

**Генеральная Ассамблея**

Distr.: General
23 November 2023
Russian
Original: English

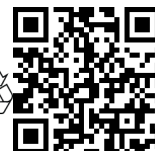
**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях****Доклад о работе Практикума Организации
Объединенных Наций/Финляндии по применению
глобальных навигационных спутниковых систем**

(Хельсинки, 23–26 октября 2023 года)

I. Введение

1. Термином «глобальная навигационная спутниковая система» (ГНСС) принято обозначать все действующие или создаваемые в мире спутниковые навигационные системы, такие как Глобальная система позиционирования (GPS) Соединенных Штатов, Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) Российской Федерации, Навигационная спутниковая система «Бэйдоу» (БДС) Китая и Европейская спутниковая навигационная система («Галилео») Европейского союза. Для этих систем существуют космические или наземные системы дополнения. К космическим системам дополнения относятся, например, Широкозонная система дополнения Соединенных Штатов, Система дифференциальной коррекции и мониторинга Российской Федерации, Европейская геостационарная служба навигационного покрытия, поддерживаемая GPS Геостационарная навигационная система дополнения Индии и японская спутниковая система дополнения «Митибики». Использование не одной, а нескольких или всех ГНСС на орбите, как правило, повышает их производительность и точность.

2. С учетом появления все большего числа ГНСС и их экономического, социального и научного значения для человечества в 2005 году был создан Международный комитет по глобальным навигационным спутниковым системам (МКГ) под эгидой Организации Объединенных Наций. Управление по вопросам космического пространства, выполняя функции исполнительного секретариата МКГ, оказывает содействие работе по обеспечению совместимости и взаимодополняемости всех навигационных спутниковых систем. С появлением новых систем ключевыми факторами, позволяющими гражданским пользователям по всему миру получать максимальную пользу от ГНСС и их прикладного применения, становятся совместимость и взаимодополняемость сигналов разных ГНСС, а также прозрачность предоставления общедоступных гражданских



услуг. Более подробная информация размещена на информационном портале МКГ (www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/icg.html).

3. Практикум Организации Объединенных Наций/Финляндии по применению ГНСС был организован Управлением по вопросам космического пространства в сотрудничестве с Национальной земельной службой Финляндии от имени правительства Финляндии. Он проходил в Хельсинки 23–26 октября 2023 года. В организации и финансировании практикума приняли участие МКГ, Финский метеорологический институт, Университет Ваасы, Североевропейский институт навигации и компания u-blox. Практикум прошел при поддержке города Хельсинки.

4. В настоящем докладе изложены предыстория, цели и программа практикума и дается краткий обзор содержания дискуссий на каждом заседании и сделанных участниками замечаний. Доклад подготовлен для представления Комитету по использованию космического пространства в мирных целях на его шестьдесят седьмой сессии и для рассмотрения Научно-техническим подкомитетом на его шестьдесят первой сессии, которые обе состоятся в 2024 году.

A. Предыстория и цели

5. Управление по вопросам космического пространства с 2001 года организует региональные практикумы с целью продемонстрировать мировому сообществу возможности ГНСС и содействовать интеграции технологий ГНСС в базовую инфраструктуру развитых и развивающихся стран. В 2007 году Комитет по использованию космического пространства в мирных целях включил тему «Последние разработки в сфере глобальных навигационных спутниковых систем» в свою повестку дня в качестве регулярного пункта. В рамках этого пункта Комитет и его Научно-технический подкомитет рассматривают вопросы, связанные с последними достижениями в области ГНСС и новыми видами применения ГНСС.

6. Как и в рамках рассмотрения Научно-техническим подкомитетом на его шестидесятой сессии пункта повестки дня «Последние разработки в сфере глобальных навигационных спутниковых систем» (см. [A/AC.105/1279](#), пп. 129–151), основные цели практикума заключались в следующем: а) активизировать обмен информацией между странами и повысить потенциал региона в области применения предлагаемых ГНСС решений; б) обменяться информацией о национальных, региональных и глобальных проектах и инициативах, которые могут быть полезны регионам; и с) стимулировать взаимное обогащение идеями и опытом участников этих проектов и инициатив. Обсуждения на практикуме были также увязаны с целями в области устойчивого развития.

B. Программа

7. На открытии практикума с вступительными и приветственными заявлениями выступили представители Национальной земельной службы Финляндии и Университета Ваасы. Со вступительным словом к участникам обратился также представитель Управления по вопросам космического пространства.

