

Хобе | Шмидт-Тедд | Шрогль (редакторы CoCoSL)
Унгер-Шайесте (помощник редакторов)

Комментарий к Принципам ЯИЭ и Рамкам обеспечения безопасного использования ЯИЭ

Кёльнский комментарий к космическому праву
Избранная глава из Тома III
Перевод на русский язык

Найдёнова | Унгер-Шайесте (переводчики)



Berliner
Wissenschafts-Verlag

Аннотация

Кёльнский комментарий к космическому праву представляет собой трёхтомную аннотацию письменных норм космического права, закреплённых посредством договоров Организации Объединённых Наций и резолюций её Генеральной Ассамблеи. Развитие значительного свода международного космического права дополнялось различными национальными законодательными и нормативными актами в области космической деятельности в целях внедрения международно-правовой базы в практику космической деятельности. Кёльнский комментарий к космическому праву призван внести реальный и конкретный вклад в повышение осведомленности о космическом праве и в его практическую реализацию.

Настоящая публикация является русским переводом главы о Принципах ЯИЭ (Резолюция 47/68 Генеральной Ассамблеи ООН от 14 декабря 1992 года) и Рамках обеспечения безопасного использования ЯИЭ, содержащейся в третьем томе CoCoSL. Принятые в 1992 году Принципы, касающиеся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве, и Рамки обеспечения безопасного использования ядерных источников энергии в космическом пространстве (UNGA A/AC.105/934 от 19 мая 2009 года) являются соответствующими нормами для дальних космических полетов с использованием ЯИЭ. Идея издания на русском языке аннотированных норм, касающихся ЯИЭ, была инициирована участниками финансируемого Европейским Союзом российско-европейского проекта «ДЕМОКРИТОС», учёными из Государственного научного центра Российской Федерации «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша» в Москве и Германского аэрокосмического центра ДЛР. В рамках проекта «ДЕМОКРИТОС» впервые был разработан Международный космический аппарат с ядерной двигательной установкой (International Nuclear Power and Propulsion Systems – INPPS). Это свидетельствует о практической значимости технологий использования ЯИЭ и соответствующих норм использования ЯИЭ. Эффективность

Abstract

The Cologne Commentary on Space Law is a three-volume annotation on the written norms of space law as enunciated through the Treaties of the United Nations and its General Assembly Resolutions. The evolution of a considerable body of international space legislation has been supplemented with various national space laws and regulations in order to implement the international legal framework in the practice of space business. The Cologne Commentary on Space Law aims to provide a genuine and concrete contribution to awareness-building on Space Law and to its implementation in practice.

The present publication is the Russian translation of the chapter on NPS Principles (UNGA Resolution 47/68 of 14 December 1992) and the NPS Safety Framework of CoCoSL Volume III. Those 1992 Principles relevant to the use of Nuclear Power Sources in Outer Space and the Safety Framework for Nuclear Power Source Applications in Outer Space (UNGA A/AC.105/934 of 19 May 2009) are the relevant norms for deep space missions using NPS sources. The idea of a Russian publication of the annotated NPS norms was initiated by team members of the EU funded European-Russian DEMOCRITOS project from the State Scientific Center of the Russian Federation “Research Center named after M. V. Keldysh” in Moscow and the German Aerospace Center DLR. In the frame of the DEMOCRITOS project, for the first time, the International Nuclear Power and Propulsion Systems (INPPS) flagship was designed. This demonstrates the practical relevance of the NPS technologies and of the relevant NPS norms. The effectiveness of the international legal framework depends on its national implementation and the focal point here is the practical side of project management. This is in line with the long-term sustainability of outer space activities.

Аннотация

международно-правовой базы зависит от её внедрения на национальном уровне, и ключевым моментом здесь является учёт этой базы на практике управления проектами. Это соответствует долгосрочной устойчивости космической деятельности.

Содержание

От редакторов	11
Editors' Foreword.....	11
Предисловие	15
Preface	15
Аббревиатуры	23
Принципы, касающиеся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве	29
А. Предыстория и контекст	41
I. Введение	42
II. Переговоры и история создания	46
III. Характерные особенности ЯИЭ в космическом пространстве	49
В. Комментарий	51
Пункты преамбулы.....	51
I. Переговоры и история создания	52
II. Комментарий.....	53
1. Структура преамбулы.....	53
2. Пункты преамбулы	54
Постановляющий пункт	58
Принципы	59
Принцип 1. Применимость международного права	59
I. Переговоры и история создания	60
II. Комментарий.....	60
Принцип 2. Использование терминов.....	65
I. Переговоры и история создания	66
II. Комментарий.....	67
Принцип 3. Руководящие принципы и критерии безопасного использования	71
I. Переговоры и история создания	74
II. Комментарий.....	75
1. Принцип 3 пункт 1 – Общие цели в отношении радиационной защиты и ядерной безопасности	76
2. Принцип 3 пункт 2 – Ядерные реакторы.....	80
3. Принцип 3 пункт 3 – Радиоизотопные генераторы	81
Принцип 4. Оценка безопасности	83
I. Переговоры и история создания	84
II. Комментарий.....	87

