

ГЛАВА 1. МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

1.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая глава содержит общие сведения и охватывает оперативные метеорологические системы наблюдений любого размера или характера. Хотя руководящие указания, которые даются в ней относительно менеджмента качества, выражены в терминах, которые применяются к крупным сетям станций наблюдений, их можно применять даже к отдельной станции.

Менеджмент качества

Менеджмент качества предусматривает принципы и методологическую основу для операций и координирует деятельность по управлению и контролю в организации в отношении качества. Обеспечение и контроль качества являются частями любой успешной системы менеджмента качества. Обеспечение качества базируется на уверенности в том, что требования в отношении качества будут выполнены, и включает все виды плановой и систематической деятельности, осуществляемой в рамках системы менеджмента качества, направленные на реализацию требований к качеству определенного продукта или услуги. Контроль качества связан с теми компонентами, которые используются для обеспечения выполнения требований к качеству, и включает все оперативные методы и виды деятельности, используемые для выполнения требований в отношении качества. Настоящая глава посвящена вопросам менеджмента качества, связанным с контролем и обеспечением качества и официальной аккредитацией деятельности лабораторий, особенно с точки зрения метеорологических наблюдений за метеорологическими и атмосферными переменными.

Рассматриваются стандарты Международной организации по стандартизации (ИСО) серии 9000 с целью понимания действий, осуществляемых при внедрении системы менеджмента качества в национальной метеорологической и гидрологической службе (НМГС); этот набор стандартов содержит минимум процедур, которые должны быть внедрены в систему менеджмента качества для выполнения требований стандарта ISO 9001. Затем рассматривается общая концепция менеджмента качества в соответствии с руководящими принципами ISO 9004, при этом излагаются мнения пользователей и заинтересованных сторон. Представляется стандарт ИСО/Международной электротехнической комиссии (МЭК) ISO/IEC 17025. Дается описание эффективности аккредитации на основе ISO/IEC 17025 для НМГС и региональных центров по приборам (РЦП), наряду с требованиями, касающимися процедуры аккредитации.

В обсуждение включен стандарт ISO/IEC 20000 для менеджмента услуг в области информационных технологий (ИТ), учитывая, что каждая система наблюдений включает в себя компоненты ИТ.

Обеспечение качества и контроль качества

Данные характеризуются хорошим качеством, когда они удовлетворяют заявленным и предполагаемым потребностям. В других разделах настоящего Руководства приводятся четкие или предлагаемые формулировки требуемой точности, неопределенности, разрешения и репрезентативности, главным образом для синоптических применений метеорологических данных, однако аналогичные требования могут быть заявлены для других применений. Необходимо предполагать, что для любого применения также подразумевается минимальная общая стоимость или четко обозначенное требование. Цель менеджмента качества заключается в обеспечении соответствия данных требованиям (в отношении неопределенности, разрешения, непрерывности, однородности, репрезентативности, своевременности, формата и т. д.) к планируемому

применению при минимальной практически возможной стоимости. Все данные измерений являются несовершенными, однако если их качество известно и может быть продемонстрировано, они могут быть использованы надлежащим образом.

Предоставление метеорологических данных хорошего качества является непростым делом и невозможно без системы менеджмента качества. Самые лучшие системы менеджмента качества действуют непрерывно во всех точках всей наблюдательной системы — от планирования сети и подготовки кадров, установки станции и ее функционирования до передачи и архивирования данных, и предусматривают наличие обратной связи и последующее представление данных во временных масштабах от близкого к реальному времени до ежегодных анализов и как комплексного процесса. Объем ресурсов, необходимых для эффективной системы менеджмента качества, является частью стоимости эксплуатации системы или сети наблюдений и составляет, как правило, несколько процентов от общей стоимости. Без этих расходов данные необходимо считать данными неизвестного качества, а их полезность — неясной.

Эффективная система менеджмента качества — это система, которая управляет связями между подготовкой к сбору данных, обеспечением достоверности данных и их распространением пользователям, с тем чтобы пользователи получали требуемое количество измерительной информации. Для многих метеорологических величин существует ряд циклов подготовки, сбора и обеспечения качества, начиная от полевых измерений, до конечного распределения пользователям. Важно, чтобы все эти циклы были идентифицированы и была сведена к минимуму возможность отхода от требуемого количества. Многие из этих циклов будут настолько тесно связаны, что они могут восприниматься как единый цикл. Большинство проблем возникает, когда имеются разные циклы, и когда их считают независимыми друг от друга.

После получения данных в результате процесса измерений они остаются данными этого процесса. Другие последующие процессы могут проверять соответствие их значения требуемому количественному параметру, использовать эти данные в процессе корректировки для получения требуемого качества или не принимать эти данные. В то же время, ни один из этих последующих процессов не вносит изменений в данные, полученные в процессе измерений. Контроль качества — это процесс, в рамках которого предпринимается усилие, направленное на обеспечение того, чтобы процессы, ведущие к распределению данных, были правильными, а также чтобы свести к минимуму возможность непринятия или корректировки итоговых данных.

Обеспечение качества включает четкий контроль факторов, которые непосредственно влияют на собранные и обработанные данные, перед их распределением пользователям. В том, что касается наблюдений или измерений, это оборудование, установка, процедуры измерений, техническое обслуживание, инспекция, калибровка, разработка алгоритма, избыточность измерений, прикладное исследование и подготовка кадров. С точки зрения передачи данных контроль качества — это процесс, разработанный для обеспечения того, чтобы для данных, направляемых в базу данных пользователей, были созданы протоколы в целях гарантии получения пользователями только удовлетворительных данных.

Контроль качества является наиболее хорошо известным компонентом систем менеджмента качества и неизменной минимальной составляющей любой системы. Он включает все процедуры, которые осуществляются для обеспечения достоверности данных, и для того, чтобы полученные данные имели требуемое качество, а также включает изучение данных на станциях и в центрах данных для проверки того, что эти данные соответствуют целям системы менеджмента качества, и для обнаружения ошибок, с тем чтобы подобные данные могли быть либо помечены в качестве недостоверных, исправленных, либо исключены в случае наличия серьезных ошибок. Система менеджмента качества должна включать процедуры обратной связи с процессом измерения и контроля его качества для предотвращения повторения ошибок. Обеспечение качества может применяться в режиме реального времени к данным

измерений и может быть составным элементом процедуры контроля для системы менеджмента качества, однако, по большей части, оно характеризуется тенденцией осуществления не в реальном времени.

Контроль качества в режиме реального времени обычно осуществляется на станции и в центрах метеорологического анализа. Последующий контроль качества может продолжаться в аналитических центрах с целью составления базы обработанных данных, а также в климатических центрах или банках данных с целью архивации. Во всех случаях результаты контроля должны сообщаться администрациям сетей наблюдений для принятия последующих мер.

Общим компонентом контроля качества является мониторинг качества или мониторинг функционирования — деятельность не в реальном времени, в ходе которой проводится изучение функционирования сети или системы наблюдений с целью выявления тенденций и систематических недостатков. Как правило, он осуществляется службой, которая управляет сетью или системой и несет за нее ответственность, и которая может предписывать изменения в оборудовании или процедурах. Обычно за это отвечает администратор сети, действующий совместно, в случае необходимости, с другими специалистами.

Современные подходы к контролю качества подчеркивают преимущества комплексной системы обеспечения качества, в которой предусмотрены процедуры непрерывного взаимодействия между всеми сторонами системы наблюдений, включая высшее руководство и других лиц, таких как разработчики приборов и преподаватели, которые могут рассматриваться как второстепенные относительно оперативных проблем качества сбора данных. Официальные процедуры, предписанные ИСО в отношении менеджмента и обеспечения качества, и другие подробные процедуры, используемые в сфере производства и коммерции, также применимы к метеорологическим данным.

1.2 **СТАНДАРТЫ СЕРИИ ISO 9000, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 20000 И СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВМО**

В настоящей главе дается объяснение соответствующих стандартов ИСО и того, каким образом они взаимосвязаны.

Системами контроля качества ИСО можно воспользоваться путем сертификации или аккредитации, для чего обычно требуется внешний аудит внедренной системы менеджмента качества. Сертификация подразумевает, что система и процедуры, используемые в организации, внедрены и используются, как об этом было заявлено. Аккредитация подразумевает, что система и процедуры, используемые в данной организации, внедрены, используются, как об этом было заявлено, и технически способны достигнуть требуемого результата. Оценка технической компетенции является обязательным требованием аккредитации, но не сертификации. ISO 9001 — это стандарт, на основе которого организация может пройти сертификацию, в то время как аккредитация, в соответствии со стандартом ISO/IEC 17025, обычно требуется для лабораторий и регулярных наблюдений.

