблюдений, используемых в качестве вклада в критически важные применения в поддержку предоставления обслуживания в областях погоды, климата и воды ВМО. Наиболее непосредственным последствием стало быстрое снижение общей доступности данных наблюдений с борта воздушных судов. Особенно в развивающихся странах, где значительное число станций наблюдений по-прежнему полагается на вмешательство человека для считывания показаний приборов или передачи данных наблюдений, можно увидеть влияние на доступность приземных наблюдений. Система морских наблюдений также подверглась воздействию, особенно судам, участвующим в Программе ВМО судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН).

Это вновь продемонстрировало важность устойчивости к внешним воздействиям в системе наблюдений и необходимость решения этой проблемы посредством планирования сетей и сбалансированного развития систем наблюдений в различных компонентах системы. Значительное сокращение произошло во время пандемии, например, в случае самолетных наблюдений, систем наблюдений за океаном и наземных сетей наблюдений, особенно станций наблюдений с персоналом.

Эти воздействия COVID-19 на функционирование систем наблюдений ИГСНВ и доступность данных были проанализированы в Бюллетене ВМО, том 69(2)[[15]](#footnote-16)). Аналогичным образом ГСНО начала проведение в апреле 2020 года опроса о последствиях COVID-19[[16]](#footnote-17) для оценки и прогнозирования воздействия пандемии на глобальные наблюдения за океаном.

По мере смягчения последствий некоторые страны-члены отреагировали на эти недостатки в возможностях производства наблюдений посредством, например, увеличения частоты запусков радиозондов для смягчения последствий уменьшения эффекта уменьшенных наблюдений с борта воздушных судов. Кроме того, по крайней мере две частные компании сделали дополнительные данные свободно доступными для определенных центров ЧПП в период пика кризиса. Зависимость от данных третьей стороны, таких как СН, где их доступность определяется коммерческими и оперативными ограничениями, показывает необходимость инвестирования Членов в основные наблюдения, которые производятся исключительно для удовлетворения потребностей в обслуживании в области погоды, климата, воды и окружающей среды. Кризис COVID-19 также подчеркивает ценность избыточности систем измерений, при этом одна и та же переменная может быть измерена более чем одной технологией или прибором, а также важность разработки и осуществления стратегий адаптивных наблюдений. Коллективный опыт, накопленный в ходе этой пандемии, может быть использован для повышения устойчивости к внешним воздействиям в системе наблюдений. В этой связи Исполнительный совет ВМО разрабатывает руководящие указания, а предварительные руководящие указания по функционированию и обслуживанию систем Членов, затронутых COVID-19, содержатся в дополнении 2 к проекту решения 3.1/1 (ИС-74).

**2.5 Действия, имеющие высокий приоритет в отношении эволюции космических и наземных систем наблюдений**

В предыдущих разделах были выявлены основные пробелы в наблюдениях и рекомендации о том, как их заполнить. Кроме того, были проанализированы рекомендации практических семинаров ЧПП по воздействию наблюдений с точки зрения вклада космических и наземных компонентов системы наблюдений в повышение успешности прогнозов.

В настоящем разделе содержатся рекомендации Членам ВМО, с тем чтобы помочь определить приоритетность своих действий по развитию систем наблюдений для достижения Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году. Напомним, что в 2018 г. Восемнадцатый Всемирный метеорологический конгресс ([резолюция 40 (Кг-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=144)) (см. дополнение 3) был принят в качестве приоритетных пунктов ПО-ЭГСН. Принимая во внимание последние события, такие как новая структура ВМО, "план работы постоянных комитетов ИНФКОМ, недавно на Кг-Внеоч.(2021), принятый Техническим регламентом (например, ГОСН, Единой политикой ВМО в области международного обмена данными о системе Земля), перечни действий ПО-ЭГСН были рассмотрены Объединенной экспертной группой По инфраструктуре по проектированию и эволюции систем наблюдений за Землей (ОЭГ-ЭСНЗЗ) по руководящим указаниям высокого уровня (КВВП), а также тех из них, которые остаются актуальными и неотложными;" был включен в приведенные ниже рекомендации.

Подход на основе системы Земля является ключевым новым аспектом Стратегии ВМО. Все более разнообразные системы наблюдений представляют интерес для областей применений ВМО. Научно-технические достижения за последнее десятилетие продвинулись вперед в области физики моделей и вычислительных мощностей, с тем чтобы существующие ограничения нашей способности улучшать качество прогнозов погоды/климата, разрешающую способность и временной период являются наличием данных. Сюда относятся данные из областей системы Земля, традиционно исключенные из-за ограничений в отношении модели и возможностей. Существующие глобальные модели ЧПП нуждаются в данных из различных компонентов модели системы Земля, что требует в целом большего количества наблюдений за атмосферой, глубоководными океанами, океанами и поверхностью суши, реками и озерами, составом атмосферы, морским льдом и криосферой в целом.

Перспективное видение в отношении ИГСНВ в 2040 году представляет собой вероятный сценарий того, как потребности пользователей в данных наблюдений могут развиваться в ближайшие несколько десятилетий. Благодаря этой информации НМГС, космические агентства и другие разработчики систем наблюдений смогут соответствующим образом принять свои виды деятельности по планированию для разработки космических и наземных компонентов ИГСНВ. В настоящем руководящем документе высокого уровня основное внимание уделяется временным рамкам последующих пяти лет и даются рекомендации по видам деятельности, необходимым сейчас.

Учитывая эти приоритеты и новые, четкие стратегические направления деятельности ВМО и учитывая, что глобальное ЧПП рассматривается в качестве основополагающей области применения для подхода на основе системы Земля, при осуществлении ИГСНВ в течение следующих пяти лет рекомендуются следующие действия высокого приоритета, которые опираются на экспертные знания из областей применений и рабочей группы ОЭГ-ОСЗД по квВ, рекомендуются при осуществлении ИГСНВ в течение следующих пяти лет (нумерации таблиц предназначены для целей отслеживания, это не указание относительного приоритета).

| **Общие рекомендации Членам в 2023—2027 гг.** | | |
| --- | --- | --- |
| **Действие No.** |  | **Мониторинг эффективности работы** |
| **1.1** | Реализовать концепцию ГОСН — все Члены полностью внедряют ГОСН в своих странах. НРС и МОСРГ посредством поддержки партнеров по развитию и финансовых механизмов, таких как ФФСН, вносят вклад в расширение сетей ГОСН на своих территориях и в приоритетных местах наблюдений. | Посредством мониторинга СМКДИ централизованно и в РЦИ. |
| **1.2** | Осуществление новой Единой политики ВМО в области международного обмена данными о системе Земля. | Посредством мониторинга глобальных центров ЧПП и СМКДИ. |
| **1.3** | Членам ВМО (и космическим агентствам) содействовать осуществлению Перспективного видения ИГСНВ до 2040 года, например, ветрового лидара и всеобъемлющей космической системы мониторинга углерода наряду с другими вопросами, выявленными в рамках ежегодного анализа пробелов ВМО, посредством осуществления дополнительных устойчивых возможностей космических наблюдений. | Оценить состояние перспективного видения ИГСНВ до 2040 года посредством анализа пробелов ВМО текущих и будущих обязательств в отношении функциональных возможностей в соответствии с Перспективным видением ИГСНВ до 2040 года и представить космическим агентствам через КГМС и КЕОС для их рассмотрения и включения в Базовый план КГМС и будущие инициативы КЕОС. |
| **1.4** | Члены (и космические агентства) отвечают потребностям в спутниковых данных, выраженным в программных документах ВМО, таких как утвержденные ИНФКОМ «Потребности в спутниковых данных для глобального ЧПП», для соответствующих областей применений посредством координации, в первую очередь через КГМС, но и КЕОС. | Измерять доступность и обмен базовыми и рекомендованными (согласно рез. 1/2021) спутниковым данным, как указано в позиционных документах по фактическому осуществлению космического компонента, как это отражено в ОСКАР/Космосе. |
| **1.5** | Обеспечить, чтобы все операторы, производящие наблюдения, делали это в соответствии с правилами и стандартами ИСВ и ИГСНВ. | Оперативный мониторинг ИСВ, централизованно и в глобальных и региональных центрах ЧПП. |
| **1.6** | Поддержать разработку ИНФКОМ концепции многоуровневой сети ИНФКОМ — ГСНК и ИГСНВ как рекомендовали, чтобы сети были частью многоуровневой системы сетей, с тем чтобы они включали новые источники данных в партнерстве с частным сектором и третьими сторонами. Работа по ГРУАН, ОСПНГ, ГОСН и РОСН будет иметь ключевое значение для обеспечения заполнения уровней более высокого уровня (опорных и базовых). | Повышение доступности станций ГРУАН и ОСПНГ, контролируемых реанализами климата, центрами ЧПП и СМКДИ. Делегирование на национальном уровне возможностей наблюдений уровням (подсчет станций). |
| **1.7** | Членам принять постоянные меры по защите МКВ-радиочастот для метеорологических применений, в частности путем активного участия в подготовке следующей Всемирной конференции радиосвязи (МРЦ), запланированной на 2023 и 2027 годы. | Имеющиеся/отсутствуют частотные диапазоны наблюдений с необходимым уровнем защиты. |
| **1.8** | Членам ВМО информировать ПК-СНМ о любом существующем и будущем применении/использовании метеорологии с участием частотной области. | Обеспечение того, чтобы все эти новые требования были хорошо известны и защищены на международном уровне. |
| **1.9** | Поддержка разработки стандартов и передовых практик для нескольких видов измерений посредством сотрудничества между развитыми и развивающимися странами, совершенствования подготовки кадров и обмена опытом. | Наличие данных согласно ОСКАР/Поверхность. |
| **1.10** | Изучать и разрабатывать новые новейшие технологии измерений, которые перечислены в дополнении [2](#_Annex_2._Statement) | Количество используемых новых прототипов технологий. |

| **Рекомендации Членам по эволюции систем наблюдений на 2023—2027 гг.** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Действие No.** |  | **Мониторинг эффективности работы** | |
| **2.1** | Обмен на международном уровне всеми данными наблюдений, которые продемонстрировали положительное влияние на глобальное ЧПП в соответствии с ГОСН и новой Единой политикой ВМО в области международного обмена данными о системе Земля, которая была принята на внеочередном Всемирном метеорологическом конгрессе в октябре 20212021 года. | Наличие данных согласно ОСКАР/Поверхность и ОСКАР/Космос. Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП и СМКДИ | |
| **2.2** | Более своевременная доступность и более широкое распространение нескольких видов измерений in situ и дистанционного зондирования. Особыми примерами являются профили ветра на всех доступных уровнях, особенно в тропиках, а также профили температуры и влажности в высоких широтах и малонаселенных районах суши. Кроме того, необходимы более точные данные о составе атмосферы. | Наличие данных согласно ОСКАР/Поверхность и ОСКАР/Космос. Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП и СМКДИ | |
| **2.3** | Предпринять дальнейшие усилия по устранению пробелов в глобальном охвате данными приземных наблюдений. Уделять особое внимание большему объему наблюдений за толщиной морского льда, высотой снежного покрова, водным эквивалентом снежного покрова, влажностью почвы и соленостью поверхности океана. | Наличие данных согласно ОСКАР/Космос и ОСКАР/Поверхность. Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП и СМКДИ. | |
| **2.4** | Глобальное распространение данных радиозондовых измерений — данные BUFR высокого разрешения со всех пунктов, включая радиозонды, эксплуатируемые только во время кампаний, обеспечивают измерения с нисходящих радиозондов, защищают радиозонды в отдаленных местах или повторно активируют молчащие радиозондовые станции. | Количество станций радиозондовых наблюдений в BUFR. Количество нисходящих профилей, имеющихся в ГСТ. Наличие данных согласно ОСКАР/Поверхность. Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП и СМКДИ. | |
| **3.6** | Разработать инновационные методы профилирования in situ, которые могут обеспечить экономически эффективные и расширенные аэрологические измерения [Китай] | | Применение инновационных методов измерений, таких как система дрейфующего зондирования с круговой поездкой. [Китай] | |
| **2.5** | Развивать сеть профилирующих станций дистанционного зондирования — сеть профилирующих станций дистанционного зондирования, которая будет разработана в дополнение к системам радиозондирования и самолетных наблюдений, обеспечивает региональный и глобальный обмен данными профилометров. | Количество профилирующих станций, предоставляющих данные в режиме реального времени в ИСВ/ГСТ. Наличие данных согласно ОСКАР/Поверхность. Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП и СМКДИ. | |
| **2.6** | Более широкое распространение метеорологических радиолокационных данных — существует насущная потребность в стандартизации радиолокационной продукции и форматов данных. Обмен данными должен осуществляться, по крайней мере, на региональном уровне, и должен быть создан долгосрочный архив. Развертывание и техническое обслуживание метеорологических радиолокаторов в развивающихся странах, чувствительных к штормам и наводнениям. | Количество комплектов метеорологических радиолокационных данных, имеющихся в региональных центрах данных. | |
| **2.7** | Постоянные усилия по расширению охвата данными самолетных наблюдений — наблюдения АМДАР должны дополняться данными самолетных наблюдений, поступающими от ИКАО и систем УВД, таких как ADS-C, ADS-B/Mode-S. Членам ВМО следует оказывать поддержку сотрудничеству ВМО и ИАТА. По возможности следует использовать дополнительные данные наблюдений с помощью ТАМДАР. Расширение обслуживания воздушных судов для деятельности Глобальной системы наблюдений (ИАГОС) в целях улучшения валидации качества воздуха и климатической модели. Членам рекомендуется оценить новые технологии, такие как БСС, и принять меры на национальном уровне для обеспечения их правовой деятельности. | Количество наблюдений из районов с недостаточным охватом данными, имеющихся в системе мониторинга воздушных судов. | |
| **2.8** | Интегрировать, расширять и поддерживать данные гидрологических наблюдений СГНВ в соответствии со стандартами ИГСНВ и обмениваться данными в поддержку системы гидрологического мониторинга. | Обмен данными/станциями через СГНВ. | |
| **2.9** | Все более и устойчивые наблюдения за физическими наблюдениями за океаном, проводимыми как на поверхности моря, так и под поверхностью моря [Соединенное Королевство]. Координация с Программой ГСНО по наблюдениям за океаном. | СКОММ-ОПС и стандартные показатели мониторинга, поступающие из центров ЧПП. | |
| **2.10** | Рекомендуется провести дополнительные исследования относительно экономической эффективности систем наблюдений, т. е. мер их ценности (или воздействия) по отношению к их стоимости. | Количество исследований, представленных на практических семинарах по наблюдениям за воздействием. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Конкретные рекомендации по технологии датчиков для Членов в 2023—2027 гг.** | | |
| **Действие No.** |  | **Оценочный показатель** |
| **3.1** | Установить больше наземных станций ГНСС. | Количество наземных станций ГНСС, имеющихся в ИСВ/ГСТ. |
| **3.2** | Расширить пространственную плотность доплеровских профилометров ветра. | Количество станций радиолокационных ветровых профилометров, имеющихся в ИСВ/ГСТ. |
| **3.3** | Оценить новые лидарные системы для регулярного профилирования температуры и водяного пара. | Тестовые отчеты экспертных групп ПК-ИПП. |
| **3.4** | Уровень воды и мареографы для мониторинга повышения уровня моря. | СКОММ-ОПС и стандартные показатели мониторинга, поступающие из центров ЧПП. |
| **3.5** | "распределять ресурсы и планировать для оценки новых технологий в различных областях системы Земля (дистанционное зондирование, низкозатратная гражданская наука) для систематического использования в дополнение к стандартным измерениям;" | Еще не установлен. |
|  |  |  |

| **Конкретные рекомендации для Интегрированного городского обслуживания для Членов в 2023—2027 гг.** | | |
| --- | --- | --- |
| **Действие No.** |  | **Оценочный показатель** |
| **4.1** | Создать информацию о городской среде (земной покров, застроенные территории, высота здания, проницаемость поверхности). | Количество карт классификации конвербационных условий в базе данных WUDAPT. |
| **4.2** | Создание интегрированных опорных станций ИГО. | Определены требования к наблюдениям и стандарт метаданных ИГО.  Количество опорных станций ИГО, имеющихся в ИСВ. |
| **4.3** | Развитие городских сетей наблюдений ИГО посредством сотрудничества и их демонстрации. | Количество проведенных демонстрационных проектов или испытательных полигонов.  Количество практических семинаров по развитию потенциала ИГО.  Отчет о затратах и выгодах (перспектива цепочки создания ценности) или числе предупреждений/решений.  Количество конвербационных связей с сетями наблюдений ИГО.  Количество совместной разработки и документируемой продукции. |
| **4.4** | Расширить поддержку усилий по смягчению последствий ПГ в городах и других субнациональном заинтересованных лицах путем дальнейшего сотрудничества с Членами. | Количество осуществляемых экспериментальных проектов.  Определение воздействия деятельности по смягчению воздействий.  Совершенствование руководящих принципов передовой практики. |

| **Конкретные рекомендации для Космических систем для Членов в 2023—2027 гг.** | | |
| --- | --- | --- |
| **Действие No.** |  | **Оценочный показатель** |
| **5.1** | Содействие космическому компоненту системы мониторинга парниковых газов, включая рассмотрение новых технологий, таких как лидар, в сотрудничестве с ИГИСПГ и другими службами измерений ПГ. | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС  Поглощение космических измерений в службах измерений ПГ |
| **5.2** | "развивать новое поколение спутников на ГСО, включая усовершенствованные изображения, картирование молний и ИК зондирование с высоким спектральным разрешением для всего геостационарного кольца;" | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.3** | "развивать группировку радиозатменных измерений в атмосфере с долгосрочной целью обеспечения 20000 высококачественных затмений в сутки на устойчивой основе;" | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.4** | Работать над оперативным часовым картированием УФ/ВИД-диапазонов качества воздуха с геоорбитального орбиты; | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС  Количество геостационарных платформ, производяющих соответствующие измерения качества тропосферного воздуха  Повышение своевременности наблюдений конечным пользователям  Параметры обмена данными |
| **5.5** | Работа по достижению измерений скаттерометра, достигаемая требования к отбору проб за 6 часов | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.6** | Работа над оперативными трехмерными наблюдениями за профилем ветра и аэрозолей с помощью космического лидара | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.7** | Работа по обеспечению глобальных ежечасных микроволновых зондирований | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.8** | Работа по обеспечению непрерывности измерений осадков и радиолокационных измерений облачности | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |
| **5.9** | Обеспечивать оперативные альтиметрические измерения для мониторинга криосферы в очень высоких широтах. | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС. |
| **5.10** | Расширение спутниковых наблюдений как неотъемлемой части системы наблюдений. Принимать во внимание потребности в наблюдениях за составом атмосферы в разработке систем измерений, передаче данных и обмене ими. | Поглощение космических наблюдений за составом атмосферы в системах измерений. |
| **5.11** | Обеспечение непрерывности наблюдений в МР/ИК-диапазоне |  |
| **5.12** | Изучить архитектуру будущих эталонных программ по калибровке, охватывающих ВИД/БИК, ИК и МКВ-диапазоны | Ежегодный анализ пробелов ВМО-КГМС |

Концепции и руководящие указания и требования к наблюдениям и ИГО официально оформляются, однако существует общее согласие в отношении пробелов, приоритетов и действий первого порядка. Более  [5.](#_Annex_5._Integrated) подробную информацию о приоритетах см. в дополнении

[В дополнении 2](#_Annex_2._Statement)« Statement of Guidance Gap Overview per Variable» содержится перечень имеющихся технологий для измерения требуемых переменных и содержится замечание о расходах, взаимодополняемости технологий и аспектах развития потенциала.

**2.6 Рекомендации относительно политики в области данных и доступности данных**

Внеочередная сессия Всемирного метеорологического конгресса в октябре 2021 года (Кг-Внеоч.(2021)) приняла резолюцию 1 о Единой политике ВМО в области данных для международного обмена данными о системе Земля. В качестве основополагающего принципа ВМО и в соответствии с растущими потребностями в ее научно-технических знаниях ВМО обязуется расширять и расширять свободный и неограниченный международный обмен данными о системе Земля. Конгресс соглашается иметь единую политику в области данных для всех областей и дисциплин ВМО. Сфера охвата политики в области данных охватывает данные о системе Земля, обмен которыми осуществляется между Членами, приложение к резолюции содержит минимальный набор базовых данных, обмен которыми Члены должны осуществляться на свободной и неограниченной основе. В нем также определены некоторые рекомендуемые данные, которыми должны обмениваться Члены для поддержки усилий по мониторингу и прогнозированию системы Земля. ИНФКОМ предлагается в координации с СЕРКОМ и СИ подготовить проект Технического регламента для поддержки осуществления этой резолюции до Конгресса ВМО в 2023 году. Более подробную информацию см. в полном разрешении.

Специальная рабочая группа ГОДЕКС-ЧПП (глобальный обмен данными для ЧПП) обеспечивает форум для обсуждения и решения практических вопросов в отношении обмена данными всех наблюдений системы Земля, необходимых глобальным центрам ЧПП, как для спутниковых, так и для наземных наблюдений.

**2.7 Координация радиочастот**

Специальные службы радиосвязи, выделенные в регламенте радиосвязи, имеют первостепенное значение для метеорологической и связанной с ней деятельности в области окружающей среды. Эти распределения полос частот и их защита являются чрезвычайно важными для метеорологических данных, собранных системами исследования Земли (включая дистанционное зондирование) и наземными системами наблюдений, включая, в частности, радиозонды, метеорологические радиолокаторы, радиометры и радиолокаторы для определения профилей ветра.

Для обеспечения долгосрочного использования этого метеорологического оборудования и, в частности, из-за нагрузки на радиочастотный спектр, создаваемый новым развертыванием будущих коммерческих коммуникационных технологий, Члены ВМО представляют первостепенное значение для того, чтобы активно вносить вклад в любую эволюцию регулирования радиочастот на национальном, региональном или международном уровнях и, в частности, в отношении подготовки следующих всемирных конференций радиосвязи, запланированных в 2023 и 2027 годах.

Кроме того, в связи с необходимым длительным периодом для получения новых прав на эксплуатацию будущих метеорологических систем, любых новых разработок или усовершенствования с участием радиочастот для информирования ПК-СНМ.

1. **Руководство по разработке национальной стратегии осуществления Перспективного видения ИГСНВ в 2040 году**

В этом разделе приводится пример того, как Метеорологическая служба Германии (ДВД) приступила к разработке национальной стратегии по осуществлению Перспективного видения в отношении ИГСНВ в 2040 году. Разработка национальных систем наблюдений должна осуществляться в соответствии с национальными стратегическими целями метеорологической службы с учетом потребностей ВМО. Отправной точкой для разработки национальной стратегии осуществления является процесс РОП ВМО и Перспективное видение в отношении ИГСНВ в документе 2040 года.

При разработке национальной стратегии по эволюции систем наблюдений эксперты из различных областей применений и технические эксперты по проектированию сетей и приборному оснащению должны вносить вклад в национальную стратегию осуществления. Это очень важно, поскольку необходимо учитывать многие различные аспекты. Потребности пользователей должны быть упорядочены с точностью и надежностью измерений, мониторингом качества и процедурами контроля качества, финансовыми ограничениями и сроками осуществления.

В нижеследующих разделах приводится резюме подхода DWD.

**3.1 Обзор национальных потребностей для различных областей применений**

Интегрированная в Технический регламент ВМО и руководящие указания в отношении региональных и глобальных систем наблюдений, национальная сеть наблюдений должна соответствовать особым национальным требованиям. Они охватывают потребности в процессах предупреждения и прогнозирования для населения, авиационного обслуживания, климатического мониторинга и прогнозирования и будут предоставляться с помощью применений прогнозирования текущей погоды, ЧПП и климатических моделей. Стратегия ДВД включает несколько специальных целей:

1. Разработка бесшовной прогностической системы от наблюдений до 12-часового прогнозирования с 5-минутным временным разрешением данных дистанционного зондирования и приземных данных;
2. Улучшение доступности данных для процессов мониторинга, прогнозирования погоды и выпуска предупреждений, использования данных третьей стороны;
3. Предоставление улучшенного обслуживания для обеспечения безопасности воздушного движения и общего управления аэропортом;
4. Совершенствование климатических исследований и климатического обслуживания при устойчивом сборе данных и поддержке опорных сетей.

**3.2 Компиляция национальных потребностей без технологий и принципов проектирования сетей**

На основе национальных потребностей, указанных в [разделе 3.1](#_3.1_Survey_of), был составлен краткий обзор потребностей, свободных от технологий (аналогично ОСКАР/Потребности), и, кроме того, перечислены соответствующие комбинации методов наблюдений in situ и дистанционного зондирования, включая спутниковые программы, которые могли бы удовлетворять потребности.

Принципы проектирования сетей наблюдений ИГСНВ дают руководящие указания по различным аспектам, которые следует учитывать при проектировании и/или совершенствовании системы наблюдений. С учетом этих требований были определены подробные потребности в системе наблюдений, такие как мониторинг доступности данных, требования к качеству, точность, своевременность, однородность и устойчивость.

**3.3 Концепция развития национальных возможностей в области наблюдений**

На основе информации, содержащейся в предыдущих разделах, была разработана концепция долгосрочного видения развития интегрированной национальной системы наблюдений.

Национальная стратегия осуществления, разработанная на основе перспективного видения, разделена на три линии развития:

1. интегрированная прогностионная система;
2. полная автоматизация наземных сетей наблюдений;
3. сочетание различных измеренных величин, полученных при наземных и спутниковых измерениях, для оценки метеорологических соответствующих переменных (т. е. состояния поверхности земли, продолжительности солнечного сияния).

**3.4 Предложения по экспериментальной деятельности**

Наконец, в рамках линий разработки были разработаны подробные планы проектов для экспериментальной деятельности с промежуточными результатами, бюджетными линиями, графиками и т. д.

1. **Возможности и руководящие указания по развитию потенциала на основе Фонда финансирования систематических наблюдений (ФФСН) и Инициативы по поддержке стран (ИПС)**

Многие развивающиеся страны и страны с переходной экономикой не располагают возможностями или ресурсами для обеспечения основных наземных наблюдений. Это является проблемой для обеспечения согласованности и однородности наблюдений, особенно в глобальном масштабе. Поэтому необходимы усилия для оказания поддержки этим странам, особенно НРС и МОСРГ, путем предоставления руководящих указаний и организации мероприятий по подготовке кадров и наращиванию потенциала в соответствующих Регионах, а также оказания им помощи в развитии, укреплении и поддержании их инфраструктуры благодаря новым финансовым инструментам.

**Возможности для развития потенциала**

Технические средства и инициативы, такие как [ФФСН](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/development-partnerships/Innovating-finance) и [ИПС](https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/development-partnerships/csi) , предназначены для систематической оценки пробелов в потенциале и принятия активных мер по развитию потенциала, в частности для НРС и МОСРГ. Предполагается, что эти механизмы будут полезны как на кратком, так и на долгосрочном уровне. ФФСН будет особенно оказывать поддержку странам в подготовке базовых данных наблюдений и обмене ими, крайне важными для улучшения прогнозов погоды и климатического обслуживания. Она обеспечит техническую и финансовую помощь новыми способами — применение согласованных на международном уровне показателей и требований ГОСН — направлять инвестиции, используя обмен данными в качестве меры успеха и создавая локальные выгоды, обеспечивая при этом глобальное общественное благо. ФФСН будет способствовать укреплению адаптации к изменению климата и повышению устойчивости во всем мире, принося пользу, в частности наиболее уязвимым.

Создание ФФСН осуществляется под руководством ВМО в сотрудничестве с широким кругом международных организаций, включая членов [Альянса для развития в области гидрометеорологии](https://alliancehydromet.org/). Альянс объединяет усилия основных партнеров по развитию и финансированию климатической деятельности по ликвидации пробелов в потенциале в области высококачественных прогнозов погоды, систем раннего предупреждения и климатической информации. Члены Альянса обязуются укреплять потенциал НМГС в области устойчивого функционирования систем наблюдений и обмена данными, которые соответствуют стандартам ВМО для минимального охвата мониторингом и частоты передачи отчетов.

Прогнозы погоды и предсказания климата, от которых зависит общество, не будет возможно без международного обмена данными наблюдений со всего мира в режиме реального времени. ГОСН значительно улучшит доступность и международный обмен данными наземных наблюдений. Это может принести выгоды в размере более 5 млрд долл. США12 Ежегодно.

Выгоды от расширения наземных наблюдений через ГОСН будут наиболее ощутимы в регионах, наиболее уязвимых к изменению климата и его воздействию, включая Африку, Южную Америку, юго-западную часть Тихого океана и части Азии. ГОСН устанавливает обязательство и четкое требование для всех Членов ВМО получать и обмениваться на международном уровне наиболее важными данными наземных наблюдений на минимальном уровне пространственного и временного разрешения.

Хотя некоторые регионы обеспечивают хорошее снабжение наземными наблюдениями, некоторые районы мира, в частности МОСРГ и НРС, не имеют значительной инфраструктуры и потенциала для удовлетворения потребностей ГОСН. Устранение этих пробелов требует нового способа финансирования. [ФФСН](https://alliancehydromet.org/systematic-observations-financing-facility/) создается для оказания технической и финансовой помощи новыми способами. ФФСН будет использовать обмен данными в качестве меры успеха. На первоначальном этапе ФФСН направлена на поддержку 68 МОСРГ и НРС для достижения устойчивого соответствия ГОСН.

Поддержка ФФСН будет предоставляться стране в три этапа. На этапе готовности будет проведена оценка гидрометеорологического статуса страны, определения пробела в ГОСН и плана по ликвидации этого пробела. Этап инвестирования позволяет странам ликвидировать разрыв в инвестициях и потенциале ГОСН. Этап соответствия поддерживает устойчивое соответствие ГОСН и обеспечивает доступ к улучшенным прогнозам погоды и продукции климатического анализа.

