

ТЕХНИЧЕСКИЙ
ДОКЛАД №.
2013- 4

ИГСНВ

Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО

ПЛАН ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ЭВОЛЮЦИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ
(ПО-ЭГСН)



Всемирная
Метеорологическая
Организация

Погода · Климат · Вода

ТЕХНИЧЕСКИЙ
ДОКЛАД No.
2013-4

WIGOS

Интегрированная глобальная система наблюдений
ВМО

ПЛАН ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ (ПО-ЭГСН)



Всемирная
Метеорологическая
Организация
Погода • Климат • Вода

**Разработка этого плана осуществлялась под руководством
Открытой группы
по программной области по интегрированным системам
наблюдений (ОГПО-ИСН) и
является вкладом в Интегрированную глобальную систему
наблюдений ВМО (ИГСНВ)**

© Всемирная Метеорологическая Организация, 2013

Право на опубликование в печатной, электронной или какой-либо иной форме на каком-либо языке сохраняется за ВМО. Небольшие выдержки из публикаций ВМО могут воспроизводиться без разрешения при условии четкого указания источника в полном объеме. Корреспонденция редакционного характера и запросы в отношении частичного или полного опубликования, воспроизведения или перевода настоящей публикации следует направлять по адресу:

Chair, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 8403
Факс: +41 (0) 22 730 8040
Э-почта: Publications@wmo.int

ПРИМЕЧАНИЕ.

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны ВМО какого бы то ни было мнения в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и что им отдается предпочтение перед другими аналогичными, но не упомянутыми или не прорекламированными компаниями или продукцией.

Выводы, интерпретации и заключения, выраженные авторами в публикациях ВМО, принадлежат авторам и не всегда отражают точку зрения ВМО и или ее стран-членов.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	12
1.1	Преамбула	12
1.2	Контекст	13
1.3	Предпосылки и цель нового плана	14
2.	СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ	16
2.1	Общая концепция и связь с ИГСНВ	16
2.2	Ответственные за осуществление	18
3.	ВСЕОБЪЕМЛЮЩИЕ И МНОГОПЛАНОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ	19
3.1	Реагирование на потребности пользователей	19
3.2	Интеграция	22
3.3	Политика в области данных	24
3.4	Расширение	24
3.5	Автоматизация	25
3.6	Функциональная совместимость, совместимость данных, согласованность и однородность	26
3.7	Потребности в радиочастотах	27
4.	СООБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ	29
5.	НАЗЕМНАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ	32
5.1	Введение	32
5.2	Общие вопросы: представительность, соответствие, калибровка приборов, обмен данными	34
5.3	Вопросы, непосредственно касающиеся каждого компонента системы наблюдений	37
5.3.1	Системы аэрологических наблюдений над поверхностью земли	37
5.3.1.1	Аэрологические станции	37
5.3.1.2	Аэрологические профилирующие удаленные станции дистанционного зондирования	42
5.3.1.3	Самолетные метеорологические станции	43
5.3.1.4	Станции Глобальной службы атмосферы	47
5.3.1.5	Принимающие станции ГНСС	47
5.3.2	Наземные системы наблюдений над сушей	49
5.3.2.1	Наземные синоптические и климатические станции	49
5.3.2.2	Станции Глобальной службы атмосферы	51
5.3.2.3	Станции Глобальной службы криосферы	52
5.3.2.4	Системы обнаружения молний	53
5.3.2.5	Наземные станции, обслуживающие конкретные применения	54
5.3.3	Системы гидрологических наблюдений над сушей	56
5.3.3.1	Гидрологические опорные станции	56
5.3.3.2	Станции национальной гидрологической сети	56
5.3.3.3	Станции мониторинга подземных вод	57
5.3.4	Метеорологические радиолокационные станции	58
5.3.5	Система аэрологических наблюдений над океанами. Суда, участвующие в Программе автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП)	60
5.3.6	Приземные системы наблюдений над океанами	61
5.3.6.1	Прибрежные высокочастотные (ВЧ) радиолокаторы	62
5.3.6.2	Морские станции (океанические, островные, прибрежные и стационарные платформы)	62
5.3.6.3	Схема судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН)	63

5.3.6.4	Заякоренные и дрейфующие буи.....	64
5.3.6.5	Ледовые буи.....	66
5.3.6.6	Приливные станции.....	67
5.3.7	Океанские системы подповерхностных наблюдений.....	68
5.3.7.1	Ныряющие буи.....	68
5.3.7.2	Привязные ледовые платформы.....	68
5.3.7.3	Суда, попутно выполняющие наблюдения.....	69
5.3.8	Научные исследования и разработки и оперативные прототипы.....	69
5.3.8.1	Беспилотные летательные аппараты (БЛА).....	71
5.3.8.2	Дрейфующие шары-зонды (гондолы).....	72
5.3.8.3	Станции ГРУАН.....	72
5.3.8.4	Атмосферные измерения с самолетов.....	73
5.3.8.5	Морские животные, снабженные измерительными датчиками.....	73
5.3.8.6	Океанические буера.....	74
6.	КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ.....	74
6.1	Введение.....	74
6.2	Общие вопросы: калибровка данных, обмен данными, подготовка продукции, рациональное использование данных, образование и подготовка кадров.....	76
6.2.1	Наличие и своевременность данных.....	76
6.2.2	Пользовательская информация, подготовка кадров и рациональное использование данных.....	77
6.2.3	Вопросы калибровки.....	78
6.3	Вопросы, имеющие конкретное отношение к каждому компоненту системы наблюдений.....	80
6.3.1	Оперативные геостационарные спутники.....	80
6.3.1.1	Многоспектральные формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением.....	80
6.3.1.2	Гиперспектральные инфракрасные зонды.....	81
6.3.1.3	Формирователи изображений молний.....	82
6.3.2	Оперативные полярно-орбитальные солнечно-синхронные спутники.....	83
6.3.2.1	Гиперспектральные инфракрасные зонды.....	84
6.3.2.2	Микроволновые зонды.....	85
6.3.2.3	Многоспектральные формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением.....	85
6.3.2.4	Микроволновые формирователи изображений.....	86
6.3.3	Дополнительные оперативные спутники на соответствующих орбитах.....	87
6.3.3.1	Рефлектометры.....	87
6.3.3.2	Группировка спутников радиозатменного зондирования.....	88
6.3.3.3	Группировка высотометров.....	89
6.3.3.4	Инфракрасный формирователь изображений с двойным углом обзора... ..	91
6.3.3.5	Узкополосные формирователи изображений в видимой/ ближней инфракрасной области спектра с высокоспектральным и гиперспектральным разрешением.....	91
6.3.3.6	Многоспектральные формирователи изображений в видимой/ инфракрасной области спектра с высоким разрешением.....	92
6.3.3.7	Радиолокаторы для измерения осадков, работающие с пассивными микроволновыми формирователями изображений.....	93
6.3.3.8	Широкополосные радиометры видимого/инфракрасного диапазонов для мониторинга радиационного баланса Земли.....	94
6.3.3.9	Группировка приборов для измерения переменных значений состава атмосферы.....	95

6.3.3.10	Радиолокатор с синтетической апертурой (РСА)	96
6.3.4	Перспективная оперативная аппаратура и демонстрационные устройства наиболее современных технологий	97
6.3.4.1	Лидары на спутниках НЗО	98
6.3.4.2	Низкочастотный микроволновый радиометр, установленный на спутниках НЗО	100
6.3.4.3	Микроволновые формирователи изображений/зонды на спутниках ГСС	101
6.3.4.4	Многоспектральные узкополосные приборы в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне с высоким разрешением, установленные на спутниках ГСС	101
6.3.4.5	Формирователи изображений в видимой/ближней инфракрасной области спектра, установленные на спутниках на высоко эллиптической орбите (ВЭО) с большим углом наклона	102
6.3.4.6	Гравиметрические датчики	102
7.	КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА	103
Приложение I – Библиография		107
Приложение II – Сводная таблица действий		108
Приложение III – Акронимы		131

РЕЗЮМЕ

Введение

Целью этого плана осуществления является изложение ключевых видов деятельности, которая должна быть выполнена в период 2012-2025 гг. с целью поддержания и развития всех компонентных систем наблюдений ВМО. Эти системы определяются в своей совокупности в качестве Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСНВ), и в этом плане учитывается концепция ИГСНВ. Задача ПО-ЭГСН заключается в удовлетворении с минимальными расходами потребностей в наблюдениях применений ВМО в области метеорологии, климата и воды. Компонентные системы наблюдений также внесут основные вклады в Глобальную систему систем наблюдений за Землей (ГЕОСС) и Глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГОКО). Некоторые виды деятельности связаны с совместно финансируемыми системами наблюдений, и их необходимо будет осуществлять в тесном сотрудничестве с партнерскими организациями.

Проведение наблюдений оказывает поддержку все более широкому кругу применений при мониторинге и прогнозировании в разных временных масштабах состояния атмосферы, океанов и земных поверхностей. Эти виды деятельности оказывают поддержку все более широкому кругу обслуживания, дающего высокие социально-экономические выгоды. Требования пользователей стали более строгими, и в отношении этих применений появились новые требования. Больше число систем наблюдений обслуживают потребности в проведении наблюдений в реальном, близком к реальному и нереальном масштабах времени. Ожидается также увеличение потребностей в наблюдениях, связанных с Глобальной системой наблюдений за климатом (ГСНК) ВМО-МОК-ЮНЕП-МСНС и ГОКО. Во многих случаях важные усовершенствования могут быть получены посредством простого распределения своевременным образом данных наблюдений, которые уже проводились для других целей.

Действия, разработанные в рамках настоящей ПО-ЭГСН, являются результатом нескольких текущих видов деятельности ВМО, осуществленных в тесном сотрудничестве с мировыми экспертами по соответствующим дисциплинам:

- «Перспективное видение Глобальной системы наблюдений (ГСН) на 2025 г.», одобренное ИС-LXI (Женева, 2009 г.), которое определяет цели высоко уровня в области осуществления эволюции глобальных систем наблюдений;
- «Регулярный обзор потребностей» (РОП), который проводился в течение нескольких лет. Он сравнивает возможности систем наблюдений с потребностями пользователей (в данное время) в 12 различных областях применения ВМО и представляет «Заявление о руководящих принципах» (ЗРП) для определения основных пробелов;
- результаты исследований воздействий, включая эксперименты по системе наблюдения и эксперименты по моделированию системы наблюдений, в некоторых областях применения.

Ответственные за осуществление

В случае наземных систем наблюдений за действия по осуществлению отвечают главным образом национальные агентства, такие как национальные метеорологические службы (НМС) или национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС), хотя в нескольких случаях за работу систем наблюдений *in-situ* отвечают не метеорологические учреждения или агентства, действующие в контексте международной программы или в

рамках активного международного сотрудничества. В некоторых случаях эти сети финансируются для научно-исследовательских целей, и в этой связи озабоченность вызывает обеспечение их устойчивого функционирования.

В случае космических систем наблюдений ответственными иногда являются национальные агентства, эксплуатирующие спутники для научно-исследовательских и/или оперативных целей, и иногда многонациональные агентства, специализирующиеся в области космических наблюдений.

Как для наземных, так и космических систем, требуется высокий уровень международного сотрудничества, который оправдывает существование нескольких международных программ, финансируемых или совместно финансируемых ВМО в партнерстве с другими международными организациями.

Для наземных сетей наблюдений in-situ проектирование и разработка часто осуществляются через региональные ассоциации (РА), которые играют ключевую координационную роль в своих соответствующих регионах, пользуясь при этом руководящими указаниями технических комиссий (ТК) ВМО, в первую очередь (но не только) КОС. Многие потребности удовлетворяются посредством совместно финансируемых систем наблюдений (ГСНК, ГСНО, ГСНПС). Что касается сетей наблюдений за океаном в точке, то Совместная техническая комиссия ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии (СКОММ) участвует во всех системах наблюдений, проводящих морские метеорологические измерения на поверхности, а также океанографические измерения на поверхности океана и в глубине. Наблюдения за химическим составом атмосферы проводятся по линии Программы Глобальной службы атмосферы (ГСА) и ее стратегического плана и добавления к нему. Космические системы наблюдений характеризуются общей тенденцией глобального и менее регионального уровня спутниковых наблюдений по сравнению с сетями наблюдений в точке. Однако роль ВМО является не менее важной, и ВМО действует в тесном сотрудничестве с Координационной группой по метеорологическим спутникам (КГМС), а также национальными и международными агентствами.

Некоторые наземные сети наблюдений играют исключительно важную роль в мониторинге климата и требуют расширения. Они проводят измерения приземной радиации, которые дополняют данные о суммарной солнечной радиации, сообщаемые спутниковыми приборами, а также всех переменных, которые необходимы для мониторинга углеродного цикла системы Земля, особенно углерода в почве, и потоков двуокиси углерода и метана между атмосферой, океаном и поверхностью суши. Углеродная стратегия ГЕО объясняет также, какие учреждения отвечают за осуществление этих наблюдений.

Всеобъемлющие и многоплановые действия

Для удовлетворения потребностей пользователей необходимо предпринять действия для перевода в оперативное состояние некоторых предназначенных для научных исследований систем наблюдений в тех случаях, когда они являются полностью функциональными и экономически эффективными. Изменения, вносимые в существующие системы и разработку новых систем, необходимо постоянно оценивать с пользователями данных наблюдений. Это особенно важно для нескольких систем наблюдений за океаном, функционирование которых обеспечивается в настоящее время за счет финансирования научных исследований с ограниченными сроками. Для некоторых систем наблюдений повышение экономической эффективности будет, вероятно,

достигнуто благодаря режиму адаптации, который предназначен для варьирования комплекса наблюдений сообразно метеорологической ситуации.

Интеграционная функция ИГСНВ является важной для разработки «Перспективного видения ГСН на 2025 г.». Необходимо призывать всех проводящих наблюдения операторов соблюдать стандарты ИСВ и ИГСНВ. Для многих пользователей существенным также являются постоянство и последовательность записей данных для ключевых компонентов системы наблюдений.

Действия, связанные с политикой в отношении данных, должны быть предприняты для гарантирования постоянного наличия всех основных данных наблюдений для всех стран – членов ВМО и для обеспечения постоянного соблюдения принципов ВМО, касающихся совместного использования данных, независимо от их происхождения, включая данные, подготовленные коммерческими структурами. Политика стран-членов и ВМО в отношении данных должна меняться в соответствии с изменением потребностей пользователей и систем наблюдений, с тем чтобы собирать большие объемы и различные типы данных из более широкого круга источников и обмениваться ими.

К 2025 г. в результате технических достижений появятся более автоматизированные процедуры, гораздо большие объемы данных и гораздо более обширные потоки данных, подлежащих передаче в режиме реального времени. Необходимо принять меры для обеспечения того, чтобы средства ИСВ были в состоянии справляться с объемом и потоком данных наблюдений, а также обеспечить защиту радиочастот, необходимых для ИГСНВ.

Многие развивающиеся страны и страны с переходной экономикой не обладают возможностями или ресурсами для обеспечения существенных наблюдений в точке. Важно решить эту проблему путем осуществления стратегий по наращиванию потенциала для систем наблюдений благодаря реализации проектов, финансируемых международными организациями, а также благодаря двусторонним партнерствам и содействию региональному сотрудничеству. Это может включать предоставление руководящих указаний и организацию мероприятий по подготовке кадров и наращиванию потенциала.

Наземная система наблюдений

Для удовлетворения потребностей разных пользователей многие наземные системы наблюдений могут быть сделаны более эффективными, при этом не обязательно увеличивать количество наблюдений. Это может быть реализовано посредством обработки больших объемов данных и обмена ими, например, следующим образом:

- глобальный обмен всеми ежечасными данными может быть использован в глобальных применениях наряду с поощрением глобального обмена данными с частотой менее часа в поддержку соответствующих областей применения;
- обмен между разными сообществами пользователей (согласно стандартам ИГСНВ) данных наблюдений, поступающих из систем наблюдений за атмосферой, океаном и поверхностью суши при разных, в случае необходимости, уровнях предварительной обработки.

Системы аэрологических наблюдений могут быть усовершенствованы посредством принятия различных мер в отношении радиозондов, данных воздушных судов и профилометров, таких как:

- обеспечение более единообразного охвата глобальными аэрологическими данными при рассмотрении всей совокупности систем наблюдений;
- принятие специальных мер для поддержания отдельных пунктов или платформ радиозондирования (включая станции Программы автоматизированных аэрологических измерений с борта судна – АСАП);
- принятие специальных мер для реактивирования существующих пунктов радиозондирования, которые прекратили работу или которые проводят наблюдения, данные которых не передаются;
- разработка адаптационного компонента для радиозондов и систем передачи метеорологических данных с самолета (АМДАР) с целью проведения определенных наблюдений там, где и когда они наиболее необходимы;
- принятие специальных мер для поддержания пунктов радиозондирования аэрологической сети ГСНК (ГУАН) и развития опорной аэрологической сети ГСНК (ГРУАН);
- совершенствование обработки и распространения данных радиозондирования для получения данных с более высоким вертикальным разрешением наряду с позицией и временем для каждого комплекта данных;
- разработка в региональном масштабе последовательной сети профилирующих станций дистанционного зондирования;
- разработка и внедрение датчиков влажности в качестве составного компонента системы АМДАР.

Большинству наземных систем наблюдений над поверхностью земли значительную пользу принесут общие действия в отношении стандартов ИСВ/ИГСНВ (касающихся обработки данных наблюдений и обмена ими). Получение пользы ожидается также в результате более частого глобального обмена данными наблюдений, включая данные со станций ГСА, систем обнаружения молний и гидрологических станций. Весьма эффективным в экономическом плане способом получения большего объема данных наземных наблюдений для разных пользователей является увеличение и расширение обмена данными наблюдений, которые используются для конкретных применений, таких как дорожный транспорт, авиация, сельскохозяйственная метеорология, городская метеорология и производство электроэнергии.

Конкретные действия необходимы в отношении метеорологических радиолокационных станций, с тем чтобы:

- повышать качество количественных оценок осадков;
- развивать структуру обработки данных метеорологических радиолокационных станций/обмена данными для обслуживания всех пользователей, обеспечивая при этом однородные форматы данных для международного обмена.

Необходимо предпринять действия в отношении морских станций, судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН), заякоренных буев, дрейфующих буев и ледовых буев, с тем чтобы улучшить географический охват наблюдений за океаном, особенно для измерения температуры поверхности моря, высоты, солености, видимости, волнения и приземного ветра.

Что касается подповерхностного слоя океана, то требуются усилия в партнерстве с Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО для проведения большего числа наблюдений (температуры, солености и т. д.) с высоким вертикальным разрешением при помощи ныряющих буев и обрывных баритермографов (ОБТ) и для распространения всех данных в режиме реального времени. Получение данных наблюдений в глубоководных районах океана является проблематичным, и важно ускорять разработку некоторых появляющихся технологий.

Космическая система наблюдений

«Перспективное видение ГСН на 2025 г.» предусматривает расширение космических возможностей для наблюдений, увеличение сообщества космических агентств, вносящих вклад в программы ВМО, и активизацию сотрудничества между ними. Большее число спутников должно обслуживать несколько применений, вместо того чтобы быть предназначенными только для одного вида научной деятельности.

Одной из важных проблем для большинства космических компонентов является бесперебойность и частичное дублирование ключевых спутниковых датчиков, которые должны быть гарантированы, наряду с обработкой и распространением данных как в режиме реального времени, так и в режиме задержки, а также надлежащие процедуры взаимного сравнения и взаимной калибровки.

Необходимо осуществлять непрерывные действия для дополнения или поддержания по меньшей мере шести оперативных геостационарных (ГСС) спутников, разнесенных в идеальном варианте на более чем 70° долготы и имеющих по меньшей мере:

- формирователь изображений в видимом/инфракрасном диапазоне;
- гиперспектральный инфракрасный зонд;
- формирователь изображений молний.

Запуски спутников с низкой земной орбитой (НЗО) должны включать по меньшей мере три оперативных солнечно-синхронных полярно-орбитальных спутников (с временем пересечения экватора около 13.30, 17.30 и 21.30 местного времени для обеспечения оптимального глобального охвата). Эти орбитальные платформы должны быть как минимум оборудованы:

- гиперспектральным инфракрасным зондом;
- микроволновым зондом;
- многоспектральным формирователем изображений в видимом/инфракрасном диапазоне с высоким разрешением;
- микроволновым формирователем изображений.

Необходимы конкретные действия для передачи, предварительной обработки и распространения пользователям в режиме реального времени больших объемов данных, которые ожидаются от спутников НЗО.

Помимо выполнения основных программ метеорологических спутников необходимо поддерживать или разрабатывать несколько других спутниковых приборов для наблюдений за погодой, океаном, климатом, а также других применений. Многие из нижеперечисленных приборов обслуживают несколько областей применения:

- рефлектометр: требуется как минимум два спутника, летающих на достаточно разделенных орбитах, с рефлектометром на борту;
- приемники Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) на спутниках НЗО: требуется группировка спутников для радиозатмения, проводящая как минимум 10 000 радиозатмений в день;
- альтиметр: потребности пользователей требуют установки эталонного альтиметра на высокоточной несолнечно-синхронной наклоненной орбите и еще двух приборов на достаточно разнесенных солнечно-синхронных орбитах;
- инфракрасный формирователь изображений с двойным углом обзора: подобный формирователь изображений на борту полярно-орбитального спутника необходим для проведения измерений температуры поверхности моря (качества климатического мониторинга);
- узкополосные формирователи изображений в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне: требуется как минимум один формирователь изображений этого типа для наблюдений за цветом океана, растительностью, альбедо поверхности, аэрозолями и облаками;
- многоспектральные формирователи изображений в видимом/инфракрасном диапазоне с высоким разрешением: этот тип прибора имеет важное значение для сельскохозяйственной метеорологии, гидрологии, землепользования и мониторинга паводков и пожаров;
- радиолокаторы, измеряющие осадки: в сочетании с пассивными микроволновыми формирователями изображений эти приборы необходимы для поддержки программы по глобальному измерению осадков (ГПМ);
- широкополосные радиометры видимого/инфракрасного диапазона: этот тип радиометра необходим для мониторинга радиационного баланса Земли (как минимум на одном полярно-орбитальном спутнике);
- различные зонды (в УФ, видимом и ближнем инфракрасном диапазонах) на нескольких геостационарных и низких земных орбитах, включая возможность зондирования лимба. Это необходимо главным образом для определения химического состава атмосферы, мониторинга парниковых газов и загрязнения воздуха;
- радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА): важно иметь как минимум один РСА на полярно-орбитальном спутнике для мониторинга поверхности суши, уровня моря, уровня воды в затопленных районах и т.д., с тем чтобы вносить эффективный вклад в обеспечение готовности к бедствиям и ликвидации их последствий.

Помимо вышеперечисленных приборов имеется несколько новых или подготавливаемых к выпуску приборов и технологий, которые необходимо испытать и, возможно, ввести в эксплуатацию до 2025 г. Примерами этих приборов на спутниках НЗО являются лидары (для ветра, облаков и аэрозолей) и низкочастотные микроволновые радиометры (для измерения влажности почвы и солености океана). На спутниках ГСС необходимо устанавливать приборы, работающие в микроволновом, а также узкополосном видимом/ближнем инфракрасном диапазоне. Гравиметрические датчики могут обеспечивать мониторинг подземных вод. До сих пор ни один метеорологический или океанографический прибор не был запущен на высокоэллиптическую орбиту (ВЭО), и демонстрация этой технологии имела бы ценное значение.

Космическая погода

Необходимо проведение наблюдений за космической погодой, с тем чтобы: прогнозировать вероятность появления возмущений космической погоды; распространять тревожные сообщения об опасных явлениях при превышении пороговых значений возмущений; постоянно информировать о текущем состоянии окружающей среды; определять климатологические условия для разработки как систем космического базирования (т. е. процедуры обеспечения безопасности спутников и космонавтов), так и систем наземного базирования (т. е. защита электроэнергетических систем и управление воздушным движением); разрабатывать и проверять численные модели; и проводить исследования, которые повысят уровень наших знаний. Всеобъемлющая сеть наблюдений за космической погодой должна включать наземные и космические обсерватории в сочетании с дистанционным зондированием и измерениями в точке.

В частности, действия необходимы для того, чтобы:

- координировать планы, обеспечивающие непрерывность солнечных измерений, измерений параметров солнечного ветра и межпланетных магнитных полей, а также получения изображений гелиосферы из космоса; координировать, стандартизировать и расширять существующие данные наземных солнечных наблюдений; совершенствовать мониторинг ионосферы посредством расширения наземных ГНСС, повышения своевременности космических измерений посредством радиозатмений при помощи ГНСС и совместного использования через ИСВ наземных или космических данных ГНСС метеорологическими сообществами и сообществами, занимающимися космической погодой, в масштабе времени, близком к реальному; координировать использование сообществом, занимающимся космической погодой, данных наблюдений двухчастотного радиолокационного альтиметра; увеличить объем имеющихся данных наземных магнетометров, предоставляемых с высокой степенью своевременности;
- разработать план для поддержания и совершенствования наблюдений за космической погодой, включающих наблюдения за плазмой и частицами высокой энергии.

Стратегия осуществления

Предполагается, что большинство действий, перечисленных в данном документе, станут практически осуществимыми к 2025 г. Главное исключение связано с действиями в области научных исследований и разработок, касающихся появляющихся систем наблюдений: некоторые из них характеризуются значительной степенью неопределенности в отношении их возможного оперативного использования к 2025 г.

Многоплановые действия (которые не связаны с одной конкретной системой наблюдений) изложены в разделах 3 и 4 этого плана. Действия, документирующие эволюцию наземных систем наблюдений, описаны в разделе 5 применительно к каждой конкретной системе. Действия, описывающие эволюцию космических систем наблюдений, изложены в разделе 6 также применительно к каждой конкретной системе, а действия в области космической погоды описаны в разделе 7.

Осуществление плана будет регулярно рассматриваться и оцениваться под руководством КОС в период 2012-2025 гг. наряду с другими документами, особенно «Перспективным

видением ГСН на 2025 г.». Это потребует регулярного представления информации о прогрессе в осуществлении свода действий в рамках ПО-ЭГСН.

Сводная таблица действий, предлагаемых в этом плане осуществления, содержится в [приложении I](#).

План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений (ПО-ЭГСН)

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Преамбула

К 2025 г. глобальные системы наблюдений будут в значительной мере усовершенствованы на базе существующих наземных и космических подсистем и использования существующих и появляющихся технологий. Они будут являться центральными компонентами Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСНВ), которые составят комплексную и всеобъемлющую систему систем наблюдений в поддержку потребностей государств – членов ВМО в информации о погоде, климате и воде и соответствующих экологических вопросах. Существующие компоненты нынешней Глобальной системы наблюдений ВМО (ГСН) будут взаимодействовать с совместно финансируемыми ВМО и другими, не относящимися к ВМО, системами наблюдений. Они внесут основные вклады в Глобальную систему систем наблюдений за Землей (ГЕОСС¹) и недавно созданную Глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГОКО¹). Космический компонент будет основан на более эффективном сотрудничестве по линии таких партнерств, как Координационная группа по метеорологическим спутникам (КГМС²) и Комитет по спутниковым наблюдениям за Землей (КЕОС³). Некоторые подсистемы наблюдений будут опираться на системы партнерских организаций ВМО: Глобальная система наблюдений за поверхностью суши (ГСНПС⁴), Глобальная система наблюдений за океаном (ГСНО⁵) и другие системы. Их климатические компоненты будут являться основными вкладами в Глобальную систему наблюдений за климатом (ГСНК⁶).

Эти системы наблюдений будут предназначены для удовлетворения потребностей в наблюдениях широкого круга областей применения в рамках всех программ ВМО и спонсируемых ВМО программ, способствуя повышению качества данных, продукции и обслуживания, предоставляемых национальными метеорологическими службами (НМС) и национальными метеорологическими и гидрологическими службами (НМГС). Хотя системы наблюдений будут совершенствоваться главным образом благодаря поэтапному внедрению дополнительных элементов и технологических изменений, предполагается, что масштабы эволюции будут значительными и будут связаны с новыми концепциями в области науки, обработки данных, разработки и использования продукции, а также подготовки кадров.

¹ <http://www.earthobservations.org/>

¹ В 2009 г. Всемирная климатическая конференция-3 (ВКК-3) постановила учредить Глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГОКО) в целях укрепления подготовки, наличия, предоставления и применения научно обоснованного климатического прогнозирования и обслуживания. Более подробная информация находится по адресу: <http://www.wmo.int/gfcs>

² <http://www.cgms-info.org/>

³ <http://www.ceos.org/>

⁴ ГСНПС совместно финансируется ФАО, МСНС, ЮНЕП, ЮНЕСКО и ВМО – <http://www.fao.org/gtos/>

⁵ ГСНО совместно финансируется МСНС, МОК ЮНЕСКО, ЮНЕП и ВМО – <http://www.ioc-goos.org/>

⁶ ГСНК совместно финансируется МСНС, МОК ЮНЕСКО, ЮНЕП и ВМО – <http://www.wmo.int/gcos>

1.2 Контекст

В последние десятилетия наблюдались весьма существенные усовершенствования в Глобальной системе наблюдений ВМО (ГСН). Их результатом явилось колоссальное расширение диапазона и повышение качества наблюдений, имеющих для оперативной метеорологической деятельности, и соответственно качества предоставляемого обслуживания.

Эволюция была особенно масштабной в отношении космического компонента ГСН, который в настоящее время является составным элементом многих различных спутниковых приборов и систем, вносящих существенный вклад в целый ряд применений.

Помимо выполнения своих долгосрочных задач в области оперативной метеорологии и поддержки быстрых достижений в численном прогнозе погоды (ЧПП), данные наблюдений стали использовать для поддержки все более широкого диапазона применений, причем не только мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы в режиме реального времени, но также и океана и поверхности суши, включая долгосрочное прогнозирование в ежемесячном и сезонном масштабах. Требования пользователей стали более строгими, в отношении этих видов деятельности появились новые потребности и новые инструменты, модели быстро прогрессировали, равно как и их потребности в данных наблюдений. В целом требования к данным наблюдений становятся все более строгими и их эволюция происходит все более быстрыми темпами.

Требования к данным наблюдений учитывают все соответствующие применения в рамках спонсируемых ВМО и совместно спонсируемых программ. Некоторыми из них являются применения в режиме реального времени, включая прогнозирование погоды и состояния океана. Для них обмен данными наблюдений и их обработка обычно осуществляются во временных масштабах от нескольких минут до нескольких часов (в зависимости от метода наблюдений, потребностей пользователей и способа распространения данных). Другие применения являются оперативными, однако могут позволить более длительные задержки во времени для сбора и использования данных наблюдений. Другими применениями являются научные исследования, которые связаны с применениями в режиме реального времени, но которым не мешают задержки, связанные с распространением данных. Многие системы наблюдений обслуживают потребности как в реальном, так и не в реальном времени. Деятельность по линии ГСНК и ГОКО характеризуется несколькими требованиями, не затронутыми ограничениями, связанными с режимом реального времени, хотя значительное содействие может быть оказано по некоторым аспектам благодаря обмену данными в режиме реального или близкого к реальному времени. Потребности в данных наблюдений (в плане измеряемых переменных, пространственного разрешения, частоты наблюдений и т. д.), связанных с предоставлением оперативного климатического обслуживания по линии ГОКО, предположительно возрастут, поскольку к все более широкому участию привлекаются пользователи этого обслуживания⁷. В некоторых случаях значительные усовершенствования могут быть получены просто благодаря распространению в режиме реального времени данных наблюдений, которые уже были проведены для других целей.

⁷ Пользователями климатического обслуживания в контексте ГОКО являются широкие и весьма разнообразные группы, включая политиков, менеджеров, инженеров, исследователей, студентов и широкую общественность, во всех секторах социально-экономических систем (в том числе сельское хозяйство, водные ресурсы, здравоохранение, строительство, уменьшение риска бедствий, окружающая среда, туризм, перевозки и т. д.), и пока неизвестным остается полный объем их потребностей.

1.3 Предпосылки и цель нового плана

Действуя под эгидой Комиссии по основным системам (КОС) ВМО, Открытая группа по программной области (ОГПО) по Комплексной системе наблюдений (КСН) и ее группы экспертов по эволюции глобальных систем наблюдений (ГЭ-ЭГСН) руководят эволюцией глобальных систем наблюдений и контролируют ее. ОГПО-ГСН и ГЭ-ЭГСН контролировали процесс «Регулярного обзора потребностей» (РОП). В соответствии с этим процессом потребности в данных наблюдений классифицируются по разным областям применения и количественно определяются в показателях плотности данных (горизонтальное и вертикальное разрешение), неопределенности (точность), цикла наблюдений (частота) и своевременности для всеобъемлющего перечня метеорологических и экологических переменных (ветер, температура и т. д.). Процесс РОП регулирует менеджмент базы данных⁸, содержащей эту информацию, которая регулярно рассматривается и обновляется. РОП проводится в настоящее время по 12 областям применения: глобальный ЧПП, ЧПП с высоким разрешением, прогнозирование текущей погоды и сверхкраткосрочное прогнозирование, сезонное-межгодовое прогнозирование, авиационная метеорология, океанические применения (включая морскую метеорологию), химия атмосферы, сельскохозяйственная метеорология, гидрология, климатический мониторинг, климатические применения и космическая погода. При необходимости добавляются другие области применения. Для каждой области применения потребности в данных наблюдений сравниваются с возможностями существующих и планируемых систем наблюдений путем «критического рассмотрения» экспертами в области применения. Критическое рассмотрение также учитывает результаты исследований воздействий. Основные нехватки настоящих/планируемых возможностей в связи с потребностями пользователей резюмируются в виде анализа пробелов или «Заявления о руководящих принципах» (ЗРП). Потребности пользователей, оценка имеющихся и планируемых возможностей, а также ЗРП, являются главными исходными элементами, которые первоначально внесли вклад в «Перспективное видение ГСН на 2025 г.», а в настоящее время – в анализ и действия, изложенные в этом Плане осуществления.

Первый вариант ПО-ЭГСН был разработан в период 2001-2003 гг. и принят КОС в 2005 г. Он содержал свод рекомендаций, направленных на совершенствование как наземных, так и космических подсистем ГСН. Этот новый план является результатом полной переделки старого плана. Эта переделка была необходима по следующим причинам:

- с 2003 г. в качестве части процесса представления отчетов о прогрессе по ПО-ЭГСН к первоначальным рекомендациям были добавлены многочисленные замечания и новые данные. Сейчас эти замечания и новые данные представляют собой лишь исторический интерес и затрудняют чтение документа;
- некоторые рекомендации устарели;
- в доклада о ходе работы были добавлены некоторые новые рекомендации, и многие из них все еще соответствуют новому ПО-ЭГСН;
- «Перспективное видение ГСН на 2025 г.»⁹, которое было инициировано ГЭ-ЭГСН в 2007 г. и принято в 2009 г. шестьдесят первой сессией Исполнительного Совета ВМО (ИС-LXI), содержит цели высокого уровня для эволюции систем наблюдений. Новый ПО-ЭГСН является всеобъемлющим ответом на это новое перспективное

8 <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/RRR-DB.html>

9 См. http://www.wmo.ch/pages/prog/www/OSY/WorkingStructure/documents/CBS-2009_Vision-GOS-2025.pdf

видение и отражает его в своей структуре. ИГСНВ обеспечивает новую организационную основу для систем наблюдений ВМО, и необходимо включить ПО-ЭГСН в эту основу, а также включить элементы, имеющие важное значение в рамках ИГСНВ, такие как интеграция и функциональная совместимость;

- новый ПО-ЭГСН является более конкретным в отношении того, кто должен осуществлять различные действия;
- новый ПО-ЭГСН соответствует новому варианту Плана осуществления для Глобальной системы наблюдений за климатом (ПО-ГСНК)¹⁰, появляющимся потребностям ГОКО и Глобальной службы криосферы (ГСК). В этом Плане действия перечислены для того, чтобы подчеркнуть и пропагандировать потребности ГСНК в высококачественных данных наблюдений за важнейшими климатическими переменными (ВКлП) и практики наблюдений, изложенные в Принципах климатического мониторинга ГСНК (ПКМГ).

Цель настоящего ПО-ЭГСН заключается в документальном изложении свода действий по осуществлению, которые важны для поэтапного усовершенствования глобальных систем наблюдений и для достижения целей Перспективного видения на 2025 г. Многие действия взяты из старого варианта плана, повторены и обновлены. Кроме того, в новом плане определяются действующие стороны (организации, субъекты), которые отвечают за каждое действие, предполагаемый срок, общий менеджмент и мониторинг, а также оценочные показатели. Оценочные показатели часто относятся к «числу наблюдений» или «числу систем наблюдений». Хотя они конкретно не указываются для каждого отдельного действия, эти цифры следует воспринимать в качестве, например, числа наблюдений приемлемого качества, и предполагается, что в данном случае важную роль будет играть Система менеджмента качества (СМК) ВМО, применяемая к приборам и методам наблюдений¹¹ (см. раздел 2.1).

В новом ПО-ЭГСН дается описание действий по осуществлению в том виде, в котором они предусматриваются в первой части десятилетнего периода 2010-2020 гг., и в нем охватывается период до 2025 г. Для мониторинга действий в рамках этого Плана осуществления регулярно будет готовиться доклад о ходе работы; в нем будет описываться ход работы с использованием при этом базового ПО-ЭГСН в качестве эталона.

В тех случаях, когда существующие запланированные виды деятельности представляются достаточными для удовлетворения потребностей к 2025 г., в соответствующий подраздел не включают никакого нового действия. Однако это не исключает добавления других действий в более позднее время, если мониторинг хода выполнения этого Плана показывает, что планы отвечающих за осуществление исполнителей изменились и появился «пробел».

Раздел 3 в этом Плане посвящен многоплановым действиям, а в разделе 4 рассматриваются особые проблемы, связанные с развивающимися странами. Затем действия описываются отдельно по каждой системе наблюдений, а именно: по наземным системам наблюдений – в разделе 5 и космическим системам наблюдений – в разделе 6. И наконец, раздел 7 посвящен космической погоде.

10 См. <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/gcos-138.pdf>

11 См. Руководство КПМН (<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>), часть III, глава 1 «Менеджмент качества»

2. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

2.1 Общая концепция и связь с ИГСНВ

Настоящий план содержит действия по осуществлению, направленные на проведение наблюдений многих переменных величин, дающих описание атмосферы и окружающей среды, находящейся в контакте с атмосферой (океан, лед и суша). Предполагается, что эти действия являются сложными, однако практически осуществимыми в период 2012-2025 гг., хотя они могут быть не завершены к 2025 г. Эти действия в значительной степени являются производным результатом анализов пробелов, осуществленных в рамках процесса РОП. Приоритет разных действий определяется РОП в разных областях применения и соответствующими ЗРП.

Разработка этих действий была основана на большом объеме информации, причем не только о несоответствиях между существующими/запланированными возможностями для наблюдений и заявленными в настоящее время потребностями пользователей, но также и о самых экономически эффективных способах ликвидации этих несоответствий. По мере возможности, руководствовались результатами экспериментов, посвященных воздействию реальных или гипотетических изменений на системы наблюдений. В частности, учитывались результаты экспериментов по системам наблюдений (ЭСН), экспериментов по моделированию системы наблюдений (ЭМСН) и других исследований воздействий, выполненных центрами ЧПП.

Действия в рамках ПО-ЭГСН, конкретно указанные в этом плане, учитывают концепцию ИГСНВ, потребности, задачи и сферу деятельности, изложенные в Стратегии развития и осуществления ИГСНВ (ВДИС), принятой Кг-ХVI (2011 г.), а также План осуществления ИГСНВ (ПОИ), который должен быть утвержден ИС-64 (2012 г.) (см. веб-сайт¹²).

Перспективное видение ИГСНВ и потребности

Перспективное видение ИГСНВ призывает к тому, чтобы интегрированная, скоординированная и всеобъемлющая система наблюдений удовлетворяла экономически эффективным и устойчивым образом меняющиеся потребности стран – членов ВМО в наблюдениях при предоставлении ими обслуживания в области метеорологии, климата, гидрологии и связанной с ними окружающей среды. ИГСНВ обеспечит рамочную основу для интеграции и оптимизированной эволюции компонента систем наблюдений ВМО, включая вклад ВМО в совместно спонсируемые системы.

Для улучшения предоставления обслуживания необходимо совершенствовать существующие средства для наблюдений, сделать их более рентабельными и поддерживать их функционирование. Для обеспечения скоординированной, всеобъемлющей и устойчивой системы, отвечающей требованиям ВМО и партнеров, требуется улучшение управления и менеджмента систем наблюдений, а также их интеграции.

Интеграция должна осуществляться для обеспечения функциональной совместимости и содействия оптимизации всех компонентов наблюдений. Основным требованием к

12 См. <http://www.wmo.int/wigos>

интеграции является стандартизация в трех ключевых областях: приборы и методы наблюдений; обмен информацией и ее поиск в рамках Информационной системы ВМО (ИСВ); и менеджмент данных в соответствии с СМК.

Система менеджмента качества (СМК)

Предполагается, что ИГСНВ обеспечит своевременные, гарантированного качества, прошедшие контроль качества и оформленные надлежащим образом данные долгосрочных наблюдений. Для лучшего использования существующих и появляющихся средств наблюдений требуется применение процедур менеджмента качества.

ИГСНВ будет включать процедуры СМК¹³ для обеспечения того, чтобы наблюдения, записи и сводки о погоде, воде, климате и других ресурсах окружающей среды, оперативные прогнозы, предупреждения, соответствующая информация и обслуживание были определенного качества и отвечали соответствующим общим стандартам, согласованным с другими международными организациями.

Это должно быть основано на согласованных стандартах гарантии качества и контроля качества в целях разработки и внедрения комплексной системы менеджмента качества (СМК); при этом только после успешного осуществления на национальном уровне это обеспечит надежную и своевременную передачу потоков данных с должным контролем качества и соответствующими метаданными.

Согласованное планирование и оптимизация систем наблюдений

В рамках ИГСНВ согласованное планирование и оптимизация систем наблюдений будут осуществляться посредством процесса РОП, описанного в разделе 1.3.

