

For participants only
30 November 2005

Russian
Original: English

**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях**
Научно–технический подкомитет
Сорок третья сессия
Вена, 20 февраля – 3 марта 2006 года
Пункт 9 предварительной повестки дня*
**Использование ядерных источников энергии в
космическом пространстве**

**Совместный технический практикум Организации
Объединенных Наций/Международного агентства
по атомной энергии по целям, сфере охвата и общим
параметрам возможных технических норм безопасности
использования ядерных источников энергии
в космическом пространстве
(Вена, 20–22 февраля 2006 года)**

**Соображения, касающиеся особенностей конструкций,
в связи с использованием ядерных источников энергии
в космосе**

Рабочий документ, представленный Российской Федерацией

Записка Секретариата

1. В соответствии с пунктом 16 резолюции 60/99 Генеральной Ассамблеи от 8 декабря 2005 года Научно–технический подкомитет Комитета по использованию космического пространства в мирных целях организует совместно с Международным агентством по атомной энергии технический практикум по целям, сфере охвата и общим параметрам возможных технических норм безопасности использования ядерных источников энергии в космическом пространстве, который будет проведен в Вене 20–22 февраля 2006 года.

* A/AC.105/C.1/L.283.



2. В приложении к настоящему документу содержится рабочий документ, подготовленный для совместного технического практикума в соответствии с ориентировочным графиком работы по организации практикума, который был согласован Рабочей группой по использованию ядерных источников энергии в космическом пространстве в ходе межсессионного совещания, проведенного в Вене 13–15 июня 2005 года (A/AC.105/L.260).

Приложение I

Соображения, касающиеся особенностей конструкций, в связи с использованием ЯИЭ в космосе

Рабочий документ, представленный Российской Федерацией

1. Особенности конструкции космических ядерных источников энергии (ЯИЭ) обуславливаются положениями концепции обеспечения безопасного использования космических ЯИЭ и общими техническими требованиями (ОТТ) по безопасности, соответствующими положениям концепции.

2. Концепция обеспечения безопасного использования космических ЯИЭ на всех этапах разработки, производства, эксплуатации, вывода из эксплуатации и последующего длительного нахождения в космосе ЯИЭ содержит следующие положения:

а) обоснованность применения космических ЯИЭ определяется актуальностью реализуемой программы космических исследований, невозможностью осуществления программы с использованием неядерных источников энергии и полнотой реализации программы космических исследований при условии применения ЯИЭ;

б) правовые аспекты использования космических ЯИЭ реализуются в соответствии с национальными законами о космической деятельности и об использовании атомной энергии, а также в соответствии с международными принципами, касающимися использования ЯИЭ в космическом пространстве, имеющими статус рекомендаций. Международные принципы, касающиеся использования ЯИЭ в космосе и основанные на уставе Организации Объединенных Наций, международных договорах и конвенциях, могут быть дополнены будущим совместным документом Организации Объединенных Наций и Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) со стандартами безопасности для космических реакторных и радиоизотопных ЯИЭ;

в) культура безопасности: ответственность персонала разработчика и изготовителя ЯИЭ, а также персонала эксплуатирующей организации; квалификация и обучение персонала; психологическая подготовка персонала на понимание безопасности ЯИЭ в качестве приоритетной цели; меры, обеспечивающие наличие в достаточном количестве квалифицированных кадров в течение всего жизненного цикла (разработка, производство, эксплуатация, вывод из эксплуатации) ЯИЭ, включая длительное нахождение ЯИЭ в космосе после вывода ЯИЭ из эксплуатации;

г) обеспечение качества: разработка и осуществление программы обеспечения качества в целях создания уверенности в том, что указанные в программах требования в отношении важной для безопасности деятельности будут выполнены в течение всего жизненного цикла ЯИЭ;

д) обеспечение безопасности космических ЯИЭ с ориентацией на минимальное воздействие ионизирующих излучений и радиоактивных материалов на население и окружающую природную среду, включая