Стандарт ISO 9000 был разработан для оказания помощи организациям всех типов и размеров при введении в действие и использовании при эксплуатации систем менеджмента качества. Стандарт ISO 9000 описывает основные характеристики систем менеджмента качества и дает определение соответствующих терминов (например, требование, удовлетворенность потребителя). Иллюстрация основной концепции приводится на рисунке 1.1. Стандарт ISO 9001 определяет требования к системе менеджмента качества, которая может быть сертифицирована в соответствии с этим стандартом. Стандарт ISO 9004 дает руководящие указания относительно постоянного совершенствования системы менеджмента качества с целью достижения полноценной

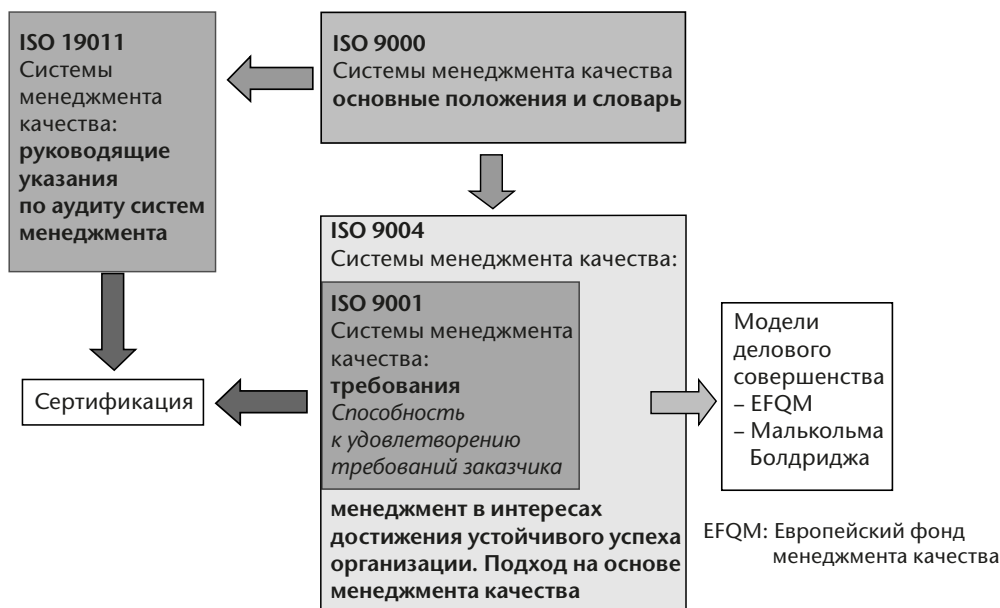


Рисунок 1.1. Основная концепция системы стандартов ISO 9000 и их взаимозависимость

системы менеджмента качества. Стандарт ISO 19011 предусматривает руководящие принципы аудита системы менеджмента качества. Все эти стандарты более подробно описаны в соответствующих документах Структуры менеджмента качества ВМО.

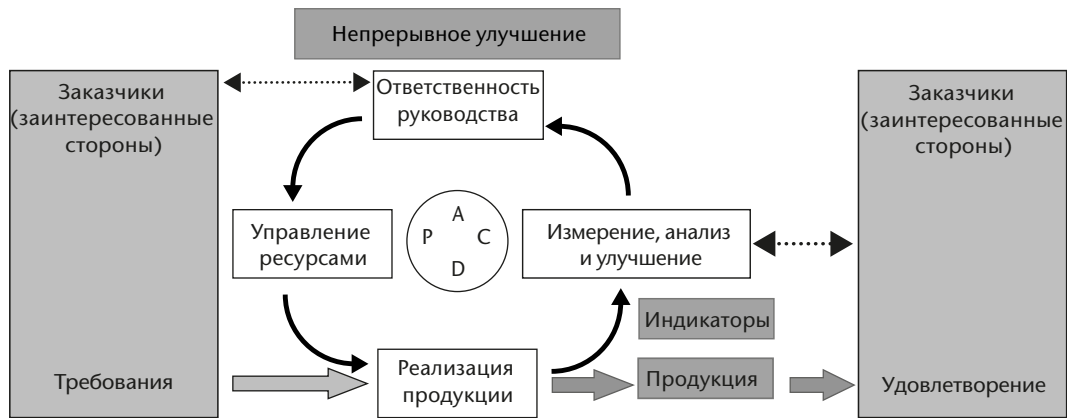
1.2.1 **ISO 9000: Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь**

Следующие восемь принципов менеджмента качества являются косвенной основой для успешного руководства НМГС любого масштаба и постоянного повышения эффективности их работы:

- a) ориентация на потребителя;
- b) лидерство руководителя;
- c) вовлечение работников;
- d) процессный подход;
- e) системный подход к менеджменту;
- f) постоянное совершенствование;
- g) принятие решений, основанное на фактах;
- h) взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Все эти принципы должны быть документированы и осуществляться на практике для соблюдения требований стандартов ISO 9000 и 9001 в целях прохождения сертификации. Основной темой этих стандартов является процессный подход, который можно просто описать как деятельность, при которой используются ресурсы для преобразования исходных компонентов в конечную продукцию.

Простая модель системы менеджмента качества, основанная на принципе процессного подхода, показана на рисунке 1.2. Основная идея состоит в том, что данный механизм будет способствовать постоянному совершенствованию системы и удовлетворенности



P = планирование, D = осуществление, C = проверка, A = действие

Рисунок 1.2. Цикл управления PDCA (также называемый циклом Деминга)

потребителей посредством измерения процессных индексов (например, время расчета модели глобальных численных прогнозов погоды (ЧПП), удовлетворенность потребителей, время реагирования и т. д.), оценки результатов, принятия административных решений для улучшенного менеджмента ресурсов и получения более полезной продукции.

1.2.2 ISO 9001: Системы менеджмента качества. Требования

Этим стандартом предусматриваются основные требования в отношении системы менеджмента качества, включая процессы совершенствования и работу с претензиями, а также осуществление анализа системы управления. Эти процессы обычно включаются в руководство по качеству. Главное внимание в стандарте ISO 9001 сосредоточено на ответственности руководства, а не на технической деятельности.

Для прохождения сертификации в рамках ISO 9001 организация (НМГС) должна определить и документировать следующие шесть процессов:

- контроль документов;
- контроль записей;
- контроль не отвечающей требованиям продукции;
- корректирующие действия;
- предупреждающие действия;
- внутренний аудит.

Кроме того, в наличии должно быть руководство по качеству, в котором излагается политика (например, целью является достижение регионального лидерства в области прогнозирования погоды) и цели организации (например, совершенствование прогнозирования погоды: снижение вероятности ошибочных предупреждений), и дается описание процессных структур и их взаимодействия. Должны быть сформулированы заявления, касающиеся следующего:

- менеджмент;
- внутренняя связь;



Рисунок 1.3. Пирамида документов по системе менеджмента качества

- c) постоянное совершенствование;
- d) системный контроль (например, посредством анализов системы управления).

Исключения могут быть сделаны, например, в отношении развития (если в организации не осуществляется никакой деятельности в области развития).

Пирамида документации системы менеджмента качества показана на рисунке 1.3. Описания процессов показывают реальную деятельность в организации, такую как процедура сбора данных в сетях наблюдений за погодой и климатом. Они сообщают информацию о разных процессных мерах и об организационных структурах, осуществляющих эти меры, в целях сотрудничества и совместного использования информации. В документации должно проводиться различие между периодическими и непериодическими процессами. Примерами периодических процессов является сбор данных или распространение прогнозов. Примеры непериодических процессов включают установку измерительного оборудования, которая начинается с требования, пользователя или компонентов (например, с распоряжения о создании сети измерений).

И наконец, в инструкциях ISO 9001 содержится подробная информация об этапах процесса, которые должны упоминаться в описании процессов (например, с начального инструктажа по автоматическим метеорологическим станциям (АМС). Формуляры и контрольные списки являются полезными средствами для уменьшения вероятности того, что о требуемых задачах будет забыто.

1.2.3 **ISO 9004: Менеджмент в интересах достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества**

В ISO 9004 сформулированы рекомендации по разработке и внедрению системы менеджмента качества для достижения отличных результатов в предпринимательской деятельности. Основным аспектом является переход с позиции потребителей на позицию заинтересованных сторон. Благодаря рекомендациям ISO 9004 могут быть разработаны различные модели, например Модель делового совершенства Европейского фонда менеджмента качества (EFQM)¹ или Премия качества имени Малькольма Болдриджа². Обе модели делового совершенства должным образом сформулированы и признаются во всех странах мира.

¹ См. веб-сайт EFQM по адресу: <http://www.efqm.org>.

² См. веб-сайт NIST по адресу: <http://www.nist.gov/baldrige/>.

Модель делового совершенства EFQM предусматривает следующие девять критериев, которые оцениваются группой экспертов-оценщиков:

- a) лидерство;
- b) работники;
- c) политика и стратегия;
- d) партнерство и ресурсы;
- e) процессы;
- f) результаты работников;
- g) результаты потребителей;
- h) результаты общества;
- i) ключевые результаты работы.

Модель премии Малькольма Болдриджа содержит семь критериев аналогичных Модели делового совершенства EFQM, а именно:

- a) лидерство;
- b) долгосрочное планирование;
- c) ориентация на потребителей и рынок;
- d) менеджмент измерений, анализа и информации;
- e) ориентация на людские ресурсы;
- f) управление процессами;
- g) результаты.

Для этого стандарта не существует никакой процедуры сертификации, однако внешняя оценка предусматривает возможность проведения сравнений с другими организациями в соответствии с применяемой моделью совершенства (см. также рисунок 1.1).

1.2.4 **ISO 19011: Руководящие указания по аудиту систем менеджмента**

Этот стандарт является руководством для аудита систем менеджмента и не имеет никакого регламентирующего характера. Ниже дается подробное описание мер по осуществлению аудита организаций:

- a) принципы аудита (этичное поведение, справедливое представление, необходимое профессиональное поведение, независимость, основанный на доказательствах подход);
- b) планирование аудита (разработка и осуществление программы аудита);
- c) аудиторская работа (начало аудита, подготовка и проведение аудита на месте, подготовка аудиторского отчета);
- d) профессиональная подготовка и обучение аудиторов (компетенция, знания, навыки работы с людьми).

