

## МЕЖПЛАНЕТНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Гапуненко Е.А.

г. Москва, ГБОУ «Школа №1367», 8 класс

Руководитель: Сатюков Д.Г., г. Москва, детский технопарк «Мосгормаш», преподаватель

Человечество стремительно расширяет свой научный и промышленный кругозор, делая всё больше открытий, позволяющих побеждать болезни, увеличивать объём и простоту производства, делать жизнь качественнее и дешевле за счёт количества производимых товаров. За каких-то 150 лет люди научились побеждать большее число недугов, перемещаться по земному шару с неслыханной скоростью-ведь сейчас чтобы обычному человеку совершить кругосветное путешествие, ему просто придётся купить билет на «Конкорд» (к сожалению самолёты данного типа прекратили совершать рейсы из-за чрезмерной дороговизны обслуживания и шумности в полёте), и тогда он сможет обогнуть землю за 31,5 час! Такими ускоряющимися темпами развития технологий ещё через 100 лет человечество построит гигантские города, летающие машины и другие передовые на наш день технологии, которые станут такой же обыденной повседневностью, как и машины на улицах сейчас. Но со временем и с ростом технического прогресса будет расти и население Земли, что в итоге приведёт к её переполнению. Через какое-то время закончатся полезные ископаемые-уже сейчас учёным известно, что при нынешних темпах добычи нефть на Земле закончится через 40 лет, а природный газ через 70-и это при сохранении нынешних объёмов добычи, но ведь они постоянно растут. Когда они закончатся, люди задумаются-«А что же дальше?». И правда, после истощения всех мало-мальски полезных ресурсов на Земле, людям придётся искать себе новый плацдарм для извлечения полезных ресурсов. Для успешного достижения этой цели нашим потомкам придётся создать надёжный, вместительный, безопасный, простой в управлении и универсальный аппарат, который смог бы с минимальными потерями в составе не только доставить целый город в точку прибытия, но в дальнейшем быть разобранным и использованным для перестройки этого поселения под нужды заданной планеты. Последнее предложение и есть цель моего проекта.

**Цель.** Целью этого проекта является проектирование межпланетного транспорт-

ного аппарата, обладающего следующими свойствами:

Транспорт должен быть большим и вместительным, т.к. чем больше будет город на начальной стадии формирования, тем легче ему будет развивать производства в будущем.

Транспорт должен быть надёжным, а значит простым в устройстве, ведь чем проще, конструкция-тем выше её надёжность.

Транспорт должен быть разборным, чтобы по прибытии в пункт назначения мог быть пересобран в корпуса первичных убежищ, реакторы для получения энергии и т.д.

### Конструкция транспортного средства

T1 (аббревиатура, которой для сокращения мы будем далее обозначать мой транспорт (Транспорт 1)) (см. рис. 1) – это многофункциональное межпланетное судно, созданное для переселения больших групп людей на большие расстояния. В его конструкцию входят:

1. Центральный стержень
2. Грузопассажирский отсек
3. Основной модуль
4. Двигательная и энергетическая установка

Все эти модули будут подробно описаны ниже.

#### *Центральный стержень*

Центральный стержень (см. рис. 2) – это вытянутая цилиндрическая конструкция, на которую крепятся все оставшиеся модули. Состоит из шестиугольных отсеков, основная функция которых это поддержание высокого уровня надёжности конструкции. Также внутри могут быть расположены аккумуляторы, или любые другие помещения, но для облегчения конструкции лучше оставлять центральный стержень полым.

#### *Грузопассажирский отсек*

Вокруг стержня находится грузопассажирский отсек, разделённый на две части, каждой из которых отводятся свои нормы климат-контроля и жизнеобеспечения:

Пассажирский отсек-жилая часть корабля, представляющая маленький город

на космическом корабле. Его форма-это гигантский цилиндр, насаженный на центральный стержень. По внутренней стенке цилиндра будет расположен «первый городской уровень»-сплошной жилой этаж, выстилающий всю внутреннюю часть отсека. От стенок отсека будут проведены опорные конструкции, которые закрепят пассажирский отсек на центральном стержне, и обеспечат передачу вращательного момента на сам отсек. Это создаст центробежную силу, как следствие-искусственную гравитацию. Скорость вращения пассажирского отсека равна примерно 7,5 оборотов в минуту (см. Расчёты). Городских «уровней» будет несколько, просто все кроме первого будут удерживаться на опорных балках. Между жилыми уровнями будет пустое пространство, оформленное под «улицы» города, со своими магазинами, кафе, и т.д. Каждая улица будет освещаться лампами накаливания высокой мощности. Это сделано для повышения комфорта перелёта т.к. их свет самый приближённый по ощущениям к солнечному. (см. рис. 3)