космическое пространство, при соблюдении принципа глубоко эшелонированной защиты;

f) системы безопасности и элементы конструкции, ответственные за безопасность, обеспечивающие безопасность космических ЯИЭ при штатной эксплуатации ЯИЭ и при предвидимых вероятных авариях в совокупности с комплексом организационно–технических мероприятий по предупреждению аварий и ликвидации последствий аварий;

g) уровни воздействия космических ЯИЭ на население, на окружающую природную среду и на космическое пространство по ионизирующим излучениям и загрязнению радиоактивными материалами устанавливаются на основе рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), требований национальных норм и правил, а также, возможно, будущих стандартов МАГАТЭ для космических ЯИЭ;

h) обоснование безопасности и риска применения ЯИЭ проводится для конкретного ЯИЭ в зависимости от назначения и программы полета космического аппарата (КА) с учетом надежности и эффективности применяемых средств обеспечения безопасности ЯИЭ и с учетом вероятности аварий при запуске КА с ЯИЭ, при эксплуатации ЯИЭ в составе КА и при выводе ЯИЭ из эксплуатации, при длительном нахождении в космосе с учетом вероятности столкновения с космическим мусором. Условия воздействия таких аварий на системы безопасности и элементы конструкции ЯИЭ могут привести к радиологическим последствиям, превышающим допустимые уровни, установленные нормами и правилами, что характеризуется как радиационная авария. Радиационная авария может реализоваться в случае разрушения ЯИЭ, выхода радионуклида для радиоизотопных ЯИЭ и надкритичности реактора для реакторных ЯИЭ. Методология вероятностной оценки риска радиологического воздействия при радиационных авариях строится на основе результатов анализа вероятностей конечных событий, возможных доз облучения населения при падении ЯИЭ в среду обитания человека, численности контингента облучаемого населения. Для смягчения таких последствий и снижения риска радиологического воздействия предусматриваются организационно–технические мероприятия по ликвидации последствий и защите населения, которые вводятся в действие в случае радиационной аварии;

i) гарантии (физическая защита ядерных материалов) для реакторных ЯИЭ с учетом особенностей аварий при выведении КА с ЯИЭ на рабочую орбиту или на межпланетную траекторию полета, включая аварии на борту КА с ЯИЭ, приводящие к орбитальному входу КА с ЯИЭ или автономного ЯИЭ в атмосферу Земли и падению ЯИЭ на поверхность Земли, кроме случая полного аэродинамического разрушения реактора и диспергирования ядерного топлива до мелкодисперсных частиц;

j) публикация результатов работ по обоснованию безопасности ЯИЭ, публикация в Организации Объединенных Наций оценки безопасности ЯИЭ, обсуждение результатов работ, предоставление при аварии с ЯИЭ информации в Организацию Объединенных Наций и в МАГАТЭ, допустимость конфиденциальности информации при аварийном падении ЯИЭ;

3. ОТТ по безопасности космических ЯИЭ соответствуют положениям концепции безопасного использования космических ЯИЭ и содержат следующие положения:

а) требование обеспечения безопасности при изготовлении и испытании ЯИЭ, на всех режимах штатной эксплуатации ЯИЭ (хранение и транспортирование, предстартовые работы на космодроме, выведение в составе КА и ракеты–носителя (РН) на орбиту, эксплуатация в составе КА, вывод из эксплуатации) при длительном нахождении в космосе после вывода из эксплуатации, а также при авариях на каждом этапе эксплуатации ЯИЭ, КА и РН;

б) требования к конструкции ЯИЭ и программе выведения ЯИЭ в составе КА и РН на орбиту, направленные на предотвращение накопления космического мусора на околоземных орбитах;

с) требования к материалам в части чистоты применяемых материалов;

д) требования к системам безопасности ЯИЭ и к элементам конструкции, ответственным за безопасность;

е) требования к обоснованию безопасности ЯИЭ.