При разработке ИГСНВ будет учитываться полезный опыт различных пилотных проектов, которые, как предполагается, будут содействовать долгосрочной разработке глобальных систем наблюдений.

В ПО-ЭГСН дается описание действий по осуществлению, предложенных для каждой системы наблюдений. В рамки ПО-ЭГСН не входят, хотя они и являются важными, другие аспекты ИГСНВ, а именно менеджмент сетей, отношения с партнерскими организациями, координация с ИСВ и т. д.

Несколько элементов стратегической концепции ПО-ЭГСН также совпадают со стратегической концепцией ПО-ГСНК. Этими стратегическими элементами являются следующие элементы:

- глобальный охват наземных систем наблюдений в точке и дистанционного зондирования. Это связано главным образом с усовершенствованиями в существующих сетях для обеспечения рекомендованных технических, оперативных и эксплуатационных стандартов, особенно в развивающихся странах;
- расширение существующих сетей и особенно повышение плотности и частоты наблюдений в регионах с недостаточным покрытием данными, таких как океаны,

13 <http://www.wmo.int/qmf>

- тропики, высокие широты и высоты, а также расширение для удовлетворения появляющихся потребностей сообществ пользователей ГОКО;
- совершенствование систем получения данных и процедур менеджмента данных с целью минимизации отсутствующих данных, обеспечения постоянного соответствия концепциям ИСВ и ИГСНВ; это включает соблюдение международно принятых стандартов для наблюдений за погодой, климатом, водными ресурсами и связанных с ними наблюдений за окружающей средой, а также соответствующий обмен данными;
 - эффективное использование спутниковых данных посредством непрерывной и более совершенной калибровки и/или валидации, эффективного менеджмента данных, а также непрерывности текущих спутниковых наблюдений;
 - расширенный мониторинг наличия и качества данных (на всех этапах обработки, обмена и использования) на основе существующих систем данных;
 - постоянное создание новых технических средств посредством научных исследований, технических разработок и демонстрации пилотных проектов.

2.2 Ответственные за осуществление

В случае наземных систем наблюдений за действиями по осуществлению отвечают главным образом национальные агентства, такие как национальные метеорологические службы (НМС) или национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС), хотя в нескольких случаях за работу систем наблюдений *in-situ* отвечают не метеорологические учреждения или агентства, действующие в контексте международной программы или в рамках активного международного сотрудничества. В некоторых случаях эти сети финансируются для научно-исследовательских целей, и в этой связи озабоченность вызывает обеспечение их устойчивого функционирования.

В случае космических систем наблюдений ответственными иногда являются национальные агентства, эксплуатирующие спутники для научно-исследовательских и/или оперативных целей, и иногда многонациональные агентства, специализирующиеся в области космических наблюдений.

Как для наземных, так и космических систем, требуется высокий уровень международного сотрудничества, который оправдывает существование нескольких международных программ, финансируемых или совместно финансируемых ВМО в партнерстве с другими международными организациями. Для систем наблюдений, переходящих из стадии научных исследований в оперативный статус, ведущую роль играют три ТК ВМО: Комиссия по основным системам (КОС), Комиссия по атмосферным наукам (КАН) и Комиссия по приборам и методам наблюдений (КПМН).

Для наземных сетей наблюдений *in-situ* проектирование и разработка часто осуществляются через региональные ассоциации (РА), которые играют ключевую координационную роль в своих соответствующих регионах, пользуясь при этом руководящими указаниями технических комиссий (ТК) ВМО, в первую очередь (но не только) КОС. Многие потребности удовлетворяются посредством совместно финансируемых систем наблюдений (ГСНК, ГСНО, ГСНПС). Что касается сетей наблюдений за океаном в точке, то Совместная техническая комиссия ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии (СКОММ) участвует во всех системах наблюдений, проводящих морские метеорологические измерения на поверхности, а также океанографические измерения на поверхности океана и в глубине. Наблюдения за химическим составом атмосферы проводятся по линии Программы Глобальной службы

атмосферы (ГСА) и ее стратегического плана и добавления к нему (см. ссылки на веб-страницу в разделе 5.3.1.4). Космические системы наблюдений характеризуются общей тенденцией глобального и менее регионального уровня спутниковых наблюдений по сравнению с сетями наблюдений в точке. Однако роль ВМО является не менее важной, и она действует в тесном сотрудничестве с Координационной группой по метеорологическим спутникам (КГМС), а также национальными и международными агентствами.

Некоторые наземные сети наблюдений играют исключительно важную роль в мониторинге климата и требуют расширения. Они проводят измерения приземной радиации, которые дополняют данные о суммарной солнечной радиации, сообщаемые спутниковыми приборами, а также всех переменных, которые необходимы для мониторинга углеродного цикла системы Земля, особенно углерода в почве, и потоков двуокиси углерода и метана между атмосферой, океаном и поверхностью суши. Углеродная стратегия¹⁴ ГЕО объясняет также, какие учреждения отвечают за осуществление этих наблюдений.

3. ВСЕОБЪЕМЛЮЩИЕ И МНОГОПАНОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ

Этот раздел Плана осуществления четко следует описанию общих тенденций и проблем в том виде, в котором они изложены в «Перспективном видении ГСН на 2025 г.» и содержат общие действия, которые заведомо ассоциируют с этими тенденциями и проблемами.

3.1 Реагирование на потребности пользователей

Глобальные системы наблюдений обеспечат проведение комплексных наблюдений в ответ на потребности стран-членов и программ ВМО в улучшенных датах, продукции и обслуживании в области погоды, воды и климата и соответствующих экологических вопросах. Через ИГСНВ ВМО будет продолжать обеспечивать эффективное глобальное сотрудничество в проведении наблюдений и распространении их результатов благодаря комплексной и все более взаимодополняющей системе систем наблюдений.

Устойчивое функционирование этих систем наблюдений может потребовать партнерских отношений между научно-исследовательскими и оперативными учреждениями. Наблюдения за несколькими переменными проводятся в контексте научно-исследовательских программ или космическими агентствами, главной задачей которых являются научные исследования и разработки. Как только методы становятся достаточно совершенными для гарантирования последовательного комплекса наблюдений с приемлемым уровнем точности, необходимо, чтобы они обрели устойчивый характер в будущем в качестве оперативной системы наблюдений, если они удовлетворяют потребности определенных групп пользователей.

Оперативная система включает процесс наблюдений, передачу данных в центр их предварительной обработки, а также архивирование и распространение пользователям посредством процедур, совместимых с ИСВ. Эти виды деятельности могут предполагать или не предполагать передачу ответственности от одной организации другой. Каждый раз в случае разработки новых или обновленных технологий наблюдений или систем обработки данных важное значение имеет взаимодействие между разработчиками, посредником и конечными пользователями для оценки потребностей и последствий

¹⁴ http://www.earthobservations.org/documents/sbas/cl/201006_geo_carbon_strategy_report.pdf

внедрения новой или меняющейся системы перед ее запуском в эксплуатацию. Это поможет обеспечить понимание всех основных требований, включая требования в отношении однородности наблюдений во времени. Следует предусмотреть условия, позволяющие пользователям подготовиться к новым системам наблюдений весьма заблаговременно до развертывания системы в плане приема данных, их обработки и аналитической инфраструктуры, а также соответствующих вопросов образования и подготовки кадров.

В то же время существующим системам должно по-прежнему уделяться постоянное внимание. Давно используемые методы наблюдений по-прежнему являются ценными, и их следует применять для бесперебойной работы и расширения сетей, с тем чтобы удовлетворять потребности пользователей.

Действие С1

Действие: удовлетворять растущие потребности пользователей в климатической информации путем поощрения и расширения традиционных платформ наблюдений для метеорологических и климатических наблюдений и содействия такому расширению.

Кто: ГСНК и КОС будут руководить осуществлением данного действия наряду с региональными центрами, представляющими пользователей, и организациями, эксплуатирующими компонентные системы наблюдений.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: степень, в которой удовлетворяются потребности пользователей.

Действие С2

Действие: как только соответствующие системы наблюдений на базе исследований проявят себя в качестве достаточно совершенных и рентабельных, применять надлежащую методологию перехода к новому этапу, с тем чтобы стать устойчивой оперативной системой.

Кто: КОС в сотрудничестве с КПМН и КАН инициирует эволюцию и будет руководить ею наряду со всеми организациями, эксплуатирующими компонентные системы наблюдений.

Срок: постоянно. Срок определяется для каждого отдельного случая.

Оценочный показатель: количество устойчивых систем по сравнению с установленными цифрами.

Действие С3

Действие: обеспечить соблюдение стандартов ИСВ всеми операторами, проводящими наблюдения¹⁵

Кто: организации и агентства, выполняющие программы наблюдений. Мониторинг действий осуществляется КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: степень применения стандартов ИСВ.

Действие С4

Действие: требуется тщательная подготовка перед внедрением новых (или заменой существующих) систем наблюдений. Оценку последствий необходимо провести путем предварительной и постоянной консультации с пользователями

¹⁵ См. <http://www.wmo.int/pages/prog/wis/>

данных и более широким сообществом пользователей. Необходимо также обеспечить пользователей данных руководящими указаниями относительно приема/получения данных, инфраструктуры обработки и анализа, предоставления косвенных данных, а также организации программ по образованию и подготовке кадров.

Кто: все организации, эксплуатирующие компонентные системы наблюдений, следуя при этом лучшим практикам, обеспечиваемым КОС, КАН и другими ТК

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: степень охвата проблем сообщества пользователей.

Значительная часть морских и океанических систем наблюдений поддерживается в настоящее время благодаря научным исследованиям, финансируемым в течение ограниченного срока. Учитывая важность непрерывных и долгосрочных наблюдений для ключевых морских/океанических переменных для многих применений, включая среднесрочное прогнозирование погоды и сезонного климата, странам – членам ВМО следует учитывать потенциальные пробелы, которые могут возникнуть в конце выполнения этих научно-исследовательских программ, если только не гарантируется постоянное финансирование устойчивых сетей наблюдений. Такие сети наблюдений включают: (i) тропические заякоренные буи; (ii) Арго; (iii) частичное обновление барометров на поверхностных дрейфующих буях (для прогнозирования погоды); и (iv) альтиметр, рефлектометр, микроволновые измерения температуры поверхности моря (ТПМ) и морского льда с научно-исследовательских спутников.

Действие С5

Действие: обеспечить стабильное финансирование ключевых морских/океанических систем наблюдений (например тропические заякоренные буи, Арго, поверхностные дрейфующие буи с барометрами, а также альтиметр, рефлектометр, ТПМ, определяемая посредством микроволновой радиометрии, измерения морского льда с научно-исследовательских спутников).

Кто: НМС, НМГС и партнерские национальные учреждения в сотрудничестве с международными организациями, ТК, отвечающими за координацию систем наблюдений (например СКОММ, КОС и КПМН), и космическими агентствами.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент сетей наблюдений, финансируемых через устойчивый механизм.

Глобальные системы наблюдений необходимы пользователям для обеспечения наблюдений, когда и где их необходимо проводить надежным, стабильным, устойчивым и рентабельным образом. Они требуют проведения наблюдений с конкретным пространственным и временным разрешением, точностью и своевременностью. Требования пользователей будут меняться в соответствии с быстро меняющейся ситуацией пользователей и техническими условиями, зависящими от более высокого уровня научного понимания и достижений в технологиях наблюдений и обработки данных. Отсутствие подходящих технических методов часто ограничивает нашу способность измерять некоторые ключевые экологические переменные. Эти ограничения могут меняться в диапазоне от фундаментальной базовой техники наблюдений до ограничений, связанных с приборным обеспечением, обработкой данных, подходящими методами калибровки/валидации, пространственным и/или временным разрешением, простотой функционирования и стоимостью. В связи с проведением новых наблюдений за экологическими переменными посредством дистанционного зондирования исключительно важно, чтобы валидация как самих измерений, так и применяемых методов поиска данных

осуществлялась в достаточно широком диапазоне геофизических условий. Важно также получать продукцию наблюдений физически последовательным образом при изменении параметров океана, суши и атмосферы. Разработка комплексной продукции требует смешивания разных комплектов данных или источников данных, которое должно быть единообразным во времени и пространстве.

Определенный уровень целевых наблюдений будет достигнут, при этом некоторые наблюдения проводятся или не проводятся, в соответствии с местной метеорологической ситуацией и конкретными потребностями пользователей. Они должны проводиться под руководством НМГС и в сотрудничестве с ними для обеспечения функциональной совместимости и потенциального обмена данными (см. также раздел 5.3.1.1.1).

Действие С6

Действие: для каждой системы наблюдений, предложенной для эксплуатации в адаптационном режиме (т.е. процесс, который будет менять совокупность наблюдений согласно метеорологической ситуации), изучать вопросы практической осуществимости, экономической эффективности и побочных воздействий на непрерывность записей климатических данных.

Кто: организации, эксплуатирующие сети наблюдений на регулярной основе. Процесс должен быть инициирован и координироваться КОС на основе рекомендаций от КАН, других ТК, РА и ГСНК.

Срок: постоянное рассмотрение процесса практической осуществимости и оценок рентабельности.

Оценочный показатель: число сетей, эксплуатируемых с определенным уровнем целевой направленности.

3.2 Интеграция

ИГСНВ обеспечит рамочную основу для интеграции и оптимизированной эволюции систем наблюдений ВМО (ГСН, ГСА, ГСК и ВСНГЦ), включая вклад ВМО в совместно спонсируемые системы (ГСНК, ГСНО, ГСНПС). Интеграция будет осуществляться посредством анализа требований и, при необходимости, совместного использования инфраструктуры, платформ и датчиков наблюдения, относящихся ко всем системам и с привлечением стран – членом ВМО и других партнеров. Планирование наземных и космических систем наблюдений будет осуществляться согласованным образом для удовлетворения разнообразных потребностей пользователей эффективным с точки зрения затрат образом посредством обеспечения надлежащих пространственных и временных разрешений.

Техника ассимиляции данных должна играть важную роль в связи с экономически эффективной интеграцией различных систем наблюдений, обслуживающих разные применения в рамках разных дисциплин. Техника ассимиляции данных действительно может значительно повысить ценность систем наблюдений благодаря сочетанию разнородных наборов информации для обеспечения полных и последовательных наборов геофизических полей. Сама по себе каждая система наблюдений выдает только небольшую порцию информации по сравнению с совокупностью глобальных требований, документально изложенных в процессе РОП. Однако в сочетании с глобальной ассимиляцией интеграция их измерений обеспечивает возможность проведения достоверных глобальных анализов многих переменных величин, имеющих существенное значение для многих глобальных применений.

Для выполнения этого Плана осуществления важно решение проблемы, связанной с нахождением средств для поддержания долгосрочного функционирования и бесперебойной работы этих систем наблюдений. Это не означает, что бесперебойность каждой системы должна гарантироваться бесконечно; суть стратегии заключается в обеспечении того, чтобы качество важных переменных величин не ухудшалось в тех случаях, когда прибор или система наблюдений заменяется другим прибором или другой системой наблюдений. Несколько применений используют данные наблюдений, которые для оперативных целей обозначаются как «научные исследования» или «демонстрация». Граница между «научными исследованиями» и «оперативной практикой» не является четко определенной и все время смещается, главным образом вследствие того, что она следует научному прогрессу в области применений и методов использования данных. В этом контексте обеспечение того, чтобы не происходило ухудшение качества данных наблюдений за важными переменными может означать обеспечение перехода научно-исследовательских/демонстрационных систем в статус оперативных систем (что, как это признается, является весьма сложной задачей).

Выполнение ИГСНВ консолидирующей роли находит также поддержку благодаря мощному фактору взаимодополняемости между наземными и космическими наблюдениями. Вот некоторые примеры этого:

- для проведения наблюдений за атмосферой наземные системы являются более эффективными в пограничном слое, в то время как спутниковые приборы являются более эффективными в стратосфере и выше уровня облаков;
- высокое горизонтальное разрешение может быть достигнуто при помощи космических формирователей изображений и зондов с глобальным охватом данными; этого невозможно достичь при помощи сетей наблюдений в точке, которые по-прежнему являются наиболее эффективными системами для получения высокого вертикального разрешения, особенно в низких слоях атмосферы;
- наиболее точные данные о полях ТПМ получают благодаря сочетанию спутниковых данных с данными эталонных измерений в точке.

Данные наблюдений должны предоставляться разным пользователям со своевременностью, соответствующей их требованиям. Они должны предоставляться посредством использования стандартных практик обработки данных, форматов кодирования и распространения, с тем чтобы упростить их использование.

Действие С7

Действие: обеспечить временную непрерывность и частичное дублирование ключевых компонентов системы наблюдений и их записей данных в соответствии с требованиями пользователей посредством надлежащих процедур управления изменениями.

Кто: руководство осуществляется КОС в сотрудничестве с другими ТК, СКОММ, РА, спутниковыми агентствами, НМС и НМГС и организациями, эксплуатирующими системы наблюдений.

Срок: постоянно. Срок определяется в каждом конкретном случае.

Оценочный показатель: непрерывность и последовательность записей данных.

3.3 Политика в области данных

Оперативная парадигма для ГСН была построена на принципах ВМО в отношении совместного использования данных, согласно которым все существенные данные совместно используются открытым образом странами – членами ВМО. Этому способствовал тот факт, что в прошлом данные наблюдений предоставлялись в первую очередь национальными правительствами и международными агентствами. Требования пользователей и системы наблюдений прошли процесс эволюции и будут продолжать его. Все более широкий круг источников осуществляет сбор возросших объемов данных все более разных видов и обмен ими. Политика стран-членов и ВМО в области данных должны изменяться соответственно.

Потенциальные возможности, связанные с усилением в будущем роли коммерческих предприятий, например принятие коммерческих грузов в виде приборов или «покупки данных» и аналогичные механизмы, порождают серьезные проблемы, связанные с постоянным наличием для всех стран – членов ВМО данных, получаемых посредством подобных механизмов.

Действие С8

Действие: для ВМО и совместно спонсируемых систем наблюдений – обеспечение постоянной приверженности принципам ВМО в отношении совместного использования данных, независимо от происхождения данных, включая данные, предоставляемые коммерческими предприятиями.

Кто: НМС и НМГС, а также космические агентства. Мониторинг процесса осуществляется КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: постоянное предоставление всех основных данных наблюдений всем странам – членам ВМО.

Большую пользу приносит также открытое совместное использование данных другими учреждениями, и следует использовать все возможности для поощрения подобного совместного использования.

3.4 Расширение

Произойдет расширение как перечня предоставляемых пользователям применений, так и наблюдаемых переменных. Сюда войдут наблюдения в поддержку подготовки комплектов данных, связанных с важнейшими климатическими переменными (ВКлП), соблюдение принципов мониторинга климата ГСНК, а также любые дополнительные наблюдения, необходимые для осуществления оперативного климатического обслуживания по линии ГОКО в глобальном, региональном и национальном масштабах. Химия атмосферы и гидрология также относятся к числу двух видов применений, требующих проведения наблюдений за все большим числом переменных величин с большего числа станций.

Произойдет увеличение диапазона и объема данных наблюдений, обмен которыми будет происходить на глобальном уровне. Несколько существующих местных систем наблюдений используются в настоящее время только для местных или региональных применений; они будут также использоваться в глобальных применениях, как только они докажут свою способность создавать дополнительную стоимость. Общий объем обмена глобальными данными значительно увеличится из-за проведения наблюдений за новыми переменными величинами, поскольку начнется глобальный обмен существующими данными местных наблюдений, а также вследствие повышения разрешений (во времени и

пространстве) глобальных систем наблюдений. Повысится значение спутниковых и радиолокационных комплектов данных, которые будут охватывать применения, требующие все более высокого горизонтального разрешения. Это подразумевает, что специализированные центры данных должны будут обслуживать более широкий круг применений во всех горизонтальных масштабах – от глобального до гектометрового. Это увеличение объема данных усилит нагрузку на процессы обработки и распространения данных, которые будут осуществляться в соответствии со стандартами ИСВ (это особенно важно для применений в режиме реального времени).

Действие С9

Действие: оценивать будущую эволюцию объемов данных, подлежащих обмену и обработке, исходя при этом из прогнозируемых объемов данных, подготовленных будущими космическими и наземными источниками.

Кто: ИСВ/ВМО будет осуществлять руководство в сотрудничестве с ТК, СКОММ, РА, спутниковыми агентствами, НМС и НМГС, а также организациями, эксплуатирующими системы наблюдений.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: эволюция объемов данных, подлежащих обработке и обмену.

Некоторые наблюдения за наземной криосферой являются частью сферы деятельности оперативных сетей. Другие наблюдения являются частью научно-исследовательских программ и не проводятся на постоянной основе. Существует большой и признанный пробел на международном уровне, связанный со способностью надежного измерения твердых осадков (снег, высота снежного покрова, лед и эквивалент дождевой воды). В качестве решений этой проблемы следует использовать новые технологии и технические методы для проведения наблюдений в точке и посредством дистанционного зондирования, а также необходимо проводить научные исследования для объединения данных этих двух типов наблюдений. Например, в то время как высота снежного покрова обычно измеряется на многих наземных станциях, не проводятся измерения толщины озерного льда и баланса массы ледников. Наряду с другими переменными требуются усовершенствования практик наблюдений за снегопадом, а также представление согласованных и регулярных сводок. Некоторые жизненно важные характеристики снега и льда, такие как параметры снегопада, водный эквивалент снега (ВЭС) и характеристики вечной мерзлоты, с трудом поддаются измерениям из космоса, а также в точке, хотя перспективными являются новые технологии и спутниковые датчики. ГСК будет оценивать наземные и космические системы наблюдений за криосферой и представит рекомендации по сокращению разрыва между имеющимися сейчас возможностями и потребностями пользователей.

3.5 Автоматизация

Тенденция разработки полностью автоматизированных систем наблюдений с использованием новых технологий наблюдений и информационных технологий будет продолжаться в тех случаях, когда может быть показана экономическая эффективность и когда это не ведет к снижению уровня важных требований в отношении некоторых применений, например мониторинга климата. Будет упрощен доступ к данным в масштабе реального времени и необработанным данным. Все большему числу систем наблюдений придется выпускать данные различных уровней, начиная от больших объемов необработанных данных до комплектов данных с высокой степенью обработки. Самые разнообразные пользователи будут заинтересованы в получении данных, прошедших

один или несколько этапов последующей обработки. Важно иметь разные пакеты обрабатывающих программ, соблюдающих общий свод стандартов ИСВ. Данные наблюдений будут собираться и передаваться в цифровой форме, в сильно сжатом виде, в случае необходимости. Обработка данных будет в высокой степени компьютеризирована.

Высокая степень автоматизации особенно необходима для сетей наблюдений, охватывающих районы, весьма подверженные воздействиям явлений суровой погоды. Для прогнозирования текущей погоды и уменьшения рисков в этих районах важно иметь инфраструктуру телесвязи, которая является достаточно надежной в отношении воздействий этих явлений.

См. соответствующее **Действие G31** относительно совместимости данных.

3.6 Функциональная совместимость, совместимость данных, согласованность и однородность

Будет проводиться активная стандартизация приборов и методов наблюдений. Будут внесены усовершенствования в калибровку наблюдений и предоставление метаданных для обеспечения согласованности данных и сопоставимости с абсолютными стандартами. Будут улучшены однородность форматов данных и их распространение через ИСВ, а также повышена функциональная совместимость между существующими системами наблюдений и новыми внедренными системами. Метаданные имеют существенное значение для обеспечения качества, согласованности и однородности данных наблюдений, и поэтому важное значение имеет архивирование полноценных метаданных для поддержки стандартизации, обеспечения оценок однородности, а также определения происхождения данных и их целесообразности.

Для обеспечения согласованности и однородности комплектов данных все принципы мониторинга спутниковых данных, которые документируются в ПО-ЭГСН для климатологических целей, являются в определенной степени действующими в отношении других применений ВМО, включая применения в режиме реального времени. То же самое можно сказать о рекомендациях, которые касаются постоянства во времени, однородности и частичного дублирования наблюдений, стабильности орбиты и калибровки датчиков, толкования, обработки и архивирования данных. Глобальные анализы для прогнозирования погоды и других применений зависят от нескольких ключевых систем наблюдений. Долгосрочная бесперебойность работы этих датчиков имеет, безусловно, весьма важное значение для целей исследований климата, однако она имеет не менее важное значение для других применений, в том числе в режиме реального времени. Все эти датчики используются «синергическим» образом, например когда один датчик помогает оценивать погрешности и смещения показаний в других датчиках. В этом процессе также важной является роль точных данных наблюдений в точке, способствующих соблюдению требований ГСНК в отношении опорной аэрологической сети ГСНК (ГРУАН).

К 2025 г. будут улучшены методы контроля качества и характеристики ошибок применительно ко всем наблюдениям. Необходимы оперативные системы, которые могут отслеживать и определять несоответствия в данных наблюдений и извещать менеджеров и операторов сетей о них, включая зависящие от времени погрешности с максимально возможным приближением к реальному времени. Подобные системы обратной связи уже регулярно применяются в практике нескольких центров ЧПП к данным, которые

ассимилируются в оперативных моделях ЧПП, а также центров мониторинга климата для обеспечения общего качества данных. Тем не менее существует потребность в расширении рамок этих видов деятельности в области мониторинга для охвата других применений, а также для установления процедур обратной связи для объемов данных наблюдений, которые невозможно сравнивать с любой оперативной моделью. Кроме того, даже в рамках существующей регулярной деятельности в области мониторинга существует необходимость в повышении скорости и эффективности как обратных связей с операторами, так и корректирующих действий.

Действие С10

Действие: осуществлять мониторинг всех основных данных, поступающих в центры обработки и к пользователям, и обеспечивать своевременный поток обратной информации в целях управления сетями наблюдений из центров мониторинга.

Кто: центры обработки данных, координируемые соответствующими ТК и международными программами (КОС будет руководить данным процессом и инициировать его, в случае необходимости).

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: обычные критерии мониторинга¹⁶.

Действие С11

Действие: обеспечивать более высокую однородность форматов данных для международного обмена посредством уменьшения числа международно координируемых стандартов.

Кто: КОС будет выполнять руководящую роль в сотрудничестве с другими ТК.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число форматов данных на данный тип данных.

3.7 Потребности в радиочастотах

Компоненты ИГСНВ используют ряд различных радиоприменений.

Пассивное космическое зондирование осуществляется в диапазонах, выделенных для обслуживания исследований Земли при помощи спутников (пассивные) и метеорологических спутников. Пассивное зондирование требует измерения естественно возникающей радиации, обычно весьма малой мощности и содержащей основную информацию об исследуемом физическом процессе.

Соответствующие полосы частот определяются при помощи фиксированных физических характеристик (молекулярные резонансы), которые невозможно изменить или игнорировать. Эти полосы частот являются поэтому важным естественным ресурсом. Даже помехи низких уровней, поступившие на пассивный датчик, могут ухудшить его данные. Кроме того, в большинстве случаев эти датчики не могут проводить различия между радиацией естественного и антропогенного характера. Вот почему Радиорегламент Международного союза электросвязи (МСЭ) разрешает пассивным службам размещать и эксплуатировать свои системы в наиболее востребованных полосах частот.

¹⁶ <http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/monitor/introduction.html>

Несколько геофизических переменных способствуют в разной степени естественным выбросам, которые можно наблюдать на заданной частоте с уникальными характеристиками. В этой связи измерения на нескольких частотах в микроволновом спектре должны производиться одновременно для получения оценок представляющих интерес переменных на основе заданного набора измерений. Соответственно пассивные полосы частот следует рассматривать в качестве полноценной системы. В настоящее время полезная нагрузка научных и метеорологических спутников не привязана к одной заданной полосе, но включает многочисленные разные приборы, выполняющие измерения в полном диапазоне пассивных полос. Кроме того, полный глобальный охват данными имеет особо важное значение для большинства применений и обслуживания в области погоды, воды и климата.

Большое значение имеет также наличие достаточного и хорошо защищенного спектра частот для телеметрии/телеуправления, предназначенного для спутников, проводящих исследования Земли и метеорологические исследования, а также для передачи собранных данных с борта спутника.

Обслуживание радиосвязью для метеорологических целей (MetAids) используется для метеорологических и гидрологических наблюдений и исследований и обеспечивает связь между системой зондирования в точке (например радиозонд) для метеорологических переменных и удаленной базовой станцией. Базовая станция может находиться в фиксированном или мобильном месте. Кроме того, важные наблюдения проводятся при помощи метеорологических радиолокаторов и радиолокаторов определения профилей ветра. В настоящее время во всем мире насчитывается около 100 радиолокаторов определения профилей ветра и несколько сотен метеорологических радиолокаторов, которые сообщают информацию об осадках и ветре и играют весьма важную роль в процессе метеорологических и гидрологических оповещений.

В ВМО вопросами, касающимися вышеуказанных требований в отношении спектра радиочастот и их эксплуатации, занимается руководящая группа по координации радиочастот (РГ-КРЧ ВМО). В Европе более 20 национальных метеорологических служб и другие соответствующие организации разработали программу ЕВМЕТФРЕК с целью координации их деятельности по защите радиочастот. Менеджмент и защита частот имеют особенно важное значение для Космической программы ВМО, и космические агентства учредили Группу по координации пространственных частот (ГКПЧ¹⁷) для координации их деятельности в этой сфере.

Действие С12

Действие: обеспечивать постоянный мониторинг радиочастот, необходимых для разных компонентов ИГСНВ, с тем чтобы быть уверенным в их наличии и иметь требуемый уровень защиты.

Кто: руководство будет осуществляться РуГ-КРЧ/ВМО в координации с НМС, НМГС и национальными, региональными и международными организациями, отвечающими за менеджмент радиочастот.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: наличие/отсутствие полос частот для наблюдений с требуемым уровнем защиты.

17 См. <http://www.sfcgonline.org/home.aspx>

4. СООБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Многие развивающиеся страны и страны с переходной экономикой не располагают техническими средствами или ресурсами для обеспечения существенных наблюдений в точке. Это является проблемой для согласованности и однородности данных наблюдений, особенно в глобальном масштабе. Поддержка, необходимая этим странам, и механизмы, способные предоставить эту поддержку, аналогичны тому, что было описано в ПО-ЭГСН (см. его раздел, посвященный развивающимся странам) для климатических целей, плюс определенная поддержка, которая часто необходима для передачи в ИСВ в режиме реального времени и в надлежащем формате данных наблюдений, которые уже были проведены.

Необходимо прилагать больше усилий для оказания поддержки этим странам, особенно наименее развитым странам (НРС) и малым островным развивающимся государствам (СИДС), посредством предоставления руководящих указаний и организации подготовки кадров и мероприятий по наращиванию потенциала в соответствующих Регионах. Во многих местах, включая обширные части Африки, Азии и Латинской Америки (Регионы I, II и III и некоторые тропические районы между 25 °с.ш. и 25 °ю.ш.), имеющаяся сейчас наземная ГСН не обеспечивает достаточное количество наблюдений. Эволюция систем наблюдений в развивающихся странах должна быть направлена на решение проблем, которые подразделяются на три категории: (а) недостаточная общественная инфраструктура, такая как электроснабжение, телесвязь, транспортные средства и т. д.; (б) нехватка опыта у людей, которые должны выполнять соответствующую работу, отсутствие подготовки кадров и т. д.; и (с) недостаточное финансирование для приобретения оборудования, расходуемых материалов, запасных частей, найма рабочей силы и т. д. Недостаточность инфраструктуры и опыта могут быть результатом нехватки финансирования.

Эволюция систем наблюдений должна учитывать усовершенствование, восстановление, замену и наращивание потенциала (особенно при использовании новых технологий). Необходимо рассматривать два аспекта: производство данных и использование данных. Возможно, что некоторые страны не имеют и не будут иметь возможности для производства данных, и поэтому они будут только пользователями данных. Чтобы помочь развивающимся странам производить данные для международного обмена, необходимо уделять должное внимание трем проблемам, указанным выше, т. е. общественная инфраструктура, опыт и финансирование.

В подобных условиях возможными подходами к эволюции систем наблюдений является следующее. Первым шагом должно быть определение систем наблюдений, которые в меньшей степени зависят от местной инфраструктуры. Там, где местная инфраструктура является достаточной, имеется надлежащий опыт и может осуществляться стабильное техническое обслуживание, возможно увеличение объема наблюдений в точке с использованием других технологий, таких как спутниковые данные, АМДАР, сбрасываемые зонды и автоматические метеорологические станции (АМС). Автоматизированные системы, как правило, требуют высокого уровня технической компетенции и ресурсов для технического обслуживания, ремонта и замены оборудования в необходимых случаях. Эта способность проводить наблюдения вручную при помощи глобально доступной системы на основе Интернета могла бы явиться еще одной альтернативой для некоторых НРС и СИДС.

Требуется минимальный комплект надежных радиозондов в качестве основы для аэрологической сети ГСНК (ГУАН). Странам-членам следует сделать все возможное для выполнения оперативных обязательств станций, принятых в систему ГУАН. Исследования воздействий ЧПП¹⁸ показали исключительную важность отдельных наблюдений при помощи радиозондов для ЧПП как глобального, так и высокого разрешения.

Получение вертикальных профилей (ветра, температуры и, в ближайшем будущем, влажности) при помощи АМДАР во многих районах с редкими данными представляется естественным способом для получения данных наблюдений за некоторыми базовыми атмосферными переменными в некоторых странах, в которых расположены крупные аэропорты и в которых проводятся весьма немногочисленные традиционные наблюдения за состоянием атмосферы.

По-прежнему внимания требует наращивание потенциала в некоторых странах. Содействие выполнению международных обязательств в области обмена данными может быть оказано посредством перехода на таблично ориентированные коды (BUFR¹⁹ или CREX²⁰) как надежные средства представления данных. Еще более важным является то, что необходимо будет разработать и развернуть системы для автоматического выпуска сводок (таких как сводки CLIMAT) и обеспечить своевременный, эффективный и прошедший контроль качества поток основных данных, соблюдая при этом стратегию осуществления ИСВ.

В некоторых странах имеются станции приема спутниковой информации или эти страны получают спутниковые данные по Глобальной системе телесвязи (ГСТ), однако у них не хватает опыта для использования этой информации в своих интересах. Некоторые страны приобретают доплеровские радиолокаторы, но нуждаются в подготовке кадров в области методики обработки и толкования информации. Например, Регион I извлек пользу из расширенного доступа к традиционным данным и спутниковым изображениям с помощью проекта под названием «Подготовка к использованию МВП в Африке» (ПУМА). Проекты такого типа следует расширять, чтобы включать в них данные других типов для повседневного применения (синоптическая метеорология, авиационная метеорология и прогнозирование текущей погоды).

Предлагаются следующие руководящие принципы распределения приоритетов в деятельности по техническому сотрудничеству для метеорологических систем наблюдений (в порядке очередности):

- а) разработать проекты, направленные на совершенствование/восстановление существующих и создание новых средств аэрологических наблюдений РОСС²¹/РОКС, уделяя при этом особое внимание возобновлению работы молчащих станций аэрологических наблюдений и улучшению охвата районов со скудными данными (в частности, в отношении закупок оборудования и расходных материалов, телесвязи и обучения персонала);

18 См. http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Reports/NWP-4_Geneva2008_index.html

19 Формат FM 94 BUFR Глобальной системы телесвязи (ГСТ) – Двоичная универсальная форма для представления метеорологических данных.

20 Формат FM 95 CREX ГСТ – Символьная форма для представления и обмена данными.

21 Станции сети приземных наблюдений (СПНГ) и ГУАН являются частью РОСС (Региональная опорная синоптическая сеть).

- b) расширять охват АМДАР на развивающиеся страны, НРС и СИДС, с тем чтобы дополнить немногочисленные аэрологические наблюдения или предоставить экономически эффективную альтернативу странам, которые не могут позволить себе дорогостоящие системы аэрологического зондирования;
- c) разрабатывать проекты, связанные с повышением качества данных, регулярностью и охватом приземными наблюдениями РОСС/РОКС, уделяя при этом особое внимание возобновлению работы молчащих станций и улучшению охвата районов со скудными данными;
- d) разрабатывать проекты, связанные с внедрением и/или использованием нового оборудования и систем для проведения наблюдений, включая, где это экономически эффективно, наземные АМС, АМДАР, АСАП и дрейфующие буи.

Техническое сотрудничество с целью обеспечения надежной связи явится ценным вкладом в обеспечение того, чтобы можно было осуществлять широкий обмен данными наблюдений после того, как они были собраны.

И наконец, при решении вопросов, связанных с эволюцией систем наблюдений в развивающихся странах, следует учесть следующие рекомендации:

- определить географические районы, в которых приоритетное внимание следует уделять проведению дополнительных наблюдений, если имеется дополнительное финансирование;
- определить приоритеты для Программы добровольного сотрудничества (ПДС) или других видов финансирования там, где потребности являются наиболее срочными;
- уделять высокоприоритетное внимание в Регионах поддержанию минимальной сети радиозондирования с приемлемыми показателями эффективности работы;
- осуществлять деятельность по спасению данных для сохранения исторических данных наблюдений в развивающихся странах и подготовить для работы комплекты долгосрочных данных, включая повторный анализ, научные исследования, адаптацию, мониторинг и другие виды климатического обслуживания;
- предложить РА по согласованию с КОС определить полевые эксперименты над районами с редкими данными в течение ограниченного времени для оценки того, каким образом дополнительные данные будут вносить вклад в улучшение качества работы в региональном и глобальном масштабах, следуя при этом примеру полевого эксперимента в рамках проекта по междисциплинарному анализу африканских муссонов (АММА²²);
- изучить вопрос о том, в какой степени автоматизированные метеорологические станции могли бы стать в будущем жизнеспособной и экономически эффективной альтернативой обслуживаемым станциям для приземной сети, и изучить усовершенствованные конфигурации автоматизированных и обслуживаемых станций;
- следовать принципам мониторинга климата ГСНК (ПМКГ) и надлежащей практике управления изменениями при внесении изменений в системы наблюдений за

22 См. <http://amma-international.org/>

климатом посредством тесного сотрудничества между администрациями сетей наблюдений и учеными, занимающимися вопросами климата;²³

- в том, что касается прогнозирования текущей погоды и снижения рисков в уязвимых районах, проблемой является наличие надежной инфраструктуры телесвязи (надежной в плане экстремальных метеорологических условий). Использовать надежные сети телесвязи;
- использовать концепцию регионального климатического центра для обеспечения доступа к специалистам, которые могли бы проводить подготовку кадров и заниматься обслуживанием более сложных систем, включая АМС.

Действие С13

Действие: разработать стратегии по наращиванию потенциала для систем наблюдений в развивающихся странах, используя для этого проекты, финансируемые международными организациями, двусторонние партнерства и поощрение регионального сотрудничества.

Кто: НМС/НМГС, а также РА, КОС, другие ТК, в сотрудничестве с международными программами.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: значительное улучшение возврата данных наблюдений из развивающихся стран.

5. НАЗЕМНАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

5.1 Введение

Первоначально наземный компонент ГСН был разработан для удовлетворения потребностей оперативной метеорологии без учета при этом новых и появляющихся применений, охваченных сейчас программами ВМО. Наземные системы обычно предоставляют прослеживаемые и согласованные по времени данные наблюдений, которые являются важной исторически согласованной базой для многих систем наблюдений. Проблему взаимодополняемости с космическим компонентом ГСН стали учитывать в период десятилетия 1970-1980 гг.

Что касается верхних слоев атмосферы, то аэрологические синоптические станции (включая станции, использующие ветровые зонды, радиозонды и шар-пилоты²⁴) были первоначально единственной наземной системой наблюдений до тех пор, пока они не были дополнены метеорологическими измерениями с воздушных судов, а затем системами наблюдений при помощи дистанционного зондирования (профилометры и метеорологические радиолокаторы). Плотность радиозондовых станций всегда была неадекватной в отношении метеорологических требований к наблюдениям над удаленными районами, включая океаны и пустыни, и полноценное осуществление ВСП было вечной проблемой для ВМО даже над районами суши.

Что касается наблюдений за атмосферой вблизи поверхности земли, то сеть станций приземных наблюдений является более плотной по сравнению с аэрологическими станциями. Над поверхностью земли она состоит главным образом из обслуживаемых и

23 См. WMO/TD-№ 1378: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/documents/WCDMPNo62.pdf>

24 Сообщение о ветре на высотах с фиксированной наземной станции.

автоматических приземных станций. Над морем она состоит главным образом из судов, участвующих в схеме судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН), фиксированных и мобильных буев. Многие станции, которые первоначально служили одной цели (например служили только синоптическим или климатологическим целям, целям сельскохозяйственной метеорологии или авиации), превратились в многоцелевые станции, обслуживающим многочисленные программы и многих пользователей.

Глобальные синоптические и климатологические сети состоят из региональных опорных синоптических сетей и региональных опорных климатологических сетей (РОСС/РОКС). РОСС/РОКС должны удовлетворять минимальные региональные потребности, с тем чтобы страны – члены ВМО могли выполнять свои обязанности в рамках Всемирной службы погоды, а также мониторинга климата.

Стандартные практики наблюдений изложены в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544) и других наставлениях. Рекомендованные практики включены в несколько руководств, а именно *Руководство по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 488) и *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), а также другие руководства. Отдельные действия в рамках этого Плана осуществления могут привести к изменениям в наиболее эффективной практике и к необходимости обновления вышеуказанного нормативного материала ВМО. Меняющиеся потребности в таких областях, как интеграция, автоматизация, функциональная совместимость, совместимость данных, согласованность и однородность, должны получить признание в нормативном материале ВМО. Этот вопрос будет рассматриваться в рамках осуществления ИГСНВ и разработки Наставления и Руководства по ИГСНВ.

Проблемой по-прежнему является проведение наблюдений за глубинами океана: они не могут проводиться из космоса и имеется весьма малое число систем наблюдений в точке (обрывной батитермограф (ОБТ), установленные на судах приборы, ныряющие буи). Наблюдения за поверхностью океана являются менее проблематичными, поскольку значительный вклад могут вносить спутники, а системы наблюдений, используемые для целей метеорологии (суда, буи), могут также нести приборы для измерения таких переменных показателей состояния поверхности, как ТПМ.