На КС 25 в декабре 2019 года был запущен Альянс для развития в области гидрометеорологии. Предполагается, что создание ФФСН станет мерой высокого приоритета для Альянса. На переходный период ВМО решила учредить ИПС в качестве дополнительного механизма для поддержки партнеров по развитию и финансированию климата в обеспечении того, чтобы их финансирование наблюдений отвечало обязательствам ГОСН.

При проектировании ГОСН признается отсутствие наблюдений, удовлетворяющих требованиям ГОСН со стороны МОСРГ и НРС. Всеобъемлющим фактором ГОСН является глобальное ЧПП, устанавливающее «обязательство» для всех Членов предоставлять основные данные наблюдений, отвечающие основным требованиям. «Культура соблюдения», пропагандированная в плане первоначального оперативного этапа ИГСНВ на 2020—2023 годы, является стратегией увеличения объема данных, обмен которыми осуществляется, и степень соблюдения установленных стандартов ВМО. В то время как такие подходы предполагают ужесточение того, каким образом предполагается использование глобальной инфраструктуры системы Земля для Членов, имеются также потенциальные выгоды для МОСРГ и НРС в виде доступа к итоговым результатам моделей ЧПП и выходной продукции систем заблаговременных предупреждений, включая улучшение ЧПП за счет использования большего/более эффективного наблюдения по мере сокращения пробелов в наблюдениях. Единая политика ВМО, одобренная Кг-Внеоч.(2021), для международного обмена данными о системе Земля предназначена для обеспечения такого справедливого обмена данными, независимо от того, являются ли данные результатами наблюдений или модельными моделями, при условии, что данные определяются как «базовые» или «рекомендованные». Например, «основные» данные *будут включать поля глобального анализа и прогнозирования, предоставляемые системами глобального численного прогнозирования погоды (ЧПП) назначенных центров подготовки Глобальной системы обработки данных и прогнозирования (ГСОДП), как указано в Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования (ВМО-No 485).* Это приносит огромную потенциальную пользу в контексте развития потенциала, поскольку она предлагает возможность уравновесить потребности ГОСН в доступе к данным наблюдений для ЧПП с потребностями поставщиков в доступе к высококачественным прогнозам погоды, выходной продукции систем заблаговременных предупреждений и климатической информации.

В последние годы неравенство и несоответствие между развитыми и развивающимися странами увеличились в отношении наличия и способности эффективно использовать инновации в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) и извлекать из них пользу. Это относится как к вычислительным ресурсам для управления данными и их обработки, так и к сетевому потенциалу для обмена данными и информацией. Облачные вычисления могут стать инструментом изменения игры в этом отношении, если будут использоваться справедливо, и предпринимаются инициативы, чтобы продемонстрировать его. Например, создается Европейское метеорологическое облако (Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП), ЕВМЕТСАТ и национальные метеорологические службы их государств-членов) и может служить в качестве доказательства концепции региональной ассоциации VI. При сборе данных наблюдений и результатов моделирования на платформе(ах) облачных вычислений можно предусмотреть следующее с учетом развития потенциала:

1. При наличии облачности i) больше данных наблюдений, чем потенциально доступно на локальном уровне с помощью традиционных систем коммутации сообщений для типичного Члена ВМО; ii) выходная продукция моделей ЧПП; "iii) другие результаты возможностей для наблюдений и моделирования системы Земля;" "iv) функциональные возможности визуализации/отображения (это особенно важно на ранних этапах развития потенциала, с тем чтобы обеспечить как можно более низкий барьер, например для получения доступа к инструктивным указаниям по прогнозированию в графических формах);" v) вычислительные ресурсы и рамочные основы программного обеспечения для создания индивидуально разработанных рабочих процессов. Это полезно для Членов, обладающих промежуточным и передовым потенциалом для создания приложений и информации в поддержку их мандатов; "vi) возможно архивированные данные;" и vii) учебные материалы.
2. Разработка, эксплуатация и обслуживание платформы облачных вычислений коллективно через консорциум Членов и/или через поставщика обслуживания.
3. Техническая точка отказа отдельного Члена ВМО в принципе сводится к сетевому подключению к облачности.

Подобное доказательство концепции и другие подобные виды опыта могут быть доработаны и распространены на глобальное применение, принося пользу всем Членам ВМО. Таким образом, такие технические стратегии могут быть весьма полезны для обмена данными и развития потенциала.

Показатели оценки успеха в виде количественной оценки объемов обмена данными, например для мониторинга деятельности ФФСН, должны быть двунаправленными. Доступность данных наблюдений от Члена ВМО с целью выполнения своих обязательств по ГОСН может быть сопряжена с наличием выходной продукции моделей ЧПП в поддержку этого Члена ВМО. Это положило бы на себя обязанности глобальных центров ЧПП для обеспечения доступности их выходной продукции. Это уже делается в определенной степени, например, ЕЦСПП предоставляет выходную продукцию моделей ЧПП в графической форме и предпринимает шаги по обеспечению доступности данных моделей ЧПП в соответствии с политикой открытых данных. Повышение доступности выходной продукции моделей ЧПП глобальных центров ЧПП будет продолжаться в направлении обеспечения стимулов и справедливости, которые могут способствовать обеспечению соответствия ГОСН и ИГСНВ и оказанию поддержки развитию потенциала.

**Возможности для подготовки кадров**

План первоначального оперативного этапа ИГСНВ на 2020—2023 годы включает содействие ряду видов деятельности в поддержку развития потенциала. В частности, руководящие указания, учебные материалы и учебные мероприятия организуются на региональном уровне при поддержке РЦИ и региональных учебных центров (РУЦ), охватывая такие темы, как сбор метаданных ИГСНВ в [ОСКАР/Поверхность](https://oscar.wmo.int/surface), использование [СМКДИ](https://wdqms.wmo.int/) и Система менеджмента инцидентов (ИМС). Такой материал доступен на [портале обучения ИГСНВ](https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=146).

ПК-ИПП разрабатывает и поощряет образовательные и учебные материалы и рекомендует проведение основанных на компетенциях учебных мероприятий в области измерений окружающей среды, приборного оснащения и прослеживаемости в сотрудничестве с РУЦ, региональными центрами по приборам, региональными центрами по морским приборам, региональными радиационными центрами и ведущими центрами измерений. Серия практических семинаров по таким темам, как переход на автоматизированные наземные измерения, а также по вопросам качества, прослеживаемости и соответствия, уже была проведена в нескольких региональных ассоциациях ВМО и будет распространена на другие регионы, по мере необходимости. Они и другие запланированные мероприятия по подготовке кадров охватывают темы, которые содержатся в сборнике рамочных основ компетенций ВМО для приборного оснащения, калибровки, метеорологических наблюдений и программы наблюдений и управления сетью. Презентации и записи этих практических семинаров и связанных с ними учебных материалов также доступны на портале обучения ИГСНВ.

Центр обучения и подготовки кадров ГСА (ЦОТЕК ГСА) отвечает за подготовку и обучение персонала станций на глобальных и региональных станциях ГСА путем преподавания методов измерений и анализа данных, в том числе для наблюдений за озоном с использованием приборов Брюера и Добсона и зондов озона. ГСА также организует учебные курсы и практические семинары ВОК, посвященные методам измерений, методам, ОК-КК и представлению данных.

В некоторых странах имеются станции приема спутниковых данных или получение спутниковых данных через ИСВ, однако они не обладают опытом в использовании этой информации в своих интересах. "Виртуальная лаборатория для подготовки кадров и образования в области спутниковой метеорологии (;"[Vlab](https://www.wmo-sat.info/vlab/)) может помочь; это глобальная сеть специализированных учебных центров и операторов метеорологических спутников, работающих совместно для улучшения использования данных и продукции с метеорологических спутников и спутников для наблюдений за окружающей средой. ВЛаб может продолжать координировать свою деятельность с КЕОС [Рабочая группа по наращиванию потенциала и демократии в области данных](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fceos.org%2Fourwork%2Fworkinggroups%2Fwgcapd%2F&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=56MfebSgQK5YiIYOqejrRf666yuD46CWCvlpWYUmtLs%3D&reserved=0) (РГ-ППС) с целью дальнейшего повышения квалификации пользователей в развивающихся странах путем проведения широкого спектра учебных мероприятий по наблюдениям за Землей и их применений, доступных через посредство [Календарь подготовки кадров КЕОС](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Ftraining.ceos.org%2F&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=J0HrVwH3oTpLMtiZn0ByQarfVncMfB74LyBaOq0yi2s%3D&reserved=0). Календарь обучения может быть использован для поиска или содействия проведению учебных мероприятий, связанных с широким набором тематических областей и географических районов, предлагаемых членами КЕОС и ассоциированными организациями, членами Группы по наблюдениям за Землей (ГЕО) и другими организациями, занимающимися организацией учебных мероприятий по наблюдениям за Землей. Постоянное участие в этом процессе [Подготовка кадров, образование и развитие потенциала сети наблюдений за Землей](https://gcc02.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fceos.org%2Feotec&data=04%7C01%7Cmaudood.n.khan%40nasa.gov%7Ce9fef00d2b72497a75f908d9d54f79c5%7C7005d45845be48ae8140d43da96dd17b%7C0%7C0%7C637775359619322746%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=XLlRw3hqvEeo4xm8VNa47Gg%2F9NxsNmmTyIBItRma94w%3D&reserved=0) (НЗТЕК-ДевНет), совместная инициатива КЕОС, КГМС, ГЕО, ВМО и УОЗООН по развитию потенциала, предлагается рассмотреть важную потребность в координации различных видов деятельности по наращиванию потенциала, информационно-просветительской деятельности и подготовке кадров по всей цепочке создания ценности от космических наблюдений до обслуживания и конечных пользователей ниже по течению.

**Рекомендации**

Внесены следующие рекомендации высокого уровня:

1. Развитым странам настоятельно рекомендуется предоставлять свои результаты ЧПП развивающимся странам в рамках Единой политики ВМО в области данных для международного обмена данными о системе Земля. На региональном уровне могут быть предусмотрены усилия по содействию решениям в области облачных вычислений для достижения такой цели;
2. НРС и МОСРГ настоятельно рекомендуется подавать заявки на укрепление или дальнейшее развитие их инфраструктуры наблюдений ГОСН с использованием ФФСН в соответствующих случаях;
3. Особенно сложно поддерживать потенциал после того, как он будет разработан, когда целенаправленные усилия в виде проектов с переводом соответствующих ресурсов в регулярные организационные программы, которые могут оказаться недостаточно обеспеченными ресурсами. В этой связи следует прилагать усилия на национальном уровне для обеспечения устойчивости внедренной инфраструктуры ГОСН.

Кроме того, предлагаются следующие руководящие принципы для распределения приоритетов деятельности по техническому сотрудничеству для систем метеорологических наблюдений (в порядке приоритетности):

1. Разработать проекты по улучшению/восстановлению существующих и создать новые возможности в области аэрологических наблюдений[[17]](#footnote-18) РОСН, уделяя особое внимание активации молчаливых аэрологических станций и улучшению охвата районов с недостаточным охватом данными (в частности, в том, что касается закупки оборудования и расходных материалов, телесвязи и обучения персонала).
2. Расширить охват АМДАР развивающимся странам, НРС и МОСРГ для дополнения недостаточных аэрологических наблюдений или предоставления экономически эффективной альтернативы странам, которые не могут позволить себе дорогостоящие системы аэрологического зондирования, используя преимущества ПСВИА (см[. раздел 2.4.3](#_2.4.3_Analysis_of)).
3. Создание проектов, связанных с улучшением качества данных, регулярности и охвата наземных наблюдений РОСН, с уделением особого внимания активации молчаливых станций и улучшению охвата районов с недостаточным охватом данными.
4. Создание проектов, связанных с внедрением и/или использованием нового оборудования и систем наблюдений, включая, где это экономически целесообразно, наземные АМС, АМДАР, АСАП и дрейфующие буи.

Техническое сотрудничество для обеспечения надежной коммуникации внесет ценный вклад в обеспечение возможности широкого обмена данными наблюдений после их сбора.

Наконец, при рассмотрении эволюции систем наблюдений в развивающихся странах следует учитывать следующие рекомендации:

1. Определить географические районы, к которым следует отдавать приоритет дополнительным наблюдениям, если имеется дополнительное финансирование.
2. Придать высокий приоритет на региональном уровне поддержанию минимальной радиозондовой сети с приемлемыми характеристиками.
3. Использовать деятельность по спасению данных для сохранения исторических данных наблюдений в развивающихся странах и данных исторических станций наблюдений и предоставления долгосрочных наборов данных для деятельности, включая реанализ, исследования, адаптацию, мониторинг и другое климатическое обслуживание.
4. Рекомендовать региональным ассоциациям в сотрудничестве с Комиссией по инфраструктуре определить полевые эксперименты в районах с недостаточным охватом данными в течение ограниченного времени для оценки того, каким образом дополнительные данные будут способствовать повышению эффективности работы в региональном и глобальном масштабах, следуя примеру полевого эксперимента по междисциплинарному анализу муссонов в Африке (АММА[[18]](#footnote-19)).
5. Изучить, в какой степени автоматизированные станции могли бы стать жизнеспособной, экономически эффективной альтернативой неавтоматизированным станциям для сети приземных наблюдений в будущем и изучить усовершенствованные конфигурации автоматизированных и неавтоматизированных станций.
6. Следовать принципам проектирования сетей наблюдений (см. ВМО-No 1160, раздел 2.2.2.1 и приложение 2.1) и надлежащим практикам управления изменениями, когда изменения вносятся в системы наблюдений за климатом посредством тесного сотрудничества между руководителями систем наблюдений и климатологами[[19]](#footnote-20).
7. Для прогнозирования текущей погоды и смягчения рисков в уязвимых районах наличие надежной (в условиях экстремальных погодных условий) инфраструктуры телесвязи является проблемой. Использование надежных сетей телесвязи.
8. Использовать концепцию регионального центра для предоставления доступа к специалистам, которые могли бы проводить обучение и техническое обслуживание более сложных систем, включая АМС.

В октябре 2021 года на Кг-Внеоч.(2021) был достигнут значительный шаг вперед, утвердив проект резолюции 4.2/1, которым одобряется учреждение ФФСН, который обеспечит техническую и финансовую поддержку для внедрения и устойчивого функционирования ГОСН в НРС и СИДС. Генеральному секретарю в сотрудничестве с Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Бюро Многостороннего партнерского целевого фонда Организации Объединенных Наций продолжать создание ФФСН в качестве многостороннего партнерского целевого фонда Организации Объединенных Наций в срочном порядке.

1. **КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПЛАН О НЕОБХОДИМОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ПЕРСПЕКТИВНОЕ ВИДЕНИЕ В ОТНОШЕНИИ ИГСНВ В 2040 ГОДУ**

Приоритетные действия, предложенные в настоящем руководящем документе высокого уровня по эволюции космических и наземных систем наблюдений в разделе 2.5 выше, должны доводиться до сведения ключевых заинтересованных сторон и агентов по осуществлению. Ключевые сообщения должны доводиться до сведения различных целевых аудиторий, с тем чтобы эффективно привлекать их к участию. Ожидается, что в течение оперативного этапа ИГСНВ НМГС, работающие с национальными партнерами, возьмут на себя большую ответственность за осуществление ИГСНВ на национальном уровне.

Укрепление культуры соблюдения Технического регламента ИГСНВ является ключевым приоритетом на начальном оперативном этапе ИГСНВ. Через показатели ИГСНВ, принятые Исполнительным советом (см. [решение 4.2(4)/1 (ИС-73)](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(4)-WIGOS-INDICATORS-approved_en.docx&action=default)), можно отслеживать прогресс в осуществлении ИГСНВ на национальном уровне. Эти показатели позволяют более реалистичную оценку соблюдения Членами ВМО осуществления и эволюции систем наблюдений. План первоначального оперативного этапа ИГСНВ, утвержденный Исполнительным советом (см. [здесь](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(1)-PLAN-WIGOS-OPERATIONAL-PHASE-approved_en.docx&action=default)), включает раздел о культуре соответствия в качестве одного из приоритетов плана.

Ключевые сообщения настоящего руководящего документа будут доведены до сведения заинтересованных сторон и агентов по осуществлению, которые заключаются в следующем

1. Технические руководители и руководители НМГС;
2. "- международные партнерские организации и программы;"
3. "- национальные партнерские организации;"
4. Космические агентства;
5. Научные партнеры из университетов;
6. финанси-ные организации и доноры.

Для сообщения содержания руководящего документа высокого уровня могут использоваться следующие каналы и виды деятельности:

1. Учебные мероприятия по ИГСНВ и РУЦ ВМО для обмена информацией
2. Региональные центры ИГСНВ;
3. Национальные координаторы по ИГСНВ;
4. представление результатов руководящих указаний высокого уровня, когда существуют возможности, на параллельных мероприятиях в ходе совещаний, организованных партнерами и другими заинтересованными сторонами.

Деятельность будет регулярно пересматриваться и обновляться с учетом хода осуществления и обратной связи со всеми заинтересованными сторонами.

**ДОПОЛНЕНИЕ 1**

**Соответствующие документы, регламентные и руководящие материалы ИГСНВ**

1. **Соответствующие документы по ИГСНВ**

В ходе разработки и предоперативного этапа (2016—2019 гг.) для ИГСНВ были разработаны несколько документов и вспомогательных инструментов, а также регламентные и руководящие материалы. Кроме того, был разработан план первоначального оперативного этапа ИГСНВ (2020—2023 гг.).

В настоящем дополнении соответствующие документы, инструменты и регламентные материалы ИГСНВ связаны друг с другом, и даются рекомендации о том, каким образом они связаны.

ИГСНВ является основным видом деятельности и базовым инфраструктурным элементом ВМО, поддерживающим все программы и области применений ВМО. ИГСНВ обеспечивает глобальную рамочную основу, инструменты управления и проектирования для всех участвующих систем наблюдений для оптимизации ориентированных на пользователя инвестиций в интересах устойчивого развития в целях предоставления метеорологического, климатического, гидрологического и связанного с ними обслуживания в области окружающей среды. Это особенно касается следующих видов наблюдений:

1. Метеорологические и климатические наблюдения Глобальной системы наблюдений (ГСН) и сетей ГСНК;
2. Наблюдения за составом атмосферы, т. е. наблюдательный компонент Глобальной службы атмосферы (ГСА)
3. Гидрологические наблюдения Системы гидрологических наблюдений ВМО (СГНВ);
4. Криосферные наблюдения, т. е. наблюдательный компонент Глобальной службы криосферы (ГСК)
5. морские метеорологические и океанографические наблюдения Глобальной системы наблюдений за океаном (ГСНО).

Подробная информация содержится на веб-странице ИГСНВ: <https://public.wmo.int/en/programmes/wigos> и <https://community.wmo.int/activity-areas/wigos>

С более подробной информацией о планах осуществления компонентов ИГСНВ можно ознакомиться по следующим вопросам:

1. План осуществления Глобальной службы криосферы (ГСК), версия 1.6 (24 января 2015 г.) и версия 1.7 (19 апреля 2016 г.),
2. План осуществления Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО: 2016—2023 гг. Отчет ГСА No 228. Всемирная метеорологическая организация, 2017 г.,
3. Глобальная система наблюдений за климатом: потребности в осуществлении. GCOS-200. ВМО, 2016 г.,
4. План осуществления Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания (ГРОКО). ВМО, 2014 г.,
5. Этап II Системы гидрологических наблюдений ВМО (СГНВ) — Первоначальный план осуществления ВМО, май 2018 г.

В течение предоперационного этапа ИГСНВ с 2016 по 2019 гг. основные виды деятельности были структурированы по пяти приоритетным областям, а именно: 1) национальному осуществлению ИГСНВ; "2) регламентный материал ИГСНВ, дополненный необходимым руководящим материалом для оказания помощи странам-членам в осуществлении Технического регламента ИГСНВ;" "3) дальнейшее развитие Информационного ресурса ИГСНВ (ИРИ) с уделением особого внимания оперативному развертыванию баз данных ОСКАР;" "4) разработка и внедрение СМКДИ;" 5) разработка концепции и первоначальное создание РЦИ. Подробная информация приводится в Плане предоперативного этапа ИГСНВ на 2016-2019 гг. ([ППЭИ](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=19656#.YYTvJWCZPYY)). Конгресс ВМО отметил в 2018 г. ([резолюция 37 (Кг-18)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9827#page=127)) прогресс, достигнутый в ходе осуществления и предоперативного этапа ИГСНВ, и постановил, что система должна считаться оперативной с 1 января 2020 г. и должна быть продолжена в качестве основного вида деятельности ВМО. Поэтому Комиссия по наблюдениям, инфраструктуре и информационным системам (ИНФКОМ) одобрила план первоначального оперативного этапа ИГСНВ (2020—2023 гг.) на ее первой сессии, которая затем была принята ИС-73 (см. [здесь](https://meetings.wmo.int/EC-73/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/EC-73/English/2.%20PROVISIONAL%20REPORT%20(Approved%20documents)/EC-73-d04-2(1)-PLAN-WIGOS-OPERATIONAL-PHASE-approved_en.docx&action=default)). Наивысшими приоритетами для ИГСНВ в течение этого периода являются:

1. Национальное осуществление ИГСНВ, включая необходимое развитие потенциала, партнерские соглашения и интеграцию систем наблюдений для всех областей применений.
2. Укрепление культуры соблюдения Технического регламента ИГСНВ.
3. Осуществление Глобальной опорной сети наблюдений и региональных опорных сетей наблюдений.
4. Оперативное развертывание системы мониторинга качества данных ИГСНВ.
5. Оперативное осуществление региональных центров ИГСНВ.
6. Дальнейшее развитие баз данных ОСКАР.

Высокоприоритетными будут те виды деятельности, которые будут оказывать помощь Странам-членам в разработке и осуществлении их национальных планов осуществления ИГСНВ, уделяя особое внимание НРС, развивающимся странам, не имеющим выхода к морю, и МОСРГ, где потребности являются самыми высокими.

План первоначального оперативного этапа ИГСНВ (2020—2023 гг.) был основан на возможностях, разработанных на предоперационном этапе. Отмечая План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН), Кг-18 предлагает Членам ВМО и выявленным представителям осуществления принять меры по улучшению осуществления некоторых конкретных действий по ПО-ЭГСН, перечисленных в [дополнении 3](#_Annex_3._Key) к настоящему документу.

Для поддержки осуществления ИГСНВ была разработана [стратегия коммуникации и информационно-просветительской](https://community.wmo.int/comms-outreach) деятельности . Стратегия направлена на обеспечение того, чтобы вся соответствующая информация об ИГСНВ — концепции, выгодах, воздействиях, ключевых видах деятельности по осуществлению, прогрессе и проблемах — была легко доступна для всех Членов и заинтересованных сторон ВМО.

[РОП](https://community.wmo.int/rolling-review-requirements-process) собирает информацию о развивающихся потребностях Стран-членов в наблюдениях в настоящее время в 14 областях применений для удовлетворения потребностей всех программ ВМО. Сравнение потребностей пользователей с возможностями систем наблюдений для данной области применений называется критическим обзором. Это рассматривается экспертами в соответствующих областях применений и используется для подготовки СРГ, основной целью которой является привлечение внимания к наиболее важным пробелам между потребностями пользователей и возможностями систем наблюдений в контексте применения (см. также [раздел 2.1](#_2.1_Synthesis_of)). В связи с подходом ВМО на основе системы Земля и рассмотрением меняющихся потребностей пользователей и повышением роли частного сектора РОП и ее процессов рассматривается ИНФКОМ в межсессионный период 2020—2023 годов.

Подробная компиляция всех переменных и требований к различным областям применения приводится в базе данных ОСКАРА ([Инструмент анализа и обзора возможностей систем наблюдений](http://oscar.wmo.int/)). Во второй половине 2020 года в эксплуатацию были внесены новые версии ОСКАР/Космос и ОСКАР/Поверхность.

Перспективное [видение в отношении ИГСНВ в документе до 2040 года](https://community.wmo.int/vision2040)  содержит вероятный сценарий для руководства эволюцией ИГСНВ в ближайшие десятилетия, а также амбициозное, но технически и экономически осуществимое перспективное видение в отношении интегрированной системы наблюдений, которая будет отвечать выявленным потребностям в наблюдениях. Она предполагает полностью разработанную и внедренную рамочную основу ИГСНВ, которая поддерживает все виды деятельности ВМО и ее Членов в общих областях применений, связанных с погодой, климатом, водой и другими соответствующими областями окружающей среды. Перспективное видение пытается удовлетворить потребности всех областей применения с программами ВМО и совместно спонсируемыми программами, к которым отвечает ИГСНВ. Перспективное видение предполагает, что будущие системы наблюдений будут опираться на существующие подсистемы как наземных, так и космических, а также будут опираться на существующие, новые и новейшие технологии наблюдений, которые в настоящее время не включены или полностью эксплуатируются.

НМГС больше не являются единственными поставщиками метеорологических наблюдений. Вместо этого, как правило, различные организации в настоящее время используют системы наблюдений, представляющие интерес для областей применений ВМО. Это принцип ИГСНВ для интеграции этих наблюдений в одну общую систему, насколько это возможно.

[ГОСН](https://community.wmo.int/gbon) является основополагающим элементом ИГСНВ. ГОСН предназначена, в частности, для укрепления наземных компонентов системы наблюдений, и она будет заниматься потребностями в наблюдениях, которые в настоящее время не могут быть удовлетворены космическими системами наблюдений. Он представляет собой новый подход, при котором базовая сеть приземных наблюдений разрабатывается, определяется и отслеживается на глобальном уровне. После внедрения ГОСН улучшит доступность наиболее важных наземных данных, что окажет непосредственное положительное влияние на качество прогнозов погоды. Веб-сайт сообщества ВМО включает концепцию, резюме и презентации по ГОСН.

Проект положений ГОСН и проект процесса выдвижения станций ГОСН обсуждался на первой сессии Комиссии ВМО по инфраструктуре (см [. ВМО-No 1251](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21866), Сокращенный окончательный отчет сессии) и был представлен ис-73 после рассмотрения Членами. Проект положений ГОСН был окончательно принят внеочередной сессией Всемирного метеорологического конгресса в октябре 2021 года; они вступят в силу 1 января 2023 года.

1. **Регламентные и руководящие материалы ИГСНВ**

Технический регламент предназначен для обеспечения надлежащего единообразия и стандартизации практик и процедур для содействия сотрудничеству в области метеорологии и гидрологии между Членами ВМО, см. Технический регламент ([ВМО-No 49](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=14073#.XmdNhKhKi70)), том I — Общие метеорологические стандарты и рекомендуемые практики, часть I — ИГСНВ.

В Наставлении по ИГСНВ определяется обязательство Стран-членов в осуществлении и функционировании ИГСНВ. Она содействует сотрудничеству в области наблюдений между Членами ВМО и обеспечивает надлежащее единообразие и стандартизацию практик и процедур, применяемых (Наставление по ИГСНВ ([ВМО-No 1160](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=19223#.XmdPOahKi70)), издание 2019 г.)

Обновленная версия Руководства 2018 года содержит материалы, касающиеся некоторых новых правил, связанных с ИГСНВ. Охватываемые темы включают новую систему идентификаторов станций ИГСНВ, новые требования к регистрации и предоставлению метаданных, указанные в Стандарте метаданных ИГСНВ, новый инструмент ОСКАР, который будет использоваться Членами для представления метаданных для глобальной компиляции ВМО, а также новые принципы проектирования сетей наблюдений (ОНД). Принципы дают руководящие указания для НМГС в отношении того, как проектировать и развивать их сети наблюдений. Членам рекомендуется соблюдать принципы ОНД. Для эволюции глобальной системы наблюдений в период 2020—2023 годов важное значение имеет многоуровневый сетевой подход, посредством которого информация, получаемая в рамках опорных наблюдений высокого качества, может передаваться другим наблюдениям и использоваться для повышения их качества и полезности. Более подробную информацию см. в Руководстве по Интегрированной [системе наблюдений ВМО (ВМО-No 1165](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20026#.XmdPY6hKi70)), издание 2017 года, обновленное в 2018 году.

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений ([Руководство КПМН](https://community.wmo.int/activity-areas/imop)) дает рекомендации по надлежащим практикам метеорологических измерений и наблюдений. Она устанавливает технические стандарты, процедуры контроля качества и руководящие указания по использованию метеорологических приборов и методов наблюдений в целях содействия развитию и всемирной стандартизации. В настоящее время такие технологии наблюдений, как приборы дистанционного зондирования, работающие на борту спутников и на поверхности Земли (например, метеорологические радиолокаторы), обеспечивают основной источник информации об атмосфере и поверхности Земли. Всеобъемлющая техническая и оперативная информация об использовании радиочастот метеорологическими системами приводится в справочнике ВМО/МСЭ «Использование радиочастотного спектра для метеорологии» ([Справочник по использованию радиочастотного спектра по использованию радиочастотного спектра](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3793)). Самое важное, чтобы метеорологическое сообщество защищало необходимую полосу частот от других коммерческих пользователей. Экспертные группы ВМО, эксперты космических агентств и программы регионального сотрудничества, такие как ЕВМЕТФРАК, провели множество исследований для защиты полос частот и представляли ВМО на уровне МСЭ. Эти усилия должны продолжаться. Кроме того, крайне важно, чтобы любое новое применение или оборудование с использованием радиочастот известно на международном уровне (МСЭ) для обеспечения надлежащей защиты. Поскольку процесс разработки регламентного текста на международном уровне требует длительных задержек, необходима предварительная информация для групп экспертов ВМО для обеспечения надлежащей защиты. Кроме того, усилия группы экспертов ВМО по координации радиочастот должны поддерживаться национальными экспертами.