Грузовой отсек – это фактически огромный промышленный район, в который помещены все производства, которые будут использованы как во время полета, так и во время непосредственного старта добычи ресурсов. Разумеется, та часть производств которая отвечает за переработку полезной руды, будут отключены и находиться в разобранном состоянии на специальных складах. Остальные заводы будут постоянно введены в рабочее состояние, т.к. понадобятся городу во время перелета. Из них можно выделить несколько особо важных производств:

Фермы – эта часть производств занимает больше всего места, на них выращиваются генно-модифицированные деревья, которые будут вырабатывать кислород для всего города, помимо деревьев в отдельных емкостях с питательным раствором будет в огромных концентрациях находится фитопланктон, который под действием ламп накаливания будет также вырабатывать кислород.

Центр генной инженерии – в этом комплексе высокотехнологичного оборудования будет выращиваться мясной белок, выращиваться в больших количествах, т.к. население города должно потреблять мясо каждые сутки. Я выбрал именно искусственно выращиваемое мясо, т.к. его следует “кормить” только минерализованной водной смесью, и период его выращивания гораздо меньше, чем период созревания той же курицы или перепелки.

Из не особо важных можно отметить станковое производство, “завод для заво-

дов”, которое будет изготавливать резервные станки для будущих рудо добывающих комплексов, и вообще всё оборудование, которое подлежит замене (см. рис. 4).

В случае максимальной проектной аварии, а именно полное разрушение генераторов, продовольственных ферм и складов, защитной обшивки и обвала более половины микрорайонов (а также очевидной невозможности устранения данной неполадки) на Землю должен быть отправлен основной модуль транспортного судна, а также сигнал о внештатной ситуации, приведшей к разрушению транспорта и очевидному провалу колонии. При полном и неизбежном уничтожении всего транспорта экипаж должен любыми силами отправить сигнал о полной гибели всего состава и транспорта, возможную причину внезапной гибели, а также дату.

#### *Основной модуль*

Это центральный пункт управления всем транспортом, а по сути-маленький космический корабль, т.к. у него есть свои системы жизнеобеспечения, вычислительные мощности, грузовой отсек и даже свой термоядерный реактор (см. рис. 5). Это сделано для того, чтобы в случае неудачного становления добывающего комплекса основной модуль вместе с центральным стержнем стартовали обратно к орбитальной верфи, вращающейся вокруг Земли.

Основной модуль выглядит как полусфера диаметром примерно 300 метров. Термоядерный реактор находится в кормовой части полусферы в единичном экземпляре, этого достаточно для электропитания и разгона. Управляющий отсек (рубка, через которую управляют не только основным модулем, но и всем транспортом) находится в носовой части полусферы- «на полюсе». Экипаж основного модуля-десять человек, собственно говоря, это экипаж всего колониального транспорта. Приспособлен для посадки на планеты, но при частых посадках может износиться термоядерный реактор, так что посадка в принципе не рекомендуется если планируется использовать основной модуль как миниатюрное транспортное средство в дальнейшем. Для преодоления солнечной радиации, у основного модуля будет специальный отсек, вырабатывающий магнитное поле. Это будет типичный электродвигатель, но он не будет вырабатывать электричество, а только потреблять его. Благодаря взаимодействию двух электрических полей образуется электромагнитное поле будет способно защитить весь экипаж. Термоядерный реактор будет присоединен к основному модулю “с полярной стороны сферы”- это как если бы вы надели на сферу бублик, который

не налез на нее до конца, а потом отрезали нижнюю половину сферы. Эта конструкция будет способна в форсированном темпе добраться до орбитальной верфи.

Ни один член экипажа не должен покидать основной модуль на протяжении всего полёта, т.к. во время нештатной ситуации могут понадобиться все силы.