Для наблюдения за поверхностью суши определенные измерения могут проводиться наземными синоптическими станциями (такие, как температура почвы на разных уровнях, состояние поверхности земли, высота снежного покрова и влажность почвы). Имеется также широкое разнообразие станций и сетей, созданных независимым образом для различных применений, таких как гидрология, городская метеорология, сельское хозяйство, мониторинг загрязнения воздуха, производство электроэнергии. Они сообщают данные о самых разнообразных переменных, которые являются потенциально полезными для нескольких дисциплин и которые следует учитывать.

Приборы должны быть достаточно надежными для того, чтобы проводить выборочные измерения экстремальных значений в соответствии с климатологией того региона, в котором они установлены. Для содействия совершенствованию прогнозов и повышению уровня науки о климате важно выдерживать воздействия сильных ветров, удары молнии, а также измерять надлежащим образом экстремальные значения температуры и осадков.

К 2025 г. будет наблюдаться усиление тенденции в направлении интеграции наземных систем наблюдений за тремя климатическими компонентами: атмосферы, океаном, земной системы. Тенденция к интеграции является естественной в контексте мониторинга

и предсказания климата, который требует проведения наблюдений за тремя компонентами. «Интеграция» также означает, что появится больше многоцелевых приборов, станций и сетей, а также будет достигнут большой прогресс в области функциональной совместимости данных, обмена данными и обработки данных.

Относительно небольшими будут оставаться объемы данных для некоторых систем наблюдений, таких как радиозонды или наземные станции. Напротив, для систем наблюдений посредством дистанционного зондирования, таких как радиолокатор, ожидается быстрое увеличение объема данных (равно как и спутниковых данных), а еще быстрее будут увеличиваться, как ожидается, объемы обмениваемых данных.

В следующем разделе (5.2) сводятся воедино общие вопросы, касающиеся наземных глобальных систем наблюдений, а также даются соответствующие рекомендации, касающиеся их осуществления в период 2012-2025 гг. Раздел 5.3 содержит описание рекомендуемых действий для разных систем наблюдений, которые должны оперативно использоваться к 2025 г., включая некоторые возможные виды деятельности в области научных исследований/разработок, которые должны быть предприняты с целью совершенствования систем наблюдений.

5.2 Общие вопросы: представительность, соответствие, калибровка приборов, обмен данными

Для того чтобы гарантировать качество данных, особенно для климатических применений, приборные измерения должны соответствовать Международной системе единиц (СИ); это следует делать посредством непрерывной цепи сравнений, оценок качества (включая представительность места установки) и калибровок приборов, а также соответствующих международных рабочих стандартов. Учитывая быстрое увеличение числа разных агентств, эксплуатирующих сети наблюдений (особенно АМС), и их потенциальный вклад в системы наблюдений ВМО, необходимо в течение долгого времени поддерживать обеспечение согласованности или менеджмент качества. Если согласованность с системой СИ невозможна, для некоторых наблюдений вручную (например тип облаков) необходимо сделать ссылку на опубликованные стандарты ВМО.

Действие G1

Действие: обеспечивать согласованность всех метеорологических наблюдений и измерений с системой СИ или стандартами ВМО.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство и контроль будут осуществляться КОС и РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число станций, которые проводят измерения, согласованные с системой СИ или стандартами ВМО.

Процесс увеличения объемов данных для некоторых конкретных систем наблюдений, таких как радиолокаторы и профилометры ветра, должен сопровождаться действиями, обеспечивающими способность ИСВ справляться с соответствующим увеличением обмена данными. Это увеличение будет частично объясняться более частыми наблюдениями, например благодаря автоматизации, или обменом существующими данными наблюдений, которыми не обменивались на международном уровне.

Эксперименты с системами наблюдений (ЭСН), проведенные с моделями ЧПП, показали, что глобальные прогнозы могут быть значительно улучшены посредством ассимилирования ежечасных данных, даже если эти данные имеются только по небольшой части земного шара, например почасовые данные наблюдений за атмосферным давлением, полученные с синоптических станций, радиолокационные данные и данные от приемных станций глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Кроме того, другие применения, включая климат и авиацию, во все большей мере полагаются на данные с интервалом менее часа. Для расширения рамок и повышения качества обслуживания, предоставляемого НМС/НМГС своим пользователям, потребуется открытый и неограниченный доступ ко всем имеющимся данным и обмен ими.

Действие G2

Действие: обеспечивать, по мере возможности, глобальный обмен ежечасными данными, которые используются для глобальных применений и оптимизированы для того, чтобы уравнивать требования пользователей с ограничениями технического и финансового характера.

Кто: НМС/НМГС и РА в координации с КОС международными программами и агентствами. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.

Срок: постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.

Оценочный показатель: стандартные показатели мониторинга, используемые в глобальном ЧПП (см.

Действие G3

Действие: поощрять глобальный обмен данными в интервале менее часа в поддержку соответствующих областей применения.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.

Срок: постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.

Оценочный показатель: количество данных с интервалом менее часа, обмен которыми осуществляется через ИСВ.

Моделирование климата и сезонные прогнозы требуют также обмена данными между разными центрами, осуществляющими мониторинг атмосферы, океана и наземной подсистемы. Хотя ограничения, связанные с работой в режиме реального времени, являются менее жесткими по сравнению с ЧПП, важно интегрировать эти разные системы наблюдений, с тем чтобы они имели общие правила в отношении предварительной обработки данных и обмена ими, которые соответствуют стандартам ИСВ и ИГСНВ. Подобное действие принесет значительные выгоды пользователям без создания при этом новых систем наблюдений. Поскольку разные пользователи характеризуются разными оперативными ограничениями и разными требованиями к разрешениям данных, это может означать, применительно к некоторым системам наблюдений, выпускающих большие объемы данных, необходимость организации обработки данных на разных уровнях (что уже делается для многих спутниковых программ). Эта потребность в валидации спутниковой продукции, используя наземные наблюдения, может быть также удовлетворена благодаря упрощению доступа к данным.

Действие G4

Действие: обеспечивать, в соответствии со стандартами ИГСНВ/ИСВ, обмен данными наблюдений от системы наблюдений за атмосферой, океаном и сушей. В случае необходимости, организовывать предварительную обработку данных наблюдений на разных уровнях, с тем чтобы удовлетворять разные потребности пользователей.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.

Срок: постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.

Оценочный показатель: статистика по данным, предоставленным для каждого применения.

Действие G5

Действие: операторам наземных сетей наблюдений следует упростить доступ к данным наблюдений, подходящим для содействия проверке наземных параметров, полученных путем наблюдений из космоса.

Кто: руководство будет осуществляться КОС в сотрудничестве с НМС и НМГС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество наземных данных, предоставленных для валидации спутниковой продукции.

Важное значение, главным образом для мониторинга климата, а также для других применений, имеет следующее:

- поддержание в рабочем состоянии станций, которые вели непрерывные наблюдения в течение исторически долгого периода времени;
- проведение регулярной калибровки приборов;
- соблюдение в максимально возможной степени руководящих принципов классификации КПМН в отношении места для размещения и сохранения условий работы станции;
- проведение тестирования и взаимосравнения разных приборов/систем для наблюдений (например систем радиозондирования и систем дистанционного зондирования, сообщающих данные о разных типах вертикальных профилей для определения функциональной совместимости этих данных);
- сбор и архивирование достаточного объема метаданных для обеспечения оценок однородности, которые будут проводиться, а также анализа происхождения данных и их соответствия данной задаче;
- поддержание в рабочем состоянии всеми странами своих станций ГСНК (ПСГ, ГУАН и РОКС) и проведение этими станциями наблюдений на постоянной основе в течение как можно более долгого периода времени.

Для получения более подробной информации см. раздел «Система менеджмента качества» (раздел 2.1 выше).

Действие G6

Действие: операторам наземных сетей наблюдений следует рассмотреть вопрос об использовании космических наблюдений/продукции для мониторинга качества данных с наземных сетей.

Кто: руководство будет осуществляться КОС совместно с НМС и НМГС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число наземных систем наблюдений, использующих спутниковые данные для мониторинга качества.

5.3 Вопросы, непосредственно касающиеся каждого компонента системы наблюдений

5.3.1 Системы аэрологических наблюдений над поверхностью земли

Сбор аэрологических профилей осуществляется методами, основанными на использовании воздушных шаров. В настоящее время эти методы дополняются целым рядом других источников, находящихся над поверхностью суши, над океанами и в космосе. ВМО следует сейчас комплексному подходу, стремясь оптимизировать использование разных методов для удовлетворения потребностей в аэрологических наблюдениях. Последующий раздел посвящен тем вкладам, которые вносятся аэрологическими станциями, использующими воздушные шары, а также станциями для определения профилей посредством дистанционного зондирования, наблюдениями с воздушных судов, станциями ГСА и приемными станциями ГНСС. Вклады в виде данных наблюдений над океанами рассматриваются в разделе 5.3.5, а вклады наблюдений из космоса рассматриваются в главе 6.

5.3.1.1 Аэрологические станции²⁵

5.3.1.1.1 Радиозондовая сеть и охват данными: оптимизация

Исследования воздействий ЧПП последовательно показывают важное значение данных вертикальных профилей, особенно данных радиозондирования из изолированных мест (см. раздел 4 о материалах четвертого практического семинара ВМО по влиянию систем наблюдений на ЧПП), и для мониторинга климата требуется сеть аэрологических измерений с достаточным охватом. В число несоответствующих требованиям входят некоторые обширные континентальные регионы, мониторинг которых не осуществляется ни из одного пункта радиозондирования. Важно уменьшить эти крупные пробелы в охвате данными радиозондирования или по крайней мере не допускать увеличения этих пробелов.

Важно поддерживать в рабочем состоянии оперативные станции, использующие радиозонды и пилот-шары, находящиеся в наименее охваченных наблюдениями районах Регионов I, II и III, не забывая при этом о том, что оптимизация охвата радиозондированием не может осуществляться отдельно от систем наблюдений с воздушных судов и других систем наблюдений.

Действие G7

Действие: расширять станции радиозондирования или возобновлять работу молчащих станций радиозондирования с редкой сетью данных в Регионах I, II и III, которые характеризуются самым плохим охватом данными. Предпринять всевозможные усилия для предотвращения закрытия существующих станций в этих районах с редкой сетью данных, где даже весьма малое число станций радиозондирования может принести существенные выгоды всем пользователям.

²⁵ Включая радиозонды, шары-пилоты и сбрасываемые зонды.

Кто: НМС/НМГС в сотрудничестве с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС вместе с РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП (см.

Одним из наивысших приоритетов в плане потребностей в наблюдениях является проведение дополнительных профильных наблюдений во многих районах со слабым покрытием данными. В этой связи следует использовать все возможности АМДАР для улучшения охвата данными о ветре и температуре, особенно в районах со слабой сетью данных, таких как межтропические районы или центральная и южная части Африки. Это подразумевает получение новых данных о профилях ветра и температуры в некоторых аэропортах путем установки аппаратуры на некоторых воздушных судах, регулярно летающих в эти аэропорты, а также получение данных из крейсерских эшелонов в этих регионах.

Действие G8

Действие: пересмотреть структуры сетей радиозондирования (например используя отдельные станции), учитывая при этом другие имеющиеся источники данных, такие как АМДАР и профилометры ветра.

Кто: КОС, опирающаяся на исследования воздействий ЧПП и исследования структур сетей, в координации с НМС/НМГС, собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, другими ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство осуществлением данного действия будет осуществляться КОС и РА.

Срок: 2015 г. (или ранее) для первого перепроектирования.

Оценочный показатель: разработанная и осуществленная структура.

Несколько проведенных исследований и кампаний (см. ссылку на АММА в материалах четвертого практического семинара ВМО по влиянию различных систем наблюдений на ЧПП²⁶) показали, что в некоторых случаях прогнозы ЧПП могут быть существенно улучшены благодаря использованию дополнительных целевых измерений в предварительно рассчитанных чувствительных областях (на основе оперативных прогнозов ЧПП). Хотя сеть радиозондирования эксплуатируется из фиксированных пунктов, было также показано, что более высокая эффективность может быть достигнута посредством изменения времени наблюдений или частоты запуска в некоторых пунктах радиозондирования, что подтвердилось тестами, проведенными Комплексной системой наблюдений (ЕВКОС²⁷) Сети европейских метеорологических служб (ЕВМЕТНЕТ). В ближайшие годы могут быть получены успешные результаты благодаря тому, что существующая сеть радиозондирования станет более адаптивной, или по меньшей мере более оптимальной, в плане пространственно-временного охвата.

Сеть радиозондирования может быть ориентирована на обеспечение следующих характеристик: (i) время наблюдений при помощи радиозондирования (например: возможность его изменения с 00 и 12 МСВ на другое время в соответствии с локальными

²⁶ http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Meetings/NWP-4-Geneva2008/Abridged_Version.pdf

²⁷ См. <http://www.eucos.net/>

метеорологическими условиями); (ii) расстояние от пунктов радиозондирования до аэропортов (там, где могут быть легко получены данные АМДАР); (iii) временные ряды радиозондирования, необходимые для климатических применений в фиксированных пунктах и в регулярные интервалы времени.

Действие G9

Действие: продолжать исследования и проверки полезности данных наблюдений, полученных благодаря увеличению частоты запусков радиозондов в некоторых пунктах наблюдений в связи с метеорологической ситуацией в данном районе.

Кто: НМС/НМГС, научно-исследовательские учреждения и другие организации, эксплуатирующие сети радиозондирования или организующие полевые эксперименты, а также центры ЧПП. Руководство данным действием будет осуществляться КОС и КАН.

Срок: постоянно; график определяется региональными кампаниями.

Оценочный показатель: число пунктов радиозондирования, способных стать «адаптивными», наряду с количеством проведенных наблюдений (стандартный мониторинг).

Действие G10

Действие: изучить возможность оптимизировать сеть радиозондирования, с тем чтобы сделать традиционный охват аэрологическими наблюдениями более единообразным, учитывая все потребности пользователей в плане пространственного и временного распределения; и подготовить соответствующие рекомендации для КОС относительно соответствующего обновления Технического регламента.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.

Срок: 2015 г., затем постоянно.

Оценочный показатель: стандартные показатели мониторинга

5.3.1.1.2 Станции ГУАН и ГРУАН

Совокупность выборочных аэрологических станций из РОСС/РОКС, имеющих существенное значение как для синоптических, так и климатологических целей, образует базовую сеть, именуемую аэрологической сетью ГСНК (ГУАН). Станции ГУАН (173 в настоящее время) используются также для валидации спутниковых данных. ГСНК находится в процессе координации осуществления эталонной аэрологической сети для аэрологических климатических наблюдений (ГРУАН), которая будет обеспечивать, как предполагается, долгосрочные, высокоточные измерения атмосферных профилей, и дополнена самыми современными наземными приборами для полноценного описания характеристик атмосферного столба и их изменений. ГРУАН рассматривается в качестве сети, состоящей из 30-40 станций, проводящих высококачественные, долгосрочные аэрологические наблюдения, которая основана на существующих сетях наблюдений, таких как ГУАН, Глобальная служба атмосферы (ГСА), РОСС и ГСН, и которая предоставляет полный комплект метаданных для сопоставимости измерений. Поскольку не существует никакой иной системы аэрологических наблюдений, способной обеспечивать эталонный стандарт в фиксированных точках (данные со спутников и воздушных судов получают ежедневно в разных позициях), весьма важно поддерживать ГУАН в рабочем состоянии и развивать ГРУАН (см. также раздел 5.3.8.3).

Действие G11

Действие: повышать качество, доступность и устойчивость ГУАН, обеспечивая техническое обслуживание существующей сети и качество данных.

Кто: руководство будет осуществляться КОС в координации с ГСНК, НМС/НМГС, ТК, РА и другими соответствующими организациями.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП

Действие G12

Действие: продолжать осуществление ГРУАН посредством поддержки и развития первоначальных 15 станций и конечного завершения полноценной сети из 30-40 станций.

Кто: руководство будет осуществляться КОС в координации с ГСНК, НМС/НМГС, ТК, РА и другими соответствующими организациями.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП, и показатели, определенные в рамках потребностей в наблюдениях ГРУАН.

5.3.1.1.3 Усовершенствованное распространение

Международный обмен данными из некоторых станций радиозондирования никогда не осуществляется в режиме реального времени через ГСТ, хотя ими можно обмениваться и архивировать их на местном уровне, а также предоставлять для климатологических целей. В некоторых случаях обмен данными через ГСТ происходит с задержкой в несколько часов, что значительно уменьшает возможности их использования для оперативных целей. Во многих случаях проблемы аппаратного обеспечения телесвязи или проблемы кодирования программного обеспечения являются причиной отсутствия данных.

Действие G13

Действие: определять станции радиозондирования, которые проводят регулярные измерения (включая радиозонды, эксплуатируемые только во время кампаний), но данные которых не передаются в режиме реального времени. Принять меры для обеспечения наличия данных.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число вышеуказанных станций радиозондирования, предоставляющих данные в ГСТ, плюс стандартные показатели мониторинга по наличию и своевременности данных радиозондирования.

5.3.1.1.4 Сообщение данных наблюдений с высоким разрешением

Объем данных многих радиозондовых наблюдений сокращается (уменьшение вертикального разрешения измеряемых профилей) перед тем как происходит их международный обмен и ассимиляция в режиме реального времени. Вследствие этого ЧПП и другие приложения не имеют доступа к радиозондовым данным с высоким вертикальным разрешением, из которых они могли бы извлечь сейчас существенную пользу. У пользователей также нет никакого доступа к точной позиции и времени каждого

ряда данных. Разработка кода BUFR для радиозондовых данных была ориентирована в первую очередь на необходимость решения этих проблем и должна способствовать снятию большинства проблем распространения.

Действие G14

Действие: обеспечивать своевременное распространение данных радиозондовых измерений с высоким вертикальным разрешением, наряду с информацией о позиции и времени для каждого ряда данных, а также других соответствующих метаданных.

Кто: НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число пунктов радиозондирования, предоставляющих профили высокого разрешения.

Это действие подразделяется на две части: (i) кодирование данных радиозондового наблюдения в BUFR высокого разрешения (вместо BUFR или TEMP низкого разрешения²⁸); (ii) сообщение позиции и времени каждого ряда данных.

5.3.1.1.5 Наблюдения стратосферы

Только 10-20 % оперативных радиозондовых профилей обычно достигают 10 гПа (высота порядка 30 км). За исключением некоторых станций из сети ГРУАН, которые выполняют роль реперных станций наблюдений в нижней стратосфере, экономически неэффективным может оказаться размещение радиозондов для измерений в стратосфере из-за стоимости выхода на большие высоты.

Исследования влияния ЧПП показали, что радиозондовые данные на уровне выше 100 гПа оказывают все же позитивное влияние на прогнозы благодаря ассимиляции данных ЧПП, в том числе на прогнозирование тропосферных полей. Однако эти исследования проводились в условиях, когда не осуществлялась ассимиляция ни данных современных спутниковых приборов зондирования, ни радиозатменных данных ГНСС. В этой связи следует еще раз проанализировать вопрос о полезности радиозондовых данных выше уровня 100 гПа, учитывая при этом необходимость непрерывности данных выше уровня 100 гПа для климатического мониторинга.

Действие G15

Действие: проводить исследования влияния ЧПП для оценки влияния радиозондовых данных выше уровня 100 гПа на глобальное ЧПП в контексте современных систем наблюдений (2012 г.).

Кто: центры ЧПП, координируемые ГЭ-ЭГСН в сотрудничестве с КАН.

Срок: до конца 2013 г.

Оценочный показатель: количество проведенных независимых исследований.

Для оценки воздействия «идеальной» атмосферы выше уровня 100 гПа на тропосферные прогнозы необходимы эксперименты по моделированию системы наблюдений (ЭМСН).

²⁸ Формат ГСТ FM-35 TEMP: сообщение о давлении, температуре, влажности и ветре на высотах с фиксированной наземной станции.

Идея заключается в количественной оценке максимальной пользы, которую можно было бы получить для ЧПП посредством более совершенного наблюдения стратосферы. Данные ЭМСН, проведенных в разном количестве пунктов радиозондирования (которые дают данные на уровне выше 100 гПа), можно было бы сравнивать с этим верхним пределом.

Действие G16

Действие: проводить ЭМСН для оценки воздействия более точной информации на уровне 100 гПа на тропосферные прогнозы.

Кто: центры ЧПП, координируемые ГЭ-ЭГСН в сотрудничестве с КАН.

Срок: до конца 2013 г.

Оценочный показатель: количество проведенных независимых экспериментов аналогичного характера.

5.3.1.2 Аэрологические профилирующие удаленные станции дистанционного зондирования

Появляются самые разнообразные методы дистанционного зондирования для измерения некоторых частей атмосферного профиля ветра, температуры и влажности. Во многих регионах в оперативном режиме используются радиолокационные профилометры ветра. Вертикальные профили ветра также получают во многих регионах при помощи доплеровских метеорологических радиолокаторов, в то время как в некоторых регионах внедряются доплеровские лидары и микроволновые радиометры. Определенные устройства могут использоваться для измерения аэрозолей, характеристик облаков и отслеживания веществ в атмосфере. Данные облакомера используются для мониторинга высоты планетарного пограничного слоя и вулканического пепла. ГАЛИОН (сеть лидарных наблюдений за аэрозолями ГСА) – это система региональных лидарных сетей для наблюдений за аэрозолями в атмосфере. См.: <http://alg.umbc.edu/galion/>

По сравнению с радиозондовыми измерениями данные наблюдений при помощи дистанционного зондирования предоставляются с гораздо большей частотой. Однако в настоящее время они характеризуются серьезным ограничением в плане охвата данными. Лишь весьма небольшое число систем являются технически способными для измерения атмосферных профилей от пограничного слоя до стратосферы. Большинство профилометров измеряют лишь одну переменную в одной части атмосферы, например ветер в пограничном слое. В будущем следует сконструировать самые разнообразные профилометры и использовать их для все большего числа применений. Это важно с точки зрения дополнения измерения профилей радиозондовым методом и с борта воздушных судов в нижней и верхней тропосфере. Будет получен большой выигрыш от создания на региональном уровне однородной сети станций для дистанционного измерения профилей с несколькими пунктами, в которых будет находиться большое число разнообразных приборов и будут одновременно проводиться наблюдения (например) за ветром, температурой и влажностью.

Ввиду создания в будущем интегрированной системы наблюдений, в том, что касается временных и пространственных факторов, эксперименты по моделированию системы наблюдений (ЭМСН) могли бы инициировать оценку влияния разных станций для измерения профилей посредством дистанционного зондирования, с тем чтобы оптимизировать аэрологические наблюдения профилей, в частности давать руководящие указания по проектированию интегрированной сети.

Действие G17

Действие: разрабатывать сети станций дистанционного зондирования профилей в региональном масштабе для дополнения радиозондовых и самолетных систем наблюдений, главным образом на основе региональных и национальных потребностей локальных пользователей (хотя часть данных измерений будет использоваться глобально).

Кто: организации, эксплуатирующие станции зондирования профилей в обычном или исследовательском режиме, в сотрудничестве с НМС/НМГС, РА, ТК (главным образом КАН, КОС и КПМН) и другими региональными учреждениями (например ЕВМЕТНЕТ в Европе). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС в сотрудничестве с КПМН, КАН и РА.

Срок: постоянно. Подробные графики будут разрабатываться РА на региональном уровне.

Оценочный показатель: количество станций профилирования, предоставляющих ИСВ/ГСТ прошедшие оценку качества данные в режиме реального времени.

Глобальные системы ассимиляции данных способны ассимилировать данные наблюдений, которые выпускаются каждый час или даже еще чаще, и они способны извлекать пользу из подобных частых наблюдений, даже если их данные выпускаются весьма ограниченным числом профилирующих станций на всей планете. Полезным является глобальный обмен профилями данных, выпускаемых на ежечасной основе (или как минимум подкомплетом данных). Для этой цели необходимо иметь надлежащее представление данных в BUFR.

Действие G18

Действие: обеспечивать в максимально возможной степени требуемую обработку данных профилометров и обмен ими для локального, регионального и глобального использования. Если данные профилометров можно выпускать чаще, чем один раз в час, то можно осуществляться глобальный обмен комплектом данных, содержащим только данные почасовых наблюдений, соблюдая при этом принципы ИСВ.

Кто: организации, эксплуатирующие профилирующие станции в обычном или исследовательском режиме, в координации с НМС/НМГС, РА, ТК (главным образом КАН, КОС и КПМН) и другими региональными учреждениями (например ЕВМЕТНЕТ в Европе). КОС будет осуществляться руководство исполнением данного действия наряду с РА.

Срок: постоянно. Подробные графики будут разрабатываться РА на региональном уровне.

Оценочный показатель: количество профилирующих станций, осуществляющих глобальный обмен.

5.3.1.3 Самолетные метеорологические станции

В северном полушарии метеорологические данные, полученные с самолетных станций, особенно данные автоматических измерений, проведенных системой АМДАР, являются прекрасным дополнением к данным, полученным от сети радиозондирования. Эта система выпускает данные о вертикальном профиле вблизи аэропортов и данные по одному уровню в тех случаях, когда самолеты совершают полеты в крейсерских эшелонах. Исследования влияния ЧПП показали, что их влияние на численные прогнозы характеризуются величиной, аналогичной воздействию сети радиозондирования. В южном полушарии и в тропиках охват самолетными данными является весьма незначительным,

хотя имеется определенный потенциал для его развития, предпочтительно таким образом, чтобы он дополнял существующие АМДАР и сети радиозондирования.

Важное значение имеет расширение охвата данными самолетных наблюдений, и его можно достичь путем распространения сферы действия данной программы на новые авиалинии и воздушные суда, эксплуатируемые в районах с недостаточным охватом данными. Сфера действия данной программы могла бы быть также расширена в значительной степени благодаря процессу оптимизации. Это может быть достигнуто посредством двух общих видов деятельности. Во-первых, рамки существующих программ можно расширить таким образом, чтобы воздушные суда, совершающие международные рейсы, использовались для представления данных за пределами национальных районов или регионов, которые характеризуются тенденцией частичного закрытия из-за ограничений, предусмотренных национальными программами. Во-вторых, можно расширить возможности программ по контролю за выпуском данных посредством более активной разработки и внедрения автоматизированных систем оптимизации данных. Подобные системы, помимо обеспечения эффективного выхода данной программы за пределы международных границ и через эти границы, при наличии соответствующих соглашений, будут также предоставлять возможности для использования системы АМДАР в качестве адаптивной сети наблюдений (возможность изменения режима представления данных для обслуживания меняющихся целей программных областей).

Действие G19

Действие: расширять охват АМДАР районов, которые характеризуются в настоящее время плохим охватом, особенно в Регионах I и III, уделяя при этом особое внимание предоставлению данных в аэропортах в тропиках и южном полушарии, где особенно необходимы данные о вертикальных профилях для дополнения существующего охвата данными радиозондирования и его вероятной эволюции.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, РА. Данное действие будет осуществляться руководством Программой АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: число аэропортов, в которых проводятся измерения АМДАР. Количество данных о вертикальных профилях и данных АМДАР в целом, измеряемое при помощи обычных показателей текущих программ АМДАР.

Действие G20

Действие: расширять Программу АМДАР, с тем чтобы оборудовать и активировать для работы в больших международных масштабах флоты и воздушные суда (т. е. флоты и воздушные суда, совершающие полеты в международные аэропорты и между ними вне границ страны происхождения) и расширять использование систем оптимизации данных в поддержку повышения качества охвата аэрологическими наблюдениями и их эффективности, а также адаптивной функциональности системы.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, РА, КОС и руководство Программой АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: число аэропортов, в которых проводятся измерения АМДАР, и ежедневное количество данных о вертикальных профилях в каждом аэропорту. Число международных авиалиний и воздушных судов, оборудованных для проведения наблюдений АМДАР. Адаптивность Программы АМДАР.

Действие G21

Действие: учитывая характер системы наблюдений с борта самолета как все более важного и базового компонента Глобальной системы наблюдений, стремиться заключать соглашения с авиалиниями и авиационной промышленностью для обеспечения поддержки и стандартизации данной системы, инфраструктуры, данных и протоколов передачи данных в рамках соответствующей авиационной отрасли, с тем чтобы обеспечить бесперебойность и надежность данной системы.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с национальными и прочими авиалиниями и авиационной промышленностью, РА, КОС и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: соглашения, заключенные с партнерами и организациями авиационной промышленности.

Данные, сообщаемые датчиками влажности, со все большего количества воздушных судов как в США, так и в Европе, используются сейчас в оперативном режиме, и исключительно важное и стратегическое значение имеет продолжение развития этой практики с целью перехода к системам, которые измеряют параметры влажности, атмосферного давления (барометрическая высота), температуры и ветра, как это делается радиозондами. Подобное расширение функций даст дополнительные возможности для реструктурирования аэрологических систем наблюдений с целью повышения их эффективности и улучшения охвата.

Действие G22

Действие: продолжать разработку и оперативное внедрение датчиков влажности в качестве составного компонента системы АМДАР для обеспечения того, чтобы данные о влажности обрабатывались и передавались таким же способом, что и данные о ветре и температуре.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями и ТК (КОС, КПМН) и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество воздушных судов, предоставляющих данные о влажности в режиме реального времени.

Более низкая стоимость самолетных наблюдений по сравнению с радиозондовой информацией, а также менее значительная привязка к наземным системам и инфраструктуре, делает данную систему идеальным вариантом быстрого и надежного расширения масштабов аэрологических наблюдений для развивающихся стран в поддержку локальных, региональных и глобальных пользователей данных. Подобное расширение следует предпринимать одновременно с необходимыми действиями в сфере разработок для содействия предоставлению и использованию данных.

На некоторых воздушных судах также проводятся наблюдения за турбулентностью и обледенением, и желательно расширять эти возможности системы АМДАР по этим параметрам в поддержку эксплуатации и безопасности авиации, а также других метеорологических применений.

Действие G23

Действие: улучшать и расширять возможности для сообщения данных наблюдений о переменных атмосферной турбулентности и обледенения в качестве составного компонента системы АМДАР и в соответствии с потребностями соответствующих программных областей и пользователей данных.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с авиалиниями и ТК (КОС, КПМН) и руководством Программы АМДАР, РА. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество воздушных судов, предоставляющих данные об атмосферной турбулентности и обледенении в режиме реального времени.

Другим источником важного потенциального прогресса являются научные исследования и разработки, связанные с системами АМДАР, для малых воздушных судов, которые обычно именуется авиацией общего назначения. Эти воздушные суда совершают полеты и сообщают данные по определенному эшелону в средней тропосфере во время совершения полетов по более коротким региональным маршрутам. Данные этого типа наблюдений были бы весьма полезными для региональных и местных целей и могли бы также способствовать глобальному охвату данными. Приоритетное внимание следует уделять приборному оборудованию воздушных судов, используемых на отдельных островах и в удаленных пунктах и совершающих обратные полеты на эти острова и в эти пункты, где не проводится радиозондовых наблюдений, например пустыни, острова и Арктика. Влияние существующих комплектов данных (полученных благодаря размещению коммерческих средств связи и систем датчиков) на модели ЧПП с высоким разрешением оценивалось и сравнивалось применительно к другим системам наблюдений, таким как профилометры и радиолокаторы. Результаты являются обнадеживающими: см., например, Moninger et al. (2010) и Benjamin et al. (2010). Несмотря на некоторые технические недостатки, системы АМДАР для авиации общего назначения обладают, тем не менее, потенциалом для содействия улучшению охвата данными измерений АМДАР вертикальных профилей (ветер, температура, влажность, турбулентность и обледенение) в низкой тропосфере, и эти разработки следует продолжать, учитывая при этом потенциал, связанный с новыми и разрабатываемыми технологиями, такими как ADS-B и Mode S.

Действие G24

Действие: разрабатывать и оперативно внедрять системы АМДАР, адаптированные к небольшим самолетам, эксплуатируемым в региональном масштабе и совершающим полеты на низкой высоте в тропосфере.

Кто: авиалинии, эксплуатирующие небольшие самолеты, НМС, НМГС в сотрудничестве с РА, КОС и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество небольших самолетов, проводящих оперативные наблюдения АМДАР в режиме реального времени.

Некоторые самолеты проводят измерения параметров состава атмосферы по нескольким веществам, аэрозолям и вулканическому пеплу, но это делается в большей мере в исследовательском, а не оперативном режиме. Действия, связанные с химией атмосферы, изложены в разделе 5.3.8.4.

5.3.1.4 Станции Глобальной службы атмосферы

Наземные наблюдения за составом атмосферы, дополняемые измерениями с воздушных судов (см. 5.3.8.4), будут вносить вклад, наряду с космическим компонентом, в создание интегрированной сети трехмерных наблюдений за химией атмосферы. Существуют сети, которые проводят регулярные измерения озона (профиль и общее состояние) и многих других газообразных веществ и аэрозолей (полный перечень переменных см. в Стратегическом плане ГСА²⁹ и дополнении к нему³⁰). Задачи, возлагаемые в связи с поддержанием в рабочем состоянии и совершенствованием данных сетей и расширением охвата данными в тропиках и южном полушарии, должны пользоваться поддержкой также и в отношении других применений. Кроме того, в случае необходимости, данные наблюдений за составом атмосферы рекомендуется обрабатывать и распространять в режиме, близком к реальному времени, с тем чтобы использовать их в нескольких применениях.

Действие G25

Действие: призывать руководителей национальных программ метеорологических наблюдений расширять сферу действия этих станций для включения наблюдений за химией атмосферы.

Кто: НМС/НМГС и соответствующие организации и научно-исследовательские учреждения, проводящие наблюдения за составом атмосферы, в координации с ТК (особенно КАН и КОС) и РА. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КАН и КОС совместно с РА.

Срок: постоянно. График будет определяться для каждой РА.

Оценочный показатель: количество станций мониторинга состава атмосферы.

5.3.1.5 Принимающие станции ГНСС

Равно как и профилометры атмосферы, сети наземных принимающих станций ГНСС функционируют в немногих регионах мира. Основное применение этих сетей, как правило, не связано с метеорологией. Хотя они являются весьма разнородными с точки зрения качества и практик наблюдений, с некоторых станций получали и собирали метеорологическую информацию в режиме реального времени. Начиная с 2006 г. метеорологическая информация ассимилировалась в оперативное ЧПП (как глобальное, так и региональное) либо в виде интегрального содержания водяного пара (ИВП = общее количество водяного пара, интегрированное по вертикальному столбу), либо в виде общей задержки по вертикали (ОЗВ). ОЗВ включает как «влажную задержку» (вызванную водяным паром), так и «сухую задержку», непосредственно связанную с плотностью воздуха (плотность воздуха непосредственно связана с приземным давлением). Позитивное влияние наземных метеорологических наблюдений ГНСС на численные прогнозы было доказано (на водяной пар, осадки и поля атмосферного давления). См. сноску со ссылкой на практический семинар (по исследованиям влияния) в разделе 4 для получения обобщенной информации об ОСН.

В большинстве стран наземные принимающие станции являются собственностью и объектами эксплуатации учреждений других, нежели НМГС. Соответственно доступ к данным, обработка с целью получения метеорологических данных, а также разрешение на

29 <ftp://ftp.wmo.int/Documents/PublicWeb/arep/gaw/gaw172-26sept07.pdf>

30 http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/FINAL_GAW_197.pdf

использование и перераспределение данных – все это зависит от сотрудничества НМГС (индивидуально или в рамках многосторонних группировок) с собственниками/операторами. Во многих случаях НМГС (индивидуально или в составе многосторонних группировок) не разрешается обмениваться данными с другими странами-членами ВМО.

В отношении этой системы наблюдений, которая является относительно новой в метеорологии, суть одного важного действия заключается в эксплуатации в большем объеме метеорологической составляющей существующих принимающих станций ГНСС (в виде ИВП или ОЗВ). Это действие не требует разворачивания новой инфраструктуры. Кроме того, оно было бы весьма полезным для совершенствования наблюдений за влажностью на высотах при помощи более плотных принимающих сетей, учитывая все другие приборы для наблюдений за влажностью на высотах и обращая особое внимание на области, в которых климатология подвержена быстрым изменениям (во времени и пространстве) содержания водяного пара в атмосфере.

Общее число электронов (ОЧЭ) в данной трассе распространения может также измеряться путем отслеживания времени задержки и сдвига по фазе радиосигналов ГНСС, полученных наземной принимающей станцией при мониторинге ионосферы. Например, высокоскоростные наблюдения при помощи наземных элементов ГСОМ и ГЛОНАСС Международной службы ГНСС (МСГ) проводятся каждые 15 минут со стандартной задержкой в 2-3 минуты. Это полезная информация для мониторинга космической погоды (см. раздел 7).

Действие G26

Действие: получать больше пользы от существующих принимающих станций ГНСС посредством заключения договоренностей о сотрудничестве с владельцами и операторами станций для получения доступа к данным, их обработки и совместного использования в режиме реального времени с целью получения метеорологической информации или данных о состоянии ионосферы (ОЗВ или ИВП, ОЧЭ).

Кто: НМС/НМГС (индивидуально или в составе многосторонних группировок) будут руководить исполнением данного действия и должны будут сотрудничать с владельцами/операторами станций, с РА (для определения потребностей в обмене) и с ТК (для получения соответствующих руководящих указаний).

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество принимающих станций ГНСС, предоставляющих свои данные в режиме реального времени; количество станций, которые могут быть использованы для ЧПП в соответствии с обычными критериями мониторинга (см. сноску 17 в разделе 3.6).

Действие G27

Действие: организовать глобальный обмен данными принимающих станций ГНСС с целью удовлетворения требования в отношении частоты порядка одного часа (для удовлетворения требований глобальных применений).

Кто: организации и научно-исследовательские учреждения, эксплуатирующие принимающие станции ГНСС, в сотрудничестве с НМС/НМГС, с РА, ТК (особенно КАН и КОС) и другими международными организациями (например ЕВМЕТНЕТ). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС совместно с РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество принимающих станций ГНСС, данными которых обмениваются глобально в режиме реального времени.

Действие G28

Действие: оптимизировать наблюдения над сушей за водяным паром на высотах, учитывая совместное создание дополнительных принимающих станций ГНСС, а также других систем наблюдений за влажностью.

Кто: организации и научно-исследовательские учреждения, эксплуатирующие принимающие станции ГНСС, в сотрудничестве с НМС/НМГС, с РА, ТК (особенно КАН и КОС) и другими международными организациями (например ЕВМЕТНЕТ). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться НМС/НМГС совместно с РА.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество принимающих станций ГНСС, предоставляющих свои данные в режиме реального времени; количество станций, которые могут быть использованы в ЧПП в соответствии с обычными критериями мониторинга (см. сноску 17 в разделе 3.6).

5.3.2 Наземные системы наблюдений над сушей**5.3.2.1 Наземные синоптические и климатические станции**

«Синоптические» станции – это станции наблюдений, первоначально спроектированные для удовлетворения потребностей в области синоптической метеорологии и других применений (например авиационная метеорология, мониторинг климата, суровая погода и уменьшение риска бедствий), при этом слово «синоптические» означает, что они принадлежат к совокупности станций, проводящих наблюдения в одно и то же время и обеспечивающих возможность анализа погоды по обширному географическому району в данное время.

Наблюдения за земной поверхностью осуществляются самыми разнообразными сетями в точке, и они обслуживают потребности многих областей применения. Наземные синоптические и климатологические станции проводят измерения параметров на стыке между атмосферой и поверхностью земли, а также других количественных и качественных параметров, связанных с атмосферными или экологическими явлениями, такими как видимость, погода в срок наблюдения, высота облаков, тип облаков, грозы, молнии, тип осадков, которые являются все более важными для появляющихся экологических применений в социальной сфере. Значимыми переменными для инициализации моделей ЧПП являются приземное давление, приземный ветер, температура и влажность воздуха, осадки и состояние земной поверхности, включая высоту снежного покрова и влажность почвы. Большинство этих переменных могут быть ассимилированы в моделях ЧПП с часовым интервалом, и поэтому следует соответственно адаптировать глобальный обмен этими данными. Кроме того, имеются многие переменные, которые служат удовлетворению всех потребностей сообщества климатического обслуживания, и наблюдается все большая потребность в высокочастотных измерениях, а также передаче и сборе данных в близком к реальному масштабе времени. Они включают, но не ограничиваются ими, ВКлП, перечисленные в ПО-ЭГСН. Кроме того, климатические опорные станции создаются для проведения наблюдений высшего качества в целях климатического мониторинга, оказывая при этом также поддержку прогнозированию посредством ежечасной передачи данных. Мониторинг баланса приземной радиации в значительной степени зависит от приземных станций БСРН (Опорная сеть для измерения

приземной радиации)³¹. БСРН следует расширять и защищать. Необходимо также учитывать измерения радиации и потока энергии (например при помощи Флаксет).

Действие G29

Действие: расширять БСРН для обеспечения глобального охвата.

Кто: НМС/НМГС и научно-исследовательские организации, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество станций БСРН.

Действие G30

Действие: обеспечивать в максимально возможной степени глобальный обмен данными о переменных, измеряемых наземными станциями наблюдений (включая климатологические станции), с по крайней мере одночасовой частотой и в режиме реального времени.

Кто: НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент данных наблюдений, обмен которыми осуществляется глобально с одночасовой частотой (относится к числу станций, проводящих ежечасные наблюдения).

Все большее количество переменных измеряется автоматически с требуемым качеством. Тенденция автоматизации поощряется, поскольку она могла бы улучшить совместимость данных и охват данными, особенно из удаленных мест, а также частоту и наличие данных в режиме реального времени. В настоящее время данные многих наблюдений, проводимых на регулярной основе, не распространяются в режиме реального времени, несмотря на то, что соответствующие потребности документально изложены в РОП, а автоматизация действительно предоставляет новые возможности для распространения данных о переменных, которые собирались в прошлом, но не использовались совместно в режиме реального времени.

