

# АТОМНЫЙ КЛАССНЫЙ ЧАС



РОСАТОМ



**«КОСМОС»**

# МАКЕТ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

## «КОСМОС»

(5–11 класс, 45 минут)

### АТОМНЫЙ КЛАССНЫЙ ЧАС «КОСМОС»

---

**Жанр  
встречи  
и время**

Лекция с презентацией; *45 минут.*

---

**Смысл**

Обзорная лекция про применение атомных технологий в космосе.

---

**Возраст и  
количество  
участников**

Учащиеся 5–11 классов;  
*количество ограничено размерами аудитории.*

---

**Ресурсное  
обеспечение**

Оборудование и материалы для работы:  
*· проектор.*

---

**ЭТАПЫ  
И ВРЕМЯ**

**ДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЗАТОРА (ПЕДАГОГА)**

---

**Этап 1:  
введение в  
проблемати-  
ку**  
*(10 минут)*

На первом этапе педагог рассказывает о целях и задачах освоения космоса.

---

**Этап 2:  
РИТЭГ**  
*(10 минут)*

На данном этапе педагог рассказывает о генераторах, обеспечивающих работу зондов, спутников и луноходов в космосе.

---

**Этап 3:  
ЯЭДУ**  
*(10 минут)*

На данном этапе педагог рассказывает про будущее технологий – разработку атомного буксира, а также о принципах его работы.

---

**Этап 4:  
фундаменталь-  
ные исследования  
космоса**  
*(10 минут)*

На данном этапе педагог подробно описывает используемые технологии, применяющиеся для исследований Вселенной.

---

**Этап 5:  
заключение**  
*(5 минут)*

На этапе 5 педагог делает выводы из вышеизложенного.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Перед человечеством стоит задача освоения Солнечной системы. Её диктует не только извечная тяга людей к покорению новых пределов, но и ряд вполне приземлённых (или уже лучше сказать «припланетных») причин. Добыча полезных ископаемых, например, гелия-3, необходимого для термоядерной энергетики и обнаруженного в значительных количествах на Луне, делает межпланетные перелёты экономически обоснованными. А угрозы масштабной техногенной катастрофы, столкновения нашей планеты с крупным астероидом или непредсказуемой тектонической активности переводят вопрос заселения Марса или Титана (спутник Юпитера) в разряд жизненно необходимых для сохранения человечества как вида.

При этом на всём протяжении человеческой истории темп освоения окружающего пространства в значительной степени зависел от технологий получения и хранения энергии. На нашей планете для её получения мы привыкли пользоваться полезными ископаемыми (нефть, газ, каменный уголь) и лишь недавно в историческом масштабе освоили такие способы, как атомная энергетика, гидроэнергетика, получение энергии из возобновляемых источников. Многие государства делают значительный упор на развитии «зелёных технологий», справедливо обращая внимание на ограниченность природных ресурсов нашей планеты, а также на последствия выбросов продуктов горения углеводородов в атмосферу.

Однако эти способы получения энергии слабо пригодны при освоении космоса. Так, на орбите Земли плотность энергии излучения Солнца, проще говоря, солнечного света, составляет 1.367 кВт на квадратный метр. Теоретически 68% от этой величины можно перевести в электричество, но на практике не удаётся создать солнечную панель с КПД более 30%. Это означает, что для того, чтобы вскипятить обычный чайник, понадобится панель площадью более 6 м<sup>2</sup>. Если мы переместимся на орбиту Марса, то из-за большей удалённости от нашей звезды плотность этой энергии уменьшится более чем в два раза. На орбите Юпитера она составит лишь 4% от околоземной. То есть для того, чтобы получить тот же объём энергии, нам понадобится в 25 раз больше солнечных панелей. Таким образом, солнечная энергетика не может обеспечить достаточных условий для проживания людей вдали от Земли. Отсутствие плотной атмосферы у Марса не позволит использовать и ветряные электростанции.