Методика проведения аудитов зависит от задач и рамок аудита, которые определяются руководством или заказчиком аудита. Главной задачей первого аудита является проверка соответствия системы менеджмента качества требованиям ISO 9001. При последующих аудитах приоритетное внимание уделяется взаимодействию и интерфейсам процессов.

Критериями аудита являются документация системы менеджмента качества, процессные описания, руководство по качеству и уникальные отдельные нормативы.

В планировании аудита, опубликованном организацией, необходимо конкретно указывать соответствующие департаменты организации, критерии аудита, а также цели, место, дату и время аудита, для обеспечения четкого предназначения аудитов.

1.2.5 **ISO/IEC 17025: Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий**

Этот набор требований применим к организациям, включая лаборатории и испытательные полигоны, которые желают провести внешнюю аккредитацию их компетенции в области процедур измерений и тестирования.

Стандарт ISO/IEC 17025 согласует свои требования в отношении менеджмента с требованиями, предусмотренными ISO 9001. Этот стандарт подразделяется на две основные части: требования в отношении менеджмента и технические требования. Соответственно система менеджмента качества должна следовать требованиям стандарта ISO 9001, которые включают описанные процессы, руководство по менеджменту, в котором предусматривается связь между процессами, целями и заявлениями о политике, и то, что эти аспекты должны проходить регулярный аудит. Все лабораторные процедуры должны быть утверждены, верифицированы и легализованы соответствующим образом, с тем чтобы соответствовать требованиям. Кроме того, должны быть определены должностные функции представителя менеджмента качества (менеджера по качеству) и руководителя лаборатории.

Существенным компонентом технических требований является подготовка анализов неопределенности для каждой из процедур измерений, включая соответствие документально оформленной и проверенной прослеживаемости к международным метрологическим стандартам.

1.2.6 **ISO/IEC 20000: Информационная технология: менеджмент услуг**

Национальные метеорологические и гидрологические службы пользуются ИТ-оборудованием для получения данных от сетей измерений, чтобы использовать их в моделях глобального/локального ЧПП и обеспечить прогнозистов выходной продукцией моделей. Рекомендации этого стандарта являются полезными для предоставления надежных ИТ-услуг. Новый стандарт ISO/IEC 20000 содержит краткое описание предыдущего английского стандарта BS-15000 и рекомендаций Библиотеки инфраструктуры информационных технологий (БИИТ). Разбивка требований следует структуре БИИТ.

Элементы БИИТ подразделяются на предоставление услуг и поддержку обслуживания при следующих процессах:

Предоставление услуг:

- a) менеджмент уровня услуг;
- b) финансовый менеджмент;
- c) менеджмент непрерывности ИТ-услуг;

- d) менеджмент наличия услуг;
- e) менеджмент потенциала.

Поддержка обслуживания:

- a) менеджмент изменений;
- b) менеджмент инцидентов;
- c) менеджмент проблем;
- d) менеджмент релизов;
- e) менеджмент конфигураций.

Менеджмент безопасности является общим для обеих областей.

Все это требует, чтобы:

- a) процессы были адаптированы к организационной структуре НМГС;
- b) особое внимание уделялось оказанию поддержки пользователей.

Особое внимание уделялось процессу менеджмента изменений, который может включать менеджмент релизов и конфигураций. Менеджмент инцидентов и проблем обычно осуществляется посредством создания информационно-справочной службы для пользователей.

1.2.7 Структура менеджмента качества ВМО

Структура менеджмента качества ВМО дает базовые рекомендации, которые были основаны на опыте НМГС. Необходимые условия для успешной сертификации, согласно ISO 9001, объясняются в публикациях ВМО (WMO, 2005a; 2005b).

Система менеджмента качества является руководством для НМГС, особенно для НМГС с незначительным опытом в официальной системе менеджмента качества. В последующем разделе дается лишь краткое описание внедрения системы менеджмента качества, при этом отмечается, что ВМО не может осуществлять какую-либо сертификацию согласно ISO 9001.

1.3 ВНЕДРЕНИЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Внедрение успешного менеджмента качества в значительной мере зависит от сотрудничества старшего руководства. Старшее руководство НМГС должно быть привержено системе менеджмента качества и поддерживать проектную группу. Необходимые условия для успешной сертификации кратко изложены, а термины стандартов ISO 9001 объясняются в ISO 20000.

Руководство высшего уровня определяет политику и задачи в области качества (включая приверженность менеджменту качества), а персонал должен пройти профессиональную подготовку для того, чтобы понимать суть процесса менеджмента качества (см. 1.2.2). Самым важным условием является создание проектной группы для управления переходом к официальной системе менеджмента качества, включая определение и анализ процессов, используемых данной организацией.

В целях оказания помощи проектной группе персоналу, отвечающему за определение процесса, могут быть даны краткие инструкции. Обычно эти инструкции включают следующее:

- a) документирование (запись) того, чем занимается каждая группа;
- b) указание существующей документации;
- c) указание свидетельств или показателей того, что сделано;
- d) определение того, что может быть сделано для постоянного совершенствования процессов.

Учитывая тот факт, что в документации конкретно указывается то, что делает организация, важно, чтобы основные процессы отражали функции структуры НМГС. Это может быть частью названных процессов (см. рисунок 1.4), например:

- a) прогнозирование погоды (включая гидрометеорологические, агрометеорологические, биометеорологические аспекты человека) и метеорологические предупреждения;

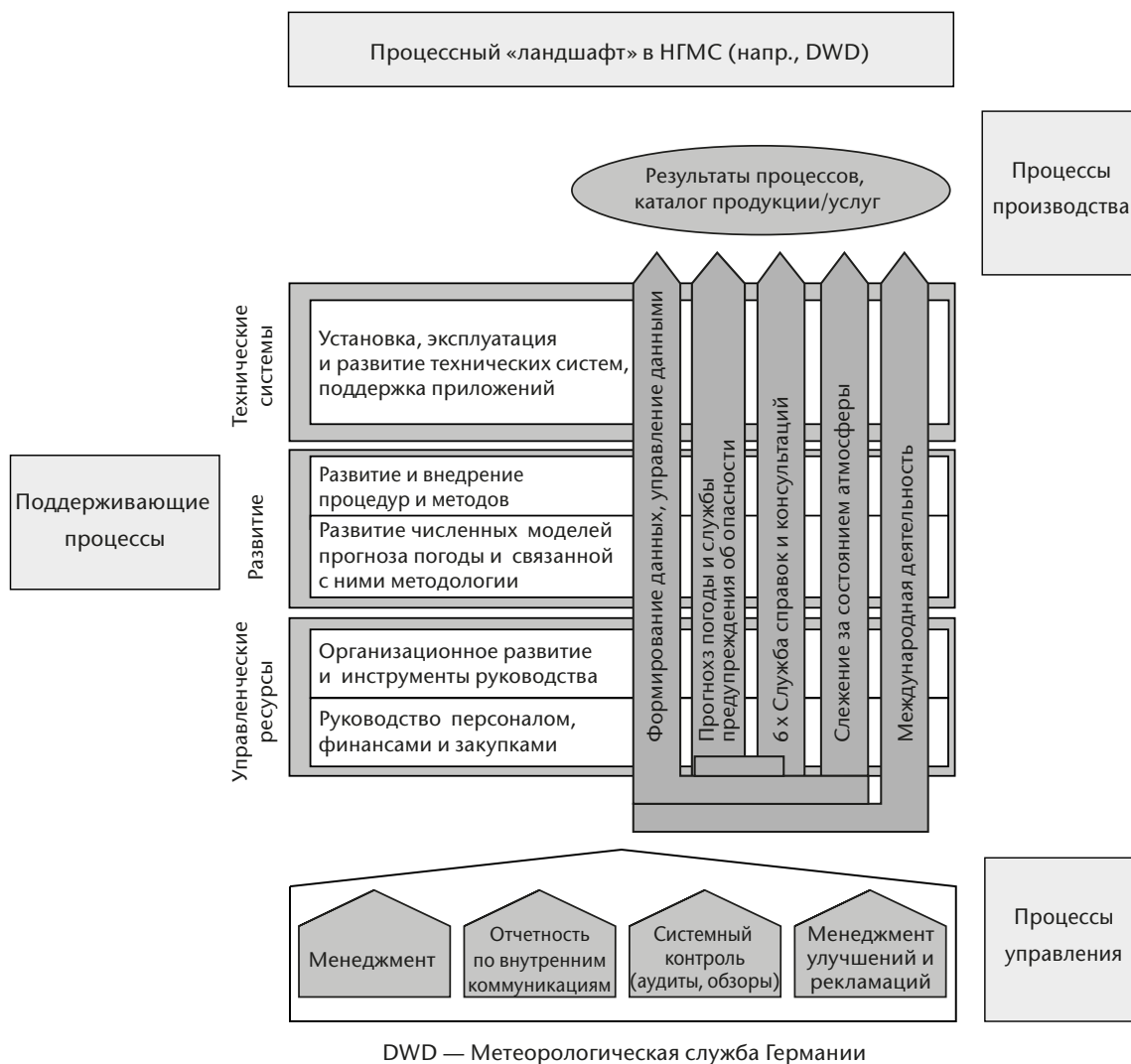


Рисунок 1.4. Процессный «ландшафт» НМГС (пример: Deutscher Wetterdienst (Метеорологическая служба Германии); WMO 2005a)

- b) консультационные услуги (включая климат и окружающую среду);
- c) формирование данных (полученных в результате измерений и от наблюдательных сетей);
- d) международные вопросы;
- e) исследования и разработки (глобальное моделирование, модели ограниченной территории, приборное обеспечение);
- f) техническая инфраструктура (компьютеризация и связь, инженерное обеспечение, менеджмент данных и ИТ-обеспечение);
- g) административные процессы (закупки, финансовый и кадровый менеджмент, организация, административные офисы и недвижимое имущество, менеджмент информации, централизованное планирование и контроль и юридические вопросы).

