

УДК 341

БОЛЬШЕ НЕ ФАНТАСТИКА: МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В КОСМОСЕ

© 2025 г. И. А. Черных

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва

E-mail: chernykh-ia@rudn.ru

Поступила в редакцию 11.12.2024 г.

Аннотация. Развертывание солнечных космических станций, сбор солнечной энергии непосредственно в космосе и передача ее на Землю или поверхность других небесных тел вновь стали объектами обсуждения в XXI в. Во многих государствах на протяжении нескольких лет ведутся разработки, нацеленные на поиск наилучшего экономически выгодного решения, при этом в некоторых проектах уже получены первые результаты по передаче небольшого количества солнечной энергии в виде микроволн из космоса на Землю. Солнечная энергия, собранная в космосе, рассматривается как новый вид «зеленой» энергии. Однако для эффективного использования такого вида энергии необходимо понимание не только научно-технической, но и правовой стороны вопроса, включая международно-правовое регулирование, так как данный вид деятельности будет осуществляться в космосе. В настоящей статье представлен обзор международно-правовых аспектов регулирования солнечных космических станций в соответствии с документами международного космического права и документами смежных отраслей международного права и проведена оценка возможных правовых последствий, которые могут возникнуть в процессе их эксплуатации. В статье также представлены характеристики некоторых современных проектов по сбору солнечной энергии в космосе для понимания характера предлагаемой к осуществлению деятельности, которая, по мнению автора, в ближайшей перспективе потребует детализированного регулирования как на национальном, так и международном уровне.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечные космические электростанции, луч, лунные программы, международное космическое право, возобновляемые источники энергии, зеленая энергия, микроволны, изменение климата.

Цитирование: Черных И.А. Больше не фантастика: международно-правовые аспекты использования солнечной энергии в космосе // Государство и право. 2025. № 1. С. 183–191.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01434, <https://rscf.ru/project/23-28-01434/>

DOI: 10.31857/S1026945225010161

NO MORE FANTASY: INTERNATIONAL LEGAL ASPECTS OF SOLAR ENERGY IN SPACE

© 2025 I. A. Chernykh

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

E-mail: chernykh-ia@rudn.ru

Received 11.12.2024

Abstract. The deployment of solar space stations, the collection of solar energy directly in space and its transfer to Earth or the surface of other celestial bodies have once again become subjects of discussion in the 21st century. For several years, developments have been underway in many countries aimed at finding the best cost-effective solution, while some projects have already achieved the first results in transferring a small amount of solar energy in the form of microwaves from space to Earth. Solar energy collected in space is considered as a new type of “green” energy. However, for the effective use of this type of energy, it is necessary to understand not only the scientific and technical, but also the legal side of the issue, including international legal regulation, since this type of activity will be carried out in space. This article provides an overview of the international legal aspects of regulating solar space stations in accordance with the documents of International Space Law and documents of related branches of International Law and assesses the possible legal consequences that may arise during their operation. The article also presents the characteristics of some modern projects for collecting solar energy in space in order to understand the nature of the proposed activities, which, according to the author, in the near future will require detailed regulation at both national and international level.

Key words: solar energy, solar stations, beam, lunar programs, International Space Law, renewable energy sources, green energy, regulation, microwaves, climate change.

For citation: Chernykh, I.A. (2025). No more fantasy: international legal aspects of solar energy in space // *Gosudarstvo i pravo*=State and Law, No. 1, pp. 183–191.

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-28-01434, <https://rscf.ru/project/23-28-01434/>

Введение

На Земле вот уже не одно десятилетие применение альтернативных возобновляемых источников энергии стало привычным способом. При этом для использования таких источников энергии требуются определенные условия для конечного региона их сбора, поэтому не все государства могут реализовывать такие энергетические проекты. Например, для использования солнечных электростанций государство должно иметь хорошие характеристики на карте инсоляции (карте солнечной активности). Несмотря на это в последнее время стали наблюдаться снижение стоимости реализации проектов по применению возобновляемых источников энергии, а также повышение эффективности от их внедрения в экономику. Более того, применение «зеленой» энергии стало выходить за пределы земного шара. С расширением планов государств по исследованию и использованию космического пространства и близлежащих Земле небесных тел (Луны, Марса или Венеры) вновь появились когда-то забытые инициативы по сбору солнечной энергии в космосе и ее дальнейшему применению.

