Организация Объединенных Наций A/AC.105/1370

Генеральная Ассамблея

Distr.: General
10 November 2025
Russian
Original: English

Комитет по использованию космического пространства в мирных целях

Доклад о работе Практикума Организации Объединенных Наций/Нигерии «Международная инициатива по космической погоде: космическая погода в ходе цикла умеренной солнечной активности»

(Абуджа, 6–10 октября 2025 года)

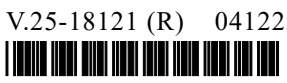
I. Введение

1. О необходимости более глубокого понимания солнечно-земных связей было заявлено в ходе Международного гелиофизического года — скоординированных на международном уровне мероприятий, направленных на поощрение и развитие исследований Солнца и его влияния на Солнечную систему и дальний космос. Цель реализуемой с 2009 года Международной инициативы по космической погоде заключается в накоплении знаний, необходимых для того, чтобы понять научные закономерности и научиться моделировать и прогнозировать погоду в околоземном космическом пространстве. Эта деятельность включает в себя развитие сетей измерительных приборов, создание условий для обмена данными, наращивание потенциала (образовательные программы, подготовка кадров, вебинары) и информационно-просветительскую работу с общественностью. Информация о всех результатах, достигнутых благодаря международному сотрудничеству и координации в рамках Инициативы, публикуется в ее информационном бюллетене и на ее веб-сайте (www.iswi-secretariat.org).

2. Практикум Организации Объединенных Наций/Нигерии «Международная инициатива по космической погоде: космическая погода в ходе цикла умеренной солнечной активности» был совместно организован Управлением по вопросам космического пространства и Национальным агентством космических исследований и разработок от имени правительства Нигерии. В организации и финансировании практикума участвовал Международный комитет по глобальным навигационным спутниковым системам. Принимающей стороной практикума, который проходил в Абудже 6–10 октября 2025 года, выступало Национальное агентство космических исследований и разработок.

3. В настоящем докладе изложены предыстория, цели и программа практикума и приводится резюме высказанных участниками замечаний и сделанных ими выводов. Доклад подготовлен для представления Комитету по использованию космического пространства в мирных целях на его шестьдесят девятой сессии и для рассмотрения Научно-техническим подкомитетом на его шестьдесят третьей сессии, которые обе состоятся в 2026 году.

V.25-18121 (R) 041225 041225



Просьба отправить на вторичную переработку

A. Предыстория и цели

4. В мире растет заинтересованность в лучшем понимании солнечно-земного взаимодействия, в частности закономерностей и общих тенденций космической погоды. Это обусловлено не только научными соображениями, но и тем, что безотказное функционирование наземной и космической техники и инфраструктуры все больше зависит от их устойчивости к негативному воздействию космической погоды. Поэтому важно углублять понимание физики космической погоды, совершенствовать возможности ее прогнозирования и разрабатывать стратегии смягчения ее воздействия на промышленно-техническую инфраструктуру.

5. С учетом рассмотрения Научно-техническим подкомитетом пункта повестки дня «Космическая погода»[1] практикум решал следующие цели: a) уделить особое внимание развертыванию новых приборов, особенно в развивающихся странах; b) обсудить методы анализа и интерпретации данных по космической погоде; c) уделить пристальное внимание новым результатам и выводам исследований; и d) содействовать укреплению международной координации и сотрудничества при создании продуктов и услуг в области космической погоды. Обсуждения на практикуме были также увязаны с Повесткой дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и с целями 4, 9 и 17 в области устойчивого развития.

B. Программа

6. На открытии практикума с приветственным словом выступили представители Федерального министерства инноваций, науки и технологий Нигерии, Национального агентства космических исследований и разработок Нигерии, Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов Америки и Управления по вопросам космического пространства.

7. С основным докладом, посвященным результатам осуществления Международной инициативы по космической погоде, выступил эксперт НАСА. Он рассказал о деятельности, проводимой в рамках Инициативы, уделив особое внимание мероприятиям, организованным в Африке. Была также освещена деятельность Африканского геофизического общества, созданного учеными в 2012 году.

8. С основной презентацией на тему «Космическая наука, инновации и роль науки и техники в устойчивом развитии страны» выступила представительница Нигерии. Особое внимание она уделила использованию космической науки и техники в целях устойчивого развития и стоящим перед регионом и страной задачам.