Содержание

Принцип 5. Уведомление о возвращении.....	91
I. Переговоры и история создания	92
II. Комментарий.....	93
1. Принцип 5 пункт 1 – Уведомление о неисправности	93
2. Принцип 5 пункт 2 – Предоставление и обновление информации	97
3. Принцип 5 пункт 3 – Передача информации Генеральному секретарю ООН	97
Принцип 6. Консультации.....	98
I. Переговоры и история создания	99
II. Комментарий.....	99
Принцип 7. Помощь государствам.....	101
I. Переговоры и история создания	102
II. Комментарий.....	103
1. Принцип 7 пункт 1 (этап перед возвращением).....	104
2. Принцип 7 пункт 2 (этап после возвращения).....	105
3. Недостатки в контексте Принципа 7.....	108
Принцип 8. Ответственность.....	110
I. Переговоры и история создания	111
II. Комментарий.....	113
Принцип 9. Ответственность за ущерб и компенсация	115
I. Переговоры и история создания	116
II. Комментарий.....	118
1. Принцип 9 пункт 1 – Международная ответственность за причинённый ущерб	118
2. Принцип 9 пункт 2 – Определение компенсации	119
3. Принцип 9 пункт 3 – Возмещение расходов.....	120
Принцип 10. Урегулирование споров.....	122
I. Переговоры и история создания	123
II. Комментарий.....	123
Принцип 11. Обзор и пересмотр	125
I. Переговоры и история создания	126
II. Комментарий.....	127
C. Будущие перспективы	129
D. Особый документ по безопасности ЯИЭ: Рамки обеспечения безопасного использования ядерных источников энергии в космическом пространстве	135
I. Переговоры и история создания	149
1. 2003–2007: Согласование целей, сферы охвата и атрибутов нового международного документа по ядерной безопасности в космосе	151
2. 2007–2009: Составление Рамок обеспечения безопасного использования ЯИЭ.....	153

II. Комментарий.....	155
1. Предисловие.....	155
2. Введение.....	157
3. Цель обеспечения безопасности.....	159
4. Рекомендации правительства.....	160
5. Рекомендации руководству.....	166
6. Рекомендации технического характера.....	170
7. Глоссарий терминов.....	173

От редакторов

Кёльнский комментарий к космическому праву представляет собой трёхтомную аннотацию письменных норм космического права, закреплённых посредством договоров Организации Объединённых Наций и резолюций её Генеральной Ассамблеи. Том I содержит комментарий к Договору по космосу, а Том II представляет собой комментарий к Соглашению о спасании, Конвенции об ответственности, Конвенции о регистрации и Соглашению о Луне. Оба тома были переведены с оригинальной английской версии на русский язык совместными усилиями российских переводчиков и экспертов при ООН, а также Института воздушного права, космического права и киберправа Кёльнского университета. Опубликованные в 2017 и 2019 годах тома также доступны в виде электронных книг в двуязычном формате (английский/русский).

Настоящая публикация – это русская версия главы «ЯИЭ» в Томе III Кёльнского комментария. Перевод был предложен членами коллектива проекта «Международный КА с ЯЭДУ» из Государственного научного центра Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (г. Москва) и Германского аэрокосмического центра ДЛР. Данный перевод потребовал не только прекрасного владения двумя языками, но и понимания технической составляющей, а также понимания основ политики. Редакторы хотели бы поблагодарить переводчиков и инициаторов за их отличную работу и преданность данной теме.

Публикация является своевременной и актуальной. В 2019 году Комитет Организации Объединённых Наций по использованию космического пространства в мирных

Editors' Foreword

The Cologne Commentary on Space Law is a three-volume annotation on the written norms of space law as enunciated through the Treaties of the United Nations and its General Assembly Resolutions. Volume I, the Commentary on the Outer Space Treaty and Volume II, the Commentary on the Rescue Agreement, the Liability Convention, the Registration Convention and the Moon Agreement had been translated from the original English version in the Russian language in a cooperative effort of Russian UN-experts and translators and the Institute of Air, Space and Cyber Law of the University of Cologne. The publications of 2017 and 2019 are also available as bi-lingual e-books (English/Russian).