8. Технические заседания практикума охватывали широкий спектр тем, связанных с технологиями ГНСС и их прикладным применением: а) существующие и планируемые ГНСС и спутниковые системы функционального дополнения; б) виды применения ГНСС: конкретные примеры; в) данные, основанные на применении ГНСС; д) низкоорбитальные системы координатно-временного и

навигационного обеспечения; е) отказоустойчивое координатно-временное и навигационное обеспечение; f) национальные программы и проекты в области ГНСС; g) технологии ГНСС; h) национальный опыт использования ГНСС; i) влияние космической погоды на навигационное обеспечение и связанные с ним услуги ГНСС; и j) использование ГНСС для мониторинга и исследования космической погоды. В общей сложности за четыре дня практикума был представлен 61 доклад. Докладчики отбирались исходя из их научной или технической специализации, качества рефератов предложенных ими докладов и опыта работы в программах и проектах, связанных с ГНСС-технологиями и их практическим применением.

9. Финский институт геопространственных исследований Национальной земельной службы Финляндии организовал для участников практикума техническую экскурсию на станцию геодезических исследований Метсяхови. Эта станция — одна из самых северных (расположена на 60 градусе северной широты) геодезических станций в составе базовой сети Глобальной геодезической системы наблюдений Международной ассоциации геодезии.

10. Программа практикума была разработана Управлением по вопросам космического пространства, Национальной земельной службой Финляндии и Университетом Ваасы.

11. С презентациями, сделанными на практикуме, рефератами представленных докладов и программой практикума можно ознакомиться на сайте Управления по вопросам космического пространства (www.unoosa.org).

С. Участники

12. Для участия в практикуме были приглашены в общей сложности 118 специалистов, представлявших национальные космические агентства, научную общественность, исследовательские институты, международные организации и промышленные отрасли из развивающихся и развитых стран, заинтересованных в развитии ГНСС, их практическом применении и использовании в научно-исследовательских целях.

13. Средства, выделенные Организацией Объединенных Наций, МКГ и Национальной земельной службой Финляндии, были использованы для покрытия расходов на авиабилеты и выплату суточных 24 участникам.

14. На практикуме было представлено 31 государство-член: Алжир, Бельгия, Германия, Египет, Индия, Индонезия, Испания, Канада, Кения, Кипр, Китай, Колумбия, Кот-д'Ивуар, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Мексика, Монголия, Непал, Нигерия, Норвегия, Польша, Республика Корея, Соединенные Штаты, Судан, Таиланд, Филиппины, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Чили и Эфиопия. Присутствовали также представители Управления по вопросам космического пространства.

II. Резюме дискуссий, высказываний и заключительных замечаний

15. Сделанные в ходе практикума презентации и состоявшийся обмен мнениями позволили участникам ознакомиться с проблемами и возможностями применения ГНСС в различных сферах деятельности, способного приносить долгосрочные социально-экономические выгоды, в частности в развивающихся странах. На каждом из технических заседаний происходило обсуждение основных

проблем и вопросов, затронутых в докладах. В ходе обсуждений было подтверждено, что сочетание нескольких систем способно существенно повысить эффективность многих видов прикладного применения, поскольку использование большего числа спутников улучшает геометрию орбит, что повышает точность и расширяет зону действия сигналов ГНСС.

16. Участники практикума отметили, что радиосигнал L1С в диапазоне L1 предназначен специально для обеспечения функциональной совместимости Глобальной системы позиционирования с другими ГНСС и позволяет расширить сотрудничество между поставщиками ГНСС-услуг по всему миру. Использование радиосигнала L2С в сочетании с кодом грубого выделения сигнала L1 в двухчастотном приемнике позволяет проводить коррекцию ионосферной ошибки, что может повысить точность GPS. Наконец, радиосигнал L5 будет использоваться для обеспечения безопасности транспортных средств и в других высокопроизводительных приложениях, например в авиации. Использование L5 в сочетании с L1С и L2С гарантирует очень надежное обслуживание и обеспечивает субметровую точность без применения дополнений, а при операциях с очень большой удаленностью — с применением дополнений. Далее было отмечено, что предоставление сигнала с кодом грубого приема в системе «Галилео» (сигнал E5a) и в системе GPS (сигнал L5), может быть особенностью «Галилео», отличающей эту систему от всех других группировок и способной дополнительно улучшить возможности приема сигнала E5 при низкой сложности. Было также отмечено внедрение услуг системы БДС по высокоточному позиционированию и новых прикладных услуг, использование которых осуществляется вместе с другими ГНСС, а также с рядом космических систем дополнения.