4. Структура ОТТ и содержание ОТТ по безопасности космических ЯИЭ полностью обуславливаются:

– методологией обеспечения безопасности и нормативными документами, устанавливающими критерии и стандарты безопасности;

– конструкцией ЯИЭ, определяемой научно–техническими и проектными решениями в зависимости от назначения, типа, характеристик и параметров ЯИЭ.

5. Для реакторных космических ЯИЭ: ядерных энергетических установок (ЯЭУ) с реактором–преобразователем (рисунок 1) и ядерных энергодвигательных установок (ЯЭДУ) с реактором на основе технологии ядерного ракетного двигателя (рисунок 2) главными принципами обеспечения безопасности (ядерной и радиационной) при эксплуатации и авариях являются:

– подкритичность реактора на всех режимах эксплуатации, кроме режимов физического пуска реактора и штатной эксплуатации в составе КА на орбите или на межпланетной траектории полета для обеспечения ядерной безопасности;

– предотвращение облучения персонала и населения выше допустимых норм и предотвращение неконтролируемого распространения радиоактивных веществ в окружающей природной среде с воздействием на население для обеспечения радиационной безопасности.

6. Подкритичность реактора обеспечивается регулирующими цилиндрами системы управления и защиты реактора, размещенными в боковом отражателе реактора, стержнями безопасности на основе материалов с высоким сечением поглощения нейтронов и "выгорающими" поглотителями, размещенными в активной зоне реактора (рисунки 1 и 2).

7. Допустимые уровни ионизирующих излучений от "холодного", неактивированного реактора обеспечиваются ограничением суммарного энерговыделения (нейтронной мощности и продолжительности) при физических пусках реактора и временем выдержки реактора после физических пусков до начала транспортирования реакторного ЯИЭ в транспортном контейнере на космодром.
8. Выполнение требований обеспечения ядерной и радиационной безопасности реакторных ЯИЭ полностью определяется состоянием конструкции реактора в условиях развития аварий после отказов средств выведения (РН, разгонных блоков, двигательной установкой КА) с частичным или полным тепловым, механическим и аэродинамическим разрушением конструкции ЯИЭ и реактора.
9. В качестве предвидимых аварий рассматриваются: взрыв РН и горение компонентов ракетного топлива при пожаре, баллистическое падение в составе РН на поверхность Земли и удар, спуск в атмосфере Земли в составе падающего объекта до и после сброса головного обтекателя РН, орбитальный вход КА с ЯИЭ в атмосферу.
10. Для радиоизотопных космических ЯИЭ главным принципом обеспечения радиационной безопасности является сохранение целостности и герметичности ампул с топливной композицией на основе выбранного радионуклида на всех режимах эксплуатации ЯИЭ, включая предвидимые аварии. Поставленная цель достигается созданием многооболочечной конструкции ампулы с радионуклидом, использованием высокотемпературных материалов и сплавов с антикоррозионными покрытиями для оболочек ампулы, применением аэродинамической тепловой защиты ампулы и тепловой изоляции из углеродных материалов (рисунок 3).

