

Руководящие принципы по наилучшим практикам обеспечения готовности пользователей к эксплуатации новых спутниковых систем

Издание 2024 г.

ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1187

Руководящие принципы по наилучшим практикам обеспечения готовности пользователей к эксплуатации новых спутниковых систем

Издание 2024 г.



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1187

РЕДАКТОРСКОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Терминологическая база данных ВМО «МЕТЕОТЕРМ» доступна по адресу: <https://wmo.int/ru/wmo-community/meteoterm>.

Читателям, копирующим гиперссылки, выделяя их в тексте, следует учесть, что могут появиться дополнительные пробелы, непосредственно следующие за <http://>, <https://>, <ftp://>, <mailto:>, а также за наклонными чертами (/), дефисами (-), точками (.) и неразрывными последовательностями символов (букв и цифр). Эти пробелы должны быть удалены из вставленного URL. Правильный URL отображается на экране, если навести курсор на ссылку или нажать на нее, а затем скопировать ее из браузера.

ВМО-№ 1187

© Всемирная метеорологическая организация, 2024

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. Корреспонденцию 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 84 03
Э-почта: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-41187-7

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.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ	1
1. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	1
2. ПРИМЕНИМОСТЬ	2
3. ДИАЛОГ МЕЖДУ КОСМИЧЕСКИМИ АГЕНТСТВАМИ И ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ	3
4. ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОТОВНОСТИ	4
4.1 Учреждение проекта по обеспечению готовности пользователей	4
4.2 Составление бюджета и планирование	5
4.3 Научные исследования и разработки	6
4.4 Развитие работы с данными и тестирование	6
4.5 Развитие обработки данных и тестирование	7
4.6 Вклады в деятельность по калибровке и валидации	7
5. РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА	8
6. РАЗРАБОТКА СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ	10
7. ПОСТАВЛЯЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГРАММ ПО РАЗВЕРТЫВАНИЮ СПУТНИКОВ ДЛЯ ПРОЕКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ	11
7.1 Калибровка и оценка характеристик приборов на предпусковом этапе ..	12
7.2 Спецификации продукции	13
7.3 Руководства пользователей по продукции	14
7.4 Спецификации механизма доступа к данным	14
7.5 Программные инструменты, документация и тестовые данные	15
7.6 Оперативные планы и графики	16
7.7 Доступ к данным на ранних этапах миссии	16
7.8 Уведомление пользователей и обратная связь с ними	17
7.9 Учебные ресурсы	17
7.10 Другие поставляемые результаты	17
8. ПЛАН-ГРАФИК ТИПОВОГО ПРОЕКТА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ	17

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

1. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Космический компонент является неотъемлемой частью Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСН ВМО), как указано в документе [Перспективное видение в отношении Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО в 2040 году](#) (ВМО-№ 1243). Спутниковые системы новых поколений внесут существенные улучшения в спутниковую продукцию и обслуживание, предоставляемые Членами ВМО, при условии, что пользователи смогут эффективно воспользоваться их преимуществами. Эти новые системы будут предоставлять пользователям новые типы данных, общие объемы которых на один или несколько порядков превысят объемы данных, которые предоставлялись спутниковыми системами предыдущих поколений. Интеграция этих новых типов данных в их оперативные схемы окажет существенное влияние на инфраструктуры, системы, применения и различные виды обслуживания пользователей и потребует принятия скоординированных действий на научном, техническом, финансовом, организационном и образовательном уровнях. Чтобы избежать сбоев в работе во время перехода на такие новые спутниковые системы и обеспечить своевременное использование новых возможностей новых систем, крайне важно, чтобы пользователи спутниковых данных были готовы использовать новые типы данных максимально эффективно и как можно раньше.

Новые поколения спутниковых систем, вносящие значительный вклад в реализацию Перспективного видения ИГСНВ, использовались или будут использоваться Китаем, Индией, Японией, Республикой Корея, Российской Федерацией, Соединенными Штатами Америки и Европейским союзом как на геостационарной околоземной орбите (ГЕО), так и на низкой околоземной орбите (НОО). Ожидается, что в будущем и другие страны также могут начать планировать свои спутниковые программы.

Находящиеся на НОО основные спутниковые системы на солнечно-синхронных орбитальных плоскостях на ранней утренней, утренней и дневной орбитах в настоящее время обеспечивают микроволновое (МВ) и гиперспектральное инфракрасное (ИК) зондирование, а также получение изображений среднего разрешения в ИК/видимой (VIS) областях спектра, ультрафиолетовую (УФ) спектрометрию, радиозатменные измерения и скаттерометрию. Кроме того, в эксплуатацию вводится ряд спутников НОО на солнечно-синхронных и дрейфующих орбитах, которые обеспечивают возможности наблюдений за составом атмосферы, океаном, поверхностью суши и другими областями наблюдений.

Руководящие указания Комиссии по основным системам ВМО по обеспечению готовности пользователей к использованию спутников нового поколения были приняты Комиссией по основным системам (КОС) на ее пятнадцатой сессии ([Комиссия по основным системам – пятнадцатая сессия: Сокращенный окончательный отчет с резолюциями и рекомендациями](#) (ВМО-№ 1101) – дополнение I (дополнение к пункту 4.2.36 Общего резюме)). Они сосредоточены на подготовке пользователей к новому поколению метеорологических спутников и настоятельно призывают «каждую заинтересованную НМГС [(Национальную метеорологическую и гидрологическую службу)] или другую организацию, являющуюся оперативным пользователем, учредить проект по обеспечению готовности пользователей с акцентом на внедрении потоков новых спутниковых данных в оперативную деятельность (должен быть инициирован примерно за 5 лет до запуска)».

В этом контексте в 2015 году Всемирный метеорологический конгресс на своей семнадцатой сессии в резолюции 37 (Кг-17) – Подготовка к использованию новых спутниковых систем ([Семнадцатый Всемирный метеорологический конгресс: Сокращенный окончательный отчет с резолюциями](#) (ВМО-№ 1157)), настоятельно рекомендовал «всем заинтересованным Членам в преддверии начала работы новых спутниковых

систем разработать проекты подготовки пользователей в соответствии с Руководящими указаниями КОС по обеспечению готовности пользователей к использованию спутников нового поколения».

Одним из основных ограничений при планировании проекта по обеспечению готовности пользователей является своевременная доступность требований, спецификаций, данных и инструментов, используемых при разработке соответствующей спутниковой системы. Поэтому крайне важно, чтобы организации, занимающиеся разработкой спутников, и операторы спутников предоставляли подробные и актуальные планы их деятельности в целях поддержки проектов по обеспечению готовности пользователей.

По этой причине в резолюции 37 (Кг-17) также приветствуется внедрение Навигатора готовности пользователей спутников (САТУРН), который в свое время служил единым порталом для получения технической информации от операторов спутников, касающейся новых спутниковых систем. Целью этой работы было дополнить порталы операторов спутников путем создания связи между пользователями и операторами спутников для устранения важного пробела. С 2015 года операторы спутников работают над повышением удобства использования их веб-страниц, чтобы процесс подготовки пользователей к получению новых данных со спутников начался как можно раньше.

Космическая программа ВМО проанализировала, как типичный цикл развертывания спутниковых систем соотносится с проектами по обеспечению готовности пользователей к их использованию, в результате чего было подготовлено резюме наилучших практик и общий график осуществления проекта (представлены в [таблице](#)). Общий график указывает, какая информация должна быть доступна, чтобы соответствовать графику подготовки пользователя и учитывать ограничения разработки спутниковой системы, а также когда эта информация должна быть доступна относительно запланированного запуска спутника.