17. Участники практикума отметили, что в связи с растущей зависимостью от ГНСС проявляется повышенная заинтересованность в обеспечении их аутентификации, надежности и безопасности, что является непростой задачей из-за вмешательства извне. Было отмечено, что в настоящее время ни один из открытых сигналов или гражданских сигналов ГНСС не защищен от спуфинга. Сигналы не были разработаны с точки зрения возможности противодействия спуфингу. Было сообщено, что разработаны методики аутентификации сигналов системы спутников в квазизените (QZSS), а также сигналов GPS и «Галилео» с использованием QZSS. Эта методика может быть реализована и для других открытых сигналов ГНСС, например сигналов БДС. Методика основана на передаче цифровой сигнатуры, встроенной в один из сигналов QZSS, для аутентификации сигналов GPS и «Галилео», чтобы можно было реализовать возможности защиты открытых сигналов от спуфинга.

18. Участники практикума узнали, что наличие сигналов в трех диапазонах (L5, S, L1) спутниковой системы NavIC («Навигация с использованием индийской спутниковой группировки») поможет проводить более разнообразные наблюдения и повысить точность моделирования ионосферных явлений. Также была продемонстрирована возможность использования сигналов L5, излучаемых спутниками NavIC на геостационарной и наклонной геосинхронной орбитах, для мониторинга земной поверхности с помощью рефлектометра NavIC космического или воздушного базирования.

19. Участники были проинформированы о программе создания Корейской системы позиционирования и Корейской спутниковой системы дополнения с целью предоставления сигналов ГНСС пользователям на Корейском полуострове и в прилегающем регионе и использования для широкого спектра применений, включая транспорт, навигацию и геодезию.

20. Участники практикума отметили, что, следуя мировой тенденции создания космических систем дополнения, в Африке прорабатывается ряд инициатив в этой области с целью создания единой африканской системы. Флагманский проект под названием «Спутниковая система дополнения — Африка» прокладывает путь к созданию оперативной службы на базе космической системы дополнения, которая принесет пользу многим отраслям, включая морское судоходство, точное земледелие и авиацию.

21. Участники отметили проекты, посвященные характеристике качества и закономерностей в данных системы АЗН-В (Автоматическое зависимое наблюдение-вещание) и выявлению любых ошибок или аномалий, связанных с возможными видами отказов. Были продемонстрированы результаты реконструкции и анализа траекторий с помощью ГНСС как пример получения выводов на основе машинного обучения, что является важным вкладом в обработку сигналов в аэронавигации, управлении воздушным движением, наземной навигации, логистике и стратегических разработках.

22. Участники также отметили, что использование сигналов с низкоорбитальных спутников для целей координатно-временного и навигационного обеспечения стало одной из основных тенденций в сфере применения космических систем навигации, которые обусловлены потенциальными преимуществами низкоорбитальных ГНСС. Далее было отмечено, что в рамках программы FutureNAV Европейского космического агентства разрабатывается проект LEO-PNT (низкоорбитальная система координатно-временного и навигационного обеспечения), предусматривающий комплексную демонстрацию на орбите преимуществ этой программы для конечных пользователей с точки зрения эксплуатационных характеристик и дополнительных новых услуг. Была представлена информация о проекте INCUBATE (INdoor navigation from CUBesAt TEchnology), направленном на содействие использованию низкоорбитальных малых спутников для передачи точных пространственно-временных данных в сложных условиях, а также изучение возможности их получения внутри помещений. Была также представлена информация о низкоорбитальной системе дополнения CentiSpace для установления глобального контроля целостности и усиления сигнала ГНСС.

23. Еще одной темой представленных докладов было устойчивое координатно-временное и навигационное обеспечение и совмещение технологий координатно-временных измерений с нетрадиционными и новыми технологиями для повышения надежности, производительности и безопасности критически важных программных приложений, используемых в воздухе, на суше, на море и в космосе. Участники узнали о современном применении машинного обучения для обнаружения аномалий и локализации помех, о подходах к решению задачи обеспечения доступности оптоволоконных сигналов точного времени для большего числа удаленных пользователей, а также о том, как повысить точность удаленных низкочастотных радиосигналов точного времени. Была также описана эволюция современных структур преднамеренных помех.

24. Заседание, посвященное практическим примерам и национальным программам, предоставило участникам еще одну возможность обменяться опытом использования и практического применения ГНСС.