9. Программа практикума предусматривала проведение девяти пленарных заседаний и двух дискуссионных заседаний. Приглашенные ораторы из развитых и развивающихся стран представили 43 доклада, посвященные научно-исследовательской и учебно-просветительской деятельности, имеющей отношение к Международной инициативе по космической погоде и связанным с нею сетям измерительных приборов. Заседания, на которых состоялись дискуссии, дали участникам возможность обсудить конкретные проблемы и проекты, связанные с космической погодой, в частности с сетями измерительных приборов и их эксплуатацией и координацией, и оперативным использованием данных о космической погоде.

10. Основное внимание в ходе практикума было уделено следующим темам: a) физика Солнца; b) приборы и данные наблюдения за космической погодой; c) моделирование космической погоды и искусственный интеллект;

[1] A/AC.105/1338, пп. 84–92.

d) экстремальные явления космической погоды; e) ионосфера, магнитосфера и термосфера; f) влияние космической погоды; g) конкретные исследования космической погоды, информационно-просветительская деятельность и образование; h) программы по космической погоде; и (i) прикладные космические научные исследования.

11. Для участников практикума была организована экскурсия по объектам Национального агентства космических исследований и разработок, включая музей космонавтики и планетарий.

12. В кратких выступлениях организаторы и участники практикума выразили удовлетворение вносимым на протяжении многих лет существенным вкладом в развитие Международной инициативы по космической погоде, особенно в интересах развивающихся стран.

13. Программа практикума была разработана Управлением по вопросам космического пространства и Национальным агентством космических исследований и разработок в сотрудничестве с международным научным организационным комитетом. Для подготовки настоящего доклада председатели и докладчики, назначенные на пленарные и дискуссионные заседания, предоставили свои замечания и комментарии.

14. С рефератами представленных документов, программой и справочными материалами можно ознакомиться на веб-сайте Управления по вопросам космического пространства (www.unoosa.org). Участникам практикума были также предоставлены копии презентаций.

C. Участники

15. Управление по вопросам космического пространства пригласило принять участие в работе практикума и выступить с докладами ученых, инженеров и преподавателей из развивающихся и развитых стран всех регионов. Состав участников подбирался на основе их научной, инженерной и преподавательской специализации и опыта осуществления программ и проектов, в которых ведущее место отводилось целям Международной инициативы по космической погоде.

16. Средства, предоставленные Организацией Объединенных Наций и Международным комитетом по глобальным навигационным спутниковым системам, были использованы для покрытия путевых расходов, расходов на проживание и других расходов 15 участников из 15 стран. Участие в практикуме приняли в общей сложности 46 специалистов, в том числе 14 женщин.

17. На практикуме очно или онлайн были представлены следующие 22 государства-члена: Алжир, Буркина-Фасо, Германия, Египет, Зимбабве, Индия, Индонезия, Китай, Кения, Кот-д'Ивуар, Нигерия, Норвегия, Российская Федерация, Руанда, Сербия, Соединенные Штаты Америки, Уганда, Франция, Хорватия, Эфиопия, Южная Африка и Япония. В работе практикума также приняли участие представители Управления по вопросам космического пространства.

II. Замечания и выводы

18. Участники практикума отметили, что под солнечными извержениями обычно подразумевают корональные выбросы массы и вспышки. Оба эти явления являются факторами, формирующими космическую погоду. Солнечные вспышки вызывают резкие изменения уровня ионизации в ионосфере, а с корональными выбросами массы связаны явления, обусловленные солнечными частицами большой энергии, и геомагнитные бури. Примером экстремальных событий на Солнце может считаться вспышка необычно высокой интенсивности и/или корональный выброс массы с чрезвычайно высокой энергией.

19. Участники практикума вспомнили о том, что в рамках Международного гелиофизического года и Международной инициативы по космической погоде для мониторинга всплесков радиоизлучения Солнца и солнечных вспышек по всей планете было размещено множество спектрометров CALLISTO (недорогостоящий низкочастотный астрономический прибор для спектроскопической переносной обсерватории), которые вместе образуют сеть e-CALLISTO. Было отмечено, что Германский аэрокосмический центр (ДЛР) в Нойштрелице эксплуатирует несколько приемников CALLISTO (10–80 МГц, 100–800 МГц и 1000–1600 МГц) с антеннами автосопровождения Солнца для максимально точных измерений и что первоначальные приемники были усовершенствованы с целью минимизации шумового фона и упрощения технического обслуживания, чтобы можно было наблюдать динамику различных траекторий распространения. В результате были созданы компактные приемники со встроенным экраном и персональным компьютером, ставшие основой для анализа широкого спектра явлений космической погоды.