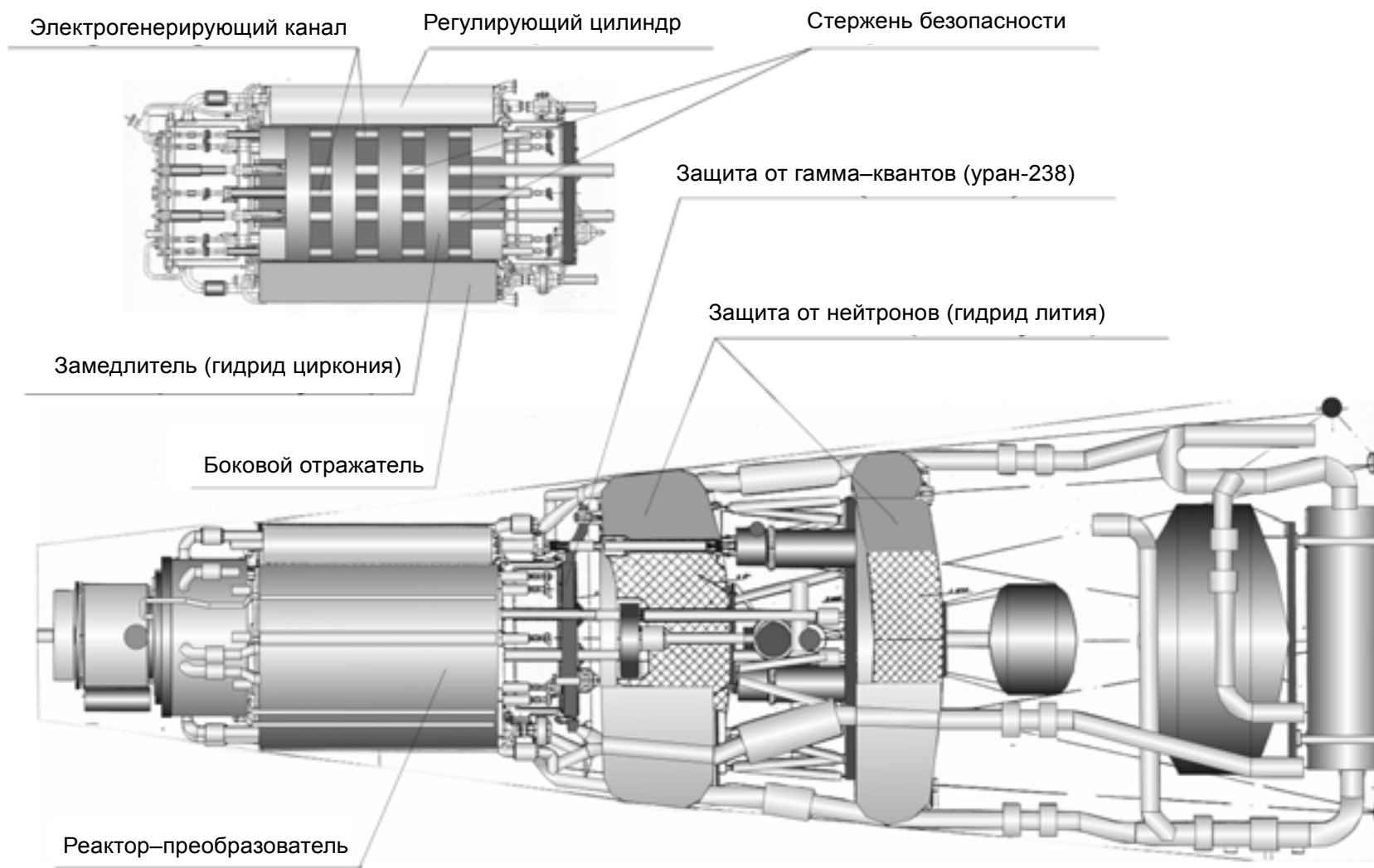


Рисунок 1 – Термоэмиссионный реактор-преобразователь и радиационная защита ядерной энергетической установки