ИГСНВ предоставляет ряд инструментов, которые могут быть полезны при осуществлении ИГСНВ на глобальном, региональном и национальном уровнях. ОСКАР является ресурсом, разработанным ВМО в поддержку применений наблюдений за Землей, исследований по планированию сетей и глобальной координации. [ОСКАР](http://oscar.wmo.int/) представляет собой веб-реестр всех наземных и космических станций/платформ ИГСНВ, который состоит из следующих компонентов:

1. ОСКАР/Поверхность и ОСКАР/Космос содержат информацию о возможностях наземных и космических систем наблюдений.
2. "ОСКАР/Потребности содержат потребности пользователей для всех областей применений, поддерживающих программы ВМО;"
3. ОСКАР/Анализ будет использоваться для сравнения этих потребностей с возможностями систем наблюдений (РОП, критический обзор). Инструмент находится в настоящее время, и дополнительные функциональные возможности и информация будут добавлены в соответствующих случаях.

ОСКАР/Космос доступен в Секретариате ВМО с 2012 года, последняя версия 2.6 выходит в октябре 2021 года. Это было крупное обновление программного обеспечения с несколькими новыми функциями, связанными с анализом пробелов и Инструментом поиска. В настоящее время ОСКАР/Космос содержит информацию, касающуюся 1000 приборов. Приблизительно 650 из них предназначены для наблюдений за Землей и 350 спутников для космических наблюдений за космической погодой. Он является справочным источником информации, поддерживаемой ВМО в интересах пользователей спутников и агентств, эксплуатирующих спутники во всем мире.

ОСКАР/Поверхность была разработана совместно ВМО и МетеоСвисс с 2014 г. для компонентов поверхности, потребностей и анализа. Улучшения регулярно добавляются посредством регулярных выпусков ОСКАР/Поверхность, например, в октябре 2021 года добавлена функция автоматического включения информации о мониторинге из Системы мониторинга качества данных ВМО для отражения фактического оперативного статуса станций наблюдений в ОСКАР/Поверхность.

Чтобы узнать больше об ОСКАР и других инструментах ИГСНВ, посетите [портал обучения ИГСНВ,](https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=146)  который содержит ряд учебников и учебных курсов. Он содержит учебный материал для ОСКАР/Поверхность, для СМКДИ и других связанных с ИГСНВ тем, таких как видео, презентации, документы, ссылки и т. д., а также материалы, представленные на региональных учебно-практических семинарах.

[Веб-инструмент СМКДИ](https://wdqms.wmo.int/nwp/synop/six_hour/availability/pressure/all/2020-06-28/18), тесно связанный с ОСКАР, является ресурсом, разработанным ВМО и размещенным ЕЦСПП, для мониторинга эффективности работы всех  [ИГСНВ.](https://public.wmo.int/en/programmes/wigos) компонентов наблюдений

Текущая оперативная версия веб-инструмента осуществляет мониторинг доступности и качества данных наблюдений на основе информации о мониторинге в режиме времени, близком к реальному, из четырех участвующих глобальных центров ЧПП: Метеорологической службы Германии (ДВД), ЕЦСПП, Японского метеорологического агентства (ЯМА) и национальных центров прогнозирования окружающей среды США (НЦПОС). Инструмент связывает доступность и качество данных наземных наблюдений, поступающих из этих центров мониторинга ИГСНВ, с метаданными ИГСНВ и потребностями пользователей из ОСКАР, предоставляя членам ВМО и РЦИ информацию по вопросам сетей/станций для принятия последующих мер. В настоящее время мониторинг ЧПП доступен для наземных станций приземных наблюдений (сводок SYNOP) и наземных аэрологических радиозондовых станций (TEMP и PILOT).

На ИС-69 были утверждены показатели для мониторинга прогресса в осуществлении ИГСНВ на национальном уровне, а на веб-сайте [по обеспечению готовности ИГСНВ](https://www.wmo.int/pages/prog/www/wigos/wigos-readiness.html) мониторинг прогресса (по состоянию на 1 июня 2019 года).

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

**ДОПОЛНЕНИЕ 2**

**Заявление о пробелах в руководящих принципах по переменной**

В таблице 1 ниже приводится обзор пробелов в наблюдениях, извлеченных из заявлений о руководящих принципах областей применений ВМО, с указанием приоритетов для их решения, имеющихся и появляющихся технологий, а также некоторых комментариев или рекомендаций, которые необходимо рассмотреть.

