

**Генеральная Ассамблея**

Distr.: General
5 November 2021
Russian
Original: English

**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях****Доклад о работе конференции Организации
Объединенных Наций/Испании/Международного
астрономического союза по теме «Темное и спокойное
небо науке и обществу»**

(остров Пальма, Испания (онлайн), 3–7 октября 2021 года)

I. Введение

1. Управление по вопросам космического пространства Секретариата организовало конференцию Организации Объединенных Наций/Испании/Международного астрономического союза по теме «Темное и спокойное небо науке и обществу» в качестве мероприятия Программы Организации Объединенных Наций по применению космической техники.
2. Ввиду пандемии коронавирусного заболевания (COVID-19) проведение конференции было перенесено с 2020 года на 2021 год. Управление по вопросам космического пространства и правительство Испании договорились провести конференцию в формате гибридного мероприятия, при этом предполагалось, что некоторые участники будут находиться в Санта-Крус-де-Ла-Пальме, а для остальных участников мероприятия будет организована онлайн- трансляция. Из-за извержения вулкана Кумбре-Вьеха на острове Пальма, которое началось 19 сентября и нарушило жизнедеятельность острова, конференция в итоге проводилась с 3 по 7 октября 2021 года полностью в онлайн-режиме.
3. Мероприятие было организовано совместно правительством Испании и МАС. Оно было проведено при поддержке Института астрофизики Канарских островов, выступавшего в качестве местного организатора, а его спонсорами выступили Совет острова Пальма, город Санта-Крус и фонд «Старлайт».
4. В настоящем докладе излагаются цели конференции и приводятся сведения о ее участниках, резюме выступлений и обсуждений, а также выводы и замечания.

II. Предыстория и цели

5. В 2017 году Комитет по использованию космического пространства в мирных целях согласился с тем, чтобы Управление организовало совместно с МАС конференцию по общей теме светового загрязнения.



6. В 2020 году, когда из-за кризисной ситуации, связанной с пандемией COVID-19, были введены ограничения на поездки, научный организационный комитет конференции организовал 5–9 октября 2020 года онлайн-семинар-практикум по теме «Темное и спокойное небо науке и обществу». Участники обсудили воздействие на астрономические наблюдения трех классов помех: а) искусственное освещение в ночное время; б) большое количество спутников на низкой околоземной орбите; в) радиоволновое излучение. С учетом первоначальных выводов и полученных замечаний рабочие группы научного организационного комитета подготовили доклад, который был опубликован МАС в январе 2021 года. Сформулированные в докладе рекомендации были представлены Иорданией, Испанией, Словакией, Чили, Эфиопией и МАС Научно-техническому подкомитету Комитета по использованию космического пространства в мирных целях на его пятьдесят восьмой сессии, состоявшейся в апреле 2021 года, в документе зала заседаний, озаглавленном “Recommendations to keep dark and quiet skies for science and society” («Рекомендации по сохранению темного и спокойного неба науке и обществу») (A/AC.105/C.1/2021/CRP.17).

7. Конференция, проходившая с 3 по 7 октября 2021 года, была посвящена техническим и политическим действиям, связанным с этими рекомендациями, в частности определению того, какие заинтересованные стороны и партнеры должны будут сотрудничать в целях реализации удовлетворительных решений по сохранению темного и спокойного неба. Программа конференции включала доклады рабочих групп научного организационного комитета, выступления приглашенных докладчиков и представление материалов, отобранных по итогам конкурса заявок с тезисами докладов.

8. Конференция обеспечила возможность выслушать различные мнения, а заинтересованным сторонам — выдвинуть предложения по улучшению информирования государств — членов Комитета в отношении различных рассматриваемых элементов.

III. Участники

9. Для участия в конференции зарегистрировались в общей сложности 724 человека, из которых 32 процента составляли женщины; всем участникам был предоставлен доступ к соответствующей онлайн-коммуникационной платформе.

10. Были представлены следующие 76 стран: Австралия, Австрия, Азербайджан, Алжир, Аргентина, Армения, Бангладеш, Беларусь, Бельгия, Бразилия, Бруней-Даруссалам, Буркина-Фасо, Венгрия, Венесуэла (Боливарианская Республика), Гана, Гватемала, Германия, Гондурас, Греция, Доминиканская Республика, Египет, Зимбабве, Индия, Индонезия, Иордания, Иран (Исламская Республика), Ирландия, Испания, Италия, Йемен, Камерун, Канада, Кения, Кипр, Китай, Колумбия, Ливан, Ливия, Малайзия, Мальта, Марокко, Мексика, Непал, Нигерия, Нидерланды, Новая Зеландия, Объединенная Республика Танзания, Пакистан, Панама, Перу, Польша, Португалия, Республика Корея, Российская Федерация, Румыния, Саудовская Аравия, Сербия, Словения, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки, Таиланд, Тунис, Турция, Украина, Уругвай, Филиппины, Франция, Хорватия, Чад, Чили, Швейцария, Швеция, Шри-Ланка, Эфиопия, Южная Африка и Япония. На конференции также была представлена китайская провинция Тайвань.

11. Число участников в сети колебалось в зависимости от времени в том или ином часовом поясе мира; максимальная численность одновременно подключенных участников составила около 140 человек.

12. Участникам было предложено использовать онлайн-платформу, чтобы задавать вопросы докладчикам в письменном виде во время дискуссий, а

организаторы использовали тот же интерфейс для предоставления дополнительной информации, когда это было уместно.

IV. Программа

A. Общий обзор

13. Программа включала проведение заседаний для представления докладов, обсуждения за круглым столом и краткие стендовые доклады. Сначала обсуждались различные аспекты искусственного освещения в ночное время, затем состоялись обсуждения докладов и рекомендаций по вопросам воздействия спутниковых группировок на астрономические и радиоастрономические наблюдения.

14. Демонстрация стендовых докладов, задуманная как онлайн-аналог очного заседания с представлением стендовых докладов, позволила представить большее число инициатив, а также дала возможность выступить менее опытным докладчикам.

15. Мероприятие общей продолжительностью 28 часов проводилось в течение пяти дней. В нем приняли участие 69 отдельных докладчиков (22 женщины и 47 мужчин).

16. Все доклады выступавших были размещены на веб-сайте Управления по вопросам космического пространства по окончании мероприятия (www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2021/2021_dark_skies.html).

B. Приветствие и основной доклад

17. Мероприятие началось с приветственного слова, с которым выступил от имени местного организатора и Испании директор Института астрофизики Канарских островов. Он напомнил, что жители острова Пальма на протяжении нескольких десятков лет оказывают поддержку деятельности в области астрономии, и выразил сожаление по поводу исключительных обстоятельств, из-за которых конференция была проведена полностью в онлайн-режиме.

18. Затем от имени научного организационного комитета с приветственным словом выступил представитель МАС. Оратор напомнил аудитории, что подробный доклад онлайн-семинара-практикума, состоявшегося в октябре 2020 года, размещен на веб-сайте МАС (www.iau.org/static/publications/dqskies-book-29-12-20.pdf). В нем содержатся рекомендации, выполнение которых будет дополнительно обсуждаться в ходе конференции.