Учитывая усиливающуюся тенденцию автоматизации наблюдений, КОС и КГМН разработали руководящие указания и процедуры для перехода от обслуживаемых к автоматическим метеорологическим станциям (наземным и морским). После опубликования они будут размещены на веб-сайте ВМО³².

Действие G31

Действие: улучшать совместимость данных, их наличие (с более высокой частотой) и охват данными приземных наблюдений (включая климатологические) посредством менеджмента качества, автоматизации и обмена данными в режиме реального времени в максимально возможной степени со всех оперативных станций.

Кто: НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент станций, распространяющих данные наблюдений, прошедшие контроль качества, в режиме реального времени через ИСВ/ГСТ (применительно к числу проводящих наблюдения станций).

31 <http://www.bsrn.awi.de/>

32 <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications-IOM-series.html>

Несколько видов наблюдений проводятся, а их данные распространяются на регулярной основе, но обмен ими происходит в форматах, которые не являются адекватными для содержания метаданных, необходимых для должного использования при ассимиляции данных и в других механизмах. Это особенно касается атмосферного давления, которое обычно измеряется с весьма высокой точностью, но данные о котором не могут быть использованы без точной информации о барометрической высоте. Другим примером необходимой информации о метаданных является высота (над поверхностью земли), на которой проводится измерение параметров ветра. Данные о других переменных, включая температуру и осадки, и других элементах для целей климатического обслуживания иногда также передаются без адекватных метаданных.

Действия, направленные на улучшение качества, согласованности и наличия данных приземных наблюдений (в том числе климатологических) имеют особенно важное значение для климатических применений и будут способствовать проведению долгосрочных серий наблюдений и повторных анализов. Всем действиям в рамках ПО-ГСН (раздел, посвященный приземным наблюдениям за атмосферой) должна оказываться поддержка также для целей неклиматических применений.

Действие G32

Действие: обеспечивать обмен данными о переменных, измеряемых приземными станциями (в том числе климатологическими), наряду с доступом к соответствующим метаданным, согласно стандартам ИГСНВ и ИСВ. Особое внимание следует уделять неопределенности барометрической высоты.

Кто: НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: обычные показатели мониторинга (см. сноску 17 в разделе 3.6).

Действие G33

Действие: совершенствовать структуру Региональной опорной синоптической сети (РОСС) и Региональной опорной климатологической сети (РОКС), прилагая при этом все усилия для сохранения станций, имеющих важное значение для исследований климата.

Кто: КОС, руководящая исполнением данного действия на основе соответствующих исследований влияния ЧПП и исследований структуры сетей, в координации с НМС/НМГС, собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, другими ТК, РА и прочими соответствующими организациями.

Срок: 2015 г.

Оценочный показатель: разработанная и внедрена структура.

5.3.2.2 Станции Глобальной службы атмосферы

Наземные наблюдения состава атмосферы вносят вклад в создание интегрированной сети трехмерных глобальных измерений химии атмосферы наряду со станциями аэрологических измерений (приземные станции, воздушные суда, самолеты, воздушные шары; см. разделы 5.3.1.4 и 5.3.8.4) и космическим компонентом. Например приземные наблюдения CO_2 и CH_4 весьма важны для обнаружения источников и поглотителей этих компонентов и для понимания радиационных воздействий климата (см. ссылки на документы ГСА в разделе 5.3.1.4, а также ПО-ГСНК). Сети приземных наблюдений за переменными химии атмосферы явно недостаточно для удовлетворения глобальных

потребностей в наблюдениях. Приоритеты для разных задач в отношении приземных наблюдений за газовыми примесями и аэрозолями изложены в Стратегическом плане ГСА и дополнении к нему (см. также ссылки в разделе 5.3.1.4).

К 2025 г. все более важное значение для проекции климата и прогнозирования химического состава атмосферы приобретут модели, используемые для ЧПП, а также моделирование климата и состава атмосферы. Для поддержки этого процесса важно будет постепенно интегрировать соответствующие сети наблюдений, с тем чтобы данные наблюдений за составом атмосферы предоставлялись в близком к реальному режиме времени.

Действие G34

Действие: осуществлять как можно быстрее обмен в близком к реальному режиме времени данными наблюдений за составом атмосферы, которые проводятся на приземных станциях. Следовать рекомендациям ГСА и практикам ИГСНВ и ИСВ для осуществления этого распространения, а также стандартным практикам оценки качества.

Кто: организации и научно-исследовательские учреждения, проводящие наблюдения за составом атмосферы, в координации с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КАН и КОС совместно с РА.

Срок: постоянно. График будет определяться для каждой РА.

Оценочный показатель: число приземных станций наблюдений за составом атмосферы, предоставляющих прошедшие контроль качества данные в режиме реального времени.

5.3.2.3 Станции Глобальной службы криосферы

В соответствии с недавно созданной программой Глобальной службы криосферы (ГСК) будет сформирована комплексная сеть наблюдений за криосферой, именуемая «КриоНет» – сеть опорных станций или «суперстанций» в районах с холодным климатом, работающих по программе непрерывных стандартизированных наблюдений и мониторинга максимально возможно большего числа криосферных переменных на каждой станции. Первоначально она будет основываться на существующих программах наблюдений за криосферой или дополнительных стандартизированных криосферных наблюдениях на имеющемся в распоряжении оборудовании в качестве части опорных экологических обсерваторий. В соответствии с требованиями ГСНК ГСК будет содействовать созданию высокоширотных суперстанций с проведением совместных измерений ключевых переменных, особенно вечной мерзлоты и снежного покрова, повышая таким образом значимость сетей ГСНК/ГСНПС для вечной мерзлоты (ГСНПС-ВМ), ледников (-Л) и гидрологии (-Г). Станции ГСК, находящиеся в местах с холодным климатом, являются логическими кандидатами. Опорные станции КриоНет будут обеспечивать долгосрочные комплекты данных для мониторинга изменчивости и изменения климата, улучшенную модельную параметризацию криосферных процессов, а также содействовать разработке и валидации спутниковой продукции и прогнозов, моделей климата, гидрологии и криосферы. Группа по КриоНет рабочей группы ГСА по системам наблюдений будет разрабатывать формальные процедуры для создания сети ГСА, оценивать потенциальные суперстанции и определять наличие данных.

Действие G35

Действие: осуществить как можно быстрее комплексную сеть опорных станций наблюдений за криосферой «КриоНет».

Кто: организации, учреждения и научно-исследовательские агентства, проводящие наблюдения и мониторинг криосферы, в координации, в случае необходимости, с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться группой по КриоНет. Контролировать данное действие будут Консультативный совет и Совет по управлению ГСК.

Срок: 2014 г.

Оценочный показатель: число опорных станций, участвующих в КриоНет.

Действие G36

Действие: обеспечивать в максимально возможной степени обмен данными о криосфере из КриоНет в режиме реального и близкого к реальному времени. Следовать практикам ГСК, ИГСНВ и ИСВ для осуществления этого распространения, а также стандартным практикам оценки качества и архивирования данных.

Кто: организации, учреждения и научно-исследовательские агентства, проводящие наблюдения и мониторинг криосферы, в координации, в случае необходимости, с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться группой по КриоНет. Контролировать данное действие будут Консультативный совет и Совет по управлению ГСК.

Срок: 2014 г.

Оценочный показатель: число станций КриоНет, предоставляющих прошедшие контроль качества данные.

5.3.2.4 Системы обнаружения молний

Наземные системы обнаружения и отслеживания молний в режиме реального времени (всех или только молний «от облака к земле») зарекомендовали себя в качестве ценного инструмента для заблаговременного определения места и интенсивности развивающейся конвекции, а также маршрута перемещения гроз. Эти системы наблюдений могут увеличить срок заблаговременности предупреждений, связанных с сильными грозами, особенно в том, что касается прогнозирования текущей погоды, предупреждений о суровой погоде и авиационных применений. Почти глобальный охват данными требуется для авиации. Самые совершенные системы отслеживания молний также предоставляют авиации данные о трехмерной структуре активности электрических явлений.

В 2025 г. можно прогнозировать появление систем обнаружения молний на больших расстояниях, предоставляющих рентабельные, гомогенизированные глобальные данные с высокой точностью определения места, которые существенно улучшат охват данными в районах с недостаточными данными. В некоторых конкретных районах для специальных применений следует также размещать системы обнаружения молний высокого разрешения, имеющие более высокую точность определения местоположения и лучшую дифференциацию облако-облако и облако-земля.

Действие G37

Действие: повышать эффективность глобального обнаружения молний путем более широкого размещения систем обнаружения молний на больших расстояниях и введения в эксплуатацию большего числа этих систем. Приоритетное внимание

следует уделять ликвидации пробелов в населенных районах и вдоль маршрутов коммерческих авиалиний.

Кто: НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний на больших расстояниях, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН, совместно руководящими исполнением данного действия.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: охват данными для этого типа наблюдений.

Действие G38

Действие: разрабатывать и внедрять методы интеграции данных обнаружения молний из разных систем, в том числе из наземных и космических систем, с тем чтобы обеспечивать наличие комплексной продукции.

Кто: НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН, совместно руководящими исполнением данного действия.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: уровень интеграции систем обнаружения молний.

Действие G39

Действие: совершенствовать обмен данными обнаружения молний в режиме реального времени посредством разработки и внедрения согласованных протоколов для обмена данными.

Кто: НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний, НМС, НМГС, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент данных наблюдений, обмен которыми происходит на региональном и глобальном уровнях.

5.3.2.5 Наземные станции, обслуживающие конкретные применения

Были разработаны (и еще находятся в стадии разработки) многие специализированные системы наблюдений, предназначенные для мониторинга локальных применений, таких как метеорологические переменные вдоль дорог, автомагистралей или железнодорожных путей, в городах и аэропортах и вокруг них, сельскохозяйственных или садоводческих культур или применений, необходимых для производства электроэнергии. Эта совокупность сетей является разнородной с точки зрения наблюдаемых переменных, практик наблюдений, стандартов, а также частоты наблюдений. Тем не менее эти данные являются основными элементами для удовлетворения потребностей в климатическом обслуживании и весьма полезны не только для их главного применения, но также и для многих других более масштабных применений, изложенных в РОП, в том числе для глобальных моделей и моделей высокого разрешения.

В ближайшие годы особое внимание необходимо будет уделять измерениям в пределах городской окружающей среды по меньшей мере по двум причинам: (i) мониторинг изменчивости и изменения климата важен в таких областях, где появляются конкретные проблемы адаптации; (ii) верификация и валидация местных моделей ЧПП и качества воздуха, которые должны, вероятно, оперативно использоваться над ограниченными районами, сосредоточенными над крупными городами; эти модели станут, вероятно, важным инструментом мониторинга изменчивости и изменения климата помимо их роли в метеорологическом и краткосрочном прогнозировании загрязнения воздуха.

Подобные целевые наблюдения и модели потребуются, вероятно, не только вблизи больших городских агломераций, но также и вблизи важных аэропортов, где потребности авиации могут послужить основанием для разработки целевых сетей высокого разрешения для мониторинга и текущего прогнозирования суровых явлений погоды.

Большинство этих целевых систем наблюдений являются полностью автоматическими; они пользуются самыми современными технологиями и часто проводят наблюдения с высокой частотой. Для того, чтобы эти системы обслуживали более широкий круг пользователей, требуется согласованное планирование надлежащего представления данных, кодов и способов сообщения информации, а также согласованные стандарты МК/ОК³³ для данных и метаданных. Кроме того, следует разработать стандарты для обработки данных, с тем чтобы выпускать производные комплекты данных наблюдений, необходимые для разных пользователей (локальных, национальных, региональных, глобальных).

Взаимная польза может быть получена благодаря сотрудничеству в области возобновляемых источников энергии, требующих мониторинга их окружающей среды. Для чистых источников энергии (ветер, солнечная энергия, гидроэлектроэнергия, геотермальная энергия) информация по погоде и климате является существенной частью проектировочной и оперативной деятельности, и они требуют постоянной оценки эффективности и экологических воздействий.

Действие G40

Действие: обеспечивать в максимально возможной степени обмен в режиме реального времени данными наблюдений, соответствующими метаданными, включая оценку репрезентативности, осуществляемую наземными станциями, обслуживающими целевые применения (дорожный транспорт, авиация, сельскохозяйственная метеорология, городская метеорология и т. д.).

Кто: агентства, эксплуатирующие станции, обслуживающие целевые применения, НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент данных наблюдений с вышеуказанных станций, обмен которыми осуществляется регионально и глобально в режиме реального времени.

Действие G41

Действие: повышение эффективности наблюдений в потенциальных областях для поддержки исследований, связанных с разработкой и функционированием возобновляемых источников энергии, а также для понимания влияния этих источников на местную погоду и климатические явления, связанные с эксплуатацией технологий возобновляемых источников энергии.

Кто: агентства, эксплуатирующие станции, обслуживающие целевые применения, НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество наблюдений в поддержку возобновляемых источников энергии.

5.3.3 Системы гидрологических наблюдений над сушей

5.3.3.1 Гидрологические опорные станции

Что касается глобального обмена данными о гидрологических переменных, то ГСНК создала через свою совместно спонсируемую группу экспертов по наблюдениям за поверхностью суши в интересах изучения климата (ГЭНПСК) Глобальную сеть наблюдений за поверхностью суши – Гидрология (ГСНПС-Г) с целью проектирования и внедрения базовых сетей и демонстрации ценного значения комплексной глобальной гидрологической продукции. Деятельность ГСНПС-Г и КГи/ВМО включает глобальный мониторинг рек, озер, подземных вод и водопользования. Потребности этой программы мониторинга привели к созданию базовых сетей ГСНК/ГСНПС для наблюдения за речным стоком и уровнем озер.

Глобальный центр данных по стоку (ГЦДС) уполномочен заниматься сбором данных о речном стоке, однако длительные задержки могут иметь место до того как данные будут практически собраны и распространены. Кроме того наблюдается тенденция снижения числа станций в существующих сетях наблюдений, и выражается серьезная озабоченность по поводу этого постоянного уменьшения гидрологических сетей, особенно в связи с закрытием станций по изучению климата.³⁴

Действие G42

Действие: для целей изучения климата поддерживать в рабочем состоянии существующие гидрологические станции базовой сети ГСНК/ГСНПС и способствовать глобальному обмену их данными.

Кто: все гидрологические службы, эксплуатирующие эти опорные станции, ТК ВМО (КГи и КОС), ГСНК. Руководство исполнением этого действия будет осуществляться КОС и ГСНК.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент гидрологических опорных станций, осуществляющих глобальный обмен прошедшими контроль данными.

С более подробной информацией о конкретных действиях, связанных с гидрологическими опорными станциями, можно ознакомиться в соответствующих разделах ПО-ГСНК. С общим описанием всех элементов, вносящих вклад в изучение гидрологии, водных ресурсов и водного цикла, можно также ознакомиться в документе ИГСНВ.³⁵

5.3.3.2 Станции национальной гидрологической сети

Для целей мониторинга водного цикла Земли национальные гидрологические сети и другие станции в составе разнородных сетей проводят измерения многих переменных, таких как: жидкие и твердые осадки; высота снежного покрова; запас воды в снежном покрове; толщина льда на озерах и реках; даты замерзания и вскрытия ледового покрова; уровень воды; расход воды; качество воды, влажность почвы, температура почвы, расход наносов. Некоторые из них не имеют отношения к каким-либо применениям в режиме реального времени, однако некоторые другие требуют быстрого обмена данными (например осадки и речные стоки в случае паводка). Небольшой подкомплект данных

³⁴ См. пункт в ПО-ГСНК, посвященный обмену гидрологическими данными.

³⁵ http://www.whycos.org/IMG/pdf/WHYCOSGuidelines_E.pdf

требует глобального обмена, в то время как большинством данных необходимо обмениваться только на национальном и местном уровнях.

ГЭНПСК определила гидрологические переменные, наблюдения которых должны проводиться в первую очередь.³⁶ Несколько из этих переменных имеют компонент наблюдений в точке, который дополняется спутниковым компонентом; тем не менее имеются серьезные выявленные пробелы в разных гидрологических сетях, которые необходимо ликвидировать. В целом имеется недостаточный доступ к данным о гидрологических переменных.

Наблюдение гидрологических переменных в глобальном и региональном масштабах, осуществляемое непрерывным и согласованным образом, потребует наличия комплексных систем наблюдений (как в точке, так и спутниковых), используемых в поддержку нескольких областей применения. Наблюдения охватывают такие гидрологические переменные, как испарение, влажность почвы, снег, поверхностные и подземные воды, как это определено наземными действиями в рамках ПО-ГСНК.

Действие G43

Действие: включать наблюдения ключевых гидрологических переменных (жидкие и твердые осадки, испарение, высота снежного покрова, запас воды в снежном покрове, толщина льда на озерах и реках, уровень воды, расход воды, влажность почвы) в комплексную систему для согласованных наблюдений, обработки данных и обмена ими, соблюдая при этом стандарты ИГСНВ.

Кто: гидрологические службы, ГСНК, ТК ВМО (КГи и КОС), руководящие исполнением данного действия.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: процент гидрологических данных, интегрированных в эту систему.

5.3.3.3 Станции мониторинга подземных вод

Подземные воды играют важную роль для окружающей среды и ее рационального использования, хотя они имеют меньшие значения для многих применений, охваченных РОП (особенно для прогностических применений). Их используют в качестве главного источника питьевой воды, а также в сельскохозяйственной и промышленной деятельности. Ресурсы подземных вод необходимо охранять, поскольку во многих регионах объемы водоотбора превышают объемы пополнения. Восстановление подземных вод может оказаться весьма дорогостоящим и трудным в случае изменения их режима или загрязнения.

Мониторинг подземных вод – это постоянный стандартизированный процесс, связанный с проведением наблюдений в точке, а также со спутников и воздушных судов. Мониторинг подземных вод охватывает как их качество, так и их количество (анализ выборочных физических и химических переменных).

Согласно всемирному кадастру мониторинга подземных вод, составленному Международным центром оценки ресурсов подземных вод (ИКРАК), во многих странах

³⁶ См. ЗРП по гидрологии.

систематический мониторинг количества и качества подземных вод является минимальным или отсутствует.

Действие G44

Действие: продолжать расширять существующие программы наблюдений и мониторинга подземных вод, включая расширение ИГРАК.

Кто: гидрологические службы в сотрудничестве с КГи/ВМО, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) и ГСНПС (особенно ее компонента ГСНПС-ПВ (Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши-подземные воды)). КГи/ВМО и ГСНПС будут руководить исполнением данного действия.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число действующих станций мониторинга подземных вод.

Необходимо оказывать поддержку действиям в отношении подземных вод, описанным в ПО-ГСНК, особенно действиям, направленным создание прототипа информационной системы глобального мониторинга в рамках ГСНПС-ПВ.

5.3.4 Метеорологические радиолокационные станции

Метеорологические радиолокаторы приобретают все более важное значение в сфере метеорологического прогнозирования и предупреждений, гидрологии и многих применений, зависящих от метеорологического прогнозирования, например авиационная метеорология (сдвиг ветра). Их возросшее значение частично связано с разработкой моделей ЧПП в километровом масштабе (которые постепенно обретают способность ассимилировать данные метеорологических радиолокаторов) и других специальных инструментов для прогнозирования текущей погоды и краткосрочного прогнозирования. Метеорологические радары способны вести наблюдения за несколькими переменными, связанными с осадками, а именно: интенсивность и географическое распределение осадков; распределение гидрометеоров по размерам, фазе и типу осадков. Они могут определять также место песчаных и пыльных бурь и измерять компоненты ветра по методу Доплера, а также влажность посредством рефракции. Установка поляриметрических метеорологических радиолокаторов способствует совершенствованию количественных оценок осадков (КОО), более точному обнаружению крупного града и лучшему определению переходных режимов дождь/снег во время зимних бурь. СВЧ-радары прошли испытания и могут обеспечивать наблюдения с более высоким разрешением, но только на более коротком расстоянии. Все эти метеорологические явления особенно важны для авиации, прогнозирования суровой погоды и предупреждения населения.

Достижения в области ЧПП, климатического моделирования, предупреждений о суровой погоде и предотвращения опасности и смягчения последствий бедствий привели к проявлению новых потребностей в высококачественной продукции по осадкам, получаемой на основе данных из одной или нескольких радиолокационных сетей. Кроме того, последние достижения в области радиолокационной технологии и обработки сигналов и данных привели к тому, что данная область деятельности стала практически готова в оперативном плане к данной продукции и ее использованию в количественном плане для различных оперативных применений. В прошлом считалось, что использование радиолокаторов связано только с региональными и локальными применениями, однако это мнение быстро меняется по мере того, как сети телесвязи обеспечивают передачу и архивирование колоссальных объемов данных.

Охват метеорологическими радиолокаторами значительно улучшился за последние десятилетия в некоторых регионах мира, при этом обмен некоторыми данными происходит через национальные границы (по меньшей мере по некоторым видам комплексной продукции).

Тем не менее еще имеются большие возможности для достижения прогресса, что будет сделано до 2025 г. благодаря более совершенной технологии, стандартизации процедур наблюдений и увеличения обмена данными, в том числе на глобальном уровне. В настоящее время (2012 г.) области, хорошо охваченные метеорологическими радарными, характеризуются большой разнородностью применяемой технологии, практик наблюдений, методов калибровки и обработки данных, а также формы представления данных и обмена ими. В развивающихся странах охват радиолокаторами весьма незначителен или отсутствует, в том числе в областях, в которых огромное значение имеет текущее прогнозирование штормов (и сверхкраткосрочное прогнозирование – СКП). В этих областях должны быть предприняты особые усилия, причем не только в плане размещения метеорологических радиолокаторов, но также и в плане размещения средств прогнозирования текущей погоды, сочетая ограниченное количество метеорологических радиолокаторов с другими источниками информации (спутниковая продукция, распространение сигналов ГНСС или других электромагнитных сигналов).

Действие G45

Действие: увеличить масштабы размещения, калибровки и использования радиолокаторов с двойной поляризацией в тех регионах, где это принесет пользу.

Кто: руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС в сотрудничестве с КПМН, РА и НМС/НМГС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: охват данными, обеспечиваемый радиолокатором этого типа для каждого Региона.

Действие G46

Действие: проводить сравнение программного обеспечения метеорологических радиолокаторов с поставленной задачей для повышения качества количественных оценок осадков (КОО).

Кто: КПМН в сотрудничестве с НМС/НМГС и агентствами, эксплуатирующими метеорологические радиолокаторы.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: руководящие указания, предоставленные операторам и странам-членам.

Действие G47

Действие: в отношении районов в развивающихся странах, которые чувствительны к штормам и паводкам, должны быть предприняты особые усилия для установки и поддержания в рабочем состоянии метеорологических радиолокационных станций.

Кто: НМС/НМГС, агентства, эксплуатирующие метеорологические радиолокаторы, в сотрудничестве с РА и ТК (КОС, КПМН и КГи). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число оперативных метеорологических радиолокационных станций в вышеуказанных районах.

В отношении использования и влияния данных наблюдений для ЧПП в материалах практического семинара ВМО 2008 г. говорится следующее (см. ссылку в сноске 19 раздела 4): «Радиолокационные данные показали свои позитивные воздействия на региональные системы ассимиляции данных, а в некоторых случаях – также на глобальные системы». Ожидается, что к 2025 г. большинство оперативных глобальных систем ассимиляции данных для ЧПП (и повторных анализов) будут ассимилировать некоторые радиолокационные данные, по крайней мере в виде доплеровских измерений ветра. В этой связи следует ввести в действие практику глобального обмена выборочными радиолокационными данными.

Радиолокационная информация также важна для климатических применений. Она будет использоваться в будущем для, например, региональных повторных анализов и мониторинга водного цикла. См. ПО-ГСНК – Резюме.

Действие G48

Действие: определить данные метеорологических радиолокаторов, обмен которыми должен осуществляться на региональном и глобальном уровнях; предложить частоту обмена этими данными и разработать систему обработки данных метеорологических радиолокаторов совместно с разработкой продукции, определяемой национальными, региональными и глобальными потребностями.

Кто: КОС (руководит исполнением данного действия), КПМН, КГи в сотрудничестве с НМС/НМГС, агентствами, эксплуатирующими метеорологические радиолокаторы (в сотрудничестве с РА).

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: объем радиолокационных данных, обмен которыми осуществляется на глобальном и региональном уровнях.

5.3.5 Система аэрологических наблюдений над океанами. Суда, участвующие в Программе автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП)

На АСАП распространяются все изложенные в разделе 5.3.1.1 действия, связанные с радиозондовыми наблюдениями на суше, за исключением наблюдений для ГРУАН (5.3.1.1.2). Эти действия означают следующее:

- важное значение отдельных радиозондовых данных для ликвидации самых больших пробелов в охвате данными;
- надлежащее кодирование всей радиозондовой информации по вертикали с последующим быстрым распространением в режиме реального времени;
- возможность оптимизации охвата данными посредством адаптивирования времени запуска, учитывая всю радиозондовую сеть, а также другие системы наблюдений, обеспечивающие наблюдения вертикального профиля (например АМДАР).

Для района Северной Атлантики (где очень мало островов, на которых можно разместить стационарные пункты радиозондирования) ЕВМЕТНЕТ³⁷ разработала европейский компонент Программы автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП), именуемый Е-АСАП (ЕВМЕТНЕТ – АСАП). См. информацию о Е-АСАП на домашней странице ЕВМЕТНЕТ. От 15 до 20 судов регулярно осуществляют запуски

37 <http://www.eumetnet.eu/>

радиозондов в Северной Атлантике на коммерческих линиях из Западной Европы в Северную и Центральную Америку. Эти суда АСАП в среднем проводят порядка 10-15 радиозондовых наблюдений в день (данные 2012 г.), при этом большинство этих наблюдений проводится в 00 или 12 МСВ (для оптимизации охвата во времени и пространстве можно проводить их в разное время). В 2011 г. в рамках программы Е-АСАП было произведено порядка 4 500 запусков радиозондов над Атлантическим океаном. Относительно влияния данных с судов АСАП на численные прогнозы в материалах практического семинара ВМО 2008 г. говорится следующее (см. ссылку в сноске в разделе 4): «Даже весьма ограниченное число радиозондов, находящихся в регионах океанов с редким охватом данными, могут оказывать существенное влияние на прогноз». Сеть АСАП в Северной Атлантике не только непосредственно влияет на прогнозы, но и способствует использованию спутниковых данных благодаря проведению опорных наблюдений в точке с множеством вертикальных подробностей. Более 80 % общего числа запусков по линии АСАП в 2011 г. было проведено в Атлантическом океане. Поэтому у других океанских районов, и особенно северной части Тихого океана и Индийского океана, имеется потенциал для весьма существенного улучшения общего качества комплексной системы наблюдений посредством разработки весьма ограниченного числа станций наблюдений (как правило 10 или 20). Аналогичной системой являются зонды, сбрасываемые с разведывательных воздушных судов, которые используются как в Тихом, так и Атлантическом океанах, однако весьма нерегулярно, для поддержки прогнозов сильных штормов.

Действие G49

Действие: поддерживать в рабочем состоянии и оптимизировать существующую сеть АСАП в Северной Атлантике и разрабатывать аналогичные программы для северной части Тихого океана и Индийского океана.

Кто: НМС, НМГС в сотрудничестве с компаниями, эксплуатирующими коммерческие суда, РА, СКОММ, КОС и КАН. Руководство осуществляется СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: объем данных АСАП, имеющихся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).

5.3.6 Приземные системы наблюдений над океанами

Важные океанические переменные для измерения взаимодействия между океаном и атмосферой включают давление у поверхности, ТПМ, высоту поверхности моря (ВПМ), соленость поверхности моря (СПМ), ветер над поверхностью океана, характеристики волнения, поверхностные течения в океане и видимость. Дополнительные переменные необходимы вблизи берегов, а также когда океан покрыт льдом. Ценными ВКлП, описанными в ПО-ГСНК, являются переменные, связанные с кислотностью океана, цветом океана, питательными веществами, фитопланктоном.

Постоянной проблемой для океанических применений является неравномерный географический охват сетей наблюдений за океаном в точке. Учитывая изменчивость региональных потребностей, разную логистику размещения (в том числе удаленные и характеризующиеся отсутствием безопасности регионов), а также трудность обеспечения оптимизированного планирования для сетей наблюдений с ограниченными ресурсами, странам-членам следует учитывать необходимость проведения исследований географической изменчивости пространственного/временного разрешения для океанических наблюдений.

Большинство действий, описанных в последующих подразделах, направлены на улучшение географического охвата систем наблюдений за океаном, в частности для измерения давления над поверхностью океана, ТПМ, ВПМ, СПМ и видимости, наряду с геметрией более высокого разрешения. Это может быть сделано посредством расширения сетей наблюдений в открытом океане и прибрежной зоне или преобразования существующих пунктов наблюдений в многоцелевые станции, а также посредством применения появляющихся технологий дистанционно управляемых наблюдений в точке для охвата недоступных регионов.

5.3.6.1 Прибрежные высокочастотные (ВЧ) радиолокаторы

Прибрежные ВЧ-радиолокаторы являются весьма мощным средством наблюдения для мониторинга состояния моря и течений на поверхности океана в пределах нескольких сотен километров от побережья. Эти радиолокаторы могут измерять как волны (показательная высота), так и течения с километровым горизонтальным разрешением. Для многих используемых сейчас систем ВЧ радиолокаторов требуется применение метода триангуляции с использованием двух радиолокаторов для исключения погрешностей в определении направлений волн и течений.

Целью этой радиолокационной системы наблюдений является не достижение эффективного глобального охвата прибрежных районов океана, а повышение горизонтального разрешения и качества по отношению к другим океаническим наблюдениям в прибрежных районах, которые являются весьма чувствительными к метеорологическим и океаническим явлениям (по экологическим или экономическим причинам), а именно: заселенные районы вблизи побережий, гавани с интенсивным движением судов, риск загрязнения (дикой природы как на суше, так и в море). К 2025 г. конкретные атмосферные и океанические модели по ограниченному району (ЛАМ) будут, вероятно, эксплуатироваться во многих прибрежных районах с горизонтальным разрешением от 100 до 1 000 м, с тем чтобы содействовать мониторингу этих чувствительных районов в режиме реального времени. В этом случае прибрежные ВЧ радиолокаторы должны стать важным источником информации, которая будет ассимилироваться в этих моделях. Они уже являются важным источником информации для подготовки в режиме реального времени карт течений на поверхности океана и волн с показательной высотой для целей судоходства, научных исследований и спасательных операций.

5.3.6.2 Морские станции (океанические, островные, прибрежные и стационарные платформы)

Морские станции наблюдений сообщают данные о тех же самых переменных поверхности, что и наземные станции (см. раздел 5.3.2.1), а именно: давление у поверхности, температура, влажность, ветер, видимость, количество облаков, тип и высота нижней границы облаков, осадки, прошлая и текущая погода. Что касается станций на поверхности, то их роль усилится по двум причинам:

- они также ведут наблюдения за набором морских переменных: ТПМ, направление, период и высота волнений, морской лед и т. д.;
- они обычно расположены либо в чувствительных прибрежных районах, либо в изолированных пунктах, таких как острова и нефтяные платформы, и поэтому они более важны с точки зрения их вклада в глобальный охват данными.

Рекомендации раздела 5.3.2.1, действующие в отношении приземных станций, применяются также к морским станциям. Изолированные острова, уже имеющие долгосрочные записи данных о климате, особенно важным для того, чтобы продолжать их использование в целях мониторинга климата.

Существует серьезная нехватка сетей морских станций для удовлетворения различных потребностей в области морских и океанических исследований, особенно в том, что касается ВПМ, ТПМ, СПМ и измерений волнения.³⁸ Требуется общее увеличение возможностей для проведения измерений и доступа к данным, при этом следует полагаться не только на морские станции, но также и использование судов, буев, приливных станций и ныряющих буев.

Действие G50

Действие: обеспечивать внедрение самых современных технологий для повышения точности всех измерений, проводимых на морских станциях. Разрабатывать средства для измерения видимости над океаном.

Кто: НМС, НМГС и национальные партнерские учреждения в сотрудничестве с международными организациями и космическими агентствами. Руководство исполнением данного действия будут осуществлять СКОММ, КОС и КПМН.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: обычные показатели мониторинга по наличию и качеству морских наблюдений.

5.3.6.3 Схема судов, добровольно проводящих наблюдения (СДН)

Перечень метеорологических и морских переменных, наблюдение которых обычно совершается судами СДН, аналогичен перечню переменных, наблюдаемых морскими станциями (5.3.6.2.). Основное практическое различие состоит в том, что суда мобильно передвигаются. Это может быть преимуществом для лучшего пространственно-временного охвата данными, но является недостатком для пользователей климатической информации, заинтересованных в долгосрочных рядах данных.

Многие рекомендации, сделанные в отношении наземных синоптических станций, действуют также в отношении СДН, особенно тех из них, которые осуществляют: глобальный обмен ежечасными данными (**действие G30**), кодирование и передачу метаданных (**действие G32**). Что касается измерения атмосферного давления с борта судов, то особое внимание следует уделять барометрической высоте, ее правильному значению, правильному кодированию и правильной передаче данных о ней. Атмосферное давление (часто приведенное к уровню моря в данном случае) действительно является самым важным объектом судовых наблюдений для ЧПП, и оно также весьма важно для морских и авиационных применений, а также для синоптической метеорологии и прогнозированию текущей погоды. Глобальный мониторинг судовых данных для ЧПП показывает, что некоторые данные судовых наблюдений подвержены существенным погрешностям при измерениях атмосферного давления, что, безусловно, связано с неправильными данными о барометрических высотах (и/или ошибочному приведению к уровню моря). Существуют также потенциальные возможности для повышения качества

³⁸ См. ЗРП по морским применениям.

судовых наблюдений за температурой воздуха, ТПМ и ветром, причем этих улучшений можно было бы добиться благодаря более регулярным взаимодействиям операторов наблюдений с центрами мониторинга ЧПП. См., например, веб-сайт Метеобюро СК³⁹.

Действие G51

Действие: повышать качество судовых наблюдений посредством более регулярных взаимодействий с центрами мониторинга ЧПП и более регулярных проверок приборов, находящихся на борту судов.

Кто: портовые метеорологи (ПМ), НМС, НМГС и другие центры мониторинга ЧПП в сотрудничестве с компаниями, эксплуатирующими коммерческие суда. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: обычные показатели мониторинга ЧПП.

5.3.6.4 Заякоренные и дрейфующие буи

Заякоренные и дрейфующие буи обычно предоставляют данные наблюдений по подгруппе следующих переменных: давление у поверхности, температура, влажность, ветер, видимость, ТПМ, океанское течение, трехмерный спектр волнения, направление волнения, период и высота, осадки. Поскольку они являются полностью автоматическими системами, эта наблюдаемая подгруппа переменных меньше по своему содержанию по сравнению с теми переменными, наблюдения за которыми можно вести с судов или синоптических морских станций (например, с буев не ведутся наблюдения за облаками, а также текущей и прошедшей погодой). Существует большое разнообразие буев, устанавливаемых оперативно, и иногда наблюдаемая подгруппа переменных сводится к одной или двум переменным на буях самых простых типов. Преимуществом полностью автоматических систем является то, что у некоторых буев частота наблюдений может быть весьма высокой (например передача данных наблюдений каждые 10 минут). Дрейфующие буи перемещаются в сторону от их пункта установки вскоре после того, как они попали в воду. Их срок службы является ограниченным в силу таких причин, как срок службы батареи, поломка датчика, поломка передатчика, попадание на берег и т. д. Группа экспертов по сотрудничеству в области буев для сбора данных (ГСБД) СКОММ прилагает усилия для поддержания в рабочем состоянии глобальной сети из 1 250 дрейфующих буев, установленных для удовлетворения потребностей в наличии сетки с шагом 5 x 5 градусов. Необходимо регулярно проводить повторную установку новых буев для сохранения охвата океаническими данными, который дополняется охватом судовыми данными (коммерческие судоходные линии). Для части Северной Атлантики в средних широтах хороший охват данными (и хорошая его дополняемость данными с судов) был достигнут в 2000-2010 гг. главным образом благодаря Программе поверхностных морских наблюдений ЕВМЕТНЕТ (Е-СУРФМАР⁴⁰). Однако для поддержания этого охвата требуются постоянные усилия; он все еще не соответствует потребностям в некоторых небольших районах Северной Атлантики, где установка буев является трудной. Кроме того, во многих других районах земного шара охват данными буев не такой хороший, он характеризуется существенными пробелами в (например) южных океанах и северной части Тихого океана. Оперативный охват данными (для буев и других систем наблюдений) можно проверять на ежедневной основе по (например) веб-сайту ЕЦСПП⁴¹. На веб-сайте ГСБД можно ознакомиться с картами, показывающими

39 <http://www.metoffice.gov.uk/research/monitoring/observations/marine>

40 <http://www.eumetnet.eu/e-surfmar>

41 <http://www.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/monitoring/coverage/dcover/>

ежемесячный охват данными буев (для разных типов приборов, разных наблюдаемых переменных)⁴².

Для ЧПП самой важной переменной (среди наблюдаемых буями) является давление у поверхности, и существенным является улучшение его охвата данными. При ассимиляции данных оно используется совместно с данными космических измерений ветра у поверхности (рефлектометры, микроволновые приборы). Хороший глобальный охват ТПМ важен как для ЧПП, так и океанических применений. Информация об океанских течениях является ценной для океанографического анализа и прогнозирования. Информация о волнении весьма важна для морского обслуживания и применений.

Заякоренные буи сообщают более богатые и более географически стабильные комплекты данных по сравнению с дрейфующими буями для построения климатических временных рядов, которые трудно построить при помощи передвижных платформ. Однако даже для целей климатического мониторинга дрейфующие буи вносят косвенный вклад благодаря использованию их данных при ассимиляции метеорологических и океанических данных, а также при проведении повторных анализов.

Рекомендации G30, G31 и G32, сделанные для синоптических морских станций, также действуют в отношении заякоренных и дрейфующих буев. Глобальный сбор данных наблюдений с буев и обмен ими следует осуществлять как минимум ежечасно. Признается, что ограничения, связанные со спутниковой телесвязью, уменьшают своевременность сбора данных для значительного числа дрейфующих буев.

Учитывая важность хорошего охвата данными об атмосферном давлении и технических возможностей для измерения давления, следует решительно поддерживать рекомендацию по буям, содержащуюся в ПО-ГСНК. Она призывает к установке датчиков давления на всех буях к 2014 г. Другая рекомендация ГСНК, которую следует поддержать, призывает к оборудованию приборами для измерения осадков всех буев Океанической опорной сети заякоренных буев (подкомплект данных буев Системы непрерывных междисциплинарных временных рядов наблюдений за океанской окружающей средой – ОкеанСитес⁴³). Наблюдения за осадками особенно важны для толкования данных спутниковых наблюдений над океанами. Важной является рекомендация ГСНК относительно осуществления компонента по измерению волнений как части Поверхностной опорной сети заякоренных буев, поскольку информацию о волнениях сообщает ограниченное число морских опорных станций, а также вследствие ограничений, связанных с космическими измерениями волнений.

Таким образом, данные океанских буев являются полезными для прогнозов погоды и состояния океана, а также для климатического мониторинга, и кроме того, их можно использовать для дополнения или валидации данных дистанционного зондирования и оперативных моделей.

Действие G52

Действие: поддерживать ГСБД в выполнении ею задачи по поддержанию и координации всех компонентов глобальной сети из более чем 1 250 дрейфующих буев и 400 заякоренных буев, которая обеспечивает измерения таких переменных,

42 <http://www.jcommops.org/dbcp/>

43 <http://www.oceansites.org/>

как ТПМ, скорость поверхностных течений, температура воздуха, скорость и направление ветра.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: объем прошедших контроль качества данных с заякоренных и дрейфующих буев, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).

Действие G53

Действие: устанавливать барометры на всех новых устанавливаемых дрейфующих буях.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: наличие наблюдений давления у поверхности с дрейфующих буев.

Действие G54

Действие: в тропической части Индийского океана расширить существующую сеть заякоренных буев для обеспечения охвата данными, аналогичного их охвату в тропической части Атлантического и Тихого океанов.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: число заякоренных буев и их охват данными в тропической части Индийского океана (обычные показатели мониторинга).

5.3.6.5 Ледовые буи

Ледовые буи обеспечивают наблюдения за некоторыми из следующих переменных: давление у поверхности, температура, ветер, толщина льда, температура и соленость верхних слоев океана. Движение морского льда определяется по их перемещению. Некоторые буи измеряют только температуру воздуха, давление у поверхности и место нахождения (соответственно, движение). Более надежные измерения осуществляются буями для измерения баланса массы льда (БМЛ), которые могут измерять высоту снежного покрова, толщину льда, профиль температуры льда, движение льда и некоторые метеорологические переменные. В 2012 г. в Северном Ледовитом океане постоянно работало около 50 буев, хотя менее 10 из них измеряют толщину льда и снежного покрова. Как и для буев, размещенных в открытом океане, давление у поверхности является весьма важной переменной для ЧПП, и это особенно относится к северной полярной шапке, которая в противном случае является пробелом с точки зрения охвата данными. Толщина льда, высота снежного покрова и температура также являются ключевыми переменными для мониторинга в контексте изменения климата, а также для многих морских применений.

Действие G55

Действие: расширить охват данными с ледовых буев северной полярной шапки посредством регулярной установки новых дрейфующих буев.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: объем данных с ледовых буев в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).

5.3.6.6 Приливные станции

Они измеряют высоту подъема морской воды. В некоторых случаях на той же станции проводятся измерения других переменных, таких как давление у поверхности, ветер, температура и соленость моря/водной поверхности. Главная роль Глобальной системы наблюдений за уровнем моря (ГЛОСС) заключается в обеспечении надзора и координации глобальных и региональных сетей наблюдений за уровнем моря в поддержку океанографических и климатических исследований морских приливов и отливов и применений, связанных со средним уровнем моря (в режиме как реального, так и близкого к реальному времени). Главным компонентом является основная сеть ГЛОСС (ОСГ), представляющая собой равномерно распределенную систему из порядка 300 прибрежных и островных мареографных станций, являющихся основой глобальной сети.

