



Стаття публікується в [Інформаційному бюлетені з міжнародної стандартизації 2-2012](#)

Глобальне космічне співробітництво набирає обертів

Характеристики руху повинні відповідати міжнародним стандартам і це найкращим чином відображено в уривку з книги Кена Фоліта “Стовпи Землі”.

“Так скільки ж футів у полі?”

Ага! Тут існує невідповідність. Вісімнадцять у Лінкольні. Шістнадцять у Східній Англії. А в цьому місті — п’ятнадцять!.

В Парижі поль взагалі не використовується”.

Цей вигаданий діалог є справжнім описом сучасних проблем розвитку космічних систем, їхнього запуску та експлуатації. Діяльність підкомітету SC 14 “Космічні системи та їхня експлуатація” технічного комітету ISO/TC 20 “Авіаційні та космічні апарати” присвячена подоланню цих проблем шляхом розроблення загальних міжнародних стандартів для майбутніх космічних операцій.

Стандарти для космосу є унікальними в межах ISO. Під час розроблення операцій, які виконуються космічними системами, застосовуються найкращі знання різних дисциплін, а тому такі розроблення є досить конкурентоспроможними. Знання космічних систем та їхнього потенціалу в різних країнах значно відрізняються, а космічні технології охороняються як національне надбання, наприклад, такими заходами, як Міжнародні правила торгівлі зброєю (ITAR) Сполучених Штатів Америки. Основні космічні держави не

використовують єдину мову та загальну термінологію. У цій сфері існує декілька органів з стандартизації, які, навіть, конкурують між собою.

Підкомітет SC 14 настільки ж унікальний, як і його предмет: інженерне проектування, випробування, космічні операції, космічне середовище, управління та матеріали, управління космічними відходами та пом'якшення їхніх наслідків у всіх цих галузях. Кожна з цих галузей відчуває необхідність у міжнародних стандартах для регулювання величезного ринку послуг з запуску, експлуатації та управління супутниками та космічними апаратами.

Не ракетна наука для всіх...

Існує чотири категорії космічних держав.

Китай, Франція, Індія, Японія, Росія та США розробляють, здійснюють запуск та експлуатацію супутників і ракетних носіїв. Ці країни також користуються перевагами від експлуатації супутників.

Бразилія, Німеччина, Італія, Великобританія розробляють та експлуатують супутники. Ці країни поки що не мають можливості автономного запуску (хоча Бразилія досить близька до цього).

Єгипет, Марокко, Тихоокеанські республіки, Південна Африка, Таїланд та інші користуються послугами супутників.

Деякі держави, серед яких центральні африканські країни, намагаються досягти більшої участі та вигод в цій діяльності. Деякі з них надають зручно розташовані екваторіальні наземні станції, наприклад, у Малінде та Кенії. Кожна країна з цих категорій має суттєві інтереси в міжнародних космічних стандартах.

Стандарти, розроблені підкомітетом SC 14, охоплюють всі аспекти науки та проектування. В теперішній час існують основоположні стандарти на звітність щодо

невдалого запуску, які допомагають під час проведення судової експертизи та процесу виправлення.

Підкомітет SC 14 розробив стандарти на наземні централізовані інтерфейси, на посудини, що працюють під тиском, та на склад витратних матеріалів. Оскільки космічні апарати не можуть бути відновлені одразу після їхнього запуску, то основними вимогами є вимоги надійності механічних та електричних процесів. Космічна промисловість значно розширила наукові методи аналізу відмов: Аналіз видів і наслідків критичності відмов (FMECA) — є основою всіх космічних операцій.

Сучасний рівень розвитку ракетної науки дозволяє операторам різними способами визначати орбіти супутників. Класи спостережень охоплюють активний зв'язок з супутниками, інерційне бортове вимірювання (наприклад, GPS), відстеження за допомогою радарів та телескопів.

Крім того, існує декілька способів опису супутникових орбіт та багато перспектив, за яких необхідно розраховувати майбутні позиції. Земля не є ідеальною сферою, а її маса не розподілена рівномірно. Протягом часу відбуваються зміни її форми та перерозподіл маси, все це має важливі наслідки для роботи космічних апаратів.

Спільні операції

Разом з підкомітетом ISO/TC 20/SC 13 “Системи передачі інформації і даних космічних систем” (також відомого як Консультативний комітет з стандартизації космічних даних) підкомітет SC 14 розробив та опублікував стандарти на метод передачі комплексних орбітальних даних, який дозволяє спільну роботу в галузі. Це потребує розроблення серії допоміжних стандартів на визначення і встановлення орієнтації землі в інерційному просторі, на визначення складу розрідженого середовища (яке визначає дисипативний опір та світловий тиск), а також на кореляцію вимірювань, одержаних в різні часи.

Деякі допоміжні стандарти вже існують або знаходяться в процесі розроблення, в той час як деякі з них повинні розглядатись на рівні міжнародної стандартизації.