Помимо поддержания человеческой жизни для перемещения между планетами требуются миллионы и миллиарды ватт. Единственным источником такого объёма энергии может быть лишь атомная (и в перспективе термоядерная) энергетика. Десять грамм урана при сегодняшнем развитии технологий позволяют получить столько же энергии, сколько выделяется при сжигании тонны угля. Такое высокое удельное содержание энергии позволяет сделать космические аппараты компактными и не перемещать между планетами исполинские объёмы топлива.

## РИТЭГ

Среди первых атомных (корректнее сказать «ядерных») технологий, успешно использованных человечеством при освоении космоса, стало применение радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГ). Принцип их работы достаточно прост. В небольшом корпусе, пригодном для перемещения одним или несколькими людьми, размещается топливо – несколько килограммов нестабильного вещества, например, плутония. При его распаде в устройстве не возникает цепной реакции, как это обычно происходит в атомном реакторе, поэтому его использование не угрожает неконтролируемым выбросом энергии или радиации.

Атомные ядра топлива постепенно распадаются. При этом выделяется тепло, которое преобразуется в электроэнергию, например, с помощью элементов Пельтье. Для их работы необходимо обеспечить максимальную разность температур между топливом и окружающей средой. На Земле это достигается благодаря охлаждению корпуса устройства атмосферой. В космосе воздуха нет, поэтому для понижения температуры используется большой радиатор – металлические пластины, отдающие тепло в виде излучения (обычно именно так мы греемся от костра: горячий воздух и дым поднимаются вверх, не касаясь нашей кожи, зато тепловое излучение от раскалённых углей и пламени распространяется во все стороны). Вообще, охлаждение в космосе является самой сложной задачей, на которую направлены основные силы инженеров, разрабатывающих новые двигатели для межпланетных перелётов.

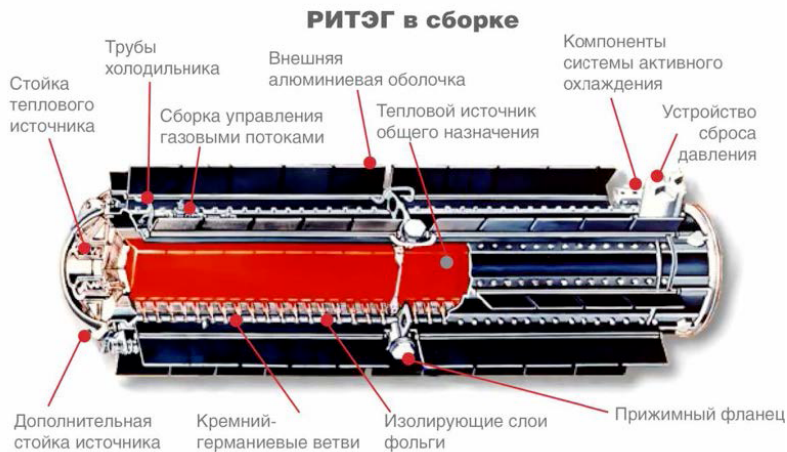


Рисунок 1. Конструкция РИТЭГа

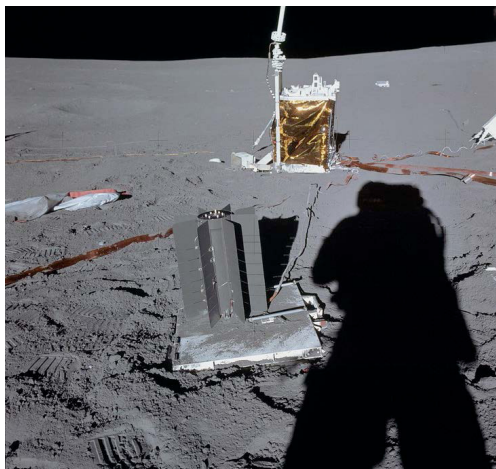


Рисунок 2. РИТЭГ на Луне

В конструкции РИТЭГа не используются подвижных элементов, что обеспечивает долговечность и надёжность. Эти устройства питают наши спутники, они уже побывали на Луне во время экспедиций «Аполлонов» и обеспечивают энергией уникальные космические аппараты «Вояджер 1» и «Вояджер 2», путешествующие к краю нашей Солнечной системы вот уже более 40 лет! Важно отметить, что помимо космоса они успешно применяются и на Земле. Во второй половине XX века наши полярники активно использовали РИТЭГи для получения электроэнергии на Крайнем Севере, в самых труднодоступных местах, где требуется обеспечить автономную работу аппаратуры без регулярного вмешательства человека. РИТЭГи питают маяки, метеостанции, а также подводные установки и морские буи.