20. Участники практикума обсудили проблему использования традиционных подходов для прогнозирования космической погоды, а также преимущества применения методов машинного обучения для выявления и описания явлений, определяющих космическую погоду.

21. Участники практикума отметили, что для повышения точности прогнозирования геомагнитных бурь весьма перспективным является применение искусственного интеллекта. Анализируя огромные объемы исторических данных и данных, поступающих в режиме реального времени, модели искусственного интеллекта способны выявлять сложные закономерности и взаимосвязи, которые могут оставаться незамеченными при традиционном анализе. Алгоритмы машинного обучения, такие как линейная регрессия и метод опорных векторов, могут использоваться для прогнозирования возникновения и интенсивности геомагнитных бурь исходя из параметров солнечного ветра и других данных о космической погоде.

22. Более того, использование искусственного интеллекта для прогнозирования космической погоды уже показало многообещающие результаты. Так, нейронные сети долгой краткосрочной памяти успешно применялись для прогнозирования индексов геомагнитной активности, таких как квазилогарифмический индекс, вычисляемый по данным наземных измерений вариаций магнитного поля (K-индекс), который количественно характеризует геомагнитную активность. Эти сети продемонстрировали способность давать более точные и своевременные прогнозы по сравнению с традиционными методами, что потенциально дает операторам критически важной инфраструктуры больше времени для принятия мер защиты.

23. Участники практикума приняли к сведению доступность научной базы данных «Мадригал» (http://cedar.openmadrigal.org/), в которой объединены данные многолетних наблюдений о верхних слоях атмосферы, полученные с помощью более чем 159 измерительных приборов, включая профили вертикального полного электронного содержания (ВПЭС), полученные с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Этот уникальный набор данных служит ресурсом для применения машинного обучения в исследованиях космической погоды.

24. Участники практикума были ознакомлены с передовыми возможностями глобальных информационных служб Европейского космического агентства (ЕКА), НАСА и Европейской программы наблюдения Земли («Коперник»), которые предоставляют открытый доступ к данным наблюдений Земли и космической физики. В число этих служб входят платформа ЕКА для обеспечения осведомленности об обстановке в космосе, порталы гелиофизических миссий НАСА и облачная платформа Copernicus Data Space Ecosystem, которые имеют важнейшее значение для мониторинга Земли, Солнечной системы и космической погоды.

25. Участники практикума отметили, что некоторые явления космической погоды могут вызывать возмущения в магнитосфере и ионосфере Земли, ухудшающие рабочие характеристики и способность ГНСС-приемников отслеживать спутники. К таким явлениям относятся высокоскоростные потоки солнечного ветра, корональные выбросы массы, крупные солнечные вспышки и корональные дыры, которые обычно, но не всегда, связаны с 11-летним циклом солнечных пятен (циклом солнечной активности). Для изучения плазменных неоднородностей на основе их влияния на сигнал ГНСС были установлены два индекса: амплитудный индекс мерцаний и индекс скорости изменения полного электронного содержания.

26. Участники практикума также отметили, что ГНСС-приемники, изначально предназначенные для определения местоположения, теперь используются для изучения ионосферных неоднородностей. Наличие большого количества ГНСС-приемников позволило добиться значительного прогресса в изучении ионосферы, в частности плазменных неоднородностей.

27. Участники практикума узнали, что плотные сети недорогих многочастотных ГНСС-приемников могут использоваться для получения информации об ионосфере с той же степенью точности, какую обеспечивают геодезические и/или научные многочастотные ГНСС-приемники, и для демонстрации возможности использовать такую информацию в целях создания карт полученных ионосферных параметров для научных исследований и эксплуатации радиосистем. Это предполагает возможность осуществления глобального мониторинга мерцаний с помощью недорогих приемников в районах со слабым покрытием, что позволит снизить затраты и повысить плотность сети наземных приемников для локального обнаружения и определения характеристик ионосферных флуктуаций, вызванных мерцаниями.