**Таблица 1. Переменные потребности и их пробелы в заявлениях о руководящих принципах**

| **Переменной** | **Область применения и пробелы** | **Имеющаяся технология для устранения пробелов** | **Новые технологии** | **Комментарии/рекомендации (затраты, взаимодополняемость технологий, аспект развития потенциала, развитие ГОСН и т. д.)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| вы и v-comp данных о ветре в трехмерной области. | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначимый или скудный над океаном и малонаселенной сушей * Очень мало наблюдений in situ за ветром в полярных регионах. В нижней стратосфере только радиозонды обеспечивают информацию о ветре * Поскольку гиперспектральные инфракрасные зонды становятся доступными на геостационарных спутниках, это может обеспечить дальнейшее улучшение проанализированного трехмерного поля ветра   **ЧПП высокого разрешения:**   * Однако во многих регионах отсутствие надежных наблюдений очевидно. Качество данных, полученных с хорошо обслуживаемых профилометров ветра, является хорошим, в то время как качество данных о ветре с помощью метода «индикаторов «скорость-азимут» (VAD) может быть сомнительным. * Кроме того, полученная на геостационарных спутниках информация о ветре дает приемлемую информацию из-за высокой частоты наблюдений и высокого горизонтального разрешения, хотя, как правило, ограничена наблюдениями за ветром одного уровня на нескольких уровнях, определяемых с низкой точностью.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Охват ветра в полярных регионах по существу отсутствует. * Временное разрешение профилей ветра, полученных с радиозондов, не является приемлемым. * Спутниковые данные о ветре являются приемлемыми для предельной точности, и вертикальный охват является предельным   **Авиационная метеорология:**   * Более высокая точность прогнозов ветра может быть достигнута путем расширенного сбора данных самолетных наблюдений (например, со стороны АМДАР, ADS-B (автоматическое зависимое наблюдение) и систем наблюдений в зоне аэродрома. * Кроме того, сканирование метеорологических радиолокаторов часто сталкивается с проблемами приземных измерений из-за наличия многих неметеорологических артефактов, которые сильно загрязняют сигнал. | Радиозонды, шары-пилоты,  Ветры с воздушных судов,  Радиолокаторы для определения профилей ветра, метеорологические радиолокационные ветры, VAD  Многостатические доплеровские измерения ветра,  Косвенные измерения ветра: мультиспектральные изображения ВИД/ИК-диапазонов с быстрыми циклами повторения ветра.  Спутниковые гиперспектральные инфракрасные зонды | Режим S (оперативно ассимилируемый в Метеобюро с 2020 года, глобальный ЧПП и ЧПП высокого разрешения, Ли 2021 г.)  Доплеровский лидар (Эолус, оперативно ассимилируемый в ЕЦСПП с 2020 года глобального ЧПП)  Беспилотные летательные аппараты (БЛА) для модели высокого разрешения.  Наземный доплеровский лидар, в пограничном слое и в оптически тонких облаках  Измерения снижения радиозонда.  Система дрейфующего зондирования в оба конца. [Китай] | Режим S: свободные данные, возможности профилирования вблизи аэропорта, хороший охват на крейсерском уровне  Эол был разработан в 1990-х годах и должен длиться по крайней мере 3 года, поэтому существует много аспектов технологии, которые могут быть улучшены в рамках возможного будущего оперативного полета.  БЛА: ограниченная высота (зависит от регулирования страны) МетеоСвисс провела эксперимент с полностью автоматизированным беспилотным летательным аппаратом на высоте до 2 км. (Лейенбергер и др. 2020 г.)  В 2022—2023 годах группа ОЭГ-ССН ВМО стремится организовать глобальный демонстрационный проект, который будет сосредоточен на качестве данных, стандартах и форматах метеорологических данных, а также оценке воздействия ассимиляции данных на региональный ЧПП. Возможное сотрудничество с третьими сторонами с использованием беспилотных летательных аппаратов (10 лет)  Технология диода лазера позволяет более дешевым лидарным технологиям, чем раньше. Не страдает, как радиолокатор от отражений от наземных объектов, распределение частот. Полезно для аэропортов, городской метеорологии (Barlow 2011).  Доплеровский лидар будет использоваться для проведения Олимпийских игр 2024 года в Рамках Научно-исследовательского показательного проекта (ПНИР).  Недорогой и инновационный метод профилирования— трехэтапная система дрейфующего зондирования на трех уровнях, основанная на китайской навигационной спутниковой системе «Бэйдоу», которая может обеспечить экономически эффективные и расширенные данные зондирования готовы для оперативного использования. Выпуская один зонд, он обеспечивает последовательно восходящий вертикальный профиль, плавучий горизонтальный профиль и нисходящий вертикальный профиль данных зондирования высокого разрешения. Специальный метод профилирования готов к оперативному использованию после более чем 3 000 успешных испытаний за 5 лет. [Китай] |
| Приземное давление | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначичен или отсутствует над некоторыми районами тропиков и Арктики * Приземное давление не наблюдается с помощью существующих или планируемых спутниковых систем, за исключением небольшого вклада в виде данных радиозатменных измерений и измерений SoG for GNWP –4 — дифференциальная оптическая плотность атмосферы для газа известного состава, такого как кислород (например, программа НАСА для ОКО-2)   **Долгосрочные реанализы для климатических исследований**   * Поскольку имеются длительные исторические данные наблюдений in situ за приземным давлением, эти данные в основном используются в качестве первичных данных наблюдений в ходе долгосрочных реанализов для климатических исследований, и она будет поддерживать эти применения для продолжения наблюдений за приземным давлением in situ.   **Океанические применения:**   * Суда и дрейфующие буи осуществляют стандартные приземные наблюдения за несколькими атмосферными переменными, включая давление на поверхности моря. Только небольшое количество заякоренных буев принимает давление на поверхности моря. На относительно мелководье нефтяные платформы делают то же самое, но частота и пространственный охват являются маргинальными для морских применений. * Разрешение наблюдений за приземным давлением должно быть увеличено, чтобы, возможно, повысить точность прогнозов общего уровня моря в прибрежных и эстуарных районах, особенно во время экстремальных погодных явлений. | Суда, дрейфующие буи, заякоренные буи, станции приземных наблюдений  БИК-спектрометр | Сайлдроны над океаном | Исследования чувствительности, использующие системы усвоения атмосферных данных, показывают, что данные о давлении на поверхности моря в средних и высоких широтах оказывают большое влияние на навыки прогнозирования погоды. Однако влияние данных о давлении на поверхности моря в тропиках не ясно.  Датчики давления являются относительно дорогостоящими по сравнению с датчиками других стандартных поверхностных атмосферных элементов, таких как температура, влажность и ветер. Он становится препятствием для установки его на заякоренных буях. |
| Приземная вы и v-comp ветра, как поле 2D  Обычно на высоте 10 м | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначичен или отсутствует над некоторыми районами тропиков и Арктики * Альтиметры на полярных спутниках предоставляют информацию о скорости ветра только с глобальным охватом и хорошей точностью. Однако горизонтальный и временной охват ограничены   **ЧПП высокого разрешения:**   * Интерпретация местных данных о ветре усложняется в горных районах, где распространена местная суточная циркуляция. * Информация о приземном ветре на полярной орбите очень полезна для глобальных моделей, однако ее временная частота незначима для прогнозов в мезомасштабе   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Интерпретация местных данных о ветре усложняется в горных районах, где распространена местная суточная циркуляция. * измерения ветра могут быть хорошо на местном уровне, но для многих регионов это просто приемлемо или даже предельно для применений в области прогнозирования текущей погоды * Над океаном, судами и буями обеспечивают наблюдения за ветром с приемлемой/предельной частотой и точностью   **Авиационная метеорология:**   * Профилометры ветра в пограничном слое дают полезную информацию о вертикальном сдвиге и турбулентности, однако они ограничены при отборе данных о горизонтальных изменениях ветра на траекториях полета для оповещения о сдвиге ветра. * Ветры по движению облаков редко способны непрерывно предоставлять данные в планетарном пограничном слое над сушей.   **Океанические применения:**   * Для расчета океанских волн охват данными недостаточен, а точность спутниковых данных о приземном ветре недостаточна, особенно в диапазоне штормовых скоростей ветра. | Скаттерометры на полярно-орбитальных спутниках,  Суда, буи,  Пассивные поляриметрические радиометры,  Микроволновые формометры в L-диапазоне,  Локальные сети наблюдений в мезомасштабе,  Доплеровские лидары и концевые доплеровские метеорологические радиолокаторы, профилометры ветра в пограничном слое,  Гиперспектральные зондировщики в ИК-диапазонах, получение изображений в ВИД/ИК диапазонах, реализация программ в дневной/ночной полосе, программы ГНСС по рефлектометрии (ГНСС-Р) Пассивный МКВ;" Радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА) | Космические аппараты для рефлектометрии ГНСС (ГНСС-Р); Пассивный МКВ;" Sar | Для использования данных о приземных ветрах для моделирования общей циркуляции океана см. данные о ветре у поверхности океана. |
| Температура воздуха в трехмерной области | **Глобальный ЧПП:**   * Над большей частью Земли — океана и малонаселенных земель — охват данными наблюдений in situ незначительно или отсутствует   **ЧПП высокого разрешения:**   * Что касается требований ЧПП высокого разрешения в пограничном слое, то вертикальное разрешение спутниковых зондов по-прежнему незначительное.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Современные системы, за исключением радиозондов и АМДАР/МОД-S, не имеют вертикального разрешения, необходимого для разрешения верхней границы ППС, и поэтому их возможности неудовлетворительны для таких применений, как прогнозирование начала конвекции (т. е. геостационарные спутники или наземные радиометры). | Радиозонды, воздушные суда, полярные спутники, радиозатменные измерения,  Многоспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зонды в ИК диапазонах,  Изображения в ВИД/ИК-диапазонах, реализация дневного/ночного диапазона, изображений в МКВ-диапазоне, микроволновых поперек трассы верхних стратосферных и мезосферных зондов,  Космический аппарат ВИД/БИК/КВИК/ИК-диапазон для непрерывного охвата полярными зонами (Арктика и Антарктика) | Раман-Лидар  ЛСРМ-ЛДП  лидар дифференциального поглощения  Радиометр  Измерения снижения радиозонда.  Система дрейфующего зондирования в оба конца. [Китай] | Раманов-лидар: доступные в продаже очень подробные измерения первых 3 км, соответствуют перспективному требованию для текущей литья. Может получить дорогое для сетевого развертывания. (Lange 2019). Ограничен облаками.  HRSL: отсутствует на коммерческой основе, разработано Национальным центром по атмосферным исследованиям (НКАР) и Университетом штата Монтана (МСУ). (Stillwell et al. 2020). Ограничен облаками.  Радиометр. Имеющихся. Плохое вертикальное разрешение, но может обнаруживать инверсию температуры в наименьших км. Становится лучше вертикальной квалификацией в арктических условиях. МетеоСвисс в настоящее время проверяет воздействие на свою модель с высоким разрешением путем прямой ассимиляции данных о яркостной температуре. |
| Влажность воздуха в трехмерной области | **Глобальный ЧПП:**   * данные радиозондов в населенных районах суши и с судов в Северной Атлантике (Е-АСПА). В этих областях горизонтальное и временное разрешение обычно является приемлемым (но иногда предельно допустимым из-за высокой горизонтальной изменчивости поля) * Над большей частью Земли — океана и малонаселенных земель — охват незначичен или отсутствует * Приборы зондирования на полярной орбите предоставляют информацию о тропосферной влажности с глобальным охватом. Несмотря на то, что вертикальное разрешение пассивных микроволновых чувствительных к излучению излучения в микроволновом диапазоне чувствительно к большому масштабу   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Выборка поля влажности с помощью системы дистанционного зондирования имеет плохое вертикальное разрешение для ЧПП * Охват доплеровского метеорологического радиолокатора является незначительным, поскольку он зависит от целей отражения от наземных объектов (доступны только вблизи радиолокатора).   **Авиационная метеорология:**   * Спутниковые системы зондирования (микроволновые зонды) начинают оказывать положительное влияние на океанические районы, когда такие данные используются для ассимиляции данных для ЧПП, однако вертикальное разрешение и регулярное поступление по-прежнему считаются недостаточными для целей авиационной метеорологии. * По этой причине датчики влажности на воздушном судне АМДАР будут очень важны, если проблема чувствительности и точности при очень низкой влажности на верхних уровнях тропосферы и стратосферы может быть решена. | Радиозонды, воздушные суда, полярно-орбитальные приборы зондирования, геостационарные спутники, наземные радиометры, AMSU, многоспектральные датчики, радиозатменные измерения ГНСС (основная группировка), группировка высокочастотных микроволновых зондирований, УФ/ВИД/БИК/МКВ зондировщики | НАБЕРИТЕ  Раман-Лидар  ЛСРМ-ЛДП  ГНСС (наклонная, томография)  Наземный радиометр  Но  УГОЛ ИЗГИБА В РЕЖИМАХ S  Система дрейфующего зондирования в оба конца. [Китай] | Широкополосный диал прототип vaisala был испытан в широком диапазоне климата (Newson et al. 2020, Roininen and Münkel 2017, Mariani et al. 2020, Yeung et al. 2020). В скором времени они будут доступны в коммерческой продаже. Ограничена первыми 3 км количеством аэрозоля и облаков.  Раман-Лидар и HRS: измерение температуры и влажности (см. предыдущий комментарий и ссылку на измерение температуры.  ГНСС дает интегральный водяной пар, ассимиляция данных с наклонной задержкой может распространять немного вертикальной информации, очень плотная (расстояние между приемником в 5–25 км) может позволить сделать возможными методографию. (Брено, 2014)  Наземный радиометр: ограниченное вертикальное разрешение, почти интегрированное количество водяного пара, как и температура Метео-сисс, в настоящее время оценивает их воздействие. (коммерчески доступны)  Сканирующий азимутальный радиометр Themens 2014 (этап проекта) с дополнительным каналом в районе окна может дать большую пространственную степень свободы, чем вертикальный радиометр, все еще почти интегрированный объем  DAR; радиолокатор дифференциального поглощения, дает профиль водяного пара в облаке, разрабатываемый в Лаборатории по изучению струйных течениях (JPL), (Roy et al. 2020)  Угол изгиба в режиме S: стадия проекта. <https://www.meteorologicaltechnologyinternational.com/news/aviation/technique-for-tracking-humidity-through-aircraft-signals-wins-top-european-award.html> |
| температура воды чуть ниже поверхности. (а не температура радиационной поверхностной поверхности) | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначичен или отсутствует над некоторыми районами Земли, однако недавние улучшения сети наблюдений in situ значительно расширили охват   **ЧПП высокого разрешения:**   * из-за важного облачного покрытия информация ТПМ, предоставляемая спутниковыми формиторами изображений в ИК-диапазоне, очень ограничена. Расширение охвата данными с буев и судов, которые все еще являются незначительными, могут, таким образом, принести ценную информацию.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * "те же требования, что и ЧПП высокого разрешения;"   **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Суда и заякоренные и дрейфующие буи обеспечивают наблюдения in situ с приемлемой точностью, однако охват и частота наблюдений являются неудовлетворительными или незначительными на больших территориях Земли. * Геостационарные спутники предоставляют ежечасные данные ТПМ с разрешением 1–4 км. Несмотря на то, что данные отсутствуют в зоне облачности, горизонтальное и временное разрешение является приемлемым для разрешения суточного цикла, но его охват не распространяется на более высокие широты.   **Долгосрочные реанализы для климатических исследований**   * ТПМ является существенно важной переменной для долгосрочных реанализов для климатических исследований наряду с данными о приземном давлении, поскольку существуют длинные исторические базы данных, и она оказывает решающее влияние на состояние климата. Для этих применений также необходимы постоянные наблюдения ТПМ.   **Океанические применения:**   * Цель высококачественной ТПМ в открытом океане — это идеально 5-километровый пространственный масштаб с точностью 0,5K и быстрая доставка (доступность в течение 1 часа). В прибрежных районах цель составляет 1 км с точностью до 0,5 К и задержкой доставки 1 час. * Охват судов, заякоренных и дрейфующих буев является маргинальным или плохим по некоторым районам глобального океана для калибровки спутниковых данных и валидации спутниковой продукции и полей моделей. * Охват судов, заякоренных и дрейфующих буев является маргинальным или плохим по некоторым районам глобального океана для калибровки спутниковых данных и валидации спутниковой продукции и полей моделей. * Необходима комбинация как инфракрасных, так и микроволновых данных, поскольку каждая из них имеет различные характеристики охвата и погрешностей. * Кроме того, микроволновые радиометры не могут использоваться для прибрежных применений из-за:a) довольно грубого пространственного разрешения и (b) загрязнения сигналами суши. * Повышение точности спутниковых ТПМ в районах мелководья и вблизи кромок морского льда поможет повысить эффективность прогнозирования состояния океана. | Суда, буи, инфракрасные и микроволновые приборы на полярных спутниках,  Геостационарные форматоры изображений с измерениями в разделенном окне, мультиспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения  Гиперспектральные зонды в ИК-диапазонах, получение изображений в ВИД/ИК-диапазонах, получение изображений в мкВ-диапазонах, получение изображений в мкВ-диапазоне, измерения верхних стратосферных и мезосферных изображений в МКВ-диапазоне, а также формирующие изображения в мкВ-диапазоне  Космический аппарат ВИД/БИК/КВИК/ИК-диапазон для непрерывного охвата полярными зонами (Арктика и Антарктика) | CIMR — новый микроволновый датчик со спутниковыми данными с повышенным пространственным разрешением (по сравнению с ССМ/И-ССМИС и АМСР-Е – AMSR2) | Следует подчеркнуть необходимость дополнительных измерений ВК-MN. Существует необходимость в косвенной деятельности по калибровке (судовые ИК-радиометры, такие как М-АИИ).  КИМР обеспечит высококачественную ТПМ наряду с беспрецедентной точностью оценок SIC, тем самым снижая этот источник неопределенности в полярных регионах. |
| Морской ледовый покров и толщина льда. | **ЧПП высокого разрешения:**   * Интерпретация данных может быть затруднена, когда лед частично покрыт талыми прудами. Оперативный мониторинг толщины льда потребуется в долгосрочной перспективе, но не планируется в настоящее время.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * "те же требования, что и ЧПП высокого разрешения;"   **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Ассимиляция данных SIC, наблюдаемых спутниковыми микроволновыми радиометрами, такими как SSMI/SSMIS или AMSRE/AMSR2, и т. д. часто проводится в системах субсезонного-более долгосрочного прогнозирования и подтвердила, что она оказывает решающее влияние на воспроизведение точных начальных состояний морского льда. Текущая способность наблюдений в течение сезона замерзания является достаточной, если рассматривается текущее качество систем субсезонного-более долгосрочного прогнозирования. Погрешности наблюдений летом стали лучше количественно оцениваться за это время, но тем не менее препятствуют полезной ассимиляции таких данных в летние месяцы. * Некоторые исследования показывают, что ассимиляция толщины морского льда является эффективной для улучшения прогнозирования протяженности морского льда в сезоны таяния льда. * Толщина морского льда in situ имеет довольно ограниченную доступность. * Оценки толщины морского льда, проводимые с помощью спутниковых наблюдений, таких как ICESat (Спутник для изучения льда, облачности и возвышения суши), имеют высокое пространственное разрешение, но узкую ширину полосы захвата. CryoSat и CryoSat-2 посредством использования спутника на низкой околоземной орбите, осуществляют мониторинг колебаний протяжленности и толщины полярного льда. Данные об толщине морского льда смОС ограничены для обнаружения тонкого морского льда (< 1 м) и имеют сложные характеристики ошибок. Эта спутниковая продукция по толщине морского льда в целом неудовлетворительна до предельной точности. Непрерывные наблюдения желательны для оперативного использования в субсезонных и более длительных прогнозах. * Также проверяется ассимиляция температуры поверхности льда. Вероятно, она оказывает некоторое влияние на предсказание состояния атмосферы в полярных и субполярных регионах. * Высота снежного покрова на морском льду важна для климата в полярных регионах и является ключевым параметром для извлечения толщины морского льда с использованием альтиметрии. Существует несколько усилий по оценке высоты снежного покрова на основании спутниковых данных (пассивные микроволновые датчики, комбинация радиолокационных и лазерных высотомеров).   **Океанические применения:**   * Несмотря на то, что приземные сводки могут предоставить отличную информацию о льде, особенно его толщине и топографии поверхности, общепризнано, что для большинства районов сводки приземных наблюдений в действительности недостаточно для описания ледовых условий в полной мере. * Нечеткие погодные условия — туман, осадки и облака нижнего яруса — будут ограничивать или прерывать наблюдения, а обычные проблемы ограничения на полеты на нижней кромке самолета могут также быть фактором, даже если погода над льдом подходит для проведения наблюдений. * Спутниковый охват может быть широким с низким разрешением или охватывать узкую полосу захвата с высоким разрешением. В последнем случае данные из конкретного места могут быть получены только с интервалом в несколько дней. * Точные наблюдения, связанные с льдом, такие как толщина льда, сплоченность льда, возраст льда, высота снежного покрова на морском льду, альбедо льда и покрытие талых прудов, температура поверхности льда и скорость льда, необходимы для валидации моделей и применений ассимиляции данных. * Ассимиляция скорости морского льда проверяется в некоторых системах. Поля конвергенции/дивергенции морского льда представляют интерес для специалистов по моделированию из-за актуальности открытия проводов и/или полынь и деформации морского льда. * Наблюдения in situ за SIC, толщиной, возрастом, альбедо поверхности и температурой, высотой и типом снежного покрова, а также дрейфом, необходимы для валидации спутниковых измерений. | Полярно-орбитальные, орбитальные спутники с высоким наклонением, оборудованные i) пассивными микроволновыми приборами (SSMIS, MWRI, AMSR2, SMAP, SMOS) для SIC, высоты снежного покрова, толщины, возраста и дрейфа, ii) скаттерометров (АСКАТ, OSCAT) для периода и дрейфа морского льда, iii) РСА (Sentinel-1, RADARSAT-2, TerraSAR-X, others) для SIC с высоким разрешением, дрейфа и возраста, iv) лазерных или радиолокационных альтиметров (ICESat-2, CryoSat-2, Saral/AltiKa, Sentinel-3) для толщины морского льда и высоты снежного покрова, "v) датчики ВИД/БИК/ИК-диапазонов (AVHRR, MODIS, VIIRS, Landsat, Sentinel-2/-3) для измерения приземной температуры, альбедо и покрытия талых прудов;"  Бортовые датчики перечисленных выше типов  Другие традиционные наблюдения с борта воздушных судов/ разведка  Береговые и судовые радиолокаторы  Полет с высокоэллиптической орбитой ВИД/ИК-диапазонов для непрерывного полярного охвата (Арктика и Антарктика), альтиметры с широкой полосой захвата, лидар (одна длина волны) Интерферометрическая радиолокационная альтиметрия, гиперспектральная ВИД-зона  Визуальные наблюдения с прибрежных населенных пунктов, маяков и судов  Наземные наблюдательные станции на море/ во время экспедиций, включая ледяные радиолокаторы, ледовые буи, наблюдения за привязными платформами, заякоренные и подводные гидролокаторы с восходящим обзором | Более широкое использование судовых радиолокаторов X-диапазона для наблюдений за волнами и морских ледяных гребней.  Благодаря ледоколам нового поколения существует возможность применения стандартизированной (полу) автоматизированной системы для наблюдений за морским льдом и снегом.  Более глубокое понимание ГНСС-Р обеспечивает дополнительные наблюдения.  Микроволновый радиометр для получения изображений в программе «Коперник» (CIMR)  пассивные микроволновые приборы, скаттерометры на полярных спутниках, обычные воздушные суда и береговые радиолокаторы, изображения в видимом и инфракрасном диапазонах с воздуха, лазерные профилометры, скаттерометры, радиолокаторы бокового обзора (СЛАР/СДП) или РСА, спутник или самолет), визуальные наблюдения с прибрежных поселений, маяков и судов, ССМИС (сплоченность льда), ССМИС (концентрация льда), AMSR2 (концентрация льда), VIIRS (температура поверхности льда) | Арктика: потенциал для прибрежных станций вблизи приземного льда и дрейфующего морского льда.  Антарктика: объекты Антарктической сети наблюдений за приземным льдом (АСФИН) в качестве потенциального дополнительного элемента к уже созданной инфраструктуре.  Меньшие, более дешевые, более экологически безопасные ледовые буи с расширенным приборным оснащением, сниженная стоимость спутниковой передачи данных, установка с воздуха.  Больше прибрежных высокочастотных радиолокаторов, более систематических наблюдений во время полевых экспедиций /с судов, использующих датчики ВИД/БИК/ИК и МКВ-диапазоны для оценки спутниковой продукции.  Повышать пространственно-временной охват, зрелость и масштабы судовых наблюдений за морским льдом и вспомогательными данными (метеорологические/океанографические параметры) в рамках научных исследований, туристических судов, попутных судов.  Усиление дублирования оперативных и климатических потребностей сообщества в наблюдениях за морским льдом и их понимание.  Стандартизованные протоколы наблюдений за морским льдом — от оперативных до исследовательских наблюдений за морским льдом.  Больше данных наблюдений с наземных и подводных аппаратов, заякоренных и бортовых датчиков для разработки алгоритмов и оценки продукции необходимо, особенно для арктического сезонного морского льда и Антарктики в целом. |
| Температура и соленость в трехмерной области. | **Глобальный ЧПП высокого разрешения:**   * Теплосодержание океана, которое оценивается по температуре подповерхностного слоя океана, оказывает решающее влияние на развитие тропических циклонов. Таким образом, ассимиляция данных о температуре подповерхностного слоя океана является эффективной, когда для прогнозирования используется сопряженная модель атмосфера-океан. Наблюдения in situ недостаточны для улавливания мезомасштабных вихрев с большими аномалиями содержания тепла, поэтому лучше поддерживать дополнительную поддержку со спутниковых данных по топографии поверхности моря.   **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Ныряющие буи Арго обеспечивают почти глобальный охват профилей температуры и солености до ~2000 м, в основном с приемлемым для хорошего вертикального (каждые ~5 м) и пространственным разрешением (около 3 градусов) однако поплавки отсутствуют в районах, покрытых морским льдом, и на мелководье окраинных морях. Число относительно мало вблизи экватора из-за дивергенции экватора, поэтому заякоренные буи вблизи экватора являются важным дополнением. * Сеть тропических заякоренных буев (ТАО/ТРИТОН, ПИРАТА, РАМА) имеет лучшее, чем предельное пространственное разрешение, однако число буев ТРИТОН в западной части тропической части Тихого океана резко сократилось из-за нехватки в бюджете на техническое обслуживание его управляющего учреждения. Желательно увеличить вертикальное разрешение данных наблюдений за температурой и соленостью у поверхности, с тем чтобы ограничить колебания слоя перемешивания в океане. В настоящее время тихоокеанская заякоренные буи переходит на новую конструкцию, предложенную проектом СНТТО-2020, с более высоким вертикальным разрешением в перемешанном слое и меньшим количеством буев в районах вне экватора. Озабоченность вызывает отсутствие устойчивого финансирования сети тропических заякоренных буев. * Не существует никакой системы наблюдений за подповерхностной температурой и соленостью на континентальных шельфах, прилегающих к Гренландской и Антарктической ледниковых щитах, даже несмотря на то, что океанические условия были доказано, что они играют важную роль в потере льда в обоих местах.   **Океанические применения:**   * Измерения подповерхностной температуры расширенных бати термографов (ОБТ) координируются Программой попутных судов (ППС). Профили температуры и солености стД и профилей температуры ОБТ также предоставляются научно-исследовательскими судами над многими линиями плотности, часто повторяемыми и высоким [горизонтальным разрешением]. Однако отбор проб примерно половины целевых линий остается неудовлетворительным. Временно́е разрешение этих наблюдений, как правило, является маргинальным, но приемлемым в некоторых судовых линиях для мониторинга изменений объема океана и теплообмена во временных масштабах от субсезонного до сезонного и валидации прогнозов состояния океана в конкретных вертикальных сечениях. Недостаточно для других океанических применений, особенно для прибрежных применений. СТД и ОБТ обеспечивают данные с хорошим вертикальным разрешением (обычно 1 м) в режиме с задержкой, но данные в режиме реального времени ограничены ограничениями в традиционных символьных кодах ГСТ, используемых в настоящее время. * Большое количество профилей температуры и солености, наблюдаемых поплавками Арго, также полезно для океанических применений, однако их временно́е разрешение не подходит для морского обслуживания. * Количество наблюдений за температурой и соленостью океана является недостаточным в прибрежных морях, что ограничивает применения моделей валидации прогнозов и ассимиляции данных в прибрежных районах. * Подводные глайдеры используются различными учреждениями для широкого круга применений. Группировки находятся, главным образом, в непосредственной близости от побережья из-за логистических ограничений. В США предпринимаются усилия по развертыванию планеров для применений в ураганах во время сезона атлантических ураганов. | Свободно дрейфующие ныряющие буи (поплавки Арго), ППС (ОБТ), заякоренные буи (ПИРАТА, РАМА, ТАО/ТРИТОНТРИТОН), научно-исследовательские суда (ОБТ, ОДВЗЯИ), подводные планеры, платформы для животных |  |  |
| Уровень моря | **Океанические применения:**   * Ввиду растущего спроса на системы прогнозирования и предупреждения о цунами, штормовых нагонах и прибрежных наводнениях, а также для калибровки/валидации спутникового альтиметра и моделей, эта часть спектра должна быть охвачена с настоящего момента и должна учитываться при выборе нового прибора и при проектировании станций для наблюдений за уровнем моря in situ. Кроме того, особое внимание уделялось максимально возможному предоставлению данных осадкомерами ГЛОСС в реальном и/или близком к реальному времени, т. е. обычно в течение часа. Проблема, связанная с этими данными, заключается в том, что измерения уровня моря не были хорошо интегрированы в НМГС. * Для прогнозирования штормовых нагон и цунами требуется расстояние в 10 км, тогда как для моделирования климата интервал в 50 км будет соответствовать пороговой величине. Поэтому для этого потребуется более плотная сеть, чем имеется в наличии сегодня. * Выборка данных об уровне моря, усредненная за период времени, достаточно продолжительный, чтобы избежать наложения волн через интервалы, обычно 6 секунд или менее, если прибор должен использоваться также для прогнозирования и предупреждения о цунами, штормовых нагонах и прибрежных паводках. * Время установки осадкомера должно быть совместимо с точностью по уровню, что означает точность от времени более одной минуты (и на практике до секунд или более с электронными осадкомерами) — предельная точность. * Измерения должны проводиться относительно фиксированной и постоянной местной отметки мареографа (ТГБМ). Это должно быть связано с несколькими вспомогательными метками для защиты от его перемещения или разрушения. Соединения между ТГБМ и нулем осадкомера следует производить с точностью до нескольких миллиметров через регулярные интервалы времени (например, ежегодно) — приемлемая точность. * Осадкомеры ГЛОСС, которые должны использоваться для изучения долгосрочных тенденций, циркуляции океана и калибровки/валидации спутниковых альтиметров, должны быть оборудованы приемниками ГСОМ (и отслеживаются с помощью других геодезических методов), расположенными как можно ближе к осадкомеру. * Показания отдельных уровней моря следует производить с точностью до 10 мм — приемлемой точностью. * Места установки осадкомерных постов следует, по возможности, оборудовать для регистрации сигналов о цунами и штормовых нагонах, что означает, что место должно быть оснащено датчиком давления, способным частоту замеров в 15 секунд или 1 минуту, и, возможно, для регистрации волновых условий, предполагая неудовлетворительную частоту замеров в 1 секунду. * Пункты измерений также должны быть оборудованы для автоматической передачи данных в центры данных с помощью спутников, Интернета и т. д., а также для регистрации данных на местах. * Бассейны, подверженные цунами и штормовым нагонам (например, Бенгальский залив, Мексиканский залив и тихоокеанские острова), требуют более высокой плотности наблюдений за уровнем моря. Измерения уровня моря должны сопровождаться наблюдениями за атмосферным давлением и, по возможности, ветрами и другими параметрами окружающей среды, имеющими непосредственное отношение к анализу данных об уровне моря. * Для охвата всей мезомасштабной и прибрежной области необходимо увеличить пространственную выборку путем объединения (оптимальным образом с перекрестной калибровкой) различных комплектов альтиметрических данных. Ожидающийся запуск спутника ССВУ на широкой полосе захвата спутника ССВУ поможет решить эту проблему, а запуск ожидается примерно в феврале 2022 года. | Осадкомеры ГЛОСС, спутниковые альтиметры, альтиметры с широкой полосой захвата и высотомеры на большой высоте, наклонные высокоточные орбитальные альтиметры |  | Для оценки температуры и солености океана и океанических течений см. «топография океана» для наблюдений за уровнем моря. |
| Соленость на поверхности | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Некоторые научно-исследовательские суда принимают временные ряды солености поверхности моря (SSS) вдоль траектории движения судна с помощью термосалинографов (TSG). Несмотря на то, что охват и частота неудовлетворительны, она может быть использована для валидации инициализированных и прогнозируемых полей океана. * Ценные данные также поступают из некоторых тропических заякорений, в частности с буев ТРИТОН, хотя охват данными является довольно ограниченным. * Соленость поверхности также измеряется спутниками, такими как Aquarius, SMOS и SMAP с хорошим охватом, приемлемым для хорошего пространственного и временного разрешения, но предельная точность. Для достижения приемлемой точности требуется осреднение времени. * Ограничение солености в ассимиляции океанических данных по-прежнему является проблемой, поскольку существует большая неопределенность в потоке пресной воды (осадки, испарение и речной сток), влияющих на соленость поверхности и свойства перемешивания. * Наблюдения СССС могут дополнять отсутствие осадкомерных постов в океанских районах. В этом смысле предпочтительнее добавлять датчик солености для дрейфующих буев. Это может обеспечить информацию с глобальным охватом осадками, а также информацию о ТПМ и ТПМ. * Спутниковые измерения солености могут также оказать ограничения на оценки испарения минус осадков и потенциального стока с больших рек.   **Океанические применения:**   * Охват незначимый или бедный над некоторыми районами глобального океана. Существует потребность в высококачественных SSS в открытом океане, в идеальном варианте с точностью < 0,1 SA в пространственном масштабе 10 км и быстрой доставкой (доступность в течение 1 часа). В прибрежных районах требуется более высокая плотность (точность < 0,1 SA в пространственном масштабе 1 км). * Приборное оснащение дистанционного зондирования в настоящее время трансформируется из экспериментального в оперативную. Существует потребность в ограничении данной переменной состояния на поверхности, где изменчивость наиболее велика, и, как известно, массовые потоки имеют значительные ошибки. * Повышение точности спутниковых СССС (а также ТПМ) в районах мелководья поможет повысить эффективность прогнозирования состояния океана. | Aquarius, SMOS и SMAP, TSG, TRITON буи, дистанционное зондирование, низкочастотные МКВ изображения | Дрейфующие буи  КИМР | Спутниковое дистанционное зондирование СССС в полярных регионах страдает от низкой чувствительности измеряемого сигнала к изменениям солености. Кроме того, морской лед вызывает систематические оценки. Необходимо повысить точность поиска СС в полярных регионах, например посредством пересмотренных алгоритмов, слияние различных (спутниковых) наблюдений, обеспечивая более совершенное количество более зрелых наблюдений in situ.  Совершенствовать космическую систему наблюдений за соленостью для увеличения количества проб и снижения неопределенности, особенно в полярных океанах. |
| Снежный покров, высота снежного покрова и водный эквивалент снега | **Глобальный ЧПП:**   * Многие сообщения SYNOP опускают данные наблюдений за высотой снежного покрова, когда снег отсутствует на поверхности земли и в больших регионах, а страны показывают крайне редкие станции SYNOP, передающиеся с информацией о высоте снежного покрова * Предоставление национальных данных о снеге для сообщества ЧПП было бы весьма полезным * Все еще существуют пробелы в некоторых странах северного полушария и в большинстве южных полушарий * Спутниковые изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах обеспечивают информацию о хорошем горизонтальном и временном разрешении и точности протяженности снежного покрова (но не о массе снега) в дневное время в свободных от облаков районах. Существует серьезный пробел в системе наблюдений за криосферой, поскольку ни один из существующих приборов не может обеспечить надежную оценку водного эквивалента снега из космоса * Снежный покров над морским льдом также создает проблемы для интерпретации данных. Будущие спутниковые программы с возможностью измерения водного эквивалента снега будут иметь исключительно важное значение для разработки сопряженной ассимиляции, последовательно получая выгоду от ассимиляции поверхностных и атмосферных данных в системах ЧПП   **ЧПП высокого разрешения:**   * Станции приземных наблюдений измеряют снежный покров с хорошим временным разрешением, но незначимые горизонтальные разрешения и точность (в первую очередь из-за проблем пространственного отбора проб) * Спутниковые изображения в видимом/ ближнем инфракрасном диапазоне предоставляют информацию о хорошем горизонтальном и временном разрешении и точности по снежному покрову (но не о его эквивалентном содержании влаги) в дневное время в свободных от облаков районах * Микроволновые изображения предлагают потенциал получения дополнительной информации о содержании воды в снежном покрове (при более низком, но все же хорошем разрешении), однако интерпретация данных затруднена. * Снежный покров над морским льдом также создает проблемы для интерпретации данных, но это менее важно для ЧПП высокого разрешения, чем глобальное ЧПП, из-за очень немногих моделей, охватывающих такие районы.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * "те же требования, что и ЧПП высокого разрешения;"   **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Наблюдения за высотой снежного покрова и ВЭС недостаточны (плохо) для целей инициализации субсезонных-сезонных прогнозов. Несмотря на то, что станции SYNOP приземных наблюдений сообщают данные измерений высоты снежного покрова с высокой точностью, покрытие станций SYNOP, передающих данные о высоте снежного покрова, недостаточно (см. также SoG для глобального ЧПП). Микроволновые изображения также имеют потенциал для улучшения оценки массы снега при анализе почвы.   **Гидрологии:**   * Доступ к данным ВЭС со стороны НМГС может быть сложным, поскольку ВЭС часто измеряется региональными учреждениями, отвечающими за гидрологическое прогнозирование или управление водными ресурсами, или гидроэнергетическими компаниями. Данные ВЭС могут также включать неавтоматизированные снегосъемки, которые не обязательно доступны в близком к реальному времени. ВЭС с автоматических станций также влияет на ограниченное пространственное репрезентативное (то же, что и высота снежного покрова, см. ЧПП СЗП высокого разрешения). * Спутниковые изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах обеспечивают информацию о хорошем горизонтальном и временном разрешении и точности данных о снежном покрове и альбедо поверхности в дневное время в свободных от облаков районах. Ни один из существующих приборов на борту спутников не может обеспечить надежную оценку ВЭС из космоса. Современные ВЭС получают микроволновые датчики с низким разрешением и не могут обеспечить точную оценку ВЭС в горных верховьях. * Бортовые обсерватории с использованием сканирующего лидара и спектрометра для получения изображений могут обеспечить точные измерения высоты снежного покрова и альбедо. Эта информация может быть объединена с информацией по моделям для получения оценки ВЭС и снеготаять. Однако такой метод ограничивается мелкомасштабным горным водосбором. * Изменение гидрологического цикла и гидрологического режима, а также вклад в управление водными ресурсами, паводки и засуху с помощью ГидроСОП, среди прочих инструментов. | Станции приземных наблюдений, инфракрасные спутниковые изображения, микроволновые изображения, пассивные микроволновые AMSR и SSM/I, мультиспектральные формирователи изображений в ВИД/ИК-диапазонах высокого разрешения, мультиспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения, получение изображений в ВИД/ИК диапазонах, реализация изображений в дневное/ночное время, изображения в МКВ диапазоне,  Скаттерометры, радиолокационные альтиметры с широкой полосой захвата и высотные, наклонные высокоточные орбитальные альтиметры, низкочастотные МКВ изображения,  Космические аппараты для рефлектометрии ГНСС (ГНСС-Р), пассивные МКВ-диапазоны; Изображения рСА и альтиметры (лазер и радар), лидар (одна длина волны) — могут быть установлены на БЛА, альтиметрах с широкой полосой захвата и на высотных высотомерах, наклонных высокоточных орбитальных альтиметрах  Миссия ВИД/БИК/КВИК/ИК-диапазонов для непрерывного охвата полярными регионами (Арктика и Антарктика)  Гравиметрические космические аппараты,  Приборы, установленные на льду, наблюдения in situ за льдинами, наблюдения за ледяными буями  Составление картирования снеготаяющей талой воды на основе данных изображений РСА в несколько дней. Выравнивание поверхности, необходимое для устранения затеняющих эффектов в горах (в зависимости от цифровых моделей рельефа) | Наблюдения с судов  Сочетание охвата снежными радиолокаторами с новыми высокоточными цифровыми моделями рельефа поверхности ледников (с воздушных лидаров или спутниковых платформ)  Картирование высоты снежного покрова рСА с использованием интерферометрических данных L-диапазона из SAOCOM-1 A и комбинированных данных L-и S-диапазона из НИСАР (на основе разработки НАСА/ИСРО)  Будущая лазерная альтиметрия / Интерферометрическая полоса захвата альтиметрия для вертикальной регистрации изображений ледников, для оценок баланса массы  Запланированное канадское космическое космическое аппарат для измерения массы снега в ku-диапазоне (TSMM) для получения оценки ВЭС высокого разрешения | Измерения в нижней атмосфере и непроходимых зонах с использованием беспилотных летательных аппаратов  Более широкое использование видеокамер для поддержки местного прогнозирования.  Благодаря ледоколам нового поколения существует возможность применения стандартизированной (полу) автоматизированной системы для наблюдений за снежным покровом над морским льдом и над ледяными полями.  Снег с ледовых буев, снег на морском льду — все еще сохраняется разрыв;  Прогресс, достигнутый в решении проблем криосферы высокогорных районов, сочетая оптические/радиолокационные изображения,  альтиметрия и гравиметрия; и разбивка DEM от стереооптических данных.  Картирование протяжености снежного покрова и ледников по-прежнему в значительной степени зависит от оптических данных ~10 м. глобальных, десятилетних и свободно доступных комплектов данных со спутника Лэндсат, АСТЕР и Sentinel-2, дополненных высоким пространственным разрешением (<10 м), ограниченным охватом оптическими изображениями (и стерео данными) с СПОТ, Плейадес, Картосат-I и т. д.  Координация деятельности многих учреждений или спутниковых группировок спутников, необходимых для выполнения повторяемости для удовлетворения потребностей оперативного обслуживания в области талого стока  В настоящее время невозможно точно измерить твердые осадки, высоту снежного покрова или ВЭС в горах. Отсутствие оперативной продукции с получением ВЭС удовлетворительным образом в соответствующих пространственных масштабах |
| Влажность почвы | **Глобальный ЧПП:**   * Некоторые наземные станции сообщают данные о влажности почвы регулярно (например, сеть сети анализа климата почвы (SCAN) в США), но охват ограничен, и данные требуют регулярной повторной калибровки   **ЧПП высокого разрешения:**   * Точность измерений микроволновых радиометров, а также временно́е разрешение, как правило, хороша, в то время как горизонтальное разрешение по-прежнему в лучшем случае незначительно.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Точность измерений скаттерометров (АСКАТ), а также временно́е разрешение являются приемлемыми, в то время как горизонтальное разрешение по-прежнему, по-прежнему, в лучшем случае является предельным.   **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * В настоящее время только сканирование обеспечивает сеть вертикальных профилей влажности почвы и охвата в режиме реального времени ограничивается всей территорией США. Сеть аналогичных измерений, охватывающих глобальный охват, была бы весьма полезной. Текущая оперативная продукция асКАТ по влажности почвы имеет приемлемое пространственное разрешение, но незначительная точность. Пассивные микроволновые приборы для получения изображений в L-диапазоне, такие как СМОС и СМАП, обладают большим потенциалом.   **Сельскохозяйственная метеорология:**   * Оптимальный мониторинг влажности почвы требует измерений in situ до глубин 20, 50 и 100 см каждые 5—7 или 10 дней с горизонтальным разрешением более 100 м.   **Гидрологии:**   * Большинство активных и пассивных микроволновых приборов обеспечивают некоторую информацию о влажности почвы для регионов с ограниченным растительным покровом. Однако во многих условиях данные дистанционного зондирования недостаточно, и информация о глубине влажности остается недостижимой. К сожалению, ни один из приборов не обеспечивает удовлетворительное сочетание пространственного разрешения и периода повторения цикла (от 2 до 3 дней). Данные АМУР близки к предоставлению информации о влажности почвы или влажности почвы, которая может быть незначительно полезной для мезомасштабных моделей, но своевременность этих данных остается сложной задачей. | Пассивные микроволновые формометры изображений в L-диапазоне (например, СМОС, СМАП)  Активные микроволновые скаттерометры, АСКАТ,  Микроволновые изображения, низкочастотные МКВ изображения, микроволновый зонд и изображения на наклонных орбитах  Устройства для получения изображений с помощью РСА и альтиметры,  Космические аппараты для рефлектометрии ГНСС (ГНСС-Р); Пассивный МКВ;" Sar | Датчики влажности почвы космических лучей — масштаб поля: [essd-12–2289–2020.pdf (copernicus.org)](https://essd.copernicus.org/articles/12/2289/2020/essd-12-2289-2020.pdf) |  |
| Приземная температура воздуха, обычно на высоте 2 м | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначимый или отсутствует над большими районами Земли. Над сушей станции приземных наблюдений измеряют с горизонтальным и временным разрешением, что является хорошим в некоторых районах и маргинальным в других районах   **ЧПП высокого разрешения:**   * Точность измерений, как правило, хороша, хотя это может быть трудно использовать там, где поверхность не является плоской, из-за чувствительности измерений к локальной изменчивости, что модели ЧПП высокого разрешения по-прежнему имеют более точное разрешение, чем глобальные модели.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Охват незначичен или отсутствует над большими районами Земли * Спутниковые приборы не наблюдают эти приземные переменные непосредственно | Суда, буй, станция приземных наблюдений,  "многоспектральные изображения в ВИД/ИК диапазонах с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зондирования в ИК-диапазонах, получение изображений в ВИД/ИК-диапазонах, получение изображений в МКВ-диапазонах, зондирование на верхней стратосфере и мезосфере в МКВ-диапазоне;"  Космический аппарат ВИД/БИК/КВИК/ИК-диапазон для непрерывного охвата полярными зонами (Арктика и Антарктика) |  |  |
| Приземная поверхность, обычно на высоте 2 м. | **Глобальный ЧПП:**   * Охват незначимый или отсутствует над большими районами Земли. Над сушей станции приземных наблюдений измеряют с горизонтальным и временным разрешением, что является хорошим в некоторых районах и маргинальным в других районах   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Охват незначичен или отсутствует над большими районами Земли * Спутниковые приборы не наблюдают эти приземные переменные непосредственно | Суда, буи, станция приземных наблюдений, ИК-гиперспектральные зонды, зондировщики УФ/ВИД/БИК, радиозатменные измерения ГНСС (основная группировка), группировка высокочастотных микроволновых зондирований, УФ/ВИД/БИК/МКВ зонды |  |  |
| Температура поверхностного слоя поверхности суши | **Глобальный ЧПП:**   * Точность зависит от проблем обнаружения облаков и неопределенности поверхностной излучательной способности, и интерпретация затруднена из-за неоднородной природы излучающей поверхности для многих типов поверхности * Суточный цикл приземной температуры обычно не очень хорошо отбирается, за исключением датчиков на борту геостационарных спутников (например, SEVERI на борту МВП), которые не могут обеспечить глобальный охват   **ЧПП высокого разрешения:**   * Аналогичные вопросы применяются в отношении глобального ЧПП | Спутниковые приборы для получения изображений в инфракрасном и микроволновом диапазонах и зонды |  |  |
| Температура поверхностного слоя озерного льда | **Глобальный ЧПП:**   * Точность зависит от проблем обнаружения облаков и неопределенности поверхностной излучательной способности, и интерпретация затруднена из-за неоднородной природы излучающей поверхности для многих типов поверхности * Суточный цикл приземной температуры обычно не очень хорошо отбирается, за исключением датчиков на борту геостационарных спутников (например, SEVERI на борту МВП), которые не могут обеспечить глобальный охват   **ЧПП высокого разрешения:**   * Аналогичные вопросы применяются в отношении глобального ЧПП   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Аналогичные вопросы применяются в отношении глобального ЧПП | Спутниковые приборы для получения изображений в инфракрасном и микроволновом диапазонах и зонды |  |  |  |
| Тип, растительный покров и НДВИ | **Глобальный ЧПП:**   * Ограничением для эффективного использования имеющихся данных является необходимость повторной калибровки совмещенных моделей (взаимодействия поверхностного и пограничного слоя), когда вид или характеристики растительности (например, ИЛП) меняются   **Гидрологии:**   * в некоторых случаях продукция типа НДВИ и типа растительности не может быть взаимозаменяемой из-за слегка разных спектральных диапазонов. | спутниковые изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, МОДИС, мультиспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения, получение изображений в ВИД/ИК диапазонах, реализация дневной/ночной полосы, узкополосных или гиперспектральных формирователей изображений, спутниковых изображений в ВИД/БИК/КВИК/ИК диапазонах для непрерывного полярного охвата (Арктика и Антарктика), радиолокаторов и лидаров для картирования растительности |  |  |  |
| Облака  Облачный покров, а также высота нижней границы облаков и температура верхней границы облаков.  Параметры облачности | **Глобальный ЧПП:**   * На станциях приземных наблюдений оценивается облачный покров и нижняя граница облаков с временным разрешением и точностью, которое является приемлемым, но горизонтальное разрешение, которое в некоторых районах является незначительным и отсутствует над большей частью Земли. * В настоящее время основная проблема заключается не в самих наблюдениях за облаками, а с их усвоением, возникающих в результате проблем репрезентативности и слабых сторон в методах усвоения данных и параметризации гидрометеоров облаков и других аспектов гидрологического цикла в моделях ЧПП.   **ЧПП высокого разрешения:**   * спутниковые измерения в видимом/инфракрасном диапазонах дают предельную точность из-за плохой взаимосвязи между температурой верхней границы облаков и лежащими ниже облаками и физикой осадков * На микроволновые измерения влияют чувствительность к излучательной способности поверхности суши и аналогичные оптические свойства облачной воды и слабых дождевых осадков. Таким образом, для моделей ЧПП высокого разрешения микроволновые формирующие устройства и зонды дают информацию об облачности с предельной точностью, горизонтальным и временным разрешением.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Данные геостационарных спутников отсутствуют в высоких широтах, где полярно-орбитальные спутники обеспечивают ценные наблюдения с приемлемой частотой из-за конвергенции орбитальных траекторий.   **Авиационная метеорология:**   * Информация об размере капель облаков для прогнозов обледенения в настоящее время не наблюдается напрямую. * Наблюдения со спутников находятся в верхней части облачного слоя, а затем только в том случае, когда этот слой наблюдается из космоса. Только радиозондовые и самолетные данные могли бы обеспечить допустимое вертикальное разрешение этих параметров, однако сроки цикла и горизонтальное разрешение не обеспечивают плохого качества. Метеорологические радиолокаторы с двойной поляризацией, особенно если они эксплуатируются в Х-диапазоне, вновь обещают приемлемую точность определения количества и распределения капель SLW, однако в настоящее время в некоторых странах все еще слишком редко для того, чтобы оказать значительное глобальное воздействие. * Автоматическое определение количества облаков/высоты нижней границы облаков на основе измерений с помощью единичного облакомера может оказаться сложной задачей в местах со сложной топографией (например, долины, береговые станции и крупные города с высокой аэрозольной нагрузкой). | Станции приземных наблюдений, приборы для получения изображений и зонды в инфракрасном диапазоне, активные оптические (лидары) и микроволновые (радиолокаторы), приборы геостационарных спутников, полярно-орбитальные спутники, мультиспектральные изображения в ВИД/ИК диапазонах с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зонды в ИК-диапазонах, УФ/ВИД/БИК зондирования, получение изображений в дневное/ночное время, формирователи изображений в ИК-диапазонах, радиолокаторы для получения изображений в инфракрасном диапазоне, изображения в диапазоне УФ/ВИД/БИК/МКВ диапазона, Космический аппарат ВИД/БИК/КВИК/ИК-диапазон для непрерывного охвата полярных районов (Арктика и Антарктика), спектрометр БИК, гиперспектральные МКВ-датчики | Космические радиолокаторы для обнаружения облачности (Baggatalia et al. 2020)  Наземный радиолокатор FMCW для обнаружения облаков | Наземный радиолокатор обнаружения облачности. Метод FMCW позволяет использовать большую чувствительность с меньшей энергией, чем импульсный радиолокатор. Имеющихся. (Delanoë 2016) |