Необходимо дополнять и поддерживать сеть мареографов ОСГ для мониторинга изменений прибрежного уровня моря. Станции ОСГ должны быть связаны, по мере возможности, с постоянно работающими станциями ГНСС (на мареографной станции или путем использования расположенных рядом постоянно работающих станций ГНСС) для обеспечения определения вертикального движения суши вблизи станций ОСГ, и таким образом измерения изменения абсолютного уровня моря. Это важно в контексте изменения климата для поддержки планирования адаптации. В этой связи следует поддержать рекомендацию ПО-ГСНК относительно ОСГ.

ОСГ по-прежнему является центральным элементом программы ГЛОСС. Станции, расположенные с интервалами порядка 1 000 км вдоль границ континентов и на всех крупных группах островов, обеспечивают достаточный глобальный охват для целого ряда океанографических применений. Как правило, более плотная сеть станций требуется для региональных/локальных применений. При обновлении или модернизации приборов следует рассматривать, по мере возможности, вопрос о многоцелевом использовании станций наблюдений за уровнем моря (т. е. мониторинг цунами, штормовых нагонов и волнений).

Действие G56

Действие: обеспечить глобальное наличие данных измерений уровня моря в точке (мареографы, цунамометры).

Кто: НМС, НМГС и национальные партнерские учреждения в сотрудничестве с международными организациями и космическими агентствами. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ, КОС и КПМН.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: объем данных мареографов, имеющихся в глобальном масштабе.

5.3.7 Океанские системы подповерхностных наблюдений

5.3.7.1 Ныряющие буи

В подповерхностном слое океана ныряющие буи измеряют некоторые из следующих переменных: температура, соленость, растворенный кислород, кислотность океана и pCO_2 . Ныряющие буи Арго⁴⁴ обеспечивают глобальный охват профилей температуры и солености на глубине до 2 000 м. В стадии разработки находятся буи для программы «Деер-Арго», которые смогут опускаться на глубину до 3 000 м. Данные ассимилируются в моделях океана и используются для сезонных-межгодовых (СМ) прогнозов, мониторинга подповерхности океана и для других морских применений. В некоторых активных районах океана от сетей наблюдений потребуется обеспечение более высокого разрешения. Некоторые из этих данных ныряющих буев также передаются с задержками, которые являются неадекватными для применений в режиме реального времени. Несмотря на то, что они предназначены для предоставления долгосрочных записей данных, большинство национальных программ, вносящих вклад в программу Арго, финансируются в настоящее время для научно-исследовательских целей, и извлекут пользу из их перевода в оперативный режим.

Следует решительно поддерживать следующие важные действия по линии ПО-ГСНК (касающиеся ныряющих буев): (i) обеспечение надлежащего количества буев, необходимых для расширения и поддержания соответствующей сети; (ii) реализация пилотного проекта по установке датчиков кислорода на некоторых буюх. Главная причина объясняется необходимостью тщательного мониторинга количества растворенного кислорода в океанах в связи с эволюцией климата и воздействием на биохимию океана и морскую флору и фауну.

Действие G57

Действие: для целей прогнозирования состояния океана и погоды осуществить перевод сети ныряющих буев Арго из научно-исследовательского режима в оперативный режим и обеспечить своевременное предоставление и распространение данных высокого вертикального разрешения для профилей подповерхностной температуры и солености.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты в сотрудничестве с проектом Арго, СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими ныряющие буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ в сотрудничестве с КОС.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: объем данных с ныряющих буев, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга).

5.3.7.2 Привязные ледовые платформы

Привязные ледовые платформы перемещаются со скоростью ледового покрова океана (медленно), проводя при этом наблюдения за температурой, соленостью и подводными

44 <http://www.argo.net>

течениями. Из-за отсутствия других методов мониторинга глубин полярных океанов, поверхность которых покрыта льдом, привязные ледовые платформы играют важную роль, связанную с глобальным охватом данными по океану.

В контексте научно-исследовательских проектов по исследованиям Северного Ледовитого океана на привязных ледовых платформах использовались также датчики рСО₂ (кислотность океана) и СН₄.⁴⁵

5.3.7.3 Суда, попутно выполняющие наблюдения

Пользуясь ОБТ, суда, попутно выполняющие наблюдения, могут сообщать данные о профиле температуры океана с хорошим вертикальным разрешением (около 1 м) на глубинах до 1 000 м. Эти приборы используются несколькими применениями таким же образом, что и ныряющие буи (см. раздел 5.3.7.1), и существует также значительный потенциал для совершенствования сообщения их данных в режиме реального времени.

Действие G58

Действие: повышать для целей прогнозирования состояния океана и погоды своевременность предоставления и распределения данных высокого вертикального разрешения для профилей подповерхностной температуры, получаемых с судов/ОБТ.

Кто: НМС, НМГС, национальные океанографические институты в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими суда, попутно выполняющие наблюдения, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ в сотрудничестве с КОС.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: объем данных ОБТ, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга).

Следует содействовать осуществлению действия в рамках ПО-ГСНК, направленного на совершенствование и поддержку существующей сети и охват судами, попутно выполняющими наблюдения.

5.3.8 Научные исследования и разработки и оперативные прототипы

Осуществляется научно-исследовательская деятельность по наблюдению за более подробными характеристиками атмосферного пограничного слоя, и эта деятельность будет, вероятно, необходима в течение нескольких лет. Потребности в данных наблюдений связаны в первую очередь с профилями ветра, температуры и влажности. Они также затрагивают аэрозоли, некоторые химические вещества и характеристики облаков. Фактически нехватка подробной информации о вертикальных профилях в пограничном слое (особенно о профилях ветра) является одним из серьезных недостатков нынешней ГСН, и это, вероятно, самый крупный пробел, который становится видным в результате сравнения РОП с существующими средствами наблюдений (см., например, ЗРП по глобальному ЧПП). Что касается температуры, водяного пара и других атмосферных газов, то спутниковые приборы зондирования не способны наблюдать профили пограничного слоя из-за неадекватных вертикальных разрешений, а также часто (в случае инфракрасных зондов) из-за присутствия облаков. (См., например, потребности

45 http://www.whoi.edu/science/PO/arcticgroup/projects/ipworkshop_report.html

пользователей и ЗРП, касающиеся ЧПП высокого разрешения, прогнозирования текущей погоды и авиации). Единственной стандартной наземной системой наблюдений, которая способна сегодня измерять профиль пограничного слоя, является радиозондовая сеть, которая, однако, характеризуется серьезными ограничениями в плане охвата данными и частоты наблюдений (каждые 12 часов большую часть времени). Наземные профилометры ветра и станции профилирования, интегрирующие данные о ветра, температуре и влажности, являются наиболее перспективными для высокочастотных наблюдений пограничного слоя, по меньшей мере в локальном масштабе, и возможно также на региональном уровне, однако все еще требуются усилия в области научных исследований, предшествующих внедрению оперативных сетей. Технологический прогресс в области методов профилирования также зависит от существования небольшого числа опорных станций наблюдений, как это предлагается ГСНК в отношении ГРУАН. Длительные периоды взаимосравнений между опорными станциями и новыми типами профилометров бывают иногда необходимы для должной калибровки новых приборов (см. раздел 5.3.1.2). Станции испытательных и ведущих центров КПМН будут способствовать совершенствованию работы профилометров в пограничном атмосферном слое; см.: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/Testbeds-and-LC.html>

Существуют по меньшей мере две другие области, в которых проводится мало наблюдений, связанных с РОП, и в которых требуется достижение существенного прогресса в области технологических разработок:

- в атмосфере: более совершенное наблюдение за облаками (характеризуемых большим разнообразием содержания воды и частиц льда, что особенно важно для авиации), аэрозолями и химическими веществами. Важно продолжать на репрезентативных станциях неавтоматизированные наблюдения за облачностью. Неавтоматизированные наблюдения необходимо сохранить по меньшей мере до тех пор, пока технологические достижения не станут достаточными для того, чтобы автоматизированные измерения могли удовлетворительно заменять неавтоматизированные наблюдения;
- в сфере наблюдений за подповерхностным слоем океана, где проведение этих наблюдений является сложной задачей, океанские буера и морские животные, снабженные измерительными датчиками, являются двумя вариантами наблюдений, находящимися в стадии разработки (см. пункты 5.3.8.5 и 5.3.8.6 ниже). Важно приступить к выполнению рекомендации ГСНК относительно поощрения новых более совершенных технологий в поддержку ГСНО для климатических применений.

Другой общей тенденцией, затрагивающей метеорологические и экологические наблюдения, является переход на более автоматизированные и в высокой степени компьютеризированные системы. Это ведет к более частому выпуску данных и большим объемам необработанных данных. Предварительная обработка данных наблюдений также характеризуется тенденцией полной автоматизации этого процесса. Это требует более высокой степени интеграции процесса наблюдений и обработки данных. В целях удовлетворения потребностей пользователей разных типов предварительная обработка данных наблюдений станет более сложной и более гибкой, и она будет следовать аналогичной тенденции, характерной для спутниковых данных: необходимо будет выпускать данные двух или трех разных уровней для разных пользователей. Эти уровни будут отличаться друг от друга объемом предварительной обработки, применяемой в отношении первичных данных, и объемом данных.

Тенденция к большей автоматизации является фактором, который усиливает тенденцию в направлении «большого числа систем, попутно выполняющих наблюдения». Самым лучшим примером попутного выполнения наблюдений в области метеорологии (которые появились в 1990-е годы и первом десятилетии этого века) является использование сигналов ГНСС, проходящих через атмосферу, для извлечения метеорологической информации. Если проведение научных исследований будет направлено на поиск новых возможностей, то можно предполагать разработку других наземных систем наблюдений, основанных на технологиях и средствах, которые предназначены в первую очередь для целей, не связанных с метеорологией. Как правило, многие сигналы телесвязи, которые распространяются в атмосфере, потенциально способны нести косвенную информацию о состоянии атмосферы. Этот метод уже прошел успешные испытания для оценки показателя осадков по затуханию сигналов мобильных телефонов Глобальной системы мобильной связи (ГСМ), см. Messer (2007). Ветряные турбины, используемые для производства электроэнергии, представляют собой еще одну потенциальную возможность для получения локальной информации о ветре. Производство электроэнергии, безусловно, зависит от ветра, и таким образом эту зависимость можно преобразовать таким образом, чтобы получать информацию о ветре благодаря производству электроэнергии. Кроме того, наличие множества ветряных генераторов дает возможность воспользоваться 100-метровой мачтой, которая может быть оборудована метеорологическими датчиками на разных высотах для получения профилей высокого разрешения на протяжении 100 м в атмосферном пограничном слое. Подобное действие требует сотрудничества между операторами ветряных генераторов и экспертов по приборам из НМС или НМГС.

Третьей тенденцией в период 2010–2025 гг., которая действует в отношении многих дисциплин, является получение, передача и использование все большего объема информации, представляемой в виде изображений. В Интернете при помощи цифровых изображений или видеозаписей уже осуществляется обмен информацией об интенсивных явлениях погоды, облаках, объеме и типе осадков на поверхности земли (дождь, снег, град), видимости, состоянии моря и т. д. В перспективе они могут сообщать такую же информацию, что и качественная информация, которая передается в коде SYNOP⁴⁶ (с большей детализацией). Однако требуется большой объем научных исследований и разработок для объективного использования этой информации, которая, как правило, не представлена в стандартной форме и которую трудно преобразовать в количественные параметры экологических переменных. Для этого требуется сохранение неавтоматизированных средств на достаточном числе станций как в качестве базового эталона для репрезентативных станций, так и для целей калибровки.

Технологии, кратко описанные ниже – это системы наблюдений, которые пока находятся в стадии научных исследований и разработок и которые могли бы стать частью глобальных систем наблюдений к 2025 г. Этот перечень не претендует на всеобъемлющий характер.

5.3.8.1 Беспилотные летательные аппараты (БЛА)

БЛА использовались при проведении нескольких метеорологических кампаний для получения подробной информации о температуре, влажности и ветре по некоторым ограниченными географическим районам в нижней тропосфере. См. Mayer et al. (2010). В отличие от обычного воздушного судна, они могут летать вверх и вниз и могут сообщать

46 Формат ГСТ FM-12 SYNOP – Сводка наземных наблюдений с постоянной наземной станции.

вертикальные профили метеорологических переменных. Поскольку атмосферный пограничный слой представляет собой существенный пробел с точки зрения метеорологических профилей, БЛА хорошо приспособлены для ликвидации этого пробела на локальном уровне, однако их трудно использовать в штатном режиме.

К 2025 г. БЛА могли бы стать адаптивным элементом комплексной системы наблюдений. Необходимо продолжать исследования как по техническим аспектам, так и по разработке экономически эффективных средств (для регулярной эксплуатации БЛА). БЛА также являются великолепной возможностью для интегрирования данных измерений химического состава атмосферы и стандартных метеорологических измерений на той же самой платформе. Перед тем как БЛА можно будет использовать на регулярной основе, необходимо также уделить внимание авиационным правилам.

5.3.8.2 Дрейфующие шары-зонды (гондолы)

Метод использования шаров-зондов заключается в запуске воздушного шара на постоянную высоту, где он летает в стратосфере с несколькими сбрасываемыми зондами (хранящимися в гондоле), которые могут сбрасываться по команде, сообщая информацию о вертикальном профиле температуры, влажности и ветра (подобно обычным радиозондам или сбрасываемым зондам, запускаемым с воздушного судна). Они использовались при проведении нескольких метеорологических кампаний, таких как кампания АММА в Африке (см. ссылку на АММА в сноске в разделе 4) и эксперимент ТОРПЭКС/Конкордиаси⁴⁷ в Антарктике; см. Rabier et al. (2010).

Эти гондолы выглядят весьма приспособленными для метеорологических кампаний, которые ограничены по времени (несколько недель), но трудными для использования на регулярной основе в качестве ключевого элемента комплексной системы наблюдений (также из-за авиационных правил, как и БЛА). В настоящее время невозможно рекомендовать какой-либо план развития для оперативного использования этой системы.

5.3.8.3 Станции ГРУАН

ГРУАН не является ни новой технологией, ни новой системой наблюдений. Это концепция, инициированная ГСНК (см. раздел 5.3.1.1.2 настоящего доклада), суть которой заключается в поддержании небольшого числа станций наблюдений (до 40), эксплуатирующих высококачественные радиозонды, достигающие средней стратосферы (как максимум высоты порядка 30 или 40 км). Помимо той роли, которую они играют в области мониторинга климата, а также эталона для станций ГУАН, эти станции наблюдений должны также действовать в качестве «небольших лабораторий для наблюдений», в которых наблюдения за вертикальными профилями атмосферы проводятся посредством разных технических средств (наземные приборы зондирования, профилометры, радиолокаторы и лидары и т. д.) и взаимосравнений. Эти профили атмосферы должны быть по возможности максимально полными и включать ряд переменных (по сравнению с обычными радиозондами), в т. ч. измерения облаков, аэрозолей и концентрации химических веществ. Развитие станций ГРУАН является простым способом и хорошей возможностью для стимулирования исследований в области новых технологий наблюдений.

⁴⁷ Конкордиаси – это международный проект тематического блока МПГ-ТОРПЭКС в рамках Международного полярного года по предоставлению данных о валидации с целью более эффективного использования данных полярно-орбитальных спутников над Антарктикой.

5.3.8.4 Атмосферные измерения с самолетов

Автоматизированные измерения с самолетов параметров ветра и температуры оперативно проводятся в области метеорологии в течение более двух десятилетий. Измерения влажности самолетными станциями начались приблизительно в 2010 г. (см. 5.3.1.3).

Измерения параметров химии атмосферы с самолетов начались два десятилетия тому назад, однако они ограничиваются небольшим числом воздушных судов и не включены в рамки других метеорологических измерений: см., например, документацию по проекту ИАГОС (ИАГОС = интеграция плановых наблюдений с воздушных судов в Глобальную систему наблюдений). Были разработаны пакеты мониторинга химии атмосферы в разных пределах (например КАРИБИК, КОНТРАИЛ). Измерения состава атмосферы по нескольким газообразным веществам, аэрозолям, включая вулканический пепел, проводятся на некоторых воздушных судах, но скорее в исследовательском, а не оперативном режиме. В будущем важно перейти к более комплексной оперативной системе, которая измеряла бы все эти переменные с определенного воздушного судна, обрабатывала их данные последовательным образом и предоставляла эти данные, по мере возможности, почти в реальном времени, в том числе для моделей, имитирующих химию атмосферы, для авиационной метеорологии и для глобального ЧПП и ЧПП высокого разрешения.

Действие G59

Действие: по мере возможности и целесообразности, объединять автоматические измерения состава атмосферы с воздушных судов с измерениями параметров ветра, температуры и влажности, с проведением обработки и распространения данных в соответствии со стандартами ГСА и другими соответствующими стандартами.

Кто: организации, занимающиеся измерениями параметров атмосферы с самолетных платформ, НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, ТК ВМО (КОС, КПМН, КАН) и группой экспертов по АМДАР. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС, КАН и группой экспертов по АМДАР.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число воздушных судов, проводящих как метеорологические наблюдения, так и измерения состава атмосферы в режиме реального времени.

5.3.8.5 Морские животные, снабженные измерительными датчиками

Морские животные дают возможности океанографам проводить наблюдения в том смысле, что комплект датчиков, прикрепленных к животному, которое передвигается в море, может быть использован для наблюдений как за самим этим животным, так и его окружающей средой. В публикации Boehlert et al. (2001) говорилось: «Биологические автономные системы взятия проб обладают колоссальным потенциалом для получения океанографических данных экономически эффективным образом». Десять лет спустя, приблизительно в 2010 г., был отмечен лишь весьма скромный прогресс в области использования этого метода, ограниченность которого объясняется отсутствием у него постоянства во времени и плохим охватом данными (ограничен некоторыми прибрежными районами). Следует продолжать эти усилия, особенно для совершенствования обмена

данными со всеми пользователями данных измерений состояния океана, с тем чтобы сделать этот обмен более быстрым и более стандартным.

5.3.8.6 Океанические буера

Роль, которую играют БЛА при проведении наблюдений за характеристиками атмосферы, аналогично роли, которую играют буера в наблюдениях за состоянием океана. Этот тип наблюдений применялся в прошлом для проведения океанографических кампаний: см. Rudnick et al. (2004) и Davis et al. (2002). Они характеризуются теми же возможностями и аналогичной гибкостью для охвата конкретного района океана и для наблюдения за ним в трех измерениях. Волновые буера и океанические буера использовались в нескольких полевых экспериментах. К 2015 г. волновые буера могли бы использоваться на регулярной основе в некоторых частях мира.

Научные исследования и разработки следует продолжать по крайней мере в двух направлениях: по новым приборам, способным наблюдать большее число переменных состояния океана, и по стандартизации обмена данными.

6. КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

6.1 Введение

В течение нескольких десятилетий в метеорологии использовались спутники двух типов: геостационарные спутники (ГСС) и спутники на низкой земной орбите (НЗО). Спутники ГСС размещаются вдоль экватора на высотах, выбранных таким образом, чтобы оптимизировать охват данными. Главное преимущество спутника ГСС – это высокая частота наблюдений с интервалом в 15 или 30 минут. Его главный недостаток – это невозможность наблюдений за полярными шапками (в направлении полюса на широте около 60°). Спутники НЗО обычно запускаются на полярную солнечно-синхронную орбиту, а другие орбиты используются для конкретных применений. Основным преимуществом солнечно-синхронных орбит является глобальный охват, который может быть достигнут в 12 часов при помощи многих сканирующих приборов. Охват данными является вполне хорошим вблизи полюсов, там где невозможно проведение новых наблюдений на каждой орбите (т. е. приблизительно каждые 100 минут). Основным недостатком является частота наблюдений в районах низких широт, где наблюдения обычно проводятся каждые 12 часов для одной платформы. По сравнению с геостационарными спутниками более трудной является также организация быстрого и непрерывного сбора данных наземными сегментами.

Спутники некоторых серий функционировали в течение нескольких десятилетий, такие как американский геостационарный оперативный спутник для изучения окружающей среды (ГОЕС), европейский МЕТЕОСАТ (геостационарные спутники) или серия полярно-орбитальных спутников американского НУОА⁴⁸. Основными приборами, используемыми на этих оперативных спутниках, являются формователи изображений (в видимом и инфракрасном диапазонах) и приборы зондирования атмосферы (в инфракрасном или микроволновом диапазонах). Научно-исследовательские спутники сыграли главную роль в дополнении оперативных спутников, и они будут по-прежнему играть главную роль в будущем, хотя они не могут гарантировать непрерывность наблюдений. Определенные

48 Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (США)

платформы имеют разные приборы, обслуживающие разные применения, и продолжится, вероятно, тенденция в направлении разработки многопользовательских платформ. Некоторые потребности пользователей будут удовлетворяться за счет группировок спутников (например группировка КОСМИК⁴⁹ для радиозатменных измерений). За последние 20 лет произошло существенное увеличение объема данных и разнообразия приборов, которые регулярно используются для многих применений. Сегодня многие спутниковые системы наблюдений (включая научно-исследовательские спутники) вносят весьма значительный вклад в оперативный мониторинг погоды и климата. Непрерывности поступления данных, которая важна для климатического мониторинга, а также для оперативных применений, угрожает потенциально возможное прекращение спутниковых программ до того, как будут запущены последующие платформы. Космическим агентствам предлагается продлевать срок службы находящихся в полете приборов, в рамках соответствующих спутниковых программ.

С подробным описанием используемых в настоящее время спутников и приборов, которые вносят вклад в глобальные системы наблюдений (или будут, вероятно, вносить вклад в период 2015-2025 гг.) можно ознакомиться на веб-сайте ВМО⁵⁰, на котором находится база данных о возможностях использования спутников для целей наблюдений. Этот информационный комплект данных содержит «анализ пробелов», т. е. более критических пробелов, которые стали причиной рекомендаций относительно разработки/совершенствования спутниковых систем наблюдений. В ближайшие 15 лет можно ожидать увеличение потенциала космических наблюдений, расширение сообщества космических агентств, способствующих реализации программ ВМО, и активизации сотрудничества между ними. Можно предполагать также появление тенденции в направлении увеличения числа спутников, обслуживающих несколько применений.

В нижеследующем разделе (6.2) излагаются общие вопросы, связанные с космическим компонентом глобальных систем наблюдений, а также соответствующие рекомендации по осуществлению в период 2012-2025 гг. В разделе 6.3 описываются рекомендуемые действия для разных систем наблюдений, классифицированные по следующим компонентам (как это предусматривается в Перспективном видении на 2025 г.):

- оперативные геостационарные спутники (подраздел 6.3.1);
- оперативные полярно-орбитальные спутники на солнечно-синхронных орбитах (6.3.2);
- различные оперативные спутниковые программы с размещением разных приборов на разных орбитах (6.3.3), которые дополняют предыдущие два компонента, при этом их совокупность является основой космических систем наблюдений;
- спутники с программами НИОКР, оперативные прототипы и демонстрации технологий (6.3.4), роль которых в комплексных системах наблюдений в 2025 г. является неопределенной, но которые будут вносить к тому времени оперативный вклад.

Следует отметить, что наблюдения за космической погодой обсуждаются отдельно в разделе 7.

49 Группировка спутников системы наблюдений в области метеорологии, исследований ионосферы и климата.

50 <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/RRR-DB.html>: эта веб-страница ВМО содержит всеобъемлющую базу данных о прошлых, нынешних и будущих спутниках и их приборном обеспечении.

6.2 Общие вопросы: калибровка данных, обмен данными, подготовка продукции, рациональное использование данных, образование и подготовка кадров

Появится тенденция обеспечения более высокого пространственного, временного и спектрального разрешения для всех спутниковых систем наблюдений. Благодаря этому увеличится объем имеющейся информации, особенно для мониторинга и предсказания быстро развивающихся мелкомасштабных явлений. Это увеличит спрос на обмен данными и средства их обработки. Пространственное, временное и спектральное разрешение спутниковых данных, используемых в оперативном прогнозировании, является, как правило, более низким по сравнению с разрешением приборов вследствие ограничений, связанных с вычислительными ресурсами и методологиями ассимиляции данных. Ожидается, что благодаря усовершенствованиям методов ассимиляции данных разрешение спутниковых данных, которые сейчас ассимилируются в метеорологические и океанические модели, будет увеличиваться в период до 2025 г. более быстрыми темпами по сравнению с разрешением приборов.

6.2.1 Наличие и своевременность данных

Прогресс, связанный с эксплуатационными характеристиками приборов и использованием спутниковой информации, будет в полной мере успешным только если он сопровождается действиями, направленными на повышение уровня наличия и своевременности данных для разных пользователей и разных применений – от глобальной ассимиляции в метеорологических или океанических моделях до локального использования в прогнозировании текущей погоды. Это имеет более важное значение для спутников НЗО по сравнению со спутниками ГСС. Для спутников НЗО следует обеспечить, где только это возможно, возможности прямого считывания данных. Своевременность предоставления данных была улучшена благодаря развитию РАРС (региональные службы ретрансляции данных АТОВС⁵¹). Это действие в виде «быстрой повторной передачи» данных об измеренных спутником излучениях для орбитальных приборов зондирования значительно способствовало ЧПП в последние годы, и в будущем оно будет оказывать все большую помощь региональным и локальным системам прогнозирования. Распространение подобных концепций на другие данные, например изображения, пошло бы на пользу многим другим областям применения. Для спутников ГСС предоставление данных является более простым в рамках географического района, соответствующего диску Земли, прямые наблюдения за которым осуществляются каждым спутников. Главной проблемой является быстрая обработка данных, а также быстрый и глобальный обмен обработанными данными (такими как данные о векторах атмосферного движения (ВАД)), которые необходимы для глобального ЧПП с как минимум почасовой частотой. Другие применения установили разные требования в отношении своевременности данных.

В случае необходимости должны быть обеспечены удобные для пользователей способы распространения (Интернет, передача цифровой видеoinформации). Все эти разнообразные методы вносят вклад в ИСВ и их также следует применять для распространения продукции и учебных материалов.

51 Усовершенствованный прибор ТАЙРОС для оперативного вертикального зондирования.

6.2.2 Пользовательская информация, подготовка кадров и рациональное использование данных

Необходимо разработать положения, касающиеся обеспечения эффективного использования возможностей, предоставляемых космической ГСН, и подготовить пользователей к новым спутниковым возможностям задолго до развертывания системы. Это включает руководящие указания по приему данных, их обработке и аналитической инфраструктуре, включая программное обеспечение.

Пользователи, полагающиеся в своей работе на комплекты спутниковых данных и продукцию, требуют предоставления достаточной информации об их качестве (например точности), используемых алгоритмах и соответствии определенной цели. Операторы спутников должны предоставить полное описание всех этапов подготовки спутниковой продукции, включая используемые алгоритмы, конкретные используемые комплекты спутниковых данных, характеристики и результаты процесса валидации. Это должно соответствовать процедуре СтМК (см. раздел 2.1). Метаданные должны соответствовать основной модели стандарта метаданных ВМО и согласованным на международном уровне форматам, признанным ВМО (см. Руководящие указания ВМО по использованию метаданных для ИСВ, 2010 г.⁵²).

Для мониторинга климата и исследований других долгосрочных явлений требуются расширенные временные ряды (например ряды фундаментальных климатических данных). Долгосрочное рациональное использование данных под научным руководством является необходимым для обеспечения однородных долгосрочных рядов данных, и оно должно включать регулярную повторную обработку (приблизительно каждые пять лет). Должны быть созданы простые для работы пользователей механизмы, обеспечивающие доступ к архивам данных.

В качестве части работы по постоянному совершенствованию потенциала стран-членов подготовка должна предусматривать необходимую организацию образования и учебной подготовки пользователей, например при помощи виртуальной лаборатории КГМС по образованию и подготовке кадров в области спутниковой метеорологии (ВЛаб) и ее центров показательных центров. Для мониторинга эффективности предлагаемых действий следует регулярно проводить, в случае необходимости, оценку на глобальном и региональном уровнях потребностей пользователей, связанных со спутниковыми данными, продукцией, инфраструктурой и подготовкой кадров.

Действие S1

Действие: дать возможность странам-членам, в случае необходимости, воспользоваться в полной мере эволюционирующими спутниковыми технологиями при помощи руководящих указаний по системам приема и распространения данных, включая необходимые обновления инфраструктуры.

Кто: КОС руководит исполнением данного действия в консультации с КГМС и операторами спутников.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: уровень позитивного реагирования на обследование потребностей пользователей в странах-членах.

52 http://wis.wmo.int/2010/metadata/version_1-2/WMO%20Core%20Metadata%20Profile%20v1-2%20Guidance%20Documentation%20v0.1%20%28DRAFT%29.pdf

Действие S2

Действие: операторы спутников должны давать полное описание всех этапов подготовки спутниковой продукции, включая используемые алгоритмы, конкретные используемые комплекты спутниковых данных, а также характеристики и результаты процедуры валидации.

Кто: операторы спутников КГМС и КЕОС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество полностью документированной продукции, соответствующей процедуре СтМК.

Действие S3

Действие: операторы спутников должны обеспечивать долгосрочное сохранение данных и научно обоснованное использование данных, включая регулярную повторную обработку (приблизительно каждые пять лет).

Кто: операторы спутников в координации с ГСНК.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: наличие архивов долгосрочных спутниковых данных, наряду с их регулярной повторной обработкой.

Действие S4

Действие: странам-членам должна быть предоставлена возможность воспользоваться эволюционирующими спутниковыми технологиями посредством адекватного и ориентированного на применение образования и подготовки кадров (включая дистанционное обучение).

Кто: КГМС, действующая через свою виртуальную лабораторию (ВЛаб), включая показательные центры, и партнеров.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: уровень позитивного реагирования на обследование потребностей стран-членов в области подготовки кадров.

Действие S5

Действие: Регионам следует определить и обосновать потребности в комплектах спутниковых данных и продукции.

Кто: РА и операторы спутников, действующие через свои региональные целевые группы и показательные центры ВЛаб.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: полнота и действительность совокупности региональных потребностей.

6.2.3 Вопросы калибровки

Поскольку почти все спутниковые приборы требуют того, чтобы другие приборы и другие измерения повышали качество их калибровки, роль Глобальной космической системы взаимных калибровок (ГСИКС) приобретает все большее значение по мере увеличения числа систем наблюдений и их разнообразия. Важно также включать данные наблюдений в точку в процесс калибровки, настройки и валидации. Эта деятельность будет осуществляться космическими агентствами, национальными лабораториями и основными центрами ЧПП при содействии со стороны ВМО, КГМС и КЕОС. Эта деятельность охватывает:

- наземные опорные станции (такие как специально оборудованные наземные станции и целевые полевые кампании), используемые для мониторинга эффективности работы спутниковых приборов;
- внеземные источники калибровки (солнце, луна, звезды), которые являются стабильными целями калибровки для мониторинга калибровки приборов;
- моделирование, которое обеспечивает стандартное сравнение данных мониторинга, а именно «наблюдаемые значения в сравнении с модельными значениями»;
- эталонные измерения высшей точности, проводимые специальными спутниковыми и наземными приборами.

Для облегчения взаимных сравнений и внесения калибровочных поправок у датчиков, установленных на спутниках ГСС и НЗО, должны быть общие спектральные полосы. Глобально распределенные датчики ГСС должны регулярно проходить взаимную калибровку с использованием определенного датчика НЗО, а последовательный ряд датчиков НЗО на заданной орбите должен регулярно проходить взаимную калибровку с определенным датчиком ГСС.

Действие S6

Действие: поддерживать и развивать взаимные сравнения и взаимные калибровки датчиков ГСС и НЗО на оперативной основе.

Кто: ГСИКС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: количество приборов, калиброванных в соответствии со стандартами ГСИКС.

Приборы должны проходить взаимную калибровку на регулярной основе по эталонным приборам или калибровочным шаблонам с использованием общих методологий. Для проведения эталонных измерений при взаимной калибровке оперативных приборов на геостационарной или низкой земной орбите по меньшей мере два прибора инфракрасного диапазона и два высококачественных прибора видимого диапазона и, в конечном итоге, приборы ультрафиолетового и микроволнового диапазона должны постоянно находиться на низких земных орбитах.

Для большинства применений, и особенно для климатического мониторинга, необходимо планировать и организовывать на международном уровне непрерывность времени работы ключевых спутниковых датчиков. Для обеспечения непрерывности и согласованности записей данных необходимы: (i) непрерывность наблюдений; (ii) частичное дублирование ключевых эталонных датчиков, которые требуются для обеспечения согласованности, как это сформулировано в принципах мониторинга климата ГСНК (ПМКГ)⁵³.

Действие S7

Действие: обеспечивать непрерывность работы и частичное дублирование ключевых спутниковых датчиков, памятуя как об обработке данных в режиме реального времени, так и об обработке в режиме задержки, для согласованности записей климатических данных, повторных анализов, научных исследований, повторной калибровки или тематических исследований.

53 См.: http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/aopcXVI/8.9_RecognitionDatasets.pdf

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами по обработке спутниковых данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: непрерывность и согласованность записей данных.

6.3 Вопросы, имеющие конкретное отношение к каждому компоненту системы наблюдений

6.3.1 Оперативные геостационарные спутники

Для геостационарных метеорологических спутников одной из ключевых характеристик является их приблизительно единообразное распределение вдоль экватора, с тем чтобы не было никаких пробелов между их соответствующими наблюдаемыми дисками в тропиках и средних широтах, чтобы они могли обеспечить глобальный, частый (15-30 минут), непрерывный охват данными, за исключением полярных шапок (приблизительно в направлении полюса от 60° широты). Для удовлетворения (нынешних и будущих) различных потребностей необходимо иметь по меньшей мере шесть оперативных геостационарных спутников, расположенных с идеальным интервалом не более 70° долготы вдоль экватора. В последние десятилетия главной проблемой была непрерывность охвата над Индийским океаном. В настоящее время интервал вдоль экватора между GOES-W и MTSAT (80-85°) также больше рекомендуемого.

Действие S8

Действие: обеспечивать и поддерживать распределение по меньшей мере шести оперативных геостационарных спутников вдоль экватора, разделенных (в идеальном варианте) не более чем 70° долготы. Улучшать пространственный и временной охват спутниками ГСС над Тихим океаном.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки спутниковых данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: качество глобального охвата разными приборами оперативных геостационарных спутников.

6.3.1.1 Многоспектральные формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением

Формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра имеются сейчас на всех геостационарных спутниках. Число каналов и разрешение изображений меняются в зависимости от того или иного спутника. Формирователи изображений ГСС используются в нескольких применениях, главным образом для прогнозирования текущей погоды и СКП. Они весьма полезны для обнаружения опасных явлений погоды и для мониторинга их быстрого развития и перемещения. Они ведут наблюдения за облаками (количество, тип, температура верхней границы облаков). Посредством отслеживания движения облаков и характеристик водяного пара по временным рядам изображений получают данные наблюдений за ветром, а именно векторы атмосферного движения (ВАД). Данные о температуре у поверхности получают над морем и над сушей, равно как и индексы стабильности атмосферы. Изображения ГСС также используются для обнаружения осадков, аэрозолей, снежного покрова, растительного покрова, включая индекс листовой поверхности (ИЛП) и долю поглощаемой в процессе фотосинтеза активной радиации (ФАПАР), пожаров и вулканического пепла.

К 2025 г. ожидается увеличение пространственно-временного разрешения у большинства формирователей изображений ГСС, и важно совершенствовать процесс сбора данных и обмен данными соответственно.

Действие S9

Действие: разместить и поддерживать на каждом оперативном геостационарном спутнике как минимум один формирователь изображений в видимом/инфракрасном диапазоне с по меньшей мере 16 каналами, обеспечивающими полный охват диска, с временным разрешением как минимум 15 минут и горизонтальным разрешением, как минимум, 2 км (в подспутниковой точке).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК и спутниковыми агентствами.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число геостационарных спутников, оборудованных формирователями изображений высокого разрешения.

Действие S10

Действие: подготовить для каждого геостационарного спутника стратегию сканирования и обработку изображений (наряду с другими приборами или другими источниками информации) для сообщения ВАД как минимум с одночасовым интервалом.

Кто: руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число геостационарных спутников, сообщающих данные о ВАД в оперативном режиме.

6.3.1.2 Гиперспектральные инфракрасные зонды

Инфракрасные зонды использовались долгое время на спутниках НЗО. Сегодня гиперспектральные инфракрасные зонды функционируют на некоторых спутниках НЗО (например ИАСИ на спутниках серии Метоп), но не на ГСС. Оценка потенциала гиперспектральных зондов на ГСС осуществлялась в рамках программы ГИФТС, которая рассматривалась США.

Несколько операторов геостационарных спутников имеют твердые планы, касающиеся включения гиперспектральных инфракрасных зондов в следующую серию спутников. Подробные планы по разным сериям ГСС изложены в базе данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений (см. ссылку в сноске в разделе 6.1 этого доклада).

Главной задачей этих планируемых зондов является обеспечение высокого горизонтального разрешения (более 10 км) и высокого вертикального разрешения (около 1 км). Их основной целью является частое сообщение информации о трехмерной структуре температуры и влажности атмосферы по всему диску Земли, находящемуся с поле зрения спутника (за исключением облачного слоя и ниже его). Они будут использоваться наряду с формирователями изображений для получения данных о ветрах с высоким разрешением (ВАД облаков или характеристики водяного пара), для отслеживания быстро развивающихся явлений и для определения температуры у поверхности (моря и земли). Им также отводится важная роль в частых наблюдениях за химическим составом атмосферы.

Действие S11

Действие: все метеорологические геостационарные спутники должны быть оборудованы гиперспектральными инфракрасными зондами для частых зондирований температуры и влажности, а также получения профилей ветра по трассерам при соразмерно высоком разрешении (горизонтальном, вертикальном, временном).

Кто: руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно для планирования и подготовки программы; 2015-2025 гг. для введении приборов в эксплуатацию.

Оценочный показатель: число геостационарных спутников, оборудованных гиперспектральными зондами.

6.3.1.3 Формирователи изображений молний

Спутниковой программе по формированию изображений молний не досталось никакого наследства со стороны любой действующей или прошлой программы геостационарных спутников. Она предназначена для обеспечения обнаружения и локализации молний в режиме реального времени (с точностью в 5-10 км), главным образом в поддержку прогнозирования текущей погоды и СКП. Ее целью является обнаружение ударов молний в направлении облако-облако и облако-земля без проведения какого-либо различия между этими двумя типами.

Поскольку образование молний тесно связано с бурями и сильными осадками, другой целью программы изучения молний является предоставление косвенных сведений об интенсивной конвекции и конвективных дождевых осадках. Она могла бы сообщать косвенные данные о диабатическом или скрытом нагреве, которые должны ассимилироваться в моделях ЧПП. Она будет также способствовать полному описанию климатологии молнии, наряду с наземными системами наблюдений за молниями (см. 5.3.2.4). И наконец, молнии играют важную роль в образовании окислов азота, и наблюдения за молниями могли бы стать важным источником информации для моделей химии атмосферы.

До 2025 г. в большинство программ геостационарных спутников планируется включить задачу по получению изображений молний, а именно: европейская серия МТП (ФИМ: формирователь изображений молний); американский спутник ГОЕС, начиная с ГОЕС-Р и последующие спутники (ГКМ: геостационарный картограф молний); русский ГОМС⁵⁴ и китайский спутник ФЮ-4⁵⁵.

Действие S12

Действие: все метеорологические геостационарные спутники должны быть оборудованы формирователем изображений молний, способным обнаруживать удары молний в направлении облако-облако и облако-земля.

Кто: руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

54 Геостационарный оперативный метеорологический спутник.

55 Метеорологический спутник серии Фен-Юнь-4.

Срок: постоянно для планирования и подготовки программы; 2015-2025 гг. для введении приборов в эксплуатацию.

Оценочный показатель: число геостационарных спутников, оборудованных формирователем изображений молний.

6.3.2 Оперативные полярно-орбитальные солнечно-синхронные спутники

Для обеспечения хорошего глобального охвата данными в Глобальном видении на 2025 г. предусматривается по меньшей мере три оперативных полярно-орбитальных спутника (с минимальным комплектом приборов) плюс другие спутники на разных орбитах. Время пересечения экватора (ВПЭ) для трех спутников предусматривается на 13.30, 17.30 и 21.30 (местного солнечного времени). Выбор орбитального ВПЭ для трех оперативных спутников (и для всех других полярно-орбитальных спутников) должен постоянно контролироваться в рамках международного сотрудничества.

Действие S13

Действие: обеспечивать координацию орбиты для всех основных метеорологических программ спутников НЗО, с тем чтобы оптимизировать временной и пространственный охват при сохранении некоторого дублирования орбит. Программы спутников НЗО должны включать по меньшей мере три оперативных полярно-орбитальных солнечно-синхронных спутников с ВПЭ в 13.30, 17.30 и 21.30 (местное время).

Кто: руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК и космическими агентствами.

Срок: постоянно.

Оценочные показатели: количество и орбитальное распределение способствующих исследованиям спутников НЗО.

Эти орбитальные платформы (с ВПЭ, равным 13.30, 17.30 и 21.30) должны быть оборудованы по меньшей мере гиперспектральным инфракрасным зондом, микроволновым зондом и многоспектральным формирователем изображений в видимом/инфракрасном диапазоне с высоким разрешением.

По сравнению с геостационарными спутниками осуществление быстрого сбора данных с полярных платформ является более трудной задачей (с платформы к наземному сегменту), с последующей передачей данных для удовлетворения требований в отношении своевременности нескольких пользовательских применений.

Действие S14

Действие: повышение своевременности данных спутников НЗО, особенно основных метеорологических программ по трем орбитальным плоскостям, посредством разработки систем коммуникации и обработки данных, обеспечивающих передачу информации с интервалом менее 30 минут (как это делается в случае сети PARC для некоторых комплектов данных).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: своевременность представления данных спутников НЗО, оцениваемая обычными показателями мониторинга.

Действие S15

Действие: совершенствование локального доступа к данным спутников НЗО в режиме реального времени, особенно к данным основных метеорологических спутников на трех орбитальных плоскостях, посредством поддержания и развития систем связи и обработки данных для прямого считывания показаний.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: объемы данных спутников НЗО, доступные посредством прямого считывания.