Комиссия ВМО по основным системам на своей шестнадцатой сессии в решении 4 (КОС-16) «Передовые практики обеспечения готовности пользователей к использованию метеорологических спутников нового поколения» ([Комиссия по основным системам — шестнадцатая сессия: Сокращенный окончательный отчет с резолюциями, решениями и рекомендациями](#) (ВМО-№ 1183)) одобрила в качестве руководства КОС [Руководящие принципы по наилучшим практикам обеспечения готовности пользователей к использованию метеорологических спутников нового поколения](#) (ВМО-№ 1187), опубликованные в 2017 году.

Пересмотр данной публикации отражает уроки, извлеченные из опыта работы спутниковых систем, введенных в эксплуатацию за последние 5–10 лет (таких как Himawari-8/9, геостационарные эксплуатационные спутники наблюдения за окружающей средой (GOES)-R серии (GOES-R), GEO-Kompsat-2, FengYun-4 (FY-4), FengYun-3 (FY-3) и Объединенная полярная спутниковая система (JPSS)), новых типов программ спутников НОО, возрастающей роли коммерческих поставщиков спутниковых данных, а также эволюции потребностей пользователей.

2. ПРИМЕНИМОСТЬ

В настоящей публикации в комплексном виде представлены передовые практики для проектов по обеспечению готовности пользователей, реализуемых организациями-пользователями (например, НМГС), а также для программ развития спутников в целях поддержки готовности пользователей. Они содержат перечень конечных результатов с соответствующими сроками, которые должны быть предоставлены проектам по обеспечению готовности пользователей в рамках программ по развертыванию спутников.

Поэтому описанные здесь передовые методы применимы как к организациям-пользователям (см. [раздел 4](#)), так и к операторам спутников (см. [раздел 6](#)).

Они применимы ко всем спутниковым системам, обеспечивающим устойчивые наблюдения в ответ на оперативные потребности пользователей, но особое внимание уделяется спутниковым системам, предоставляющим данные, которые имеют решающее значение для оперативных прогнозов состояния системы Земля, предупреждений об опасных погодных явлениях и защиты жизней и имущества. Организации-пользователи и операторы спутников несут общую ответственность за то, чтобы спутниковые данные приносили максимальную пользу в критически важных областях применения.

В настоящем документе основное внимание уделяется критическому периоду времени — от пяти лет до запуска спутника до двух лет после него; это является частью непрерывного процесса взаимодействия с пользователями, который начинается еще до официального утверждения спутниковой программы и продолжается в течение всего ее жизненного цикла.

Настоящая публикация в первую очередь предназначена для членов Координационной группы по метеорологическим спутникам (КГМС) и ВМО, однако более широкое сообщество пользователей также может извлечь пользу из содержащейся в ней информации при формировании проектов по обеспечению готовности пользователей в своих учреждениях.

Этот документ является очень важным руководством для коммерческих поставщиков спутниковых данных, и КГМС, как и ВМО будут стремиться обеспечить соблюдение изложенных в нем практик для обеспечения подготовки пользователей к предоставлению всех основных данных, особенно для применений глобального численного прогнозирования погоды (ЧПП).

3. **ДИАЛОГ МЕЖДУ КОСМИЧЕСКИМИ АГЕНТСТВАМИ И ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ**

В качестве основы для всех видов деятельности по обеспечению готовности пользователей к спутниковым программам важно наладить двусторонний диалог между пользователями и поставщиками данных на ранних этапах разработки спутниковой системы. Это необходимо для того, чтобы проинформировать пользователей о том, чего они могут ожидать от новых видов наблюдений, а также для того, чтобы пользователи смогли планировать их подготовительные мероприятия и определить, что им необходимо для эффективного и результативного использования новых видов данных. Области, которые особенно выиграют от таких ранних диалогов, включают ожидаемые характеристики данных, определения форматов, пути распространения, прокси-данные, встроенную интеграцию экспертов по предметной области, сквозное тестирование, определение потребностей в исследованиях и разработках для применения данных, потребности в обучении/образовании, а также выявление «блокираторов готовности», которые требуют решения со стороны пользователя или поставщика.

Эффективные методы содействия такому диалогу включают конференции пользователей спутников, научно-консультативные группы, инициативы по созданию испытательных полигонов, испытательные стенды и программы раннего внедрения, в которых участвуют эксперты-пользователи и разработчики космических программ. Инициативы Национального управления океанических и атмосферных исследований (НУОА) по проведению испытательных полигонов для GOES-R и JPSS, а также проекты Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ) по подготовке пользователей к данным со спутников МЕТЕОСАТ третьего поколения (ТПМ) и Полярной системы ЕВМЕТСАТ второго поколения (EPS-SG) доказали свою высокую эффективность в поддержке готовности пользователей.

Группы пользователей, созданные в рамках этих видов деятельности, могут также играть важную роль в начальной оценке спутниковых данных на орбите, включая раннюю демонстрацию новых возможностей применений данных.

Практические семинары по взаимодействию с пользователями могут помочь определить ключевые потребности пользовательских сообществ, а также рекомендуемые требования пользователей для будущих наблюдений. Взаимодействие с широким сообществом пользователей, например, через соответствующие научные рабочие группы КГМС, имеет важное значение для обеспечения того, чтобы пользователи были проинформированы о новых типах данных, и о том, чтобы деятельность по подготовке пользователей была целенаправленной и эффективной.

Двумя важнейшими элементами диалога между пользователями и поставщиками данных являются определение потребностей в развитии применений данных и обсуждение соответствующего ресурсного обеспечения с учетом бюджетных реалий как для спутниковых программ, так и для пользователей. Взаимодействие с пользователями, включающее исследования и разработки, а также академический сектор, может помочь определить основные области исследований и разработок, связанные с новыми данными. Это, в свою очередь, ускорит разработку новых видов продукции и применений, а также обеспечит обновление поддерживающей инфраструктуры как поставщиков спутниковой информации, так и пользователей. Отдача от инвестиций в космические программы может быть значительно увеличена, если необходимые потребности в разработке будут выявлены на раннем этапе и обеспечены достаточными ресурсами. Выявление общих черт между различными спутниковыми программами (например, для моделирования радиационного переноса и обработки данных) и разработка инструментов на уровне сообщества через пользовательские сети, такие как Центр спутниковых применений EVMETCAT, могут быть весьма экономически эффективными в этом отношении.

Уровень необходимого диалога зависит от степени новизны инструмента. Необходим более широкий диалог по потребностям в обеспечении готовности пользователей для использования системы с совершенно новыми возможностями зондирования.

4. **ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОТОВНОСТИ**

Виды деятельности, описанные ниже, должны осуществляться организациями пользователей для обеспечения готовности к использованию спутников нового поколения.

4.1 **Учреждение проекта по обеспечению готовности пользователей**

Крайне важно начать планирование проекта по обеспечению готовности пользователей как можно раньше. В настоящих *Руководящих принципах* предполагается, что пользователям необходимо подготовиться к развертыванию спутников совершенно нового поколения, и в этом случае проект по обеспечению готовности пользователей должен быть определен за пять лет до запуска спутника. В частности, крайне важно, как можно раньше:

- a) четко определить итоги и поставляемые результаты проекта;
- b) определить четкий круг полномочий и сферу ответственности;
- c) обеспечить наличие адекватного бюджета для всех видов деятельности;
- d) составить четкий план подготовки к введению в эксплуатацию обновленной инфраструктуры и предоставлению новых видов обслуживания;
- e) развивать сети коммуникации между операторами спутников, ключевыми руководителями, заинтересованными сторонами проекта и пользователями.