С технологической точки зрения важно отметить, что солнечный свет всегда был одним из ключевых источников энергии космических аппаратов, на которые устанавливаются солнечные батареи для обеспечения их более длительного срока эксплуатации в космосе (например, Международная космическая станция) или на поверхности небесных тел. Однако проекты, о которых пойдет речь в настоящем исследовании, гораздо масштабнее и технически сложнее по сравнению с обычным использованием солнечных батарей. Во-первых, существуют планы по сбору солнечной энергии

в космосе и ретрансляции ее на Землю в форме микроволнового излучения. Во-вторых, солнечная энергия является важной составляющей для успешной реализации пилотируемых лунных программ ряда государств. При этом международно-правовой режим использования солнечной энергии в космосе (космической энергетики) на данный момент не является предметом активного обсуждения на международных площадках у государств. Косвенно эта тематика затрагивается в Комитете ООН по исследованию космического пространства в мирных целях, например в контексте обсуждения пункта повестки дня по общему обмену мнениями о возможных моделях правового регулирования деятельности по исследованию, освоению и использованию космических ресурсов¹ или в Международном союзе электросвязи². В то же время в науке международного космического права, в основном у зарубежных юристов-международников, рассматриваемой проблематике посвящена лишь незначительная часть доктринальных работ (например, Е. Фазан, И. Зорих, Е.Р. Финч, С. Фрилэнд). Отдельные аспекты использования солнечной энергии в космосе и международно-правового регулирования такой деятельности обсуждались в работах по международному космическому праву и экономике в 1970–1980 гг. Некоторые авторы даже

¹ См.: Документ ООН A/AC.105/C.2/L.329/Add.7. Проект доклада. Добавление VII. Общий обмен мнениями о возможных моделях правового регулирования деятельности по исследованию, освоению и использованию космических ресурсов, п. 26, 27.

² См.: Документ МСЭ. ITU-R RA23 Contribution 31. Proposed new Question [SBSP] – Space-based Solar Power via BEAM WPT. October 23, 2023.

предлагали подготовить в этом контексте Конвенцию о космической энергетике³. Несмотря на это, ответы на многие вопросы еще не получены: какие орбитально-частотные позиции потребуются для размещения спутников по сбору солнечной энергии в космосе? Не будут ли такие места в космосе являться ограниченными природными ресурсами? Как будет происходить сбор солнечной энергии на обратной стороне Луне, не освещаемой прямыми лучами Солнца?

Обозначенные обстоятельства привели к постановке цели работы: изучению международно-правовых аспектов использования солнечной энергии на солнечных космических станциях в космическом пространстве и на Луне на основе анализа научно-технических и правовых аспектов данной проблематики.

1. Понятие и характеристики солнечной энергии

Солнечная энергия — это неисчерпаемый источник энергии, который представляет собой энергию от небесного тела Солнце в форме света и радиации, которые могут быть преобразованы в электричество. В некоторых доктринальных исследованиях солнечная энергия относится к космическим ресурсам. Однако, несмотря на то что солнечная энергия является результатом деятельности Солнца, находящегося в космосе, с правовой точки зрения солнечная энергия не включена в классификацию космических ресурсов по причине отсутствия необходимости выработки специального правового режима по ее непосредственному использованию⁴, что в том числе находит подтверждение в рамках пункта повестки дня по общему обмену мнениями о возможных моделях правового регулирования деятельности по исследованию, освоению и использованию космических ресурсов и Рабочей группе по космическим ресурсам, по правовым аспектам деятельности, связанной с космическими ресурсами, Комитета ООН по космосу, а также в рамках исследований международными неправительственными организациями и международными научными группами тематики космических ресурсов.

В рамках настоящего исследования будут проанализированы международно-правовые аспекты эксплуатации солнечных космических станций, т.е. космических объектов, что со своей стороны как вид космической деятельности требует правового уяснения.

³ См.: *Fasan E.* Space Energy Law and the Hierarchy of Norms // 19th Colloquium of the Law of Outer Space, Anaheim, California, USA, 1976, 12–15 October. Pp. 119–123.

⁴ См.: *O'Brien D.* Will a five-year mission by COPUOS produce a new international governance instrument for outer space resources? // SpaceReview.com. February 20, 2023.

2. Проекты по сбору солнечной энергии в космосе и на Луне

Современные инициативы по сбору солнечной энергии в космосе и ее передачи на Землю не являются новыми. Впервые фантастические идеи по сбору солнечной энергии в космосе и ее передачи на Землю были озвучены в научно-фантастическом рассказе А. Азимова «Логика» (1941)⁵. Во второй половине XX в. американские⁶ и советские ученые⁷ уже вели исследования и предлагали возможные программы для получения экологически чистой энергии из космоса⁸. Ключевыми составляющими всех предлагаемых проектов был сбор солнечной энергии на солнечных космических электростанциях, дальнейшее преобразование этой энергии в микроволны низкой плотности от 5 до 10 см и, наконец, передача их на Землю. На поверхности Земли микроволны преобразовывались бы в обычное электричество. Для этих целей потребовались бы наземные приемные антенны диаметром около 8 км⁹.

Еще одним предложением было использование лазеров для передачи собранной солнечной энергии, поскольку только с помощью них либо микроволн можно передавать энергию на большие расстояния. Однако, как отмечают ученые, у передачи энергии с помощью лазерного луча есть недостаток, связанный с возможностью применения только коротковолновых лазеров (длина волны ≈ 1 микрометр), луч от которых сможет проходить через атмосферу только при ясной погоде, а в противном случае — будет рассеиваться и поглощаться молекулами воды¹⁰.