6.3.2.1 Гиперспектральные инфракрасные зонды

Современный (2012 г.) опыт эксплуатации гиперспектральных зондов приобретен благодаря использованию ИАСИ на спутнике Метоп⁵⁶, а также АИРС на АКВА⁵⁷. По сравнению с предыдущими инфракрасными зондами они сообщают более подробную информацию по вертикали о структуре температуры и влажности. Их главным недостатком является то, что их действие ограничено изменением параметров безоблачной атмосферы и ее части, расположенной выше облаков. Однако они также являются важным источником информации о температуре поверхности моря/суши, составе атмосферы и переменных значений облачности. Исследования воздействий показали, что они весьма позитивно влияют на глобальное ЧПП. Ожидается, что они будут играть важную роль в качестве дополнения к микроволновым приборам при подготовке рядов климатических данных (см. следующий раздел 6.3.2.2, посвященный микроволновым зондам).

Одной из трудностей для пользователей гиперспектральных инфракрасных зондов является колоссальный объем избыточных данных для обработки. Каждый пользователь заинтересован в информации из конкретного подкомплекта этого колоссального обмена, и этот подкомплект меняется в зависимости от того или иного применения. Например целью глобального ЧПП является представление данных, которые содержат максимум информации о профилях температуры и влажности, в то время как сообщество, занимающееся исследованиями состава атмосферы, заинтересовано в информации о конкретных атмосферных составляющих. У центров предварительной обработки данных этих наблюдений возникает проблема, связанная с обеспечением удовлетворительного представления данных всем пользователям в оперативном режиме.

Действие S16

Действие: разрабатывать наземные сегменты для гиперспектральных инфракрасных зондов для определения и осуществления стратегии уменьшения объема данных, которая оптимизирует объем информации, доступной в пределах требований к своевременности и стоимости, удовлетворяя при этом потребности разных сообществ пользователей.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

⁵⁶ Полярно-орбитальный оперативный метеорологический спутник EUMETSAT.

⁵⁷ <http://aqua.nasa.gov/>

Оценочный показатель: объем и своевременность разных комплектов данных, распределяемых пользователям гиперспектральных зондов.

6.3.2.2 Микроволновые зонды

Микроволновые зонды использовались в метеорологии начиная с 10-летнего периода 1970-1980 годов, главным образом на серии спутников американского НУОА, оборудованных сначала микроволновым радиометром (МВР), а затем – усовершенствованным микроволновым радиометром (УМВР). Они сообщают информацию об атмосферных вертикальных профилях температуры и влажности, однако с меньшим вертикальным разрешением по сравнению с гиперспектральными инфракрасными датчиками. Их главным преимуществом по сравнению с инфракрасными зондами является их способность вести наблюдения в облаках и ниже облаков. В настоящее время (2012 г.) они имеются для метеорологических операций на нескольких спутниках (5), и они обеспечивают основу для крупномасштабных глобальных систем ассимиляции. Исследования воздействий ЧПП показали, что эти наблюдения вносят весьма значительный позитивный вклад.

Помимо их ключевой роли в проведении наблюдений за температурой и влажностью атмосферы микроволновые зонды сообщают информацию о содержании воды в облаке и осадках.

Конкретные данные о микроволновой радиации, получаемые со спутников, особенно такими приборами, как МВР и УМВР, стали ключевыми элементами исторических климатических данных, и получение подобной информации необходимо продолжить в будущем для поддержания долгосрочных рядов данных. Действие ПО-ГСНК направлено на обеспечение постоянного получения данных о микроволновой радиации для климатических рядов данных. Эта рекомендация по изучению климата приобретает еще большее значение в результате той роли, которую играют микроволновые зонды в проведении глобальных повторных анализов.

Действие S17

Действие: заполнить пробел в планируемом охвате микроволновыми зондами на начальных утренних орбитах.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществления КГМС совместно с ТК и спутниковыми агентствами.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число микроволновых зондов, запланированных на спутниках на начальных утренних орбитах.

6.3.2.3 Многоспектральные формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра с высоким разрешением

Формирователи изображений в видимой и инфракрасной области спектра использовались с момента появления спутниковой метеорологии в 10-летний период 1960-1970 гг. В то время они сообщали метеорологам весьма полезную и качественную информацию, особенно о типе и местоположении облаков и метеорологических систем. С тех пор был достигнут большой технологический прогресс в области формирователей изображений, особенно в том, что касается их горизонтальных разрешений и количества каналов. Формирователи изображений, установленные на спутниках НЗО, очень хорошо дополняют

формирователи на ГСС благодаря проведению наблюдений в средних и высоких широтах, хотя частота их наблюдений ограничивается конфигурациями их орбит.

Возможности для проведения наблюдений, которыми обладают формирователи изображений, установленные на борту спутников НЗО, весьма аналогичны возможностям геостационарных спутников. Они ведут наблюдения за облаками (количество, тип, температура верхней границы). Измерения температуры у поверхности проводятся над морем и над сушей. Изображения спутников НЗО также используются для обнаружения осадков, аэрозолей, снежного покрова, растительного покрова (включая ИЛП и ФАПАР), пожаров и вулканического пепла. Больше всего они полезны для прогнозирования текущей погоды и СКП в полярных районах. Их также можно использовать для получения ВАД (ветровые поля, измеряемые по движению облаков или содержанию водяного пара). Данные о параметрах ветра, полученные с помощью МОДИС⁵⁸, используются в оперативном ЧПП в течение нескольких лет, и были показаны весьма позитивные результаты, вероятно, из-за отсутствия других видов аэрологических наблюдений за ветрами над полярными шапками.

Действие S18

Действие: использовать формирователи изображений на всех оперативных полярно-орбитальных платформах для получения ВАД посредством отслеживания облаков (или характеристик водяного пара).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: объем и своевременность разных комплектов данных, подготовленных оперативно по полярным шапкам.

Действие S19

Действие: создание канала для измерения водяного пара (например 6,7 мкм) на формирователе изображений всех основных метеорологических полярно-орбитальных спутников для содействия получению данных о полярных ветрах по перемещению водяного пара.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число основных метеорологических полярно-орбитальных спутников с каналом измерения водяного пара на их формирователях изображений.

6.3.2.4 Микроволновые формирователи изображений

Микроволновые формирователи изображений аналогичны по своему действию пассивным микроволновым зондам, рассмотренным в разделе 6.3.2.2, за исключением их иных характеристик длины волны и пространственного разрешения, что делает их еще более подходящими для наблюдений за поверхностью суши и моря. Работая над океанами, они сообщают информацию о морском льде, скорости ветра у поверхности и температуре поверхности моря. Над сушей они ведут наблюдения за приземной температурой,

⁵⁸ МОДИС: спектрорадиометр для получения изображений среднего разрешения (на борту спутников АКВА и ТЕРРА).

влажностью почвы и водным эквивалентом снега. Они также сообщают информацию об осадках и общем содержании водяного пара в атмосфере. Поляриметрические формирователи изображений также сообщают информацию о направлении ветра у поверхности моря.

Начиная с десятилетия 1990-2000 гг. информация об общем содержании водяного пара и скорости ветра у поверхности, сообщаемая формирователем изображений с помощью специального микроволнового датчика (ССМ-И), установленного на борту американских спутников ДМСП⁵⁹, широко использовалась для метеорологических и климатических применений. Первоначально использование этих данных ограничивалось исследованиями океана, однако в последнее время достигнут значительный прогресс в области использования информации микроволновых спутниковых изображений, сделанных над поверхностью суши. Эти микроволновые датчики также играют важную роль в мониторинга границ морского льда вокруг полярных шапок. Благодаря непрерывности наблюдений ССМ-И/ДМСП в течение последних 20 лет эти датчики внесли значительный вклад как в мониторинг климата, так и проведение глобальных повторных анализов.

Для удовлетворения различных потребностей пользователей необходимо иметь как минимум три спутника с микроволновыми формирователями изображений на достаточно разнесенных орбитах. Согласно текущим планам, ожидается удовлетворение большей части потребностей, за исключением, возможно, всепогодных наблюдений за ТПМ.

Действие S20

Действие: обеспечивать наличие микроволновых формирователей изображений со всеми необходимыми каналами для мониторинга ТПМ.

Кто: КГМС совместно с операторами спутников.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число спутников НЗО с микроволновым датчиком ТПМ.

6.3.3 Дополнительные оперативные спутники на соответствующих орбитах

Помимо формирователей изображений и зондов, которые перечислены выше и эксплуатируются на геостационарных и низких земных орбитах, еще несколько спутниковых приборов используется для метеорологических, океанических, климатических и других применений. Многие из них (но не все) эксплуатируются на полярно-орбитальных солнечно-синхронных спутниках. Несколько приборов обслуживают потребности более чем одного применения.

6.3.3.1 Рефлектометры

В отличие от микроволновых формирователей изображений, которые являются пассивными приборами, рефлектометры, размещенные на борту спутников, представляют собой активную систему наблюдений. Рефлектометры сообщают информацию главным образом об океанических поверхностях (скорость ветра у поверхности моря, ледовый покров), а также о поверхности суши (влажность почвы).

⁵⁹ ДМСП: Спутниковая программа Министерства обороны (США): среди других приборов на борту спутников ДМСП имеется ССМ-И (формирователь изображений с помощью специального микроволнового датчика) (используется в оперативной метеорологии).

Первыми данными рефлектометров, подлежащими ассимиляции в оперативных глобальных моделях ЧПП, были данные наблюдений за ветром над поверхностью океана, которые проводились европейским спутником EPC-1⁶⁰ в 10-летний период 1990-2000 гг. С тех пор рефлектометры, установленные на таких спутниках, как EPC-2, КуикСкат⁶¹, Метоп (и его прибор АСКАТ⁶²) использовались для целей ЧПП и других применений – см. список приборов и спутников в базе данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений. Они обеспечивают, как правило, очень хороший глобальный охват данными (с некоторыми ограничениями, касающимися максимальной скорости ветра, или измерений над морским льдом), который в значительной мере способствует удовлетворению потребностей в метеорологических и океанических наблюдениях за ветром у поверхности. Над поверхностью суши использование данных рефлектометров не является столь совершенным, однако в последнее время достигнут существенный прогресс в области использования информации о влажности почвы.

Требуется наличие и поддержание в будущем по меньшей мере двух спутников с рефлектометром на борту, летающих на достаточно разнесенных орбитах. Согласно нынешним планам, ожидается, что эти потребности будут удовлетворены.

6.3.3.2 Группировка спутников радиозатменного зондирования

Применение радиозатмения в метеорологии является хорошим примером систем наблюдений, основанных на использовании попутных возможностей: (i) постоянное наличие радиосигналов ГСН, передаваемых почти 30 спутниками ГНСС (вероятно, около 60 в 2015-2025 гг.), летающих на орбитах с высотой порядка 22 000 км; (ii) создание возмущений атмосферой, которая замедляет распространение сигнала и вызывает атмосферную рефракцию. Таким образом, устанавливая принимающие устройства ГНСС (специальная группировка или оперативных метеорологических спутники, как правило на НЗО), становится возможным измерять задержки сигналов, вызванные их прохождением через атмосферу. Эти задержки зависят главным образом от плотности атмосферы, и они дают полезную информацию о температуре, особенно в стратосфере и верхней тропосфере, а также о влажности в нижней тропосфере.

Приблизительно с 2005 г. осуществлялась ассимиляция в оперативные модели ЧПП данных радиозатменных измерений с нескольких спутников: CHAMP⁶³, GRACE-A⁶⁴, Метоп (с его прибором ГРАСС⁶⁵), группировка спутников КОСМИК⁶⁶ (см. Poli et al., 2009). Их влияние на анализы и прогнозы оценивалось несколькими центрами ЧПП, а главные результаты обсуждались на четвертом практическом семинаре ВМО по исследованиям воздействий (см. ссылку в сноске к разделу 4). Учитывая весьма косвенный характер измерений системы наблюдений, осуществляемых посредством приборов, которые не

60 EPC = спутник для исследования ресурсов Земли; спутник ЕКА (EPC-1 запущен в 1991 г., а за ним последовал EPC-2).

61 Быстрый рефлектометр (НАСА).

62 Усовершенствованный рефлектометр Метоп.

63 Миниспутник с критической нагрузкой.

64 GRACE: Эксперимент по восстановлению гравитации и исследованию климата.

65 Приемник данных зондирования атмосферы ГНСС.

66 <http://www.cosmic.ucar.edu/>

предназначены в первую очередь для целей метеорологии, это позитивное воздействие было признано неожиданно большим. Кроме того, охват данными, полученный благодаря группировке принимающих спутников, является глобальным и вполне единообразным. Данная система обеспечивает абсолютные измерения (самокалибруемые), без помех, вносимых облаками, что является большим преимуществом по отношению к: (i) взаимной калибровке спутниковых данных; (ii) подготовке записей климатических данных.

Большинство действующих спутников, которые обеспечивают сейчас радиозатменные измерения для оперативных применений, не являются оперативными спутниками и не относятся к какой-либо спутниковой программе, постоянство осуществления которой гарантируется в будущем. На период на 2012-2025 гг. важно планировать постоянное функционирование достаточного числа принимающих спутников, с тем чтобы не допустить утраты пользы, получаемой благодаря существенным инвестициям, сделанным в проведение радиозатменных измерений и их использование в оперативной метеорологии. Следует отметить, что объем информации, получаемой датчиком радиозатменного зондирования, зависит от количества бортовых антенн и числа соответствующих систем ГНСС (например ГСOM, ГЛОНАСС, Галилео).

Действие S21

Действие: обеспечивать наличие и поддержание группировки принимающих спутников ГНСС для радиозатменного зондирования с борта платформ на разных орбитах, проводящих как минимум 10 000 затмений в день (порядок величины будет уточнен следующим действием). Организовать сообщение данных в центры обработки в режиме реального времени.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число затмений ГНСС за один день, данные которых обрабатываются в близком к реальному режиме времени.

Действие S22

Действие: провести эксперимент по моделированию систем наблюдений (ЭМСН) для оценки воздействия разного числа затмений в день и рассчитать оптимальное число ежедневно необходимых затмений.

Кто: центры ЧПП в координации с КОС (осуществляет руководство исполнением данного действия) и КАН.

Срок: до конца 2013 г.

Оценочный показатель: количество проведенных ЭМСН.

Другой областью применения сигналов и радиозатмения ГНСС является измерение плотности электронов в ионосфере. В этой связи будущие группировки по радиозатменному зондированию будут также вносить вклад в применения в области космической погоды (см. раздел 7).

6.3.3.3 Группировка высотомеров

Высота поверхности моря (ВПМ) является одной из ключевых переменных, наблюдения за которой требуются для анализа и прогнозирования состояния океана и для моделирования сопряженной системы океан-атмосфера. Наблюдения за ВПМ проводятся

при помощи серии спутниковых высотомеров с начала десятилетия 1990-2000 гг.: ERS-1 и 2, ЯСОН-1⁶⁷ и 2, ЭНВИСАТ⁶⁸, ГЕОСАТ⁶⁹ и т. д.; документацию по этим спутникам и характеристикам их приборов см. в базе данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений. Спутниковые высотомеры проводят измерения топографии океана и показательной высоты волн с глобальным охватом и хорошей точностью. Можно отметить интерес к высотомерам с широкополосным зондирующим сигналом. Ветер у поверхности также можно рассчитывать по данным наблюдений за волнением. Однако горизонтальное и временное разрешения ограничиваются приборными наблюдениями только в точке надира спутника (для большинства приборов). Горизонтальное разрешение может быть хорошим вдоль траектории спутника, и главное ограничение связано с нахождением «поперек орбиты» в средних широтах: как правило, там происходит разрыв в 300 км между проведением измерений с двух последовательных орбит.

Несколько высотомеров также способны проводить измерения топографии льда (над морем и сушей) и уровни озер (применения в области мониторинга ледников и гидрологии). К сожалению, существует разрыв в лазерной альтиметрии между первым и вторым спутниками НАСА серии ИКЕСат. Хотя радиолокационный альтиметр, установленный на спутнике Криосат-2, предназначен также для измерений морского и материкового льда, идеальная группировка альтиметров была бы оборудована как лазерными, так и радиолокационными альтиметрами. Подобное сочетание обеспечило бы большую точность оценок толщины морского льда и могла бы сообщать информацию о высоте снежного покрова на льду.

В будущем несколько высотомеров (планируемых или уже находящихся в полете) будут продолжать поддерживать эти применения, а именно: АЛТ на спутнике HY-2A⁷⁰, АлтиКа⁷¹ на спутнике САРАЛ⁷² (см. базу данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений). В период 1990-2010 гг. число оперативных высотомеров изменилось от 1 до 4. Согласно общему мнению, для удовлетворения потребностей в области оперативной океанографии потребуется как минимум два спутника на солнечно-синхронных орбитах, и еще один эталонный спутник.

Действие S23

Действие: ввести в действие группировку высотомеров, включая эталонный спутник на высокоточной, не солнечно-синхронной наклонной орбите и два прибора на достаточно разнесенных солнечно-синхронных орбитах.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число и геометрия орбиты спутников, сообщающих данные альтиметрии в режиме реального времени.

67 Исследование топографии поверхности океана (США/Франция).

68 Спутник ЕКА для изучения окружающей среды.

69 Геодезический спутник.

70 Спутник для наблюдений за океаном HaiYang (Китай).

71 Высокоточный океанографический высотомер.

72 Спутник для мониторинга окружающей среды (Индия/Франция).

6.3.3.4 Инфракрасный формирователь изображений с двойным углом обзора

Для целей мониторинга климата важно иметь непрерывные записи очень точных измерений ТПМ. В ПО-ГСНК говорится: «Продолжать предоставление самых точных, по возможности, данных о полях ТПМ, основанных на непрерывном сочетании охвата измерениями в инфракрасном диапазоне с полярно-орбитальных и геостационарных спутников с охватом пассивными микроволновыми измерениями и соответствующими сетями наблюдений в точке». Для достижения требуемого качества данных о полях ТПМ важно иметь по меньшей мере один прибор для измерений в инфракрасном диапазоне с двойным углом обзора для точных корректировок атмосферных параметров. Такие приборы уже использовались: АТСР⁷³ на ЕРС, ААТСР⁷⁴ на ЭНВИСАТ (см. базу данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений). Еще один прибор планируется установить на спутнике Сентинел-3, а именно: СЛСТР (радиометр температуры поверхности моря и земли).

Действие S24

Действие: обеспечивать и поддерживать в рабочем состоянии на борту полярно-орбитального спутника как минимум один инфракрасный формирователь изображений с двойным углом обзора для проведения измерений ТПМ (качество мониторинга климата).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: оперативное наличие формирователей изображений с двойным углом обзора.

Высококачественные данные о полях ТПМ, полученные благодаря этим инфракрасным формирователям изображений, будут также полезными для применений иных, нежели мониторинг климата, а именно в оперативной метеорологии и океанографии. Эти формирователи изображений будут способствовать наблюдениям за аэрозолями, облаками и пожарами.

6.3.3.5 Узкополосные формирователи изображений в видимой/ближней инфракрасной области спектра с высокоспектральным и гиперспектральным разрешением

Наблюдения методом дистанционного зондирования за цветом океана и соответствующими геофизическими переменными (например фитопланктон и питательные вещества) являются полезными для обнаружения нескольких типов загрязнения морской среды; они могут давать изображения биологических переменных морской жизни с высоким горизонтальным разрешением (несколько сотен метров). Наблюдения за цветом океана необходимы для нескольких морских применений и для валидации моделей состояния океана.

Для наблюдений за цветом океана требуются пассивные узкополосные формирователи изображений в видимом и ближнем инфракрасном спектре. Несколько приборов

⁷³ Радиометр, сканирующий вдоль трассы движения.

⁷⁴ Усовершенствованный радиометр, сканирующий вдоль трассы движения.

подобного типа уже эксплуатировались, такие как КОКТС⁷⁵ на китайском спутнике серии НУ, ГОКИ⁷⁶ на корейском спутнике КОМС⁷⁷, МЕРИС⁷⁸ на европейском спутнике ЭНВИСАТ или ОКМ на спутниках ИОКИ Океансат-1 и Океансат-2. В перспективе планируются другие приборы, такие как СЦО⁷⁹ или ОЛКИ⁸⁰ на спутнике Сентинел-3⁸¹.

Узкополосные формирователи изображений, действующие в видимом и ближнем инфракрасном спектрах, также полезны для наблюдений за растительностью (включая ИЛП, ФАПАР и мониторинг выжженных площадей), альbedo поверхности, аэрозоль и облаков.

Эта задача по использованию узкополосных формирователей изображений хорошо решается сейчас при помощи спутников НЗО.

6.3.3.6 Многоспектральные формирователи изображений в видимой/инфракрасной области спектра с высоким разрешением

Для классификации растительности, мониторинга землепользования и мониторинга паводков необходимы формирователи изображений в видимой/инфракрасной области спектра, обладающие характеристиками, усиливающими высокое горизонтальное разрешение. Эти приборы с высоким разрешением обычно применимы только на спутниках НЗО. ИЛП – это одна из основных переменных, которую получают для целей сельскохозяйственной метеорологии на основе спутниковых данных, с тем чтобы использовать их в моделях имитации урожая. Хотя данные о ИЛП можно получать от нескольких формирователей изображений, самое высокое разрешение достигается при помощи приборов, установленных на спутниках серии ЛАНДСАТ⁸² и СПОТ⁸³. Наблюдения за поверхностью суши ведутся при горизонтальном разрешении с порядком величины, равным плотине. Благодаря таким приборам, как КХРИС, установленным на борту спутника ПРОБА-2⁸⁴, разрешение может достигать 2,5 м по некоторым конкретным целевым районам.

Важно продолжать этот тип спутниковой программы в будущем, с тем чтобы гарантировать непрерывность существующих серий. Это имеет большое значение для сельскохозяйственной метеорологии, гидрологии, землепользования, тщательного мониторинга бедствий (паводки, пожары), и формирователи изображений с очень высоким разрешением будут иметь несколько других конкретных применений.

75 Китайский сканер цвета и температуры океана.

76 Геостационарный формирователь изображений цвета океана.

77 Коммуникационный, океанический и метеорологический спутник.

78 Спектрометр с формированием изображений со средним разрешением

79 Сканер цвета океана на российском спутнике Метеор

80 Формирователь изображений цвета океана-суши

81 Многоприборный спутник ЕКА, вносящий вклад в Глобальный мониторинг для окружающей среды и безопасности (ГМЕС)

82 Спутник для наблюдений за Землей (НАСА/ГС США).

83 Спутник для наблюдений за Землей.

84 КХРИС = компактный спектрометр для получения изображений с высоким разрешением, установленный на борту спутника серии ПРОБА-2 (проект по спутникам в автономном режиме). ПРОБА-2 (после серии ПРОБА) – это демонстрационная программа ЕКА, которая приобретает все большее число регулярных пользователей.

6.3.3.7 Радиолокаторы для измерения осадков, работающие с пассивными микроволновыми формирователями изображений

Оценка глобального поля суммарных осадков (с определением типа осадков) в разных временных масштабах является одной из более проблемных задач в области метеорологических и климатических применений. Одна из причин этого связана с большой изменчивостью осадков во времени и пространстве: в случае конвективных осадков дожди, вызывающие паводки, могут затронуть определенную территорию, при этом в нескольких километрах от нее вообще не выпадает никаких осадков; суммарные дождевые осадки (за один час, сутки, месяц или год) меняются на один или два порядка величины между экватором и полюсами. Вторая причина заключается в том, что полностью отсутствует перспектива обеспечить глобальный охват наблюдениями за осадками при помощи наземных дождемеров и радиолокаторов. Несмотря на усилия, предпринимаемые с целью расширения и улучшения наземных радиолокационных сетей (см. раздел 5.3.4), данный охват будет всегда ограниченным. Тем не менее правильная оценка полей осадков имеет существенное значение во всех временных масштабах – от масштабов, требуемых для целей климатического мониторинга (несколько лет, глобально), до локальной оценки суммарных осадков за один час или меньше (мониторинг паводков). Очень большое значение для достижения этой цели имеет специальная космическая система наблюдений за осадками.

Идея использования спутников для глобального измерения осадков (ГПМ) сочетает проведение активных измерений осадков (космическими радиолокаторами) с проведением измерением группой пассивных микроволновых формирователей изображений (рассматриваются в разделе 6.3.2.4). Планируется, что группировка спутников для ГПМ будет включать основной спутник на орбите с наклоном 65° (по отношению к экватору), плюс несколько спутников, разработанных несколькими национальными или международными агентствами. Ее цель заключается в обеспечении глобального охвата данными об осадках с трехчасовыми интервалами, и для достижения этой цели необходимо восемь спутников. Эти спутники будут оборудованы радиолокаторами для активного измерения осадков или пассивными микроволновыми приборами, или же, как правило, и теми и другими. С характеристиками существующих и планируемых радиолокаторов можно ознакомиться в базе данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений, например путем поиска в этой базе данных CPR (Cloud and Precipitation Radar – радиолокатор для зондирования облаков и осадков) или DPR (Dual-frequency Precipitation Radar – двухчастотный радиолокатор для зондирования осадков).

Этот тип измерений уже доказал свою значимость, и впервые это было сделано при помощи спутника TRMM⁸⁵ (спутник, запущенный в 1997 г.) и спутника КЛАУДСАТ⁸⁶, запущенного США в 2006 г. в составе серии спутников «А – Train»⁸⁷ для мониторинга водного цикла Земли, а также облаков и аэрозолей. Спутник MEGHA-Tropiques (MTM⁸⁸), разработанный совместно Францией и Индией и запущенный в 2011 г., также вносит вклад в этот проект, главное внимание в котором уделяется осадкам и водному циклу. У

85 Спутник для измерения осадков в тропиках.

86 Спутник НАСА EOS для наблюдений за облаками.

87 «А-Train» включает несколько спутников, летающих в составе группы: АКВА, АУРА, КЛАУДСАТ, КАЛИПСО, ПАРАСОЛ (запуск спутника ОСО в феврале 2009 г. закончился неудачей).

88 Спутник КНЕС/ИОКИ Megha-Tropiques для наблюдений за водным циклом и энергетическим балансом в тропиках.

нескольких спутников (планируемых или уже летающих) будет низкий угол наклона орбиты по отношению к экватору. Например спутник МТМ совершает полет по орбите между 20 °ю.ш. и 20 °с.ш. Таким образом, они будут более часто сообщать данные вблизи экватора по сравнению с обычными полярно-орбитальными спутниками, угол наклона орбиты которых близок к 90°. Это важно для лучшего понимания и моделирования суточного цикла в тропиках. Наличие данных в режиме реального времени также важно для прогнозирования текущей погоды и оперативной гидрологии.

Действие S25

Действие: осуществить программу по запуску на наклонную орбиту как минимум одного спутника с радиолокатором для зондирования осадков и последующий оперативный спутник.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: 2014 г. (первоначально) и постоянно (последующие меры).

Оценочный показатель: наличие одного спутника.

Действие S26

Действие: осуществить в поддержку ГПМ программу по запуску как минимум одного спутника на орбиту с низким углом наклона для пассивной микроволновой радиометрии.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: наличие одного спутника на орбите с низким углом наклона для пассивной микроволновой радиометрии.

Действие S27

Действие: организовать передачу данных ГПМ в режиме реального времени для поддержки прогнозирования текущей погоды и удовлетворения потребностей оперативной гидрологии.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: степень наличия данных для удовлетворения потребностей в области текущего прогнозирования и оперативной гидрологии.

6.3.3.8 Широкополосные радиометры видимого/инфракрасного диапазонов для мониторинга радиационного баланса Земли

Радиационный баланс Земли (РБЗ) – это мера измерения общего соотношения между приходящей от Солнца энергией и уходящей от Земли тепловой (длинноволновой) и отраженной (коротковолновой) энергией. Измерять его можно только из космоса, и поэтому непрерывность наблюдений является существенной проблемой для климатических применений (см. ПО-ГСНК, раздел по РБЗ).

Помимо формирователей изображений и зондов, установленных на спутниках НЗО и ГСС, а также измерений характеристик аэрозолей и облаков (см. вышестоящие разделы начиная с 6.3.2), для измерения РБЗ требуется как минимум один полярно-орбитальный спутник, оборудованный широкополосным радиометром видимого/инфракрасного диапазонов и датчиком для измерения суммарной солнечной радиации.

Широкополосные радиометры устанавливались в прошлом на спутнике, предназначенном для измерения РБЗ (СРБЗ), а также они имеются на спутниках ТЕРРА и АКВА. Измерению РБЗ также способствует прибор СКАРАБ⁸⁹, летающий на спутнике МТМ.

Действие S28

Действие: обеспечивать непрерывность глобальных измерений РБЗ посредством поддержания в рабочем состоянии оперативных широкополосных радиометров и датчиков солнечной радиации по меньшей мере на одном полярно-орбитальном спутнике НЗО.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число полярно-орбитальных спутников, вносящих вклад в измерение РБЗ.

6.3.3.9 Группировка приборов для измерения переменных значений состава атмосферы

Измерения переменных значений, связанных с составом атмосферы, имеют важное значение для широкого круга применений, таких как мониторинг стратосферного озонового слоя, мониторинга и прогнозирования качества воздуха, включая перенос загрязняющих веществ на дальние расстояния, исследование взаимодействия между составом атмосферы и измерением климата, а также мониторинг таких эпизодических явлений, как извержения вулканов и сжигание биомассы. Как упоминалось выше (5.3.1.4), ряд атмосферных составляющих имеют большое значение для воздействий на климат и обратных связей. Это относится к озону, метану, CO₂ и другим компонентам. С подробной информацией можно ознакомиться в Стратегическом плане ГСА (см. ссылки в сносках к документам ГСА в разделе 5.3.1.4) и ПО-ГСНК. Несколько из этих составляющих станут также важными переменными ЧПП и моделей химии атмосферы (или уже являются таковыми, например озон). Данные наблюдений за этими переменными следует в полной мере интегрировать в ИГСНВ, а затем обмениваться ими в режиме реального времени для удовлетворения потребностей всего спектра применений в области химии атмосферы, включая мониторинг качества воздуха и ЧПП.

Существует давно установившаяся традиция мониторинга стратосферного озона из космоса, начало которой было положено в 1970-е годы, когда впервые была обнаружена озоновая дыра. С тех пор многие находящиеся в космосе приборы внесли вклад в измерения атмосферного озона, химически активных газовых примесей, аэрозолей и, в более поздний период, таких парниковых газов, как CO₂ и CH₄. Японский спутник ГОСАТ специально предназначен для наблюдений за основным парниковым газом (ПГ) с целью исследований изменения климата.

Другими примерами приборов, предназначенных для исследований химии атмосферы или вносящих большой вклад в эти исследования, являются: ТОМС (летающий на борту спутников Нимбус-7, Метеор-3, Earthprobe); SAGE I (летающий на АЕМ-В); SAGE II (летающий на СРБЗ); SBUV/2 (летающий на борту шести спутников НУОА, включая нынешний НУОА-19); ГОТЕ (летающий на ЕРС-2); СМР и ОСИРИС (летающие на ОДИН),

⁸⁹ Сканер для наблюдения радиационного баланса Земли.

SCIAMACHY, МИПАС и МЕРИС (летающие на Энвисат); МЛС (летающий на УАРС и ЕОС-Аура); ОМИ и ТЕС (летающие на ЕОС-Аура); МОДИС (на ЕОС-Терра и ЕОС-Аква); МИС и МОПИТТ (на ЕОС-Терра); АИРС (на ЕОС-Аква); ГОМЕ-2 и ИАСИ (летающие на трех спутниках Метоп); АИРС (на ЕОС-Аква); КриС, ОМПСИ и ВИИРС (на Суоми-НПП); КАЛИОП (на КАЛИПО); ТАНСО-ФТС (летающие на ГОСАТ). Кроме того, в поддержку мониторинга аэрозолей могут использоваться многоспектральные формирователи изображений, описанные в разделах 6.3.1.1 и 6.3.2.3.

Если говорить о новом поколении оперативных спутников, то на Суоми-НПП в настоящее время установлен ОМПС-Надир⁹⁰, и планируется его последующая установка на JPSS-1. Этот прибор будет измерять озон, а также NO₂, SO₂ и другие газовые примеси. Прибор ОМПС-лимб, также установленный на спутнике Суоми-НПП, выполняет зондирование в стратосфере с высоким вертикальным разрешением. В соответствии с европейской программой ГМЕС⁹¹, спутники под названием Сентинел-4 и Сентинел-5 оборудованы зондами, работающими в ультрафиолетовом и видимом диапазонах (а в случае спутника Сентинел-5 – ближнем инфракрасном диапазоне), для поддержки измерений химии атмосферы. Они будут летать на спутниках МЕТЕТСАТ третьего поколения (ГСС) и спутниках полярной системы ЕВМЕТСАТ второго поколения (НЗО) соответственно. Более подробную информацию см. в базе данных ВМО о потребностях пользователей в наблюдениях и возможностях систем наблюдений.

Действие S29

Действие: для применений, связанных с химией атмосферы, включая мониторинг озона, химически активных веществ, имеющих отношение к качеству и загрязнению воздуха, и парниковых газов, обеспечивать бесперебойную работу зондов ультрафиолетового/видимого/ближнего инфракрасного диапазонов, включая зонды ультрафиолетового/видимого диапазонов с высоким спектральным разрешением, установленных на ГСС, и как минимум одного зонда ультрафиолетового/видимого диапазонов на трех достаточно разнесенных полярных орбитах. Обеспечивать также постоянную возможность для лимбового зондирования.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число зондов ультрафиолетового/видимого/инфракрасного диапазонов на спутниках ГСС и НЗО, способствующих исследованиям химии атмосферы.

Более подробные сведения о бесперебойности функционирования некоторых зондов для исследования состава атмосферы см. ПО-ГСНК (раздел, посвященный химии атмосферы).

6.3.3.10 Радиолокатор с синтетической апертурой (РСА)

По сравнению с обычным радиолокатором РСА обрабатывает серию изображений по специальной методике, с тем чтобы значительно увеличить пространственное разрешение в локальном масштабе, что подразумевает определенные компромиссы в отношении

90 ОМПС: комплект приборов для картирования и определения профилей озона.

91 ГМЕС: Глобальный мониторинг для окружающей среды и безопасности.

других геометрических переменных, связанных с радиолокационной техникой измерения, а именно: угол сканирования, ширина полосы обзора и т. д. Благодаря наличию систем наблюдений РСА на спутниках НЗО можно проводить локальные наблюдения за поверхностью земли с очень высоким разрешением (в том числе выше наземной биомассы), высотой волнения (направление плюс спектр), уровнем моря (особенно вблизи побережий), уровнем воды в затопленных районах, шапками морского льда, ледовыми щитами и айсбергами.

Технология РСА применялась на нескольких спутниках: EРС-1, EРС-2, ЭНВИСАТ (с его усовершенствованным радиолокатором с синтетической апертурой (УРСА), АЛОС⁹² (спутник ЯААИ⁹³ с его прибором ПАЛСАР⁹⁴). Спутник ЕКА КРИОСАТ-2⁹⁵ был запущен в 2010 г. с РСА под названием СИРАЛ⁹⁶. Эти РСА использовались как в научно-исследовательских, так и оперативных применениях. В будущем также планируется несколько спутников с РСА; например планирование и разработка РСА-С (радиолокатор в диапазоне С) с установкой на спутнике Сентинел-1 ГМЕС были бы очень хорошим шагом в направлении включения системы наблюдений РСА в оперативные системы наблюдений. Будущая программа запуска группировки спутников Радарсат (РКМ), запланированная на 2015-2023 гг., будет включать три спутника, которые фазированы на одной и той же орбите с четырехсуточным повторным циклом.

Практически невозможно обеспечить глобальный охват данными РСА в режиме реального времени. Помимо этого РСА характеризуется большими задержками с обработкой данных, что часто мешает их быстрой передаче. Тем не менее важно иметь как минимум один оперативный спутник с РСА, бесперебойная работа которого гарантируется и который интегрирован в ИГСНВ, при наличии соответствующих механизмов для обеспечения быстрой передачи данных в региональном и местном масштабах, с тем чтобы эффективно справляться с очень опасными явлениями и обеспечивать предупреждение о бедствиях и ликвидацию их последствий. Из-за локального характера целевых районов РСА и большого объема данных для обработки желательно фактически иметь несколько спутников, соответствующих этим оперативным характеристикам.

6.3.4 Перспективная оперативная аппаратура и демонстрационные устройства новейших технологий

Важно продолжать исследования по некоторым новым спутниковым приборам и некоторым новым космическим технологиям, даже если не гарантируется итоговый оперативный успех, поскольку ожидается, что эти новые системы будут в значительной мере способствовать удовлетворению потребностей пользователей. В прошлом реализация нескольких научно-исследовательских или демонстрационных программ дала полезные оперативные результаты гораздо быстрее, чем это первоначально ожидалось потенциальными пользователями. Ниже рассматривается несколько видов перспективной оперативной аппаратуры и демонстрационных устройств новейших технологий. Они представляют собой сложную, но достижимую к 2025 г. цель с хорошим шансом для некоторых из них стать оперативным компонентом глобальных систем наблюдений к 2025 г. и меньшим шансом при этом для некоторых других систем.

92 Усовершенствованный спутник «Даичи» для наблюдений за сушей.

93 Японское агентство аэрокосмических исследований.

94 Радиолокатор в диапазоне L с синтезированной апертурой и фазированной антенной решеткой.

95 Спутник ЕКА для наблюдений за льдом.

96 Интерферометрический радиолокационный высотомер с синтезированной апертурой.

6.3.4.1 Лидары на спутниках НЗО

Летающие на спутниках лидары использовались в метеорологии или планируются для использования в рамках демонстрационных спутниковых программ. Лидар может разрабатываться на наблюдений за некоторыми из следующих атмосферных компонентов: профили компонентов ветра (по доплеровским сдвигам), аэрозоли, высота верхней и нижней границы облаков и профиль водяного пара. Космические лидары используются также в альтиметрии (см. 6.3.3.3).

а) Доплеровские лидары для измерения параметров ветра

Космические доплеровские лидары для измерения параметров ветра являются самыми перспективными приборами для ликвидации большого пробела в глобальном охвате данными, а именно: нехватка измерений профилей ветра, которые в настоящее время слишком зависят от одной системы наблюдений – сети радиозондов.

Демонстрационный спутник ЕКА под названием ADM-AEOLUS запланирован на период 2013-2015 гг. для тестирования измерений профиля ветра, проводимых с лидара АЛАДИН⁹⁷, действующего в ультрафиолетовом диапазоне. ADM-AEOLUS⁹⁸ будет эксплуатироваться с полярно-орбитального спутника и будет обеспечивать глобальные наблюдения за профилями ветра. Весьма важно передавать эти данные в режиме реального времени в основной центры ЧПП для быстрой проверки (расчетный срок службы ADM-AEOLUS составляет только 3 года) того, в какой степени они могут улучшить метеорологические прогнозы.

После успешного завершения демонстрационной программы приоритетной задачей станет планирование и разработка оперативной системы, основанной на лидарах для измерения параметров ветра, используя опыт, приобретенный в ходе демонстрационной программы, с тем чтобы принять решение относительно надлежащего числа спутников и приборных характеристик.

Действие S30

Действие: воспользоваться опытом реализации демонстрационных программ (таких как ADM-AEOLUS) для планирования и разработки оперативной системы наблюдений, основанной на доплеровских измерениях параметров ветра (обеспечивающих глобальный охват профилей ветра).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, ЕКА и другими спутниковыми агентствами, центрами обработки данных и центрами ЧПП.

Срок: как можно быстрее после предоставления данных демонстрационными спутниками.

Оценочный показатель: число и качество доступных для пользователей данных о профилях ветра, полученных при помощи измерений доплеровскими лидарами (проведенными из космоса).

⁹⁷ См. <http://www.esa.int/esaLP/LPadmaeolus.html>;
см. также Stoffelen et al. (2005)

⁹⁸ Спутник для исследования динамики атмосферы Земли.

б) Лидары для наблюдения облаков и аэрозолей

Лидарные системы для наблюдения облаков и аэрозолей могут обеспечивать точные измерения высоты верхней границы облаков и также могут осуществлять, в некоторых случаях, наблюдения за нижней границей облаков (например слоисто-кучевые облака). Они также способны обеспечивать точные наблюдения за слоями аэрозолей в атмосфере.

Прибор КАЛИОП⁹⁹ бы установлен на КАЛИПСО с 2006 г., а прибор АТЛИД¹⁰⁰ должен летать на спутнике EARTH-CARE¹⁰¹, создаваемом ЕКА и Японией и запланированным на 2013 г.¹⁰² Учитывая потенциал этих лидаров, данные следует направлять для оценки в оперативные центры (главным образом применения, связанные с прогнозированием и химией атмосферы). В отношении разработки возможной оперативной системы, основанной на лидаре для наблюдения за облаками/аэрозолями, важно отметить, что доплеровский лидар для измерения параметров ветра, такой как лидар, установленный на спутнике ADM-AEOLUS, также обладает способностью проводить наблюдения за облаками и аэрозолями, что дает возможность разработки оперативной системы, которая будет объединять измерения параметров ветра, облаков и аэрозолей.

Для эффективной оценки данных лидара (как только этот прибор начинают эксплуатировать) важно, чтобы эти данные распространялись в режиме реального времени, с тем чтобы их можно было использовать (или по крайней мере оценивать) в оперативных численных моделях, связанных с химией атмосферы и прогнозированием погоды.

Действие S31

Действие: передавать в оперативные центры обработки данных и пользователям полученные со спутников данные лидара, предназначенного для наблюдения за облаками/аэрозолями. Использовать этот опыт для принятия решения относительно возможной оперативной программы исследований облаков/аэрозолей (объединенной с оперативной программой по использованию доплеровского лидара для измерения параметров ветра или отдельно от этой программы).

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, пользователями прогностической продукции и данных о химии атмосферы.

Срок: постоянно, предпринимая специальные усилия, поэтапно согласованные с осуществлением программы EARTH-CARE.