Проект по обеспечению готовности пользователей должен охватывать следующие области:

- a) новые возможности, а также совершенствование существующих возможностей;
- b) непрерывность предоставления оперативного обслуживания, включая анализ критически важных путей для перехода;
- c) получение максимальной выгоды от имеющихся активов и защиты инвестиций;
- d) максимальное повышение ценности обслуживания на всех этапах переходного периода;
- e) благоприятные возможности для исследований и разработок, которые лежат в основе или способствуют созданию новых видов продукции и применений;
- f) Обеспечение своевременного перехода пользователей на новую систему.

Проект также должен включать подробную оценку возможностей и рисков. Возможно, было бы целесообразно включить проектную деятельность в более масштабные виды деятельности, направленные на модернизацию службы и улучшение ее ресурсов.

Во время осуществления проекта особое внимание должно уделяться:

- a) необходимости наличия выделенного руководителя проекта (важное значение имеет общая подотчетность);
- b) поддержанию контакта с оператором спутника для получения обновленной информации;
- c) поддержанию регулярной коммуникации между ключевыми руководителями и заинтересованными сторонами проекта (для поддержания поступательного движения вперед и противодействия недостоверной информации);
- d) мониторингу ключевых этапов проекта в целях активизации деятельности, в случае необходимости;
- e) обеспечению поддержки со стороны руководства и его вовлечения, в случае необходимости;
- f) управлению ожиданиями в отношении доступности новых видов продукции.

4.2 Составление бюджета и планирование

Процесс составления бюджета и планирования имеет крайне важное значение и должен начинаться заблаговременно. В некоторых случаях спутниковая система нового поколения может являться фактором, обуславливающим значительную модернизацию инфраструктуры и расширение функциональных требований к системам сбора, хранения и сетей передачи данных; таким образом, пользователи должны быть осведомлены о системе с заблаговременностью во много лет до запуска спутника, с тем чтобы они могли предусмотреть необходимые меры по модернизации в своих долгосрочных планах развития и инвестирования. Необходимо задавать реальные сроки и другие положения, чтобы избежать возможных трудностей при планировании, например, из-за задержек запуска.

Основной задачей организации-пользователя является защита инвестиций, вложенных в действующие оперативные программы, и заблаговременное понимание того, когда необходимы или неизбежны дополнительные инвестиции для достижения готовности к новой спутниковой системе. По этой причине пользователям чрезвычайно важно, как можно раньше получать информацию о движущих факторах инвестирования для целей составления бюджета и планирования.

4.3 Научные исследования и разработки

Потребности в научных исследованиях и разработках следует определять на ранней стадии подготовки в ходе диалога с поставщиками данных. В этом контексте «научные исследования и разработки» относятся к тому этапу деятельности, на котором осуществляется подготовка пользователей к применению данных со спутников нового поколения. Это обычно включает разработку методов усвоения данных ЧПП с использованием данных со спутников нового поколения, где это необходимо, или разработку новой или адресной специализированной продукции для конкретных областей применения, например, такими центрами, как Центр спутниковых применений EUMETSAT. Такие виды деятельности обычно включают в себя эффективные с вычислительной точки зрения инструменты для моделирования новых наблюдений, анализа воздействия функций спектрального отклика прибора (ФСО), поля зрения (ПЗ) и т. д. По возможности рекомендуется использовать общедоступные программные средства (к примеру, в области радиационного переноса программное обеспечение для оперативного вертикального зонда (TOV) в целях наблюдений за радиационным переносом (RTTOV) в видимом и инфракрасном диапазонах спектра спутника (TIROS), программное обеспечение для общедоступной модели радиационного переноса (CRTM)) для обеспечения эффективных и последовательных разработок.

Планирование таких видов деятельности в значительной мере зависит от степени новизны прибора. Для обновленной версии существующей серии приборов сроки подготовки могут быть значительно сокращены, а некоторые этапы (например, моделирование данных) могут быть полностью исключены. Напротив, в случае совершенно новых инструментов необходим углубленный анализ конкретных требований к разработке с учетом точности инструментов перспективного моделирования, ожидаемых объемов данных и других потребностей в обработке. Например, если прибор выполняет измерения в спектральной области, ранее не охваченной другими приборами, может потребоваться исследование спектроскопии для этой области. В противном случае, если прибор позволит существенно изменить объем данных, может потребоваться разработка эффективных методов представления информации. Для проведения таких исследований может оказаться полезной предварительная оценка функции спектрального отклика уже за четыре года до даты запуска; для этой функции спектрального отклика смоделированные данные были бы очень полезны. Для наблюдений с использованием совершенно нового метода измерения может потребоваться разработка совершенно новых инструментов прямого моделирования, позволяющих количественно использовать данные, что может потребовать существенной разработки.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы не прекращаются после ввода в эксплуатацию спутников с новыми датчиками, поскольку для реализации их полного потенциала может потребоваться несколько лет. Важно продолжать стимулировать интерес к исследованиям и разработкам, а также источники финансирования для поощрения взаимодействия с пользователями, равно как и выявлять поддерживающие агентства, способные доводить исследования до уровня практической деятельности.

4.4 Развитие работы с данными и тестирование

Эта деятельность включает в себя разработку и закупку новых систем приема спутниковых данных, а также модернизацию возможностей доступа к наземным сетям (услуги Интернет, Региональной сети передачи метеорологических данных (РСПМД) и Национальной сети исследований и образования (НСИО)), необходимым для работы с увеличенным потоком данных. Она также включает в себя модернизацию баз данных наблюдений, краткосрочных и долгосрочных архивов, а также внутренних сетей и общих информационно-технических возможностей для визуализации, мониторинга и обработки данных.

Крайне важно начать закупку систем обработки данных на раннем этапе, чтобы обеспечить возможность для полного тестирования всех технических и научных аспектов технологической цепочки.

4.5 Развитие обработки данных и тестирование

Программное обеспечение, используемое для обработки данных наблюдений со спутников, возможно, придется адаптировать и потенциально обновить, чтобы учесть данные с нового спутника. Необходимые изменения могут включать:

- a) обновление локальной цепочки обработки, используемой для включения данных прямой передачи данных со спутника (ПП) в продукцию уровня 0 (L0) и уровня 1 (L1);
- b) приобретение дополнительного программного обеспечения для создания продукции уровня 2 (L2);
- c) преобразование данных в промежуточные локальные форматы и использование подмножеств данных для небольших регионов, представляющих интерес, для баз данных наблюдений и архивации;
- d) включение мониторинга и ассимиляции данных в модели ЧПП;
- e) адаптация технологической цепочки обработки для локальной генерации продукции более высокого уровня в целях конкретных применений с использованием локальных систем и/или облачных вычислений;
- f) интеграция данных в оперативную пользовательскую среду, в том числе, например, интегрированные визуализационные применения (со спутниковыми, радиолокационными, наземными и высотными данными наблюдений и выходной продукцией моделей) для прогнозистов.

Например, адаптация ассимиляции ЧПП к новым спутниковым системам требует длительного времени и предъявляет особые требования к наличию данных о приборах и продукции.

При проведении комплексных испытаний систем обработки данных крайне важно использовать синтезированные тестовые данные с реалистичными объемами данных и соответствующими рабочими форматами. Эти тесты должны проводиться в форме «стресс-тестов» для проверки способности систем справляться с ожидаемыми объемами данных.

Изменения, необходимые для того, чтобы программное обеспечение могло обрабатывать данные с новых спутников, будут существенно различаться в зависимости от потребностей и возможностей каждой организации-пользователя и потребуют тщательной координации с пользователями.