25. Участники практикума отметили, что уязвимости ГНСС четко распределены по категориям, и понятно, что наибольший вклад в ошибки в работе одночастотных ГНСС-приемников вносит космическая погода. К основным последствиям воздействия космической погоды на ГНСС относятся ошибки в измерении дальности и потеря приема сигнала. Перед ГНСС-индустрией стоит ряд научных и инженерных задач, чтобы удовлетворить все более сложные

потребности пользователей, включая разработку приемников, устойчивых к флуктуациям сигнала, и повышение точности прогнозирования состояния ионосферы. Ожидается, что с модернизацией ГНСС использование дополнительных сигналов приведет к уменьшению ошибок, обусловленных ионосферой.

26. Участники были ознакомлены с системой прогнозирования космической погоды Европейского космического агентства, ее целями и текущим этапом развития, а также с особенностями ее проектирования для содействия уменьшению воздействия космической погоды на функционирование инфраструктуры и служб, которые крайне зависят от космических средств. Более подробную информацию можно найти на сайте Сети служб космической погоды Европейского космического агентства (<https://swe.ssa.esa.int/>).

27. В докладах о влиянии космической погоды на функционирование важнейших объектов инфраструктуры, помогающих в повседневной жизни, было указано на то, что наблюдения с помощью ГНСС широко используются службами космической погоды для мониторинга пространственно-временной эволюции ионосферных возмущений, при том что такие системы сами могут иногда подвергаться воздействию геомагнитных бурь. С приближением следующего максимума солнечной активности, который, по оценкам, наступит в начале 2024 года, не только усиление бурь станет проблемой для работы ГНСС. Было отмечено, что постепенное изменение фоновых ионосферных условий в долгосрочной перспективе может также оказаться проверкой на прочность некоторых решений, разработанных и опробованных в годы пониженной солнечной активности. Помимо проблем и рисков, участники также обсудили способы их уменьшения, уделив особое внимание комплексу служб мониторинга и прогнозирования космической погоды.

28. Участники отметили, что характеристики недорогостоящих ГНСС-приемников в плане высокоточного определения координат улучшилась до уровня, сопоставимого с характеристиками высокотехнологичных ГНСС-приемников. Двух- и трехчастотные ГНСС-приемники, включая антенну, можно приобрести менее чем за 1 000 долларов. Было отмечено, что для оценки эффективности применения недорогостоящих ГНСС-приемников для расчета полного электронного содержания (ПЭС) и индекса скорости изменения ПЭС (ROTI) проводились наблюдения с использованием четырех различных приемных систем ГНСС (как высокотехнологичных, так и недорогих). Данные регистрировались в течение нескольких дней и анализировались с использованием двух разных типов программного обеспечения независимо друг от друга. В обоих случаях итоги обработки показали, что недорогостоящие ГНСС-приемники дают результаты, согласующиеся с результатами высокотехнологичных приемных систем. Было отмечено, что в дальнейшем исследования будут проводиться путем регистрации данных с использованием различных типов антенн, добавления дополнительных приемников и использования различных типов программного обеспечения.

29. Участники практикума приняли к сведению предложение Подкомиссии по новым технологиям позиционирования и дополнениям ГНСС Международной ассоциации геодезии о создании новой рабочей группы при Подкомиссии, которая будет заниматься вопросами применения недорогостоящих ГНСС-приемников для высокоточного координатно-временного и навигационного обеспечения и решения соответствующих прикладных задач. Было отмечено, что общая стоимость таких приемных систем со всеми необходимыми компонентами должна составлять несколько сотен долларов и что они должны быть просты в использовании в полевых условиях и не требовать для этого экспертных знаний. Такого рода системы будут способствовать дальнейшему

укреплению потенциала и разработке новых приложений в больших масштабах. Было отмечено также, что предлагаемая рабочая группа будет сотрудничать с проектной группой по мониторингу космической погоды с использованием недорогостоящих ГНСС-приемников Рабочей группы МКГ по вопросам распространения информации и наращивания потенциала, а также будет пропагандировать проектные разработки Рабочей группы на мероприятиях Международной ассоциации геодезии и поддерживать разработку прототипов приемных систем для базовых станций и мобильных аппаратов.

30. На дискуссионном заседании были предложены рекомендации о способах сотрудничества различных учреждений в рамках региональных партнерских объединений; такое сотрудничество позволит передавать знания и обмениваться ими, а также планировать совместную деятельность и разрабатывать проектные предложения. Участники оставили положительные отзывы о практикуме, отметив, что рассмотренные темы отвечали их профессиональным потребностям и соответствовали ожиданиям.

31. Участники выразили признательность Организации Объединенных Наций, правительству Финляндии и соорганизаторам за превосходную организацию и программу практикума.