Даже если эти процессы будут соответствовать индивидуальным потребностям НМГС и обеспечивать их подпроцессами, обычно должны существовать правила устранения инцидентов (например, сбои системы, несчастные случаи с персоналом).

В организации должны быть введены в действие процессы с четко определенными задачами в области качества, и весь персонал должен пройти учебную подготовку для понимания этих процессов, включая использование процедур и контрольных списков и измерение показателей процесса.

Перед подачей заявки на сертификацию должен быть проведен анализ системы менеджмента качества посредством осуществления внутренних аудитов в отделах и подразделениях организации, с тем чтобы проверить соответствие системы менеджмента качества в том виде, в котором это было заявлено и осуществлено. Эти документированные анализы могут быть выполнены специализированными и подготовленными аудиторами. Требования и рекомендации, касающиеся этих анализов, содержатся в ISO 19011 (см. 1.2.4).

Анализ системы менеджмента качества будет включать следующее:

- a) результаты аудита;
- b) обратную связь с потребителями;
- c) эффективность процессов на основе показателей работы;
- d) статус предупреждающих и корректирующих мер;
- e) действия, предпринятые по результатам предыдущих анализов менеджмента;
- f) изменения в системе менеджмента качества (политика организации);
- g) рекомендации по совершенствованию.

1.4 АККРЕДИТАЦИЯ ЛАБОРАТОРИЙ

Аккредитация требует дополнительных процессов и документации, и, что наиболее важно, доказательств того, что персонал лаборатории прошел учебную подготовку и освоил процессы и методы, которые подлежат аккредитации.

Документация должна охватывать следующие аспекты:

- a) наставление по менеджменту для данной лаборатории;
- b) описания процессов, упомянутых в 1.2;
- c) документация всех процессов и методов;
- d) рабочие инструкции для всех отдельных этапов процессов и методов;
- e) наставления по оборудованию (включая сертификаты калибровки);
- f) руководства по техническому обслуживанию.

Поскольку процедуры и методы меняются, вероятно, более часто, чем аспекты аккредитации, касающиеся менеджмента, эти методы обычно не включаются в руководство по менеджменту. Тем не менее, делается специальная ссылка на процедуры и методы, используемые в руководстве по менеджменту.

Поскольку после внедрения системы менеджмента качества вряд ли будут охвачены все аспекты аккредитации, рекомендуется провести предварительный аудит и согласовать его с сертифицирующим ведомством. Во время этих предварительных аудитов обычными будут следующие действия сертифицирующего ведомства:

- a) оценка персонала и необходимых помещений и полевых площадок;
- b) оценка соответствия системы менеджмента;
- c) проверка документации;
- d) валидация рамок аккредитации.

Процедура аккредитации включает оценки, проводимые группой экспертов (не состоящих в штате организации), в состав которой входит представитель сертифицирующего ведомства. Группа экспертов по оценке будет уделять главное внимание двум следующим основным областям:

- a) документации;
- b) проверке технических средств, включенных в рамки аккредитации (например, лаборатории, специальных полевых площадок).

Оценка документации охватывает верификацию следующих документов:

- a) руководство по менеджменту (или наставление по лаборатории);
- b) инструкции по процедуре;
- c) рабочие инструкции;
- d) инструкции по тестированию;
- e) руководство по оборудованию;
- f) руководство по техническому обслуживанию;
- g) анализы неопределенности конкретных количественных величин, результатов тестирования и калибровок;

- h) подтверждающие документы (например, о том, что персонал прошел учебную подготовку и что количественные величины поддаются прослеживанию);
- i) досье (например, переписка с потребителями, выданные сертификаты калибровки).

Группа внешних экспертов может затребовать дополнительные документы, поскольку проверяются все аспекты стандарта ISO/IEC 17025 и причем более подробно по сравнению с сертификацией согласно ISO 9001.

Помимо инспекции методов измерения и соответствующего оборудования оценка технических средств в рамках аккредитации будет включать следующее:

- a) оценка персонала (включая учебную подготовку и уровни ответственности);
- b) оценка инфраструктуры, которая обеспечивает эти методы (например, здания, доступ).

Кроме того, во время оценки проверяется также соответствие следующих элементов поставленных руководством целей аккредитации:

- a) организационная структура;
- b) квалификация персонала;
- c) адекватность технических средств;
- d) ориентация на потребителей.

Помимо этого, в ходе оценки проверяются представленные лабораторией доказательства следующего:

- a) техническая компетенция (выбор и использование измерительной системы);
- b) калибровка измерительного оборудования;
- c) техническое обслуживание измерительного оборудования;
- d) верификация и валидация методов.

Преимущества и недостатки аккредитации

Посредством первоначальной аккредитации, проведенной независимым сертифицирующим ведомством, НМГС доказывают соответствие своей компетенции в области методов метеорологических измерений и тестирования признанному стандарту. После проведения аккредитации осуществляется текущий периодический внешний аудит, который дает дополнительное доказательство того, что стандарты соблюдались, но, что является более важным, он помогает организации обеспечить соблюдение своих собственных внутренних требований к качеству.

Аккредитация в соответствующих рамках также обеспечивает коммерческие возможности для калибровки, верификации и оценки измерительных устройств.

Существенными являются выгоды от аккредитации для организаций, в которых не существует системы менеджмента качества. Во-первых, она документально оформляет систему организации, и благодаря этому может быть использован процесс анализа для того, чтобы сделать данную организацию более результативной и эффективной. Например, один из компонентов аккредитации, согласно ISO/IEC 17025 требует

проведения анализов погрешностей для каждой калибровки и проверочного испытания; подобные количественные анализы дают информацию о том, где может быть получена самая большая выгода при минимальных ресурсах.

Аккредитация или сертификация в рамках любой признанной системы качества требует регистрации и периодических аудитов внешними экспертами и сертифицирующим ведомством. Они влекут дополнительные расходы для организации и зависят от рамок аккредитации и сертификации.

Запрос о проведении аккредитации до внедрения эффективной системы менеджмента качества приведет к повышенному использованию ресурсов и отвлечению существующих ресурсов вместо их использования для создания системы менеджмента качества; кроме того, будут также иметь место дополнительные периодические затраты на проведение аудитов.

1.5 ИНСТРУМЕНТАРИЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Существует несколько хорошо известных инструментов для содействия процессам системы менеджмента качества и ее постоянного усовершенствования. В качестве введения ниже дается описание трех примеров этих инструментов: сбалансированная система показателей; анализ режимов отказов и их последствий; и система «Шесть сигм».

Сбалансированная система показателей (Kaplan и Norton, 1996) имеет как минимум четыре центральных элемента: финансы, потребители, процессы и служащие. Часто добавляется широкая общественность, поскольку общественные интересы всегда должны приниматься во внимание.

Каждая организация и компонент этой организации представляют ключевые показатели эффективности работы по каждому из центральных элементов, которые, в свою очередь, связаны с миссией организации (или с целью, видением или задачами) и ее стратегией (или рабочей задачей и видением).

Анализ режимов отказов и их последствий — это метод изучения возможных причин, дефектов и вероятности их появления. Этот метод может быть использован для анализа производственных процессов и нормативно-технической документации продукции. Цель процесса оптимизации заключается в снижении приоритетного порядка рисков.

Метод «Шесть сигм» был разработан коммуникационной отраслью и использует контроль статистических процессов для совершенствования продукции. Его целью является снижение процессных отказов до показателя ниже установленной величины.

1.6 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ДАННЫХ

Жизненный цикл приборов, применяемых в полевых условиях, включает различные этапы, такие как планирование в соответствии с требованиями пользователя, отбор и установка оборудования, эксплуатация, калибровка, техническое обслуживание и подготовка специалистов. Для получения данных достаточного или предписанного качества необходимо принять соответствующие меры на каждом из этих этапов. В настоящем разделе кратко описаны факторы, влияющие на качество данных, и делается ссылка на более полную информацию, имеющуюся в других главах настоящего Руководства и прочих наставлениях и руководствах ВМО.

Требования пользователей. Качество измерительной системы можно оценить путем сравнения требований пользователей и способности системы удовлетворить их. Соответствие требований пользователей к качеству данных и характеристик приборов необходимо рассматривать не только на этапе разработки и планирования проекта, но также на протяжении всей эксплуатации, а приборное оснащение должно планироваться таким образом, чтобы оптимизировать соотношения затраты/выгоды и затраты/эксплуатационные характеристики. Это предусматривает разделение ответственности по согласованию технических и финансовых факторов между пользователями, экспертами по приборам и экспертами по материально-техническому снабжению. В частности, эксперты по приборам должны изучить требования к качеству данных со стороны пользователей, с тем чтобы иметь возможность предложить спецификации, отвечающие современным техническим требованиям. Этот важный этап разработки называется анализом стоимости. Если им пренебречь, как это часто делается, то может оказаться, что требования к стоимости или качеству, либо и то и другое, не будут удовлетворяться, возможно, в нужной степени, и проект потерпит неудачу, а усилия будут потрачены впустую.

Функциональные и технические спецификации. Воплощение высказанных требований в функциональные, а затем в технические спецификации является очень важной и сложной задачей. Оно предусматривает наличие обширных знаний о требованиях пользователей, о технологиях метеорологических измерений, о методах наблюдений, о регламентах ВМО, и соответствующих условиях эксплуатации, а также о технических/административных инфраструктурах. Поскольку эти спецификации будут определять общее функционирование планируемой измерительной системы, их воздействие на качество данных имеет большое значение.