4.6 Вклады в деятельность по калибровке и валидации

Участие центров ЧПП в деятельности по калибровке и валидации приборов стало стандартной практикой как для спутников на низкой околоземной орбите (НОО), так и для спутников на геостационарной орбите (ГСО). Кроме того, операторы спутников отслеживают отклонения методом начального приближения минус наблюдение для продукции уровня L1 в рамках своей деятельности по калибровке и валидации, а обратная связь и анализ воздействия со стороны пользователей ЧПП стали неотъемлемыми компонентами процесса калибровки и валидации. Эти виды деятельности также должны быть продолжены для обеспечения готовности пользователей к использованию данных со спутников нового поколения.

5. РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА

Развитие потенциала имеет жизненно важное значение для обеспечения того, чтобы все Члены ВМО могли максимально использовать ценность данных со спутников нового поколения. Деятельность по развитию потенциала может осуществляться в форме двусторонних партнерств НМГС, региональных механизмов сотрудничества, таких как форумы или конференции пользователей, а также региональных координационных групп ВМО по требованиям к спутниковым данным. Обучение является одним из основных элементов развития потенциала; она направлена на формирование навыков использования спутниковых данных и продукции и должна считаться имеющей первостепенное значение как для спутниковых операторов, так и для пользователей.

Существуют различные аспекты готовности пользователей к обучению для различных целевых групп, и важно определить необходимые категории, поскольку они будут иметь различные временные рамки и потребуют разного уровня информации о новой спутниковой системе.

Первый тип обучения направлен на обеспечение возможности доступа/получения и отображения данных и предназначен для технического персонала, включая инженеров и специалистов по информационным технологиям. В ходе обучения рассматриваются вопросы: как и где можно получить доступ к данным и продукции? Какие типы коммерческого программного обеспечения или бесплатных программ/программных кодов доступны для чтения форматов данных и где они находятся?

Второй тип обучения фокусируется на цикле «исследование-операция-исследование». Он включает в себя деятельность испытательных стендов и полигонов. Общая цель — оценить полезность данных или продукции в смоделированной оперативной обстановке и убедиться, что данные/продукцию можно будет использовать, когда они станут доступны. Такое обучение обычно состоит из семинаров или непосредственного взаимодействия исследователей и сотрудников офиса и проводится с использованием косвенных данных перед запуском спутника или реальных данных после запуска.

Третий тип обучения фокусируется на применении новых спутниковых изображений и продукции в оперативной обстановке. Общие навыки и знания в области спутников, необходимые оперативным прогнозистам, должны соответствовать *Руководящим принципам ВМО по навыкам и знаниям в области использования спутниковых данных для оперативных метеорологов (SP-12)* для информирования о разработке, внедрении и оценке воздействия обучения, особенно в части, касающейся интерпретации изображений. Этот тип обучения принимает различные формы: семинары, вебинары, онлайн-модули, короткие справочные видеоролики и руководства и т. д. Это должно происходить как можно ближе к моменту выпуска новых спутниковых изображений и продукции, а лучшее время для улучшения сохранения информации — после запуска спутника, когда пользователь начинает изучать новые спутниковые изображения и продукцию. Последующее однократное формальное обучение с регулярным и повторным неформальным обучением по спутниковым изображениям и продукции, используемым для различных погодных явлений и значимых событий, будет способствовать более широкому внедрению новых видов спутниковой продукции организациями-пользователями.

Неполный список определенных учебных предметов включает в себя:

- a) сходства и различия существующих спутников;
- b) эксплуатация и обслуживание оборудования;
- c) интерпретация данных L1 со спутниковых приборов, включая:
 - i) интерпретацию спутниковых изображений;
 - ii) использование данных пассивных средств зондирования;
 - iii) использование активных приборов;

- d) использование средств программного обеспечения (для обработки, визуализации, анализа и ассимиляции);
- e) использование и ассимиляция полученной продукции L2;
- f) понимание форматов данных и их распространения;
- g) физические основы дистанционного зондирования, в частности, применительно к новым приборам.

Целевые группы для обучения включают:

- a) инструкторов (с использованием подхода, основанного на подготовке инструкторов);
- b) руководителей проектов по подготовке пользователей;
- c) оперативных прогнозистов;
- d) сообщества пользователей в области ЧПП и других областях применений;
- e) организационных менеджеров;
- f) вспомогательный технический персонал;
- g) персонал, занимающийся научными исследованиями и разработками, а также персонал, осуществляющий переход от науки к эксплуатации.

Подход к организации обучения существенно зависит от потребностей и возможностей организаций-пользователей и от организационных отношений между спутниковыми операторами и пользователями. В 2020 году Бюро ВМО по образованию и подготовке кадров выпустило публикацию [Global Campus Innovations](#) (WMO-No. ETR-27), в которой представлены материалы Членов ВМО о новых подходах к обучению, достижениях в области учебных программ, сотрудничестве в области образования и подготовки кадров, а также об обучении с использованием современных технологий. С учетом этих достижений акцент смещается в сторону смешанных подходов к обучению, сочетающих очные курсы и семинары, онлайн-модули для самостоятельного обучения, вебинары, взаимодействие с коллегами и наставниками, а также неформальные регулярные заседания региональных фокус-групп, способствующие созданию сообществ практиков и непрерывному обучению.

Необходимо подчеркнуть растущую важность продолжения учебной деятельности после запуска спутника. Обучение должно охватывать как нормальные, так и критически важные реальные погодные ситуации, характерные для всех сезонов, и оно должно быть основано на фактических характеристиках спутниковых систем. Особое внимание следует также уделить поддержке со стороны руководства подходов к смешанному обучению и подготовке инструкторов с целью улучшения разработки и предоставления учебных материалов.

Спутники ГСО нового поколения, запущенные в 2015–2025 годах, имеют большое сходство в приборном оснащении (например, сходное спектральное, временное и пространственное разрешение приборов для получения изображений со спутников и картографы молний). Таким образом, разработка общего обучающего материала и стимулирование общего развития применений могут принести значительные потенциальные преимущества для пользователей и спутниковых операторов.

В стратегии Виртуальной лаборатории ВМО-КГМС по образованию и подготовке кадров в области спутниковой метеорологии (ВЛаб) на период 2024–2027 гг. делается особый акцент на наращивании потенциала Членов ВМО для понимания и использования данных

со спутников нового поколения. Ожидается, что в предстоящие годы ВЛаб будет играть ключевую роль в удовлетворении потребностей метеорологов в обучении в этой области, и потребуются серьезная поддержка со стороны членов КГМС.

В развитии потенциала должны участвовать не только оперативные прогнозисты и операторы спутников, но и научное сообщество. Важно обеспечить участие исследователей и студентов в научной деятельности, связанной с новыми приборами, в частности, потому, что это будет способствовать эксплуатационному использованию приборов в долгосрочной перспективе за счет привлечения следующего поколения разработчиков и пользователей. Чтобы использовать инновационный потенциал данных следующего поколения, необходимо заблаговременно наладить взаимодействие с исследовательским сообществом и его финансирующими организациями. Объединение усилий оперативных прогнозистов, разработчиков различных видов продукции, академического сообщества и пользователей прогнозов внесет значительный вклад в быстрый переход от исследований к оперативной деятельности и наоборот.

Обучение и поддержка пользователей требуются и после этапа подготовки пользователей. Этап подготовки пользователей — это один из периодов деятельности в рамках более широкого и устойчивого процесса взаимодействия с пользователями и развития потенциала.