#### *Двигательная и энергетическая установка*

Двигательная установка (см. рис. 6) – это сборка из ионных двигателей с увеличенной мощностью, синхронизированных в состоянии единой установки. Такая установка будет потреблять огромное количество ксенона (относительно ионных двигателей настоящего времени), но будет включена только на время разгона и торможения транспорта. Транспорт должен развить скорость 2,4 км/с (см. Расчёты), т.к. это вторая космическая скорость для Луны, а космическая верфь будет находиться именно на орбите Луны. Обладая малой мощностью относительно потенциала химических двигателей, ионные потребляют небольшое количество топлива, которого должно хватить на полёт в один конец. Если по каким-то причинам топлива не будет хватать на торможение корабля (неправильная траектория разгона), экипажу следует взять курс на ближайшее облако газа, и осуществить дозаправку.

Но несмотря на все достоинства ионного двигателя у него есть существенный недостаток-для ионизации топлива ему требуется очень много энергии. В условиях длительного космического полёта эффективную, постоянную и бесперебойную поставку электроэнергии могут обеспечить только два типа генератора:

Ядерный реактор-уже сейчас всесторонне распространён и используется по всему миру. Он не требует большое количество топлива и имеет высокий КПД.

Термоядерный реактор (тип: ТоКаМаК) (рис. 7) – на данный момент ведётся строительство 1-ого масштабного проекта данного типа (ITER-International Thermonuclear Experimental Reactor), но проектные данные уже дают нам возможность делать многообещающие выводы. Он вырабатывает гораздо больше энергии, но имеет довольно экзотический принцип работы и разновидность топлива, что делает его менее надёжным чем ядерный. Мы рассмотрим устройство этого реактора поподробнее.

В дальнейшем для удобства термоядерный реактор будет упоминаться в документе как «токамак», потому что это коротко и хорошо отражает его сущность.

Токамак представляет собой тороидальную вакуумную камеру, на которую намо-

таны катушки для создания тороидального магнитного поля. Из вакуумной камеры сначала откачивают воздух, а затем заполняют её смесью дейтерия и трития. Затем с помощью индуктора в камере создают вихревое электрическое поле. Индуктор представляет собой первичную обмотку большого трансформатора, в котором камера токамака является вторичной обмоткой. Электрическое поле вызывает протекание тока и зажигание в камере плазмы.

Протекающий через плазму ток выполняет две задачи:

- нагревает плазму так же, как нагревал бы любой другой проводник (омический нагрев);
- создаёт вокруг себя магнитное поле. Это магнитное поле называется полоидальным (то есть направленное вдоль линий, проходящих через полюсы сферической системы координат).

Магнитное поле сжимает протекающий через плазму ток. В результате образуется конфигурация, в которой винтовые магнитные силовые линии «обвивают» плазменный шнур. При этом шаг при вращении в тороидальном направлении не совпадает с шагом в полоидальном направлении. Магнитные линии оказываются незамкнутыми, они бесконечно много раз закручиваются вокруг тора, образуя так называемые «магнитные поверхности» тороидальной формы.

Наличие полоидального поля необходимо для стабильного удержания плазмы в такой системе. Так как оно создается за счёт увеличения тока в индукторе, а он не может быть бесконечным, время стабильного существования плазмы в классическом токамаке пока ограничено несколькими секундами. Для преодоления этого ограничения разработаны дополнительные способы поддержания тока. Для этого может быть использована инжекция в плазму ускоренных нейтральных атомов дейтерия или трития, или микроволновое излучение.

Кроме тороидальных катушек для управления плазменным шнуром необходимы дополнительные катушки полоидального поля. Они представляют собой кольцевые витки вокруг вертикальной оси камеры токамака.

Одного только нагрева за счёт протекания тока недостаточно для нагрева плазмы до температуры, необходимой для осуществления термоядерной реакции. Для дополнительного нагрева используется микроволновое излучение на так называемых резонансных частотах (например, совпадающих с циклотронной частотой либо электронов, либо ионов) или инжекция быстрых нейтральных атомов.

Я выбрал токамак взамен обычному ядерному реактору т.к. он более компактный, вырабатывает больше электроэнергии, а его предстоящая версия DEMO (DEMONstration power plant) способна к само вырабатыванию трития-собственного топлива, что делает надобность в дополнительных энерго-станциях бессмысленной.

### Постройка

Это один из самых главных пунктов моего проекта, а точнее – его реализации.