19. Поприветствовав участников, представитель Управления по вопросам космического пространства пояснил причины проведения конференции. Он рассказал о специфике работы Комитета и о том, что тема темного и спокойного неба была доведена до его сведения рядом делегаций. На своей пятьдесят восьмой сессии Научно-технический подкомитет призвал Управление взаимодействовать со всеми соответствующими заинтересованными сторонами, такими как МАС и другие, по этой теме и представить результаты этого взаимодействия, включая выводы для дальнейшего обсуждения этого вопроса, Подкомитету для рассмотрения. В связи с этим настоящая конференция может способствовать предметному обсуждению возможностей международного сотрудничества. В соответствии с договоренностью, достигнутой на пятьдесят восьмой сессии Подкомитета, Управление по вопросам космического пространства также организует в 2022 году на пятьдесят девятой сессии Комитета отраслевой симпозиум по теме «Темное и спокойное небо».

С. Искусственное освещение в ночное время

20. Заседание 1 было посвящено растущей угрозе, создаваемой искусственным освещением в ночное время, и тому, как оно сказывается на природном мире. Световое загрязнение является фактором, способствующим возникновению таких серьезных проблем, как вымирание насекомых и ненужный выброс диоксида углерода. Оно проявляется в виде засвечивания ночного неба, что сказывается не только на астрономических исследованиях, но и на культурном наследии человечества. Масштабы применения искусственного освещения в ночное время, особенно светодиодных осветительных приборов, излучающих синий свет, стремительно росли и, по прогнозам, будут расти и далее. Это напрямую сказывается на экологических нишах, поскольку искусственное освещение изменяет способ выбора животными своего места обитания, добычи пищи и миграции. Освещение воздействует на циркадные ритмы, которые влияют на гормоны и сезонные ритмы, что непосредственно сказывается на размножении. В океанах освещение препятствует миграции зоопланктона, избегающего света. Животные, использующие звезды для навигации, особенно перелетные птицы, которые используют свет Млечного пути, тратят время и энергию в отсутствие этого ориентира. Искусственное освещение в ночное время также сказывается на физиологии насекомых в целом; в настоящее время проводятся исследования его роли в сокращении популяций. Уровень понимания негативного воздействия на здоровье человека растет также медленными темпами. Сокращение масштабов светового загрязнения должно осуществляться комплексно, не только посредством снижения температуры освещения, но и путем рассмотрения того, где и когда освещение действительно необходимо. Световое загрязнение представляет собой проблему, решение которой позволит экономить ресурсы. В то время как в некоторых городах экономия энергии и сокращение затрат достигаются за счет проектирования наружного освещения, позволяющего сократить масштабы загрязнения, формирующегося на местном уровне, загрязнение космического пространства вследствие отражения света спутниками является новой угрозой, которая требует международного сотрудничества.

21. Заседание 2 было посвящено защите астрономических объектов. Был представлен опыт нескольких астрономических обсерваторий. Поскольку они зачастую финансируются несколькими странами, а строятся в другой, астрономическое сообщество считает, что необходимо подготовить международное соглашение о мерах по защите астрономических объектов от искусственного освещения в ночное время. Были заслушаны выступления четырех докладчиков, посвященные опыту следующих стран:

а) в Соединенных Штатах, несмотря на то что новые обсерватории были размещены на участках с ограниченным уровнем светового загрязнения, следует принять меры, направленные на то, чтобы обратить вспять нынешний рост такого загрязнения путем приведения освещения в соответствие с потребностями, используя методы активного контроля для снижения освещенности, когда в этом нет необходимости, в том числе путем введения ограничений и комендантского часа. Свет не должен проецироваться над плоскостью горизонта. В прилегающих к обсерваториям зонах (например, в пределах 30 км) использование определенных цветов света должно быть обоснованным и соответствовать возрастающему уровню ограничений, установленному для той или иной concentрической зоны. Проектный уровень освещенности должен составлять не более 20 процентов от минимального уровня, строго необходимого для обеспечения безопасности, при этом световой поток должен быть направлен туда, где он необходим, и конкретно рассчитан с учетом местных условий;

б) в Испании в целях охраны темноты неба на Канарских островах был принят закон о небе, а соответствующие нормативные положения вступили в силу в 1992 году. Охраняемый район включает остров Пальма целиком и часть острова Тенерифе; обеспечением соблюдения мер посредством проведения непрерывного мониторинга и инспекций на местах занимается Техническое

управление по охране качества неба. Создание нормативной базы стало возможным благодаря мощной поддержке на политическом уровне, активным усилиям в области коммуникации и поддержке на местах со стороны населения островов;

c) в 2018 году Марокко начало реализацию проекта по созданию в районе Атласских гор заповедника темного неба, защищенного от светового загрязнения со стороны Марракеша, Агадира и Варзазата. На начальном этапе проекта были проведены замеры уровня освещения в населенных пунктах и оценка проблем. Ожидается, что в 2023 году будет получено признание от Международной ассоциации темного неба;

d) в Китае принимаются меры по разработке стандартов охраны темного неба на национальном уровне и по убеждению местных органов власти ввести ограничения на освещение. В целях защиты астрономических объектов были изменены некоторые маршруты движения воздушного транспорта. В конечном итоге обсерватории, возможно, придется перенести на новые площадки в менее населенных районах. Что касается радиоастрономии, Китай занимается измерением и смягчением радиочастотных помех и рассматривает возможность создания зон радиотишины.

22. На заседании 3 рассматривалось влияние искусственного освещения в ночное время на биологическую среду, на циркадные ритмы человека и фауны, а также на здоровье человека в целом. Наружное искусственное освещение в ночное время является загрязняющим фактором и именно так его и следует рассматривать: вместо того чтобы продолжать попытки поаспектного сокращения масштабов искусственного освещения в ночное время, следует перейти к более эффективному глобальному подходу, предусматривающему установление научно определенных пороговых значений и координацию усилий на международном уровне, поскольку масштабы искусственного освещения в ночное время по-прежнему растут во всем мире. Световое загрязнение в основном возникает из-за плохо спланированного и плохо контролируемого освещения. Докладчики объяснили воздействие освещения на циркадный ритм человека: ритм длится чуть больше 24 часов и корректируется в зависимости от освещения каждый день. Освещение в дневное время угнетает выработку мелатонина, от которого зависит настройка биологических часов, а в ночные часы нарушает его секрецию. Всемирная организация здравоохранения объявила нарушение циркадного ритма канцерогеном 2-го класса из-за его связи с различными заболеваниями. Поэтому некоторые медицинские общества рекомендовали исключить синий свет из источников освещения, чтобы защитить здоровье человека. Начали накапливаться свидетельства роста раковых клеток в организме человека при подавлении выработки мелатонина, и подобные эффекты наблюдались у других видов животных. Один из выступавших пояснил, что, хотя технологии, позволяющие снизить негативное воздействие на здоровье, уже существуют, в настоящее время от светотехнической промышленности не требуется оценивать воздействие своих технологий на окружающую среду и подобное ограничение может вызвать неодобрение с ее стороны.