6. РАЗРАБОТКА СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Деятельность по выполнению программы по разработке спутниковой системы обычно делится на следующие семь этапов (см. рисунок) и, как правило, осуществляется спутниковыми операторами в сотрудничестве с научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими агентствами по спутникам и отраслевыми партнерами.

- a) этап 0 — анализ миссии и определение потребностей;
- b) этап A — обоснование;
- c) этап B — предварительное описание;
- d) этап C — подробное описание;
- e) этап D — квалификационные испытания и производство;
- f) этап E — использование;
- g) этап F — снятие с эксплуатации.

Этап C (подробное описание) завершается защитой технического проекта (ЗТП) системы, когда описание всей системы (спутникового и наземного сегмента) завершается до самого последнего уровня, после чего начинается полное производство системы (этап D — квалификационные испытания и производство). Если разработка производится по номинальному графику, то ЗТП системы осуществляется за три года до запуска спутника. Этап E (использование) начинается с момента доставки спутника к месту запуска и начала подготовки к запуску и подразделяется на этап E1 (запуск и ввод в эксплуатацию), обычно продолжающийся до 6—12 месяцев после запуска, и этап E2 (регламентные работы).

Наиболее важным последствием реализации этого жизненного цикла по отношению к сообществу пользователей является то, что характеристики системы и другая информация, предоставляемые сообществу пользователей до ЗТП системы (в конце этапа C), будут основаны на потребностях, в то время как поставляемые результаты, основанные на реальных характеристиках системы, будут доступны только после этого, в ходе реализации этапов D и E1).

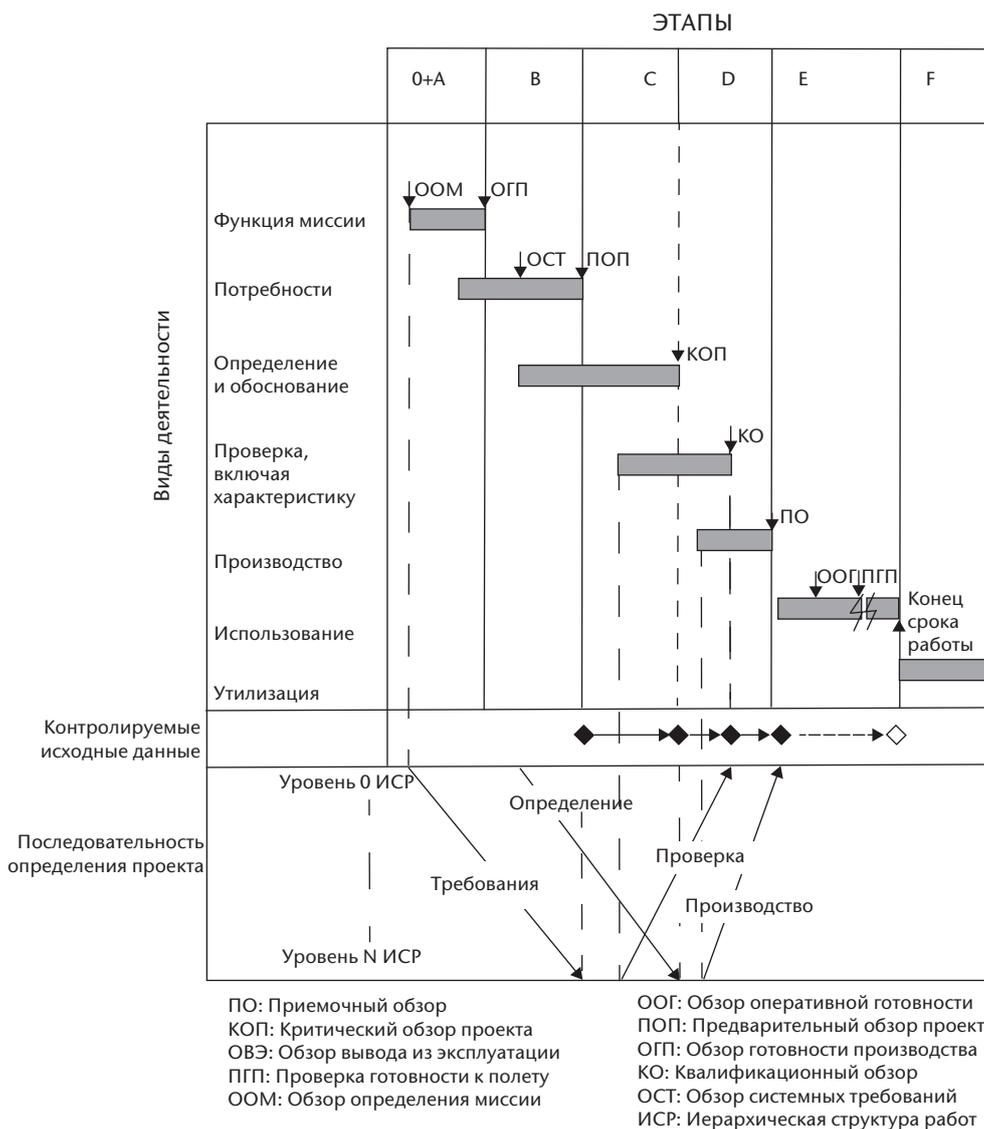


Рисунок. Жизненный цикл развертывания типовой спутниковой системы по данным Европейской кооперации по стандартизации в области космической техники

Этот жизненный цикл отражает фактический опыт, полученный в рамках развертывания спутников Метеосат второго поколения (МВП), спутников для связи, океанографии и метеорологии (COMS) и GOES-R, а также в процессе планирования ТПМ. Имеются различия в конкретных программах; например, планирование разработки Himawari-8 было сжато по времени: ЗТП системы была завершена в январе 2012 года, в то время как сам спутник был успешно запущен 7 октября 2014 года.

7. ПОСТАВЛЯЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГРАММ ПО РАЗВЕРТЫВАНИЮ СПУТНИКОВ ДЛЯ ПРОЕКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

В этой части *Руководящих принципов* рассматриваются спецификации высокого уровня для различных элементов программ по разработке спутников, которые должны передаваться в проекты по обеспечению готовности пользователей. График выполнения работ приведен в [таблице](#).

7.1 Калибровка и оценка характеристик приборов на предпусковом этапе

Данные предпусковой калибровки и оценки характеристик приборов дистанционного зондирования со спутников, представляющие общий интерес для сообщества пользователей данных дистанционного зондирования, крайне важны для производства калиброванных данных L1 с привязкой к географическому местоположению, а также для их адаптации в рамках ЧПП и климатических применений. Неопределенность, воспроизводимость и устойчивость этих данных определяются оперативными и научно – исследовательскими применениями дистанционного зондирования и соответствующими требованиями. Для приборов, выпущенных и/или протестированных партнерами в промышленности, предоставление данных предпусковых испытаний системным инженерам, спутниковым операторам и сообществу пользователей данных дистанционного зондирования часто подпадает под контрактные ограничения.

Предпусковые испытания спутниковых приборов должны стремиться воспроизвести как можно более точно работу прибора в спрогнозированных условиях на орбите. Это также известно, как «тестирование как в полёте». Данные калибровки и оценки характеристик прибора, полученные в результате таких испытаний, обеспечивают точное представление о приборе на момент запуска и его соответствие эксплуатационным требованиям на орбите. Необходимость определения характеристик приборов перед запуском становится еще более важной, учитывая все более сложную конструкцию приборов нового поколения.

