

3 February 2012

English and Russian only\*

---

**Комитет по использованию космического  
пространства в мирных целях**

Научно-технический подкомитет

Сорок девятая сессия

Вена, 6-17 февраля 2012 года

Пункт 11 предварительной повестки дня\*\*

**Использование ядерных источников энергии  
в космическом пространстве**

**Содержание совместного выступления представителей  
Роскосмоса и Госкорпорации "Росатом" на семинаре  
Научно-технического подкомитета Комитета ООН  
по космосу на тему: "Рамки обеспечения безопасного  
использования ядерных источников энергии  
в космическом пространстве: современные  
и планируемые применения и вызовы"**

**Представлено Российской Федерацией**

В принятых ООН "Рамках обеспечения безопасного использования ядерных источников энергии в космическом пространстве" (в дальнейшем – "Рамки") отмечается, что "исходя из современного уровня знаний и возможностей, космические ядерные источники энергии (ЯИЭ) – это единственный существующий вариант энергообеспечения некоторых космических миссий и значительного расширения возможностей других миссий. Ряд осуществляемых и прогнозируемых миссий был бы невозможен без использования космических ЯИЭ".

Российские специалисты полностью разделяют эти положения и считают необходимым подчеркнуть особую роль *реакторных* ЯИЭ в дальнейшем развитии космонавтики. Такие ЯИЭ были созданы в прошлом веке в

---

\* Настоящий отредактированный документ без графических изображений содержится также в документе A/AC.105/C.1/L.320 на всех официальных языках.

\*\* A/AC.105/C.1/L.310.

СССР/России и США и успешно эксплуатировались в космосе до конца 80-х годов.

По мнению российских специалистов, применение реакторной ядерной энергетики в космосе на новом технологическом уровне, создание **ядерных энергодвигательных установок (ЯЭДУ)** является необходимым условием решения актуальных на сегодняшний день и перспективных задач в ближнем и дальнем космосе, развития космонавтики в XXI веке.

К основным преимуществам космической реакторной ядерной энергетики по сравнению с солнечной энергетикой относятся:

- независимость вырабатываемой реакторными ЯИЭ электрической энергии от освещенности орбиты, ориентации космических аппаратов (КА) и удаленности от Солнца и, как следствие, возможность реализации экспедиций в дальний космос;
- возможность обеспечить на борту КА высокую мощность системы электроснабжения;
- возможность применения высокоэффективных плазменных двигателей;
- переход к качественно новым транспортным системам в космосе с высокой энергетической и экономической эффективностью.

С учетом вышеизложенного и в соответствии с решением Комиссии при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России в рамках кооперации российских предприятий во главе с Роскосмосом и Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" в настоящее время ведется разработка инновационного проекта под названием "Создание транспортно-энергетического модуля (ТЭМ) на ЯЭДУ мегаваттного класса".

Базовые этапы реализации проекта:

2012 год – разработка эскизных проектов ЯЭДУ и ТЭМ;

2018 год – подготовка ТЭМ для лётно-конструкторских испытаний.

ТЭМ обеспечит эффективное решение широкого круга практически важных задач в интересах науки и освоения космического пространства, а также социально-экономической сферы.

Разработка проекта ТЭМ с ЯЭДУ мегаваттного класса базируется на имеющемся в Российской Федерации большом опыте создания и безопасного применения космических реакторных ЯИЭ первого поколения, в которых использовались термоэлектрические (установки "БУК") и термоэмиссионные (установки "ТОПАЗ") преобразователи тепловой энергии в электрическую.

Два космических аппарата "Плазма-А" с реакторным ЯИЭ "ТОПАЗ", электрической мощностью  $N_{эл} = 5$  кВт и электроракетной двигательной установкой были выведены на орбиту в 1987 году.

Уже в 60-х годах XX века, на начальном этапе работ по созданию КА с реакторными ЯИЭ первого поколения, в Российской Федерации были выработаны решения по обеспечению ядерной и радиационной безопасности при их использовании.

Эти решения в дальнейшем были подтверждены Комитетом ООН по космосу и закреплены в ныне действующих "Принципах, касающихся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве", одобренных Генеральной Ассамблеей ООН в 1992 году.

В ходе работ по обеспечению безопасности при эксплуатации космических реакторных ЯИЭ были разработаны и частично реализованы как методы изоляции ЯИЭ от биосферы Земли, так и методы диспергирования ЯИЭ при их аварийном возвращении на Землю.

Следует отметить, что в России имеется также опыт создания и безопасного применения в космосе радиоизотопных ЯИЭ на КА. Радиоизотопный ЯИЭ использовался в составе передвижной лунной лаборатории ("луноход"). Российскими специалистами успешно решена проблема сохранения целостности ампул с радиоизотопным материалом при аварийном возвращении ЯИЭ на Землю со второй космической скоростью.

