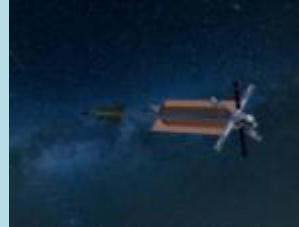
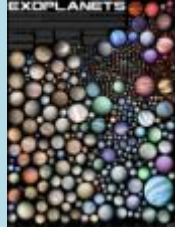
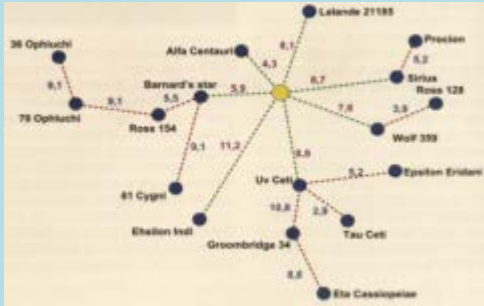


Дайджест новостей "Проблема межзвездных перелетов"

№12
(01.11.2015-31.12.2015)



Проекты МП	2
Как NASA планирует совершить межзвездный перелет уже в 2025 году	
Звезды, межзвездная среда	5
В Чили началось строительство самого большого телескопа в мире - Giant Magellan Telescope	
Экзопланеты	8
500 экзопланет на одном рисунке	
Итоги первого года расширенной миссии «Кеплера» K2	
Неподалёку от Земли обнаружена планета, похожая на Венеру	
Неподалёку от Земли обнаружена потенциально обитаемая планета	
Внеземные базы	15
Зачем зарывать в грунт лунную базу	
Термоядерный синтез	20
Произведены первые запуски нового термоядерного реактора Wendelstein 7-X	
Новые подробности о стеллараторе Wendelstein 7-X	
Завершена работа по созданию прототипа российского гиротронного комплекса для ИТЭР.	
Разогреть материю до температуры, выше чем температура в ядре Солнца	
Технологии	32
Третье пространственное измерение высокотемпературной сверхпроводимости	
Испытания корпуса ядерного реактора для космоса	
Создан самый тонкий и прочный материал	
Создан новый материал, обладающий рекордным значением соотношения прочности к весу	
Ресурсы сети по МП – И.Моисеев	38

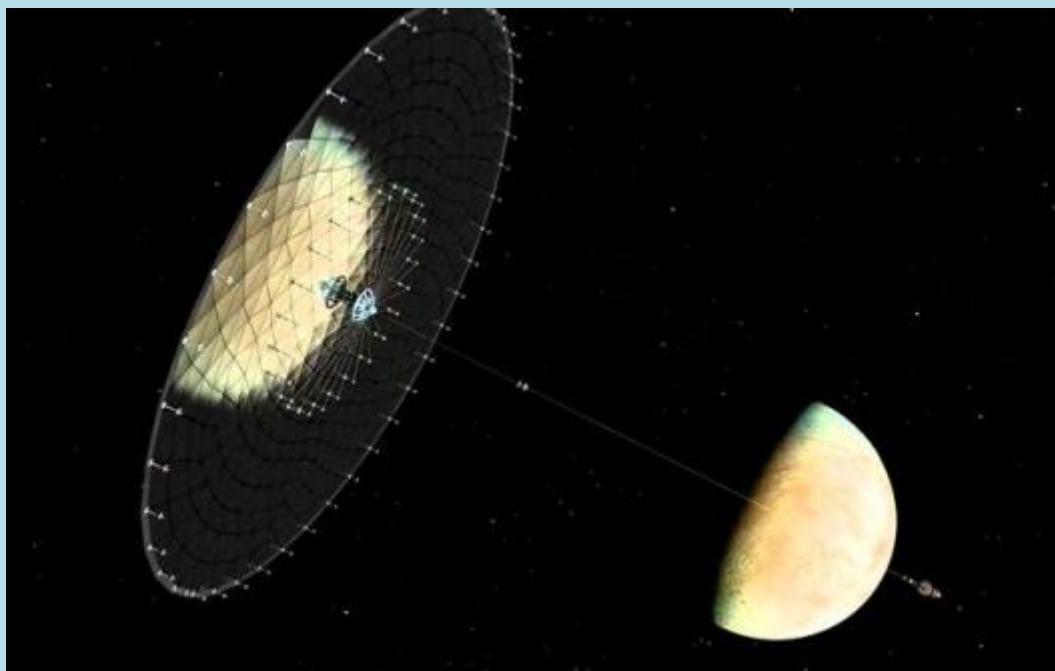
Проекты МП

Как NASA планирует совершить межзвездный перелет уже в 2025 году

Михаил Зароков

18.11.2015

<http://nv.ua/techno/science/zvezdnye-parusa-kak-nasa-planiruet-sovershit-mezhzvezdnyj-perelet-uzhe-v-2025-godu-80745.html>



Корабль с электрическим парусом сможет разогнаться до скорости более 150 км/с

Беспилотный космический корабль, приводимый в движение энергией солнечного ветра, может развить скорость более 1 млн км/ч и достичь ближайшей звезды намного раньше, чем ракеты на химическом топливе.