Стандарти ISO широко застосовуються і заслуговують довіри. Їхнє розроблення ґрунтується на принципах збалансованості в межах робочих груп розробників та досягнення справжнього консенсусу. При цьому практики, які застосовуються в теперішній час, не визнаються недійсними, а приводяться у відповідність до нових стандартів.

Стандарти повинні розроблятися тими, хто їх потребує. Кожен учасник або організація повинні мати матеріальну зацікавленість у результатах роботи. Крім того, необхідно досягти збалансованого розвитку робочої групи, кожен член якої представляє різних потенційних користувачів з відповідними потребами.

Нарешті, для прийняття рішення необхідна переважна більшість голосів тих, хто бере участь у голосуванні, а не їхня незначна різниця.

Яка кількість уламків вважається надто великою

Існує вірогідність, що навколоземний простір вже переповнений. Щоб уникнути цього, необхідно, як мінімум, безпечно утилізувати супутники наприкінці їхнього життєвого циклу. Міжвідомчий координаційний комітет з космічного сміття (IADC) розробив настанови з експлуатації супутників, але цей консультативний орган, який складається з представників національних космічних агентств, не має достатніх повноважень та можливостей регулювання. Крім того, члени IADC не повинні обов'язково представляти промислові, суспільні або приватні наукові інтереси.

ISO і Організація Об'єднаних Націй розробили рекомендації та стандарти, засновані на настановах IADC, але не завжди повністю узгоджені з ними. Наприклад, немає єдиної думки щодо розмірів та розподілу часток у твердих продуктах згоряння ракетного двигуна, а також щодо можливості виведення з геостаціонарних супутникових орбіт відпрацьованих ракет-носіїв.

IADC рекомендує, щоб супутники на орбітах з апогеєм менш 2000 км були видалені з захищених регіонів через 25 років після закінчення життєвого циклу орбіти. Однак, немає жодного нормативного документу, який би встановлював тривалість життєвого циклу орбіти або обґрунтовано доводив, що він становить 25 років. Підкомітет SC 14 розробив

такі настанови на основі консенсусу, нормативно-аналітичних методів і критеріїв.

Це велике досягнення в міжнародній стандартизації, оскільки раніше оцінка життєвого циклу орбіти не була чітко визначеною, а залежала від не повністю передбачуваних сонячних циклів. Незважаючи на різноманітність підходів та прогнозів, країни досягли консенсусу щодо безпечного виведення з експлуатації орбітних супутників, які розташовані у навколоземному просторі.

Ризикований бізнес

Геостаціонарні орбіти мають дуже важливе значення. Супутники, що знаходяться на геостаціонарній орбіті, зазвичай не виводяться з орбіти та не мігрують далі у космічний простір. Але залишившись без нагляду, такі супутники повільно переміщуються навколо Землі та набувають не екваторіального нахилу. Мертві геостаціонарні супутники представляють суттєву небезпеку.

Підкомітет SC 14 опублікував настанову для видалення супутників з геостаціонарної орбіти. Стандарт настійно переконує в необхідності підвищення орбіти невеликими прирощеннями з підтвердженням проміжних етапів. Хоча орбіта може бути підвищена до безпечного інтервалу для спалювання супутника, але помилка може поставити його в ще більш загрозливий стан.

Зараз відсутні стандарти на орбіти в площинах, де працюють навігаційні супутники — між 2000 км та геостаціонарною орбітою. Кількість навігаційних супутників, працюючих на орбіті, наближається до рівня, коли вони починають заважати один одному. В зв'язку з тим, що розташування орбіт супутників не було узгоджено між зацікавленими країнами, це може викликати проблеми.

Стандарти для космічної галузі охоплюють дуже багато аспектів, і ця стаття розглядає тільки незначну їхню частину. Діяльність підкомітету SC 14 завжди тісно пов'язана з діяльністю інших технічних комітетів та підкомітетів ISO. Одне з останніх питань, над яким працював підкомітет, стосується таймінгів. Визначення часових проміжків з точністю у межах менших за мілісекунди становить важливий фактор для космічних операцій. Можливо ці нові дослідження підкомітету призведуть до результатів, які

будуть корисними як для розвитку галузі, так і для всього суспільства.

Автор: □ Доктор Дейв Фінклеман є головою Центру космічних стандартів та інновації, що фінансується Analytical Graphics, Inc. Він почесний член Американського інституту аеронавтики і астронавтики, Американського товариства астронавтів та Американської асоціації прогресу наукового розвитку. Дейв Фінклеман □ — організатор зборів робочої групи ISO/TC 20/SC 14/ WG 3 “Космічні операції”, а також співробітник Консультативного комітету з стандартизації космічних даних. Пан Фінклеман здобув ступінь кандидата наук в галузі аеронавтики та астронавтики в Масачусетському інституті технологій. Протягом 20 років він був головним технічним службовцем Космічних озброєних сил Сполучених Штатів.