The present publication is the Russian version of the NPS chapter in Volume III of the Cologne Commentary. The translation effort was initiated by team members of the 'Flagship-project' from the State Scientific Center of the Russian Federation "Research Center named after M. V. Keldysh" in Moscow and the German Aerospace Center DLR. This translation did not only require an excellent bi-lingual knowledge but also an understanding of the technical requirements and an understanding of the policy background. The editors would like to thank the translators and initiators for their excellent work and dedication to the subject.

The publication is ready in a very fitting time-frame. In 2019 the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, UNCOPUOS, successfully concluded a multi-year work on

целях, КОПУОС, успешно завершил многолетнюю работу по Руководящим принципам обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности. В главе «Директивная и нормативная основа космической деятельности» руководящий принцип А.2 (2.e) – Учёт ряда элементов при разработке, пересмотре или изменении, при необходимости, национальных систем правового регулирования космической деятельности – подчеркивает следующий элемент: «выполнять рекомендации, содержащиеся в Рамках обеспечения безопасного использования ядерных источников энергии в космическом пространстве, и учитывать цели Принципов, касающихся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве, используя применимые механизмы, которые обеспечивают регулятивные, юридические и технические рамки, определяющие ответственность и механизмы помощи, прежде чем использовать ядерные источники энергии в космическом пространстве».

Нормативные рамки, обеспечение безопасности космических операций, международное сотрудничество, создание потенциала и повышение информированности являются ключевыми элементами Руководящих принципов обеспечения долгосрочной устойчивости. Успех стабильного режима управления космическим пространством зависит от надлежащей реализации международного режима на национальном уровне членами-государствами и, более конкретно, в космических проектах. Перевод на русский язык Комментария к Принципам ЯИЭ и Рамкам обеспечения безопасного использования ЯИЭ в космическом пространстве представляет собой конкретный вклад в данный процесс повышения информированности и распространения знаний о космическом праве, инициированный в результате практического опыта в

Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities. Under the chapter 'Policy and regulatory framework for space activities' the LTS-Guideline A.2 (2.e) – Elements to consider when developing, revising or amending, as necessary, national regulatory frameworks for outer space activities – underlines the following element: “Implement the guidance contained in the Safety Framework for Nuclear Power Source Applications in Outer Space and satisfy the intent of the Principles Relevant to the Use of Nuclear Power Sources in Outer Space through applicable mechanisms that provide a regulatory, legal and technical framework that sets out responsibilities and assistance mechanisms, prior to using nuclear power sources in outer space”.

The regulatory framework, safety of space operations, international cooperation, capacity building and awareness are key-elements of the LTS-Guidelines. The success of a stable space governance regime depends on an adequate implementation of the international regime on the national level by Member States and more specific in space projects. The Russian translation of the Commentary on the NPS Principles and the Safety Framework for NPS Applications in Outer Space is a concrete contribution to this process of raising awareness and spreading knowledge about space law, resulting from a practical experience in an international, cooperative space project.

международном совместном космическом проекте.

Проф. д-р Бернхард Шмидт-Тедд

Соредактор

Председатель Рабочей группы Юридического подкомитета по статусу и применению пяти договоров ООН по космосу

Кати Унгер-Шайесте

Помощник редакторов

Департамент международных отношений Германского аэрокосмического центра ДЛР

Prof. Dr. Bernhard Schmidt-Tedd

Co-Editor

Chairman of the LSC Working Group on Status and Application of the five UN treaties on Outer Space

Katy Unger-Shayesteh

Assistant editor

Department of International Relations at the German Aerospace Center DLR

Предисловие

Данный перевод на русский язык комментария к Принципам ЯИЭ ООН – это совместная работа Государственного научного центра Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (далее Центра Келдыша), г. Москва, и Института космических систем ДЛР, г. Бремен, при поддержке редакторов Кёльнского комментария к космическому праву (CoCoSL), реализованная по поводу проведения проектной деятельности по ЯИЭ.

Отдельная благодарность партнёрам проекта – сотрудникам Центра Келдыша, в частности научному руководителю, Академику РАН Коротееву А.С., заместителю генерального директора Семенкину А.В., заместителю начальника отделения по науке Солодухину А.Е., начальнику сектора Гафарову А.А., которые поддержали идею перевода комментария к Принципам и Рамкам безопасного использования ЯИЭ, содержащегося в третьем томе Кёльнского Комментария CoCoSL. Будет справедливо отметить, что данная инициатива не была бы воплощена без прекрасной работы переводчицы Найдёновой Анны, которую мы бы хотели также поблагодарить.