| Осадков  Тип и количество (за данный период времени, обычно 24 часа) | **Глобальный ЧПП:**   * Горизонтальное разрешение плохое в больших частях мира, и при хорошем охвате данными часто не имеется для международного обмена. * Наземные радиолокаторы измеряют мгновенные осадки с хорошим горизонтальным и временным разрешением и приемлемой точностью, но только над несколькими районами суши * Приборы для получения изображений в инфракрасном диапазоне с геостационарным инфракрасным излучением дают некоторую информацию с гораздо более высоким временным разрешением благодаря корреляции приземных осадков со свойствами верхней границы облаков, но точность незначительна из-за косвенного характера этой взаимосвязи.   **ЧПП высокого разрешения:**   * метеорологический радиолокатор с точностью, которая зависит от частоты и интенсивности дождя. * Морские отражения делают наблюдения, проводимые с помощью сканирований на малых высотах, которые трудно использовать над морем. * Блокирование луча также часто является проблемой в горных районах и над населенными районами из-за зданий.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Быстрое получение изображений (в порядке минут) имеет решающее значение для прогнозирования текущей погоды, но пока не предоставляется всеми геостационарными спутниками * Обнаружение осадков незначимо для микроволновых форм изображений и, в зависимости от длины волны прибора, от хорошего до плохого для скаттерометров   **Гидрологии:**   * Наблюдения за сушей проводятся, но общий глобальный доступ к данным о подземных водах (скорость пополнения и забора, в частности) является весьма ограниченным. МЦОРПВ собрал информацию о ресурсах подземных вод на глобальном уровне. Гравиметрические методы наблюдений (например, из GRACE) для очень крупных водных объектов грунтовых вод доступны, но пока еще предстоит полностью доказать в оперативных условиях. Рассматривается вопрос об использовании данных ГСЭ. * Что касается количественной оценки осадков на основе спутниковых данных, то необходим механизм для разработки передовой продукции и основных видов продукции по осадкам для оперативного ежедневного использования в национальных гидрологических службах на долгосрочной основе. | Станция приземных наблюдений, наземные радиолокаторы, Микроволновые формирователи изображений и зондировщики, геостационарные инфракрасные формирователи изображений, радиолокационная поляриметрия, многоспектральные изображения в ВИД/ИК диапазонах с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зондирования в ИК-диапазонах, получение изображений в ВИД/ИК диапазонах, получение изображений в дневное/ночное время, МКВ-зондирование и изображения на наклонных орбитах, ПРОГРАММА ВИД/БИК/ИК зондирования для непрерывного полярного охвата (Арктика и Антарктика), радиозатменные измерения ГНСС "дополнительную группировку для усовершенствованных зондирований атмосферы/ионосферы (включая поляриметрические), включая ноО-НОО радиозатменные измерения для дополнительных частот, оптимизированных для зондирования атмосферы, спутниковых радиолокаторов для измерения осадков и радиолокаторов для обнаружения облачности;" | Ослабление сигнала мобильного телефона в результате дождя.  Адаптивные радиолокаторы с электронным сканированием (с фазированной решеткой) будут получать данные нетрадиционными способами, требующими адаптации инфраструктуры обмена данными и их обработки. | Это требует сотрудничества с поставщиками мобильной связи, может быть весьма полезным в стране, оборудованной очень запасной сетью метеорологических радиолокаторов. (Turko 2020)  расширение доплеровских и поляриметрических метеорологических радиолокаторов для развивающихся стран, включая подготовку кадров по обработке и интерпретации, а также развитие потенциала для обработки чрезвычайно больших объемов данных.  расширение сетей, не относящихся к НМГС, включая сети добровольных и частных секторов, с автоматизированным распространением/сбором в национальные архивные центры. |
| Озона  Концентрация в трехмерной области | **Глобальный ЧПП:**   * Однако для поддержания реалистичных вертикальных распределений озона в моделях ЧПП требуется информация о вертикальном разрешении озона. * Результаты, полученные при зондировании озона, позволяют получить статистически значимые данные из-за ограниченного числа имеющихся профилей, поскольку некоторые из этих данных не распространяются на международном уровне. | Инфракрасные зонды с высоким разрешением и более точные приборы обратного рассеяния солнца, лимбовые зондировщики (такие как МЛС), сканирующий микроволновый лимбовый зонд (SMLS), ИК-гиперспектральные зонды, УФ/ВИД/БИК-диапазоны, группировка высокочастотных МКВ зондирований, УФ/ВИД/БИК/МКВ-диапазона, гиперспектральные МКВ-датчики, |  |  |
| Высота, направление и период волн | **Глобальный ЧПП:**   * Буи и датчики, установленные на нефтяных буровых установках и платформах, не являются предельными или отсутствуют на больших участках Земли. * Альтиметры на полярных спутниках горизонтальный и временной охват ограничены. Информация о 2-м спектре волнения предоставляется с помощью приборов РСА с приемлемой точностью, но предельным горизонтальным и временным разрешением.   **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Аналогичные вопросы применяются в отношении глобального ЧПП * Информация о 2-м спектре волнения предоставляется с помощью приборов РСА с хорошей точностью, но маргинальным горизонтальным и временным разрешением.   **Океанические применения:**   * Географический охват данными наблюдений за волнением in situ по-прежнему весьма ограничен, и большая часть измерений проводится в Северном полушарии (главным образом, у берегов Северной Америки и Западной Европы). * Выявлены различия в измеренных волнах от различных платформ, датчиков, обработки и заякоренных заякоренных буях. В частности, было отмечено систематическое отклонение в 10 % между американскими и канадскими буями, двумя крупнейшими сетями заякоренных буев. * Спутниковые альтиметры предоставляют информацию о показательной высоте волны с глобальным охватом и хорошей точностью. Однако горизонтальный/временной охват незначим. Ожидающийся запуск спутника ССВУ на широкой полосе захвата спутника ССВУ поможет решить эту проблему, а запуск ожидается примерно в феврале 2022 года. * Требуются многочисленные альтиметры для обеспечения адекватной выборки поперек трассы. * Информация о спектральной плотности энергии 2-D по частоте и направлению волнения предоставляется с помощью РСА приборов с хорошей точностью, но предельным горизонтальным/временным разрешением. Для использования в региональных моделях требуется горизонтальное разрешение 100 км с быстрой доставкой (в течение 6 часов). Ожидается, что возможности радиолокатора с реальной апертурой будут доступны в течение пяти лет. | Буи, датчики, альтиметры на полярных спутниках, РСА приборы, приборы in situ неспектральные и спектральные буи и суда, альтиметры с широкой полосой захвата и высотные, наклонные, высокоточные альтиметры на орбите |  |  |
| Трехмерная концентрация аэрозолей  Параметры аэрозоля | **Глобальный ЧПП:**   * Оперативные спутниковые изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах имеют предельную точность | Спутниковые изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, усовершенствованные формирователи изображений, такие как МОДИС, наземные станции, использующие солнечные фотометры, такие как роботизированная аэрозольная сеть (АЭРОНЕТ), радиометры, оптические спектрометры, формирователи изображений с геостационарных спутников, лидары для получения изображений в доплеровском ветре Эолуса, мультиспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зонды ИК, зонды УФ/ВИД/БИК, узкополосные или гиперспектральные формирователи изображений,  Многополяризационный РСА; гиперспектральный ВИД-, БИК-спектрометр | Раман-лидар  Сделка по HSRL  Многоразвивая ручка  Поляризованный лидар  Лидар (доплеровское и двойное/тройное обратное рассеять), цилометры | Использование технологии лазерного диода привело к снижению стоимости и текущей стоимости всех лидаров. |
| w-comp данных о ветре в трехмерной области | **Глобальный ЧПП:**   * В настоящее время не имеется существующих или планируемых возможностей   **ЧПП высокого разрешения:**   * Необходимо резкое повышение пространственного разрешения моделей ЧПП высокого разрешения до того, как эти модели смогут устранить облака и создать некоторое вертикальное движение, которое можно сравнить с данными наблюдений вертикальной скорости доплеровского радиолокатора. | Инфракрасные изображения с геостационарных спутников или доплеровские микроволновые датчики, лидар (доплеровский и двойной/тройной обратное рассеять) доплеровский радиолокатор, доплеровский лидар | Радиолокатор с двойной длиной волны (Radenz 2018) |  |
| Видимость | **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * наблюдения за океаном обычно не проводятся. Вблизи аэропортов модели 1-D или 3-D очень высокого разрешения могут оценивать прогноз видимости и нижней границы облаков в диапазоне ЧПП и СКП с полезной точностью. Эти модели нуждаются в нескольких дополнительных высокочастотных станциях наблюдений. По этой причине они доступны только в очень немногих аэропортах. * как правило, хорошо в аэропортах, но маргинально в других местах. * ЛИДАР обеспечивает хорошие вертикальные профили, но весьма немногие приборы функционируют по всему миру.   **Авиационная метеорология:**   * автоматическое определение преобладающей видимости обычно требует набора метров видимости, установленных в соответствующих местах в пределах/вблизи аэропорта. Несмотря на то, что передача информации о наклонных траекториях видимости (SVR) будет оказывать положительное влияние на безопасность и эффективность, до сих пор не рекомендуется никаких оперативных технологий. Для прогнозов погоды по ПВПП по маршруту приемлемы только в густонаселенных районах и на большей части земного шара приемлемы как время горизонтального разрешения, так и цикла существующих станций наблюдений, передающих аэронавигационные метеорологические данные в коде METAR. Рекомендуется использовать дополнительные данные наблюдений с синоптических метеорологических станций.   **Океанические применения:**   * Этот параметр может существенно изменяться на коротких расстояниях. Точность приемлема для прибрежных районов и маргинальна в открытом океане. Горизонтальное/временное разрешение плохо над большей частью мирового океана. Как правило, видимость выводится из результатов региональных атмосферных моделей (см. региональную СЗП ЧПП). | Авиационные, синоптические станции приземных наблюдений, ЛИДАР |  |  |
| Обнаружение молний  (Местоположение магнитного потока молнии) | **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Плохая эффективность обнаружения внутриоблачной молнии. * В большинстве океанических, малонаселенных наземных и высоких широт охват незначичен для приемлемых наземных сетей, по крайней мере, для общей информации о молниях. В этих областях эффективность обнаружения и точность определения местоположения часто неудовлетворительны для внутриоблачного облака (IC), поэтому TL состоит главным образом из молнии от облака к земле (CG). | Наземные (суммарные или отдельно от облака к земле (CG) и IC) в режиме реального времени обнаружение молний, приборы для получения изображений молний, картографы молний |  |  |
| Нисходящая коротковолновая радиация у поверхности Земли | **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**   * Обычно горизонтальное разрешение незначительная, но в сочетании с информацией о спутниковом охвате облачностью приемлемого качества может быть достигнуто. | Абсолютно откалиброванные широкополосные радиометры и радиометры полного солнечного излучения и солнечного спектрального излучения |  |  |
| Напряжение ветра в океане | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Фиксированные и дрейфующие буи и суда за пределами тропической зоны Тихого океана обеспечивают наблюдения с незначительным охватом и частотой; приемлемая точность для одной и той же цели. Хотя охват и частота данных о приземном ветре in situ являются недостаточными (или плохими) для систем усвоения атмосферных данных, усвоение этих данных оказывает яркое влияние на проанализированную скорость ветра и, таким образом, на поля напряжения ветра, что способствует улучшению исходных условий океана. Данные о приземном ветре in situ также необходимы для калибровки спутниковых данных о напряжении ветра. * В целом, скаттерометры обеспечивают хороший охват и приемлемую частоту и точность, а данные рефлектометров дополняют данные наблюдений за океаном. Высококачественные ветровые скаттерометры являются наилучшей продукцией, доступной на данный момент и нуждаются в оперативном обслуживании.   **Океанические применения:**   * Для повышения точности прогнозов общего уровня воды в прибрежных и эстуарных районах, особенно во время экстремальных погодных явлений, требуются наблюдения с высоким разрешением для модельных прогнозов ветра приповерхностных слоев. Поля приземного ветра, получаемые с помощью существующих систем усвоения атмосферных данных, не обладают достаточной точностью для прибрежных применений, и желательно повысить точность путем дополнительной ассимиляции данных о приземном ветре. | Скаттерометры, фиксированные и дрейфующие буи и суда, изображения в МКВ диапазоне, получение изображений в низкочастотном МКВ диапазоне, зондирование в МКВ диапазоне и получение изображений на наклонных орбитах, спутники с рефлектометрией ГНСС (ГНСС-Р) Пассивный МКВ;" РСА, вертикальная |  | См. «приземный ветер» для других целей, нежели для форсирования моделей общей циркуляции океана |
| Топография океана | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Данные о топографии океана со спутников полезны для мониторинга теплосодержания океана и океанических течений и существенно важны для инициализации океана в субсезонных-более долгосрочных прогнозах * Требуются долгосрочные обязательства в отношении спутниковых альтиметрийных наблюдений * Обеспечение глобального охвата является важным условием для сопряженных моделей с более высоким разрешением (разрешение океана ~30 км), в которых наблюдается частичное представление океанских вихт. * Спутниковые альтиметрии требуют валидации с помощью измерений уровня моря in situ или профилей температуры и солености.   **Океанические применения:**   * Топография океана на основании спутниковой альтиметрии является наиболее важным наблюдением для ограничения динамики систем прогнозирования состояния океана. * Спутниковая альтиметрия позволяет оценивать геострофические течения (см. «3-D океанические течения»). Современное разрешение позволяет разрешать большие характеристики мезомасштаба (>150 км). Нынешний охват недостачен для прибрежных районов. Более высокое разрешение позволит повысить разрешение мезомасштаба океана, а также прибрежных процессов. Альтиметр следующего поколения (SWOT) является перспективным для этих целей. * Информация о геоиде высокого разрешения необходима для точной оценки топографии океана и полей геострофических течений. Современные данные о геоиде, предоставляемые с помощью спутниковых геоида, являются маргинальными для разрешения океанических мезомасштабных вихров и данных об океане, наблюдаемых с дрейфующих буев и гидрологических профилей, используются для уточнения. | Спутниковые альтиметры (надирный радиолокатор и полоса захвата), спутниковая гравитационная программа, |  | См. также «см. уровень» наблюдений за уровнем моря для мониторинга самого уровня моря. |
| Поверхностное тепло, радиационный и пресноводный потоки | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Спутниковые данные дают перспективы для нескольких компонентов потоков тепла и излучения, особенно коротковолновой радиации, однако в настоящее время ни одно из них не используется на регулярной основе при усвоении субсезонных-сезонных прогнозов из-за некоторых технических трудностей в использовании в районах морского льда. * Сохраняются значительные неопределенности в оценках дождевых осадков над океанами. Кроме того, информация о пресноводном стоке из рек (крупных эстуариев) станет важной в некоторых регионах океанов (например, Бенгальский залив). Дополнительные данные всегда будут полезны, например, данные, позволяющие лучше оценить потоки тепла и P-E (осадки минус испарение) могли бы помочь лучше определить структуру перемешанного слоя и воспроизводить барьерный слой. * Спутники не могут наблюдать за несколькими компонентами потоков тепла. Кроме того, спутниковые наблюдения требуют калибровки с данными наблюдений in situ. Поэтому высококачественные морские метеорологические станции, которые охватывают все необходимые данные для оценки потока воздуха и моря (т. е. температура и влажность поверхности моря, давление на уровне моря, скорость приземного ветра, длинноволновая и коротковолновая радиация и ТПМ) требуются для получения данных о потоках воздуха и моря с достаточной точностью. Существующий охват таких метрологических станций является неудовлетворительным. Развертывание метеорологических станций в средних и высоких широтах будет способствовать дальнейшему развитию этой разработки в различных условиях, которые наблюдаются на границе между атмосферой и океаном.   **Океанические применения:**   * Данные о поверхностном теплом и потоке пресной воды с высоким разрешением необходимы для того, чтобы заставить океанические модели для прогнозирования прибрежных районов. Информация о пресноводном стоке рек (крупных эстуариях) оказывает значительное влияние на системы прогнозирования прибрежных районов, особенно для прогнозов общего уровня воды в прибрежных и эстуарных районах во время экстремальных погодных явлений. |  |  |  |
| Океанические течения | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Поверхностные течения, измеренные дрейфующими буями, приемлемы с точки зрения точности и временного разрешения, но предельные в пространственном охвате. * Наблюдения за заякоренных буев имеют хорошую точность и частоту, но неудовлетворительные для предельного пространственного охвата. * Информация о поверхностных океанических течениях необходима для оценки точного поля напряжения ветра.   **Океанические применения:**   * Целенаправленное размещение дрейфующих буев в регионах высокой изменчивости, таких как пограничные течения и геострофическая турбулентность вниз по течению, поможет повысить их влияние на системы прогнозирования состояния океана. Заякоренные буи отличаются хорошим временным разрешением и точностью, но маргинальными или плохими иначе. * Акустический профилометр Доплера для измерения течения (АПДТ) обеспечивает наблюдения за океаническими течениями на различных глубинах с приемлемой точностью. Охват незначичен или невысок над большинством районов океана с маргинальным вертикальным разрешением для применений морского обслуживания, для которых требуются данные высокого вертикального разрешения в перемешанном слое. * Многомасштабный мониторинг морской поверхности (КПМН) назначается в качестве спутника ЕКА-ИЕ9 и планирует предоставлять данные о поверхностных океанических течениях. Ожидается, что значительно улучшится охват данными о поверхностных океанических течениях. * Сеть наземных высокочастотных радиолокаторов (ВЧ) может предоставлять данные о поверхностных течениях высокого разрешения. Однако эффективное расстояние наблюдений ограничено вблизи береговой линии, и региональный охват очень ограничен из-за высоких частот этих систем. | Дрейфующие буи, заякоренные буи, АПДТ, спутниковая альтиметрия, радиолокаторы ВЧ | Sea-SKIM |  |
| Глубоководное море | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Несмотря на то, что оценка воздействий этих новых платформ по-прежнему затруднена, наблюдения в глубоководных районах могут оказаться полезными для прогнозирования на период до десятилетия и прогнозирования климата, по крайней мере для целей валидации прогнозов. Измерения глубинного заякоренного буя полезны для мониторинга, связанного с климатом.   **Океанические применения:**   * ОкеанСИТЕС предназначена для сбора, предоставления и содействия долгосрочным высокочастотным наблюдениям за столбом воды по всей глубине (включая данные о глубоководном волнении) в фиксированных местах. * Измерения на глубоководье позволяют проводить оценки эволюции свойств глубокой воды в связи с изменением климата. Такие измерения в настоящее время являются весьма редкими. | измерения с судов, программа глубокой Арго, ОкеанСИТЕС |  |  |
| Аэрозоли и парниковые газы | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Спутниковые приборы, такие как инфракрасные зонды высокого разрешения и солнечные обратное рассеяния, обеспечивают точные измерения общего содержания озона в столбе атмосферы. Однако необходима информация о вертикальном разрешении озона. Микроволновые лимбовые зондировщики обладают потенциалом для обеспечения хорошего вертикального разрешения и точности. | Инфракрасные зонды высокого разрешения, солнечные обратное рассеятели, микроволновые лимбовые зонды |  |  |
| Солнечное излучение | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Несмотря на то, что в настоящее время имеются данные за ограниченный период (2004-настоящее время), и было бы трудно оценить точность, необходимо проводить непрерывные наблюдения за спектральной освещенностью для прогнозов на период от сезона до десятилетия. Некоторые исследования показали, что анализ УФ-излучения (200–400 нм) с месячным временным разрешением требуется для сезонных-десятилетних прогнозов. | Приборы для мониторинга спектральной освещенности (SIM) и SOLar STellar IrrRr Comparison Experiment (SOLSTICE) для приборов на борту спутника Эксперимента по солнечной радиации и климату (SORCE) абсолютно откалиброванные широкополосные радиометры и суммарные солнечные спектральные радиометры и радиометры солнечного спектрального излучения, |  |  |
| Атмосферные данные | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Аналогично тем, которые имеются для глобального применения ЧПП. * Общим требованием к субсезонному-сезонному прогнозированию является наличие последовательных рядов исторических данных наблюдений, а также непрерывное предоставление точных данных наблюдений в будущем. | Многоспектральные изображения в ВИД/ИК диапазонах с быстрыми циклами повторения, гиперспектральные зонды ВК/ВИД/БИК- диапазонах, надирные и лимбовые зонды |  |  |
| Гравитационные волны | **Авиационная метеорология:**   * Было бы полезно проводить наблюдение, запрашивая данные о подъеме/спуске с воздушных судов АМДАР/ ADS-B/Режиме S, а также полное разрешение в профилях радиозонда. Сроки цикла и доступность радиозондов непосредственно вверх по течению от горных хребтов должны считаться приемлемыми только в нескольких густонаселенных районах и в бедных районах. | спутниковые снимки водяного пара с геостационарных спутников, радиозатменные измерения ГНСС (как ГСОМ) |  |  |
| Вулканический пепел аэрозоль | **Авиационная метеорология:**   * Многие вулканы находятся в отдаленных и малонаселенных районах, где надежное обнаружение извержения и определение природы извержения могут быть основаны только на методах дистанционного зондирования. * Спутниковая продукция наиболее полезна там, где наблюдаются значительные концентрации вулканического пепла, хотя для определенных фаз текущего явления четкие сигналы на дальних подветренных расстояниях также легко обнаруживаются. * Для определения более точных количественных оценок уровней концентрации шлейфа вулканического пепла требуется дальнейшее исследование спутниковых применений. * На спутниковую продукцию могут влиять наличие подстилающих, лежащих или окутанных облаков, особенно ледяных облаков. * Спутниковые методы «обратного моделирования» для более точного ограничивающего члена источника извержения в настоящее время доступны только в режиме исследований после явления. | Спутники, приборы дистанционного зондирования аэрозолей, ЛИДАР, облакомеры, местоположение молний, зонды аэрозолей на борту БЛА, аэрозольные зонды, мультиспектральные изображения в ВИД/ИК-диапазонах с быстрыми циклами повторения, получение изображений в ВИД/ИК диапазонах, реализация дневных/ночных радиолокаторов, радиолокаторов для измерения осадков и облачности, ПРОГРАММА ВИД/БИК/ИК зондирования для непрерывного полярного охвата (Арктика и Антарктика) |  |  |
| Песок и пыльный аэрозоль | **Авиационная метеорология:**   * Несмотря на то, что обнаружение таких явлений в качественном смысле проявляется созрело на спутниковых изображениях в видимом диапазоне, автоматизированное обнаружение вне дневного времени остается проблемой, а приземные наблюдения в районах, подверженных воздействию этих явлений, являются недостаточными. * Видимость, в частности оптическая плотность аэрозолей (ОПА) и скорость/порывистость ветра, исследуются как показательные параметры при отсутствии каких-либо измерений аэрозольной нагрузки. Ожидается, что СН в сочетании с специализированной продукцией, полученной на основе спутниковых изображений, будет наиболее перспективным. | Мультиспектральные изображения ВИД/ИК с быстрыми циклами повторения изображений в ВИД/ИК диапазонах, реализация дневной/ночной полосы |  |  |
| Цветность океана, хлорофилл, нитрат, концентрация силикатов и фосфатов | **Прогнозы во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных:**   * Активные оптические компоненты океана (хлорофилл «a», взвешенные твердые частицы, цвет растворенные органические вещества) контролируют проникновение коротких волн в внутренний океан и, следовательно, могут влиять на нагрев и стабильность вблизи поверхности, создавая биофизическую обратную связь с атмосферой, которая может влиять на предсказания водного цикла, ЭНЮК и другие климатические сигналы. Разрешение и частота, вероятно, являются достаточными для предсказаний, однако для использования данных требуется разработка моделей и ассимиляции данных.   **Океанические применения:**   * Измерения in situ необходимы для дополнения спутниковых наблюдений за концентрацией хлорофилла в океане. Эти измерения должны сопровождаться суточными наблюдениями за температурой океана, приземным ветром и питательными веществами в режиме реального времени (т. е. фосфат, нитрат, нитриты, аммония, силикат). * Растворенный кислород является важным трасером физических (например, вентиляции) и биогеохимических процессов (например, фотосинтеза, дыхание). В настоящее время она регулярно измеряется автоматическими датчиками, размещенными на эйлеровских и лагранжовых платформах с улучшенным качеством. Кислород может быть ассимилирован в моделях для улучшения биогеохимических прогнозов и реанализов. * Для олиготрофического океана концентрация нитратов может быть получена только при помощи химического испытания в лаборатории. * Спутниковые измерения обеспечивают данные хлорофилла высокого разрешения. Существует потребность в ограничении данной переменной состояния на поверхности, где изменчивость является наибольшей. Точность в открытом море приемлема для ассимиляции моделей океанических экосистем и морского обслуживания. Однако данные хлорофилла по прибрежному району являются плохими и должны быть ограничены данными in situ высокого качества (например, данные HPLC). * Суда обеспечивают данные о концентрации хлорофилла, нитрата, силиката и фосфата с плохим пространственно-временным разрешением во многих регионах. Эта продукция неудовлетворительна с точки зрения своевременности, необходимой для морских применений. * Данные наблюдений со спутников в L-диапазоне могут быть использованы для оценки солености океана у поверхности и предоставления ценной информации для валидации систем прогнозирования. | Спутниковые приборы для получения изображений (например, SGLI, GOCI, VIIRS), спутниковые спектрометры (например, MODIS, OLCI), заякоренные буи, автоматические онлайновые анализаторы качества воды, |  |  |
| Температура почвы | **Сельскохозяйственная метеорология:**   * Все категории агрометеорологических станций должны также включать измерения температуры почвы. Уровни, на которых наблюдаются температуры почвы, должны включать следующие глубины: 5, 10, 20, 50 и 100 см. На более глубоких уровнях (50 и 100 см), где изменения температуры медленны, суточные показания обычно достаточны. При измерении температуры почвы в лесу эталонный уровень для измерения глубины должен быть четко обозначен: считается ли верхняя поверхность мусора, гумуса или слоя массы на высоте 0 см. или принимается ли интерфейс почвы и мусора в качестве нулевой отметки. Когда земля замерзает или покрыта снегом, представляет особый интерес для того, чтобы знать температуру почвы под невозмущенным снегом, высоту снежного покрова и высоту замерзания в почве. | Станции приземных наблюдений |  |  |
| Расход поверхностных вод | **Гидрологии:**   * Качество таких наблюдений еще предстоит полностью определить, и наблюдения in situ для калибровки имеют большое значение. Существует несколько спутниковых методов, которые требуются для картирования масштабов наводнений в поймах или крупных речных системах, а также продолжительности паводков, включая визуальные, ИК-и радиолокационные датчики. Однако, как правило, данные гидрологических наблюдений с космических аппаратов не доступны для любого конкретного места на ежедневной основе из-за геометрии орбит космических аппаратов. В большинстве случаев может быть возможно получать данные только один раз в две-три недели в конкретном месте, которое является серьезным ограничением. * Речной сток является ключевыми данными для обеспечения гидрологического обслуживания в области управления водными ресурсами, включая паводки и засухи, климатический анализ, трансграничный обмен водными ресурсами и понимание всего водного цикла. Во многих странах гидрологические наблюдения по-прежнему являются слишком редкими. Существуют проблемы, связанные с установкой оборудования и обслуживанием и эксплуатацией гидрологических станций. Это объясняется, с одной стороны, отсутствием устойчивого национального финансирования и, с другой стороны, нехваткой специалистов. * Появляющаяся спутниковая информация требует наблюдений in situ для калибровки и валидации/верификации. Существует несколько спутниковых методов, которые требуются для картирования масштабов наводнений в поймах или крупных речных системах, а также продолжительности паводков, включая визуальные, ИК-и радиолокационные датчики. Однако, как правило, данные гидрологических наблюдений с космических аппаратов не доступны для любого конкретного места на ежедневной основе из-за геометрии орбит космических аппаратов. В большинстве случаев может быть возможно получать данные только один раз в две-три недели в конкретном месте, которое является серьезным ограничением. Спутниковые измерения поверхностных скоростей и расхода не применяются в оперативном режиме. Это может быть достигнуто с помощью методов поверхностной скорости (на основе изображений, радиолокаторов) или путем усвоения данных о высоте поверхности воды и уклоне в гидродинамических моделях. Оба подхода все еще находятся только на этапе проверки концепции и ограничиваются большими очень крупными реками только из-за пределов разрешения. | Новые подходы, включая недорогие датчики, видеоматериалы, гражданская наука, новые спутниковые программы (например, ССВУ), IoT и аналогичные подходы могут быть протестированы в рамках нескольких проектов ВМО.  In situ, визуальные, ИК-, радиолокаторы, гиперспектральные МКВ-датчики, акустическая доплеровская измерительно-измерительная метрия, обычные станции мониторинга с частотой взятия проб в диапазоне ниже с суточной скоростью (методы уровня-расхода и индексной скорости)  In situ: гидрометрические станции, мониторинг уровня воды (иногда уклон и индексная скорость), тарировочные кривые расхода уровня и расхода воды с использованием случайных измерений уровня и расхода воды (измерения) | измеритель скорости изображения (IV)  Измерение расхода, основанное на беспилотных летательных аппаратах в сочетании с гидродинамическим моделированием  Спутниковые измерения: визуальные, ИК, радиолокаторы, гиперспектральные МКВ-датчики  Низкозатратные, открытые источники, простые в использовании технологии измерения расхода и мониторинга | IV является экономически эффективным как для прямых измерений, так и для непрерывного мониторинга и обеспечения безопасности при эксплуатации, что не требует размещения лодки в реках.  Традиционные гидрометрические станции обеспечивают временные ряды расходов с ограниченным пространственным охватом, но очень высоким временным разрешением и минимальным отклонением благодаря измерениям расхода воды. Требуется долгосрочная непрерывность временных рядов расхода, предотвращение пробелов и смещение/сбой. Спутниковые оценки могут обеспечить расширенный пространственный охват, но требуют наземных наблюдений для калибровки/валидации, поэтому они должны рассматриваться как расширение, а не замена гидрометрических сетей.  Во многих программах и сетях современное оборудование (например, гидроакустические профилометры, спутниковая связь и т. д.) может быть проблемой для непрерывного функционирования из-за их сложности, стоимости технического обслуживания и снижения надежности работы. В таких случаях следует рассмотреть более простые методы, включая низкозатратные, механические и операторские решения. |
| Запас поверхностных вод | **Гидрологии:**   * Существует довольно аналогичная проблема накопления воды в речных руслах, поймах и крупных эстуариях, что является более сложной задачей для непрерывного измерения. * Как правило, наблюдения еще не доступны для водно-болотных угодий, больших пойм и эстуариев. Это может меняться с помощью улучшенных цифровых данных о высоте. * Существует много неопределенностей наблюдений в отношении удержания стока в плотинах, водохранилищах, озерах и водно-болотных угодьях; потери воды на испарение с поверхностей хранения; а также просачивание запасов подземных вод. | Наземные и альтиметрические наблюдения, гиперспектральные МКВ-датчики |  |  |
| Запас грунтовых вод | **Гидрологии:**   * Наблюдения за сушей проводятся, но общий глобальный доступ к данным о подземных водах (скорость пополнения и забора, в частности) является весьма ограниченным. МЦОРПВ собрал информацию о ресурсах подземных вод на глобальном уровне. Гравиметрические методы наблюдений (например, из GRACE) для очень крупных водных объектов грунтовых вод доступны, но пока еще предстоит полностью доказать в оперативных условиях. Рассматривается вопрос об использовании данных ГСЭ. | МЦОРПВ, ГРАСЕ, Гравиметрические программы |  |  |
| Испарение и эвапотранспирация | **Гидрологии:**   * Прямые наблюдения являются редкими, и большинство значений испарения фактически являются производными оценками. Испарение в контексте ГНС относится к «прямым» измерениям фактического испарения. Из-за методов наблюдений даже прямые измерения являются оценками. Наземные измерения в глобальном масштабе сокращаются с точки зрения пространственного охвата в то время, когда традиционные наблюдения in situ, такие как испарительная система и лизиметры, в значительной степени прекращены. * Доступ к площади полученного суммарного испарения увеличивается, однако доступность данных наземных контрольных данных значительно уменьшилась с течением времени. С точки зрения пространственного разрешения существующие источники данных не всегда адекватны для анализа малых бассейнов, особенно, например, с точки зрения потерь на испарение из основных водохранилищ. | испарителем и лизиметрами, башнями потока, корреляцией вихревых потоков и методами Соотношения Боуэна |  |  |
| Вечная мерзлота (например, толщина активного слоя, температура грунта, скорость сползая горных ледников) | **Мониторинг климата: мониторинг криосферы.**   * "более систематический мониторинг вечной мерзлоты как партнерство между научно-исследовательскими и оперативными учреждениями на национальном и региональном уровнях, стандартизация данных и обмен которыми осуществляется на международном уровне;" * Необходима долгосрочная устойчивость научно-исследовательских станций для содействия наличию климатологических записей. * Пробел — последовательные приобретения inSAR в режимах высокого разрешения для изменения ландшафта   **Гидрологии:** | Спутниковые наблюдения: мультиспектральные формирующие изображения в ВИД/ИК-диапазонах с высоким разрешением; Изображения рСА и альтиметры (лазерные) и радиолокаторы) Космические аппараты для рефлектометрии ГНСС (ГНСС-Р), пассивные МКВ,РСА  Приземные наблюдения (увеличение числа станций, долгосрочное использование данных) |  | Современные возможности для получения изображений, непригодные для мониторинга горных ледников в горной многолетней мерзлоте  Весьма сложно получить несмежную, сезонную безоблачную область с высоким разрешением. изображения оптической береговой линии (прибрежных многолетняя мерзлота) — для обеспечения мозаичного отступания береговой линии  Сезонные высокие рез. данные, необходимые для понимания процессов: таяние спадов; Горные ледники; Ледяные клины (небольшие пруды)  Не подходит для мониторинга горных ледников в многолетней мерзлоте — будущая проверка L-диапазона InSAR предусмотрена (JAXA PALSAR-2 не имеется)  Проблема получения непрерывных многосчетных временны́х рядов по всем холодным пятнам  Гиперспектральные изображения (фенология) потенциальной выгоды, например, PRISMA |
| Ледники (например, баланс массы, высота линии равновесия, расход и толщина) | **Мониторинг климата: мониторинг криосферы.**   * Будет налажен более систематический мониторинг ледников в качестве партнерства между научно-исследовательскими и оперативными учреждениями на национальном и региональном уровнях, а данные будут стандартизированы и обмениваются на международном уровне   **Гидрологии:** | Спутниковые наблюдения: альтиметры с широкой полосой захвата и высотные, наклонные высокоточные орбитальные альтиметры; РСА с мультиполяризацией, гиперспектральный ВИД; Гравиметрические космические аппараты  Самолетные наблюдения: лидар  Приземные наблюдения и обследования | Дронов  Наземный радиолокатор, проникающий в землю (ГПО)  радиоэхолотное зондирование (RES) — объем ледника | Необходима долгосрочная устойчивость научно-исследовательских станций для содействия наличию климатологических записей.  Картирование протяжености снежного покрова и ледников по-прежнему в значительной степени зависит от оптических данных ~10 м. глобальных, десятилетних и свободно доступных комплектов данных со спутника Лэндсат, АСТЕР и Sentinel-2, дополненных высоким пространственным разрешением (<10 м), ограниченным охватом оптическими изображениями (и стерео данными) с СПОТ, Плейадес, Картосат-I и т. д. |
| Ледяные щиты | **Мониторинг климата: мониторинг криосферы.**   * Оперативный преемник КриоСат-2 стремился в рамках эволюции в рамках программы «Коперник» (программа по топографии льда и снега CRISTAL) для высоты поверхности льда на > 82° в широте * Консолидированное вычисление потока откалывание/айсберга шельфовых ледников * Необходимость непрерывного слежения за миграцией линии заземления * Наиболее значимым остаточным источником неопределенности в повышении уровня моря является Антарктический полуостров   **Океанические применения:** | Радиозатменные наблюдения ГНСС (основная группировка),  Изображения рСА и альтиметры (лазерные) и радиолокаторы)  Космические аппараты для рефлектометрии ГНСС (ГНСС-Р), пассивные МКВ,РСА  Криосферные наблюдения — наземные наблюдения |  | Потребность в охвате слева InSAR в центральной Антарктике - планируется выполнить НАСА/ИСРО НИСАР (РСА L-диапазона) в будущем  Разрыв в непрерывности гравиметрических временны́х рядов массы ледяного щита — в настоящее время продолжается ГРАСЕ-ФО  Необходимость регулярного обновления ДЕМС ледяного щита в динамических регионах (интервал TBD) |
| Айсберги (например, местоположение, размер, концентрация, осадка) | **Прогнозирование текущей погоды и СКП:**  **Прогнозирование состояния океана:**   * Расширение транзита в полярных регионах, включая туристические суда, автономные суда АМС позволят проводить своевременные наблюдения за льдом (например, в полярных регионах, Южном океане). | Приземные наблюдения над океаном: судовые наблюдения  Спутниковая альтиметрия (КриоСат2), изображения (МОДИС) | Изображения, полученные с борта спутника ENVISAT ASAR  РСА с дополнительной широкой полосой захвата (СЗП); Интерферометрические широкополосные часы (IWS) | Данные с высоким разрешением и высокой точностью от научно-исследовательских судов, подлежащих распространению в режиме реального времени.  Более систематические измерения инфракрасных радиометров с судов для валидации спутниковых данных. |
| Озерный и речной лед | **ЧПП высокого разрешения:**  **Гидрологии:** | Гидрологические и криосферные наблюдения  Добровольные наблюдения за датами замерзания/таяния озерного/речного льда — |  | Автоматизированное измерение высоты снежного покрова/высоты снежного покрова.  расширение автоматизированных измерений влажности почвы/температуры  Добровольные наблюдения за датами замерзания/таяния льда на озерах/реках — распространяются на международном уровне и архивируются. |
| Водопользовать | **Гидрологии:**   * В настоящее время имеется только ограниченная информация по этой переменной, которая также является весьма неоднородной по качеству и доступности (административная, пространственная и временная). В то время как секторальная информация (в основном оценки) доступна на основе национального и местного государственного органов власти, глобальная консолидированная информация по водопотреблению как по потреблению, так и к непотреблению, отсутствует, и большая часть существующей информации экстраполируется или получена из относительно небольшого доступного источника данных. * Странам следует предоставлять информацию об использовании водных ресурсов на международном уровне. | АКВАСТАТ |  |  |  |
| Измерения электромагнитного потока: поток солнечного ЭУФ, поток рентгеновского излучения, радиоиспускаторы | **Космическая погода:**   * Для мониторинга долгосрочной изменчивости солнечной активности и для внесения в численные модели космической среды и атмосферы используются измерения потока на частоте 2800 МГц (10,7 см). В настоящее время они предоставляются только пентическим радиотелескопом. Следует обеспечить долгосрочную непрерывность и согласованность этих рядов данных. * Такие измерения, полученные с помощью наземной инфраструктуры, требуют участия обсерваторий по всему миру в целях достижения 24-х ч охвата. Сети, которые собирают такие данные со всего мира, существуют, но в настоящее время не обеспечивают доступность данных для населения, удовлетворяющего вышеуказанным критериям. Сеть радиоэлектрических телескопов (RSTN), эксплуатируемая Ввс США, охватывает земной шар в режиме реального времени, но не все спектры в режиме реального времени доступны для широкой общественности. Данные с сети eCallisto общедоступны, но немногие из станций вносят вклад в режиме реального времени. * Предоставление потоков солнечного ЭУП, потока рентгеновского излучения и данных о радиоизлучевых излучениях следует оценивать как предельные для приемлемости. * Ключевым наземным системам, предназначенным для науки, следует разработать режим реального времени для применений в области космической погоды и координироваться на глобальном уровне для обеспечения непрерывности наблюдений и надлежащей взаимной калибровки. | Спутники НУОА/ГОЕС, Солнечная динамическая обсерватория (SDO), PROBA2/LYRA, Пентический радиотелескоп, ТППН, эКаллисто, спектрограф рентгеновского излучения на ГСО |  |  |  |
| Солнечные изображения: рентгеновское излучение, ЭУФ, H-Альфа, Кальций-K, Белый свет, магнитное поле | **Космическая погода:**   * Многие наземные наблюдения за солнцем получают полуоперативную поддержку, при этом некоторый уровень долгосрочной непрерывности, несмотря на отсутствие обслуживания в режиме реального времени, в то время как космические наблюдения, такие как SOlar and Heliospheric Observatory (СОХО) (наиболее широко используются в оперативном обслуживании в области космической погоды), SDO и СТЕРЕО PROBA-2, являются исследовательскими программами. Будучи научно-исследовательскими миссиями, они, как правило, не разработаны для удовлетворения требований оперативной своевременности, и самое главное, неясно, будет ли их возможности заменены. * Предоставление солнечных изображений: рентгеновское излучение, ЭУФ, Г-Альфа, Кальций-K, Белый свет, данные магнитного поля должны оцениваться как предельные. * Ключевым наземным системам, предназначенным для науки, следует разработать режим реального времени для применений в области космической погоды и координироваться на глобальном уровне для обеспечения непрерывности наблюдений и надлежащей взаимной калибровки. | ГОНГ, ВСКОРЕ, СОХО, SDO, Обсерватория по изучению связей с солнцем суши (СТЕРЕО), PRoject для автономности на борту спутника -2 (ПРОБА-2) и др., рентгеновского спектрографа на ГСО |  |  |  |
| Изображения солнечного коронографа | **Космическая погода:**   * Предоставление изображений солнечной короны должно оцениваться как плохое. * Особую озабоченность в этой области вызывает обеспечение непрерывности данных коронографа для оценки параметров инициирования КМЕ, которые оказывают серьезное влияние на возможности прогнозирования космической погоды. * Ключевым наземным системам, предназначенным для науки, следует разработать режим реального времени для применений в области космической погоды и координироваться на глобальном уровне для обеспечения непрерывности наблюдений и надлежащей взаимной калибровки. | Большой угол и спектрометрический COronagraph (LASCO) на борту спутника SOlar Heliosphere Orbiter, коронального и гелиосферного исследования корональной и гелиосферной связи За солнцем (SECCHI) на борту спутника СТЕРЕО, коронографа солнца и радиоспектрографа на L1 |  |  |  |
| Объемная скорость солнечного ветра, плотность и температура | **Космическая погода:**   * К сожалению, из-за различий в контрольно-измерительных приборах объемные параметры солнечного ветра, предоставляемые этими двумя спутниками, иногда демонстрируют значительные различия. Объемные параметры солнечного ветра (за исключением МВФ) также доступны (не в режиме реального времени) из СОХО (расположен в точке L1) и в рамках программ исследований ветра. Текущая ситуация с предоставлением данных по массовым параметрам солнечного ветра и МВФ может быть оценена как предельная. | ACE (Усовершенствованный исследователь состава), DSCOVR (Обсерватория глубокого космического климата, НУОА), солнечный ветер, плазма in situ, энергетические частицы и магнитное поле на L1 |  |  |  |
| Потоки солнечных энергетических частиц | **Космическая погода:**   * К сожалению, DSCOVR не имеет приборов для измерения энергетических частиц. * Высокоэнергетические измерения электронов в L1 в настоящее время не проводятся на регулярной стадии. * Таким образом, текущее поступление данных о солнечных энергетических частицах при измерениях солнечного ветра должно определяться как плохое. | ACE, SOHO (НАСА/ЕКА) и WIND (НАСА), вне L1 положение энергетических частиц измеряется одним из спутников СТЕРЕО, солнечным ветром, плазмой in situ, энергетическими частицами и магнитным полем на L1 |  |  |  |
| Гелиосферические изображения | **Космическая погода:**   * Один из спутников недавно прекратил производство наблюдений. Предоставление данных следует оценивать как плохое. | СТЕРЕО, коронографы солнца и гелиосферические изображения как на оси Земля-Солнце, так и вне него (например, на L5) |  |  |  |
| Дифференциальный поток электронов по направлению (ГСО, МЕО, НОО) | **Космическая погода:**   * Охват малоэнергетических электронов (< 100 кэВ) является плохим, как и поступление данных. Увеличение числа мест на ГСО и НОО, где измеряются эти электроны, и предоставление данных в режиме реального времени требуется. Необходимо также увеличить доступность измерений высокоэнергетических электронов как на ГСО, так и на НОО, а также увеличение наличия высокоэнергетических электронов на НОО. Дополнительные измерения электронов на орбитах ВЭО позволят улучшить определение уровней потока электронов по всей магнитосфере. Маргинальных. |  |  |  |  |
| Поток нейтронов космических лучей (наземный) | **Космическая погода:**   * только ограниченное число пунктов наблюдений предоставляет высококачественные данные в режиме реального времени. Повышение качества данных в режиме реального времени и включение этих данных в глобальные модели могли бы способствовать улучшению оценок радиационных уровней на воздушных судах. Маргинальных. | Наземные нейтронные мониторы и детекторы мюона, |  |  |  |
| Интенсивность дозы радиации (самолетная) | **Космическая погода:**   * Измерения интенсивности дозы радиации обычно не проводятся на борту воздушного судна. Для этих измерений должна быть установлена базовая модель, которая могла бы быть использована для развития первоначальных возможностей обслуживания (включая верификацию моделей), а затем для уточнения потребностей в измерениях. Бедных. |  |  |  |  |
| Общее содержание электронов (ОСЭ) | **Космическая погода:**   * Ситуация хуже с наличием данных над океанами, для которых космические наблюдения ГНСС являются практически осуществимым способом устранения пробелов. Международная служба ГНСС (ИГС) предоставляет наземные данные ГНСС с сети глобально распределенных площадок, включая ГСОМ и ГЛОНАСС, и в будущем может быть расширена, с тем чтобы включить БейДу (ранее именуемую КОМПАСС), ГАЛИЛЕО и другими ГНСС. В целом для наземных приемников ГНСС предоставление данных является приемлемым в некоторых регионах (например, в США, Японии, Европе), но плохо в глобальном масштабе (проблемы, особенно в своевременности). * Горизонтальное разрешение и охват наблюдений ГНСС-РЗ будут улучшены с запуском группировки КОСМИК-II ГНСС-РЗ (2017—2020 гг.) с расчетной задержкой около 45 минут. Это находится в пределах порогового значения, но по-прежнему неудовлетворительно по сравнению с целевой целью. Таким образом, оценка наблюдений, проводимых ГНСС-RO, является плохой (проблемы, особенно в отношении своевременности). | Радиозатменные наблюдения ГНСС (основная группировка), радиозатменные наблюдения ГНСС; "дополнительные группировки для усовершенствованных зондирований атмосферы/ионосферы (включая поляриметрические), включая ноО-НОО радиозатменные измерения для дополнительных частот, оптимизированных для зондирования атмосферы;" |  |  |  |
| Сцинтилляция (S4 и Ϭφ) | **Космическая погода:**   * Для измерений сцинтилляции необходимо увеличить число наземных приемников сцинтилляции ГНСС, особенно в полярных и экваториальных районах, где чаще всего происходят явления, с тем чтобы обеспечить более однородный охват и удовлетворить потребности. Следует искать инновационные решения для охвата океанических регионов в поддержку деятельности, осуществляемой вне берега. До настоящего момента предоставление данных должно быть определено как бедное. |  |  |  |  |
| Врагов | **Космическая погода:**   * Предоставление данных для мониторинга вышеуказанных характеристик F и Е-регионов ионосферы может рассматриваться как приемлемое в некоторых регионах (например, в Средней Европе), но в глобальном масштабе (проблемы в своевременности). |  |  |  |  |
| Поглощение области D | **Космическая погода:**   * В целом доступность данных наблюдений за поглощением В-регионе является плохой. Дополнительная доступность и своевременность данных, особенно с научного риометра, улучшат спецификацию ионосферы в экстремальных условиях. |  |  |  |  |
| Температура (пространство) | **Космическая погода:**   * Оценка пробелов: Температура нижней термосферы: предельные — данные ОСИРИС доступны, но они не охватывают весь вертикальный диапазон и не имеют плохой своевременности. * Оценка пробелов: Температура верхних слоев атмосферы: плохая — имеются лишь несколько редких наблюдений ИПП. Плохая своевременность. | Спутниковый прибор ОСИРИ, ППИ |  |  |  |
| Плотность атмосферы | **Космическая погода:**   * Оценка пробелов: плотность нижней термосферы — менее предельных/ предельных — ИПСИ и ИПСИ может удовлетворять требованиям, но не имеется информации о точности, цикле наблюдений и своевременности. * Оценка пробелов: плотность верхних термосфер — маргинальная — стая удовлетворяет большинству потребностей, за исключением своевременности и вертикального разрешения. Последняя может быть рассмотрена путем введения новых программ, таких как ДАНД, и последующих программ GRACE SSUSI и SSULI, которые могут отвечать требованиям, но информация о точности, цикле наблюдений и своевременности отсутствует. |  |  |  |  |
| Горизонтальный ветер | **Космическая погода:**   * Оценка пробелов: Ветер в нижних слоях атмосферы — плохой — наблюдения за течениями отсутствуют. В 2017 году ожидается миссия ICON. * Оценка пробелов: ветер в верхних слоях атмосферы — плохой — лишь несколько редких наблюдений ВПИ. Плохая своевременность. Данные о ветре акселерометра имеют слишком большие ошибки, чтобы быть полезными. |  |  |  |  |
| Наземные наблюдения за геомагнитным полем | **Космическая погода:**   * Потребность в пространственном распределении (100 км) в нескольких районах не удовлетворяется на основе неоднородности течений в местах проведения геомагнитных наблюдений МЕЖМАГНЕТ по всему миру. Они наиболее плотные в Европе и наименее плотные в Африке, Южной Америке и азиатской части России. Другие совместные сети наземных магнитометров не удовлетворяют требованиям в отношении большего числа параметров, чем ИнтерМАГНЕТ. * Данные INTERMAGNET удовлетворяют целевому требованиям цикла наблюдений (1 сек) и неопределенности (0,1 nT). В то же время передача данных INTERMAGNET осуществляется в течение 72 часов после получения, таким образом, пороговая своевременность в 60 мин не удовлетворяется. * Как правило, доступность, частота дискретных измерений и качество наземных геомагнитных данных должны рассматриваться как незначительные (в некоторых местах) хорошие, в то время как своевременность все еще недостачена. |  |  |  |  |
| Космические наблюдения (НОО, ГСО) геомагнитного поля | **Космическая погода:**   * требования к наблюдениям за геомагнитным полем на орбитах ГСО и НОО могут рассматриваться как отвечающие на уровне предельных значений с целью горизонтального разрешения на ГСО и НОО, не удовлетворяются, а также своевременность для НОО. Однако, как уже отмечалось, эти места не отражают общего состояния динамической магнитосферы, особенно в высоких широтах магнитосферы (которые в будущем могут быть заполнены спутником ВЭО с высоким углом наклонения). Таким образом, общий пространственный охват и временно́е разрешение данных о магнитосферном магнитном поле глобального масштаба и нуждаются в улучшении, и в его текущем состоянии следует классифицировать как плохое. |  |  |  |  |