Для размещения солнечных космических электростанций предлагались различные места в космическом пространстве: точки Лагранжа или геосинхронные орбиты для развертывания крупных орбитальных станций (проект СССР). Обязательным техническим параметром было такое положение космического аппарата, которое позволило бы ему как можно дольше быть обращенным к Земле, а его солнечным батареям — к Солнцу.

⁵ Рассказ в дальнейшем вошел в сборник А. Азимова «Я — робот» (1950) (см.: *Azimov A. I.* Robot. NY, 2020).

⁶ См.: *Glaser P.* Power from the Sun: Its Future // Science. 1968. Vol. 162. No. 3865. Pp. 857–861.

⁷ См.: *Zorich I.* Energy from Outer Space // Week Newsletter. No. 20(948). P. 11.

⁸ См.: *Finch E.R.* Energy — Ecospace // 19th Colloquium of the Law of Outer Space, Anaheim, California, USA, 1976, 12–15 October. Pp. 124–134; *Berger H.* International Law and Solar Energy Satellites // 20th Colloquium of the Law of Outer Space, Prague, Czechoslovakia, 1977, September 25 — October 1. Pp. 149–156.

⁹ См.: *Finch E.R.* Op. cit. Pp. 124–134.

¹⁰ См.: *Sasaki S.* How Japan Plans to Build an Orbital Solar Farm // IEEE Spectrum. April 24, 2014.

Ученые предполагали, что использование солнечных космических электростанций может начаться в 1985, 1995 или 2050 гг. Однако ни в конце 80-х, ни в конце 90-х годов такие проекты не были реализованы, в связи с объективной необходимостью технологических доработок и по причине неготовности государств инвестировать в такие проекты много и сразу. В 20-е годы XX в., когда отдельные составляющие проекта по сбору солнечной энергии в космосе вышли на более рентабельные (дешевая стоимость производства) и высокотехнологические уровни (использование многоразовых ракетополетов, более легких и прочных солнечных панелей, высокопроизводительных фотоэлектрических систем, робототехники), ученые ряда государств снова предложили вернуться к подобным проектам. Возвращение к таким идеям было отчасти обусловлено необходимостью поиска решения проблем в области изменения климата и более активного и широкомасштабного перехода к устойчивой энергетике, в том числе в рамках достижения целей устойчивого развития¹¹. Кратко рассмотрим некоторые из таких проектов, которых, согласно последним экономическим исследованиям, насчитывается более 150, включая инициативы, задействованные в их реализации прямо или косвенно¹².

КНР. Некоторые из первых китайских инициатив появились еще в 2019 г.¹³, спустя два года после которых Китай объявил о технологическом прорыве в создании орбитальных электростанций, способных собирать солнечную энергию и передавать ее непосредственно на Землю, а также сообщил о начале испытаний передачи энергии на большие расстояния¹⁴. В 2022 г. Китайская академия космических технологий анонсировала планы на 2028 г. по тестированию беспроводной передачи энергии с низкой околоземной орбиты на Землю¹⁵, после чего на 2030 г. намечено размещение на геостационарной орбите (далее — ГСО) экспериментального спутника мегаваттного класса (MR-SPS). Предполагается, что начиная с 2030 г. будет происходить постепенное увеличение

мощности с 1 МВт до 1–2 ГВт к 2050 г. на ГСО¹⁶. Для развертывания системы солнечных космических электростанций будет использоваться разрабатываемая сверхтяжелая ракета Long March 9¹⁷. Другой китайский проект по развертыванию солнечных космических станций — SSPS-OMEGA (Orb-Shape Membrane Energy Gathering Array), которые предполагается также разместить на ГСО. Для сбора солнечной энергии со станции и ее дальнейшего преобразования в постоянный ток в 2022 г. уже была построена специальная 75-метровая стальная конструкция в Сиане¹⁸.

ЕС. В рамках Европейского Союза благодаря деятельности Европейского космического агентства (далее — ЕКА), занимающегося изучением и освоением космического пространства, также не первый год ведется активная работа по изучению возможностей использования солнечной энергии в космосе и поддержке развития экологически чистой энергетики. Эта работа носит комплексный характер, начиная от использования частей спутниковых систем, работающих на солнечной энергии, и заканчивая перенаправлением этой энергии на Землю, Луну и другие планеты¹⁹. С этой целью ЕКА в 2021 г. провело кампанию по сбору идей в области космической солнечной энергетики, часть из которых была использована для подготовки проекта Солярис (Solaris). Суть проекта та же: сбор, переработка и передача энергии на Землю. В рамках этого проекта в 2022 г. ЕКА объявило о дальнейших планах по проведению трехлетнего исследования по изучению технических аспектов сбора солнечной энергии в космосе после того, как будут получены результаты независимой экономической оценки рентабельности этого проекта²⁰. Предлагаемый проект мог бы обеспечить Европе лидерство в области поиска решений чистой энергетики, смягчить последствия изменения климата и приблизиться к «чистым нулевым выбросам» к 2050 г. в Европе.