23. На заседании 4, посвященном оазисам темного неба, была представлена передовая практика Германии, Новой Зеландии и Испании и было разъяснено, как спроектировать освещение с учетом требований экологической безопасности. Помимо астрономов и любителей наблюдать за звездами, этим вопросом теперь занимаются и причастные к здравоохранению стороны. Свечение воздуха измеряется в канделах на квадратный метр (яркость), и любое значение более 1 микроканделы на квадратный метр свидетельствует о световом загрязнении неба. Это означает, что около 80 процентов населения мира проживают в районах светового загрязнения. Хотя астрономические обсерватории в идеале должны располагаться в районах, где превышение естественного свечения воздуха составляет не более 10 процентов, в других районах могут допускаться более высокие уровни яркости. Вместе с тем местные органы власти плохо подготовлены к решению этой глобальной кризисной ситуации и не информированы о том, что она собой представляет. Строгие руководящие принципы, такие как

конвенция по освещению, применимые к оазисам темного неба и к городской среде, позволили бы государствам следовать установленным на глобальном уровне протоколам. Можно также рассмотреть вопрос об определении цели в области устойчивого развития в отношении качества ночного неба, как это было предложено фондом «Старлайт» в Испании. Стабильно развивался астротуризм. Например, около 10 процентов от общего дохода от туризма на острове Пальма приходится на астротуризм. Аналогичные результаты в области развития астротуризма были достигнуты в районе озера Текапо в Новой Зеландии. Астротуризм может компенсировать сезонность туризма и содействовать предотвращению депопуляции. В Германии, где около 44 процентов населения не видят Млечный путь, измерение яркости неба в природных парках побудило к принятию решения о создании заповедников темного неба, и все большее число общин заинтересовано в присоединении к этим инициативам. Министерства окружающей среды Германии, Дании и Нидерландов занимаются сокращением светового излучения в Ваттовом море, являющемся объектом Всемирного наследия Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры. Междисциплинарные исследования в области проектирования освещения в настоящее время находятся на ранних этапах развития, и результаты таких исследований еще не закреплены в законодательстве. Отвечающая требованиям экологической безопасности планировка освещения необходима для улучшения уличного освещения, освещения зданий и спортивных сооружений, световой рекламы, ландшафтного освещения, светового оборудования, использующегося в системах охраны и безопасности, а также при проведении мероприятий. До настоящего времени в публикациях по вопросам политики, как правило, рассматривались лишь некоторые параметры. Необходимы легкодоступные инструменты для измерения освещенности, руководящие принципы по организации освещения на основе ответственного подхода, нормативная база и увеличение финансирования междисциплинарных исследований.

24. Были представлены два стендовых доклада, посвященные смягчению последствий светового загрязнения в Уругвае и воздействию искусственного освещения в ночное время на системы коммуникации животных.

25. Заседание 5 было посвящено измерению и моделированию искусственного освещения в ночное время. В рамках регионального мониторинга измерения можно проводить из космоса, с самолетов или на земной поверхности с помощью простых устройств, измеряющих яркость неба в одном направлении. Такие устройства имеются в продаже и могут использоваться в сетях после калибровки. Другие устройства, такие как объективы типа «рыбий глаз», представляют собой легкодоступные и недорогие инструменты, позволяющие производить измерения «всего неба». Для оценки дополнительного света, возникающего в результате искусственного освещения ночью, необходима модель естественного неба: такая модель разрабатывается на основе спутниковых наблюдений, в то же время другие модели учитывают различные компоненты светового загрязнения (прямой и непрямой свет и свет, отраженный или рассеянный аэрозолями и молекулами, в частности морской соли или сажи). Такая модель является очень сложной и требует большого объема вычислений; в настоящее время разрабатывается упрощенная версия, подходящая для неспециалистов.

26. Были представлены три стендовых доклада. В них рассматриваются вопросы измерения светового загрязнения в Индонезии, где эта тема является относительно новой, предложение о создании астрономической обсерватории на юге Туниса и способы измерения изменений спектрального состава и угловых характеристик излучения осветительной инфраструктуры городов в рамках контроля за соблюдением мер регулирования.

27. На заседании 6 были обобщены предложенные рекомендации по сокращению масштабов применения искусственного освещения в ночное время. Весьма аналогичные рекомендации были предложены в отношении необходимых мер защиты астрономических объектов, оазисов темного неба и биологической среды. Вместо подготовки многочисленных отдельных технических

рекомендаций было предложено рассмотреть следующие принципы: а) разработать генеральный план и эффективный проект освещения; б) использовать адаптивное регулирование и спектральную настройку освещения, в частности, для ограничения применения синего света; с) определить классы номинального и адаптивного освещения для открытых территорий с учетом разработанных на основе результатов исследований рекомендаций для каждого уровня безопасности освещения; d) внедрить систему зонирования с соответствующими ограничениями; е) ограничить свечение неба в охраняемых территориях; f) ограничить освещение фасадов зданий и разноцветную подсветку путем экранирования всего наружного освещения; g) измерять и контролировать освещение в рамках стандартизированной метрологической системы; h) планировать полеты коммерческих и военных судов за пределами зон вблизи обсерваторий; i) поддерживать исследования, особенно междисциплинарные исследования в таких областях, как светотехника, медицина и экология, по изучению последствий искусственного освещения в ночное время; j) определить долгосрочные целевые задачи в рамках стратегии по обеспечению смягчения нежелательных последствий.

28. После работы по обобщению были заслушаны три доклада. Международная комиссия по освещению сотрудничает с Международным комитетом мер и весов и Международной организацией по стандартизации; она объединяет экспертов из научных и промышленных кругов для разработки позиционных документов, технических публикаций и международных стандартов, обеспечивая баланс интересов различных заинтересованных сторон. Для обеспечения соблюдения законов требуется законодательство, основанное на четко определенных измерениях с помощью приборов, поверенных по образцовым средствам. В свою очередь, для измерений требуется определенная измеряемая величина, подходящие приборы, определение неопределенности и процессы оценки приборов на соответствие. Поскольку используемые в настоящее время приборы зачастую были разработаны для других целей, они нуждаются в соответствующей калибровке, обеспечении единообразия измерений и способах оценки неопределенности измерений. Давней публикацией Международной комиссии по освещению является Руководство по минимизации свечения неба, которое было утверждено некоторыми регулирующими и законодательными органами. Комиссия также разработала концепцию генерального плана городского освещения и зон освещения как часть рамочного директивного документа. В ходе обсуждения был выражен определенный скептицизм в отношении научной обоснованности стандартов, а также были высказаны опасения по поводу конфликта интересов. Представитель Комиссии пояснил, что документы утверждаются на основе консенсуса между всеми членами и что более ранние документы нуждаются в обновлении, поскольку в настоящее время имеются новые исследования.

29. На заседании 7 были представлены предложения по вопросам политики и варианты правовых действий. В ходе обсуждения эксперты предложили рассматривать искусственное освещение в ночное время как загрязнитель. В случае его признания таковым, к нему будут применяться соответствующие экологические законы и нормы на международном, национальном и региональном уровнях. Допустимая квота искусственного освещения в ночное время может быть определена, например, с помощью налогообложения или системы ограничений и торговли квотами. В ходе обсуждения неоднократно упоминалась идея оценки воздействия на окружающую среду: она заставит заинтересованные стороны учитывать свое воздействие и позволит привлечь общественность к процессу. Обсуждая актуальность проблемы избыточного освещения, выступавшие подчеркнули, что свет мешает наблюдению космического пространства. Поскольку космическое пространство способствует развитию науки и является для нее источником вдохновения, Комитет по использованию космического пространства в мирных целях является основным механизмом повышения осведомленности о необходимости сокращения масштабов применения искусственного освещения в ночное время по ряду причин.