Фантастика — это не то, что может произойти через тысячу лет. Фантастика — это то, что случится с высокой вероятностью уже при жизни нынешнего поколения.

Такой точки зрения придерживаются исследователи из исследовательского центра NASA в Хантсвилле (штат Алабама). Их проект — космический корабль, использующий энергию солнечного ветра, может быть запущен в первый межзвездный перелет уже в 2025 году. Иными словами, раньше, чем запланированы первые пилотируемые полеты на Марс.

Межзвездный корабль построен на развитии классической идеи о солнечном парусе — конструкции, которая действует по принципу, схожему с парусами морских судов на Земле.

Морские паруса улавливают ветер и передают получаемый импульс на корпус судна. Для космических парусов источником движения станет солнечный ветер — поток протонов, электронов и других заряженных частиц, которые отлетают от Солнца со скоростью, достигающей фантастического показателя 1,6 млн км/ч.

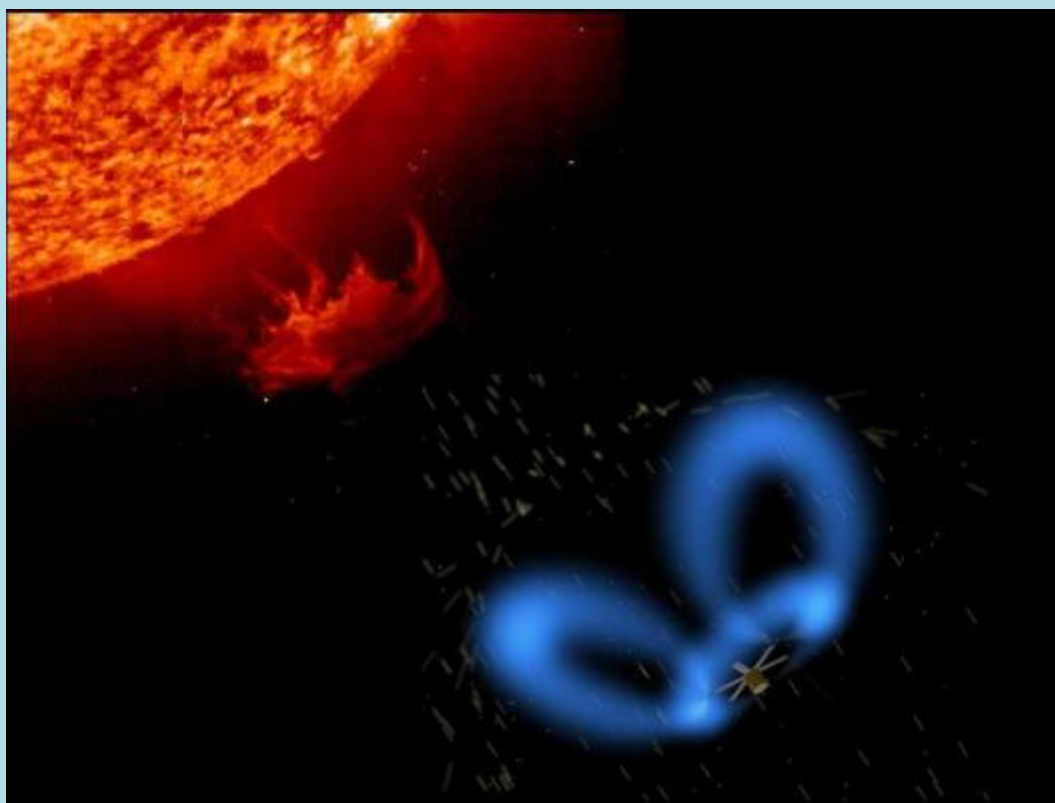
«Это весьма многообещающая технология для исследования глубокого космоса», - [отмечает](#) Лес Джонсон, один из авторов проекта.

Сама по себе идея солнечного паруса возникла в 1920-х с подачи немецкого инженера Фридриха Цандера, а затем была растиражирована в произведениях фантастов в середине XX века. В частности, широкую известность концепция космического парусника получила после публикации рассказа *Солнечный ветер* классика фантастики Артура Кларка.

В научном мире идея долгое время считалась утопической. Лишь в 2006 году NASA обратило внимание на проект финского физика Пекки Янхунена, который позже лег в основу нынешнего проекта межзвездных перелетов.

В отличие от идей середины прошлого века, космический парус NASA приводится в движение не солнечной радиацией, для улавливания которой планировалось строить паруса огромной площади, а потоком заряженных частиц.

По словам Джонсона, космический корабль на солнечной тяге будет оснащен примерно 10-20 проводами весьма незначительной толщины — всего 25 микрон (вдвое тоньше человеческого волоса), но длиной от 1 до 20 км. По проводам будет пущен электрический ток.