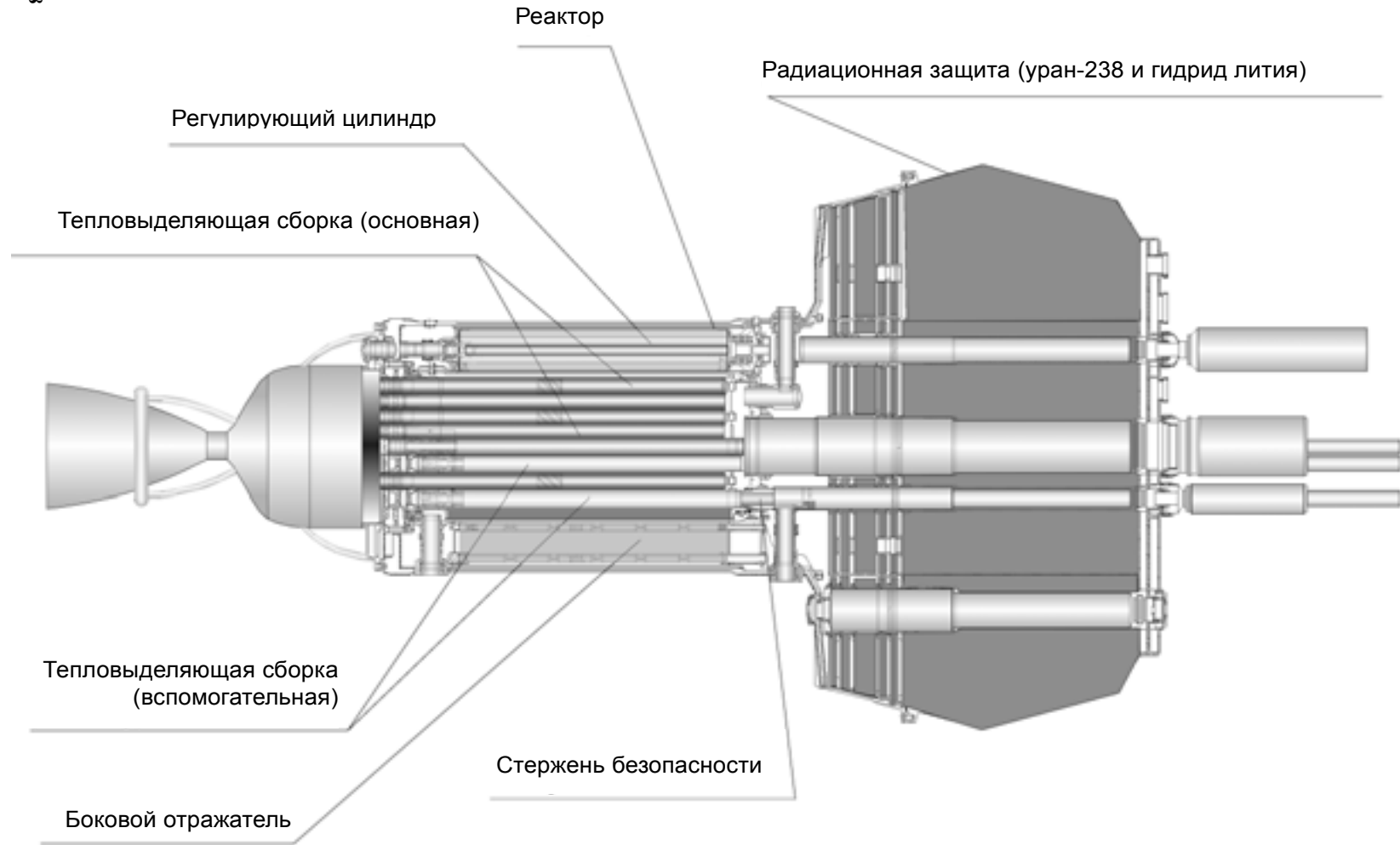


Рисунок 2 – Реактор и радиационная защита ядерной энергодвигательной установки