30. Состоялось обсуждение вариантов реализации, таких как экономические стимулы на основе собственных интересов, системы ограничений и торговли квотами и «налог на освещение», которые были представлены тремя докладчиками. Ни одна модель управления не будет работать повсеместно и на всех уровнях. Самым простым подходом стало использование существующей правовой инфраструктуры, в частности включение вопросов искусственного освещения в ночное время в руководство и нормативные акты по экологическому праву и здравоохранению. Поскольку будут выдвигаться возражения, а затем представляться исключения, деятельность по осуществлению следует проводить постепенно, поэтапно. Предупредительные меры, направленные на то, чтобы прекратить ненадлежащее освещение или запретить использование некачественной продукции, должны применяться совместно с мерами реагирования при поддержке хорошо обеспеченных ресурсами правоохранительных органов, с тем чтобы предотвратить преднамеренное злоупотребление и переложить расходы по устранению последствий на владельца освещения. Для обеспечения соблюдения необходимы простые показатели (например, показатели, которые наносятся на этикетку), а не технические измерения. Хотя образование имеет решающее значение, необходимо также разработать законодательные акты на различных уровнях — от международных законов до местных постановлений. Хотя договор может быть заключен по инициативе государств, основанием для принятия решений на местном уровне, например в сельских районах, заинтересованных в астротуризме, могут быть местные преимущества, вытекающие из сохранения неба темным.

31. На заседании 8 были представлены примеры осуществления национальной политики по ограничению применения искусственного освещения в ночное время на национальном и региональном уровнях:

а) обсерваториям в северных районах Чили угрожает расширение масштабов применения искусственного освещения в ночное время в близлежащих городах. В Чили было принято решение о запрете использования синего света в регионе и об ограничении освещения спортивных объектов. В настоящее время разрабатывается новый закон; вместе с тем вопросы обеспечения соблюдения по-прежнему являются проблемой. Астротуризм хорошо развит на севере Чили, и в этой сфере занято население местных общин, которые, в свою очередь, явно заинтересованы в защите темного неба;

б) в Испании, помимо закона об охране окружающей среды Канарских островов, существуют законы и на региональном уровне. Световое загрязнение попадает под действие экологического законодательства, которое не предусматривает какой-либо механизм возмещения, однако, по мнению испанских законодателей, между загрязнением атмосферы и световым загрязнением существует формальное различие;

с) в Португалии масштабы применения искусственного освещения в ночное время вдоль побережья значительно расширились, в основном в результате изменений в технологии освещения с использованием светодиодов, что не соответствует росту населения. В школах реализуются образовательные программы по повышению осведомленности. Этот вопрос обсуждался в парламенте, однако соответствующий законодательный акт пока еще не принят, а Агентство по охране окружающей среды Португалии не уполномочено заниматься вопросами искусственного освещения в ночное время;

д) в Италии на региональном уровне существуют различные законы о световом загрязнении. Ломбардия была в числе первых регионов, где было собрано 25 000 подписей за принятие закона; однако этот закон необходимо обновить с учетом данных по синему свету, а также необходимо контролировать общее количество производимого света;

е) на юго-западе Соединенных Штатов и на Гавайях отдельные нормативно-правовые акты определяют, кто и где может контролировать освещение, не отменяя при этом нормы федерального законодательства. Флагстафф стал

первым «международным городом темного неба», принявшим постановления о сведении к минимуму светового загрязнения, а на Гавайях были приняты различные законы на местном уровне, требующие экранирования и ограничений в отношении спектра. Зачастую хороших результатов можно достичь и без законодательных требований, особенно когда модернизация уличного освещения приводит к экономии финансовых средств;

f) в январе 2020 года во Франции был принят закон об энергосбережении, предусматривающий сокращение масштабов применения искусственного освещения в ночное время с помощью специальных мер. Национальная ассоциация по защите ночного неба и окружающей среды также разработала знак «звездных деревень и городов», который был принят в 13 000 населенных пунктах, где в определенное время, например с 23.00 до 5.00, выключается освещение;

g) в Германии снижение численности насекомых побудило правительство разработать программу действий. На региональном уровне имеются законы, в которых предусматриваются ограничительные меры и излагается концепция безопасного для насекомых освещения (ограниченное по времени, направленное исключительно вниз, температура ниже 3000 кельвинов и отсутствие ультрафиолетового света). Хотя в принятом в июне 2021 года федеральном законе об охране природы излагается концепция защиты животных от искусственного освещения в ночное время, в нем не регламентируются объекты, которые могут освещаться, и время, когда может применяться подсветка, а также отсутствуют положения о «полиции по вопросам освещения».

32. На заседании 9 была организована дискуссия в формате круглого стола, в ходе которой участники обсудили методологические вопросы подготовки документа с рекомендациями и наиболее эффективные способы привлечения внимания Комитета по использованию космического пространства в мирных целях к этой теме. Работа в рамках существующего законодательства может снизить сопротивление изменениям: примеры успешного законодательства по борьбе с искусственным освещением в ночное время уже существуют, и давление со стороны коллег может убедить правительства в необходимости действий. Эта проблема носит всеобщий характер, чему способствовала ее увязка с вопросами здоровья человека. Было бы целесообразно прилагать больше усилий по повышению осведомленности, поскольку работа по убеждению местного населения имеет ключевое значение для осуществления и соблюдения. С технической точки зрения рекомендации имеют весьма четкий характер; в них необходимо четко указать, является ли основной целью прекращение роста или полное сокращение масштабов применения искусственного освещения в ночное время. Для представления аргументов правительствам можно использовать различные каналы, и выступавшие отметили, что, хотя многие признают, что спутники являются вопросом, имеющим отношение к Комитету по использованию космического пространства в мирных целях, тема искусственного освещения в ночное время все еще нуждается в аналогичном признании. Поскольку во многих местах доступ к космическому пространству отсутствует, за исключением возможностей для наблюдения за звездами, следует обсудить вопрос о том, является ли возможность наблюдать за звездами частью деятельности по использованию космического пространства.

D. Спутниковые группировки

33. Заседание 10 было посвящено наблюдениям за спутниковыми группировками и типам данных и программного обеспечения для их обработки, которые требуются астрономам для смягчения их воздействия. В то время как основной проблемой для группировок является управление космическим движением, для астрономии важны два следующих аспекта: отраженный солнечный свет и влияние радиочастот. Ведется работа по созданию открытых хранилищ данных для

информационных астрономических продуктов, на которые влияют спутники. Что касается обмена данными в таких хранилищах, то для астрономов было бы предпочтительнее, чтобы спутниковые операторы предоставляли информацию о параметрах орбиты каждые восемь часов в стандартизированном виде с указанием пределов погрешности. Некоторые выступавшие рассказали о своей деятельности по информированию астрономов и педагогов о наблюдениях за спутниковыми группировками. Ведутся разработки программного обеспечения, помогающего планировать наблюдения с минимальными помехами или количественно оценивать воздействие спутников на данные наблюдений. Хотя эта деятельность имеет четко определенные цели, для ее продолжения необходимы добровольцы и ресурсы. Многие космические аппараты в составе будущих группировок повлияют, и порой кардинально, на наблюдения: хотя некоторые спутники достаточно темны, чтобы не создавать следа, они по-прежнему препятствуют обзору окружающего их пространства. В конкретных ситуациях, в частности при наблюдении прохождения Венеры или Меркурия по диску Солнца, нельзя ждать, когда спутник исчезнет из поля зрения телескопа. Астрономы будут продолжать работу со всеми заинтересованными операторами и надеются, что спутниковые операторы будут финансировать разработки по созданию хранилищ данных или что государства будут выделять средства на эти исследования.