Выбор приборов. Приборы должны тщательно отбираться с учетом требуемых величин погрешности, диапазона и разрешения (определения см. в [томе I](#), глава 1), условий климата и окружающей среды, в которых предполагается их использование, условий эксплуатации, а также имеющейся технической инфраструктуры для подготовки специалистов, установки и технического обслуживания. Неправильный выбор приборов может привести к низкому качеству данных, вызывая многие трудности, прежде чем оно будет выявлено. Примером может служить неполная спецификация, ведущая к чрезмерному износу приборов или дрейфу их характеристик. Для метеорологических целей, как правило, должны применяться только высококачественные приборы. Следует сделать ссылку на соответствующую информацию, содержащуюся в различных главах настоящего Руководства. Дополнительную информацию о характеристиках различных приборов можно почерпнуть из отчетов о международных сравнениях приборов ВМО и трудов Комиссии по приборам и методам наблюдений (КПМН) ВМО и других международных конференций по приборам и методам наблюдений.

Испытания на соответствие техническим условиям. Перед установкой и сдачей в эксплуатацию необходимо убедиться в соответствии приборов исходным техническим условиям. Технические характеристики приборов и их чувствительность к воздействующим факторам должны публиковаться заводами-изготовителями, а в некоторых случаях подтверждаться органами, проводящими калибровку. Однако взаимные сравнения приборов ВМО показывают, что показатели приборов могут ухудшаться под воздействием факторов, влияющих на их качество, что может проявиться еще на этапах производства и транспортировки. Ошибки калибровки сложно или невозможно обнаружить, когда соответствующие эталоны, а также испытательное и калибровочное оборудование являются труднодоступными. Важный компонент хорошего менеджмента — проведение соответствующих испытаний в эксплуатационных условиях еще до того, как приборы будут использованы для оперативных целей. Такие испытания могут проводиться как для того, чтобы определить рабочие характеристики данной модели, так и для контроля действительного качества каждого прибора.

При закупке оборудования следует поставить перед поставщиком вопрос о внедрении в его организации сертифицированных процедур обеспечения качества

согласно требованиям НМГС, уменьшая тем самым необходимость испытания на соответствие техническим условиям получающей стороной. Повышенная цена при закупке оборудования может быть оправдана последующим уменьшением расходов на внутренние испытания или оперативное обслуживание либо гарантированным качеством при последующей эксплуатации в полевых условиях.

Совместимость. Проблемы совместимости данных могут возникать в тех случаях, когда приборы с различными техническими характеристиками используются для проведения однотипных измерений. Это может произойти, например, при переходе с ручных измерений на автоматизированные, добавлении новых приборов с другими постоянными времени, использовании иной защиты датчиков, применении иных алгоритмов обработки данных и т. д. Влияние на совместимость и однородность данных должно быть тщательно изучено посредством длительных взаимных сравнений. Следует сделать ссылку на различные отчеты ВМО о международных взаимных сравнениях приборов.

Размещение и установка. Плотность метеорологических станций зависит от временного и пространственного масштабов наблюдаемых метеорологических процессов и явлений и, как правило, определяется пользователем или устанавливается регламентными документами ВМО. Существуют экспериментальные доказательства, показывающие, что неправильное размещение и установка могут вызвать серьезные ухудшения точности или репрезентативности измерений. Общие критерии размещения и установки приведены в [томе I](#), глава 1, а детальная информация относительно конкретных приборов дается в различных главах [тома I](#). Следует сделать дополнительную ссылку на регламентные документы ВМО (2015). Следует также обращать внимание на внешние факторы, которые могут стать причиной ошибок, такие как пыль, загрязнение, иней, соль, высокая экстремальная температура окружающей среды или вандализм.

Инструментальные ошибки. Правильный отбор приборов является необходимым, но не достаточным условием для получения данных хорошего качества. Ни один из методов измерений не идеален, и все приборы являются источником различных систематических или случайных погрешностей. Их влияние на качество данных должно быть сокращено до приемлемого уровня путем соответствующих профилактических и корректирующих мер. Эти ошибки и погрешности зависят от типа наблюдения; они рассматриваются в соответствующих главах настоящего Руководства (см. [том I](#)).

Сбор данных. Качество данных зависит не только от качества приборов и их правильного размещения и установки, но также от аппаратуры и методов, используемых для их получения и преобразования в репрезентативные данные. Следует проводить различие между автоматизированными измерениями и наблюдениями, проводимыми человеком. В зависимости от технических характеристик датчика, в особенности от его постоянной времени, должны применяться соответствующие процедуры дискретизации и осреднения. Нежелательные источники внешних электрических помех и шума могут ухудшить качество выходного сигнала датчика, и их следует исключать путем соответствующего формирования сигнала датчика перед вводом в систему сбора данных. Следует сделать ссылку на дискретизацию и фильтрацию, о которых говорится в [томе III](#), главах 1 и 2. В случае снятия показаний прибора вручную ошибки могут быть обусловлены конструкцией, размещением или разрешением прибора либо недостаточной подготовкой наблюдателя. При визуальных или субъективных наблюдениях ошибки могут возникать ввиду неопытности наблюдателя, неправильно интерпретирующего метеорологические явления.

Обработка данных. Ошибки могут также вноситься при преобразовании или при процедурах расчета, применяемых для преобразования измеренных данных в метеорологические данные уровня II или уровня III. Примерами этого являются расчеты влажности на основании измеренных значений относительной влажности

или точки росы и приведение давления к среднему уровню моря. Ошибки также возникают при кодировании или декодировании метеорологических сообщений, в особенности, если это делается наблюдателем.

Контроль качества в режиме реального времени. Качество данных зависит от процедур контроля качества в режиме реального времени, применяемых при сборе и обработке данных и при подготовке сообщений, с целью исключения основных источников ошибок и погрешностей. Эти процедуры являются специфическими для каждого типа измерений, но, как правило, включают общие проверки на достоверность значений, скорость изменений, а также сравнения с результатами других измерений (например, точка росы не может превышать температуру). Специальным проверкам подвергаются результаты наблюдений и метеорологические сообщения, вводимые вручную. В АМС имеется специальное встроенное испытательное оборудование, которое позволяет обнаружить конкретные аппаратные ошибки. Применение этих процедур является наиболее важным, поскольку некоторые ошибки и погрешности, вносимые в процессе измерения, нельзя исключить позднее. Общий обзор используемых ручных и автоматизированных методов содержится в других разделах настоящей главы, а также в [томе III](#), глава 1, и в публикациях ВМО (1993а, 2010, 2015, 2017а).

Мониторинг функционирования. Поскольку процедуры контроля качества в режиме реального времени имеют свои ограничения и некоторые погрешности, вызванные долговременным дрейфом датчиков, и ошибки в передаче данных могут остаться незамеченными, то требуется мониторинг функционирования на уровне сети, проводимый центрами метеорологического анализа и администраторами сети. Этот мониторинг описан в [1.8](#). Информацию также можно почерпнуть из [тома III](#), глава 1, и из публикации ВМО (2010). Важно установить эффективные процедуры связи между лицами, отвечающими за мониторинг, за техническое обслуживание и за калибровку с тем, чтобы способствовать быстрому реагированию на сообщения от системы мониторинга ошибок или отказов.

Испытания и калибровка. В ходе эксплуатации технические и инструментальные характеристики метеорологических приборов изменяются в силу ряда причин, таких как старение аппаратных компонентов, ухудшение обслуживания и установки и т. д. Это может вызвать долгопериодные дрейфы или внезапные изменения в калибровке. Следовательно, для получения надежных данных необходимо проводить регулярную инспекцию и калибровку (поверку) приборов. Это требует наличия эталонов и соответствующей калибровочной и испытательной техники. Это также требует эффективного плана калибровки, поверки и метрологического обслуживания. За общей информацией об аспектах испытаний и калибровки следует обратиться к данному тому, [глава 4](#), и к соответствующим главам [тома I](#), посвященным отдельным приборам.

Техническое обслуживание. Техническое обслуживание может носить корректирующий (когда выходят из строя некоторые части), профилактический (например, чистка или смазка) или адаптивный (в ответ на изменившиеся требования или моральный износ) характер. На качество данных, полученных с помощью прибора, оказывает значительное влияние качество его технического обслуживания, которое, в свою очередь, зависит, главным образом, от квалификации обслуживающего персонала и концепции технического обслуживания. Возможности, персонал и оборудование организации или подразделения, отвечающего за техническое обслуживание, должны быть адекватны обслуживаемым приборам и сетям. Необходимо принимать во внимание несколько факторов, таких как план технического обслуживания, который включает корректирующее, профилактическое и адаптивное обслуживание, логистический менеджмент и ремонтные, испытательные и вспомогательные технические средства. Необходимо отметить, что стоимость технического обслуживания оборудования может значительно превысить стоимость его закупки (см. [том III](#), глава 1).

Подготовка кадров и образование. Качество данных зависит также от квалификации технического персонала, отвечающего за испытания, калибровку и техническое обслуживание приборов, а также наблюдателей, производящих наблюдения. Программы подготовки кадров и образования должны быть составлены в соответствии с рациональным планом, направленным на удовлетворение нужд пользователей и, особенно, требований к техническому обслуживанию и калибровке (поверке), описанных выше, и должны быть адаптированы к специфике системы; это особенно важно для АМС. В условия закупки системы должно входить обязательство завода-изготовителя предоставить всеобъемлющую эксплуатационно-техническую документацию и организовать учебные курсы для техников и операторов (см. данный том, [глава 5](#)) в НМГС.