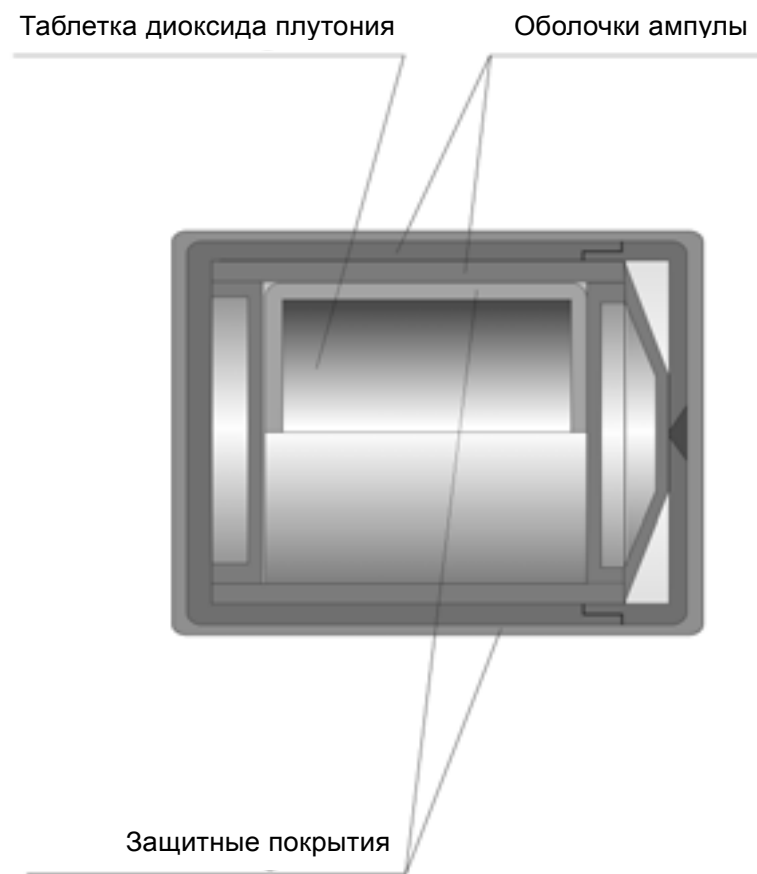
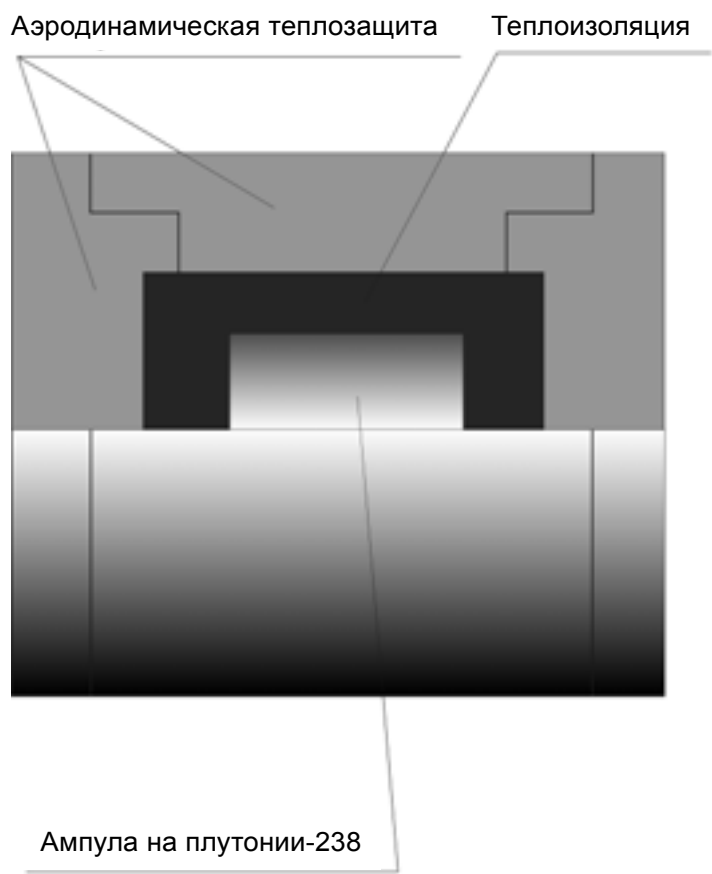


Рисунок 3 – Радиоизотопный источник тепла