34. На заседании 11 был продолжен обзор спутниковых наблюдений и были заслушаны выступления восьми докладчиков. В ходе наблюдений в Чили, которые проводились в координации с Вьетнамом, Испанией и Республикой Корея, сравнивалась яркость спутников различной конструкции, входящих в состав группировок Starlink и OneWeb, и производились замеры их звездной величины, с тем чтобы установить, меньше ли она семи единиц. В других странах были проведены работы по моделированию видимой звездной величины спутников, в ходе которых было установлено, что чем выше орбита спутников, тем они ярче. Были проведены измерения яркости спутников из космоса с помощью спутника для наблюдения объектов, сближающихся с Землей, в ходе которых было установлено, что спутники Starlink различной конструкции не отличаются по своей яркости, однако яркость спутников OneWeb варьируется в более широких пределах. Когда космический аппарат пролетает над дневной стороной Земли, отраженный от Земли солнечный свет освещает его, и обратная сторона панели солнечных батарей светится очень ярко. Звездная величина некоторых космических аппаратов дистанционного зондирования в составе группировок также составляет более семи единиц. Спутники также пересекают поле зрения космических телескопов: что касается космического телескопа «Хеопс» (CHaracterising ExOPlanets Satellite), собирающего посредством высокоточной фотометрии данные об экзопланетах во время их прохождения на фоне звезды, только на около 0,2 процента изображений были зафиксированы следы спутников, поскольку телескоп имеет небольшое поле зрения и короткую экспозицию. Хотя это незначительно сказывается на результатах научных исследований, спутники уже оказывают воздействие на астрономические наблюдения из космоса. Степень воздействия на наблюдения зависит не только от поля зрения, но и от орбиты телескопа. Другой докладчик рассказал о проделанной работе по моделированию спутниковых следов, видимых различными телескопами на Земле, в зависимости от времени экспозиции и поля зрения инструмента. Эта работа может быть адаптирована для моделирования воздействия на космические телескопы. Еще один докладчик рассмотрел вопрос о воздействии на научные исследования существующих телескопов с широким полем зрения, предложив параметры для характеристики этих наблюдений.

35. В целом оценить отражательную способность космического аппарата сложно, поскольку его форма и материалы различаются; поверхности из углеродного волокна отражают свет гораздо меньше, чем металлические поверхности. Ведение отчетности необходимо для того, чтобы оценить, как изменения в конструкции космических аппаратов разных поколений воздействуют на астрономические наблюдения. Один из докладчиков рассказал о воздействии на

наземные объекты в Соединенных Штатах, среди которых в наибольшей степени эта проблема затрагивает обсерваторию имени Веры Рубин из-за широкого поля зрения телескопа. Хотя внутригосударственные правила координируют зоны радиотишины на земной поверхности вокруг радиотелескопов, проходящие сверху спутники воздействуют на наблюдения: когда наблюдения в радиодиапазонах проводятся с помощью незащищенных астрономических инструментов, ни одно место на Земле не является достаточно удаленным, чтобы избежать воздействия спутников. Что касается оптических наблюдений, ни один комплекс мер по смягчению воздействия не предотвратит появление следов. На организованных Национальным фондом науки Соединенных Штатов и Американским астрономическим обществом семинарах-практикумах по спутниковым группировкам были разработаны рекомендации, и Фонд может оказать поддержку разработке программного обеспечения для составления графика наблюдений.

36. На заседании 12 были представлены алгоритмы и программные средства, позволяющие астрономам узнать, когда спутники оставляют след на изображении. На данный момент добровольцами разработан прототип с минимальными возможностями и тестовый комплект в целях сбора отзывов от сообщества перед разработкой более надежных и способных версий. Несмотря на наличие технологии для маскировки следов, по мере увеличения числа спутников публично предоставляемая информация о положении спутника является недостаточно точной для потребностей астрономов. Для уменьшения числа полос, помимо наличия фонового изображения и информации о положении спутника, полезно знать яркость спутника. Один из докладчиков продемонстрировал разработки Национальной обсерватории Китая для программы «Всемирный телескоп», которая представляет собой публичную версию Виртуальной обсерватории — международной инициативы по проведению онлайн-исследований и онлайн-образования в области астрономии. Программа рассчитывает видимость спутника и может быть доработана для моделирования поля обзора конкретного телескопа.

37. Два докладчика дали оценку того, как распространение космических объектов увеличило яркость ночного неба, а также способов моделирования развития будущих разработок. Совокупный свет, излучаемый отдельными объектами, размер которых меньше порога обнаружения, по-прежнему вносит вклад в освещение неба, что особенно сказывается на телескопах с широким полем обзора. За 20 лет из-за находящихся на орбите спутников освещенность неба увеличилась в 4,5 раза, что составляет на сегодняшний день около 16 микрокандел на квадратный метр, в то время как естественного ночного неба — около 200 микрокандел на квадратный метр. Хотя это не мешает наблюдать Млечный путь из места с темным небом, это может сказаться на видимости некоторых объектов на некоторых участках небосвода в такой степени, которая, согласно некоторым стандартам, считается световым загрязнением. Через 15 лет из-за дополнительного присутствия 64 000 спутников яркость неба увеличится на несколько процентов. Если теоретически предположить, что в случае столкновения всех 64 000 спутников в результате их разрушения образуются частицы мусора размером от 1 мм, то яркость неба из-за этих группировок увеличилась бы в 14 раз, а если бы обломки были еще меньшего размера — в еще большее число раз.

38. В ходе последующего обсуждения был сделан вывод о том, что помимо инструментов астрономам также необходимы политические меры для сохранения ночного неба. Астрономы рассмотрели возможность рекламирования своих усилий через средства массовой информации в целях привлечения разработчиков программного обеспечения, которые могли бы внести свой вклад в эти усилия. Поскольку политические процессы развиваются очень медленно, более эффективным может оказаться убеждение промышленных кругов в необходимости помочь и начать реализацию инициатив в области гражданской науки.

39. На заседании 13 была представлена точка зрения спутниковых операторов и индустрии производства спутников. Операторам необходимо учитывать

воздействие на астрономические наблюдения на самом раннем этапе проектирования, поскольку любые изменения в ходе разработки приведут к удорожанию на этапе реализации и значительной задержке проекта. Затраты могут оказаться даже запредельными. Несмотря на проведенную отраслевую оценку способов снижения яркости космического аппарата, радиочастотные сигналы спутников должны проходить через любой материал, используемый для экранирования отраженного солнечного света: такие технические ограничения сужают возможности, и ни один производитель спутников еще не разработал конструкцию с яркостью ниже седьмой величины. Проектно-конструкторские группы в индустрии производства спутников могут моделировать различные материалы в лабораториях в целях оценки их отражательной способности, а специализированные компании могут проводить измерения материалов и компьютерное моделирование перед запуском, хотя на это требуются дополнительные бюджетные средства. В конечном итоге, оценка в реальных условиях может быть проведена только после запуска спутника. Необходимо продолжить разработку инструментов для прогнозирования видимости после запуска.

40. Представители спутниковой отрасли обсудили пути повышения осведомленности разработчиков космических систем и регулирующих о воздействии на астрономические наблюдения; в отрасли уже весьма обеспокоены тем, как реализовать меры космической безопасности. Хотя после запуска субъекты отрасли могут предоставлять астрономам данные в поддержку наблюдений, определенная информация о местоположении спутника является конфиденциальной, и операторы могут быть не заинтересованы в ее предоставлении. Большинство данных, необходимых астрономам, вероятно, может быть предоставлено при условии их сохранности. Ведется диалог о рекомендациях, которые требуют дальнейшего обсуждения. Например, на высотах ниже 600 км видимость может быть пониженной, но на более низких орбитах автоматически потребуется больше спутников для предоставления тех же услуг. Промышленность предпочла бы подход, основанный на соблюдении показателей эффективности, а не предписывающие подходы.