28. Участники практикума отметили, что в настоящее время наступил пик 25-го цикла солнечной активности, что обуславливает ухудшение неблагоприятных условий для спутников на низкой околоземной орбите. При нынешнем уровне солнечной активности может усугубиться проблема атмосферного торможения низкоорбитальных объектов, что вызовет их ускоренный сход с орбиты и, таким образом, повлияет на степень ее засоренности. Благодаря подробному анализу долгосрочного и краткосрочного влияния аэродинамического сопротивления на отдельные каталогизированные низкоорбитальные объекты получена информация, позволяющая повысить осведомленность об обстановке в космосе в текущем солнечном цикле. Полученные результаты подчеркивают важность постоянного мониторинга солнечной активности и совершенствования моделей торможения вследствие сопротивления атмосферы для снижения рисков, связанных с ускоренным вырождением орбиты и обострением проблемы засоренности низкоорбитальной среды.

29. Что касается деятельности авиации, то явления космической погоды вызывают сбои в работе систем связи, навигации и наблюдения. Кроме того, на высотах полета возрастают дозы облучения, поскольку явления космической погоды могут происходить кратковременно, а их последствия могут проявляться как практически сразу, так и в течение нескольких дней.

30. При Южноафриканском национальном космическом агентстве с ноября 2022 года круглосуточно функционирует региональный центр космической погоды, назначенный таковым Международной организацией гражданской авиации (ИКАО). Задача регионального центра — оказывать поддержку четырем глобальным центрам ИКАО в предоставлении авиационному сектору информации о космической погоде. Для назначенного регионального центра важно сотрудничать с другими назначенными ИКАО глобальными центрами ради обеспечения неизменно качественного и надежного обслуживания, отвечающего интересам Африки. Южноафриканское национальное космическое агентство делится опытом создания и круглосуточной работы оперативного центра и поддержания региональных партнерских отношений в целях расширения наземной

сети измерительных приборов в Африканском регионе. Выполняя функции круглосуточно действующего регионального центра космической погоды, Южноафриканское национальное космическое агентство приобрело компетенции, позволяющие конструктивно участвовать в глобальных усилиях по решению проблем, связанных с космической погодой.

31. Обсуждения в ходе практикума помогли выявить a) существенные пробелы в типах измерительной аппаратуры и покрытии Африканского региона; b) проблемы в обслуживании измерительных приборов и передаче потока данных с точки зрения непрерывности, сбора, анализа и моделирования данных; и c) способы привлечения молодых ученых и оказания поддержки другим текущим международным инициативам по космической погоде.

32. Участники практикума признали, что такие аспекты Международной инициативы по космической погоде, как образование, подготовка кадров и информационно-просветительская деятельность, имеют основополагающее значение. Есть смысл поощрять и поддерживать организацию курсов, практикумов и учебных программ по космической науке в университетах и аспирантурах, связанных с обеспечением обслуживания измерительной аппаратуры. В этих областях достигнуты значительные успехи, однако необходимо продолжать обучение и подготовку кадров, разрабатывать информационно-просветительские материалы, непосредственно касающиеся Инициативы, и координировать их распространение. Важно информировать СМИ, особенно на местном уровне, о действующих в рамках Инициативы сетях измерительных приборов и результатах их использования.

33. Участники практикума пришли к выводу, что данные от сетей измерительных приборов Международной инициативы по космической погоде следует объединять с космическими и другими наземными данными в контексте моделирования и исследований в целях развития космической метеорологии, создавая тем самым условия для подготовки солидных исследовательских материалов и публикации научных трудов в международных журналах.

34. Для обеспечения эффективной международной координации и международного сотрудничества в деле проведения исследований и оказания услуг в области космической погоды следует устранить любые факторы, препятствующие потокам данных и осуществлению связи. С этой целью следует поощрять на национальном уровне разработку политики открытых данных, предусматривающую правила оперативной деятельности и установление стандартов сбора и предоставления данных.

35. Участники практикума выразили признательность Организации Объединенных Наций, правительству Нигерии, Национальному агентству космических исследований и разработок, спонсорам и научному организационному комитету за содержательную программу, отличную организацию и успешное завершение практикума.