*Рисунок 3. РИТЭГ для полярного маяка*

Для многих задач мощности РИТЭГа (обычно до 1 кВт, что на орбите Земли сравнимо с солнечной панелью) недостаточно. В таких случаях на космических аппаратах можно разместить компактные атомные реакторы, по своему устройству близкие к наземным. Советский Союз достиг значительных успехов в разработке ядерных энергетических установок. Ими было оснащено более 30 космических аппаратов (в США испытания в космосе прошёл лишь один). При тепловой мощности около 100 кВт подобные установки обеспечивали свыше 5 кВт электрической. Перспективные ядерные установки мегаваттного класса станут полноценной заменой классическим ракетным двигателям и откроют путь к освоению Луны и Марса.

## **КОСМИЧЕСКИЙ БУКСИР**

За последние полвека было предложено множество конструкций и принципов работы ядерных ракетных двигателей. Так, например, всерьёз рассматривался способ ускорения ракеты за счёт серии ядерных взрывов, осуществляемых раз в секунду по мере её движения. Однако более перспективными принято рассматривать технологии, основанные на преобразовании энергии распада в электричество, которое затем используется, например, в плазменном или ионном двигателе.

Наша страна является лидером в разработке ядерных космических установок. Ещё в середине прошлого века в СССР был испытан первый и единственный в мире двигатель РД-0410. На сегодняшний день основные усилия сконцентрированы на разработке ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса (ЯЭДУ).



*Рисунок 4. Первый в мире ядерный двигатель РД-0410*

ЯЭДУ состоит из трёх основных элементов: непосредственно ядерного реактора, системы охлаждения и электроракетного двигателя.

Ядерный реактор вырабатывает тепловую энергию, жидкость (расплавленный металл), циркулирующая в первом контуре сквозь топливо, отводит тепло и передаёт его во второй контур, где циркулирует жидкость с меньшей температурой испарения. Жидкость во втором контуре вскипает, и её пары под большим давлением заставляют крутиться турбину электрогенератора. Как уже говорилось выше, самая сложная часть проекта – в охлаждении паров, чтобы они снова превратились в жидкость и продолжили циркулировать в системе. Для этого предполагается оснастить космический аппарат огромными «парусами» - радиаторами большой площади, по которым в тоненьких трубочках будут двигаться пар и жидкость второго контура, излучая тепло в космос. Существует и ещё более интересная разработка наших инженеров. В рамках этой технологии вместо циркуляции по множеству трубочек жидкость второго контура будет выбрасываться непосредственно в космос, а затем, уже остывшая, улавливаться неким подобием пылесоса, направляющего её обратно к реактору.

В качестве движителя аппарата рассматривается ионный двигатель. На земле при ускорении мы отталкиваемся от поверхности (например, автомобиль колёсами от асфальта) или от воздуха (воздушный винт самолёта толкает воздух назад). В космосе оттолкнуться не от чего. Поэтому в космическом аппарате предусмотрен запас вещества, которое мы будем отбрасывать от себя (фактически отталкиваться от него). В обычном ракетном двигателе топливо сгорает и, приобретая высокую температуру, с большой скоростью вылетает из сопла, толкая ракету в противоположную сторону. В ионном двигателе на аппарате предусмотрен



запас водорода, легчайшего газа, который сначала ионизируется (проще говоря, заряжается), а затем с помощью электрического поля ускоряется до огромных скоростей и выбрасывается из ракеты, толкая её вперед. Такие двигатели в тысячи раз экономичнее обычных и позволяют уже сегодня разогнать космический аппарат до скорости в 40 тысяч километров в час!