Оценки нескольких ключевых эксплуатационных параметров (перечисленных ниже), включая характеристики ФСО, данные о радиометрической точности, полученные в результате предпусковых испытаний, и радиометрические характеристики бортовых черных тел, выиграют от учета свойства метрологической прослеживаемости. Это требует, чтобы все измеряемые величины, влияющие на оценку параметра, были связаны, через непрерывную цепь сравнений, с признанными эталонами измерений, в идеале с Международной системой единиц (СИ). Установление такой прослеживаемости позволяет надежно определять и оптимизировать неопределенности в этих ключевых эксплуатационных параметрах.

В целях обеспечения их надлежащего и эффективного использования международным сообществом дистанционного зондирования, данные о характеристиках перед запуском должны включать следующее:

- a) соответствующие правила наименования и нумерации каналов и их научное(ые) применение(я);
- b) функцию спектрального отклика (ФСО) (также называемую относительной или абсолютной радиометрической спектральной чувствительностью (РСЧ)):
 - i) центральные частоты/длины волн и полосы пропускания каналов, вместе с подробными измеренными спектральными характеристиками, полученными в ходе предпусковых измерений характеристик приборов;
 - ii) чувствительность в зависимости от длины волны как функцию канала (т. е. среднее) и датчика;
- c) поляризацию для каждого канала, проверенную по результатам предпусковых измерений;
- d) размер пикселей в поле зрения (ПЗ) вдоль траектории сканирования и траектории полета или полная функция рассеяния точек (ФРТ)/модуляционная передаточная функция (МПФ);
- e) мгновенное поле обзора/зрения (МПО/МПЗ)/ ширина полосы охвата, цикл повторения/конфигурация орбиты;

- f) измеренную диаграмму направленности антенны (для приборов МКВ);
- g) размер выборки пикселей/временные интервалы;
- h) системный шумовой уровень прибора (т. е. уровень шума, выраженный как разность излучения и яркостной температуры (NEdL и NEdT соответственно)) как функция прибора и температуры фокальной плоскости и напряжения бортовой сети;
- i) радиометрическую калибровку и оценку характеристик точности:
 - i) усиление и смещение как функции температуры прибора и фокальной плоскости;
 - ii) поляризационной чувствительности;
 - iii) радиометрического разрешения, динамического диапазона, линейности, квантования;
 - iv) угла отклика по отношению к углу сканирования для сканирующих радиометров;
- j) наведение, геометрическую точность и межполосную калибровку/регистрацию прибора (т. е. геометрическую эффективность работы);
- k) указание ожидаемой продолжительности миссии и срока службы приборов;
- l) ключевые параметры бортовых калибраторов (т. е. излучательная способность черного тела и равномерность температур, спектральная двунаправленная функция отражения/пропускания (ДФО или ДФП) солнечного диффузора и однородность);
- m) целевую и фактическую неопределенность измерений вышеуказанных данных;
- n) во всем вышеперечисленном должно содержаться указание уровня точности определения тестируемых параметров. Это достигается путем определения того, были ли данные получены с использованием анализа/моделирования, демонстрации или инспектирования или же посредством испытания на уровне отдельных частей, узлов агрегатов, подсистем, систем или обсерватории (т. е. космического аппарата с приборным оснащением).

Данные предпускового тестирования должны предоставляться для первичных, дублирующих и всех потенциальных оперативных конфигураций перекрестной коммутации приборов на орбите.

Необходимо создать механизмы, обеспечивающие пользователей информацией о событиях, влияющих на работу приборов в полете. С этой целью в рамках проекта [Глобальной космической системой взаимных калибровок \(ГСИКС\)](#) координируется ведение журналов регистрации событий в ходе работы приборов.

7.2 Спецификации продукции

Спецификации видов продукции включают в себя научные спецификации алгоритмов продукции, подробную спецификацию форматов для распространения, а также, по требованию, запросы и информацию о своевременности и ожидаемых объемах данных, причем все это относится к видам продукции как L1, так и L2.

Для различных видов продукции следует принять общие стандартные форматы, если не BUFR и GRIB BMO, то формат netCDF с соглашением CF. Что касается последнего, то BMO находится в процессе внедрения профилей netCDF CF, и концепция форматов, одобренных BMO, развивается в этом направлении. Важно также учитывать гибкость, которая появится с внедрением Информационной системы BMO (ИСВ) 2.0. Необходим более стандартизированный подход к описанию различных видов продукции уровней как L1, так и L2, возможно, посредством разработки стандартных шаблонов для описания

продукции. Настоятельно рекомендуется избегать использования условных наименований при описании видов продукции. Условные наименования приводят к путанице среди пользователей (например, учебные инструкторы сообщили, что пользователи в тропиках изначально игнорировали использование полосы «снег/лед» на длине волны 1,6 мкм, поскольку они не видели снега и льда на земле — позже они поняли, что что она полезна для обнаружения ледяной фазы в облаках).

7.3 **Руководства пользователей по продукции**

Помимо официальных спецификаций продукции (например, документов по теоретическим основам алгоритмов (ДТОА)) несколько операторов успешно внедрили справочники/руководства пользователей по продукции, которые помогают пользователям оценить пригодность продукции к использованию для конкретных целей. Хорошим примером являются руководства пользователей по продукции ТПМ, подготовленные EVMETCAT. Содержание этих руководств включает информацию, полезную для получения, обработки и чтения данных уровня 0-2 (например) и использования этих данных в качестве входных данных для алгоритмов, продукции и систем отображения.

7.4 **Спецификации механизма доступа к данным**

С ростом использования облачных технологий методы доступа к спутниковым видам продукции стремительно развиваются. Однако необходим целый ряд методов доступа, чтобы пользователи, не имеющие надежного доступа к «облаку», могли надежно извлекать продукцию.

Методы прямого доступа к спутниковой продукции обычно включают в себя базу данных с самого спутника и/или распространение на основе цифрового видеовещания (ДВБ) с телекоммуникационных спутников. Соответствующие спецификации требуются для закупки приемных систем пользователей.

Системные требования для систем приема сигналов ПВ, включая обе антенны, компоненты первичной обработки данных и компьютерные системы для приема и обработки продукции L1, должны быть доступны пользователям своевременно для начала деятельности по закупкам, обычно за три года до запуска. Требования к системам обработки увеличиваются с увеличением сложности обработки данных ПВ для нового поколения спутников, что оказывает значительное влияние на системы пользователей. Если спутниковый оператор может предложить удаленно доступное (возможно, облачное) решение для обработки данных ПВ, то системе приема данных ПВ не обязательно потребуются возможности обработки данных L1. Такой подход уже оценивается Китайским метеорологическим управлением (КМУ).

Также требуются спецификации других механизмов распространения данных в масштабе времени, близком к реальному, использующих наземную связь и облачные технологии, а также спецификации механизмов автономного доступа к данным, включая поиск в архивах и другие средства по запросу. Например, для данных, распространяемых через Глобальную систему телесвязи (ГСТ), необходимы сокращенные заголовки бюллетеней для организации маршрутизации, а для данных, распространяемых через инфраструктуру публикации/подписки (pub/sub) ИСВ 2.0, необходимы соответствующие(ая) тема(ы) для настройки подписок потребителей.

Там, где для получения доступа к продукции и обслуживанию требуется регистрация пользователя, то перед запуском необходимо подробно описать процесс регистрации, чтобы пользователи могли пройти процедуру регистрации уже на этапе ввода в эксплуатацию.

7.5 Программные инструменты, документация и тестовые данные

Программное обеспечение для предварительной обработки данных уровня L1 необходимо для разработки функций обработки данных со стороны пользователей, однако во многих случаях оно предоставляется оператором только после приемки наземного сегмента. Любые контракты на закупку систем обработки данных должны учитывать это обстоятельство, с тем чтобы обеспечить скорейшую поставку.