41. В ходе обсуждения основное внимание уделялось способам разработки надлежащих мер: предлагаемые инженерные и эксплуатационные ограничения должны быть обоснованными и реалистичными. Предложение астрономов ориентироваться на седьмую величину обусловлено невозможностью восстановления астрономических данных, однако прежде чем принять такое правило, необходимо продемонстрировать техническую осуществимость. Оценка воздействия на окружающую среду может быть запрошена до запуска в качестве предварительного условия в рамках процесса регулирования. В этом случае ответственность переходит к национальным властям. Такие меры могут сказаться на финансовой жизнеспособности спутниковых услуг, и некоторые операторы уже столкнулись с финансовыми трудностями. Необходимо продолжить диалог с астрономами, чтобы совместно определить осуществимые варианты.

42. На заседании 14 был представлен общий обзор осуществления политики в разных странах. Расхождение интересов между телекоммуникационными проектами и астрономическим сообществом не ново: в 1961 году в рамках проекта «Уэст Форд» был создан исторический прецедент, когда астрономы выступили против плана отправки миллионов металлических дипольных антенн на орбиту. Помимо космического агентства, отдельные заинтересованные стороны обычно контролируют расходы на научные исследования, выдают лицензии на орбитальную деятельность и регулируют использование радиочастотного спектра. В Соединенном Королевстве Королевское астрономическое общество направило в парламент запрос после того, как правительство приобрело часть компании «Уан веб», сделав ее неотъемлемой частью своей космической стратегии. На европейском уровне астрономы провели встречи с членами Европейского парламента и хотели инициировать общественную кампанию о социальных последствиях потери темного неба, охватывающую вопросы сохранения наследия и культурных традиций. Группа экспертов подготовила рекомендации для МАС,

дополненные материалами тематических исследований, проведенных в 25 странах. Докладчик проиллюстрировал эти элементы на примере ситуации в Аргентине, Канаде и Объединенных Арабских Эмиратах. Во многих странах предпринимаются решительные шаги в поддержку роста космической экономики, однако обеспокоенность по поводу устойчивости зачастую не реализуется в конкретных мерах. Многие государства вкладывают значительные человеческие и финансовые ресурсы в астрономическую деятельность, не имея надлежащего механизма обсуждения на национальном уровне для обеспечения баланса между интересом к астрономической деятельности и коммерческой деятельностью.

43. Затем состоялась юридическая дискуссия о том, как определить «среду»; например, включает ли она точки Лагранжа или поверхность Марса, и может ли юридическая концепция защиты тел Солнечной системы от загрязнения формами земной жизни быть распространена на небесные тела. С точки зрения юриста, участвующего в судебном разбирательстве, тот факт, что астрономия связана с экономической деятельностью, с инвестициями в научные исследования, является значимой аргументацией против увеличения яркости неба при обращении к правительствам. В качестве других аргументов можно рассмотреть тот факт, что при входе спутников в атмосферу образуется оксид алюминия, который сказывается на атмосфере, или что орбиты являются природным ресурсом и окружающую среду Земли следует регламентировать как таковую.

44. Представитель МСЭ представил обзор того, как осуществляется регулирование использования радиочастотного спектра и связанных с ним орбит. Поскольку свет не считается частью радиочастот, связанные с ним вопросы не входят в сферу регулирования МСЭ. Регламент радиосвязи является международным договором, разработка которого ведется на конференциях начиная с 1906 года и в который вносятся поправки на основе консенсуса между всеми подписавшими его сторонами; работа по подготовке изменений проводится до начала всемирных конференций радиосвязи в рамках исследовательских групп. Участники исследовательских групп являются представителями государств-членов, но в состав групп также включаются исследователи и представители научных кругов и частного сектора. Регистрацией спутниковых сетей в МСЭ занимаются национальные администрации, а не непосредственно операторы; каждая частота и связанная с ней орбита, используемые в космосе, должны были быть согласованы до внесения в Международный справочный регистр частот. Действующие положения Регламента радиосвязи о регистрации спутниковой сети не предусматривают какого-либо конкретного рассмотрения экологических проблем. В тех случаях, когда для устранения выявленного риска помех сигнала требуется техническая координация, операторы и национальные власти обсуждают и координируют свои действия напрямую, а затем информируют МСЭ о достигнутых между ними договоренностях. Поскольку операторы представляют свои первоначальные заявки на начальном этапе разработки, эти заявки отражают их предполагаемые потребности. Хотя в первоначальных заявках может быть указано большее число физических спутников и радиочастотных лучей, заявки, зарегистрированные в Справочном реестре, в большей степени отражают использование спектра и орбит. Регламент радиосвязи не предусматривает максимальное количество спутников: новая система может быть зарегистрирована при условии, что она отвечает требованиям в отношении эксплуатации без создания недопустимых помех для других систем. Защита существующих услуг и внедрение новых одинаково важны для исследований по вопросам технической совместимости. МСЭ стремится избежать резервирования спектра и орбит под теоретические проекты, которые не реализуются: каждая спутниковая сеть должна была быть введена в эксплуатацию в течение семи лет. С 2015 года применяются правила, которые были адаптированы с учетом группировок: принципы защиты других служб и удовлетворения заявок на обслуживание в порядке их поступления остаются в силе, а декларацию о выполнении работ по развертыванию на каждом этапе после ввода в эксплуатацию первого спутника необходимо подавать в МСЭ.

45. Выступавшие обсудили, каким образом правительства могут требовать от операторов ответственности и каким образом любая страна, желающая защитить астрономические наблюдения, может включить такие соображения в режим лицензирования спутниковых операторов.

46. Заседание 15 было посвящено вопросам международной политики. Один из выступавших обсудил вопрос о том, следует ли считать деятельность в области астрономии формой использования космического пространства, охраняемой Договором о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, и можно ли применять содержащийся в Договоре принцип неприисвоения, если спутниковые группировки не позволяют другим использовать ту же орбиту. Были рассмотрены принципы экологического права, такие как предотвращение трансграничного вреда, принцип предосторожности, принцип «загрязнитель платит», а также вопросы устойчивого использования. Хотя частные субъекты не связаны напрямую международным публичным правом, государства обязаны регулировать их деятельность, оценивать соблюдение применимого международного экологического права и учитывать устойчивость; на неправительственную деятельность должно распространяться в той или иной форме обязательство консультироваться с затрагиваемыми государствами-участниками. Концепции корпоративной ответственности могут применяться к деятельности частного сектора, в том числе в космическом пространстве: рейтинг космической устойчивости является добровольным инструментом, который может стимулировать такую практику.

47. В ходе последовавшей дискуссии было отмечено отсутствие механизмов обеспечения соблюдения для привлечения к ответственности правонарушителей после запуска. Государствам необходимо обеспечивать учет потребностей всех заинтересованных сторон, имеющих законные интересы, и в процессе лицензирования космической деятельности это должно осуществляться на национальном уровне, а не в рамках международного права. Хотя угроза космического мусора уже много лет обсуждается Комитетом по использованию космического пространства в мирных целях, затруднительное положение в области астрономии возникло совсем недавно: в настоящее время несколько государств обновляют свои нормативные акты с учетом проблемы космического мусора, что дает возможность также рассмотреть более широкое воздействие на окружающую среду. Космос был признан глобальным общим достоянием человечества в Общей повестке дня¹, недавно опубликованной Генеральным секретарем, и новые участники не могут оттеснить других. Процесс предварительного уведомления МСЭ требует от тех, кто желает выступить с новой инициативой, координировать свои действия с теми, кого это касается, в целях урегулирования конфликта в рамках двустороннего процесса между государствами. Выступавшие обсудили вопрос о том, может ли развитие космического права идти по тому же пути, что и морское право, предусматривающее создание специализированного международного суда для разрешения споров, или по пути арбитража.