В развитие международного взаимодействия Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ) и Институт космических систем ДЛР подписали соглашение о сотрудничестве в сфере космических технологий на Международном Конгрессе Астронавтики в 2018 году в г. Бремен.

Данный перевод позволил внести вклад в распространение этих стандартов по безопасности и облегчить доступ к данной теме. Нормы безопасного использования ЯИЭ – это неотъемлемая часть текущей

Preface

This Russian translation of a commentary of the UN NPS principles is a common activity of the State Scientific Center of the Russian Federation “Research Center named after M. V. Keldysh” (further KeRC) in Moscow and the DLR Institute of Space Systems in Bremen, supported by the editors of the Cologne Commentary on Space Law (CoCoSL), realized on the occasion of NPS project activities.

Sincere thanks to the project partners at KeRC, in particular to the Academician of the Russian Academy of Sciences and Scientific Director Anatoly S. Koroteev, the Deputy General Director Alexander V. Seminkin, the Deputy Head of Division Alexander E. Solodukhin, Head of Sector Albert A. Gafarov, who picked up the idea of translating the commentary on relevant NPS principles and the Safety Framework as contained in the 3rd volume of the Cologne Commentary CoCoSL. It is fair to mention that this initiative would have not been realized without the work of the translator Anna Naydenova whom we would like to thank for her excellent work.

In a progress of international cooperation, the National Research University Moscow Aviation Institute (MAI) and the Institute of Space Systems of DLR signed an agreement for space technology cooperation during the International Astronautical Congress 2018 in Bremen.

This translation made it possible to contribute to the dissemination of these safety standards and to facilitate the access to the subject. Safety standards for NPS are an integral part of the ongoing project activities and of future

Предисловие

проектной деятельности и будущих программ по созданию систем большой мощности для выполнения транспортных задач в космосе. Получив широкое распространение, данный комментарий внесёт значительный вклад в организацию таких проектов.

Далее, партнёры проекта хотели бы познакомить читателя с текущей деятельностью проекта и долгосрочными перспективами ЯИЭ:

Россия анонсировала около десяти лет назад разработку ядерной энергодвигательной установки (ЯЭДУ) с космическим ядерным реактором мегаваттного класса. Центр Келдыша (г. Москва) осуществлял научное руководство проектом. Первый этап испытаний ключевых составляющих экспериментального образца ЯЭДУ был успешно проведен в 2018 году, как и было запланировано.

Проект международного КА с ЯЭДУ мегаваттного класса по изучению космического пространства появился в рамках финансируемых ЕС проектов DEMOCRITOS, МEGAHIT и DiPoP в качестве многостороннего российско-европейского проекта (Франция, Германия, Италия и Великобритания), включая дополнения к проекту из Бразилии, Японии и США. Институт космических систем ДЛР в г. Бремен со своими экспертами координировал вопросы управления, коммерциализации проекта, неядерных подсистем международного КА с ЯЭДУ и стратегического распространения. Таким образом, эксперты ДЛР из города Бремен с 2011 г. являются ведущими разработчиками международного КА с ЯЭДУ мегаваттного класса по изучению космического пространства. В итоге, работы по проекту Международный КА с ЯЭДУ были распределены следующим образом: Россия отвечает за создание космического ядерного реактора мегаваттно-

high-power space transportation programs. Insofar becoming widespread, this commentary creates added value for project management.

In the following, the project partners would like to make the reader familiar with the ongoing project activities and the long-term perspectives of NPS:

Russia announced around ten years ago the development of Nuclear Electric Propulsion (NEP) with a Megawatt (MW) class nuclear space reactor. Keldysh Research Center in Moscow was scientifically in charge of the project. The first test stage of key components of experimental Nuclear Electric Propulsion model was successfully carried out as planned in 2018.

The MW class flagship project for space exploration arose in EU funded DEMOCRITOS, MEGAHIT and DiPoP projects, as a multilateral Russian-European (France, Germany, Italy and United Kingdom) project including project inputs from Brazil, Japan and USA. The DLR Institute of Space Systems in Bremen, with its experts had the priority on project coordination, management, commercialization, non-nuclear flagship sub-systems and strategic dissemination. Therefore, since 2011 DLR experts in Bremen are leading development of the MW class flagship for space exploration. In summary, the work-packages of the flagship project are shared as follows: Russia is in charge for the complete MW class nuclear space reactor and Germany and other nations are in charge of different non-nuclear subsystems and robotic in-space assembly.