Разумеется, корабль таких огромных размеров мы не сможем строить на Земле, ведь он просто не сможет выйти в космос, у нас нету настолько мощных ракет-носителей, чтобы вывести его целиком. Поэтому для его постройки нам придётся строить орбитальную верфь. Это будет автономный космический док, который будет расположен на Лунной орбите. Почему на Лунной? Это сделано для того, чтобы в случае аварии при предстартовой проверке, корабль не упал на Землю и не взорвался там, т.к. это может понести за собой гигантские жертвы, убытки, или даже экономический кризис. А если транспорт упадет на Луну и взорвется там, то никто не пострадает (кроме самого транспорта и будущих инвесторов проекта). Через полвека у человечества наверняка будут мощные ракеты носители, которые смогут доставлять на верфь все необходимое для строительства, а также более совершенная автоматика, чтобы весь процесс проводился автоматический. После полной постройки транспорта проводится отстыковка от верфи и вывод транспорта в точку, находящуюся над противоположной стороной Луны, после чего происходит запуск систем жизнеобеспечения, термоядерных реакций в энергоблоке и старт ионных двигателей. В случае удачного тестирования транспорт возвращается в док и ожидает экипаж и пассажиров. Первым прибывает экипаж, проводит анализ состояния транспорта вручную, и только потом прибывают пассажиры, после чего корабль начинает разгон. В это время ионные двигатели работают на своей предельной мощности до полного разгона, после чего транспорт летит по инерции, до определенного момента двигательная установка находится в выключенном состоянии, после чего начинается торможение и выход на орбиту планеты-цели. Последней стадией считается спуск грузопассажирского и энергетического модуля на поверхность и начало постройки поселения. После этого начинается разработка заранее разведан-

ных месторождений, на Землю посылается сигнал об успешном начале производства.

### Расчёты

Прежде всего нам нужно рассчитать вторую космическую скорость для Луны. Формула второй космической скорости

$$v = \sqrt{2G \frac{M}{R}},$$

где  $G$  – гравитационная постоянная (для Луны она составляет  $4,903 \cdot 10^{12} \text{ м}^3/\text{с}^2$ ),  $M$  – масса планеты (масса Луны равна  $7,36 \cdot 10^{22}$  килограмма) и  $R$  – радиус планет (радиус Луны 1737 километров). Подставив все значения в формулу и упростив полученное выражение, мы получим вторую космическую скорость для Луны – 2,4 км/с.

Также немаловажной величиной является угловая частота для пассажирского отсека. Она обозначается буквой  $a$ :

$$a = \omega^2 R,$$

где  $\omega$  – кол-во оборотов в минуту;  $R$  – радиус конструкции.

Подставив имеющиеся значения в формулу и упростив полученное выражение, мы получим

$$\omega = 0,137 \text{ об.с.}$$

или примерно 7,5 оборотов в минуту.

### Заключение

В своей работе я предложил и рассмотрел вариант крупнотоннажного транспортно-аппарата, который способен перевозить на своём борту полноценный город, а также всё что нужно для его длительного существования. Этот аппарат решает проблему с солнечной радиацией, отсутствием гравитации и самой невозможности долговременных перелетов, доказывая, что человечество может и должно осваивать другие небесные тела (не считая луны). При некоторых модификациях этот аппарат даже будет способен совершать межзвездные перелеты. Но я заглядываю в будущее слишком далеко. Во всяком случае, этот проект может помочь потомкам в реализации месторождений полезных ископаемых в Солнечной системе.

### Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ITER>.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/DEMO>.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Токамак>.