Альтернативный проект — британская CASSIOPEIA (Constant Aperture, Solid-State, Integrated, Orbital Phased Array)²¹, представляющая фазированную антенную решетку с возможностью

¹¹ См.: Резолюция ГА ООН 70/1 от 21.10.2015 г. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/92/pdf/n1529192.pdf?token=2p6o2KLyY3ZOumUYh&fe=true>

¹² См.: Barry K. State of the industry report on investment and development of space solar power // *Acta Astronautica*. 2023. Vol. 223. Pp. 355–372.

¹³ См.: Cyranoski D. China sets sights on first solar power stations in space // *Nature*. 2019.

¹⁴ См.: Tang D. China embarks on space race for solar power // *The Times*. August 17, 2021.

¹⁵ См.: Jones A. China to use space station to test space-based solar power // *Space News*. November 23, 2022.

¹⁶ См.: Faust J. ESA to request funding for space-based solar power study // *Space News*. August 18, 2022.

¹⁷ См.: Jones A. China's super heavy rocket to construct space-based solar power station // *Space News*. June 28, 2021.

¹⁸ См.: Jones A. Chinese university completes space-based solar power ground test facility // *Space News*. June 14, 2022.

¹⁹ См.: Clean Energy — New Ideas for Solar Power from Space // European Space Agency. URL: <https://ideas.esa.int/servlet/hype/IMT?documentTableId=45087625530300097&userAction=Browse&templateName=&documentId=514a8db636ea637f6e27069183966350> (accessed: 29.09.2021).

²⁰ См.: Faust J. Op. cit.

²¹ См.: Cash I. CASSIOPEIA — A new paradigm for space solar power // *Acta Astronautica*. 2019. Vol. 159. Pp. 170–178.

электронного управления микроволновым лучом в диапазоне 360° для непрерывной передачи солнечной энергии из космоса на Землю. Спутники данного проекта могут быть размещены на различных видах орбит с возможностью изменения высоты нахождения: от 2000 км до 36 000 км²². Проект был разработан Space Solar Group²³ при поддержке британского правительства. Компания Space Solar сотрудничает с другими государствами и заинтересованными лицами в рамках реализации этого проекта. Например, с Исландией, где в сотрудничестве с местными организациями Reykjavik Energy и Transition Labs к 2030 г. планируется запустить на среднюю околоземную орбиту первый спутник, который передаст на Землю 30 МВт солнечной энергии. Размер такого спутника с учетом солнечных батарей составит около 400 м²⁴.

США. Подобные инициативы есть и в Соединенных Штатах. Например, в 2023 г. американские ученые института Колтех (Caltech) Калифорнийского технологического университета (г. Пасадена, штат Калифорния) спустя 12 лет после начала разработок в рамках проекта по космической солнечной энергии (Space Solar Power Project) впервые продемонстрировали передачу собранной космическим аппаратом солнечной энергии сначала в космосе, а затем ретранслировали и смогли отследить сверхмалое количество мощности на Земле²⁵. Частью этого проекта являлся запуск экспериментального космического аппарата, который осуществляет сбор солнечной энергии (Space Solar Power Demonstrator (SSPD-1)). На таком аппарате также была протестирована технология MAPLE (эксперимент по передаче энергии на низкой околоземной орбите с помощью блока микроволновых передатчиков, Microwave Array for Power-transfer Low-orbit Experiment)²⁶, технология DOLCE (эксперимент по развертыванию на орбите сверхлегкого композитного космического аппарата, Deployable on-Orbit ultraLight Composite Experiment) и фотоэлектрические элементы ALBA в количестве 32 штук²⁷.

²² См.: Pultarova T. Breakthrough coming? Iceland could get solar power from space in 2030 // Space.com. October 24, 2024.

²³ См.: Space Solar Takes Major Step Forward with its CASSIOPEIA Concept // Space Solar. February 29, 2024.

²⁴ См.: Pultarova T. Op. cit.

²⁵ См.: In a First, Caltech's Space Solar Power Demonstrator Wirelessly Transmits Power in Space. June 1, 2023. URL: <https://www.caltech.edu/about/news/in-a-first-caltechs-space-solar-power-demonstrator-wirelessly-transmits-power-in-space>; Leonard D. Is it time to put a dimmer switch on the push for space solar power? // Space.com. May 29, 2024.

²⁶ In a First, Caltech's Space Solar Power Demonstrator Wirelessly Transmits Power in Space. June 1, 2023.

²⁷ См.: Wayt Gibbs W. Caltech's SSPD-1 Is a New Idea for Space-Based Solar Ali Hajimiri on boosting an energy-beaming system from the lab to orbit // IEEE Spectrum. April 11, 2024.

Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) в 2021 г. разработало проект Solar Electric Propulsion²⁸, в котором ученые должны проработать вопросы увеличения продолжительности миссий по исследованию космоса за счет энергоемких технологий (в том числе легкий вес изделия, дешевая стоимость производства) и использования солнечной энергии. В настоящее время НАСА продолжает проводить дополнительные аналитические исследования для определения, стоит ли в дальнейшем поддерживать и внедрять в другие проекты технологии по сбору солнечной энергии в космосе²⁹.