**Ссылки:**

Аберле, Ж., Ренни, К., Вихала, Д. и Муста, М. (2017 г.). Экспериментальная гидравлика: приборы и методы измерений, пресс CRC, Тейлор и Фрэнсис Группа, Лондон, СК, ISBN: 978-1-138-03815-8; 410 с.

Батталья А, Павлос Коллиас Ранвир Диллон Ричард Рой Симоне Танелия Ламер Мирча Греку Мэтью Лебок Мэтью Лебсоком Даниэль Уоттерс Камил Джеральд Джеральд Хаймсфилд Лиуа Кинджи Фурукава: Космические облака и осадки радиолокаторы: состояние, задачи и пути продвижения', 2020 год, Обзор геофизики. <https://doi.org/10.1029/2019RG000686>

Барлоу, Ж. Ф., Данбар, Т. М., Немиц, Е. Г., Вуд, К. Р., Галлахер, М. В., Дэвис, Ф., О'Коннор, Э., и Харрисон, Р. М.: Динамика пограничного слоя над Лондоном, СК, как наблюдалась с использованием доплеровского лидара во время РЕПАРТИ-II, Atmos. Chem. Phys., 11, 2111-2125, <https://doi.org/10.5194/acp-11-2111-2011>, 2011.

Бренот, Х., Немегер, Ж., Дельоббе, Л., Клербо, Н., Де Мейттер, П., Декамин, А., Делькло, А., Фреппес, Л., Ван Розендаэль, М. (2013 г.), предварительные признаки инициирования глубокой конвекции ГНСС, Атмос. Физикос., 13, 5425-5449, <https://doi.org/10.5194/acp-13-5425-2013>

Делано, Ж., Протат, А., Винсон, Ж., Бретт, W., C., C., Bertrand, F., Parent du Chatelet, J., Hallali, R., Barthes, L., Haeffelin, M., & Dupont, J. (2016). BASTA: Доплеровский радиолокатор с частотой 95 ГГц для изучения облачности и тумана, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, *33*(5), 1023—1038, из <https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/33/5/jtech-d-15-0104_1.xml>

Кавабата Т. и Иошинори Шоджи (30 мая 2018 года). Применения данных о наклонной задержке ГНСС по метеорологии в штормовых масштабах, многофункциональная эксплуатация и применение ГСОМ, Рустам Б. Рустамов и Ариф М. Хашимов, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.75101. Доступно от: <https://www.intechopen.com/books/multifunctional-operation-and-application-of-gps/applications-of-gnss-slant-path-delay-data-on-meteorology-at-storm-scales>

Кюхлер, Н., С. Кнайфел, У. Ленерт, П. Коллиас, Х. Чекала, Т. Роуз, 2017 г.: Система радиометров в W-диапазоне для точного и непрерывного мониторинга облаков и осадков, *Дж. Атмос. Океанический технический отдел.* , [https://doi.org/10.1175/JTECH-D-17-0019.1](https://ofcsg2dvf1.dwd.de/fmlurlsvc/?fewReq=:B:JV07MDQwOyd3PDMvMSdoZTwxMDsxMCdyaGZvYHV0c2Q8NjM1MzNlMjkwMjFgNTQzNWQ5NjljNDgyNjZlMDdlMWdiNDc3YDYyYCd1PDA3MjQ5NTEwMzIncGhlPDBAMzkzMlBoMTExNDg4LDBAMzkzMlBrMTExNDg4J3NicXU8V25tamRzL01kaWxgb29BZXZlL2VkJ2I8NDMnaWVtPDE=&url=https%3a%2f%2fdoi.org%2f10.1175%2fJTECH-D-17-0019.1)

Lange, D., A. Behrendt, V. Wulfmeyer, 2019: Компактный оперативный тропосферный водяной пар и температура Рамановского лидара с разрешением турбулентности. Геофизические научные письма 46, 14844-14853. DOI:10.1029/2019GL08574, 2019

Лейенбергер Д, Хефеле, Н Оманович, Мн Фенглер, Г Мартуччи, Б Калпини, О-Шире и Росса «Улучшение численного прогнозирования погоды со значительными последствиями с помощью лидарных и беспилотных наблюдений». Опубликовано в онлайновом режиме: 17 июл 2020 г. Печатное издание: 01 июл 2020 г.; DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0119.1> Страница(ы): E1036–E1051

Li Z— «Воздействие ветров EHS в режиме S в Метеобюро», которое будет опубликовано в Метео App 2021

Мариани, З., Стэнтон, Н., Уайтуэй, Ж., Лехтинен Р. "Торонто водяной пар Лидар", письмо дистанционного зондирования, 2020 г.

Newsom, Р. К., Д. Тернер, Р. Лехтинен, К. Мюнкель, Дж. Каллио и Р. Ройнин, 2020 г.: «Оценка компактного широкополосного дифференциального поглощения лидара для регулярного профилирования водяного пара в пограничном слое атмосферы». J. Атмос. Океанический технол., 37, 47–65, DOI: <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-18-0102.1>

Radenz, M., Bühl, J., Lehmann, V., Görsdorf, U., and Leinweber, R.: Сочетание радиолокационных и радиолокационных ветровых профилометров ветра с добавленной стоимостью оценки вертикальной скорости движения воздуха и скорости частиц в облаках, Atmos. Meas. Tech., 11, 5925-5940, <https://doi.org/10.5194/amt-11-5925-2018>, 2018 г.

Roininen, R., and C. Münkel, 2017: Результаты непрерывного зондирования влажности пограничного слоя атмосферы с помощью компактного прибора ЛДП. Восьмой Symp по лидарным атмосферным применениям, Сиэтл, ВАШИНГТОН, Амер. Soc., 12.3, <https://ams.confex.com/ams/97Annual/webprogram/Paper301717.html>.

Рой, Р. Дж., Лебшок, М., Миллан, Л., Купер, К. Б. (2020 год). Валидация радиолокатора дифференциального поглощения облаков g-диапазона для дистанционного зондирования влажности, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, *37*(6), 1085-1102, из <https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/37/6/jtechD190122.xml>

Шнитт, S., U. Löhnert, Р. Preusker, 2020: Потенциал двухчастотного радиолокатора и микроволнового радиометра Синергизм для профилирования водяного пара в облачной пассатной среде, Journal of Oceanic and Atmospheric Technology, 37(11), 1973—1986 гг., <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-19-0110.1>

Spuler, S. M., Hayman, M., Stillwell, R. A., Carnes, J., Bernatsky, T., and Repasky, K. S.: MicroPulse DIAL (MPD) – диоде-лазерная лидарная архитектура для количественного зондирования атмосферы, Атмос. Meas Tech. [препринт], <https://doi.org/10.5194/amt-2021-41>, в обзоре, 2021 год

Штилвелл, Р. Скотт М. Spuler, Мэтью Хейман, Кевин С. Репаски, и Катарина Э. Банн, "Демонстрация комбинированного дифференциального поглощения и лидара высокого спектрального разрешения для профилирования температуры атмосферы", Opt. Express 28, 71-93 (2020). <https://doi.org/10.1364/OE.379804>.

Турко, Максим и Госсет, Мариэль и Бувье, Кристоф и Хахинян, Н. И Алькоба, Матиас и Каку, Моде и Яппи, Аполин. (2020 г.) измерение осадков с подвижной сети телесвязи и потенциальная польза для городской гидрологии в Африке: модельная основа для анализа распространения неопределенности. Труды Международной ассоциации гидрологических наук. 383. 237-240. 10.5194/piahs-383-237-2020.