го класса, а Германия и другие страны – за различные неядерные подсистемы и роботизированную сборку в космосе.

Мостом в будущее мощных космических транспортных систем могут стать два международных проекта по изучению космического пространства, а именно – первый автоматический КА с ЯЭДУ для демонстрационного полета (для проведения максимальной отработки, в том числе искусственного интеллекта) к Марсу, возвращения на околоземную орбиту и полета к Европе – спутнику Юпитера в период конца 2020-х годов/начала 2030-х годов, а также проект будущего пилотируемого КА с ЯЭДУ (создаваемого с учетом опыта, полученного на первом автоматическом КА) для первого полета человека на Марс.

Помимо многонационального сотрудничества, проект INPPS (Международный Космический Аппарат с Ядерной Энергодвигательной Установкой) – проект европейской значимости: Европейская Комиссия осведомлена о долгосрочном стратегическом и экономическом значении. Уже в 2012 г., Европейская Комиссия финансировала три научно-технических проекта¹ (DiPoP – Передовые технологии для космических энергодвигательных установок, MEGAHIT – Мегаваттные высокоэффективные технологии космических энергодвигательных установок для длительных экспедиций, DEMOCRITOS – Демонстраторы по преобразованию, реактору, радиатору и двигателям для электродвигательных установок). В эти проекты по созданию мощных транспортных систем и исследованию космоса вовлечены евро-

Bridging element in the field of high-power space transportation programs are two space exploration projects, namely the first non-piloted flagship for tests flights (for a maximum of tests including tests by artificial intelligence) to MARS, back to high EARTH orbit and to the JUPITER moon EUROPA during the end of the 2020s / beginning of the 2030s and the future crewed flagship project (based on all first flagship experiences) for the first human space flight to MARS.

Beyond the multinational collaboration the space flagship (INPPS – International Nuclear Power and Propulsion System) project has its' European dimension: the European Commission is aware of the strategic and economic long-term dimension. Already since 2012, the European Commission funded three research and technology projects¹ (DiPoP – Disruptive technologies for space Power and Propulsion, MEGAHIT – Megawatt Highly Efficient Technologies for Space Power and Propulsion Systems for Long-duration Exploration Missions, DEMOCRITOS – Demonstrators for Conversion, Reactor, Radiator And Thrusters for Electric Propulsion Systems). These high-power space transportation and exploration projects included space organizations, space industries in Europe like European Science Foundation (ESF) Strasbourg, French Space Agency (CNES) Par-

1 Седьмая рамочная программа Европейского Союза FP7/2007–2013 по грантовым соглашениям n° 284081 для проекта DiPoP, n° 313096 для проекта MEGAHIT и рамочная программа Европейского Союза HORIZON 2020 по проекту n° 640347 для DEMOCRITOS.

1 European Union Seventh Framework Programme FP7/2007–2013 under grant agreements n° 284081 for DiPoP, n° 313096 for MEGAHIT and from European Union HORIZON 2020 under project n° 640347 for DEMOCRITOS.

Предисловие

пейские космические организации и предприятия, такие как Европейский научный фонд (ЕНФ) в г. Страсбург, Французское космическое агентство (КНЕС) в г. Париж, Германский аэрокосмический центр ДЛР, итальянская аэрокосмическая компания Thales Alenia Space Italia в г. Турин, французская аэрокосмическая компания Airbus Safran Launchers и Национальная ядерная лаборатория Селлафилд, Великобритания. Важно отметить, что Центр Келдыша был членом консорциума проектов DEMOCRITOS и МЕГАНИТ. Поэтому, оба проекта МЕГАНИТ и DEMOCRITOS, финансируемые Европейской комиссией, обозначены как европейско-российские проекты.

На международном уровне дополнительно вовлечены следующие партнёры. Бразильский Институт перспективных исследований (Instituto de Estudos Avançados), г. Сан-Хосе-дос-Кампос, участвовал в качестве наблюдателя проектов МЕГАНИТ и DEMOCRITOS. Исследовательский центр имени Джона Гленна НАСА, г. Кливленд, Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA/ISAS, г. Токио, и группа Airbus/Ariane, г. Лампольдсхаузен, внесли свой вклад в исследование параллельного проектирования подсистем международного КА с ЯЭДУ мегаваттного класса, которое проводилось на площадке ДЛР в г. Бремен в рамках проекта DEMOCRITOS. Эксперты Евросоюза и Европейского космического агентства оценили результаты трёх проектов. Окончательные результаты проекта DEMOCRITOS были представлены в посольстве Европейской комиссии в Москве в 2017 году и анонсированы в пресс-релизе² Европейским научным фондом и проектом DEMOCRITOS.