Существуют и другие проекты (например, среди недавних инициатив также можно отметить проект по передаче электроэнергии в пределах космического пространства). Компания Star Catcher (штаб-квартира в Джексонвиле, штат Калифорния) планирует проектировать и запускать спутники весом около 800 кг, которые будут располагаться на высоте примерно 1500 км для того, чтобы собирать солнечную энергию и передавать ее на другие спутники, находящиеся на более низких орбитах для продления их срока эксплуатации. Запуск первого экспериментального спутника запланирован на конец 2025 г.³⁰

Япония. Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA — Japan Aerospace Exploration Agency) в середине 2010-х годов работало над двумя моделями космических аппаратов по сбору солнечной энергии³¹. В первом аппарате предлагалось задействовать панель размером 2x2 км, сверху покрытую фотоэлектрическими элементами, а снизу — передающими антеннами. При этом данную панель планировалось подвесить на 10-километровые тросы к небольшому космическому аппарату, находящемуся сверху и снабженному системами управления и связи с ним³². В совокупности тандем из космического аппарата и панели создавал бы баланс сил для сохранения стабильного местоположения по высоте, но из-за вращения Земли и нахождения космического аппарата на геосинхронной орбите количество собранного света всегда

²⁸ См.: Solar Electric Propulsion (SEP) // URL: https://www.nasa.gov/mission_pages/tdm/sep/index.html

²⁹ См.: Rodgers E., Gertsen E., Sotudeh J. et al. Space-Based Solar Power // Report of NASA. Office of Technology, Policy, and Strategy. January 11, 2024.

³⁰ См.: Potter N. Space-Based Solar Power Gets Practical Startup proposes small solar power plants in space that beam energy to satellites // IEEE Spectrum. August 8, 2024.

³¹ См.: Sasaki S. Op. cit.

³² См. подр.: Sasaki S., Tanaka K., Higuchi K. et al. A new concept of solar power satellite: Tethered-SPS // Acta Astronautica. 2007. Vol. 60. Iss. 3. Pp. 153–165.

было бы различным. Такой проект получил название «Привязанный спутник солнечной энергии» (Tethered-SPS). Во втором проекте проблема со стабильным сбором энергии решалась за счет размещения двух отражающих свет зеркал, передающих солнечный свет на две солнечные батареи отдельно функционирующего космического аппарата. Однако, по задумке, зеркала и космический аппарат никак не фиксировались относительно друг друга, поэтому сложностью проекта было обеспечение их параллельного полета. Более того, как отмечали ученые, важной составляющей была максимальная синхронизация микроволн, генерируемых на солнечных батареях, размещенных на нескольких спутниках, чтобы направить единый микроволновый луч на принимающие антенны на Земле. Технически это предлагалось решить путем направления с Земли пилотного сигнала на спутник, с помощью которого будут определены фазы для передачи микроволн в определенный момент времени (система излучения в обратном направлении)³³.

Спустя 10 лет в рамках работы над проектом OHISAMA («солнце») Япония готовится к развертыванию в 2025 г. на низкой околоземной орбите космического аппарата в виде солнечной космической электростанции весом около 180 кг, который способен будет накапливать солнечную энергию с помощью бортовых фотоэлектрических панелей размером 2 м², перерабатывать ее в микроволны и передавать в течение нескольких минут около 1 кВт с высоты 400 км на приемные станции на Земле, распределенные по территории протяженностью 40 км и расположенные на расстоянии 5 км друг от друга³⁴ в связи с высокой скоростью аппарата — 28 000 км/ч.

Во всех рассмотренных проектах размеры предлагаемых конструкций колоссальны и начинаются от нескольких сот метров или километров в длину, что является их особенностью с технической точки зрения.

Применение солнечной энергии на Луне также активно рассматривается для исследования и освоения естественного спутника Земли. Например, в рамках ранее упомянутой кампании ЕКА по сбору идей в области применения солнечной энергии в космосе были предложены такие проекты, как разработка системы беспроводной передачи солнечной энергии путем использования миллиметровых микроволн для поддержания исследований, проводимых с помощью луноходов (Development of Millimeter Waves Wireless Power Transfer (WPT) System for Lunar Rover Explorations) или строительство окололунной

солнечной станции, которая, с одной стороны, собирала бы солнечную энергию и передавала ее с помощью микроволн на поверхность Луны, а с другой — являлась обитаемой космической станцией, куда можно было бы отправлять как туристов, так и профессиональных космонавтов, в том числе для дальнейшего перемещения на Луну (Greater Earth Lunar Power Station (GE $\oplus$ -LPS))³⁵. Отмечается, что использование микроволн, которые используются во многих проектах солнечных космических станций, может происходить на различных частотах: чем ниже частота, тем больше должна быть принимающая речтенна, чем больше частота — тем меньше может быть речтенна³⁶.

Учитывая рассмотренные инициативы, перед международным сообществом появляются определенные задачи на перспективу по поэтапному решению проблем регулирования такого рода космической деятельности во избежание возможных конфликтов и споров между заинтересованными в такой технологии государствами. Отмечается, что между наиболее успешными государствами в этом направлении возможно выстраивание международного сотрудничества, например между КНР, которая преуспела в области чистой энергетики, и США, лидеров по разработке программного обеспечения и применения искусственного интеллекта и робототехники³⁷.