Yeung, W.L., Chan, P.W., Lehtinen, R., Roininen, R., Münkel, C. and Chiu, Y.Y. (2020), Наблюдения за субтропической погодой прототипом водяного пара ЛиДАР в Гонконгской обсерватории. Погода, 75: 244-251. <https://doi.org/10.1002/wea.3663>

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

**ДОПОЛНЕНИЕ 3**

**Ключевые действия Плана осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН), которые должны осуществляться Членами**

Дополнение к резолюции 40 (Кг-18)

Членам рекомендуется сосредоточиться на ключевых по-ЭГСН (см. документ ПО-ЭГСН на языках ВМО: [ЭН](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ETeDnDonmulOiJu9zkzieu4Bp7thwbeKXXfCq1G8nxjjQA?e=KokUlQ), [ЭС](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EZWZcp0fuphPqjejJkPOBxYBFN6n9aBU7gVl5z2RnhhQ-A?e=zQnoR6), [СРФ](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/EVRItRhG7OVCibWplVTp8U4BoxwVpJ02saZ9szskDLAueA?e=vrcmdh), [РЖ](https://wmoomm.sharepoint.com/:b:/s/wmocpdb/ERL2_7-DqEBMmfcUhLGtdBsB8u0za8LwyXpWZ140Lb_R-Q?e=yaCr0E), перечисленные в таблице ниже, и представить отзывы о том, каким образом они осуществляются на национальном уровне. Однако оставшиеся действия также важны и необходимо рассматривать выявленными участниками ПО-ЭГСН.

| **Действие No.** | **Действий** | **Оценочный показатель** |
| --- | --- | --- |
| C3 | Стандарты ИСВ — обеспечить соблюдение стандартов ИСВ всеми операторами, производящими наблюдения. | Степень применения стандартов ИСВ. |
| C4 | Консультации с пользователями — Требуется тщательная подготовка перед внедрением новых (или заменяющих существующие) систем наблюдений. Оценку последствий необходимо проводить посредством предварительной и текущей консультации с пользователями данных и более широким сообществом пользователей. Кроме того, пользователям данных необходимо предоставлять руководящие указания по приему/сбору данных, инфраструктуре обработки и анализа, предоставлению косвенных данных и предоставлению программ по образованию и подготовке кадров. | Степень охвата обеспокоенности сообщества пользователей. |
| C7 | Процедуры «управления изменениями» — обеспечивать непрерывность во времени и частичное дублирование ключевых компонентов системы наблюдений и их записей данных в соответствии с потребностями пользователей посредством соответствующих процедур управления изменениями. | Непрерывность и согласованность записей данных. |
| C8 | Принципы совместного использования данных — для систем наблюдений ВМО и совместно спонсируемых систем наблюдений обеспечивают постоянное соблюдение принципов ВМО в области обмена данными независимо от происхождения данных, включая данные, предоставляемые коммерческими структурами. | Постоянное поступление всех основных данных наблюдений для всех Членов ВМО. |
| C12 | Радиочастоты — обеспечивать непрерывный мониторинг радиочастот, необходимых для различных компонентов ИГСНВ, с тем чтобы убедиться, что они имеются и имеют необходимый уровень защиты. Предоставлять любую новую информацию о новом применении или оборудовании с использованием радиочастот. | Имеющиеся/отсутствуют частотные диапазоны наблюдений с необходимым уровнем защиты. |
| G2 | Ежечасный обмен данными — обеспечивать, насколько это возможно, глобальный обмен ежечасными данными, которые используются в глобальных применениях, оптимизированный для обеспечения баланса потребностей пользователей с техническими и финансовыми ограничениями. | Стандартные показатели мониторинга, используемые в глобальном ЧПП. |
| G4 | Стандарты ИГСНВ — обеспечивать обмен данными наблюдений из системы наблюдений за атмосферой, океаном, поверхностью суши в соответствии со стандартами ИГСНВ. При необходимости организовывать различные уровни предварительно обработанных наблюдений для удовлетворения различных потребностей пользователей. | Статистические данные по каждому применению. |
| G7 | Радиозонды в районах с недостаточным охватом данными — расширять станции радиозондирования или повторно активировать молчащие радиозондовые станции в районах с недостаточным охватом данными в Регионах I, II и III. Приложить все возможные усилия для того, чтобы избежать закрытия существующих станций в этих районах с недостаточным охватом данными, когда даже очень небольшое число станций радиозондирования может принести существенную пользу всем пользователям. | Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП. |
| G13 | Доступность данных радиозондирования — определение станций радиозондирования, которые производят регулярные измерения (включая радиозонды, эксплуатируемые только во время кампаний), но для которых данные не передаются в режиме реального времени. Принять меры для предоставления данных. | Ряд вышеупомянутых станций радиозондирования, предоставляющих данные в ГСТ, плюс стандартные индикаторы мониторинга по доступности и своевременности радиозондовых данных. |
| G14 | Данные радиозондирования — обеспечивать своевременное распространение данных радиозондовых измерений с высоким вертикальным разрешением наряду с информацией о местоположении и времени для каждого ряда данных и других соответствующих метаданных. | Количество пунктов радиозондовых наблюдений, обеспечивающих профили высокого разрешения. |
| G17 | Региональные станции дистанционного зондирования, профилирующие станции — развивать сети профилирующих станций дистанционного зондирования в региональном масштабе для дополнения систем радиозондирования и самолетных наблюдений, главным образом на основе региональных, национальных и местных потребностей пользователей (хотя часть измеренных данных будет использоваться в глобальном масштабе). | Количество профилирующих станций, предоставляющих прошедшие оценку качества данные в режиме реального времени в ИСВ/ГСТ. |
| G18 | Обработка и обмен данными профилометров — обеспечить, насколько это возможно, необходимую обработку и обмен данными профилометров для местного, регионального и глобального использования. Когда данные профилометров могут производиться чаще, чем за один час, комплект данных, содержащий только ежечасные наблюдения, можно обмениваться на глобальном уровне в соответствии с принципами ИСВ. | Количество профилирующих станций, обмен которыми производится на глобальном уровне. |
| G40 | Метаданные и репрезентативность специальных станций — обеспечивать, насколько это возможно, обмен данными наблюдений, соответствующими метаданными, включая меру репрезентативности, производимой наземными станциями, обслуживающими конкретные применения (дорожный транспорт, авиация, сельскохозяйственная метеорология, городская метеорология и т. д.). | Процент данных наблюдений с вышеуказанных станций, обмен которыми производится на региональном и глобальном уровнях в режиме реального времени. |
| G45 | Радиолокаторы с двойной поляризацией — увеличить развертывание, калибровку и использование радиолокаторов с двойной поляризацией в тех регионах, где это полезно. | Покрытие данными, полученными с этого типа радиолокатора для каждого региона. |
| G47 | Метеорологические радиолокаторы для развивающихся стран и СРБ — Для районов в развивающихся странах, чувствительных к штормам и паводками, необходимо предпринять особые усилия для создания и поддержания в рабочем состоянии метеорологических радиолокационных станций. | Количество оперативных метеорологических радиолокационных станций в вышеуказанных районах. |

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

**ДОПОЛНЕНИЕ 4**

**Обзор потребностей ГОСН (должен/должен)**

(на основе положений ГОСН в Наставлении по ИГСНВ ( ВМО-No 1160, издание 2021 г.)

|  | **ДОЛЖНЫ** | | | | | **ДОЛЖНЫ** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип сети** | **Переменные** | **Горизонтальное разрешение** | **Временно́е разрешение** | **Вертикальное разрешение** | **Обмен данными** | **Горизонтальное разрешение** | **Переменные[[20]](#footnote-21)** | **Временно́е разрешение** | **Вертикальное разрешение** |
| **Наземные станции приземных наблюдений** | * Атмосферное давление * Температура воздуха * Влажности * Горизонтальный ветер * Осадков * Высота снежного покрова (где применимо) | 200 км | Почасовой | - | Глобальное оперативное / близкое к реальному времени | < 100 км | * Атмосферное давление * Температура воздуха * Влажности * Горизонтальный ветер * Осадков * Высота снежного покрова * & дополнительные имеющиеся данные наблюдений | < = ежечасно | - |
| **Аэрологические станции**  **над сушей** | * Температура * Влажности * Горизонтальный ветер | До 30 гПа или выше:500 км | 2x/ день или чаще | 100 м | Глобальное реальное время / близкое к реальному времени | До 30 гПа: 200 км или выше  Поднабор: до 10 гПа или выше: 1000 км или выше | * Температура * Влажности * Горизонтальный ветер * & дополнительные имеющиеся данные наблюдений | До 30 гПа: 2/день или чаще  До 10 гПа или выше: 1/d или чаще | 100 м |
| **Аэрологические станции**  **Над океаном** | * Температура * Влажности * Горизонтальный ветер | До 30 гПа или выше:1000 км | 2x/ день или чаще | 100 м |  |  |  |  |  |
| **Морские станции приземных наблюдений** | * Атмосферное давление * Температура поверхности моря | 500 км | Почасовой |  | Глобальное реальное время / близкое к реальному времени |  |  |  |  |
| **Метеорологические наблюдения с борта воздушных судов**  **Подъемы/** **снижение** |  |  |  |  | Глобальное реальное время / близкое к реальному времени |  | * Температура * [Влажность] * Горизонтальные ветры * & дополнительные имеющиеся данные наблюдений | Ежечасный или более частый | 300 м или выше |
| **Метеорологические наблюдения с борта воздушных судов**  **Горизонтальный полет** |  |  |  |  | Глобальное реальное время / близкое к реальному времени | < = 100 км | * Температура * [Влажность] * Горизонтальные ветры * & дополнительные имеющиеся данные наблюдений |  |  |
| **Профилометр дистанционного зондирования** |  |  |  |  | Глобальное реальное время / близкое к реальному времени |  | * [Температура] * [Влажность] * Горизонтальные ветры * & дополнительные имеющиеся данные наблюдений | Почасовой | 100 м или выше |

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

**ДОПОЛНЕНИЕ 5**

**Интегрированное городское обслуживание (ИГО) для руководящих указаний высокого уровня ИГСНВ**

**Введение**

К 2050 году 80 % мирового населения будет находиться в городских центрах (ICLEI, 2020). Если урбанизация хорошо спланирована и хорошо управляется, то урбанизация может стать мощным инструментом устойчивого развития как для развивающихся, так и развитых стран. Цели в области устойчивого развития (ЦУР 11) и Новая повестка дня ООН по городскому обслуживанию представляют собой общее видение для лучшего, жизнеспособного и более устойчивого и здорового будущего для городов (ООН, 2016 год;" ООН в 2019 году). ВМО отреагировала, содействуя концепции интегрированного городского обслуживания (Кг-17, резолюция 68; Кг-18, резолюция 32 и 61; ИС-68, решение 15; ИС-69, решение 41; ИС-70, решение 7, дополнение 1 и 2; Стратегический план ВМО на 2020—2023 годы).

Цель настоящего документа состоит в том, чтобы сформулировать требования и приоритеты ИГО высокого уровня по мониторингу и наблюдениям в рамках Руководства высокого уровня по ИГСНВ 2040 года для НМГС осуществлять в ближайшие 5 лет (2021—2025 гг.).

Поскольку имеются сопутствующие виды деятельности по предоставлению подробной информации и руководящих указаний по интегрированному городскому обслуживанию, ИГО (Исследовательская группа по интегрированному городскому обслуживанию (ИГ-УРБ), 2021 год), то обобщенные здесь перспективы используют как существующие, так и проекты документов, а также рассмотрены ИГ-УРБ и другими экспертами. Руководящие указания, предоставленные экспертами по ИГО, будут развиваться и должны быть официально оформлены, однако имеется общее согласие в отношении мнений и приоритетов, изложенных в настоящем документе.

ИГО не является существующей областью применений ИГСНВ (АА), хотя она тесно связана с более узкой областью применений «Предоставление информации о составе атмосферы для поддержки обслуживания в городских и населенных районах», что ограничивается прогнозированием качества воздуха. Учитывая отличительный характер и проблемы городских наблюдений (например, разнообразие, переменная поверхность, высота, виртуальное местоположение (многолокационное), высокое пространственное и временно́е разрешение и своевременность, низкий задержка, необходимые партнерства, качество данных, репрезентативность, интеграция и существенные проблемы метаданных) и их непосредственное использование пользователями и лицами, принимающими решения, при принятии решений о заблаговременных предупреждениях, может потребоваться рассмотрение нового АА ИГСНВ для мониторинга ИГО. Учитывая его включение в настоящий руководящий документ высокого уровня ИГСНВ, а также на основе обсуждения с ИГ-УРБ, здесь представлен анализ пробелов и приоритетов, предполагая, что наблюдения в поддержку интегрированного городского обслуживания могут рассматриваться в качестве отдельных АА и что формализация целей, целей, сферы охвата и требований будет следовать в полном объеме времени.

**Концепция интегрированного городского обслуживания**

Потребность в городском обслуживании: плотность людей, разнообразие городской среды (например, плотность зданий, высота зданий, поверхность, проницаемость, антропогенные выбросы), концентрация критически важных искусственных инфраструктур (например, энергоснабжение, телесвязь, дороги, канализация) создают повышенную чувствительность к опасным явлениям, связанным с погодой, климатом, качеством воздуха и гидрологией. Воздействие опасных явлений связано между собой, и имеется каскадный нелинейный далеко идущий эффект домино вниз по течению (WMO, 2019;" ВМО, 2021 г., ICLEI, C40). Потребности в городском обслуживании и подложенной инфраструктуре обусловлены не только потребностями в области готовности к краткосрочным опасным явлениям, но и потребностями в долгосрочном планировании и адаптации.

Городское планирование здоровых городов (качество воздуха, экология, качество жизни, устойчивость), учитывая изменение климата, является многоплановым и включает в себя соображения по перепроектировке городов (зеленые насаждения, голубые или водные пространства), городских структур (зеленые крыши, строительные материалы, источники воды для процессов накопления тепла или охлаждения), экологии/биоразнообразия (жизни растений, видов, флоры, фауны) и качества жизни (эффективный транспорт, чистый воздух, чистая вода, парниковые газы).

Зоны затопления настолько велики, что опасные явления и связанные с ними предупреждения/воздействия в одном месте не могут повлиять на другие места и службы оказания помощи в чрезвычайных ситуациях (развертывание спасательных групп в местах затопления в низменных районах и сильных ветровых условиях, приемы в чрезвычайных ситуациях, подготовка и соответствующее укомплектование персоналом), а также ежедневное обслуживание.

Потребность в интеграции: эти многоплановые проблемы требуют конкретной, последовательной и точной информации высокого разрешения и интеграции обслуживания как для стратегического долгосрочного планирования на десятилетия, так и для оперативно-тактического реагирования на чрезвычайные ситуации и восстановления. Интеграция также необходима в различных областях, чтобы наиболее эффективно использовать ресурсы для поддержки инфраструктуры наблюдений. Обслуживание информацией о погоде, климате, окружающей среде и воде требует общих метеорологических данных, обмена конкретными данными об обслуживании для обеспечения новых возможностей с высоким пространственным разрешением, результативно и без дублирования. Функциональная совместимость (стандарты, форматы обмена, доступ к данным, метаданные) имеет основополагающее значение, а также знание различий в обработке, своевременности, доступа к данным и их задержки. Для высокой плотности пространственного разрешения конкретность и стоимость городских наблюдений требуются специализированные знания и опыт, которые могут быть достигнуты только благодаря партнерствам и интеграции. Интеграция имеет важное значение и имеет решающее значение для бесшовного прогнозирования, моделирования системы Земля, цепочки создания ценности, быстрых научных исследований в оперативную практику и оперативной деятельности в области обслуживания элементов Стратегического и Оперативного планов ВМО на 2020—2023 годы (Brunet et al., 2015; Grimmond et al., 2015; ВМО-ПЯЗВ, 2021 г.; Золото, 2021 год).

Сфера охвата ИГО: концепция интегрированного городского обслуживания была сформулирована ВМО (ВМО, 2019 г. (G1). ВМО, 2020 г. (G2); Grimmond et al., 2020; Ren и McGregor, 2021; ИГ-УРБ, 2021 г.) и включает следующие области:

1. Погода — опасные предупреждения (более специфические), аварийно-спасательные службы, дополнительная жара.
2. Климат — строительные кодексы, городское проектирование, изменение климата (парниковые газы, ВМО-ИГИСПГ, 2018 год)
3. Вода — управление сточными водами, затопление городских районов (прибрежные, речные);
4. Окружающая среда[[21]](#footnote-22) — состав атмосферы, а также здоровье, экология (насекомые, флора и фауна), качество воды и другие

Методы интеграции: методология, разработанная ВМО, включает несколько различных методов интеграции:

1. Интеграция на уровне обслуживания;
2. Интеграция на уровне продукции/постпроцессинга;
3. Интеграция на уровне моделирования;
4. Интеграция на уровне наблюдений

Интеграция инфраструктуры наблюдений является наиболее актуальным аспектом интегрированного городского обслуживания для этого конкретного заявления. В зависимости от конкретного вида обслуживания и использования данные наблюдений в городах будут иметь различные требования к обработке, выбору места и плотности, которые необходимо учитывать при интеграции разнообразных источников наблюдений, и это должно быть включено в метаданные (например, осреднение во времени, точность и точность, охват; b)" ВМО-ИГСНВ, 2021 год). ИГО требует, чтобы информация/данные/метаданные были интегрированы или интегрированы по всей цепочке создания ценности (Golding, 2021; ВМО-ПЯЗВ, 2021 г.) для использования/интерпретации системами поддержки принятия решений (например, системами визуализации данных и продукции, которые могут включать обработку «больших данных» и будут также включать экспертов в области охвата) и лиц, принимающих решения (например, мэров городов). Таким образом, комплексная продукция, которая оказывает поддержку такому обслуживанию, может быть создана с использованием отдельных датчиков (например, временны́е ряды отдельных осадкомерных постов для оценки площади осадков) или разнообразных сетей мониторинга либо однородных (например, карт осадков, получаемых с помощью дождемера, или радиолокаторов), либо неоднородных (например, карт осадков с помощью осадкомерных постов, радиолокаторов и спутников). Обработка может быть весьма сложной и может включать использование численных моделей погоды (например, реанализ).

**Наследия**

Инициативы ВМО: Конгресс/Исполнительный совет ВМО утвердил концепцию и поручил подготовить руководящие материалы по ИГО.

1. Конгресс утверждает концепцию ИГО (резолюция 68, Кг-17, 2015 г.;" Решение 15, ИС 68, 2016 г.; Решение 41, ИС 69, 2017 г.)
2. Стратегический и Оперативный план ВМО на 2020—2023 годы;
3. "«Guidance on Integrated Urban Hydrometeorological, Climate and Environment Services» (Руководство по интегрированному городскому обслуживанию в области гидрометеорологии, климата и окружающей среды), том I: Концепции и методология, были официально утверждены и приняты (2019 г.);"
4. Руководящие указания по интегрированному городскому обслуживанию в области гидрометеорологии, климата и окружающей среды, том II: «Демонстрационные города» были официально утверждены и приняты (2021 г.)
5. «Guidance on Urban Heat Island» находится в разработке (выпуск 2022 г.)
6. Была сформирована Исследовательская группа по интегрированному городскому обслуживанию (ИГ-УРБ) (2020 г.).
7. Надлежащая практика моделирования высокого разрешения для ИГО находится в разработке ИГ-УРБ.
8. Надлежащая практика оценки основанных на наблюдениях оценок выбросов ПГ в городах (WMO-IG3IS, 2021)

Существуют руководящие материалы ВМО:

1. Первоначальное руководство по наблюдениям в городских условиях (ВМО, 2006 г.)
2. Руководящие материалы по AQ, Water, NWP, документам КПМН (ВМО, 2018 г.)

Других

1. Национальный научно-исследовательский совет, США, 2012 г.;
2. HIW (Golding, 2021);"
3. Книга «Здоровые города» (Ren and McGregor, 2021)

Роль/мандат городов: городское обслуживание/предупреждения, как правило, являются мандатом городов, которые организовали себя (при национальной и глобальной поддержке) для решения вопросов устойчивости местных городов и играют важную роль в определении потребностей, приоритетов и действий.

1. ICLEI – Местные органы власти для обеспечения устойчивости, сформированные в 1990 году при поддержке Организации Объединенных Наций, были созданы в качестве НПО для оказания технической помощи местным органам власти в поддержку целей обеспечения устойчивости.
2. C40, сформированная в 2005 г., является группой из 97 мегаполисов, приверженных принятию смелых мер в области климата для здорового и устойчивого будущего.
3. Глобальный ковенант мэров

Роль НМГС: ключевое сообщение о руководящих принципах по интегрированному городскому обслуживанию состояло в том, что НМГС находятся в положении и, как ожидается, будут руководить разработкой ИГО (Rogers, 2013;" C40, 2020) из-за:

1. потенциал, особенно в моделировании городского масштаба с высоким разрешением (от глобального, до регионального, местного и микромасштаба, включая моделирование дисперсии для химических, биологических, радиологических или ядерных опасных явлений (РКНЭ)
2. возможности, существующие мандаты в области воздуха, климата, окружающей среды и водных ресурсов в глобальном, национальном масштабах, а также существующие варианты передачи предупреждений.
3. наследие, роль в системах заблаговременных предупреждений о многих опасных явлениях, уменьшении опасности бедствий и изменении климата
4. "авторитетный источник информации, признанный эксперт и ведущая роль в обеспечении предупреждений и важная роль в процессах принятия решений;"

ИГО и наблюдения: в то же время ВМО предоставляет руководящие указания в отношении будущего глобальной системы наблюдений посредством Перспективного видения Глобальной системы наблюдений на период до 2040 года (Перспективное видение ВМО на период до 2040 года). Концепции перспективного видения ИГСНВ согласуются с концепциями ИГСНВ, в частности:

1. Интегрированные системы наблюдений;
2. Наблюдения с нетрадиционных датчиков и платформ;
3. Управление данными и доступ к ним
4. Обслуживание со значительными воздействиями и последствиями и бесшовное обслуживание.
5. Сосредоточение внимания на мета-данных; И
6. Партнерства.

К числу прочих вопросов относятся:

1. Сосредоточение внимания на нетрадиционных источниках наблюдений и включении «опорных» станций в проектирование сети.
2. Анализ неоднородных датчиков/сетей наблюдений для контроля качества;
3. Сосредоточение внимания на местных/микронаблюдениях и репрезентативности в различных масштабах;
4. Неметеорологические данные для верификации явлений со значительными последствиями

**Справочная информация/состояние искусства**

1. ИГО подвержены воздействию глобальных и региональных систем погоды и климата, таких как изменение климата, синоптические и внетропические системы, а также ураганы/тайфуны. Города подвержены влиянию процессов во всех масштабах и, следовательно, **руководящие указания по глобальным или региональным наблюдениям актуальны для наблюдений ИГО**.
2. Существуют **местные (масштабы города или поверка в окрестностях), микро (городские блоки) и препятствия (отдельные здания) масштабы** процессов и воздействий. Конденсации достаточно велики, чтобы опасные явления влияли на одно место, но, возможно, не на другое, а опасные явления инициируют или возникают в месте, далеком от того места, где оно оказывает воздействие. С учетом новых возможностей в области наблюдений будет развиваться повышение плотности наблюдений, моделирования и целенаправленного принятия решений ИГО из местных, микро- или препятствий.
3. Несмотря на тесную взаимосвязь пространственных и временных масштабов для погоды, существуют применения ИГО (например, городское планирование), в которых необходима информация в микропространственных масштабах в более длительных (климатических) временных масштабах. Для применений в области погоды и качества воздуха **трехмерный** характер различных слоев городского полога (~100 м до ~2 км) играет важную роль в характеристике процесса и численном моделировании. Химические процессы и распределение составляющих атмосферы варьируются в еще более мелких вертикальных масштабах (WMO-UHI, 2022; ИГ-УРБ, 2021 г.).
4. Городское обслуживание обычно под мандатом муниципалитетов поддерживается региональными (государственными) и национальными правительствами.  **Городское обслуживание уже существует,** и это чаще всего делается на «уровне обслуживания», где несопоставимая информация и экспертные знания из разнообразных источников объединяются вручную для лиц, принимающих решения, как и при работе по управлению в чрезвычайных ситуациях гражданской авиации. Еще одним примером текущего городского обслуживания является разработка строительных норм на основе климатических данных (используя длинные временные ряды метеорологической информации). В то же время существует очевидный пробел в интеграции такого обслуживания, предоставляемого различными организациями.
5. Традиционное климатическое обслуживание опирается на данные наблюдений с **сельскохозяйственного участка** (часто аэропорта) и **адаптированное или интерпретируемое для** городских площадок/сред с использованием статистических соотношений на основе «30-летних норм». Однако городские планировщики требуют прогнозирования погоды, качества воздуха и воды в масштабе микро (и, возможно, препятствий) в рамках сценариев изменения климата и развития городов (Amorin et al., 2018). Зачастую данные городских наблюдений, которые могут непосредственно использоваться в поддержку интегрированного городского обслуживания, отсутствуют или проводятся разбросанными различными организациями.
6. Независимо от уровня интеграции **, интеграция уровня обслуживания всегда будет частью «окончательной мили»,** учитывая сложность и знания, необходимые для интерпретации разрозненных данных и развития доверия со стороны лиц, принимающих решения (например, мэров). Наблюдения необходимы непосредственно для верификации выпускаемой продукции и обеспечения доверия на протяжении всей цепочки создания ценности.
7. В целом **городская окружающая среда плохо представлена** в текущем поколении оперативного ЧПП даже в тех случаях, когда глобальные или региональные модели (для прогнозирования погоды и климата) имеют разрешение сетки в масштабе километров (обычно 2–4 км). Города просто представлены или вообще не представлены (т. е. рассматриваются как сельские) в таких моделях. Одна из главных преимуществ моделей с более высоким разрешением заключается в том, что она отражает крупномасштабные процессы (~О(100 км)) лучше (более точные структуры и более точное прогнозирование интенсивности), что само по себе улучшает городское прогнозирование по мере улучшения прогнозирования сельской среды. ИГО требует моделей подкилометров для разрешения изменений и процессов городской окружающей среды. Некоторые модели работают в масштабе 2 и 3 м.
8. **Ассимиляция данных для** численного прогнозирования погоды с высоким разрешением все еще находится на стадии научных исследований и разработок. Необходимо продолжать прогресс в научном понимании городских процессов (поверхностный обмен) и их параметризации. Существующие городские модели (и обслуживание) инициируются с помощью глобальных или региональных моделей, в которых ассимилируются глобальные и региональные наблюдения. Таким образом, i) улучшение сети мониторинга в глобальном и региональном масштабах принесет пользу ИГО и ii) проектированию сетей городских наблюдательных сетей для инициирования ЧПП является будущим приоритетом. Следует отметить, что новое поколение схем параметризации и ассимиляции на основе ИИ находятся в быстром развитии, и прогресс может значительно ускорить эту разработку.
9. Микромасштабная **способность городских моделей с высоким разрешением** и ожидаемые наблюдения определяют текущие и будущие возможности ИГО. Например, городским дизайнерам требуется знание городской окружающей среды в микромасштабах для сочетания зеленых (**деревья**, парки, сады) и голубого (источники воды для отопления/охлаждения, поглотители сточных вод для систем управления сточными водами для целей устойчивости) для здоровых городских проектов (строительство и размещение заводов;" Weston, 2021). Обследование городских численных моделей показывает, что модели гектор-метрического масштаба (~O(100) м) широко применяются в исследованиях и предопера-ческих моделях, а также геопространственных моделях, которые идут с разрешением до десятков метров. Городской дизайн для вентиляции воздуха находится в масштабе уличного каньона (Ng, 2009; Ren et al., 2018).
10. Первым шагом в моделировании городской среды является представление исходных **и граничных условий** (городской окружающей среды) в местном, микро- и препятствиях. В зависимости от сложности городских применений (например, климата) может оказаться достаточным определить «**Локальные климатические зоны»** (Стюарт и Oke, 2012) для перевода сельских районов в городские метеорологические/климатические наблюдения или выходную продукцию моделей (местный масштаб).
11. Однако **представление городской среды** с высоким разрешением (или порядка сотен метров и менее) **моделей ограниченной территории** требует более высокого уровня детализации в тех случаях, когда городские структуры, такие как здания, их высота и плотность, непроницаемость поверхности, нагревание микро/препятствий или источники выбросов, такие как шоссе, промышленные заводы и приготовление пищи на дворе (и, следовательно, деятельность человека, такая как работа и режимы дорожного движения, представлено использование кондиционеров, приготовления пищи на заднем дворе (Ching et al., 2018).
12. Городская окружающая **среда со временем эволюционирует** по мере того , как шоссе, промышленные заводы, здания строятся и невысокие подверженные наводнениям районы (подводы), а также там, где водные пути и поймы меняется в используемые районы. Учитывая постоянно меняющуюся среду, метаданные данных и окружающей среды, описывающие их, требуют частого обновления и совершенствования в рамках существующих практик.
13. Интерпретация наблюдений требует знаний об окружающей среде, которую она представляет (т. е. локальные климатические зоны (ВКЗ) или микроурбанизированные среды). Длина разгона и даже скорость и направление ветра влияют на интерпретацию. Поэтому **городские мета-данные имеют решающее значение для интерпретации данных наблюдений и должны включать информацию о городской окружающей среде, а также репрезентативность места размещения.**
14. В существующих системах поддержки принятия решений, особенно в эпоху аналитики «больших данных»/искусственного интеллекта, **требуется продукция, полученная на основе наблюдений, и рассматривается как данные** для обработки и поддержки обслуживания ниже по течению. Например, осадки могут обрабатываться, определяться или контролироваться качеством с помощью нескольких датчиков (осадкомеры, радиолокаторы, спутники, краудсорсинг или из реанализа), а исходный источник наблюдений может не иметь значения.
15. **Развитие и демонстрационные** проекты, испытательные полигоны и другие исследовательские проекты расширяют и ускоряют **исследовательскую деятельность в оперативной** и **оперативной деятельности для обслуживания** и обслуживания процессов передачи технологий, осуществляемых в **процессе принятия решений**, и поддерживают долгосрочные стратегические цели ВМО.