48. На заседании 16 состоялось обсуждение за круглым столом, посвященное спутниковым группировкам, с участием представителей астрономического сообщества и космической отрасли, а также экспертов по вопросам политики. Хотя использование спутниковых группировок для преодоления цифрового разрыва является позитивным вкладом в создание возможностей для реализации научного потенциала, докладчики обсудили вопрос о том, существует ли рынок для всех проектов спутниковых группировок. В отрасли наблюдается рост спроса на спутниковый интернет и значительный интерес к этой услуге, поскольку развитие технологий идет по пути создания сетей 5G и подключенных объектов: низкая задержка требует низкоорбитальных группировок, а не геостационарных спутников. Вывод на орбиту многочисленных объектов и переход к подходу, предусматривающему использование в космосе потребительской электроники,

¹ Размещено по адресу: www.un.org/ru/un75/common-agenda.

создали проблемы, схожие с «трагедией ресурсов общего пользования», наблюдаемой в экономической науке в связи с загрязнением океанов и верхних слоев атмосферы. Один из выступавших отметил, что правила космической деятельности действуют уже несколько десятилетий, несмотря на быстрые темпы внедрения инноваций в отрасли. В настоящее время наряду с международными рекомендациями разрабатываются технологии для безопасного схода с орбиты космических аппаратов, и необходимы правила в отношении космической устойчивости. Лицензирование операторов должно предусматривать оценку рисков, с тем чтобы государства знали, на какой риск они идут и какие последствия могут быть для государственной казны. Самые крупные операторы группировок знают о проблеме с астрономическими наблюдениями и стараются предложить передовые практики, которые могли бы быть внедрены всеми операторами, такие как моделирование и тестирование яркости перед запуском. Мониторинг происходящего на орбите по-прежнему необходим для обеспечения соблюдения правил; однако один из выступавших подчеркнул, что могут возникнуть проблемы с отслеживанием некоторых объектов или проблемы, связанные с законами об экспортном контроле, препятствующими обмену такими данными.

49. Один из выступавших отметил, что группировки конкретно не рассматриваются в Руководстве по долгосрочной устойчивости космической деятельности, поскольку поднятые в нем проблемы все еще обсуждаются. Неясно, рассматривают ли государства деятельность в области астрономии как космическую деятельность или же составители Договора по космосу имели и ее в виду. Вместо того чтобы начинать дискуссию о том, каким образом толковать Договор, докладчик рекомендовал применять прагматичный подход в рамках национального законодательства в государствах, которые разрешают космическую деятельность и проявляют интерес к астрономии. Некоторые государства, которые вкладывают значительные средства в развитие астрономии, также занимаются вопросами группировок. С точки зрения Организации Объединенных Наций вопросы предупреждения образования космического мусора должны решаться не путем разработки нового договора, а посредством использования передовой практики и руководящих принципов, которые некоторые государства решили включить в свою национальную нормативную базу. Выступавшие задались вопросом, могут ли государства с астрономическими обсерваториями определить регулирование как часть процесса лицензирования на национальном уровне, предусматривающего санкции за несоблюдение. Было высказано мнение о том, что сбор подтверждающих доказательств воздействия на астрономические наблюдения, а затем формулирование рекомендаций в простых выражениях помогут астрономическому сообществу поднять этот вопрос перед правительствами.

Е. Радиоастрономия

50. На заседании 17 вкратце была рассмотрена ситуация в области радиоастрономии. Радиоастрономия исследует широкие диапазоны частот и большие участки небосвода с помощью высокочувствительных методов, поскольку некоторые явления очень слабы и видны только на некоторых частотах. Когда спутники начали создавать помехи для наблюдений, астрономы вручную модифицировали антенны радиотелескопов, с тем чтобы отфильтровать постороннее излучение. Спустя годы из-за большого количества спутников телескопы оказались перегруженными, что привело к труднопредсказуемым побочным эффектам; накопленный шум стал достаточно сильным, чтобы преодолеть фильтрацию, и приемники пришлось проектировать заново. Радарные установки спутников дистанционного зондирования также могут создавать чрезмерную нагрузку на радиоастрономические телескопы или даже вывести их из строя, если их излучение будет направлено непосредственно в приемники. Количество спутников с радарными установками на борту значительно увеличилось и

достигло нескольких сотен. Пока радиоастрономы пытались напрямую связаться с новичками в этой области, чтобы предупредить их о вреде, который они могут нанести, появились новые угрозы: проводятся исследования спутников, которые будут преобразовывать солнечное излучение в распределяемую на Земле электроэнергию и, хотя Регламент радиосвязи защищает пассивные научные исследования на обратной стороне Луны, ведется подготовка к запуску на орбиту телекоммуникационных и навигационных спутников.

51. Для защиты радиоастрономических исследований искусственное излучение (будь то свет или радиоволны) не должно производиться, если в нем нет необходимости, и не должно быть обнаруживаемым там, где оно не используется. Следует избегать прямой засветки зон радиотишины спутниками путем принятия мер по снижению излучения боковых лепестков их антенн.

52. Для защиты радиоастрономических исследований требуется, чтобы у различных органов, занимающихся вопросами управления спектром, были ресурсы; немногие астрономы, занимающиеся вопросами управления спектром, могут сравниться по обеспечению с частными компаниями, выделяющими гораздо большие ресурсы на эту тему. Чтобы представители более молодого поколения занимались этой работой, необходимы стимулы, поскольку работа по управлению спектром не способствует продвижению научной карьеры. Сегодня уже невозможно совершать поездки в отдаленные районы планеты во избежание помех: по данным измерений космического микроволнового фона, имеющих важное значение для фундаментальной физики, яркость геостационарных спутников выше, чем Солнца. Существует опасение, что спутниковые группировки будут аналогичным образом искажать данные и многие эксперименты, финансируемые из государственного бюджета, значительно пострадают. Модификация приемников или принятие мер, позволяющих избежать попадания спутников в поле зрения, возможны не для всех телескопов, а более длительные наблюдения в целях компенсации потери данных напрямую способствуют удорожанию научных исследований.

53. Пределы преднамеренного излучения регулируются МСЭ и администрациями в каждом государстве, в то же время пределы непреднамеренного электромагнитного излучения устанавливаются на национальном уровне. При проведении испытаний спутника на электромагнитное излучение основное внимание уделяется совместимости с ракетой-носителем, при этом вопросы защиты радиоастрономических диапазонов конкретно не рассматриваются. Это не является проблемой при небольшом количестве спутников, но в области массового производства максимально допустимое электромагнитное излучение в радиоастрономическом диапазоне должно уменьшаться по мере увеличения количества спутников, иначе спутники могут навсегда закрыть спектральные окна наблюдений для радиоастрономии.

54. Докладчик пояснил, как радиосигналы используются для обнаружения метеоров и ионизированного следа, который они создают в атмосфере: информацию получают в результате отражения и рассеяния радиоволны следом. С этой целью во всем мире используется несколько высокочувствительных радаров.