Оценочный показатель: объем данных, переданных космическими лидарами для наблюдения за облаками/аэрозолями и используемый оперативными применениями.

с) Лидары для измерения водяного пара

Были проведены исследования о целесообразности изменения профилей водяного пара в атмосфере с лидаров, установленных на спутниках НЗО. Эта задача была признана весьма сложной, и в настоящее время не планируется никакая демонстрационная

99 Лидар с ортогональной поляризацией для наблюдения за облаками и аэрозолями.

100 Атмосферный ЛИДар.

101 Спутник для изучения земной облачности, аэрозолей и радиации – см. <http://www.esa.int/esaLP/LPearthcare.html>

102 Более подробную информацию о КАЛИПСО, КАЛИОП, EARTH-CARE и АТЛИД см. в базе данных ВМО, упомянутой в разделе 6.1. http://www.wmo.int/pages/prog/sat/gos-intro_en.php

программа, связанная с лидаром для измерения водяного пара. В то же время целесообразно продолжать научно-исследовательскую работу по подобной системе наблюдений, а также целесообразно планировать, в случае необходимости, демонстрационную программу.

6.3.4.2 Низкочастотный микроволновый радиометр, установленный на спутниках НЗО

Микроволновые радиометры, установленные на спутниках НЗО, могут осуществлять наблюдения за соленостью океана и влажностью почвы, но с ограниченным горизонтальным разрешением. В крупных масштабах информация о солености будет полезна для связанных с океаном применений, в сезонном и межгодовом прогнозировании, а также мониторинге климата. Данные о влажности почвы, сообщенные этими микроволновыми приборами, должны быть также полезными для ЧПП, сезонного и межгодового прогнозирования, гидрологии и мониторинга климата. Горизонтальное разрешение, обеспечиваемое этими приборами, может иметь важнейшее значение для удовлетворения потребностей пользователей в прибрежных районах и для морских применений с высоким разрешением.

Спутник ПВСО¹⁰³ был запущен в январе 2009 г. и предполагается, что он будет сообщать данные до 2014 г. Ожидается, что спутник SAC-D, являющийся совместной разработкой Аргентины и НАСА¹⁰⁴, будет сообщать аналогичные данные в период 2012-2015 гг. Подобные комплекты научно-исследовательских данных должны передаваться в оперативные метеорологические, гидрологические и океанографические центры для оценки в близком к реальному режиму времени. Если полученная польза будет сочтена достаточно значительной, то следует запланировать подготовку оперативной программы.

Действие S32

Действие: изучить выгоды, которые спутниковые демонстрационные программы, такие как ПВСО (программы, основанные на использовании низкочастотных микроволновых радиометров), приносят в квазиоперативном контексте для атмосферных, гидрологических и океанических моделей, и решить вопрос о том, могут ли разрабатываться аналогичные оперативные программы.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологического, гидрологического и океанического моделирования.

Срок: как можно скорее для исследований воздействий; в период, начиная с 2013 г., решить вопрос о новых программах.

Оценочный показатель: совершенствование разных моделей, достигнутое благодаря использованию этих микроволновых данных.

Соленость океана и влажность почвы являются переменными величинами, колебания которых являются значительными для того, чтобы рассматривать их в климатическом масштабе. Важное значение имеет архивирование рядов данных; см. рекомендации в разделе ПО-ГСНК, посвященном исследованию океана.

103 ПВСО: почвенная влажность и соленость океана; руководство демонстрационной спутниковой программой осуществляется ЕКА, см.: http://www.esa.int/esaLP/ESAMBA2VMOC_LPsmos_0.html

104 См. <http://aquarius.nasa.gov/>

6.3.4.3 Микроволновые формирователи изображений/зонды на спутниках ГСС

Благодаря использованию микроволновых формирователей изображений и зондов на геостационарных спутниках можно обеспечить проведение весьма частых наблюдений за осадками, а также характеристиками облаков (содержание жидкой воды и льда) и профилей температуры/влажности атмосферы. Однако подобные приборы являются очень сложными по нескольким причинам технического характера. Одной из причин является необходимость эксплуатации очень больших антенн на орбитах ГСС.

Потенциальная выгода от подобных спутниковых приборов была бы весьма значительной в плане глобальной оценки полей осадков (во всех временных масштабах). Они были бы весьма хорошими дополнениями к приборам аналогичного типа, размещенным на спутниках НЗО (см. разделы 6.3.2.4 и 6.3.3.7, посвященные микроволновым формирователям изображений, ГИО и полям осадков). Поэтому вполне обоснованным является планирование демонстрационной программы по размещению микроволновых приборов на борту геостационарного спутника.

Действие S33

Действие: планировать и разрабатывать демонстрационную программу по размещению микроволновых приборов на борту геостационарного спутника с целью значительного совершенствования наблюдений за облаками и осадками в режиме реального времени.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологического и гидрологического моделирования.

Срок: как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.

Оценочный показатель: успех применения микроволновых приборов на борту спутника ГСС с последующим повышением эффективности благодаря использованию данных для целей метеорологического и гидрологического прогнозирования.

6.3.4.4 Многоспектральные узкополосные приборы в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне с высоким разрешением, установленные на спутниках ГСС

Подобные приборы на спутниках ГСС явились бы естественным дополнением приборов в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне, установленных на борту спутников НЗО (описаны в разделе 6.3.3.5). Они способствовали бы наблюдениям за цветом океана, растительностью, облаками и аэрозолями, а также мониторингу бедствий, обладая обычным преимуществом спутников ГСС по сравнению со спутниками НЗО, а именно частотой изображений, которая делает наблюдение диска Земли, находящегося в поле зрения спутника, почти непрерывным. Однако их осуществление является гораздо более сложной задачей по сравнению со спутниками НЗО из-за большой высоты геостационарной орбиты.

Действие S34

Действие: планировать и разрабатывать демонстрационную программу по размещению приборов в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне с высоким разрешением на борту геостационарного спутника с целью значительного

совершенствования наблюдений за цветом океана, растительностью, облаками и аэрозолями при помощи многоспектральных узкополосных датчиков.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологических, океанических и экологических исследований.

Срок: как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.

Оценочный показатель: успех этого типа прибора, установленного на борту спутника ГСС, с последующим усовершенствованием благодаря использованию данных в области метеорологии, океанографии и науки об окружающей среде.

6.3.4.5 Формирователи изображений в видимой/ближней инфракрасной области спектра, установленные на спутниках на высоко эллиптической орбите (ВЭО) с большим углом наклона

ВЭО никогда не использовалась для целей метеорологии и океанографии. Ее главное преимущество состоит в том, что спутник может оставаться близко к вертикали одного из конкретных регионов Земли (на большой высоте) в течение нескольких часов и только ограниченное время на обратной стороне Земли. Если угол наклона орбиты по отношению к экватору является высоким, он практически обеспечивает непрерывность наблюдений, аналогичную геостационарному спутнику, но в полярном регионе. Имея на борту датчики, действующие в видимом/инфракрасном диапазоне, спутник ВЭО будет обеспечивать почти непрерывное наблюдение за большим числом метеорологических и океанических переменных, наблюдения за которыми обычно осуществляется этим типом датчиков, а именно облаками (и ВАД) в высоких широтах, температурой поверхности, морским льдом, шлейфами вулканического пепла, растительностью, пожарами и снежным покровом.

Действие S35

Действие: планировать и разрабатывать демонстрационную программу по установке приборов, действующих в видимом/инфракрасном диапазоне, на борту спутника ВЭО с высокой эллиптической орбитой и высоким углом наклона по отношению к экватору, с тем чтобы охватить полярный район. Цель заключается в проведении таких же экологических наблюдений с качеством, аналогичным качеству наблюдений, проводимых со спутников ГСС.

Кто: руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологических и экологических исследований.

Срок: как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.

Оценочный показатель: успешная работа прибора, действующего в видимом/инфракрасном диапазоне, на борту спутника ВЭО, с последующим усовершенствованием благодаря использованию данных в области метеорологии и науки об окружающей среде.

6.3.4.6 Гравиметрические датчики

Спутники использовались для измерений гравитационных полей в течение нескольких десятилетий. Несколько датчиков гравитационных полей находятся сейчас в полете на борту спутника GRACE¹⁰⁵ США или спутника EKA GOCE¹⁰⁶.

105 Эксперимент по изучению климата и гравитационных возмущений – <http://www.csr.utexas.edu/grace/>

106 Исследователь гравитационного поля и устойчивого состояния циркуляции океана – <http://www.esa.int/esaLP/LPgoce.html>

Эти приборы могут измерять гравитационное поле Земли и отслеживать его колебания во времени и пространстве. На основе этих колебаний можно получать информацию о массе подземных вод или о массе воды в некоторых озерах и реках. Таким образом они вносят вклад в мониторинг подземных вод, наряду с рядом систем наблюдений в точке, описанных в разделе 5.3.3.3.

Отметим, что приборы для измерения гравитации часто летают на многопользовательских платформах: например принимающие устройства ГНСС, размещенные на любой платформе для измерения гравитационного поля, могут быть использованы, если они правильно установлены, для радиозатмения атмосферы, способствуя прогнозированию и климатическим применениям, как это описано в разделе 6.3.3.2.

7. КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА

Слова «космическая погода» означают физические процессы, происходящие в космической среде под воздействием Солнца и верхних слоев атмосферы Земли, и в конечном итоге затрагивающие деятельность человека на Земле и в космосе. Помимо постоянной ультрафиолетовой (УФ), видимой и инфракрасной (ИК) радиации, которая оказывает радиационный форсинг на состояние нашей погоды и климата в верхней части атмосферы и поддерживает состояние ионосферы, Солнце выбрасывает постоянный поток плазмы солнечного ветра, который переносит создаваемое Солнцем магнитное поле, и выбрасывает эруптивную энергию в виде вспышек электромагнитной радиации (радиоволны, излучение в инфракрасном, видимом, ультрафиолетовом диапазоне, рентгеновские лучи), частиц энергии (электроны, протоны и тяжелые ионы) и высокоскоростной плазмы, образующихся в результате выбросов коронарной массы. Солнечный ветер и эруптивные возмущения (т. е. солнечные бури) распространяются в межпланетное пространство и оказывают воздействие на это пространство и окружающую среду Земли.

Электромагнитная радиация перемещается со скоростью света, и ей необходимо 8 минут для покрытия расстояния от Солнца до Земли, в то время как частицы энергии перемещаются медленнее, им нужно от десятков минут до часов для того, чтобы проделать путь от Солнца до Земли. При обычных скоростях фоновая плазма солнечного ветра достигает Земли приблизительно за 4 дня, в то время как самые быстрые выбросы коронарной массы могут достигнуть Земли менее чем за один день. Солнечный ветер и солнечные возмущения взаимодействуют с магнитным полем Земли и внешней атмосферой в результате сложных процессов, вызывая попадание самых разнообразных частиц энергии и потоков электричества в магнитосферу, ионосферу и термосферу. Это может привести к образованию опасной среды для спутников и людей, находящихся на больших высотах, ионосферным возмущениям, колебаниям геомагнитного поля, а также появлению северного сияния, что может сказаться на ряде видов обслуживания и инфраструктуре поверхности Земли или функционировании воздушных судов или спутников, находящихся на орбите Земли. Угрозы, связанные с космической погодой, будут, безусловно, возрастать как в ближайшей перспективе в связи с приближением максимальной солнечной активности, так и в долгосрочной перспективе, поскольку увеличивается наша зависимость от технологий, находящихся под воздействием космической погоды.

Наблюдения за космической погодой необходимы для того, чтобы: прогнозировать вероятность возникновения возмущений, связанных с космической погодой; давать

тревожные сообщения об опасности при превышении критических значений возмущения; постоянно информировать о существующих экологических условиях; определять климатологические условия для разработки как космических систем (т. е. спутники и безопасные для космонавтов процедуры), так и наземных систем (т. е. защита сетей электропередач и управление движением воздушных судов); разрабатывать и проверять численные модели; и проводить исследования, которые повысят уровень нашей информированности. Бесконечность космического пространства и широкий круг физических шкал, которые контролируют динамику космической погоды, требуют применения численных моделей для характеристики условий в космосе и для предсказания наступления возмущений и их последствий. Для извлечения максимальной пользы из редко проводимых измерений необходимо использовать данные наблюдений за космической погодой посредством их ассимиляции в эмпирические или физические модели. Всеобъемлющая сеть наблюдений за космической погодой должна включать наземные и космические лаборатории. Как наземный, так и космический сегменты, должны осуществлять комплекс дистанционных измерений и изменений в точке.

Сегодня службы, работа которых основана на использовании оперативных и научно-исследовательских средств наблюдений, могут помочь странам – членам ВМО в мониторинге возмущений и предупреждении о приближающихся бурях. В то же время, космическая среда характеризуется недостаточной плотностью наблюдений. Существенные пробелы в наших возможностях для наблюдений ограничивают нашу способность давать всеобъемлющую характеристику важных физических параметров и снижают точность наших прогностических моделей. Не все существующие наземные и космические средства наблюдений были включены в координируемую сеть наблюдений. Это относится к ряду принимающих станций Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), наземным измерениям магнитного поля Земли и спутниковым измерениям частиц энергии и магнитного поля в космосе. Кроме того, не планируется непрерывность работы некоторых важных космических программ мониторинга.

В рамках Информационной системы ВМО (ИСВ) и Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСНВ) можно проводить расширение и дальнейшую интеграцию существующих систем наблюдений и центров обслуживания, расширяя таким образом возможности для предоставления широкого спектра услуг. Изучение космической погоды является глобальной проблемой, требующей скоординированной глобальной готовности. Все страны-члены имеют возможность вносить вклад в создание будущего потенциала, и от нас требуется совершенствовать процесс сбора и открытого распространения наземных и космических данных о космической погоде. Работая сообща, мы можем достичь глобальной готовности к опасным явлениям космической погоды и реагированию на них.

Действие W1

Действие: разработать и осуществить скоординированный план, обеспечивающий непрерывность измерений солнечных параметров, измерений солнечного ветра и межпланетного магнитного поля, а также получение изображений гелиосферы, включая измерения в разных местах, таких как точка Лагранжа L1, линия Солнце-Земля вверх от точки L1, точка Лагранжа L5, а также необходимую глобальную сеть наземных антенн для приема и обработки данных.

Кто: МКГКП¹⁰⁷, КГМС и космические агентства.

¹⁰⁷ Межпрограммная координационная группа по космической погоде (МКГКП).

Срок: конец 2014 г.

Оценочный показатель: наличие согласованных планов по обеспечению непрерывности наблюдений до 2030 г.

Действие W2

Действие: координировать и стандартизировать существующие данные наземных солнечных наблюдений и расширять их там, где этого требует избыточность данных, и разработать портал общих данных или виртуальную обсерваторию в рамках ИСВ.

Кто: МКГКП и все стороны, осуществляющие солнечные наблюдения с поверхности земли.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: наличие образца данных для наземных солнечных наблюдений.

Действие W3

Действие: увеличить пространственное разрешение наземных наблюдений ГНСС за ионосферой (ОСЭ и свечение неба) либо посредством размещения дополнительных принимающих станций в регионах с плохим охватом данными (например Африка), обеспечивая при этом доступ к данным с существующих принимающих станций, либо путем применения разных средств для приема данных ГНСС, таких как принимающие устройства, установленные на воздушных судах, с тем чтобы уменьшить пробелы в проведении наблюдений над океанами.

Кто: МКГКП и все страны-члены, эксплуатирующие или планирующие создать наземные сети ГНСС.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число наземных принимающих станций ГНСС, предоставляющих данные в близком к реальному масштабе времени.

Действие W4

Действие: повышать своевременность космических измерений ГНСС со спутников НЗО для получения информации в близком к реальному режиму времени о трехмерном распределении плотности электронов в системе ионосферы/плазмосферы (например на основе использования концепции PAPS или другой сети спутниковых наземных станций для быстрой передачи информации).

Кто: МКГКП, КГМС, соответствующие космические агентства и страны – члены ВМО, поддерживающие наземные станции.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число затмений в день, осуществляемых с такой своевременностью, чтобы удовлетворять потребности пользователей.

Действие W5

Действие: способствовать совместному использованию данных наземных ГНСС и данных радиозатмений ГНСС сообществами, занимающимися вопросами метеорологии и космической погоды, и содействовать доступу к этим данным через ИСВ в близком к реальному режиму времени.

Кто: МКГКП, МРГРН¹⁰⁸ и Бюро по проекту ИГСН/ВМО.

Срок: постоянно.

¹⁰⁸ Международная рабочая группа по радиозатменным наблюдениям (МРГРН).

Оценочный показатель: соглашение о совместном использовании данных.

Действие W6

Действие: координировать то, каким образом сообщество, занимающееся изучением космической погоды, использует данные наблюдений при помощи двухчастотного радиолокационного высотомера, с тем чтобы совершенствовать или проверять модели ионосферы и осуществлять оперативный мониторинг общего содержания электронов над океанами.

Кто: МКГКП, Космическая программа ВМО и операторы спутниковой альтиметрии.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число спутниковых альтиметров, сообщающих данные о космической погоде.

Действие W7

Действие: повышать наличие данных наземных магнитометров, поступающих весьма своевременно. Это может быть достигнуто посредством: (i) размещения магнитометров в районах с ограниченным охватом данными; (ii) распространения данных от существующих магнитометров через ИСВ; и (iii) заключения соглашения с поставщиками данных, с тем чтобы их данные использовались для продукции по космической погоде.

Кто: МКГКП и магнитные обсерватории.

Срок: постоянно.

Оценочный показатель: число источников магнитных измерений, имеющих своевременно для того, чтобы удовлетворять потребности пользователей.

Действие W8

Действие: разработать план для поддержания и совершенствования наблюдений за такими компонентами погоды, как плазма и частицы энергии, уделяя особое внимание: (1) обеспечению долгосрочной бесперебойности (и, если возможно, улучшению пространственного разрешения) наблюдений на всех высотах от низких земных до геостационарных орбит; (2) совершенствованию совместного использования данных существующих и планируемых измерений плазмы и частиц энергии; (3) установке датчиков частиц энергии на спутниках ВЭО; (4) проведению исследований по включению данных о плазме и частицах энергии в численные модели для оценок потока во всех местах, где наши спутники находятся на орбите.

Кто: МКГКП, КГМС и космические агентства.

Срок: конец 2014 г.

Оценочный показатель: наличие плана для наблюдений космической погоды, касающихся плазмы и среды частиц энергии.

ПРИЛОЖЕНИЕ I – БИБЛИОГРАФИЯ

Benjamin, S.G., B.D. Jamison, W.R. Moninger, S.R. Sahn, B.E. Schwartz, and T.W. Schlatter, 2010: Relative short-range forecast impact from aircraft, profiler, rawinsonde, VAD, GPS-PW, METAR and mesonet observations via the RUC hourly assimilation cycle. *Mon. Wea. Rev.*, 138, pp.1319-1343.

Boehlert, G.W., D.P. Costa, D.E. Crocker, P. Green, T.O'Brien, S. Levitus, B.J. Le Boeuf, 2001: Autonomous Pinniped Environmental Samplers: Using Instrumented Animals as Oceanographic Data Collectors. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 1882–1893.

Davis, R.E., C.E. Eriksen and C.P. Jones, 2002. Autonomous buoyancy-driven underwater gliders. *The Technology and Applications of Autonomous Underwater Vehicles*. G. Griffiths, ed, Taylor and Francis, London. 324 pp.

Mayer, S., A. Sandvik, M. Jonassen and J. Reuder, 2010: Atmospheric profiling with the UAS SUMO: A new perspective for the evaluation of fine-scale atmospheric models. *Meteorology and Atmospheric Physics*, DOI 10.1007/s00703-010-0063-2.

Messer, H., 2007: Rainfall monitoring using cellular networks. *IEEE Signal Proc. Mag.*, 24, 142–144.

Moninger, W.R., S.G. Benjamin, B.D. Jamison, T.W. Schlatter, T.L. Smith, and E.J. Szoke, 2010: Evaluation of Regional Aircraft Observations using TAMDAR. *Weather and Forecasting*, vol.25, N°2, pp. 627-645.

Poli P., S.B. Healy, F. Rabier, and J. Pailleux, 2009: Preliminary Assessment of the Scalability of GPS Radio Occultation Impact in Numerical Weather Prediction. *Geophysical Research Letters*, 35.

Rabier F., A. Bouchard, E. Brun, A. Doerenbecher, S. Guedj, V. Guidard, F. Karbou, V.-H. Peuch, L. El Amraoui, D. Puech, C. Genthon, G. Picard, M. Town, A. Hertzog, F. Vial, P. Cocquerez, S. Cohn, T. Hock, H. Cole, J. Fox, D. Parsons, J. Powers, K. Romberg, J. Van Andel, T. Deshler, J. Mercer, J. Haase, L. Avallone, L. Kalnajs, C. R. Mechoso, A. Tangborn, A. Pellegrini, Y. Frenot, J.-N. Thépaut, A. McNally, G. Balsamo and P. Steinle, 2010 : The Concordiasi project in Antarctica. *Bull. Amer. Meteor. Soc. (BAMS)*, vol. 91, 1, 69-86.

Rudnick, D. L., R. E. Davis, C. C. Eriksen, D. M. Fratantoni, and M. J. Perry, 2004: Underwater gliders for Ocean Research. *J. Mar. Tech. Soc.*, 38, 73-84.

Stoffelen, A., J. Pailleux, E. Källen, J.M. Vaughan, L. Isaksen, P. Flamant, W. Wergen, E. Andersson, H. Schyberg, A. Culoma, R. Meynart, M. Endemann and P. Ingmann, 2005 : The atmospheric dynamics mission for global wind field measurement *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, January 2005, 73-87.

ПРИЛОЖЕНИЕ II – СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ДЕЙСТВИЙ

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
С1	Удовлетворять растущие потребности пользователей в климатической информации путем поощрения и расширения традиционных платформ наблюдений для метеорологических и климатических наблюдений и содействия такому расширению.	ГСНК и КОС будут руководить осуществлением данного действия наряду с региональными центрами, представляющими пользователей, и организациями, эксплуатирующими компонентные системы наблюдений.	Постоянно	Степень, в которой удовлетворяются потребности пользователей.
С2	Как только соответствующие системы наблюдений на базе исследований проявят себя в качестве достаточно совершенных и рентабельных, применять надлежащую методологию перехода к новому этапу, с тем чтобы стать устойчивой оперативной системой.	КОС в сотрудничестве с КПМН и КАН инициируют эволюцию и будут руководить ею наряду со всеми организациями, эксплуатирующими компонентные системы наблюдений.	Постоянно. Срок определяется для каждого отдельного случая.	Количество устойчивых систем по сравнению с установленными цифрами.
С3	Обеспечить соблюдение стандартов ИСВ всеми операторами, проводящими наблюдения.	Организации и агентства, выполняющие программы наблюдений. Мониторинг действий осуществляется КОС.	Постоянно	Степень применения стандартов ИСВ.
С4	Требуется тщательная подготовка перед внедрением новых (или заменой существующих) систем наблюдений. Оценку последствий необходимо провести путем предварительной и постоянной консультации с пользователями данных и более широким сообществом пользователей. Необходимо также обеспечить пользователей данных руководящими указаниями относительно приема/получения данных, инфраструктуры обработки и анализа, предоставления косвенных данных, а также организации программ по образованию и подготовке кадров.	Все организации, эксплуатирующие компонентные системы наблюдений, следуя при этом лучшим практикам, обеспечиваемым КОС, КАН и другими ТК.	Постоянно	Степень охвата проблем сообщества пользователей.
С5	Обеспечить стабильное финансирование ключевых морских/океанических систем наблюдений (например тропические заякоренные буи, Арго, поверхностные дрейфующие буи с барометрами, а также альтиметр, рефлектометр, ТПМ, определяемая посредством микроволновой радиометрии, измерения морского льда с научно-исследовательских спутников).	НМС, НМГС и партнерские национальные учреждения в сотрудничестве с международными организациями, ТК, отвечающими за координацию систем наблюдений (например СКОММ, КОС и КПМН), и космическими агентствами.	Постоянно	Процент сетей наблюдений, финансируемых через устойчивый механизм.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
С6	Для каждой системы наблюдений, предложенной для эксплуатации в адапционном режиме (т. е. процесс, который будет менять совокупность наблюдений сообразно метеорологической ситуации), изучать вопросы практической осуществимости, экономической эффективности и побочных воздействий на непрерывность записей климатических данных.	Организации, эксплуатирующие сети наблюдений на регулярной основе. Процесс должен быть инициирован и координироваться КОС на основе рекомендаций от КАН, других ТК, РА и ГСНК.	Постоянное рассмотрение процесса практической осуществимости и оценок рентабельности	Число сетей, эксплуатируемых с определенным уровнем целевой направленности.
С7	Обеспечить временную непрерывность и частичное дублирование ключевых компонентов системы наблюдений и их записей данных в соответствии с требованиями пользователей посредством надлежащих процедур управления изменениями.	Руководство осуществляется КОС в сотрудничестве с другими ТК, СКОММ, РА, спутниковыми агентствами, НМС и НМГС и организациями, эксплуатирующими системы наблюдений.	Постоянно. Срок определяется в каждом конкретном случае.	Непрерывность и последовательность записей данных.
С8	Для ВМО и совместно спонсируемых систем наблюдений – обеспечение постоянной приверженности принципам ВМО в отношении совместного использования данных, независимо от происхождения данных, включая данные, предоставляемые коммерческими предприятиями.	НМС и НМГС, а также космические агентства. Мониторинг процесса осуществляется КОС.	Постоянно	Постоянное предоставление всех основных данных наблюдений всем странам – членам ВМО.
С9	Оценивать будущую эволюцию объемов данных, подлежащих обмену и обработке, исходя при этом из прогнозируемых объемов данных, подготовленных будущими космическими и наземными источниками.	ИСВ/ВМО будет осуществлять руководство в сотрудничестве с ТК, СКОММ, РА, спутниковыми агентствами, НМС и НМГС, а также организациями, эксплуатирующими системы наблюдений.	Постоянно	Эволюция объемов данных, подлежащих обработке и обмену.
С10	Осуществлять мониторинг всех основных данных, поступающих в центры обработки и к пользователям, и обеспечивать своевременный поток обратной информации в целях управления сетями наблюдений из центров мониторинга.	Центры обработки данных, координируемые соответствующими ТК и международными программами (КОС будет руководить данным процессом и инициировать его, в случае необходимости).	Постоянно	Обычные критерии мониторинга
С11	Обеспечивать более высокую однородность форматов данных для международного обмена посредством уменьшения числа международно координируемых стандартов.	КОС будет выполнять руководящую роль в сотрудничестве с другими ТК.	Постоянно	Число форматов данных на данный тип данных.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
С12	Обеспечивать постоянный мониторинг радиочастот, необходимых для разных компонентов ИГСНВ, с тем чтобы быть уверенным в их наличии и иметь требуемый уровень защиты.	Руководство будет осуществляться РуГ-КРЧ/ВМО в координации с НМС, НМГС и национальными, региональными и международными организациями, отвечающими за менеджмент радиочастот.	Постоянно	Наличие/отсутствие полос частот для наблюдений с требуемым уровнем защиты.
С13	Разработать стратегии по наращиванию потенциала для систем наблюдений в развивающихся странах, используя для этого проекты, финансируемые международными организациями, двусторонние партнерства и поощрение регионального сотрудничества.	НМС/НМГС, а также РА, КОС, другие ТК, в сотрудничестве с международными программами.	Постоянно	Значительное улучшение возврата данных наблюдений из развивающихся стран.
G1	Обеспечивать согласованность всех метеорологических наблюдений и измерений с системой СИ или стандартами ВМО.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство и контроль будут осуществляться КОС и РА.	Постоянно	Число станций, которые проводят измерения, согласованные с системой СИ или стандартами ВМО.
G2	Обеспечивать, по мере возможности, глобальный обмен ежечасными данными, которые используются для глобальных применений и оптимизированы для того, чтобы уравнивать требования пользователей с ограничениями технического и финансового характера.	НМС/НМГС и РА в координации с КОС международными программами и агентствами. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.	Постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.	Стандартные показатели мониторинга, используемые в глобальном ЧПП ¹⁷
G3	Поощрять глобальный обмен данными в интервале менее часа в поддержку соответствующих областей применения.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.	Постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.	Количество данных с интервалом менее часа, обмен которыми осуществляется через ИСВ.
G4	Обеспечивать, в соответствии со стандартами ИГСНВ/ИСВ, обмен данными наблюдений от системы наблюдений за атмосферой, океаном и сушей. В случае необходимости, организовывать предварительную обработку данных наблюдений на разных уровнях, с тем чтобы удовлетворять разные потребности пользователей.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство данным действием будет осуществляться КОС.	Постоянно. Срок будет определяться применительно к каждой системе наблюдений.	Статистика по данным, предоставленным для каждого применения.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(ы)
G5	Операторам наземных сетей наблюдений следует упростить доступ к данным наблюдений, подходящим для содействия проверке наземных параметров, полученных путем наблюдений из космоса.	Руководство будет осуществляться КОС в сотрудничестве с НМС и НМГС.	Постоянно	Количество наземных данных, предоставленных для валидации спутниковой продукции.
G6	Операторам наземных сетей наблюдений следует рассмотреть вопрос об использовании космических наблюдений/продукции для мониторинга качества данных с наземных сетей.	КОС, НМС, НМГС.	Постоянно	Число наземных систем наблюдений, использующих спутниковые данные для мониторинга качества.
G7	Расширять станции радиозондирования или возобновлять работу молчащих станций радиозондирования с редкой сетью данных в Регионах I, II и III, которые характеризуются самым плохим охватом данными. Предпринять всевозможные усилия для предотвращения закрытия существующих станций в этих районах с редкой сетью данных, где даже весьма малое число станций радиозондирования может принести существенные выгоды всем пользователям.	НМС/НМГС в сотрудничестве с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС вместе с РА.	Постоянно	Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП ¹⁷
G8	Пересмотреть структуры сетей радиозондирования (например используя отдельные станции), учитывая при этом другие имеющиеся источники данных, такие как АМДАР и профилометры ветра.	КОС, опирающаяся на исследования воздействий ЧПП и исследования структур сетей, в координации НМС/НМГС, собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, другими ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство осуществлением данного действия будет осуществляться КОС и РА.	2015 г. (или ранее) для первого перепроектирования.	Разработанная и осуществленная структура.
G9	Продолжать исследования и проверки полезности данных наблюдений, полученных благодаря увеличению частоты запусков радиозондов в некоторых пунктах наблюдений в связи с метеорологической ситуацией в данном районе.	НМС/НМГС, научно-исследовательские учреждения и другие организации, эксплуатирующие сети радиозондирования или организующие полевые эксперименты, а также центры ЧПП. Руководство данным действием будет осуществляться КОС и КАН.	Постоянно; график определяется региональным и кампаниями.	Число пунктов радиозондирования, способных стать «адаптивными», наряду с количеством проведенных наблюдений (стандартный мониторинг).

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G10	Изучить возможность оптимизировать сеть радиозондирования, с тем чтобы сделать традиционный охват аэрологическими наблюдениями более единообразным, учитывая все потребности пользователей в плане пространственного и временного распределения; и подготовить соответствующие рекомендации для КОС относительно соответствующего обновления Технического регламента.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.	2015 г., затем постоянно.	Стандартные показатели мониторинга
G11	Повышать качество, доступность и устойчивость ГУАН, обеспечивая техническое обслуживание существующей сети и качество данных.	Руководство будет осуществляться КОС в координации с ГСНК, НМС/НМГС, ТК, РА и другими соответствующими организациями.	Постоянно	Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП
G12	Продолжать осуществление ГРУАН посредством поддержки и развития первоначальных 15 станций и конечного завершения полноценной сети из 30-40 станций.	Руководство будет осуществляться КОС в координации с ГСНК, НМС/НМГС, ТК, РА и другими соответствующими организациями.	Постоянно	Стандартные показатели мониторинга, используемые в ЧПП, и показатели, определенные в рамках потребностей в наблюдениях ГРУАН.
G13	Определять станции радиозондирования, которые проводят регулярные измерения (включая радиозонды, эксплуатируемые только во время кампаний), но данные которых не передаются в режиме реального времени. Принять меры для обеспечения наличия данных.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.	Постоянно	Число вышеуказанных станций радиозондирования, предоставляющих данные в ГСТ, плюс стандартные показатели мониторинга по наличию и своевременности данных радиозондирования.
G14	Обеспечивать своевременное распространение данных радиозондовых измерений с высоким вертикальным разрешением, наряду с информацией о позиции и времени для каждого ряда данных, а также других соответствующих метаданных.	НМС/НМГС в координации с собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, ТК, РА и другими соответствующими организациями. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и РА.	Постоянно	Число пунктов радиозондирования, предоставляющих профили высокого разрешения.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(ы)
G15	Проводить исследования влияния ЧПП для оценки влияния радиозондовых данных выше уровня 100 гПа на глобальное ЧПП в контексте современных систем наблюдений (2012 г.).	Центры ЧПП, координируемые ГЭ-ЭГСН в сотрудничестве с КАН.	До конца 2013 г.	Количество проведенных независимых исследований.
G16	Проводить ЭМСН для оценки воздействия более точной информации на уровне 100 гПа на тропосферные прогнозы.	Центры ЧПП, координируемые ГЭ-ЭГСН/КОС и КАН.	До конца 2013 г.	Количество проведенных независимых экспериментов аналогичного характера.
G17	Разрабатывать сети станций дистанционного зондирования профилей в региональном масштабе для дополнения радиозондовых и самолетных систем наблюдений, главным образом на основе региональных и национальных потребностей локальных пользователей (хотя часть данных измерений будет использоваться глобально).	Организации, эксплуатирующие станции зондирования профилей в обычном или исследовательском режиме, в сотрудничестве с НМС/НМГС, РА, ТК (главным образом КАН, КОС и КПМН) и другими региональными учреждениями (например ЕВМЕТНЕТ в Европе). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС в сотрудничестве с КПМН, КАН и РА.	Постоянно. Подробные графики будут разрабатываться РА на региональном уровне.	Количество станций профилирования, предоставляющих ИСВ/ГСТ прошедшие оценку качества данные в режиме реального времени.
G18	Обеспечивать в максимально возможной степени требуемую обработку данных профилометров и обмен ими для локального, регионального и глобального использования. Если данные профилометров можно выпускать чаще, чем один раз в час, то можно осуществляться глобальный обмен комплектом данных, содержащим только данные почасовых наблюдений, соблюдая при этом принципы ИСВ.	Организации, эксплуатирующие профилирующие станции в обычном или исследовательском режиме, в координации с НМС/НМГС, РА, ТК (главным образом КАН, КОС и КПМН) и другими региональными учреждениями (например ЕВМЕТНЕТ в Европе). КОС будет осуществляться руководство исполнением данного действия наряду с РА.	Постоянно. Подробные графики будут разрабатываться РА на региональном уровне.	Количество профилирующих станций, осуществляющих глобальный обмен.
G19	Расширять охват АМДАР районов, которые характеризуются в настоящее время плохим охватом, особенно в Регионах I и III, уделяя при этом особое внимание предоставлению данных в аэропортах в тропиках и южном полушарии, где особенно необходимы данные о вертикальных профилях для дополнения существующего охвата данными радиозондирования и его вероятной эволюции.	НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, РА. Данное действие будет осуществляться руководством Программой АМДАР.	Постоянно	Число аэропортов, в которых проводятся измерения АМДАР. Количество данных о вертикальных профилях и данных АМДАР в целом, измеряемое при помощи обычных показателей текущих программ АМДАР.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G20	Расширять Программу АМДАР, с тем чтобы оборудовать и активировать для работы в больших международных масштабах флоты и воздушные суда (т. е. флоты и воздушные суда, совершающие полеты в международные аэропорты и между ними вне границ страны происхождения) и расширить использование систем оптимизации данных в поддержку повышения качества охвата аэрологическими наблюдениями и их эффективности, а также адаптивной функциональности системы.	НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, РА, КОС и руководство Программой АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.	Постоянно	Число аэропортов, в которых проводятся измерения АМДАР, и ежедневное количество данных о вертикальных профилях в каждом аэропорту. Число международных авиалиний и воздушных судов, оборудованных для проведения наблюдений АМДАР. Адаптивность Программы АМДАР.
G21	Учитывая характер системы наблюдений с борта самолета как все более важного и базового компонента Глобальной системы наблюдений, стремиться заключать соглашения с авиалиниями и авиационной промышленностью для обеспечения поддержки и стандартизации данной системы, инфраструктуры, данных и протоколов передачи данных в рамках соответствующей авиационной отрасли, с тем чтобы обеспечить бесперебойность и надежность данной системы.	НМС, НМГС в сотрудничестве с национальными и прочими авиалиниями и авиационной промышленностью, РА, КОС и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.	Постоянно	Соглашения, заключенные с партнерами и организациями авиационной промышленности.
G22	Продолжать разработку и оперативное внедрение датчиков влажности в качестве составного компонента системы АМДАР для обеспечения того, чтобы данные о влажности обрабатывались и передавались таким же способом, что и данные о ветре и температуре.	НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями и ТК (КОС, КПМН) и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.	Постоянно	Количество воздушных судов, предоставляющих данные о влажности в режиме реального времени.
G23	Улучшать и расширять возможности для сообщения данных наблюдений о переменных атмосферной турбулентности и обледенения в качестве составного компонента системы АМДАР и в соответствии с потребностями соответствующих программных областей и пользователей данных.	НМС, НМГС в сотрудничестве с авиалиниями и ТК (КОС, КПМН) и руководством Программы АМДАР, РА. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.	Постоянно	Количество воздушных судов, предоставляющих данные об атмосферной турбулентности и обледенении в режиме реального времени.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G24	Разрабатывать и оперативно внедрять системы АМДАР, адаптированные к небольшим самолетам, эксплуатируемым в региональном масштабе и совершающим полеты на низкой высоте в тропосфере.	Авиалинии, эксплуатирующие небольшие самолеты, НМС, НМГС в сотрудничестве с РА, КОС и руководством Программы АМДАР. Данное действие будет осуществляться руководством Программы АМДАР.	Постоянно	Количество небольших самолетов, проводящих оперативные наблюдения АМДАР в режиме реального времени.
G25	Призывать руководителей национальных программ метеорологических наблюдений расширять сферу действия этих станций для включения наблюдений за химией атмосферы.	НМС/НМГС и соответствующие организации и научно-исследовательские учреждения, проводящие наблюдения за составом атмосферы, в координации с ТК (особенно КАН и КОС) и РА. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КАН и КОС совместно с РА.	Постоянно. График будет определяться для каждой РА.	Количество станций мониторинга состава атмосферы.
G26	Получать больше пользы от существующих принимающих станций ГНСС посредством заключения договоренностей о сотрудничестве с владельцами и операторами станций для получения доступа к данным, их обработки и совместного использования в режиме реального времени с целью получения метеорологической информации или данных о состоянии ионосферы (ОЗВ или ИВП, ОЧЭ).	НМС/НМГС (индивидуально или в составе многосторонних группировок) будут руководить исполнением данного действия и должны будут сотрудничать с владельцами/операторами станций, с РА (для определения потребностей в обмене) и с ТК (для получения соответствующих руководящих указаний).	Постоянно	Количество принимающих станций ГНСС, предоставляющих свои данные в режиме реального времени; количество станций, которые могут быть использованы для ЧПП в соответствии с обычными критериями мониторинга ¹⁷
G27	Организовать глобальный обмен данными принимающих станций ГНСС с целью удовлетворения требования в отношении частоты порядка одного часа (для удовлетворения требований глобальных применений).	Организации и научно-исследовательские учреждения, эксплуатирующие принимающие станции ГНСС, в сотрудничестве с НМС/НМГС, с РА, ТК (особенно КАН и КОС) и другими международными организациями (например ЕВМЕТНЕТ). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС совместно с РА.	Постоянно	Количество принимающих станций ГНСС, данными которых обмениваются глобально в режиме реального времени.
G28	Оптимизировать наблюдения над сушей за водяным	Организации и научно-	Постоянно	Количество принимаю-

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
	паром на высотах, учитывая совместное создание дополнительных принимающих станций ГНСС, а также других систем наблюдений за влажностью.	исследовательские учреждения, эксплуатирующие принимающие станции ГНСС, в сотрудничестве с НМС/НМГС, с РА, ТК (особенно КАН и КОС) и другими международными организациями (например ЕВМЕТНЕТ). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться НМС/НМГС совместно с РА.		щих станций ГНСС, предоставляющих свои данные в режиме реального времени; количество станций, которые могут быть использованы в ЧПП в соответствии с обычными критериями мониторинга ¹⁷
G29	Расширять БСРН для обеспечения глобального охвата.	НМС/НМГС и научно-исследовательские организации, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Количество станций БСРН.
G30	Обеспечивать в максимально возможной степени глобальный обмен данными о переменных, измеряемых наземными станциями наблюдений (включая климатологические станции), с по крайней мере одночасовой частотой и в режиме реального времени.	НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Процент данных наблюдений, обмен которыми осуществляется глобально с одночасовой частотой (относится к числу станций, проводящих ежечасные наблюдения).
G31	Улучшать совместимость данных, их наличие (с более высокой частотой) и охват данными приземных наблюдений (включая климатологические) посредством менеджмента качества, автоматизации и обмена данными в режиме реального времени в максимально возможной степени со всех оперативных станций.	НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Процент станций, распространяющих данные наблюдений, прошедшие контроль качества, в режиме реального времени через ИСВ/ГСТ (применительно к числу проводящих наблюдения станций).
G32	Обеспечивать обмен данными о переменных, измеряемых приземными станциями (в том числе климатологическими), наряду с доступом к соответствующим метаданным, согласно стандартам ИГСНВ и ИСВ. Особое внимание следует уделять неопределенности барометрической высоты.	НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Обычные показатели мониторинга ¹⁷