**Проектирование интегрированных городских наблюдений/сетей**

1. **Один размер не подходит всем.**  Потребности в наблюдениях/мониторинге будут развиваться в соответствии с потребностями и применениями интегрированного городского обслуживания, и они будут конкретными для каждого конвербации. География будет играть большую роль в проектировании ИГО, но для первого порядка это в основном уже охвачено глобальными (и региональными) системами наблюдений за климатом. Отметив, что между городами существуют общие черты для местного/микромасштабного обслуживания, касающегося опасных явлений, связанных с погодой и качеством воздуха, для решения вопросов, связанных с последствиями изменения климата, локальными паводками и городским планированием, требующими проведения наблюдений с более высоким разрешением.
2. **Важнейшие переменные ИГО**: существует большое количество переменных, которые необходимо измерять. Основная метеорологическая информация (например, температура, ветер, осадки) является общей для всех областей ИГО. Наблюдения, относящиеся к конкретной области, такие как потоки, выбросы, уровни воды и другие параметры, могут также потребоваться другими областями, такими как количество/уровень воды в городских бассейнах/канализационных системах для калибровки, верификации или оценки воздействий. Многосекторные наблюдения позволят сопряжению моделей, развитию новых наук и новых и более совершенных видов обслуживания. Это может включать показатели успешности пользователей (например, госпитализации или эпидемиологические данные) для надлежащей оценки воздействия ИГО.
3. **IUS Siting**: Существуют принципы проектирования сетей и руководящих принципов для метаданных (ВМО-ИГСНВ, 2021 год; ИГСНВ, 2019 г.). Однако наблюдения в городских районах существенно отличаются от наблюдений в сельской местности из-за: i) датчиков, входящих в состав городской станции, могут быть смещаются как горизонтально, так и/или вертикально, ii) подстилающая поверхность является переменной и iii) высотой наблюдения, особенно по отношению к трехмерной природе городского полога. Предыдущие руководящие указания по наблюдениям в городах, ориентированные на городской климат (местный масштаб и последующее развитие концепции местной климатической зоны), показали, что датчики, составляющие «станцию», могут быть физически перемещены. Температура может измеряться в одном месте, но ветер может измеряться в нескольких зданиях, с тем чтобы избежать воздействия потока препятствий. Наблюдения на крышах не рекомендуется для городского климатического обслуживания, но необходимы, если они считаются критически важными компонентами острова тепла или являются частью физики городского моделирования (ИГ-УРБ, PA15). Ветер может собираться в другом месте и/или на разных высотах над поверхностью земли в пределах городского пограничного слоя (городской пологовый слой, подслой шероховатости, инерционный подслой, UHI 2021).
4. **Потребность в плотных наблюдениях**: наблюдения с высоким разрешением необходимы по различным причинам: от развития научного понимания, параметризации процессов в моделях, развития климатологических/статистических взаимосвязей (требуется долгосрочный мониторинг), прогнозирования микромасштабных прогнозов текущей погоды и подготовки заблаговременных предупреждений (своевременность/низкая задержка, высокое пространственное/временное разрешение, поддержание ситуационной осведомленности, подготовка предупреждений), постановка исходных и граничных условий для моделей, для валидации (допущения в отношении модели/обработки продукции являются правильными), используются системами принятия решений в нижнем направлении (например, использование в системах «больших данных/ИИ» и верификация (прогнозы проверки являются правильными для развития доверия) к процессу принятия решений. Для предупреждений со значительными последствиями данные верификации должны также включать параметры и параметры, связанные с воздействием явления (например, высота паводка, площадь, госпитализация, экологические параметры). Эти последние данные могут быть не легкодоступными для научного сообщества, но потребуются для демонстрации успешности обслуживания и их экономической эффективности.
5. **Пробел в интегрированной сети наблюдений в городах.**  Немногие НМГС имеют городские станции, в то время как многие агентства, занимающиеся вопросами окружающей среды, размещали станции высокого качества воздуха с метеорологическими датчиками, в некоторых **муниципалитетах** были развернуты сети компактных метеорологических станций и датчиков состава атмосферы, большая часть рек, а также некоторые канализационные системы в городских районах, исследовательские, демонстрационные проекты и испытательные площадки развернуты сети дистанционного зондирования и технологий in situ (радиолокатор, лидар, облакомер); и мобильные транспортные средства (автомобили или велосипеды) имеют метеорологические датчики или датчики состава атмосферы (Google, 2021), когда в сочетании могут обеспечивать основные и опорные уровни наблюдений. Технологии краудсорсинга включают микроволновые вышки сотовых телефонов, транспортные технологии (температура, детекторы осадков для активации wiper wiper; лидары, радиолокаторы и камеры для содействия водителям), мобильный телефон (температура, давление, УФ), краудсорсинг приложений (метеорологические сводки, деятельность в Твиттере, Instagram) может обеспечить всеобъемлющее многоуровневое наблюдение по цепочке создания ценности для верификации ИГО со значительными последствиями (Elmore et al., 2014; Smith et al., 2015; McNicholas and Mass, 2021). По мере повышения уровня обслуживания ИГО будут ожидаться более высокие навыки, и это потребует дополнительного мониторинга дополнительных путающих факторов (например, накопления мусора в канализации), в которых будут разработаны новые технологии. Благодаря партнерству **создание интегрированных городских сетей наблюдений** позволит создать новые возможности, повысить потенциал, сократить дублирование и затраты на наблюдения в городах.
6. **Пробел в информации о городской окружающей среде:** для применений климатологии наблюдения в сельских районах (и прогнозы) используются статистическим образом для городских применений. Наиболее часто используется оценка повышения температуры из-за эффекта городского острова тепла в местном или городском масштабе, где квази-Гауссовское пространственное воздействие постулируется. Для местных масштабов имеются первоначальные **руководящие указания**, которые обеспечивают требования к приборам и пунктам в городской среде (WMO, 2006;" ВМО, 2019 год). Для выбора места репрезентативность учитывается в условиях разгона, требующих единообразия городской среды в масштабе 500 м или более. В последнее время, используя концепцию классификации локальной климатической зоны (например, высота здания, плотность, тип поверхности) и предполагая универсальность, наблюдения городского мониторинга могут быть применены для уменьшения потребностей в мониторинге городской сети (Стюарт и Oke, 2012). Для городских моделей и обслуживания необходимы подробные сведения о микромасштабной городской окружающей среде, как в условиях суровой погоды, наводнений или предупреждений о качестве воздуха, или в тех случаях, когда источники воды являются частью концепций и осуществления проектов и осуществления «голубого» цвета. Знание **городской окружающей среды** для правильной интерпретации данных городских наблюдений и сетей имеет **основополагающее значение для всех ИГО и, следовательно, является первым пробелом в рассмотрении**. Всемирный портал данных и доступа к городскому обслуживанию (ВУДАПТ) является международным сообществом, направленным на сбор информации как о местной, так и в микромасштабной городской среде (Ching et al., 2018).
7. **Пробел в опорной станции:** учитывая широкий охват вопросов, включая неоднородность датчиков, типы наблюдений, обработку **и** другие вопросы управления качеством, опорные станции необходимы для калибровки или контроля качества данных, лежащих в рамках ИГО. Как сельские, так и городские станции в соответствующих локальных климатических зонах (или другая схема классификации) или в зонах выбросов должны быть созданы в рамках проектирования сети. Это значительный разрыв.
8. **Пробел в городских метаданных:** поскольку наблюдения должны удовлетворять многочисленным применениям, **метаданные** должны включать достаточную информацию для поддержки использования данных наблюдений (интерпретация для «соответствия применению»). Городская окружающая среда является одним из аспектов, который должен учитываться в связи с тем, что наблюдения будут затронуты препятствиями и микромасштабными структурами (ВМО, 2006). Поскольку городская окружающая среда постоянно обновляется, было рекомендовано ежегодное обновление этого в метаданных (WMO, 2006; Grimmond и Ward, 2021; Muller et al., 2013). Необходима спецификация стандарта метаданных наблюдений в городах.
9. **Пробел в управлении** данными: знание имеющихся данных, механизмов обмена данными, форматов данных, алгоритмов обработки сигналов/данных и контроля качества являются признанными проблемами, требующими лидерства, технических возможностей и демонстрации взаимной выгоды до того, как партнерства смогут процветать. Эффективный обмен данными потребует соблюдения прав конфиденциальности и интеллектуальной собственности. Обмен данными между поставщиками отдельных компонентов системы наблюдений является основным пробелом. Управление метаданными имеет решающее значение. **Необходимы демонстрационные проекты ИГО, испытательные полигоны и обмен знаниями**. Недавно принятая политика открытых данных ВМО может действовать в качестве рычага для улучшения обмена данными наблюдений в городах и гармонизации форматов и протоколов обмена данными.
10. **Оценка пробелов:** существуют примеры полностью реализованного интегрированного обслуживания, в частности в малых городских государствах (Baklanov et al., 2020), хотя существуют существенные пробелы в предоставлении ИГО во всем мире.

**Приоритеты МВУ**

1. Наивысшим приоритетом и основой для всех применений ИГО является **информация о городской среде** (структура, текстура, высота здания, проницаемость поверхности). Особенно важно: i) интерпретация данных городских наблюдений для их репрезентативности и ii) проектирования сетей наблюдений. Концептуально это было концептуально применительно к городскому климатическому обслуживанию в местном масштабе как ВКЗ. Для городского обслуживания в микромасштабе с большей изменчивостью потребуется информация о городской среде с более высоким разрешением. Разработка и принятие общих стандартов классификации в различных масштабах позволят передавать результаты и точную оценку риска и воздействий, тем самым снижая дублирование и затраты.
2. Вторым наивысшим приоритетом является **создание опорной(ые) станции(ов) ИГО**. Учитывая различия в потребностях в измерениях в сельской местности (выбор места, изменчивость поверхности и высоты, основные переменные), опорной(ых) станции(ов) ИГО необходимы для поддержки (калибровки, интерпретации) концепции уровня ИГСНВ базовых, опорных и всеобъемлющих сетей. Во многих случаях городские станции часто не существуют, и ИГО грубо основаны на простых концепциях острова тепла, и в этой простой ситуации различие между основными и опорными станциями может быть спорным или основываться на комплексности набора измеряемых переменных. Могут быть развернуты различные уровни сложности: i) единая опорная станция, представляющая весь конвербационный состав, обеспечит базовые данные, основанные на ИГО, ii) опорные станции на каждую репрезентативную LCZ, iii) опорные станции для каждой ГКЗ в конурбации.
3. "Третий приоритет заключается в **разработке и демонстрации концепций сетей наблюдений ИГО для**  i) ускорения их разработки; ii) разработки и тестирования стандартов, особенно в отношении метаданных; iii) демонстрации выгод и воздействий ИГО для Членов; iv) инициирования и инициирования партнерских отношений и испытательных полигонов, обмена данными и доступа к ним; v) ускорения разработки и демонстрации всеобъемлющих сетей, включая краудсорсинг;" новые технологии, процессы извлечения и контроля качества информации, а также vi) обеспечивают возможности для подготовки кадров и создания возможностей для членов, среди прочего. Для проверки универсальности предлагаемых стандартов и процессов и партнерских отношений, интеграции и ИГО необходимы скоординированные демонстрационные проекты с различными требованиями к обслуживанию и партнерства.

**Ссылки**

|  |
| --- |
| Amorim JH, Asker C, Belusic D, Carvalho AC, Engardt M, Gidhagen L, Hundecha Y, Körnich H, Линд П, Olsson E, Olsson J, Segersson D, Strömbäck L, Joe P, Baklanov A (2018) Комплексное городское обслуживание европейских городов: Стокгольмский случай. Бюллетень ВМО, 67(2): 33-40 |
| Бакланов, А., Б. Арденас, Т. Ли, С. Леройер, В. Массон, Л. Т. Молина, Т. Мюллер, К. Рен, Ф. Р. Фогель, Дж. Вугт, (2020 г.) Комплексное городское обслуживание: опыт из четырех городов на разных континентах, городской климат, 32, https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100610 |
| Ching J, Mills G, Bechtel B, См. L, Feddema J, Wang X, Ren C, Brousse O, Martilli A, Neophytou M, Mouzourides P, Стюарт I, Ханна А, Ng E, Фоли M, Александр П, Алига D, Niyogi D, Shreevastava A, Bhalachandran P, Masson V, Hidalgo J, Fung J, Andrade M, Бакланов А, Дай В, Милцински Г, DemuzerE M, Брунселл Н, Пезарези М, Миао, Му, Му, Чэнь Ф, Теуэс N, 2018: World Urban Database and Access Portal (WUDAPT): Городская инфраструктура моделирования погоды, климата и окружающей среды для антропоцена. Бык Am Meteorol Soc 99 (9):1907-1924. doi:10.1175/bams-d-16-0236.1. |
| Элмор, К. Л., З. Л. Фламиг, В. Лакшманан, Б. Т. Кани, В. Фермер, Х. Д. Ривес и Л. П. Ротфус, 2014: MPING: Crowd-Sourcing Weather Reports for Research, BAMS, https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00014.1. |
| Золото, B. (редактор), 2021: На пути к "Идеальному" метеорологическому предупреждению: устранение дисциплинарных пробелов через партнерство и коммуникацию, Springer Nature, Швейцария. |
| Google, 2021: Earth Outreach, Air Quality, https://www.google.com/earth/outreach/special-projects/air-quality/. (Доступны 27 сентября 2021 г.) |
| Гриммонд C, Г Кармайкл, Г Леуэн, Бакланов, С Леройер, V Массон, K Schluenzen, B Golding, 2015: Городские системы прогнозирования окружающей среды. Бесшовное прогнозирование системы Земля: от минут до месяцев (Эдс Брюне G, Джонс С. Рути P) (глава 18) ВМО-No 1156, 347—370. |
| Гриммонд S, Бушет V, Молина НТ, Бакланов А, Тан J, Schluenzen KH, Mills G, Golding B, Masson V, Ren C, Voogt J, Miogt J, Miao S, Lean H, Heusinkd B, Hovespyan A, Teruggi G, Parrish P, Joe P, 2020: Integrated Urban Hydrometeorological, Climate and Environmental Services: Concept, методология и ключевые сообщения. Городская климат:100623. doi:10.1016/j.uclim.2020.100623. |
| Grimmond S. and H.C. Ward, 2021: Городские измерения и их интерпретация. Содержится в: Foken T (ed.), Справочник по атмосферным измерениям. Шпрингер Природа, Швейцария, 1393-1425. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52171-4\_52. |
| ICLEI, 2020: ICLEI Corporate Report 2018-2019. https://worldcongress2018.iclei.org/wp-content/uploads/Corporate%20Report%202018-2019.pdf. (Доступ к 8 февраля 2020 года) |
| Smith, L., Q. Liang, P. James and W. Lin, 2015: Оценка полезности социальных сетей в качестве источника данных для управления рисками паводков с использованием структуры моделирования в реальном масштабе времени, J. of Flood Risk Management, DOI: 10.1111/jfr3.12154, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jfr3.12154. (Доступны 27 сентября 2021 г.) |
| McNicholas, C. and C.F. Mass, 2021: Предвзятость, анонимность и анализ наблюдений за давлением смартфонов с использованием машинного обучения и мульти-разрешения Кригинг, WAF, https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0222.1. |
| Мюллер C.L., Чепмен Л., Гриммонд C.S.B., Young D.T., Cai X-M (2013 г.) На пути к стандартизированной протоколу метаданных для городских метеорологических сетей. Бык Am Meteorol Soc 94 (8):1161-1185. doi:10.1175/BAMS-D-12-00096.1.  Ng, E., 2009: Политика и технические руководящие принципы городского планирования городов высокой плотности — оценка вентиляции воздуха (AVA) Гонконга. Здание и окружающая среда, 44(7), 1478-1488.  Ren, C., Ng, E., & Katzschner, L. (2011). Исследования городской климатической карты: обзор. International Journal of Climatology, 31(15), 2213—2233. Doi: DOI: 10.1002/joc.2237  Ren, К. и Г. Макгрегор (редакторы), 2021: Urban Climate Science for Planning Healthy Cities, Springer Nature, Швейцария. |
| Роджерс Д.П., и В. В. Тиркунов, 2013: Национальные метеорологические и гидрологические службы. In: Rogers DP, Tsirkunov VV (eds) Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness через национальные метеорологические и гидрологические службы. Всемирный банк. https://doi.org/10.1596/9781464800269\_Ch03. (Доступ к 10 февраля 2020 г.) |
| ИГ-УРБ, 2021 год: Исследовательская группа по интегрированному городскому обслуживанию, https://community.wmo.int/activity-areas/sercom/sg-urb. (Доступны 29 сентября 2021 года) |
| Стюарт I. and T. Oke, 2012: Local climate zone for urban temperature studies Bulletin of the American Meteorological Society 93(12), 1879-1900. https://dx.doi.org/10.1175/bams-d-11-00019.1. |
| ООН, 2016 год: Новая повестка дня в области городов — Хабитат III. http://habitat3.org/the-new-urban-agenda. (Доступ к данным за 2 марта 2020 г.) |
| ООН, 2019 год: Цели ООН в области устойчивого развития. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals. (Доступ к 8 февраля 2020 года)  Уэстон, P., 2021: Зеленые улицы, в The Guardian Weekly, 205 (16), ВЕЛИКОБРИТАНИЯ, 22-23.  ИГСНВ, 2019 год: Наставление по Интегрированной глобальной системе наблюдений ВМО, дополнение VIII к Техническому регламенту ВМО, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=10145 (имеется в доступе к 28 сентября 2021 г.)  WMO, 2006: Первоначальные руководящие указания для получения репрезентативных метеорологических наблюдений на городских площадках, WMO/TD-No. 1250; Отчет ПМН No 81. https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9286. (Доступ к 9 февраля 2020 г.) |
| ВМО, 2019 год: Руководство по городскому интегрированному гидрометеорологическому, климатическому и экологическому обслуживанию. Том I: Концепция и методология. ВМО-No: 1234, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9903. (Доступ к 26 июл 2021.) |
| ВМО, 2021 год: Руководство по городскому интегрированному гидрометеорологическому, климатическому и экологическому обслуживанию. Том II: Демонстрационные города. ВМО-No: 1234, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=105547, (доступ к 22 июл 2021 г.).  ВМО-ИГИСПГ, 2018 год: План осуществления научной деятельности, принятый ИС-70.  ВМО-ИГИСПГ, 2021 год: Интегрированная глобальная информационная система по парниковым газам, https://ig3is.wmo.int/en/events/towards-international-standard-urban-ghg-monitoring-and-assessment (доступны 1 ноября 2021 года). |

**ДОПОЛНЕНИЕ 6**

**Переменные состава атмосферы в поддержку применений мониторинга и прогнозирования**

Следующие переменные были определены в качестве приоритетных:

**Прогнозирование состава атмосферы (F)**

1. Все переменные глобального ЧПП (например, планетарный пограничный слой (ППС) + высота тропопаузы)
2. Аэрозоли (масса аэрозоля, распределение по размеру (или, по крайней мере, масса в трех фракциях: 1, 2,5 и 10 микрон), спектрирование и химический состав, ОПА на многих длинах волн, оптическая плотность аэрозоля (AAOD), содержание воды, соотношение массы к ОПА, вертикальное распределение ослабления).
3. Общее содержание озона, профиль озона, приземного озона, NO, NO2 (приземный, столб, профиль), PAN, HNO3, NH3, CO, VOC (изопрен, терпены, спирты, альдегиды, китоны, алканы, алкены, алкины, ароматические соединения), SO2 (поверхностные и колонки), CH4, CO2, N2O, HCHO, HCHO, Clx, Clo, BrO, OClO, ClO, ClO, ClO, ClO, ClO2, HDO, CFCs, HFCs, HFCs, Rn, SF6.
4. Другие: актинический поток, энергия излучения пожара, реквизиты суши, молнии, сухие и влажные выпадения, пыльца (ключевые виды), ОКС.

**Мониторинг состава атмосферы (M)**

1. Все глобальные переменные ЧПП (например, ППС + высота тропопаузы) и другие метеорологические/климатические переменные (например, ТПМ, температура глубоководных слоев океана, изменчивость солнечной радиации, альбедо, землепользование, влажность почвы, осадки, морской лед, снежный покров, снежный покров, полярное стратосферное облако (PSC)).
2. Аэрозоли (масса аэрозоля, количество, размер/распределение поверхности (1, 2.5, 10 микрон), спектр и химический состав, ОПА на многих длинах волн, AAOD, содержание воды, соотношение массы с ОПА, вертикальное распределение ослабления), коэффициент обратного рассеяния стратосферного аэрозоля, состав PSC, концентрация металлов, химический состав PM (сульфат, нитраты, аммония, ЧУ, OC, OM, пыль, морская соль, БСС, SOA) аэрозольный индекс, коэффициент преломления, состав химического состава осадков, Hg, стойкие органические загрязнители (СПН), первичные биологические частицы.
3. Общее содержание озона, профиль озона, приземного озона, NO, NO2 (приземный, столб, профиль), PAN, HNO3, NH3, CO, VOC (изопрен, терпены, спирты, альдегиды, кетоны, алканы, алкены, алкинесы, ароматические соединения), SO2 (поверхность, колонка), CH4, CO2, N2O, N2O5, NO3, HCHO, HOx, Cly, ClO, BrO, OClO, ClO2, HDO, CFCs, HFCs, ГФУ, галоны, CH3Br, CH3Cl, BrONO2, Rn, SF6, глиоксал, метилхлохлорформа, H2O, H2O2, H2O2, H2, соотношение O2/N2, диметилсульфид (ДМС), метансульфоновая кислота (MSA), OCS.
4. Изотопы CO2, CH4, N2O, CO, (D, 13C, 14C, 17O, 18O, 15N) также в фазе аэрозоля.
5. Актинический поток, радиационная мощность пожара, реквизиты суши, молнии, сухое и влажное осаждение, пыльца (ключевые виды), цветность океана, хлорофил-A, индекс листовой поверхности (ИЛП), фотосинтетически активная радиация (ПАР), доля ПАР (fPAR), флюоресценция, карты растительности, карты землепользования, прожженные районы, освещенные ночью, подсчет пожаров, влажные земли, судовые маршруты, лесные запасы, плотность биомассы, земли.

Следует отметить, что этот перечень переменных скорее представляет перечень пожеланий, и программа ГСА предоставляет руководящие указания только по ограниченному числу перечисленных переменных. Потребности пользователей в базе данных ОСКАР также документируются только для поднабора этих переменных, имеющих первостепенное значение.

**Сокращения**

Подписки Самолетные наблюдения

АМДАР Система передачи метеорологических данных с самолета

Amv Векторы атмосферного движения

ARGO Программа ныряющих буя

Банкомат Организация воздушного движения

КАМЕРЫ Служба мониторинга атмосферы в программах «Коперник»

CGCM Сопряженная модель общей циркуляции

ЦГМС Координационная группа по метеорологическим спутникам

Csi Инициатива по поддержке стран

Срб Снижение риска бедствий

Ecv Важнейшие климатические переменные

ПО-ЭГСН План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений

ЕВМЕТНЕТ Сеть европейских метеорологических служб

ФСИО Влияние наблюдений, основанное на чувствительности прогноза

ГСА Глобальная служба атмосферы

ГОСН Глобальная опорная сеть наблюдений

ГСНК Глобальная система наблюдений за климатом (ВМО, МОК ЮНЕСКО, МНС, ООН-Окружающая среда)

Gcw Глобальная служба криосферы

ГСОДП Глобальная система обработки данных и прогнозирования

Драгоценные камни Спектрометр мониторинга геостационарной среды

Пг Парниковые газы

GNSS Глобальная навигационная спутниковая система

Собака Глобальная система наблюдений

ГСНО Глобальная система наблюдений за океаном (МОК ЮНЕСКО, ВМО, МНС, ООН-Окружающая среда)

ЖЕНА Опорный верхний слой ГСНК-Air Network (Сеть аэрологического зондирования)

ОСПНГ Опорная сеть приземных наблюдений ГСНК

Gts Глобальная система телесвязи ВМО

ИЗЫСКАННЫЕ ГСА по научным исследованиям в области городской метеорологии и окружающей среды

ИКАО Международная организация гражданской авиации

ИНФКОМ Комиссия ВМО по наблюдениям, инфраструктуре и информационным системам

ППМН Программа по приборам и методам наблюдений

МПЭГ-ПЭСН бывшая Межпрограммная экспертная группа Комиссии по основным системам по проектированию и эволюции систем наблюдений

И ИнфраструктурыКрасного

ОЭГ-ЭОСД Совместная экспертная группа ИНФКОМ по проектированию и эволюции систем наблюдений за Землей

Ldc Наименее развитые страны

НМГС Национальная метеорологическая и гидрологическая служба

Nrt Рядом-В режиме реального времени

Nwp Численное прогнозирование погоды

НЕ НАДО Статистические данные о выходной продукции моделей

Мвт Микроволновой печью

ОДЫ Система ассимиляции океанических данных

ОГПО-ИСН бывшая Открытая группа по программной области Комиссии по основным системам по интегрированным системам наблюдений

ОСКАР Инструмент анализа и обзора возможностей систем наблюдений

Операционная среда Эксперименты с системами наблюдений

Мало Контактное лицо

ПППР План предоперационного этапа ИГСНВ в 2016 г.–2019

Ro Радиозатменные зондирования

Rrr Регулярный обзор потребностей

РЦИ Региональный центр ИГСНВ

ПК-ИПП Постоянный комитет ИНФКОМ по вопросам измерений, приборного оснащения и прослеживаемости

ПК-СН Постоянный комитет ИНФКОМ по системам наблюдений за Землей и сетям мониторинга

Sdg Цель ООН в области устойчивого развития

SERCOM Комиссия ВМО по обслуживанию и применениям в областях погоды, климата, воды и соответствующих областях окружающей среды

ИГ-ВПД Исследовательская группа ИНФКОМ по вопросам и политике в области данных

Sic МореСплоченность льда

Идентификаторы безопасности Малые островные развивающиеся государства

Сидеть Море-толщина льда

Sla Аномалия уровня моря

ПИЛ Фонд финансирования систематических наблюдений

Откат Заявление о руководящих принципах

Соп Специальный период наблюдений

Sst Температура поверхности моря

ППП Прогнозирование во временных масштабах от субсезонных до более продолжительных

Их Водный эквивалент снега ()содержание воды, полученное в результате таяния накопленного снега)

ТАМДАР Передача тропосферных метеорологических данных с борта воздушного шара

Trl Уровень технической готовности

БСС Беспилотные самолетные системы

VSRF Сверхкраткосрочное прогнозирование

ВСЗП Всемирная система зональных прогнозов

СМКДИ Система мониторинга качества данных ИГСНВ

СГНВ Система гидрологических наблюдений ВМО

ПСВИА Программа сотрудничества ВМО и ИАТА по АМДАР

ИГСНВ Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО

Мы Информационный ресурс ИГСНВ

Wis Информационная система ВМО

ВУДАПТ Всемирная база данных по городскому обслуживанию и инструменты доступа к ним

Www Всемирная служба погоды

ГПП Год полярного прогнозирования

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

1. Стратегический план ВМО на 2020—2023 годы вводит подход ВМО к системе Земля, в соответствии с которым ключевой фактор, определяющий осуществление центральных элементов для формирования национальной и международной политики и действий, таких как Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, Парижское соглашение об изменении климата и Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий будут все больше требовать практически применимых, доступных и авторитетных информации и обслуживания в отношении меняющихся состояний в целом Система Земля. В этом контексте Земля рассматривается как интегрированная система атмосферы, океана, криосферы, гидросферы, биосферы и геосферы, которая определяет политику и решения, основанные на более глубоком понимании физических, химических, биологических и антропогенных взаимодействий, которые определяют прошлое, текущее и будущее состояние Земли. [↑](#footnote-ref-2)
2. основа с смыслом глобального ЧПП, обеспечивающая выходную продукцию для других применений ВМО, позволяя Членам ВМО заниматься широким спектром социально-экономических выгод. [↑](#footnote-ref-3)
3. Эти ключевые движущие факторы были определены в качестве ключевых для данного документа в ходе совещания ОЭГ-ЭСНСН, это не является исчерпывающим списком. [↑](#footnote-ref-4)
4. Подробная информация о спутниковых программах и приборах содержится в разделе https://space.oscar.wmo.int/spacecapabilities [↑](#footnote-ref-5)
5. Включая обязательства, определенные [*в Парижском соглашении к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата* (2015](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement) г.) и [*Венской конвенции об охране озонового слоя* (1985 г.)](https://ozone.unep.org/treaties/vienna-convention/vienna-convention-protection-ozone-layer). [↑](#footnote-ref-6)
6. ВМО (Всемирная метеорологическая организация), Научная оценка истощения озонового слоя: 2018 г., Доклад Глобального проекта по исследованию озона и мониторинга озона No 58, 588 стр., Женева, Швейцария, 2018 год. [↑](#footnote-ref-7)
7. Шаддик, Г. Солтер, Ж. М.; Пуш, В.-Х.; Руггири, Г.; Томас, М.Л.; Муду, П.; Тарасова, О.; Бакланов, А.; Гуми, С. Глобальное качество воздуха: междисциплинарный подход к оценке подверженности анализу болезней. Атмосфера **2021**, 12, 48 https://doi.org/10.3390/atmos12010048 [↑](#footnote-ref-8)
8. Маас, Р., П. Греннфельт (ред), 2016 г. Ближе к чистому воздуху. Доклад об научной оценке за 2016 г. Руководящий орган ЕМЕП и рабочая группа по воздействиям Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Осло. xx+50pp. [↑](#footnote-ref-9)
9. Хок Регин, Хитчингс К., Ленинг Майкл: Главные вызовы в криосферных науках: на пути к лучшей предсказуемости ледников, снега и морского льда; Границы науки о Земле, том 5, 2017 г., 64 страницы, <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00064> [↑](#footnote-ref-10)
10. https://old.wmo.int/extranet/pages/prog/www/WIGOS-WIS/reports/6NWP\_Shanghai2016/WMO6-Impact-workshop\_Shanghai-May2016.html [↑](#footnote-ref-11)
11. На момент написания настоящего отчета положения ГОСН еще не вступают в силу, хотя Членам уже настоятельно рекомендуется обеспечить соблюдение существующих станций наблюдений Техническим регламентом ГОСН, в частности в отношении доступности данных и более частой передачи данных. Планируется, что положения ГОСН вступят в силу с 1 января 2023 года. [↑](#footnote-ref-12)
12. Всемирный банк и Исследование ВМО по ценности данных наземных метеорологических наблюдений (см. [ссылку](https://wmoomm.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_group/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Fgroup%2FJoint%20Expert%20Team%20on%20Earth%20Observing%20System%20Design%20and%20Evolution%20%28JET%2DEOSDE%29%5F5d83ed17%2Ddde6%2Dea11%2Da817%2D000d3a25bdee%2FGroup%20Members%2FThe%2DValue%2Dof%2DSurface%2Dbased%2DMeteorological%2DObservation%2DData%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Fgroup%2FJoint%20Expert%20Team%20on%20Earth%20Observing%20System%20Design%20and%20Evolution%20%28JET%2DEOSDE%29%5F5d83ed17%2Ddde6%2Dea11%2Da817%2D000d3a25bdee%2FGroup%20Members&p=true&originalPath=aHR0cHM6Ly93bW9vbW0uc2hhcmVwb2ludC5jb20vOmI6L3Mvd21vY3BkYi9FYkV2ZTFhRWxXZEtrYW13elBScWtoOEJQdU9ZaXhwTG5uclFqeVdRNmI4bWdnP3J0aW1lPUZVM2Jld01FMlVn)) [↑](#footnote-ref-13)
13. Потенциальные социально-экономические и экологические выгоды и бенефициары атмосферных профилей БСС из трехмерного мезонета: погода, климат и общество, том 13, выпуск 2 (2021 г.) (ametsoc.org [↑](#footnote-ref-14)
14. Эксперименты по наблюдениям и прогнозируемым воздействиям экспериментов НУОА по зондированию опасных явлений с помощью оперативной беспилотных технологий (SHOUT) в бюллетене тома 101 Американского метеорологического общества (2020 г.) (ametsoc.org) [↑](#footnote-ref-15)
15. Ларс Питер Рийшойгаард: Воздействие covid-19 Ограничения на наблюдения и мониторинг, Бюллетень ВМО 69(2), 2020 г. [↑](#footnote-ref-16)
16. Эмма Хеслоп и др.; Воздействие COVID-19 на систему наблюдений за океаном и нашу способность прогнозировать погоду и прогнозировать изменение климата, инструктаж ГСНО, июнь 2020 года [↑](#footnote-ref-17)
17. Станции сети приземных наблюдений ГСНК (ГСНК) и ГУАН являются частью РОСН (Региональная опорная сеть наблюдений) [↑](#footnote-ref-18)
18. см [. http://amma-international.org/](http://amma-international.org/) [↑](#footnote-ref-19)
19. см. WMO-TD No 1378 on: <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4545> [↑](#footnote-ref-20)
20. Указываются в квадратных скобках эти переменные, которые следует сообщать во всех случаях, когда имеются данные наблюдений. [↑](#footnote-ref-21)
21. Отметим, что в настоящем документе «городская окружающая среда» относится к физическим характеристикам города, распределению зданий, зелено-голубому пространству, плотности и высоте зданий, проницаемости поверхностей и т. д., в то время как «обслуживание окружающей средой» относится к качеству воздуха и воды, экологии, биоты города. [↑](#footnote-ref-22)