Документация по программному обеспечению, такая как книги форматов, пользовательские меню, ДТОА, должна быть доступна пользователям вместе с программным обеспечением и тестовыми данными.

Средства программного обеспечения могут также разрабатываться экспертами из сообщества пользователей, но для нового поколения спутников эти средства программного обеспечения всегда будут зависеть от ядер обработки данных L1, разработанных в рамках создания спутниковой системы.

Существуют различные категории тестовых данных с различными жизненными циклами. Универсальной классификации не существует, однако для целей настоящих *Руководящих принципов* используется следующая терминология:

- a) синтезированные данные: не имеют научной ценности, однако имеют реалистичные размеры и форматы; используются для тестирования потока данных пользователями;
- b) модельные данные: данные, полученные прямым расчетом по модели радиационного переноса; модельные данные используются для тестирования механизмов обработки и визуализации. Эти данные получают на основе выходной продукции моделей ЧПП; и они обычно не имеют реалистичной пространственной структуры и временной изменчивости;
- c) косвенные данные: комплекты фактических данных с соответствующих предшествующих приборов, например, данные с интервалом в 2,5 минуты со спутника Meteosat-10 для гибкого комбинированного формирователя изображений (ГКФИ) МТП, данные сверхбыстрого сканирования, получаемые с интервалом в 1 минуту со спутника GOES для усовершенствованного базового формирователя изображений (УБФИ) GOES-R, или данные атмосферного зондирующего интерферометра/атмосферного инфракрасного зонда (АЗИ/АИКЗ) для геостационарного инферометрического инфракрасного зонда (ГСИИКЗ) FY-4 и инфракрасного зонда (ИКЗ) МТП. Косвенные данные используются при предварительном инструктаже по возможностям и областям применения. Также можно использовать косвенные данные для формирования тестовых данных, подобных модельным, добавляя данные моделей радиационного переноса для каналов к данным предшествующих миссий или применяя временную или пространственную интерполяцию;
- d) предоперативные данные: реальные спутниковые данные, получаемые в ходе мероприятий по вводу спутника в эксплуатацию, но до завершения полной валидации.

Операторы должны предоставить все категории этих тестовых данных, использовать последовательную терминологию для их описания и предоставить средства программного обеспечения для использования тестовых данных как в ходе предпусковой разработки и тестирования (где основное внимание должно уделяться данным для ознакомления с форматом и тестирования потока данных), так и в ходе мероприятий по вводу в эксплуатацию после запуска. (где должны быть предоставлены предварительные эксплуатационные данные). Опытные пользователи также могут предоставлять данные испытаний, и эти данные могут быть интегрированы с данными испытаний, предоставленными операторами.

7.6 Оперативные планы и графики

Для обеспечения готовности пользователей важно до начала эксплуатации обеспечить наличие как долгосрочных планов, так и графиков рутинных операций. Это включает в себя следующие элементы:

- a) план полета для всей спутниковой программы, включая планирование запусков, орбитальные позиции и даты окончания срока службы спутника, а также информацию о пересечении с траекториями полетов действующих оперативных спутников;
- b) график текущих операций, включая районы охвата для гибких оперативных сценариев сканирования и информацию о процессе смены сценария, например, активирования сверх ускоренных операций сканирования для слежения за мощными штормами и тропическими циклонами;
- c) если это целесообразно, условия для участия пользователей в составлении графика работ (например, запросы в отношении целевых оперативных мероприятий в специальном режиме);
- d) планирование деятельности по регулярному техническому обслуживанию космических аппаратов, такой как орбитальные маневры, сезонная переориентация космических аппаратов (рыскание-переворот), деконтаминация оборудования и т. д.;
- e) графики активации прямого вещания (ПВ) с НОО по необходимости;
- f) графики регулярного распространения данных как в режиме ПВ, так и в режиме ретрансляции через спутники телесвязи.

Диалог с ключевыми пользователями имеет решающее значение при разработке первоначальных оперативных планов.

Подробные сведения о рекомендуемых сроках выполнения приведены в плане-графике, представленном в [таблице](#).

7.7 Доступ к данным на ранних этапах миссии

Важнейшим элементом обеспечения готовности пользователей является быстрое предоставление различных видов спутниковой продукции и их дублирование с предыдущей системой. Различные виды спутниковой продукции должны предоставляться в кратчайшие сроки после проведения необходимых калибровочных и проверочных мероприятий, а для предоставления данных на всех этапах, насколько это возможно, должна использоваться инфраструктура оперативного доступа к данным. Необходимо обеспечить достаточное дублирование с существующей оперативной спутниковой системой, чтобы поддержать оперативное внедрение новых спутниковых данных. Важнейшие потребности:

- a) периоды предпускового распространения контрольных данных для поддержки тестирования инфраструктуры сбора данных пользователей;
- b) доступ к непроверенным данным для отдельных пользователей, поддерживающих деятельность по калибровке и валидации;
- c) распространение предварительно проверенных данных и продукции на ранних этапах после запуска;
- d) параллельное распространение данных L1 как со старых, так и с новых спутников (как можно дольше, но не менее шести месяцев после окончания ввода в эксплуатацию (обычно до D3+1г)).

Более подробная информация приведена в плане-графике для типового проекта по обеспечению готовности пользователей.

7.8 **Уведомление пользователей и обратная связь с ними**

Важно, чтобы операторы спутников устанавливали каналы двусторонней связи с сообществом пользователей, с тем чтобы предоставлять общую и конкретную информацию, а также для того, чтобы пользователи могли делать запросы и предоставлять другие отзывы на этапе подготовки. Подобные каналы необходимы также для предоставления регулярной поддержки пользователям, начиная с этапа ввода в эксплуатацию и в течение всего этапа рутинных операций. Определение и картирование сетей, охватывающих различные сообщества пользователей, позволяет осуществлять стратегическую и эффективную коммуникацию.

Подобная коммуникация должна включать, помимо прочего, региональные координационные группы ВМО по требованиям к спутниковым данным, региональные форумы и конференции пользователей, а также учебные мероприятия. Каналы связи также должны обеспечивать поддержку запросов и отзывов отдельных пользователей.

7.9 **Учебные ресурсы**

Исключительно важное значение для новых спутниковых систем имеет предоставление спутниковыми операторами учебных материалов. Смешанные подходы к обучению приобретают все большее значение и обеспечивают гибкость при передаче новой информации о спутнике и его применениях по мере ее поступления. Важно также извлекать пользу из вклада со стороны сообщества пользователей и способствовать распространению учебных ресурсов, предоставляемых группами пользователей. ВЛаб ВМО-КГМС играет ключевую роль в разработке и предоставлении онлайн-учебных материалов пользователям по всему миру на их национальных языках. Региональные форумы и конференции пользователей, проводимые операторами спутниковой связи ежегодно или один раз в два года, предоставляют наилучшую возможность для предоставления информации о спутниках нового поколения и сбора мнений пользователей при определении требований к спутникам следующего поколения. Обучающие семинары координируются с проведением конференций и могут быть ориентированы на конкретные группы пользователей. Сочетание и чередование семинаров, курсов, вебинаров, онлайн-модулей, блогов и сессий регулярных региональных фокус-групп способствует непрерывному обучению и использованию спутниковых изображений и продукции. ВЛаб активно участвует в этой деятельности.

7.10 **Другие поставляемые результаты**

Для многих применений важно иметь набор основных постоянных величин, используемых для получения спутниковых данных и продукции; операторы спутников должны обеспечить доступность этих постоянных величин для пользователей. Планируется предложить единый стандарт для использования операторами КГМС.