Разработка проекта ТЭМ с ЯЭДУ мегаваттного класса ведется российскими специалистами в полном соответствии с международными рекомендациями в области космических ЯИЭ. Наряду с этим, в своей деятельности по созданию ТЭМ российские специалисты опираются на национальные федеральные законы, среди которых законы "О космической деятельности", "Об использовании атомной энергии", "О радиационной безопасности населения", "Об охране окружающей среды", "Об экологической экспертизе", а также такие нормативные документы, как "Нормы радиационной безопасности" и "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности".

Все нормативные правовые документы Российской Федерации в области использования атомной энергии находятся в полном соответствии с международными документами.

Два документа по обеспечению безопасности при использовании ядерной энергетики в космосе, разработанные Комитетом ООН по космосу и одобренные Генеральной Ассамблеей ООН, занимают особое место:

- "Принципы, касающиеся использования ЯИЭ в космическом пространстве";
- "Рамки обеспечения безопасного использования ЯИЭ в космическом пространстве".
- Несмотря на рекомендательный статус этих документов, они приняты к строгому выполнению российскими специалистами при разработке проекта ТЭМ с ЯЭДУ мегаваттного класса, что нашло отражение в техническом задании на проект.

"Рамками" предусматривается, что "космические ЯИЭ, которые предполагается использовать в будущем, включают ядерные реакторы для энергообеспечения или *приведения в движение*". Таким образом, разработка транспортно-энергетического модуля, который включает ядерную энергетическую установку и питающуюся от нее маршевую электроракетную двигательную установку и предназначен для приведения в движение КА и

энергообеспечения всех его систем, находится в полном согласии с рекомендациями ООН.

Работы по созданию ТЭМ ведутся в полном соответствии с фундаментальной целью обеспечения безопасности. В "Рамках" она формулируется следующим образом: "Фундаментальная цель обеспечения безопасности состоит в защите населения и окружающей природной среды Земли от потенциальных рисков, связанных с соответствующими этапами применения космических ЯИЭ, включая запуск, эксплуатацию и вывод из эксплуатации".

Изложенные в этом же документе рекомендации, направленные на достижение фундаментальной цели обеспечения безопасности, делятся на три категории:

- рекомендации правительствам;
- рекомендации руководству организаций, участвующих в применении космических ЯИЭ;
- рекомендации технического характера.

В обязанности правительств входит выработка директив, требований и процедур обеспечения безопасности; обеспечение выполнения этих директив, требований и процедур; обеспечение приемлемого обоснования использования космического ЯИЭ в сравнении с другими альтернативами; установление процедуры официальной выдачи разрешения на запуск КА; обеспечение готовности к чрезвычайным ситуациям и реагирование на них.

В настоящее время в России в связи с разработкой ТЭМ с ЯЭДУ и с учетом положений международных документов вносятся уточнения в национальные регламентирующие документы, среди которых:

- Общие положения обеспечения безопасности космических ядерных энергоустановок;
- Правила ядерной безопасности космических ядерных энергоустановок;
- Санитарные правила обеспечения радиационной безопасности космических ядерных источников энергии;
- Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности космических ядерных энергоустановок.

В соответствии с "Рамками" руководству организаций, участвующих в применении космических ЯИЭ, следует выполнять правительственные директивы, требования и процедуры по обеспечению безопасности для достижения фундаментальной цели обеспечения безопасности. В его обязанности входит обеспечение наличия достаточных ресурсов на цели безопасности, содействие внедрению и поддержанию устойчивой культуры безопасности на всех организационных уровнях, своевременное предоставление точной информации для общественности.

Для выполнения этих условий предприняты необходимые меры, в том числе организованы совет руководителей предприятий – участников деятельности по проекту ТЭМ и рабочая группа для координации работ по

принятию технических решений, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности при создании и эксплуатации ТЭМ.

В эти группы вошли ведущие специалисты из всех участвующих в проекте ведомств. Своевременное информирование общественности осуществляется через средства массовой информации.

Рекомендации, предусмотренные "Рамками", относительно учета ядерной безопасности на самых ранних этапах проектирования, разработки и на протяжении всех этапов миссии положены в основу ведущихся в России в настоящее время проектных работ по ТЭМ с ЯЭДУ.

При проектировании ТЭМ, его составных частей и проведении испытаний, а также при анализе обеспечения ядерной и радиационной безопасности будет использован опыт по разработке космических ядерных энергетических установок предыдущего поколения и ядерных ракетных двигателей.