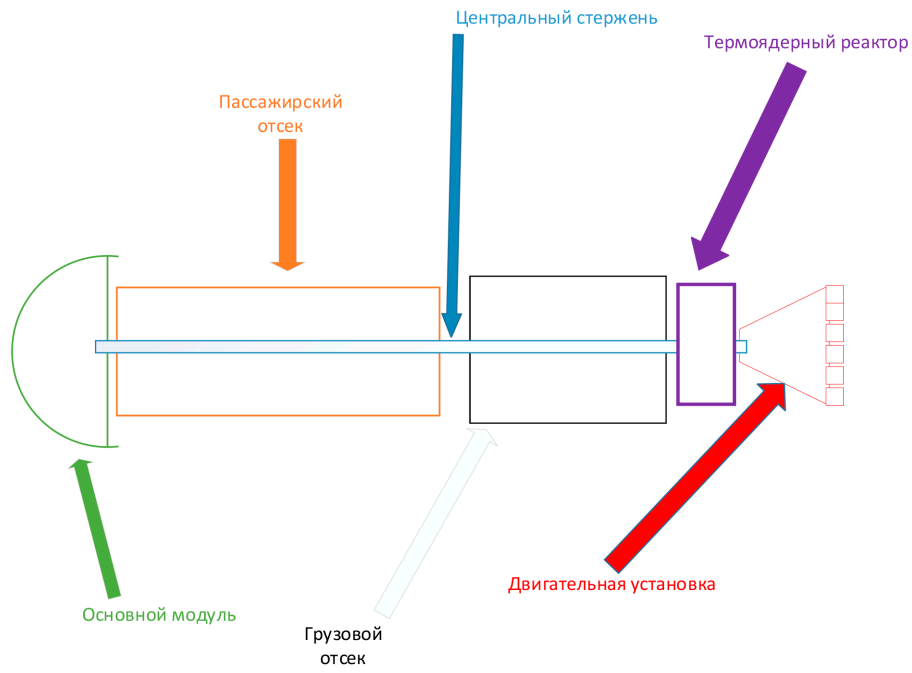


Рис. 1. Конструкция транспортного аппарата



Рис. 2. Центральный стержень

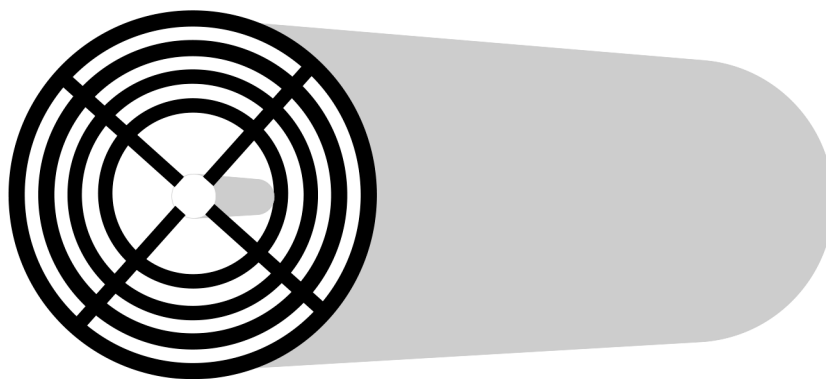


Рис. 3. Пассажирский отсек

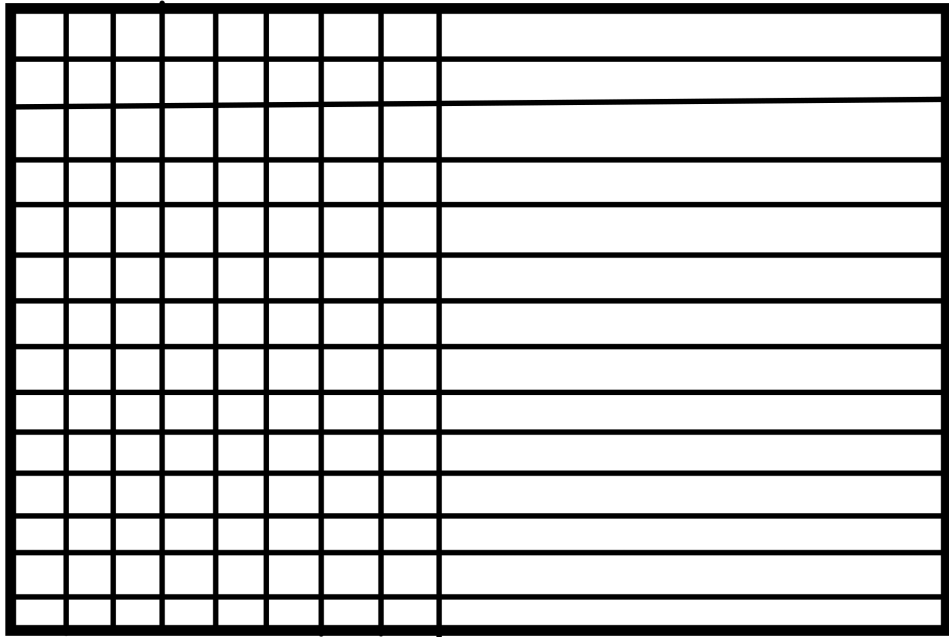