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G33	Совершенствовать структуру Региональной опорной синоптической сети (РОСС) и Региональной опорной климатологической сети (РОКС), прилагая при этом все усилия для сохранения станций, имеющих важное значение для исследований климата.	КОС, руководящая исполнением данного действия на основе соответствующих исследований влияния ЧПП и исследований структуры сетей, в координации с НМС/НМГС, собственными и совместно спонсируемыми программами ВМО, другими ТК, РА и прочими соответствующими организациями.	2015 г.	Разработанная и внедрена структура.
G34	Осуществлять как можно быстрее обмен в близком к реальному режиму времени данными наблюдений за составом атмосферы, которые проводятся на приземных станциях. Следовать рекомендациям ГСА и практикам ИГСНВ и ИСВ для осуществления этого распространения, а также стандартным практикам оценки качества.	Организации и научно-исследовательские учреждения, проводящие наблюдения за составом атмосферы, в координации с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КАН и КОС совместно с РА.	Постоянно. График будет определяться для каждой РА.	Число приземных станций наблюдений за составом атмосферы, предоставляющих прошедшие контроль качества данные в режиме реального времени.
G35	Осуществить как можно быстрее комплексную сеть опорных станций наблюдений за криосферой «КриоНет».	Организации, учреждения и научно-исследовательские агентства, проводящие наблюдения и мониторинг криосферы, в координации, в случае необходимости, с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться группой по КриоНет. Контролировать данное действие будут Консультативный совет и Совет по управлению ГСК.	2014 г.	Число опорных станций, участвующих в КриоНет.
G36	Обеспечивать в максимально возможной степени обмен данными о криосфере из КриоНет в режиме реального и близкого к реальному времени. Следовать практикам ГСК, ИГСНВ и ИСВ для осуществления этого распространения, а также стандартным практикам оценки качества и архивирования данных.	Организации, учреждения и научно-исследовательские агентства, проводящие наблюдения и мониторинг криосферы, в координации, в случае необходимости, с НМС/НМГС, РА и ТК. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться группой по КриоНет. Контролировать данное действие будут Консультативный совет и Совет по управлению ГСК.	2014 г.	Число станций КриоНет, предоставляющих прошедшие контроль качества данные.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(ы)
G37	Повышать эффективность глобального обнаружения молний путем более широкого размещения систем обнаружения молний на больших расстояниях и введения в эксплуатацию большего числа этих систем. Приоритетное внимание следует уделять ликвидации пробелов в населенных районах и вдоль маршрутов коммерческих авиалиний.	НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний на больших расстояниях, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН, совместно руководящими исполнением данного действия.	Постоянно	Охват данными для этого типа наблюдений.
G38	Разрабатывать и внедрять методы интеграции данных обнаружения молний из разных систем, в том числе из наземных и космических систем, с тем чтобы обеспечивать наличие комплексной продукции.	НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН, совместно руководящими исполнением данного действия.	Постоянно	Уровень интеграции систем обнаружения молний.
G39	Совершенствовать обмен данными обнаружения молний в режиме реального времени посредством разработки и внедрения согласованных протоколов для обмена данными.	НМС/НМГС и агентства, эксплуатирующие системы обнаружения молний, НМС, НМГС, РА и ТК, координируемые КОС и КПМН.	Постоянно	Процент данных наблюдений, обмен которыми происходит на региональном и глобальном уровнях.
G40	Обеспечивать в максимально возможной степени обмен в режиме реального времени данными наблюдений, соответствующими метаданными, включая оценку репрезентативности, осуществляемую наземными станциями, обслуживающими целевые применения (дорожный транспорт, авиация, сельскохозяйственная метеорология, городская метеорология и т. д.).	Агентства, эксплуатирующие станции, обслуживающие целевые применения, НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Процент данных наблюдений с вышеуказанных станций, обмен которыми осуществляется регионально и глобально в режиме реального времени.
G41	Повышение эффективности наблюдений в потенциальных областях для поддержки исследований, связанных с разработкой и функционированием возобновляемых источников энергии, а также для понимания влияния этих источников на местную погоду и климатические явления, связанные с эксплуатацией технологий возобновляемых источников энергии.	Агентства, эксплуатирующие станции, обслуживающие целевые применения, НМС/НМГС, РА и ТК, координируемые КОС.	Постоянно	Количество наблюдений в поддержку возобновляемых источников энергии.
G42	Для целей изучения климата поддерживать в рабочем состоянии существующие гидрологические станции базовой сети ГСНК/ГСНПС и способствовать глобальному обмену их данными.	Все гидрологические службы, эксплуатирующие эти опорные станции, ТК ВМО (КГи и КОС), ГСНК. Руководство исполнением этого действия будет осуществляться КОС и ГСНК.	Постоянно	Процент гидрологических опорных станций, осуществляющих глобальный обмен прошедшими контроль данными.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(ы)
G43	Включать наблюдения ключевых гидрологических переменных (жидкие и твердые осадки, испарение, высота снежного покрова, запас воды в снежном покрове, толщина льда на озерах и реках, уровень воды, расход воды, влажность почвы) в комплексную систему для согласованных наблюдений, обработки данных и обмена ими, соблюдая при этом стандарты ИГСНВ.	Гидрологические службы, ГСНК, ТК ВМО (КГи и КОС), руководящие исполнением данного действия.	Постоянно	Процент гидрологических данных, интегрированных в эту систему.
G44	Продолжать расширять существующие программы наблюдений и мониторинга подземных вод, включая расширение ИГРАК.	Гидрологические службы в сотрудничестве с КГи/ВМО, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) и ГСНПС (особенно ее компонента ГСНПС-ПВ (Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши-подземные воды)). КГи/ВМО и ГСНПС будут руководить исполнением данного действия.	Постоянно	Число действующих станций мониторинга подземных вод.
G45	Увеличить масштабы размещения, калибровки и использования радиолокаторов с двойной поляризацией в тех регионах, где это принесет пользу.	Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС в сотрудничестве с КПМН, РА и НМС/НМГС.	Постоянно	Охват данными, обеспечиваемый радиолокатором этого типа для каждого Региона.
G46	Проводить сравнение программного обеспечения метеорологических радиолокаторов с поставленной задачей для повышения качества количественных оценок осадков (КОО).	КПМН в сотрудничестве с НМС/НМГС и агентствами, эксплуатирующими метеорологические радиолокаторы.	Постоянно	Руководящие указания, предоставленные операторам и странам-членам.
G47	В отношении районов в развивающихся странах, которые чувствительны к штормам и паводкам, должны быть предприняты особые усилия для установки и поддержания в рабочем состоянии метеорологических радиолокационных станций.	НМС/НМГС, агентства, эксплуатирующие метеорологические радиолокаторы, в сотрудничестве с РА и ТК (КОС, КПМН и КГи). Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС.	Постоянно	Число оперативных метеорологических радиолокационных станций в вышеуказанных районах.
G48	Определить данные метеорологических радиолокаторов, обмен которыми должен осуществляться на региональном и глобальном уровнях; предложить частоту обмена этими данными и разработать систему обработки данных метеорологических радиолокаторов совместно с разработкой продукции, определяемой национальными, региональными и глобальными потребностями.	КОС (руководит исполнением данного действия), КПМН, КГи в сотрудничестве с НМС/НМГС, агентствами, эксплуатирующими метеорологические радиолокаторы (в сотрудничестве с РА).	Постоянно	Объем радиолокационных данных, обмен которыми осуществляется на глобальном и региональном уровнях.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G49	Поддерживать в рабочем состоянии и оптимизировать существующую сеть АСАП в Северной Атлантике и разрабатывать аналогичные программы для северной части Тихого океана и Индийского океана.	НМС, НМГС в сотрудничестве с компаниями, эксплуатирующими коммерческие суда, РА, СКОММ, КОС и КАН. Руководство осуществляется СКОММ.	Постоянно	Объем данных АСАП, имеющихся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).
G50	Обеспечивать внедрение самых современных технологий для повышения точности всех измерений, проводимых на морских станциях. Разрабатывать средства для измерения видимости над океаном.	НМС, НМГС и национальные партнерские учреждения в сотрудничестве с международными организациями и космическими агентствами. Руководство исполнением данного действия будут осуществлять СКОММ, КОС и КПМН.	Постоянно	Обычные показатели мониторинга по наличию и качеству морских наблюдений.
G51	Повышать качество судовых наблюдений посредством более регулярных взаимодействий с центрами мониторинга ЧПП и более регулярных проверок приборов, находящихся на борту судов.	Портовые метеорологи (ПМ), НМС, НМГС и другие центры мониторинга ЧПП в сотрудничестве с компаниями, эксплуатирующими коммерческие суда. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.	Постоянно	Обычные показатели мониторинга ЧПП.
G52	Поддерживать ГСБД в выполнении ею задачи по поддержанию и координации всех компонентов глобальной сети из более чем 1 250 дрейфующих буев и 400 заякоренных буев, которая обеспечивает измерения таких переменных, как ТПМ, скорость поверхностных течений, температура воздуха, скорость и направление ветра.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.	Постоянно	Объем прошедших контроль качества данных с заякоренных и дрейфующих буев, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).
G53	Устанавливать барометры на всех новых устанавливаемых дрейфующих буях.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.	Постоянно	Наличие наблюдений давления у поверхности с дрейфующих буев.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G54	В тропической части Индийского океана расширить существующую сеть заякоренных буев для обеспечения охвата данными, аналогичного их охвату в тропической части Атлантического и Тихого океанов.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.	Постоянно	Число заякоренных буев и их охват данными в тропической части Индийского океана (обычные показатели мониторинга).
G55	Расширить охват данными с ледовых буев северной полярной шапки посредством регулярной установки новых дрейфующих буев.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты, в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими океанские буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС и СКОММ.	Постоянно	Объем данных с ледовых буев в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга ЧПП).
G56	Обеспечить глобальное наличие данных измерений уровня моря в точке (мареографы, цунамометры).	НМС, НМГС и национальные партнерские учреждения в сотрудничестве с международными организациями и космическими агентствами. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ, КОС и КПМН.	Постоянно	Объем данных мареографов, имеющих в глобальном масштабе.
G57	Для целей прогнозирования состояния океана и погоды осуществить перевод сети ныряющих буев Арго из научно-исследовательского режима в оперативный режим и обеспечить своевременное предоставление и распространение данных высокого вертикального разрешения для профилей подповерхностной температуры и солености.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты в сотрудничестве с проектом Арго, СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими ныряющие буи, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ в сотрудничестве с КОС.	Постоянно	Объем данных с ныряющих буев, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга).

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
G58	Повышать для целей прогнозирования состояния океана и погоды своевременность предоставления и распределения данных высокого вертикального разрешения для профилей подповерхностной температуры, получаемых с судов/ОБТ.	НМС, НМГС, национальные океанографические институты в сотрудничестве со СКОММ, международными организациями и компаниями, эксплуатирующими суда, попутно выполняющие наблюдения, КОС и КПМН. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться СКОММ в сотрудничестве с КОС.	Постоянно	Объем данных ОБТ, имеющийся в режиме реального времени (обычные показатели мониторинга).
G59	По мере возможности и целесообразности, объединять автоматические измерения состава атмосферы с воздушных судов с измерениями параметров ветра, температуры и влажности, с проведением обработки и распространения данных в соответствии со стандартами ГСА и другими соответствующими стандартами.	Организации, занимающиеся измерениями параметров атмосферы с самолетных платформ, НМС, НМГС в сотрудничестве с коммерческими и прочими авиалиниями, ТК ВМО (КОС, КПМН, КАН) и группой экспертов по АМДАР. Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КОС, КАН и группой экспертов по АМДАР.	Постоянно	Число воздушных судов, проводящих как метеорологические наблюдения, так и измерения состава атмосферы в режиме реального времени.
S1	Дать возможность странам-членам, в случае необходимости, воспользоваться в полной мере эволюционирующими спутниковыми технологиями при помощи руководящих указаний по системам приема и распространения данных, включая необходимые обновления инфраструктуры.	КОС руководит исполнением данного действия в консультации с КГМС и операторами спутников.	Постоянно	Уровень позитивного реагирования на обследование потребностей пользователей в странах-членах.
S2	Операторы спутников должны давать полное описание всех этапов подготовки спутниковой продукции, включая используемые алгоритмы, конкретные используемые комплекты спутниковых данных, а также характеристики и результаты процедуры валидации.	Операторы спутников КГМС и КЕОС.	Постоянно	Количество полностью документированной продукции, соответствующей процедуре СтМК.
S3	Операторы спутников должны обеспечивать долгосрочное сохранение данных и научно обоснованное использование данных, включая регулярную повторную обработку (приблизительно каждые пять лет).	Операторы спутников в координации с ГСНК.	Постоянно	Наличие архивов долгосрочных спутниковых данных, наряду с их регулярной повторной обработкой.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S4	Странам-членам должна быть предоставлена возможность воспользоваться эволюционирующими спутниковыми технологиями посредством адекватного и ориентированного на применение образования и подготовки кадров (включая дистанционное обучение).	КГМС, действующая через свою виртуальную лабораторию (ВЛаб), включая показательные центры, и партнеров.	Постоянно	Уровень позитивного реагирования на обследование потребностей стран-членов в области подготовки кадров.
S5	Регионам следует определить и обосновать потребности в комплексах спутниковых данных и продукции.	РА и операторы спутников, действующие через свои региональные целевые группы и показательные центры ВЛаб.	Постоянно	Полнота и действительность совокупности региональных потребностей.
S6	Поддерживать и развивать взаимные сравнения и взаимные калибровки датчиков ГСС и НЗО на оперативной основе.	ГСИКС	Постоянно	Количество приборов, калиброванных в соответствии со стандартами ГСИКС.
S7	Обеспечивать непрерывность работы и частичное дублирование ключевых спутниковых датчиков, памятуя как об обработке данных в режиме реального времени, так и об обработке в режиме задержки, для согласованности записей климатических данных, повторных анализов, научных исследований, повторной калибровки или тематических исследований.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами по обработке спутниковых данных.	Постоянно	Непрерывность и согласованность записей данных.
S8	Обеспечивать и поддерживать распределение по меньшей мере шести оперативных геостационарных спутников вдоль экватора, разделенных (в идеальном варианте) не более чем 70° долготы. Улучшать пространственный и временной охват спутниками ГСС над Тихим океаном.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки спутниковых данных.	Постоянно	Качество глобального охвата разными приборами оперативных геостационарных спутников.
S9	Разместить и поддерживать на каждом оперативном геостационарном спутнике как минимум один формирователь изображений в видимом/инфракрасном диапазоне с по меньшей мере 16 каналами, обеспечивающими полный охват диска, с временным разрешением как минимум 15 минут и горизонтальным разрешением, как минимум, 2 км (в подспутниковой точке).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК и спутниковыми агентствами.	Постоянно	Число геостационарных спутников, оборудованных формирователями изображений высокого разрешения.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S10	Подготовить для каждого геостационарного спутника стратегию сканирования и обработку изображений (наряду с другими приборами или другими источниками информации) для сообщения ВАД как минимум с одночасовым интервалом.	Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число геостационарных спутников, сообщающих данные о ВАД в оперативном режиме.
S11	Все метеорологические геостационарные спутники должны быть оборудованы гиперспектральными инфракрасными зондами для частых зондирований температуры и влажности, а также получения профилей ветра по трассерам при соразмерно высоком разрешении (горизонтальном, вертикальном, временном).	Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно для планирования и подготовки программы; 2015-2025 гг. для введения приборов в эксплуатацию.	Число геостационарных спутников, оборудованных гиперспектральными зондами.
S12	Все метеорологические геостационарные спутники должны быть оборудованы формирователем изображений молний, способным обнаруживать удары молний в направлении облако-облако и облако-земля.	Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно для планирования и подготовки программы; 2015-2025 гг. для введения приборов в эксплуатацию.	Число геостационарных спутников, оборудованных формирователем изображений молний.
S13	Обеспечивать координацию орбиты для всех основных метеорологических программ спутников НЗО, с тем чтобы оптимизировать временной и пространственный охват при сохранении некоторого дублирования орбит. Программы спутников НЗО должны включать по меньшей мере три оперативных полярно-орбитальных солнечно-синхронных спутников с ВПЭ в 13.30, 17.30 и 21.30 (местное время).	Руководство исполнением данного действия будет осуществляться КГМС совместно с ТК и космическими агентствами.	Постоянно	Количество и орбитальное распределение способствующих исследованиям спутников НЗО.
S14	Повышение своевременности данных спутников НЗО, особенно основных метеорологических программ по трем орбитальным плоскостям, посредством разработки систем коммуникации и обработки данных, обеспечивающих передачу информации с интервалом менее 30 минут (как это делается в случае сети RAFC для некоторых комплектов данных).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Своевременность представления данных спутников НЗО, оцениваемая обычными показателями мониторинга.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S15	Совершенствование локального доступа к данным спутников НЗО в режиме реального времени, особенно к данным основных метеорологических спутников на трех орбитальных плоскостях, посредством поддержания и развития систем связи и обработки данных для прямого считывания показаний.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Объемы данных спутников НЗО, доступные посредством прямого считывания.
S16	Разрабатывать наземные сегменты для гиперспектральных инфракрасных зондов для определения и осуществления стратегии уменьшения объема данных, которая оптимизирует объем информации, доступной в пределах требований к своевременности и стоимости, удовлетворяя при этом потребности разных сообществ пользователей.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Объем и своевременность разных комплектов данных, распределяемых пользователям гиперспектральных зондов.
S17	Заполнить пробел в планируемом охвате микроволновыми зондами на начальных утренних орбитах.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК и спутниковыми агентствами.	Постоянно	Число микроволновых зондов, запланированных на спутниках на начальных утренних орбитах.
S18	Использовать формирователи изображений на всех оперативных полярно-орбитальных платформах для получения ВАД посредством отслеживания облаков (или характеристик водяного пара).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Объем и своевременность разных комплектов данных, подготовленных оперативно по полярным шапкам.
S19	Создание канала для измерения водяного пара (например 6,7 мкм) на формирователе изображений всех основных метеорологических полярно-орбитальных спутников для содействия получению данных о полярных ветрах по перемещению водяного пара.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число основных метеорологических полярно-орбитальных спутников с каналом измерения водяного пара на их формирователях изображений.
S20	Обеспечивать наличие микроволновых формирователей изображений со всеми необходимыми каналами для мониторинга ТГМ.	КГМС совместно с операторами спутников.	Постоянно	Число спутников НЗО с микроволновым датчиком ТГМ.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S21	Обеспечивать наличие и поддержание группировки принимающих спутников ГНСС для радиозатменного зондирования с борта платформ на разных орбитах, проводящих как минимум 10 000 затмений в день (порядок величины будет уточнен следующим действием). Организовать сообщение данных в центры обработки в режиме реального времени.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число затмений ГНСС за один день, данные которых обрабатываются в близком к реальному режиме времени.
S22	Провести эксперимент по моделированию систем наблюдений (ЭМСН) для оценки воздействия разного числа затмений в день и рассчитать оптимальное число ежедневно необходимых затмений.	Центры ЧПП в координации с КОС (осуществляет руководство исполнением данного действия) и КАН.	До конца 2013 г.	Количество проведенных ЭМСН.
S23	Ввести в действие группировку высотометров, включая эталонный спутник на высокоточной, не солнечно-синхронной наклонной орбите и два прибора на достаточно разнесенных солнечно-синхронных орбитах.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число и геометрия орбиты спутников, сообщающих данные альтиметрии в режиме реального времени.
S24	Обеспечивать и поддерживать в рабочем состоянии на борту полярно-орбитального спутника как минимум один инфракрасный формирователь изображений с двойным углом обзора для проведения измерений ТПМ (качество мониторинга климата).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Оперативное наличие формирователей изображений с двойным углом обзора.
S25	Осуществить программу по запуску на наклонную орбиту как минимум одного спутника с радиолокатором для зондирования осадков и последующий оперативный спутник.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	2014 г. (первоначально) и постоянно (последующие меры).	Наличие одного спутника.
S26	Осуществить в поддержку ГПМ программу по запуску как минимум одного спутника на орбиту с низким углом наклона для пассивной микроволновой радиометрии.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Наличие одного спутника на орбите с низким углом наклона для пассивной микроволновой радиометрии.
S27	Организовать передачу данных ГПМ в режиме реального времени для поддержки прогнозирования текущей погоды и удовлетворения потребностей оперативной гидрологии.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Степень наличия данных для удовлетворения потребностей в области текущего прогнозирования и оперативной гидрологии.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S28	Обеспечивать непрерывность глобальных измерений РБЗ посредством поддержания в рабочем состоянии оперативных широкополосных радиометров и датчиков солнечной радиации по меньшей мере на одном полярно-орбитальном спутнике НЗО.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число полярно-орбитальных спутников, вносящих вклад в измерение РБЗ.
S29	Для применений, связанных с химией атмосферы, включая мониторинг озона, химически активных веществ, имеющих отношение к качеству и загрязнению воздуха, и парниковых газов, обеспечивать бесперебойную работу зондов ультрафиолетового/видимого/ближнего инфракрасного диапазонов, включая зонды ультрафиолетового/видимого диапазонов с высоким спектральным разрешением, установленных на ГСС, и как минимум одного зонда ультрафиолетового/видимого диапазонов на трех достаточно разнесенных полярных орбитах. Обеспечивать также постоянную возможность для лимбового зондирования.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами и центрами обработки данных.	Постоянно	Число зондов ультрафиолетового/видимого/инфракрасного диапазонов на спутниках ГСС и НЗО, способствующих исследованиям химии атмосферы.
S30	Воспользоваться опытом реализации демонстрационных программ (таких как ADM-AEOLUS) для планирования и разработки оперативной системы наблюдений, основанной на доплеровских измерениях параметров ветра (обеспечивающих глобальный охват профилей ветра).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, ЕКА и другими спутниковыми агентствами, центрами обработки данных и центрами ЧПП.	Как можно быстрее после предоставления данных демонстрационными спутниками.	Число и качество доступных для пользователей данных о профилях ветра, полученных при помощи измерений доплеровскими лидарами (проведенными из космоса).
S31	Передавать в оперативные центры обработки данных и пользователям полученные со спутников данные лидара, предназначенного для наблюдения за облаками/аэрозолями. Использовать этот опыт для принятия решения относительно возможной оперативной программы исследований облаков/аэрозолей (объединенной с оперативной программой по использованию доплеровского лидара для измерения параметров ветра или отдельно от этой программы).	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, пользователями прогностической продукции и данных о химии атмосферы.	Постоянно, предпринимая специальные усилия, поэтапно согласованные с осуществлением программы EARTH-CARE.	Объем данных, переданных космическими лидарами для наблюдения за облаками/аэрозолями и используемый оперативными приложениями.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
S32	Изучить выгоды, которые спутниковые демонстрационные программы, такие как ПВСО (программы, основанные на использовании низкочастотных микроволновых радиометров), приносят в квазиоперативном контексте для атмосферных, гидрологических и океанических моделей, и решить вопрос о том, могут ли разрабатываться аналогичные оперативные программы.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, СКОММ, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологического, гидрологического и океанического моделирования.	Как можно скорее для исследований воздействий; в период, начинающаяся с 2013 г., решить вопрос о новых программах.	Совершенствование разных моделей, достигнутое благодаря использованию этих микроволновых данных.
S33	Планировать и разрабатывать демонстрационную программу по размещению микроволновых приборов на борту геостационарного спутника с целью значительного совершенствования наблюдений за облаками и осадками в режиме реального времени.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологического и гидрологического моделирования.	Как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.	Успех применения микроволновых приборов на борту спутника ГСС с последующим повышением эффективности благодаря использованию данных для целей метеорологического и гидрологического прогнозирования.
S34	Планировать и разрабатывать демонстрационную программу по размещению приборов в видимом/ближнем инфракрасном диапазоне с высоким разрешением на борту геостационарного спутника с целью значительного совершенствования наблюдений за цветом океана, растительностью, облаками и аэрозолями при помощи многоспектральных узкополосных датчиков.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологических, океанических и экологических исследований.	Как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.	Успех этого типа прибора, установленного на борту спутника ГСС, с последующим усовершенствованием благодаря использованию данных в области метеорологии, океанографии и науки об окружающей среде.
S35	Планировать и разрабатывать демонстрационную программу по установке приборов, действующих в видимом/инфракрасном диапазоне, на борту спутника ВЭО с высокой эллиптической орбитой и высоким углом наклона по отношению к экватору, с тем чтобы охватить полярный район. Цель заключается в проведении таких же экологических наблюдений с качеством, аналогичным качеству наблюдений, проводимых со спутников ГСС.	Руководство исполнением данного действия осуществляется КГМС совместно с ТК, спутниковыми агентствами, центрами обработки данных, центрами метеорологических и экологических исследований.	Как можно быстрее, учитывая наличие совершенной технологии.	Успешная работа прибора, действующего в видимом/инфракрасном диапазоне, на борту спутника ВЭО, с последующим усовершенствованием благодаря использованию данных в области метеорологии и науки об окружающей среде.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
W1	Разработать и осуществить скоординированный план, обеспечивающий непрерывность измерений солнечных параметров, измерений солнечного ветра и межпланетного магнитного поля, а также получение изображений гелиосферы, включая измерения в разных местах, таких как точка Лагранжа L1, линия Солнце-Земля вверх от точки L1, точка Лагранжа L5, а также необходимую глобальную сеть наземных антенн для приема и обработки данных.	МКГКП, КГМС и космические агентства	Конец 2014 г.	Наличие согласованных планов по обеспечению непрерывности наблюдений до 2030 г.
W2	Координировать и стандартизировать существующие данные наземных солнечных наблюдений и расширять их там, где этого требует избыточность данных, и разработать портал общих данных или виртуальную обсерваторию в рамках ИСВ.	МКГКП и все стороны, осуществляющие солнечные наблюдения с поверхности земли.	Постоянно	Наличие образца данных для наземных солнечных наблюдений.
W3	Увеличить пространственное разрешение наземных наблюдений ГНСС за ионосферой (ОСЭ и свечение неба) либо посредством размещения дополнительных принимающих станций в регионах с плохим охватом данными (например Африка), обеспечивая при этом доступ к данным с существующих принимающих станций, либо путем применения разных средств для приема данных ГНСС, таких как принимающие устройства, установленные на воздушных судах, с тем чтобы уменьшить пробелы в проведении наблюдений над океанами.	МКГКП и все страны-члены, эксплуатирующие или планирующие создать наземные сети ГНСС.	Постоянно	Число наземных принимающих станций ГНСС, предоставляющих данные в близком к реальному масштабе времени.
W4	Повышать своевременность космических измерений ГНСС со спутников НЗО для получения информации в близком к реальному режиму времени о трехмерном распределении плотности электронов в системе ионосферы/ плазмосферы (например на основе использования концепции PARC или другой сети спутниковых наземных станций для быстрой передачи информации).	МКГКП, КГМС, соответствующие космические агентства и страны – члены ВМО, поддерживающие наземные станции.	Постоянно	Число затмений в день, осуществляемых с такой своевременностью, чтобы удовлетворять потребности пользователей.
W5	Способствовать совместному использованию данных наземных ГНСС и данных радиозатмений ГНСС сообществами, занимающимися вопросами метеорологии и космической погоды, и содействовать доступу к этим данным через ИСВ в близком к реальному режиму времени.	МКГКП, МРГРН и Бюро по проекту ИГСН/ВМО.	Постоянно	Соглашение о совместном использовании данных.

№	Действие	Ответственный	Срок	Оценочный(ые) показатель(и)
W6	Координировать то, каким образом сообщество, занимающееся изучением космической погоды, использует данные наблюдений при помощи двухчастотного радиолокационного высотомера, с тем чтобы совершенствовать или проверять модели ионосферы и осуществлять оперативный мониторинг общего содержания электронов над океанами.	МКГКП, Космическая программа ВМО и операторы спутниковой альтиметрии.	Постоянно	Число спутниковых альтиметров, сообщающих данные о космической погоде.
W7	Повышать наличие данных наземных магнитометров, поступающих весьма своевременно. Это может быть достигнуто посредством: (i) размещения магнитометров в районах с ограниченным охватом данными; (ii) распространения данных от существующих магнитометров через ИСВ; и (iii) заключения соглашения с поставщиками данных, с тем чтобы их данные использовались для продукции по космической погоде.	МКГКП и магнитные обсерватории.	Постоянно	Число источников магнитных измерений, имеющихся своевременно для того, чтобы удовлетворять потребности пользователей.
W8	Разработать план для поддержания и совершенствования наблюдений за такими компонентами погоды, как плазма и частицы энергии, уделяя особое внимание: (1) обеспечению долгосрочной бесперебойности (и, если возможно, улучшению пространственного разрешения) наблюдений на всех высотах от низких земных до геостационарных орбит; (2) совершенствованию совместного использования данных существующих и планируемых измерений плазмы и частиц энергии; (3) установке датчиков частиц энергии на спутниках ВЭО; (4) проведению исследований по включению данных о плазме и частицах энергии в численные модели для оценок потока во всех местах, где наши спутники находятся на орбите.	МКГКП, КГМС и космические агентства.	Конец 2014 г.	Наличие плана для наблюдений космической погоды, касающихся плазмы и среды частиц энергии.

ПРИЛОЖЕНИЕ III – СОКРАЩЕНИЯ

ААТСР	усовершенствованный радиометр, сканирующий вдоль трассы движения
АИРС	атмосферный инфракрасный зонд
АКВА	спутник “АКВА” – http://aqua.nasa.gov/
АЛАДИН	лазерный доплеровский измеритель параметров атмосферы
АЛОС	усовершенствованный спутник “Даичи” для наблюдений за сушей
Алтика	высокоточный океанографический высотомер на борту спутника САРАЛ
АМДАР	система передачи метеорологических данных с самолета
АММА	Проект по междисциплинарному анализу африканского муссона
АМС	автоматическая метеорологическая станция
Арго	Международная программа ныряющих буев (не является сокращением)
АСАП	Программа автоматизированных аэрологических измерений с борта судна
АСКАТ	усовершенствованный скаттерометр
АТЛИД	атмосферный лидар
АТОВС	усовершенствованный прибор ТАЙРОС для оперативного вертикального зондирования
АТСР	радиометр, сканирующий вдоль трассы полета
БЛА	беспилотный летательный аппарат
БСРН	опорная сеть для измерения приземной радиации
ВАД	вектор атмосферного движения
ВКлП	важнейшие климатические переменные
ВМО	Всемирная Метеорологическая Организация
ВПИК	Всемирная программа исследований климата
ВПМ	высота поверхности моря
ВПЭ	время пересечения экватора
ВСНГЦ	Всемирная система наблюдений за гидрологическим циклом
ВСП	Всемирная служба погоды
ВЧ	высокая частота
ВЭО	высокая эллиптическая орбита
ГОСЕ	исследователь гравитационного поля и устойчивого состояния циркуляции океана
ГЕО	Группа по наблюдениям за Землей
ГЕОС	Геостационарный оперативный спутник для изучения окружающей среды (США)
ГЕОСАТ	геодезический спутник
ГЕОСС	Глобальная система систем наблюдений за Землей
ГЛАС	система землеведческих измерений с помощью лазерного высотомера
ГЛОСС	Глобальная система наблюдений за уровнем моря
ГМЕСС	Глобальный мониторинг для окружающей среды и безопасности
ГНСС	глобальные навигационные спутниковые системы
ГОКИ	геостационарный формирователь изображений цвета океана
ГОКО	Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания
ГОМЕ	Глобальный эксперимент по мониторингу озона
ГОМОС	глобальный мониторинг содержания озона с помощью затменных наблюдений звезд
ГОМС	геостационарный оперативный метеорологический спутник (Российская Федерация)
ГОСАТ	спутник для наблюдений за парниковыми газами
ГПМ	глобальное измерение осадков

ГРАС	приемник данных зондирования атмосферы ГНСС
ГРУАН	Опорная аэрологическая сеть ГСНК
ГС США	Геологическая служба США
ГСА	Глобальная служба атмосферы
ГСИКС	Глобальная космическая система взаимных калибровок
ГСМ	Глобальная система мобильной связи
ГСН	Глобальная система наблюдений ВМО
ГСНК	Глобальная система наблюдений за климатом
ГСНО	Глобальная система наблюдений за океаном ВМО/МОК/ЮНЕП/МСНС
ГСНО	Глобальная система наблюдений за океаном
ГСНПС	Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши
ГСНПС	Глобальная система наблюдений за поверхностью суши
ГСНПС-ВМ	Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши - вечная мерзлота
ГСНПС-Г	Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши - гидрология
ГСНПС-Л	Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши - ледники
ГСНПС-ПВ	Глобальная сеть наблюдений за поверхностью суши – подземные воды
ГСС	геосинхронный спутник
ГСТ	Глобальная система телесвязи ВМО
ГУАН	Аэрологическая сеть ГСНК
ГЦДС	Глобальный центр данных по стоку
ГЭ-ЕГСН	группа экспертов по эволюции глобальных систем наблюдений
ГЭНПСК	группа экспертов по наблюдениям за поверхностью суши в интересах изучения климата
ДЕМЕТЕР	обнаружение выбросов электромагнитного излучения из районов землетрясений
ДМПС	Программа метеорологических спутников Министерства обороны США
ЕВКОС	Комплексная система наблюдений ЕВМЕТНЕТ
ЕВМЕТНЕТ	Сеть европейских метеорологических служб
ЕКА	Европейское космическое агентство
ЕОС	система НАСА для наблюдения Земли
ЕПС-ВП	Полярная система ЕВМЕТСАТ – второе поколение
ЕРС	спутник для исследования ресурсов Земли (ЕКА)
ЗРП	заявление о руководящих принципах
ИАГОС	интеграция плановых наблюдений с воздушных судов в Глобальную систему наблюдений
ИАСИ	интерферометр зондирования атмосферы в инфракрасном диапазоне
ИВП	интегральное содержание водяного пара
ИГРАК	Международный центр оценки ресурсов подземных вод
ИГСНВ	интегрированные глобальные системы наблюдений ВМО
ИЛИ	индекс листовой поверхности
ИОКИ	Индийская организация по космическим исследованиям
ИПДВСР	изображения полного диска с высоким спектральным разрешением
ИРС	зондирующее устройство, работающее в инфракрасной области спектра (ЕКА)
ИС	Исполнительный Совет ВМО
ИСВ	Информационная система ВМО
ИСН	интегрированная система наблюдений
КАЛИОП	лидар с ортогональной поляризацией для наблюдения облаков и аэрозолей
КАЛИПСО	лидар и инфракрасный радиолокатор для спутниковых наблюдений облаков и аэрозолей

КАН	Комиссия ВМО по атмосферным наукам
КГи	Комиссия ВМО по гидрологии
КГМС	Координационная группа по метеорологическим спутникам
КЕОС	Комитет по спутниковым наблюдениям за Землей
ККл	Комиссия ВМО по климатологии
КЛАРРЕО	Программа наблюдения абсолютных значений излучений и рефракции для исследования климата
КЛАУДСАТ	спутник НАСА ЕОС для наблюдений за облаками
КОКТС	китайский сканер цвета и температуры океана
Конкордиаси	Международный проект тематического блока МПГ-ТОРПЭКС в рамках Международного полярного года по предоставлению данных о валидации с целью более эффективного использования данных полярно-орбитальных спутников над Антарктикой
КОС	Комиссия ВМО по основным системам
КОСМИК	группировка спутников системы наблюдений в области метеорологии, исследований ионосферы и климата
КПМН	Комиссия ВМО по приборам и методам наблюдений
КРИОСАТ	спутник ЕКА для наблюдений за льдом
КуикСКАТ	быстродействующий скаттерометр (НАСА)
КХРИС	компактный спектрометр для получения изображений с высоким разрешением
ЛАМ	модель по ограниченному району
ЛАНДСАТ	спутник для наблюдений за Землей (НАСА/ГС США)
МВР	микроволновый радиометр
МЕРИС	спектрометр с формирователем изображений со средним разрешением
МЕТЕОСАТ	серия метеорологических геостационарных спутников ЕВМЕТСАТ
Метоп	метеорологический оперативный спутник
МК	менеджмент качества
МКГКП	Межпрограммная координационная группа по космической погоде
МКС	международная космическая станция СКОММ
МОДИС	спектрорадиометр для получения изображений среднего разрешения (на борту спутников АКВА и ТЕРРА)
МОК	Межправительственная океанографическая комиссия (ЮНЕСКО)
МРГРН	Международная рабочая группа по радиозатменным наблюдениям
МСВ	международное скоординированное время
МСН	Международный совет по науке
МСЭ	Международный союз электросвязи
МТМ	спутник Megha-Tropiques НЦКИ/ИОКИ для наблюдений за водным циклом и энергетическим балансом в тропиках
МТП	МЕТЕОСАТ третьего поколения
МХА	модель химии атмосферы
НАСА	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (США)
НЗО	низкая земная орбита
НИОКР	научные исследования и опытно-конструкторские разработки; исследования и разработки
НМГС	национальная метеорологическая и гидрологическая служба
НМС	национальная метеорологическая служба
НПОЕСС	Национальная система оперативных полярно-орбитальных спутников для наблюдения за окружающей средой (США)
НРС	наименее развитые страны

НЦКИ	Национальный центр космических исследований (Франция)
ОБТ	обрывной батитермограф (разового пользования)
ОГПО	Открытая группа по программной области
ОГПО-ИСН	Открытая группа по программной области (ОГПО) по интегрированным системам наблюдений (ИСН)
ОЗВ	общая задержка по вертикали
ОК	обеспечение качества
Океан/Ситес	Система непрерывных междисциплинарных временных рядов наблюдений за океанской окружающей средой
ОЛКИ	формирователь изображений цвета океана - суши
ОМПС	комплект приборов для картирования и определения профилей ветра
ОПЕРА	Оперативная программа для обмена информацией метеорологических радиолокаторов
ОСЭ	общее содержание электронов
ПОАМ	измерение полярного озона и аэрозолей
ПАЛСАР	радиолокатор в диапазоне L с синтезированной апертурой и фазированной антенной решеткой
ПВСО	почвенная влага и соленость океана
ПГ	парниковые газы
ПДС	Программа добровольного сотрудничества ВМО
ПЗС	прибор с зарядовой связью
ПМ	портовый метеоролог
ПМКГ	принципы мониторинга климата ГСНК
ПО-ГСНК	План осуществления для Глобальной системы наблюдений за климатом
ПОИ	План осуществления ИГСНВ
ПО-ЭГСН	План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений
ПРОБА	проект по спутникам в автономном режиме
ПУМА	подготовка к использованию МВП в Африке
РА	региональная ассоциация ВМО
РБЗ	радиационный баланс Земли
РОКС	региональная опорная климатологическая сеть
РОП	регулярный обзор потребностей
РОСС	региональная опорная синоптическая сеть
РСА	радар с синтезированной апертурой
САРАЛ	спутник для мониторинга окружающей среды (Индия/Франция)
СДН	судно, добровольно проводящее наблюдения
Сентинел-3	многоприборный спутник ЕКА, вносящий вклад в ГМЕС
СИДС	малые островные развивающиеся государства
СИРАЛ	интерферометрический радиолокационный высотомер с синтезированной апертурой
СКАРАБ	сканер на борту МТМ для наблюдения радиационного баланса Земли
СКОММ	Совместная техническая комиссия ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии
СКП	сверхкраткосрочный прогноз
СЛСТР	радиометр температуры поверхности моря и земли
СМ	сезонный-межгодовой
СМК	система менеджмента качества
СОМС	связные, океанографические и метеорологические спутники (Республика Корея)
СПМ	соленость поверхности моря
СПНГ	Сеть приземных наблюдений ГСНК

СПОТ	спутник для наблюдения Земли
СРБЗ	спутник для измерения радиационного баланса Земли
ССМ-И	формирователь изображений с помощью специального микроволнового датчика
СтМК	структура менеджмента качества
СЦО	сканер цвета океана на российском спутнике Метеор
США	Соединенные Штаты Америки
ТАМДАР	передача тропосферных метеорологических данных с самолетов
ТЕРРА	спутник "Терра" – http://terra.nasa.gov/
ТК	техническая комиссия ВМО
ТОРПЭКС	Эксперимент по изучению систем наблюдений и вопросов предсказуемости
ТПМ	температура поверхности моря
УМВР	усовершенствованный микроволновый радиометр
УРСА	усовершенствованный радиолокатор с синтетической апертурой
УФ	ультрафиолетовый
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ФАПАР	доля поглощаемой в процессе фотосинтеза активной радиации
ФНС	фиксированная наземная станция
ЧПП	численный прогноз погоды
ЭМСН	эксперимент по моделированию систем наблюдений
ЭНВИСАТ	спутник ЕКА для изучения окружающей среды
ЭСН	эксперименты с системой наблюдений
ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде
ЮНЕСКО	Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
ЯААИ	Японское агентство аэрокосмических исследований
ЯСОН	спутник для наблюдений за топографией поверхности океана (США/Франция)
3D	трехмерный
ADM-Aeolus	спутник для исследования динамики атмосферы Земли
BUFR	формат ГСТ FM 94 BUFR – двоичная универсальная форма для представления метеорологических данных
CHAMP	перспективный миниспутник CHAMP с полезной нагрузкой
CPR	радиолокатор для зондирования облаков и осадков
CREX	формат ГСТ FM 95 CREX – Символьная форма для представления данных и обмена ими
EARS	Служба ретрансляции данных АТОВС спутников EBMETCAT
EARTH-CARE	исследователь облаков, аэрозолей и радиации Земли
E-ASAP	Программа АСАП EBMETHET
FY-4	метеорологический спутник FengYun 4 (Китай)
GRACE	эксперимент по изучению климата и гравитационных возмущений
HRFI	быстродействующий формирователь изображений с высоким разрешением
HY-2A	океанский спутник HaiYang 2A (Китай)
PILOT	формат ГСТ FM-32 PILOT
SBUV	спектральный радиометр для исследования обратного рассеяния солнечного УФ излучения

SCIAMACHY	сканирующий абсорбционный спектрометр с формированием изображения для составления атмосферных карт
SYNOP	формат ГСТ FM-12 SYNOP – сообщение о приземных наблюдениях с наземной станции
TEMP	формат ГСТ FM-35 TEMP – сводка данных о давлении, температуре, влажности и ветре на высотах с фиксированной наземной станции
ТОМС	спектрометр для картирования общего количества озона
TPMM	Проект по измерению осадков в тропиках

[Page left intentionally blank]