Метаданные. Хорошо продуманная система обеспечения качества предусматривает наличие детальной информации о самой наблюдательной системе и, в частности, обо всех изменениях, происходящих в ходе ее эксплуатации. Такая информация о данных, известная как метаданные, позволяет оператору наблюдательной системы предпринять самые необходимые профилактические, корректирующие и адаптивные меры для поддержания или повышения качества данных. Требования к метаданным рассматриваются далее в [1.9](#). Дополнительную информацию о метаданных см. в [томе I](#), глава 1 (приложение 1.F), и публикации ВМО (2019b).

1.7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА (КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА)

В *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО, 2015) предписывается применять ко всем метеорологическим данным, подлежащим международному обмену, определенные процедуры контроля качества. Проходить такой контроль качества должны все данные уровня I и уровня II и процедуры преобразования из одного уровня в другой. В публикации ВМО (2017a) центрам обработки метеорологических данных предписывается применять процедуры контроля качества в отношении большинства типов метеорологических сводок, обмен которыми осуществляется на международном уровне, с целью их проверки на наличие ошибок кодирования, внутреннюю совместимость, совместимость во времени и в пространстве и соответствие физическим и климатологическим ограничениям, и там же определяется минимальная частота и сроки проведения контроля качества.

Общие руководящие указания по процедурам контроля качества содержатся в публикации ВМО (2010). В ней подчеркивается важность контроля качества на уровне станции, поскольку некоторые возникающие здесь ошибки нельзя впоследствии исправить, а также отмечаются большие преимущества автоматизации. В публикации ВМО (1993a) содержится довольно подробное описание процедур, которые могут использоваться центрами численного анализа, сведения о климатологических ограничениях, типах проверок на внутреннюю совместимость, сравнениях данных с данными соседних станций и с анализами и прогнозами, а также кратко комментируются вероятности исключения доброкачественных данных и принятия ошибочных данных с известными статистическими распределениями ошибок.

Контроль качества, как, в частности, конкретно определено в [1.1](#), осуществляется в режиме реального или близкого к реальному времени применительно к сбору и обработке данных. На практике ответственность за контроль качества возлагается на различные точки в цепи жизни данных. Они могут быть на станции, если сбор данных осуществляется непосредственно и вручную, или в различных центрах, в которых проводится обработка данных.

Процедуры обеспечения качества должны внедряться и переоцениваться на этапах разработки новых датчиков или наблюдательных систем (см. рисунок 1.5).

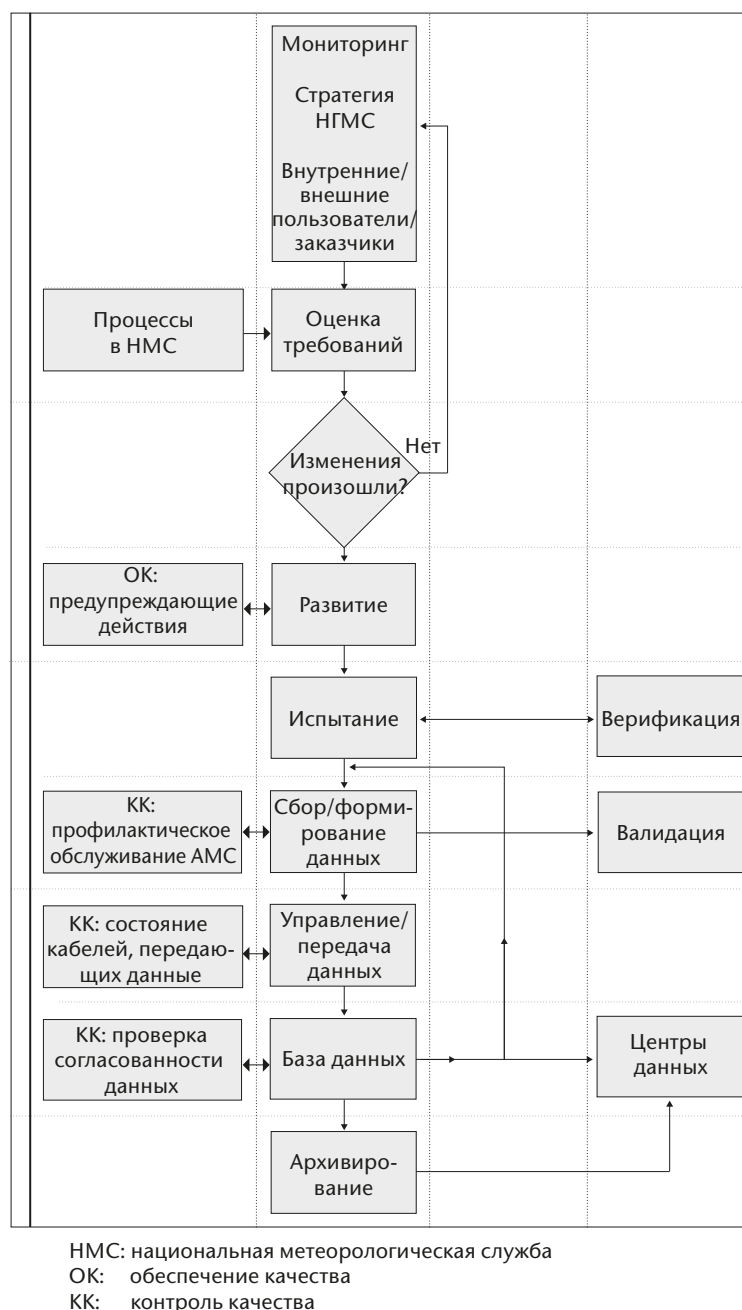


Рисунок 1.5. Процесс формирования данных наблюдений

1.7.1 Приземные данные

1.7.1.1 Ручные наблюдения и станции с персоналом

В обязанности наблюдателя или дежурного сотрудника на станции входит обеспечение контроля качества данных, отправляемых со станции, и ему должны быть предоставлены установленные процедуры для выполнения этой обязанности.. Эта специфическая функция дополняет другие функции технического обслуживания и ведения записей и включает следующее:

- проверки на внутреннюю совместимость полных синоптических или других комплексных наблюдений: на практике опытный наблюдатель выполняет их в ходе

обычной работы, но, тем не менее, они должны быть безусловным требованием. Примерами являются зависимости между температурой, точкой росы и суточными экстремальными значениями, а также между дождем, облачностью и погодой;

- b) климатологические проверки: они служат целям согласованности. Наблюдатель знает нормальные сезонные амплитуды переменных на станции либо располагает соответствующими картами или таблицами и он не должен допускать, чтобы необычные значения проходили непроверенными;
- c) временные проверки: их следует проводить, чтобы обеспечить реальность изменений, произошедших со времени предыдущего наблюдения, особенно когда наблюдения проводились различными наблюдателями;
- d) проверки арифметических операций и операций с использованием таблиц;
- e) проверки всех сообщений и других записей по исходным данным.

1.7.1.2 **Автоматические метеорологические станции**

На АМС некоторые из вышеуказанных проверок должны выполняться программным обеспечением наряду с техническими поверками функционирования системы. Эти вопросы рассматриваются в [томе III](#), глава 1.

1.7.2 **Аэрологические данные**

Процедуры контроля качества аэрологических данных по существу аналогичны процедурам, используемым для приземных данных. Необходимо выполнять проверки данных на их внутреннюю совместимость (например, градиенты и сдвиги), на климатологическую и временную совместимость, а также на совместимость с данными обычных приземных наблюдений. При радиозондировании крайне важно, чтобы базовая калибровка подвергалась тщательной и специальной проверке. Данные, содержащиеся в сообщении, также должны быть сверены с данными наблюдений.

Автоматизация контроля качества на станции особенно полезна в случае аэрологических данных.

1.7.3 **Центры данных**

Данные должны проверяться в режиме реального времени или как можно ближе к нему в первой и последующих точках, где они принимаются или используются. Весьма рекомендуется проводить одинаковые срочные проверки всех данных, даже тех, которые не используются в режиме реального времени, поскольку при задержках контроля качества имеется тенденция к потере эффективности. При наличии автоматизации ее, разумеется, следует использовать, но определенные процедуры контроля качества возможны и без компьютеров или только при частичном использовании вычислительной техники. Принцип состоит в том, что каждое сообщение должно проверяться предпочтительно на каждом этапе всей цепи получения данных.

Проверки, уже проведенные на уровне станции, обычно повторяются в центрах данных, возможно, в расширенной форме с использованием автоматизации. Однако центры данных обычно имеют доступ к другим данным сети, что делает возможным проведение пространственной проверки путем сравнения с результатами наблюдений соседних станций либо с полями результатов анализа или прогноза. Этот метод весьма эффективен и является составной частью деятельности центра данных.

Если обнаруживаются ошибки, то данные должны быть исключены или исправлены путем отправки назад к источнику либо в самом центре данных посредством логических

умозаключений. Последняя из этих альтернатив, очевидно, может внести дополнительные ошибки, но она, тем не менее, обоснована в ряде обстоятельств; скорректированные таким образом данные должны быть помечены в базе данных и к их использованию следует относиться с осторожностью.

В процессе контроля качества формируются данные подтвержденного качества, которые затем могут быть использованы для деятельности в режиме реального времени и для банка данных. Однако побочным продуктом этого процесса должен быть сбор информации об обнаруженных ошибках. При хорошей организации работы в первой точке обработки данных или в последующих точках устанавливается система немедленной обратной связи с источником данных в случаях обнаружения ошибок и ведения соответствующей регистрации для использования администратором сети с целью мониторинга функционирования сети, как описано ниже. Эту функцию наилучшим образом можно осуществить на региональном уровне, где имеется непосредственный доступ к полевым станциям.