3. Применение международного права к проектам по сбору солнечной энергии

Поскольку развертывание задействованных во всех проектах крупных космических солнечных станций представляет собой т.н. прикладной вид космической деятельности, с помощью которого происходит использование космического пространства, нормы и принципы международного космического права будут в полной мере распространяться на данный процесс. Ключевым документом в этом отношении будет Договор по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, 1967 г.³⁸ (далее — Договор по космосу), закрепляющий основы по исследованию и использованию космического пространства и других небесных тел.

³⁵ См. подр.: Greater Earth Lunar Power Station (GE $\oplus$ -LPS). Executive Summary. Final Report // Astrostrom GmbH, May 2023.

³⁶ См.: Sasaki S. Op. cit.

³⁷ Lia Zhu, Shao Xinying. Potential seen for US–China space relations // China Daily. August 21, 2024.

³⁸ См.: Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, от 27 января 1967 г. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/outer_space_governing.shtml

³³ См.: Sasaki S. Op. cit.

³⁴ См.: Pultarova T. Japanese satellite will beam solar power to Earth in 2025 // Space.com. April 19, 2024.

При размещении космических солнечных станций особенно важно соблюдать баланс применения закрепленных в Договоре свобод и ограничений. Так, ст. I Договора по космосу закрепляет свободу (“free for exploration and use”) для исследования и использования космического пространства (абз. 2), но при этом такая деятельность должна осуществляться на основе равенства (абз. 2) и на благо, и в интересах всех стран (абз. 1). Как было отмечено ранее, одной из основных целей проектов по сбору солнечной энергии в космосе является развитие чистой энергетики, поэтому такой вид космической деятельности подпадает под формулировку ст. I и находится в соответствии с международным правом (абз. 2 ст. I и ст. III).

Однако не будет ли размещение солнечных космических электростанций на различных видах орбит нарушать принцип неприсвоения космического пространства согласно ст. II Договора по космосу? Развертывание таких станций потребует значительных капитальных вложений, поэтому запускать на непродолжительный период времени такие космические аппараты нецелесообразно. Вопросы использования орбитально-частотных позиций, которые необходимы для успешной эксплуатации любого вида космического аппарата, сегодня успешно находятся в рамках компетенции Международного союза электросвязи (далее — МСЭ), который устанавливает правила в области выделения, распределения и присвоения радиочастотного спектра, в том числе для целей космической связи, а также устанавливает временные рамки такого использования. Применяя в совокупности принцип неприсвоения космического пространства и правила МСЭ, практику государств по использованию космического пространства путем размещения в нем различного вида космических объектов как в научных, так и в коммерческих целях, мы приходим к логическому выводу, что при размещении солнечных космических электростанций принцип неприсвоения нарушаться не будет³⁹. При этом в будущем обязательно потребуются специализированные нормы, разработанные МСЭ, в отношении сроков эксплуатации таких станций с учетом используемого радиочастотного спектра и вида орбиты, принимая во внимание планы государств развертывать солнечные космические электростанции как на ГСО, так и на низкой околоземной орбите.

Для регулирования развертывания солнечных космических электростанций ст. III Договора по космосу в совокупности с его иными положениями, где есть отсылка к нормам международного права (например,

ст. I), особо важна. Учитывая, что космическая деятельность должна применяться в соответствии со всеми нормами международного права для эффективно-го и безопасного использования солнечных космических электростанций необходимо будет учитывать: 1) выше упомянутые нормы международного телекоммуникационного права, разрабатываемые в МСЭ; 2) нормы в области права международной безопасности для исключения возможности использования таких крупных космических объектов в агрессивных или неправомерных целях, включая запрет на размещение в космосе оружия массового уничтожения в соответствии со ст. IV Договора по космосу и положениями Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой 1963 г.; 3) нормы международного экологического права для обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности и дальнейшего незагрязнения космического пространства.

Статья IX Договора по космосу возможна к применению в различных ситуациях, связанных с солнечными космическими электростанциями. Во-первых, согласно данной статье, при осуществлении любого вида космической деятельности необходим «должный учет интересов других государств — участников Договора». Во-вторых, в продолжение вопроса обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности необходимо «избегать вредного загрязнения космоса», что при широком толковании охватывает проблему космического мусора, который может быть образован в результате потенциальных столкновений различных космических объектов, включая солнечные космические электростанции больших размеров. В-третьих, эксперименты по ретрансляции солнечной энергии на Землю и в космосе не должны причинять вредные помехи деятельности других государств, проводимой в космосе. Относительно Радиорегламентов МСЭ в контексте вредных помех, как отмечают С. Фрилэнд и А.-С. Мартин, несмотря на то что определение понятия «телекоммуникации» не охватывает передачу солнечной энергии, международно-правовые нормы МСЭ будут применяться в данном случае, так как такая передача может оказывать вредные помехи⁴⁰.