Рис. 4. Грузовой отсек

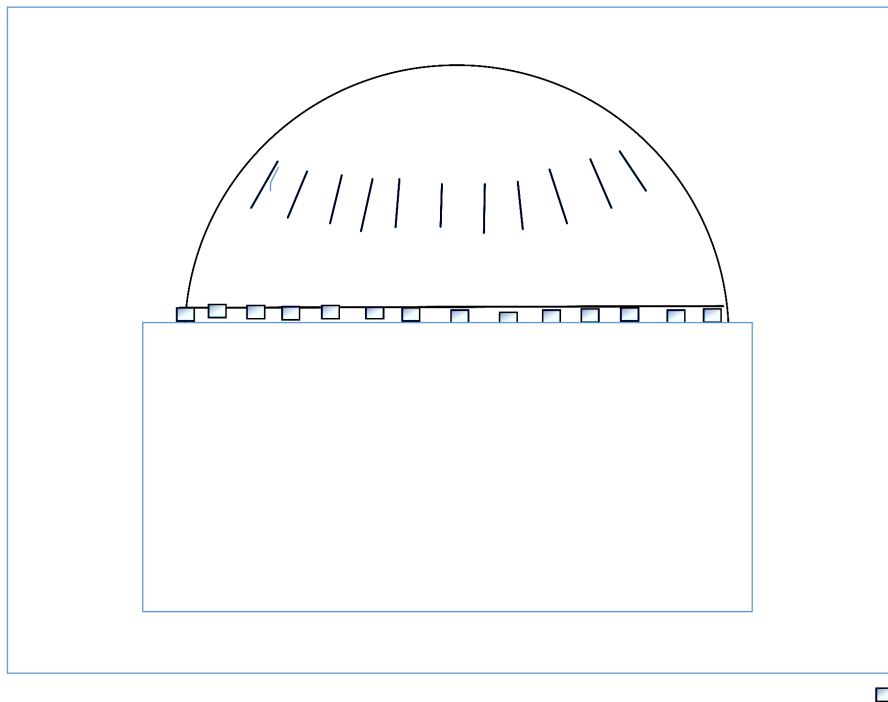
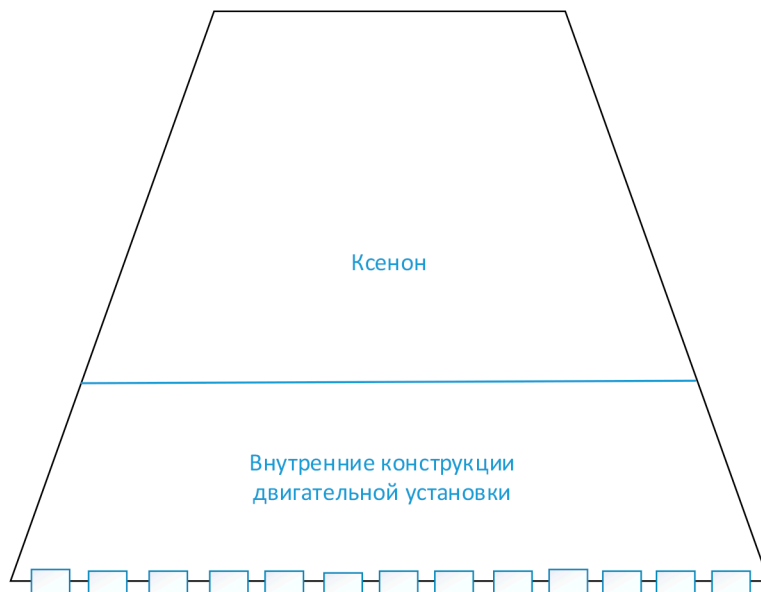
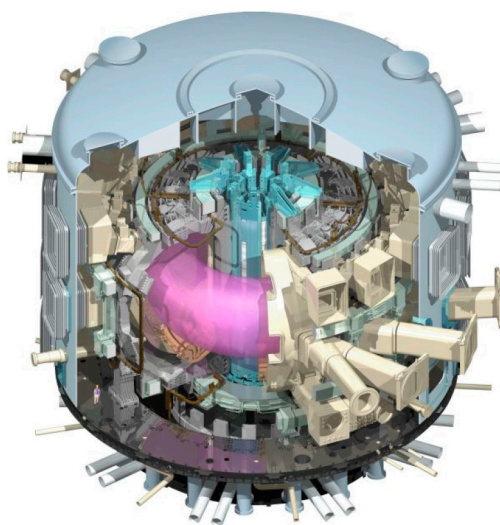


Рис. 5. Основной модуль



*Рис. 6. Двигательная установка*



*Рис. 7. Энергетическая установка*