Подробные процедуры, описанные в публикации ВМО (1993a), являются руководством для контроля качества данных, подлежащих международному обмену, согласно рекомендациям ВМО (2017a).

1.7.4 **Взаимодействие с полевыми станциями**

Для поддержания определенного качества данных абсолютно необходимо проследить источники, из которых поступают ошибки, принимая соответствующие корректирующие меры. Для данных, полученных со станций с персоналом, это весьма эффективно делается в близком к реальному времени не только потому, что данные можно исправить, но и потому, что, определив причину ошибки, можно предотвратить ее повторение.

Эффективной практикой работы в центре данных или другом оперативном центре является назначение лица, ответственного за поддержание связи практически в реальном масштабе времени и эффективных рабочих контактов с полевыми метеостанциями в тех случаях, когда обнаруживаются ошибки в данных.

1.8 **МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

Управление сетью или станцией значительно улучшается, если ведется непрерывная регистрация функционирования, как правило, по ежедневному и месячному графику. Цель мониторинга функционирования состоит в том, чтобы постоянно следить за качеством работы метеорологических станций и каждой системы наблюдений, таких как сеть измерения давления или радиозондовая сеть.

Мониторинг функционирования предполагает несколько следующих аспектов:

- a) уведомления из центров данных должны использоваться для регистрации числа и типов ошибок, обнаруженных при осуществлении процедур контроля качества;
- b) данные с каждой станции должны включаться в синоптические и временные разрезы. Такие разрезы должны использоваться для определения систематических расхождений с данными соседних станций как по пространственным полям, так и по сравнимым временным рядам. Полезно получать статистику разности и разброса средних значений. Для этих целей эффективны графические методы;
- c) от полевых станций должны поступать сообщения об отказах оборудования или других аспектах функционирования.

Сообщения такого рода весьма эффективны для выявления систематических недостатков в функционировании и определения корректирующих мер. Они эффективно

демонстрируют влияние на данные многих факторов, таких как изменения установки или калибровки, ухудшение работы оборудования, изменения качества расходных материалов или необходимость в переподготовке персонала. Они особенно важны для поддержания доверия к автоматическому оборудованию.

Результаты мониторинга функционирования должны использоваться для обратной связи с полевыми станциями, что важно для поддержания заинтересованности персонала. Эти результаты также показывают, когда необходимо предпринять меры по ремонту или модернизации полевого оборудования.

Мониторинг функционирования является трудоемкой задачей, на решение которой администратор сети должен выделить достаточные ресурсы. В публикации ВМО (WMO, 1988) описывается система мониторинга данных с сети АМС небольшой специальной группой сотрудников, проводящей мониторинг выходных данных в реальном времени и консультирующей администраторов сети и пользователей данных. Miller и Morone (1993) описывают систему с аналогичными функциями близком к реальному времени с использованием мезомасштабной численной модели для пространственных и временных проверок данных.

1.9 **ОДНОРОДНОСТЬ ДАННЫХ И МЕТАДААННЫЕ**

В прошлом сети наблюдений создавались, главным образом, в поддержку деятельности по прогнозированию погоды. Оперативный контроль качества был сосредоточен в основном на определении грубых ошибок, но редко включал в себя проверки на однородность данных и непрерывность временных рядов. Рост интереса к вопросам изменения климата под влиянием, прежде всего, повышенного содержания парниковых газов изменил это положение. Проверки на однородность данных выявили, что многие из очевидных изменений климата можно объяснить неоднородностями во временных рядах, вызванными лишь оперативными изменениями в системах наблюдений. В этом разделе мы попытаемся кратко описать причины этого и предложим некоторые рекомендации относительно необходимой информации о данных, а именно метаданных, которая должна предоставляться для изучения однородности данных и исследований изменения климата.

1.9.1 **Причины неоднородностей данных**

Неоднородности, вызванные изменениями в системе наблюдений, проявляются в виде резких разрывов непрерывности, постепенных изменений или изменений характера изменчивости. Резкие разрывы непрерывности обусловлены, главным образом, изменениями в приборном оснащении, изменениями в размещении и установке станций и их перемещением, изменениями в расчетах средних значений величин, процедурах приведения данных и применением новых поправок калибровки. Неоднородности, проявляющиеся в виде эффекта постепенного изменения в сторону увеличения, могут объясняться изменением окружения станции, урбанизацией и постепенными изменениями характеристик приборов. Изменения характера изменчивости вызываются нарушениями нормальной работы приборов. Кроме того, неоднородности возникают в силу изменений времени наблюдений, недостаточности регулярных инспекций, технического обслуживания и калибровки, а также неудовлетворительности процедур наблюдений. На уровне сети неоднородности могут быть обусловлены несовместимостью данных. Очевидно, что все факторы, влияющие на качество данных, также могут вызывать неоднородности в данных.

Серьезность этой проблемы иллюстрируется историческим обзором изменений радиозондов (WMO, 1993b), который является хорошим примером тщательной работы, которая необходима для устранения проблемы.

Изменения в рядах данных приземной температуры при замене станций с персоналом на АМС и изменения в аэрологических данных при смене типов радиозондов являются особо весомыми причинами появления неоднородностей данных. Эти две причины теперь общепризнаны, и в принципе их можно предвидеть и устранить, а мониторинг функционирования может быть использован для подтверждения эффективности таких исправлений или даже для определения источников некорректности.

1.9.2 **Метаданные**

Неоднородностей данных следует по мере возможности избегать путем соответствующих процедур обеспечения качества, касающихся контроля качества. Однако этого не всегда можно добиться, поскольку некоторые причины неоднородностей, такие как замена датчиков, могут представлять собой реальные усовершенствования в измерительной аппаратуре. Важно иметь информацию о наличии, типе и особенно о времени появления всех неоднородностей. После получения такой информации климатологи могут задействовать соответствующие статистические программы для согласования предыдущих данных с новыми данными в однородных базах данных с высокой степенью уверенности. Информация такого рода обычно содержится в сведениях о данных, известных как метаданные, также называемых историей станции. Без такой информации многие из вышеупомянутых неоднородностей невозможно определить и исправить. Метаданные можно рассматривать как расширенную версию административного описания станции, содержащей всю возможную информацию о первоначальном размещении, типе и времени изменений, которые происходили в течение жизненного цикла системы наблюдений. Поскольку важным аспектом систем передачи качественных данных являются компьютерные системы управления данными, желательно, чтобы метаданные содержались в компьютерной базе данных, составление, обновление и использование которой обеспечивается компьютером.

1.9.3 **Элементы базы метаданных**

База метаданных содержит первоначальную информацию о размещении станции наряду с обновлениями этих данных по мере того, как происходят изменения. Основные элементы включают следующее:

- a) информация о сети:
 - i) орган, эксплуатирующий сеть, а также тип и назначение сети;
- b) информация о станции:
 - i) административная информация;
 - ii) местоположение: географические координаты, высота над уровнем моря³;
 - iii) описания удаленного и близлежащего окружения и препятствий³;
 - iv) план размещения приборов³;
 - v) технические средства: передача данных, энергопитание, кабельные соединения;
 - vi) климатологическое описание;
- c) информация об отдельных приборах:
 - i) тип: завод-изготовитель, модель, серийный номер, принципы действия;
 - ii) рабочие характеристики;

- iii) данные и время калибровки;
- iv) размещение и установка: местоположение, устройства защиты, высота над землей³;
- v) программа измерений или наблюдений;
- vi) сроки наблюдений;
- vii) наблюдатель;
- viii) получение данных: дискретность, осреднение;
- ix) методы и алгоритмы обработки данных;
- x) профилактическое и корректирующее обслуживание;
- xi) качество данных (в виде отметки сомнительности или неопределенности).

1.9.4 Рекомендации в отношении системы метаданных

Для разработки системы метаданных необходима серьезная междисциплинарная организационная структура, а ее функционирование, в особенности скрупулезная и точно датированная регистрация изменений в базе метаданных, требует постоянного внимания.

Полезный обзор требований содержится в публикации ВМО (WMO, 1994) с примерами последствий изменений в практике наблюдений и с объяснением преимуществ хороших метаданных для получения надежных климатологических рядов на основе данных с нарушением непрерывности. Основные функциональные элементы системы поддержания базы метаданных можно обобщить следующим образом:

- a) должны быть установлены стандартные процедуры сбора перекрывающихся друг друга данных измерений в случаях любых значительных изменений в приборном оснащении, практике наблюдений и размещении датчиков;
- b) должны проводиться регулярные оценки проведения калибровки, технического обслуживания и проблем однородности с целью принятия корректирующих мер, когда они необходимы;
- c) необходимо открытое взаимодействие между теми, кто собирает данные, и научными работниками для обеспечения механизмов обратной связи с целью обнаружения проблем с данными, исправления или, по крайней мере, документирования проблем, и совершенствования или пополнения документации для удовлетворения первоначально непредусмотренных требований пользователей (например, рабочих групп);
- d) должна существовать подробная и легко доступная документация о методах, обосновании, испытаниях, допущениях и известных проблемах, связанных с получением массивов данных на основе измерений.

Цель этих четырех рекомендаций заключается в обеспечении пользователей достаточными метаданными, позволяющими оперировать с данными, объединять и обобщать их с минимальными допущениями в отношении качества и однородности.

³ Необходимо включить карты и планы в соответствующих масштабах.