Универсальность ядерной энергетической установки позволит использовать её в роли универсального буксира, переносящего грузы и пассажиров между планетами Солнечной системы, а также от Земли к Луне. Без неё невозможны колонизация Марса и создание постоянной лунной базы. Предполагается, что до орбиты Земли грузы будут доставляться в том числе обычными химическими ракетами, а далее буксир на основе ЯЭДУ будет перемещать их в точку назначения. Такая схема обусловлена тем, что ионный двигатель предназначен для многомесячной непрерывной работы, постепенного ускорения космического аппарата, но он не способен мгновенно развить мощность, необходимую для отрыва груза от Земли и выведения его на орбиту.

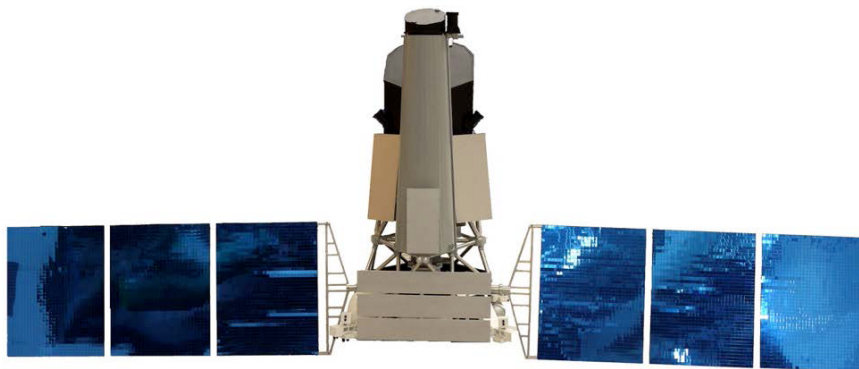


Рисунок 5. Ядерная энергетическая установка для межпланетных перелётов

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Применение ядерных технологий в космосе не ограничивается энергетикой. Именно законы ядерной физики управляют процессами внутри звёзд, чёрных дыр, взрывами сверхновых, распространением элементарных частиц по просторам Вселенной.

Наша страна стояла у истоков космических исследований, включающих изучение далёких источников экзотических видов излучений, потока элементарных частиц сверхвысоких энергий. На орбите Земли в настоящее время находится множество телескопов, как оптических (знаменитый «Хаббл»), так и регистрирующих частицы и гамма-кванты разных энергий. Одним из прорывов в исследовании рентгеновского излучения нашей Вселенной



*Рисунок 6. Орбитальная астрофизическая обсерватория «Спектр-РГ»*

является орбитальная астрофизическая обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» («Спектр-РГ»), запущенная с космодрома Байконур в 2019 году. «Спектр-РГ» обладает детекторами (телескопами), способными регистрировать рентгеновское излучение с энергиями в десять раз большими, чем, например, мы создаём в кабинете рентгенографии при медицинских обследованиях. При этом устройство определяет направление, с которого поступает излучение, с точностью в доли градуса. Исследование рентгеновского излучения нашей Вселенной позволяет увидеть объекты, недоступные невооружённому глазу или даже лучшему оптическому телескопу, наблюдать за процессами, протекающими в других галактиках.

Помимо рентгена аппарат способен регистрировать гамма-вспышки – периодические всплески излучения высокой энергии, попадающие на нашу планету, предположительно, в момент, когда в направлении нашей планеты поворачивается своим полюсом большая нейтронная звезда, обладающая огромной скоростью вращения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Ядерные технологии незаменимы при освоении Солнечной системы и, в перспективе, нашей галактики Млечный путь. Атомная энергетика способна обеспечить ресурсами колонизацию Марса, создание постоянной лунной базы. Созданный на её основе межпланетный буксир позволит человечеству исполнить давнюю мечту беспрепятственного перемещения между планетами, а в дальнейшем и к другим звёздам.

В нашей стране создаются наиболее перспективные технологии в области ядерных энергетических установок для космических аппаратов и ионных ракетных двигателей, разрабатывается уникальная аппаратура для ядерно-физических исследований нашей Вселенной.