Для соблюдения вопросов регистрации солнечных космических электростанций будет применяться ст. VIII Договора по космосу, а также положения Конвенции о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство 1975 г., при учете соответствующих документов «мягкого права» по данной тематике⁴¹.

³⁹ См.: *De Man Ph.* Interpreting the UN space treaties as the basis for a sustainable regime of space resource exploration // *The Space Treaties at Crossroads: Considerations de Lege Ferenda* / ed. by G.D. Kyriakopoulos, M. Manoli. Cham, 2019. Pp. 15–33.

⁴⁰ См.: *Martin A.-S., Freeland S.* The promise of solar energy for sustainable development and space exploration // *Room*. 2024. Vol. 34. P. 21.

⁴¹ Например, см.: резолюция от 20.12.1961 г. 1721 А и В (XVI) «Международное сотрудничество в использовании космического

Принцип международного сотрудничества и обмена информацией также необходимо будет соблюдать при осуществлении деятельности как по размещению солнечных космических электростанций, так и дальнейшей передаче энергии с них, с учетом планов по использованию солнечной космической энергии для реализации лунных программ. Для этого требуется соблюдение ст. XI и XII Договора по космосу.

Одним из наиболее важных принципов при осуществлении деятельности по сбору и передаче солнечной энергии будет являться ст. VI Договора по космосу, устанавливающая международную ответственность государств за национальную деятельность как в космическом пространстве, так и на небесных телах, что должно гарантировать выполнение на практике участниками такого вида космической деятельности иных положений международного космического и международного права в целом.

При осуществлении сбора и передачи солнечной энергии потенциально возможны случаи причинения ущерба другим объектам, находящимся на Земле, в воздушном или космическом пространстве, включая поверхность небесных тел⁴². Порядок привлечения к ответственности за ущерб регулируется ст. VII Договора по космосу и детализируется в Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами 1972 г. В случае, если ущерб будет причинен непосредственно солнечной космической станцией, необходимо будет определять запускаящее государство такой станции, нарушение международно-правовых обязательств, наличие ущерба и определять место, где он был причинен: на Земле, в воздушном или космическом пространстве, включая Луну и другие небесные тела. Однако, чтобы доказать ущерб, полученный в результате ретрансляции солнечной энергии, на практике могут возникнуть трудности. Самым сложным будет доказывание того, что космический объект, собирающий и использующий солнечную энергию, именно в процессе передачи солнечной энергии причинил ущерб. Иными словами, солнечная энергия, передаваемая с такой станции, подпадает под понятие «космического объекта». На практике возможны ситуации, в которых процесс передачи солнечной энергии может вызывать косвенные повреждения на поверхности Земли, вызывать вредные помехи, влияющие на деятельность

воздушных судов, находящихся в полете, или на деятельность других космических объектов, в результате чего могут произойти непредвиденные последствия.

Последующее использование собранной солнечной энергии на Земле также может вызвать юридические последствия⁴³, вызванные несоблюдением мер безопасности при эксплуатации наземных приемных станций, которые будут преобразовывать собранную энергию в постоянный ток. Для регулирования наземного сегмента такой деятельности предполагается применение норм экологического, административного, трудового и энергетического права.

Заключение

Анализ научно-технических характеристик проектов по сбору энергии в космосе подтвердил, что данный вид чистой энергетики может стать решением мировой борьбы за исчерпаемые энергоресурсы. При этом, с учетом сложностей в развертывании таких солнечных космических станций, не все государства будут готовы на разработку и поддержание сложной космической инфраструктуры, включающей необходимость использования многоразовых ракетополетов различных классов грузоподъемности и наличие возможности обслуживания таких систем прямо на орбите (on-orbit servicing), что требует разработки новых технических и технологических стандартов, отвечающих современным требованиям, в том числе с применением искусственного интеллекта. Потенциально Международная организация по стандартизации может заняться решением стандартизации такого вида космической деятельности.

На международном уровне нет специализированного международно-правового режима использования солнечных космических станций, поскольку космическая деятельность на практике различна и разработать специальный международный договор для каждого ее вида проблематично. Хотя основные принципы международного космического права, международного экологического и международного телекоммуникационного права и смежных отраслей международного права будут применимы.

Как и в любом виде новой технологии, на начальных этапах будут сложности, тем не менее развертывание солнечных космических электростанций и использование солнечной энергии, собранной в космосе, сможет приблизить международное сообщество к достижению целей устойчивого развития, разработанных до 2030 г., а также сделать устойчивой как жизнь на Земле, так и деятельность в космосе после 2030 г. на благо нынешних и будущих поколений.

пространства в мирных целях». Часть В; резолюция от 17.12.2007 г. 62/101 «Рекомендации по совершенствованию практики регистрации космических объектов государствами и международными межправительственными организациями»; Руководящие принципы обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности Комитета по использованию космического пространства в мирных целях 2019 г.