8. **ПЛАН-ГРАФИК ТИПОВОГО ПРОЕКТА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОТОВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

В [таблице](#) представлен общий план-график деятельности по обеспечению готовности пользователей и планированию различных поставляемых результатов, необходимых для поддержания этой деятельности, начиная с начальных этапов разработки спутниковой системы.

Таблица. План-график типового проекта по обеспечению готовности пользователей

<i>Время относительно даты запуска (ДЗ) в годах (г/л) или месяцах (м)</i>	<i>Развертывание спутниковой системы: деятельность и основные этапы</i>	<i>Проект по обеспечению готовности пользователей: деятельность и основные этапы</i>	<i>Необходимые поставляемые результаты от операторов спутников</i>
ДЗ-5л -> ДЗ-4г	Этап С развития наземного сегмента	<ul style="list-style-type: none"> - Инициирование проектов по обеспечению готовности пользователей (например, НМГС) - Инициирование совместных проектов, направленных на удовлетворение потребностей менее развитых Членов ВМО 	<ul style="list-style-type: none"> - Определены вероятные и потенциальные пользователи - Общие спецификации сегмента пользователей, включая общее определение пути перехода от существующего сегмента пользователей - Предварительный график получения поставляемых результатов для пользователей - Выявленные потребности в исследованиях и разработках (операторы наблюдений/радиационный перенос и т. д.)
ДЗ-4г -> ДЗ-3г	Защита технического проекта системы	<ul style="list-style-type: none"> - Идентификация факторов для инвестирования и текущих расходов - Планирование и выделение людских ресурсов и бюджетных средств для инвестирования и покрытия текущих расходов - Определение приоритетных потребностей в данных, поскольку четкие приоритеты в отношении текущей и будущей продукции позволяют наилучшим образом подготовиться к обеспечению доступа к данным и возможностей для их предоставления - Первичное обучение возможностям системы для обучающих инструкторов и лиц, принимающих решения 	<ul style="list-style-type: none"> - Общее описание приборов - Общее описание механизмов распространения данных в масштабе времени, близком к реальному - Подробные спецификации продукции L2 и L1, которая должна быть доступна на момент начала функционирования (продукция «первого дня») - Косвенные данные тестирования - Планы развития продукции после начала эксплуатации (продукция «второго дня»)

<i>Время относительно даты запуска (ДЗ) в годах (г/л) или месяцах (м)</i>	<i>Развертывание спутниковой системы: деятельность и основные этапы</i>	<i>Проект по обеспечению готовности пользователей: деятельность и основные этапы</i>	<i>Необходимые поставляемые результаты от операторов спутников</i>
ДЗ-3г -> ДЗ-2г	<ul style="list-style-type: none"> - Производство системы - Оценка характеристик приборов на земле 	<ul style="list-style-type: none"> - Разработка новой системы приема - Разработка изменений в сетях телесвязи, включая возможности Глобальной системы телесвязи/Региональной сети передачи метеорологических данных (ГСТ/РСПМД) - Создание новых функций обработки данных и работы с данными - Обучение конкретным областям применения на основе косвенных данных для учебных инструкторов и старших прогнозистов 	<ul style="list-style-type: none"> - Спецификации приборов и их работы, включая запланированные функции спектрального отклика (ФСО), шум и размеры поля зрения (ПЗ) - Модельные тестовые данные - Развитие применений, где это необходимо (например, операторы наблюдений, методологии и т. д.) - Подробное описание механизмов распространения данных в масштабе времени, близком к реальному - Подробные спецификации ПВ, включая частоту и характеристики сигнала, а также спецификации оборудования для антенн, компонентов первичной обработки данных и компьютерных систем для приема и обработки данных ПВ - Общее описание доступа к данным в автономном режиме - Оценки объема данных/продукции - Определения формата данных/продукции - Основные постоянные величины, используемые при обработке - Условия доступа к данным (например, лицензирование, ключевые единицы) - Программное обеспечение для предварительной обработки данных L1 для ПВ (предварительная версия) - Создание и использование двунаправленных каналов связи для запросов пользователей

<i>Время относительно даты запуска (ДЗ) в годах (г/л) или месяцах (м)</i>	<i>Развертывание спутниковой системы: деятельность и основные этапы</i>	<i>Проект по обеспечению готовности пользователей: деятельность и основные этапы</i>	<i>Необходимые поставляемые результаты от операторов спутников</i>
ДЗ-2г -> ДЗ-1г	Приемка наземного сегмента системы	<ul style="list-style-type: none"> - Закупка, установка и приемочные испытания систем - Разработка программного обеспечения для обработки данных, в том числе с усвоением ЧПП - Обучение конкретным областям применения на основе косвенных данных для учебных инструкторов и старших прогнозистов 	<ul style="list-style-type: none"> - Полная информация о предпусковых характеристиках приборов (включая ФСО, шум) - Информация о моделях радиационного переноса (например, RTTOV), поддерживающих работу приборов - Синтезированные данные тестирования (включая подробности формата данных L1B, идентификационный номер спутника, навигационную информацию) - Длительные периоды тестовой передачи синтезированных данных - Долгосрочный оперативный план - Планирование обмена данными для обслуживания глобального сообщества
ДЗ-1г -> ДЗ-6м	Готовность спутника к полету	Обучение конечных пользователей (прогнозистов)	<ul style="list-style-type: none"> - Начало регулярного обновления планов запуска и ввода в эксплуатацию
ДЗ-6м -> ДЗ	Оперативная валидация системы и подготовка к запуску	<ul style="list-style-type: none"> - Тестирование программного обеспечения для обработки данных (с использованием косвенных данных) - Техническое обучение работе с системами приема и другими элементами системы - Тестирование системы приема данных (с использованием синтезированных данных) 	<ul style="list-style-type: none"> - Модельные тестовые данные на основе предпусковой оценки точностных характеристик приборов - Формат данных L2 - Пакет программного обеспечения для ПВ (при наличии ПВ) - Пользовательская документация для механизмов распространения и предоставленных инструментов программного обеспечения - График рутинных операций
ДЗ -> ДЗ+6м	<ul style="list-style-type: none"> - Проверка работы спутника на орбите - Выпуск продукции L1 	<ul style="list-style-type: none"> - Полное тестирование системы и программного обеспечения (с использованием предоперативных данных) - Поддержка деятельности операторов по калибровке/проверке, в частности, путем ассимиляции ЧПП 	<ul style="list-style-type: none"> - Раннее распространение не прошедших валидацию данных L1 - Ранний переход на ПВ - Предоперативное распространение данных L1 - Оценка характеристик работы приборов в полете - Программное обеспечение для предварительной обработки данных L1 для ПВ (оперативная версия) - Начало регулярного предоставления поддержки пользователям

<i>Время относительно даты запуска (ДЗ) в годах (г/л) или месяцах (м)</i>	<i>Развертывание спутниковой системы: деятельность и основные этапы</i>	<i>Проект по обеспечению готовности пользователей: деятельность и основные этапы</i>	<i>Необходимые поставляемые результаты от операторов спутников</i>
ДЗ+6м -> ДЗ+2г	Выпуск продукции L2	<ul style="list-style-type: none"> - Использование научных данных (многokrратно на основе увеличения использования реальных данных) - Обучение после запуска на основе реальных данных - Объявление о готовности пользователя к эксплуатации 	<ul style="list-style-type: none"> - Оперативное распространение данных L1 как со старых, так и с новых спутников (как можно дольше, но как минимум до ДЗ+1г)

За дополнительной информацией просьба обращаться:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

Strategic Communications Office

Тел.: +41 (0) 22 730 83 14

Электронная почта: sra@wmo.int

wmo.int