2 DEMOCRITOS & Европейский научный фонд, пресс-релиз «Если путешествие в тысячу миль начинается с одного шага, то как начнётся путе-

is, German Aerospace Center DLR, Thales Alenia Space Italia in Torino, Airbus Safran Launchers in France and the National Nuclear Laboratory Sellafield, UK. Very important is the fact, that also KeRC was consortium member of DEMOCRITOS and МЕГАНИТ. Therefore, the EC funded two projects МЕГАНИТ and DEMOCRITOS are tagged as European-Russian projects.

On international level further partners are involved. The Brazilian Instituto de Estudos Avançados, São José dos Campos was guest observer in МЕГАНИТ and DEMOCRITOS. NASA Glenn Research Center Cleveland, JAXA/ISAS Tokyo and Airbus/Ariane group Lampoldshausen contributed to the concurrent design study of the subsystems of the megawatt class spacecraft that was undertaken at the DLR site in Bremen in the frame of the DEMOCRITOS project. EU and ESA experts evaluated the three project results. The final DEMOCRITOS project results were described in the EC Embassy in Moscow in 2017 and announced by DEMOCRITOS & ESF press release.²

2 DEMOCRITOS & European Science Foundation, Press Release 'If a journey of a thousand miles begins with a single step, how does a journey around the solar system start?' April 7, 2017, see under www.h2020-democritos.eu

Техническая информация опубликована в пяти докладах³ на Международном Конгрессе Астронавтики (IAC) в Вашингтоне в 2019 году. Это было очень кстати, пятьдесят лет спустя первой высадки человека на Луну. Подробные дополненные результаты по проекту международного КА с ЯЭДУ будут опубликованы в международных исследовательских, технологических, политических и экономических журналах в 2021 году.

Каковы ожидаемые долгосрочные перспективы? Вероятно ли развитие длительных космических перевозок для дальних исследовательских миссий и в коммерческих целях – по аналогии с длительными перевозками на Земле с использованием мощных двигательных установок? Космические системы с ЯИЭ могут обеспечить осуществление миссий к множеству космических объектов нашей Солнечной системы. Рассматривается следующий сценарий: сначала полетят автоматические КА с роботами, затем пилотируемые КА для поддержки дальнейших планов, а затем может последовать вторая фаза применения и коммерциализации. На международной арене известны как минимум пять проектов, направленных на создание космических ЯИЭ:

1. Россия подтверждает планы проведения наземных испытаний космического реактора мегаваттного класса в 2018 году.⁴

The technical information can be found in five papers³ published at the International Astronautical Congress (IAC) Washington DC in 2019. This was the right moment, fifty years after the first human Moon landing. Updates with detailed progress results in international research, technology, policy and economy journals will be published in 2021 for the INPPS flagship.

What are the expected long-term developments? Is it likely that long haul space carriage will develop for far-reaching exploration missions and for commercial purposes – similarly to long haul carriage on Earth using strong horsepower engines? NPS powered space systems have the potential to fly to many celestial objects in our planetary system. A scenario could be to fly first robots and after test-completion humans in support of further ambitions, and later on a second phase of application and commercialization could follow. In the international arena there are exactly five NPS upshots:

- 1) The Russian Federation confirmed plans to carry out ground tests of a Megawatt (MW) class space reactor in 2018.⁴

шествие по солнечной системе?», 7 апреля 2017 г., см. www.h2020-democritos.eu

3 Пять докладов и один интерактивный постер по INPPS на IAC в Вашингтоне в 2019 г.: IAC-19-A5,4-D2.8,9,x53118; IAC-19,C2,7,2,x53122; IAC-19,C4,4,12,x52152; IAC-19,A3,3A,11,x51994; IAC-19-32ndIAA,E3,IP,x52050 и интерактивный постер 'MARS/EUROPA INPPS: All RIGHT FOR UN NPS PRINCIPLES', ID 52050.

4 Энергетические параметры и технику безопасности российского реактора см.: Драгунов, Ю.Г., «Быстрый газоохлаждаемый реактор для

3 Five INPPS flagship papers and one interactive poster at IAC in Washington DC, 2019: IAC-19-A5,4-D2.8,9,x53118; IAC-19,C2,7,2,x53122; IAC-19,C4,4,12,x52152; IAC-19,A3,3A,11,x51994; IAC-19-32ndIAA,E3,IP,x52050 and interactive poster under 'MARS/EUROPA INPPS: All RIGHT FOR UN NPS PRINCIPLES', ID 52050.