55. На заседании 18 состоялось обсуждение за круглым столом, посвященное роли МСЭ и Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, в котором приняли участие астрономы и представитель Бюро радиосвязи МСЭ. Если ранее управление спектром представляло собой сферу деятельности с небольшим числом участников, то в настоящее время ситуация в ней характеризуется наличием конкурирующего спроса со стороны операторов, мощных радаров и передатчиков на высотных платформах. Спутниковая связь стала крупным направлением предпринимательской деятельности, а эксплуатация спутников перешла от правительств, которые являются связующим звеном МСЭ, к частным компаниям. Практика управления спектром не развивалась так быстро, как развивалась технология. По мнению выступавших, необходимо более подробно обсудить роли Регламента радиосвязи МСЭ и Комитета. Астрономы

должны будут контактировать со своими собственными администрациями, которые имеют право предлагать изменения в Регламенте радиосвязи, начиная с подготовительных исследований и заканчивая предложением пунктов повестки дня на всемирной конференции радиосвязи, на которой этот регламент разрабатывается. Представитель МСЭ пояснил, что радиочастоты свыше 3000 ГГц не регулируются, однако исследования могут проводиться на любой частоте, в том числе с использованием оптических каналов связи. Было высказано мнение о том, что, поскольку в настоящее время Регламент радиосвязи не предусматривает официальных ограничений по количеству объектов, запускаемых в космос, а Управлению по вопросам космического пространства от имени Генерального секретаря поручено вести Реестр объектов, запускаемых в космическое пространство, обсуждение этой темы целесообразно проводить в рамках Комитета по использованию космического пространства в мирных целях. Обсуждение вопросов устойчивого использования космического пространства на уровне Организации Объединенных Наций также является работой Комитета.

56. Участники дискуссии подчеркнули, что некоторые проблемы являются особенно острыми (например, как продолжать наблюдения за микроволновым фоном) и требуют совместного решения, возможно с привлечением международных научных организаций, таких как Комитет по исследованию космического пространства. Разрешение на создание группировки привело к непредсказуемым широкомасштабным последствиям.

V. Замечания и рекомендации

57. На последнем заседании, проходившем под совместным председательством представителей Управления по вопросам космического пространства и МАС, были обобщены различные мнения о действиях, которые могут быть предприняты после мероприятия. Затем состоялось обсуждение, в котором приняли участие представители всех групп экспертов, подготовивших материалы для конференции.

58. Рекомендации, касающиеся искусственного освещения в ночное время, были объединены с рекомендациями по защите обсерваторий, оазисов темного неба и биосреды. В мире постепенно становится все меньше возможностей для наблюдения темного неба, что, помимо астрономии, имеет последствия для здоровья человека и функционирования природы в ночное время:

а) что касается особо охраняемых районов, необходимо определить общее допустимое количество света, а также способы измерения освещенности и пути прекращения ее роста. Существуют технические средства для направления потока света и снижения освещенности, динамически корректирующие с учетом зоны использования уровень освещенности, не превышая при этом предельно допустимых значений. Практические аспекты достижения этой цели находятся в стадии обсуждения: инженеры, планировщики и разработчики политики хотели бы получить количественные ориентиры для технического проектирования, которые могут предоставить такие организации, как Международная комиссия по освещению; однако количественные требования должны быть скорректированы с учетом обстоятельств;

б) необходимы изменения в культуре: естественная темнота должна стать нормой, а освещение должно включаться только при необходимости. Общественное мнение с большей вероятностью одобрит эти изменения, если люди смогут увидеть, что представляет собой естественное состояние ночного неба;

с) для успешного развития астрономической науки необходимы наземные наблюдения. Если будут приняты меры в поддержку науки, направленные на борьбу с неверно направленным светом, это благоприятно скажется и на других областях, таких как охрана здоровья и биосреды, а также на обнаружении объектов, сближающихся с Землей.

59. Рекомендации в отношении спутниковых группировок касаются нескольких аспектов:

а) чтобы смягчить потери, астрономам потребуется обеспечить взаимное согласование данных и программного обеспечения, а также получение информации о точном положении спутников, чтобы спрогнозировать, когда спутники окажутся в поле зрения. Программное обеспечение для маскировки является сложным в плане разработки и может приводить к появлению артефактов в данных. Прежде чем услуги по смягчению последствий станут доступны для профессионального использования, необходимо обеспечить финансирование этих усилий;

б) спутниковые операторы и производители участвуют в дискуссиях с астрономами на добровольной основе. Обеим сторонам необходимо взаимодействовать с самого начала реализации спутниковых проектов и совместно разрабатывать меры по смягчению последствий. Правительства могут поощрять такую координацию, а промышленность должна продолжать развивать лабораторные испытания и моделирование, обмениваться данными и передовым опытом;

в) национальная космическая политика может предусматривать учет яркости космических объектов в процедурах лицензирования и выдачи разрешений, которые лежат в основе выполнения государствами своих обязательств по Договору по космосу. В некоторых государствах определены экологические проблемы, связанные с космической деятельностью. Аналогичным образом могут быть разработаны международные стандарты для определения яркости космических объектов и способов соблюдения предельных значений;

г) для разработки мер по смягчению последствий потребуется увеличить финансирование не только астрономических учреждений, но и промышленности, для которой эта тема является новой;

е) на международном уровне, поскольку деятельность в области астрономии может рассматриваться как форма использования космического пространства, деятельность в области телекоммуникации также является таковой, поэтому необходимо найти баланс между потребностями отдельных государств. Можно было бы рассмотреть возможность проведения консультаций, а также разработки руководящих принципов, которые бы обеспечили учет потребностей в области астрономии.

60. Согласно рекомендациям по радиоастрономии, следует избегать искусственного освещения в ночное время или отражения от спутников и нежелательного излучения в направлении радиотелескопов. Особенно остро ощущаются трудности в радиоастрономических дисциплинах, в частности в исследованиях микроволнового фона, где проблема не может быть решена в рамках Регламента радиосвязи:

а) требуется принять меры, исключаящие прямую засветку спутниками радиотелескопов и зон радиотишины. Прямая засветка является следствием эксплуатации спутников и их ориентации, а также уровня излучения боковых лепестков антенны;

б) в рекомендациях конкретно не говорится об управлении спектром и о роли МСЭ. Поскольку регистрация объектов, запускаемых в космическое пространство, регулируется правовым режимом космического пространства, разработанным Комитетом по использованию космического пространства в мирных целях, и поскольку Управление по вопросам космического пространства ведет Реестр объектов, запускаемых в космическое пространство, обсуждение вопроса присутствия такого большого количества спутников на орбите целесообразно было бы проводить в рамках Комитета.

61. Выступавшие подчеркнули центральную роль Комитета по использованию космического пространства в мирных целях и обсудили способы увязки различных вопросов. Некоторые государства-члены выступили в поддержку

включения в повестку дня сессии Научно-технического подкомитета, которая состоится в 2022 году, одного вопроса/пункта для обсуждения с предложенной формулировкой «Общий обмен мнениями о воздействии спутников на деятельность в области астрономии». Различные мнения и предложения, которые обсуждались на настоящей конференции, могут способствовать предметному обсуждению возможностей международного сотрудничества.

62. Было отмечено, что заинтересованные государства — члены Комитета по использованию космического пространства в мирных целях могут рассмотреть возможность представления рабочего документа с изложением предлагаемых действий.

VI. Выводы

63. На конференции по теме «Темное и спокойное небо науке и обществу» обсуждался широкий комплекс мер, которые могут быть приняты для снижения воздействия источников светового загрязнения и помех на оптические и радио-астрономические наблюдения.

64. Закрывая конференцию, представители Постоянного представительства Испании при Организации Объединенных Наций, МАС и Управления по вопросам космического пространства поблагодарили всех, кто занимался подготовкой мероприятия, и выразили свою солидарность с жителями острова Пальма.

65. Участникам было предложено оставить письменные отзывы с использованием специальной онлайн-формы, а МАС объявил о создании специализированного центра для систематизации инициатив.