Вывод реактора ЯЭДУ на критический уровень будет осуществляться только по достижении ТЭМ достаточно высокой эксплуатационной орбиты или после вывода его на межпланетную траекторию. Конструкция ядерного реактора обеспечит сохранение его в подкритическом состоянии до вывода на эксплуатационную орбиту или межпланетную траекторию во время любых возможных событий, включая взрыв ракеты-носителя, возвращение в атмосферу, падение на поверхность или воду, погружение в воду или проникновение воды в активную зону.

Рассматриваются варианты системы управляемого спуска ТЭМ с помощью специального блока при отказе средств доставки на радиационно безопасную орбиту.

Рекомендация относительно обеспечения максимально возможного уровня безопасности нашла отражение в выборе высоты стартовой орбиты для ТЭМ, на которой будет происходить включение ядерного реактора. На данном этапе проектирования ТЭМ с ЯЭДУ в качестве стартовой орбиты и орбиты, на которую может возвращаться ТЭМ при функционировании в режиме межорбитального буксира, принята достаточно высокая орбита. Таким образом, вопросам обеспечения безопасности при эксплуатации отдан приоритет перед эффективностью применения.

Предварительный анализ показал, что минимальная высота орбиты для ТЭМ с ЯЭДУ должна была бы находиться в диапазоне высот 800-1000 км, то есть в основной области засоренности околоземного космоса. С учетом этого, для выполнения рекомендаций о сведении к минимуму вероятности столкновений с другими космическими объектами в качестве возможно минимальной высоты полета для ТЭМ рассматриваются высоты 1200 – 2000 км.

Применительно к использованию ТЭМ в составе межорбитального буксира для доставки модуля полезных грузов на геостационарную орбиту (ГСО) предлагается схема его работы, исключая опасность для населения Земли. В этом случае минимальная высота рабочей орбиты буксира должна составлять не менее 1200 км. Столкновения ТЭМ с регистрируемыми объектами космического мусора на всем маршруте следования на ГСО и

обратно могут быть исключены за счет выбора даты старта и траектории межорбитальных переходов ТЭМ, а также выполнения маневра уклонения с помощью бортовых двигательных установок ТЭМ. После доставки на ГСО последнего модуля полезного груза ТЭМ переводится в область зоны захоронения космических объектов, располагающуюся на 300-500 км выше ГСО, что практически исключает опасность падения ТЭМ на Землю.

Среди вызовов в области обеспечения безопасности космических ЯИЭ нового поколения следует, прежде всего, отметить вопросы защиты окружающей среды околоземного космического пространства (ОКП). Это связано с существенно более высокими энергоресурсными характеристиками космических ЯИЭ нового поколения (рост мощности и ресурса на порядок и более), а также с увеличением количества КА в ОКП и повышением чувствительности их аппаратуры.

В настоящее время не сформулированы требования к уровню загрязнения космического пространства радиационным излучением реактора или его радиоактивными продуктами и фрагментами. Радиационное излучение реактора или его фрагментов в рабочем или выключенном состоянии должно быть таким, чтобы свести к минимуму риск для нынешних и будущих космических миссий. Среди излучений реактора, потенциально опасных для загрязнения космического пространства, необходимо учесть позитронное излучение, которое может приводить к образованию искусственных радиационных поясов Земли. Необходимо провести исследования, на основании которых должны быть выработаны требования к допустимому уровню радиационного загрязнения околоземного космического пространства.

Еще одним вызовом в рассматриваемой области является защита экипажей пилотируемых объектов в космосе от воздействия ЯИЭ.

Наконец, в связи с планируемыми полетами космических аппаратов на базе ТЭМ к другим космическим телам возникает необходимость рассмотрения вопросов защиты окружающей среды этих тел от возможных негативных воздействий ЯИЭ.

Российские специалисты готовы принять участие в обсуждении и выработке решений по этим и другим возможным вызовам в области обеспечения безопасности космических реакторных ЯИЭ XXI века.

## **Заключение**

1. В России сформирована система обеспечения безопасности использования КА с ЯИЭ, отвечающая международным требованиям.
2. В соответствии с рекомендациями ООН разрабатывается совокупность государственных и отраслевых документов по обеспечению безопасности применения ТЭМ с ЯЭДУ мегаваттного класса.
3. При выполнении работ по проекту "Создание ТЭМ с ЯЭДУ мегаваттного класса" принимаются все рекомендованные ООН и предписанные российскими нормативными документами технические меры обеспечения безопасности.

4. В ходе работ по проекту создания ТЭМ рассматриваются и предлагаются для дальнейшего исследования возможные новые аспекты безопасного применения ЯИЭ в космосе.

---