4 For Russian reactor power parameter and reactor safety see: Dragunov, Yu., 'Fast-neutron gas-cooled reactor for the Megawatt-class space bimodal nuclear thermal system', UDK 621.039.576/578, Engineering and Automation Problems No.2, 2015,

Предисловие

2. В 2028–2030 годах финальные приготовления и полёт в космос российско-го транспортно-энергетического модуля мегаваттного класса «Нуклон».⁵
3. В 2024 году космическая квалификация американского ядерного реактора малых размеров, названного «KRUSTY», который является энергосистемой киловаттного класса для лунной/марсианской поверхности (зонто-подобный прибор, обеспечивающий около 7–10 кВт для электропитания на поверхности небесных тел⁶), но также применим к малым спутникам с использованием ЯИЭ.
4. Примерно в 2035 году предвидится космическая квалификация американской технологии ядерного теплового двигателя.⁷
5. Китай проводит исследования по созданию космической ядерной системы мощностью от 200 кВт до мегаваттного класса.⁸
- 2) 2028 to 2030 final preparations and space flight of the Russian MW class powered Transport and Power Module ‘Nuclon’.⁵
- 3) 2024 – space qualification of the US American small nuclear fission reactor called ‘KRUSTY’ – a kilowatt-range fission power system for Moon / Mars surface (an ‘umbrella’ like device with about 7 kW to 10 kW for celestial bodies surface power supply⁶), but also applicable for small NPS powered satellites.
- 4) About 2035 – US American nuclear thermal propulsion technology is foreseen to become space qualified.⁷
- 5) China is doing research on a 200 kW to MW space nuclear system.⁸

космической ЯЭДУ мегаваттного класса», УДК: 621.039.576/578 Проблемы машиностроения и автоматизации No.2, 2015, стр. 117–120. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23699669>

- 5 XLIV Академические Чтения по Космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Пленарное заседание. Москва, Январь, 2020.
- 6 Gibson, Marc A., Oleson, Steve R., Poston, David I., and McClure, Patrick R. “NASA’s Kilopower Reactor Development and the Path to Higher Power Missions.” IEEE Aerospace Conf. Big Sky, MT: paper 2457, 2017
- 7 IAC DC 2019 US NTP: IAC-19-C3,5-C4.7,1,x49733
- 8 8 Design of a hundred-kilowatt level integrated gas-cooled space nuclear reactor for deep space application. Nuclear Engineering and Design, <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2020.110569> and ‘Thermal-hydraulic analysis of an open-grid megawatt gas cooled space nuclear reactor core’, DOI: 10.1002/er.5329, Int J Energy Res. 2020;1–13.
- 5 XLIV Academic Space Conference, dedicated to the memory of academician S.P. Korolev and other outstanding national scientists – pioneers of space exploration. Plenary Session. Moscow, January, 2020.
- 6 Gibson, Marc A., Oleson, Steve R., Poston, David I., and McClure, Patrick R. “NASA’s Kilopower Reactor Development and the Path to Higher Power Missions.” IEEE Aerospace Conf. Big Sky, MT: paper 2457, 2017
- 7 IAC DC 2019 US NTP: IAC-19-C3,5-C4.7,1,x49733
- 8 Design of a hundred-kilowatt level integrated gas-cooled space nuclear reactor for deep space application. Nuclear Engineering and Design, <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2020.110569> and ‘Thermal-hydraulic analysis of an open-grid megawatt gas cooled space nuclear reactor core’, DOI: 10.1002/er.5329, Int J Energy Res. 2020;1–13.

Приведет ли выполнение этих пяти проектов вместе с объединенными усилиями трех ведущих космических держав к возможности реализовать третью большую космическую программу, конечно же международную, для осуществления мирного сотрудничества в космосе?

Один из ответов на этот вопрос исходит от Европы: два европейско-российских проекта MEGAHIT и DEMOCRITOS изучили 100-тонный INPPS (Международный космический аппарат с ядерной энергодвигательной установкой) для полетов модулей с полезной нагрузкой до 20 тонн на Луну, Марс, спутник Юпитера Европа и астероиды. Модуль с массой полезной нагрузки в 20 тонн разрешит действительные усилия в отношении коммерциализации космического пространства. Поэтому, дополнительное изучение разделяется на чисто коммерческие, коммуникационные и научные концепции для 20-ти тонного модуля INPPS с полезной нагрузкой. Концепции по коммерческой полезной нагрузке будут опираться на искусственный интеллект и включать высокотехнологичное и традиционное производство во время межпланетных перелетов и возвращение на Землю произведенной в космосе продукции. Коммуникационные концепции по полезной нагрузке будут включать новые медиа, ТВ и радиовещание для всего мирового сообщества в реальном времени, онлайн информацию во время полетов на Марс и спутник Европа. Новый и высококачественный аспект коммуникационного оборудования (помимо связи с конечным пунктом назначения) – виртуально-реальное участие людей/компаний/организаций с самого начала полета, используя пять человеческих чувств, такие как зрение, слух, запах, вкус и осязание внутри коммуникационного модуля. Первая космическая квалификация международного КА с ЯЭДУ – это беспилотный полет-тестирование на планету Марс и обратно до высокой око-