1.10 УПРАВЛЕНИЕ СЕТЬЮ

Управление сетью распространяется на все влияющие на качество данных факторы, описанные в 1.6. В частности, управление сетью должно включать меры по исправлению недостатков в работе сети, выявленных посредством процедур контроля качества и мониторинга функционирования.

Сети определены в публикации ВМО (2015), а руководство по управлению сетью в общих чертах изложено в публикации ВМО (2010), включая структуру и функции подразделения управления сетью. Практика управления сетью весьма разнообразна в зависимости от установленных на местах административных положений.

Весьма желательно назначение конкретного лица или подразделения в качестве администратора сети, которому вменяется в обязанность оперативно следить за влиянием различных факторов на качество данных. Другие специалисты, отвечающие за управление и выполнение отдельных задач, должны сотрудничать с администратором сети и нести ответственность за изменение качества данных в результате принятых мер.

Администратор должен постоянно следить за процедурами и результатами, связанными со всеми влияющими на качество факторами, описанными в 1.6, включая следующие соображения:

- a) системы контроля качества, описанные в 1.1, играют важную оперативную роль в любой метеорологической сети, и им должно уделяться приоритетное внимание со стороны пользователей данных и администрации сети;
- b) мониторинг функционирования обычно понимается как функция управления сетью. По его результатам составляются указания о принятии мер по факторам влияния установки, калибровки и технического обслуживания. Он также обеспечивает информацию о влиянии некоторых других факторов;
- c) инспекция полевых метеостанций, описанная ниже, также входит в функции управления сетью;
- d) техническое обслуживание оборудования может входить в непосредственные функции подразделения по управлению сетью. В противном случае должно осуществляться особо эффективное сотрудничество между администратором сети и подразделением, отвечающим за оборудование;
- e) административная структура должна позволять администратору сети принимать или организовывать корректирующие меры, вытекающие из результатов процедур контроля качества, мониторинга функционирования, программы инспекций или любых других факторов, влияющих на качество. Одним из прочих наиболее важных факторов, описанных в настоящем томе, глава 5, является подготовка наблюдателей, и администратор сети должен быть в состоянии оказывать влияние на содержание и проведение курсов и методику их проведения или выполнение предписанных требований к подготовке специалистов.

1.10.1 Инспекции

Полевые метеостанции должны регулярно инспектироваться, предпочтительно специально назначенными опытными инспекторами. Цели состоят в том, чтобы ознакомиться с работой наблюдателей, проверить техническое обслуживание и установку оборудования, а также повысить ценность данных путем регистрации истории станции. Одновременно могут быть выполнены различные административные функции, которые особенно важны для станций с персоналом. Одни и те же принципы применяются в отношении станций с персоналом; станций, эксплуатируемых персоналом с неполным

рабочим днем, добровольцами или наблюдателями по контракту и, в определенной степени, для АМС. Требования в отношении инспекций изложены в публикации ВМО (2015), а рекомендации даются в публикации ВМО (2010).

Отчеты об инспекциях входят в качестве составной части в отчеты о мониторинге функционирования.

Весьма желательно иметь систематическую и исчерпывающую процедуру, полностью задокументированную в форме справочников по инспекциям и техническому обслуживанию, которые должны использоваться инспекторами, посещающими станции. Процедуры должны включать подробные сведения о составлении отчетов и принятии последующих мер.

Инспектор должен обратить внимание, в частности, на следующие аспекты функционирования станции:

- a) *Функционирование приборов.* Приборы, требующие калибровки (поверки), должны быть сверены с соответствующим эталоном. В первую очередь, следует обратить внимание на атмосферное давление, поскольку все полевые барометры могут иметь определенный дрейф. Механические и электрические регистрирующие системы должны проверяться в соответствии с установленными процедурами. Более сложное оборудование, такое как АМС и радиолокаторы, нуждаются, разумеется, в различных физических и электрических проверках. Защита анемометров и будки для термометров особенно подвержены повреждениям различного рода, что может привести к изменению данных. Должно быть проверено физическое состояние всего оборудования на предмет грязи, коррозии и т. д.
- b) *Методы наблюдений.* В процедуры наблюдений могут легко вкрасться отклонения от установленной практики, поэтому работа всех наблюдателей должна проверяться постоянно. Важную роль в использовании данных для синоптических и климатологических целей играет однородность регистрации и кодирования методов наблюдений.
- c) *Размещение.* Любые изменения в окружении станции должны быть задокументированы и, если это практически возможно, в соответствующее время скорректированы. Может потребоваться перенос станции на новое место.

Инспекции станций с персоналом также служат цели поддержания интереса и энтузиазма наблюдателей. Инспектор должен быть тактичным, информативным, проявлять энтузиазм и готовность к сотрудничеству.

По каждой инспекции должна быть заполнена заранее подготовленная форма отчетности. Она должна включать проверочный список состояния и установки оборудования, а также квалификации и компетентности наблюдателей. Инспекционная форма может также использоваться для других административных целей, например инвентаризации.

Чрезвычайно важно, чтобы все изменения, обнаруженные в ходе инспекции, постоянно регистрировались и датировались с тем, чтобы велась история станции для последующего использования в исследованиях климата и для других целей.

Оптимальная частота инспекционных визитов не может быть точно установлена даже для одного конкретного типа станций. Она зависит от качества работы наблюдателей и оборудования; темпов, с которыми может ухудшаться работа приборов и экспозиция, и изменений в персонале станции и ее технических средствах. Инспекционный интервал в два года может считаться достаточным для станции с хорошо отлаженной работой,

а интервал в шесть месяцев может в большей мере подходить для автоматических станций. Для некоторых видов станций должны существовать специальные инспекционные требования.

Некоторые виды технического обслуживания оборудования могут проводиться инспектором или группой инспекторов в зависимости от их квалификации. Как правило, должна быть составлена программа технического обслуживания оборудования, как это делается в случае инспекций. Этот вопрос здесь не рассматривается, поскольку требования к таким программам и возможная организация весьма разнообразны.

СПРАВОЧНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Deming, W. E. *Out of the Crisis: Quality, Productivity, and Competitive Position*; Cambridge University Press: Cambridge [Cambridgeshire], 1986.
- International Organization for Standardization (ISO). *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*; ISO 9000:2015; Geneva, 2015. <https://www.iso.org/standard/45481.html>
- International Organization for Standardization (ISO). *Quality management systems – Requirements*; ISO 9001:2015; Geneva, 2015. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- International Organization for Standardization (ISO). *Quality management – Quality of an organization. Guidance to achieve sustained success*; ISO 9004:2018; Geneva, 2018. <https://www.iso.org/standard/70397.html>
- International Organization for Standardization (ISO). *Guidelines for auditing management systems*; ISO 19011:2018; Geneva, 2018. <https://www.iso.org/standard/70017.html>
- International Organization for Standardization (ISO)/International Electrotechnical Commission (IEC). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*; ISO/IEC 17025:2017; Geneva, 2017. <https://www.iso.org/standard/66912.html>
- International Organization for Standardization (ISO)/International Electrotechnical Commission (IEC). *Information technology – Service management – Part 1: Service management system requirements*; ISO/IEC 20000-1:2018; Geneva, 2018. <https://www.iso.org/standard/70636.html>
- International Organization for Standardization (ISO)/International Electrotechnical Commission (IEC). *Information technology – Service management – Part 2: Guidance on the application of service management systems*; ISO/IEC 20000-2:2019; Geneva, 2019. <https://www.iso.org/standard/72120.html>
- Kaplan, R. S.; Norton, D. P. *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*, Harvard Business School Press: Boston, Mass., 1996.
- Miller, P.A.; L.L. Morone. Real time quality control of hourly reports from the automated surface observing system. Preprints of the Eighth Symposium on Meteorological Observations and Instrumentation. *American Meteorological Society* **1993**, 373-378.
- M. Field; J. Nash. Practical experience of the operation of quality evaluation programmes for automated surface observations both on land and over the sea. *Papers Presented at the WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-1988)* (WMO/TDNo. 222), Report No. 33; World Meteorological Organization (WMO): Geneva., 1988.
- World Meteorological Organization (WMO) 1993a. *Guide on the Global Data-Processing System* (WMO-No. 305). Geneva, 1993.
- World Meteorological Organization (WMO) 1993b. D.J. Gaffen. *Historical changes in radiosonde instruments and practices: final report* (WMO/TD-No. 541), Report No. 50; World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 1993b.
- K.D. Hadeen; N.B. Guttman. Homogeneity of data and the climate record. *Papers Presented at the WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-94)* (WMO/TD-No. 588), Report No. 57; World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 1994.
- World Meteorological Organization (WMO) 2005a. *WMO Quality Management Framework (QMF): first WMO Technical Report* (WMO/TD-No. 1268) (revised edition); Geneva, 2005.
- World Meteorological Organization (WMO) 2005b. *Guidelines on Quality Management Procedures and Practices for Public Weather Services* (WMO/TD-No. 1256) 2005. PWS No. 11; Geneva, 2005.
- Всемирная метеорологическая организация (ВМО) 2010 г. *Руководство по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 488). Женева, 2010 г. (обновлено в 2017 г).
- Всемирная метеорологическая организация (ВМО) 2015 г. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), Том I. Женева, 2015 г. (обновлено в 2017 г).
- Всемирная метеорологическая организация (ВМО) 2017а г. *Наставление по Комплексной системе обработки и прогнозирования ВМО* (ВМО-№ 485). Женева, 2017 г.
- Всемирная метеорологическая организация (ВМО) 2019b г. *Стандарт метаданных ИГСНВ* (ВМО-№ 1192). Женева, 2019 г.
-