⁴² См.: *Tennen L.I. International Law and the Use of Outer Space for the Production of Solar Energy // 20th Colloquium of the Law of Outer Space, Prague, Czechoslovakia, 1977, September 25 – October 1. Pp. 456–472.*

⁴³ См.: *Finch E.R. Op. cit. Pp. 124–134.*

REFERENCES

1. *Azimov A. I.* Robot. NY, 2020.
2. *Barry K.* State of the industry report on investment and development of space solar power // *Acta Astronautica*. 2023. Vol. 223. Pp. 355–372.
3. *Berger H.* International Law and Solar Energy Satellites // 20th Colloquium of the Law of Outer Space, Prague, Czechoslovakia, 1977, September 25 – October 1. Pp. 149–156.
4. *Cash I.* CASSIOPeiA – A new paradigm for space solar power // *Acta Astronautica*. 2019. Vol. 159. Pp. 170–178.
5. *Cyranoski D.* China sets sights on first solar power stations in space // *Nature*. 2019.
6. *De Man Ph.* Interpreting the UN space treaties as the basis for a sustainable regime of space resource exploration // *The Space Treaties at Crossroads: Considerations de Lege Ferenda* / ed. by G.D. Kyriakopoulos, M. Manoli. Cham, 2019. Pp. 15–33.
7. *Fasan E.* Space Energy Law and the Hierarchy of Norms // 19th Colloquium of the Law of Outer Space, Anaheim, California, USA, 1976, 12–15 October. Pp. 119–123.
8. *Faust J.* ESA to request funding for space-based solar power study // *Space News*. August 18, 2022.
9. *Finch E. R.* Energy – Ecospace // 19th Colloquium of the Law of Outer Space, Anaheim, California, USA, 1976, 12–15 October. Pp. 124–134.
10. *Glaser P.* Power from the Sun: Its Future // *Science*. 1968. Vol. 162. No. 3865. Pp. 857–861.
11. In a First, Caltech's Space Solar Power Demonstrator Wirelessly Transmits Power in Space. June 1, 2023. URL: <https://www.caltech.edu/about/news/in-a-first-caltechs-space-solar-power-demonstrator-wirelessly-transmits-power-in-space>
12. *Jones A.* China to use space station to test space-based solar power // *Space News*. November 23, 2022.
13. *Jones A.* China's super heavy rocket to construct space-based solar power station // *Space News*. June 28, 2021.
14. *Jones A.* Chinese university completes space-based solar power ground test facility // *Space News*. June 14, 2022.
15. *Leonard D.* Is it time to put a dimmer switch on the push for space solar power? // *Space.com*. May 29, 2024.
16. *Lia Zhu, Shao Xinying.* Potential seen for US–China space relations // *China Daily*. August 21, 2024.
17. *Martin A.-S., Freeland S.* The promise of solar energy for sustainable development and space exploration // *Room*. 2024. Vol. 34. P. 21.
18. *O'Brien D.* Will a five-year mission by COPUOS produce a new international governance instrument for outer space resources? // *SpaceReview.com*. February 20, 2023.
19. *Potter N.* Space-Based Solar Power Gets Practical Startup proposes small solar power plants in space that beam energy to satellites // *IEEE Spectrum*. August 8, 2024.
20. *Pultarova T.* Breakthrough coming? Iceland could get solar power from space in 2030 // *Space.com*. October 24, 2024.
21. *Pultarova T.* Japanese satellite will beam solar power to Earth in 2025 // *Space.com*. April 19, 2024.
22. *Rodgers E., Gertsen E., Sotudeh J. et al.* Space-Based Solar Power // Report of NASA. Office of Technology, Policy, and Strategy. January 11, 2024.
23. *Sasaki S.* How Japan Plans to Build an Orbital Solar Farm // *IEEE Spectrum*. April 24, 2014.
24. *Sasaki S., Tanaka K., Higuchi K. et al.* A new concept of solar power satellite: Tethered-SPS // *Acta Astronautica*. 2007. Vol. 60. Iss. 3. Pp. 153–165.
25. Space Solar Takes Major Step Forward with its CASSIOPeiA Concept // *Space Solar*. February 29, 2024.
26. *Tang D.* China embarks on space race for solar power // *The Times*. August 17, 2021.
27. *Tennen L. I.* International Law and the Use of Outer Space for the Production of Solar Energy // 20th Colloquium of the Law of Outer Space, Prague, Czechoslovakia, 1977, September 25 – October 1. Pp. 456–472.
28. *Wayt Gibbs W.* Caltech's SSPD-1 Is a New Idea for Space-Based Solar Ali Hajimiri on boosting an energy-beaming system from the lab to orbit // *IEEE Spectrum*. April 11, 2024.
29. *Zorich I.* Energy from Outer Space // *Week Newsletter*. No. 20(948). P. 11.

Сведения об авторе

ЧЕРНЫХ Ирина Алексеевна —
кандидат юридических наук,
доцент кафедры международного права
Российского университета дружбы народов
им. Патриса Лумумбы;
117198 г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Authors' information

CHERNYKH Irina A. —
PhD in Law,
Associate Professor of the Department
of International Law, Patrice Lumumba
Peoples' Friendship University of Russia;
6 Miklukho-Maklaya str.,
117198 Moscow, Russia