Would these five undertakings together with the joint efforts of these three leading space nations empower humankind to implement a third big space program – again an international one – for peaceful cooperation in space?

One answer to this question comes from Europe: The two European-Russian projects MEGAHIT and DEMOCRITOS studied the 100 tons INPPS (International Nuclear Power and Propulsion System) flagship to the Moon, Mars and the Jupiter moon Europa and asteroids with payload modules up to 20 tons. The 20 tons payload module mass will allow real efforts for space commercialization. Therefore, additional studies distinguish between pure commercial, communication and science payloads concepts for the 20 tons INPPS flagship payload module. Concepts for commercial payload will rely on artificial intelligence, and include high tech and traditional production during interplanetary journeys with space produced products cargo return to Earth. Concepts for communication payload will include new media, TV and radio broadcast products to reach worldwide communities in real time, online during space journeys to Mars and Europa. The new and very high-quality aspect of the communication payload equipment would be that beyond communication from the final destination it would allow for virtual reality participation by humans/companies/organizations via the five human senses seeing, hearing, smelling, tasting and touching within the communication module from the very beginning of the flight. The first INPPS space qualification is the non-human test flight to Mars and back to high Earth orbit. The second INPPS space qualification is the non-piloted test flight to Jupiter moon Europa. During both INPPS test flights, small satellites will orbit the spacecraft and monitor it in real time using video cameras and particle detectors. The observations will be transmitted to Earth to manifest

Предисловие

лоземной орбиты. Вторая космическая квалификация международного КА с ЯЭДУ – это беспилотный полёт-тестирование на спутник Юпитера Европа. Во время обих испытательных полетов INPPS небольшие спутники будут находиться на орбите космического корабля и наблюдать за ним в режиме реального времени с помощью видеокамер и детекторов частиц. Результаты наблюдений будут передаваться на Землю, чтобы проявлять ситуацию в области безопасности на борту – подход, который явно превосходит требования, установленные Принципами ЯИЭ ООН. В дополнение: более тяжёлый по сравнению со спутниками без ЯИЭ (один порядок и более) весовой класс полезной нагрузки – также для научной полезной нагрузки – позволяет транспортировать орбитальные и посадочные устройства на Марс и спутник Европа. Поэтому, первый беспилотный международный КА с ЯЭДУ МАРС/ЕВРОПА с возможными полётами на спутник Земли/астероиды в качестве промежуточных станций обязательно сформирует опыт космических полётов, а следовательно подготовит полёт второго пилотируемого международного КА с ЯЭДУ непосредственно на Марс в 2030 г.

Совместные проекты и языковой доступ объединяют людей. С этой точки зрения, мы очень рады, что данная публикация представляет собой конкретный дополнительный результат совместной работы, реализованной Исследовательским центром имени М. В. Келдыша, г. Москва, и Институтом космических систем ДЛР, г. Бремен.

Д-р Макаров Юрий Николаевич
Директор Департамента стратегического планирования государственной корпорации «РОСКОСМОС», Россия

Д-р Франк Янсен
Институт космических систем ДЛР, г. Бремен, Германия

the safety situation on board – an approach which clearly exceeds the requirements established by the UN NPS principles. In addition: the extraordinary payloads weight class compared to non NPS satellites (one magnitude and more) – also for science payload equipment allows to transport orbiting and landing devices to Mars and Europa. Insofar the first non-piloted MARS/EUROPA-INPPS flagship with contingent Earth to moon/to asteroids transfers as interstations finitely generates space flight experiences and substantially prepares the second and piloted MARS-INPPS flagship that will fly directly to Mars in the 2030s.

Common projects and linguistic access interconnect humans. In that sense we are glad that this publication is a particular by-product of the common work realized by the Keldysh Research Center Moscow and the DLR Institute of Space Systems Bremen.

Dr. Yuri N. Makarov
Director of Strategic Planning Department of the State Space Corporation ROSCOSMOS, Russia

Dr. Frank Jansen
DLR Institute of Space Systems, Bremen, Germany