Электрический парус сможет разгонять корабль там, где солнечный уже не будет работать

Провода, направленные перпендикулярно потоку солнечного ветра, будут отталкивать содержащиеся в нем заряженные частицы, вследствие чего в них будет возникать тяга, влекущая корабль в сторону от Солнца.

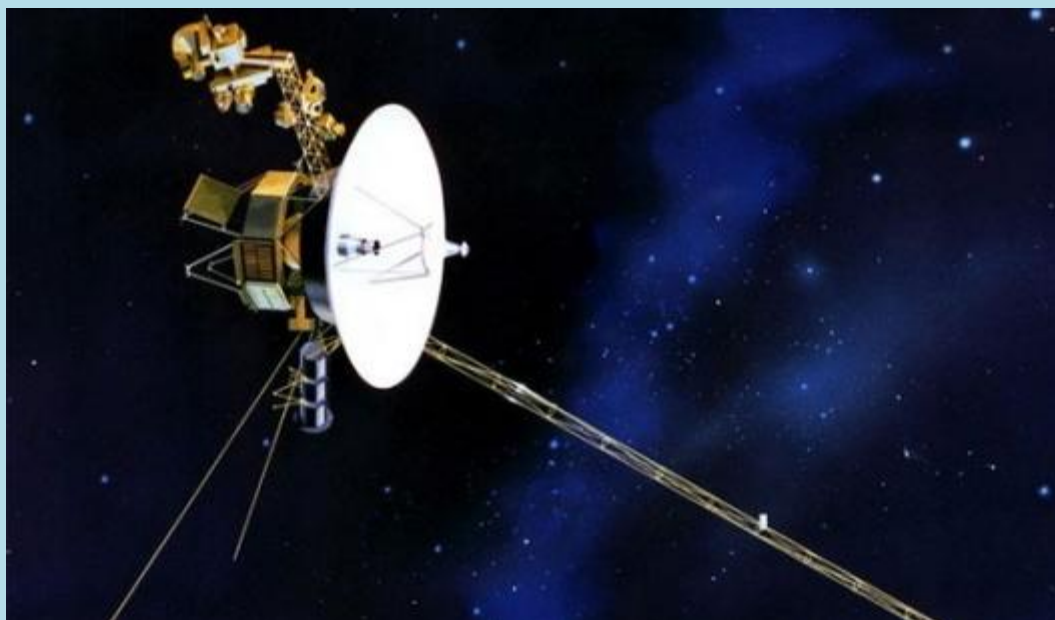
Эта, не очень значительная, на первый взгляд, сила способна постепенно разогнать корабль до весьма значительной скорости, утверждают авторы проекта. За несколько месяцев постепенного разгона скорость корабля достигнет впечатляющих 100-150 км/с. А за годы разгона скорость может вырасти еще больше, возможно, даже вдвое.

Таким образом, корабль сможет преодолевать от 20 до 50 астрономических единиц за один земной год (этой мерой в астрономии обозначают расстояние от Солнца до Земли равное 149 млн. км).

Для сравнения, самый удаленный от Земли рукотворный объект — зонд Voyager 1, запущенный в 1977 году, использует двигатели на химическом топливе. Его скорость составляет лишь 17 км/с, и за прошедшие без малого четыре десятилетия удалился от родной планеты лишь на 134 астрономические единицы.

Иными словами, корабль на электрических парусах (в NASA предпочитают называть его именно так) сможет продолжать разгон за пределами солнечной системы — там, где солнечный парус, улавливающий лишь радиацию Солнца, будет уже бессильным.

Ученые подчеркивают, что корабль с электрическим парусом потребует лишь минимального источника энергии на борту. Она будет нужна лишь для того, чтобы поддерживать в парусах-проводах постоянный ток, а также для работы бортовых систем и средств связи. Однако, пока не ясно, как именно должна функционировать энергетическая система корабля, в частности, так называемая электронная пушка, которая будет заряжать паруса-провода.



Зонд Voyager 1, отправленный в 1977 году, долетит до ближайшей звезды только через 40 тыс. лет

При этом, все расчеты ведутся для беспилотного исследовательского корабля. Пока нет смысла рассматривать пилотируемые миссии с использованием электрического паруса, ведь они потребовали бы создания корабля значительно большей массы, на разгон которого потребовалось бы больше времени, а на функционирование — больше энергии.

По мнению Джонсона, на доведение концепции до ума может потребоваться не более одного десятилетия. А значит, первый корабль сможет покинуть пределы Солнечной системы еще до того, как люди отправятся на Марс. Первой задачей такого корабля станет исследование пределов Солнечной системы и области гелиопаузы (так называют границу, вдоль которой заканчивается воздействие солнечного ветра и начинается малоизученная пока межзвездная среда).

Затем можно будет говорить о межзвездных исследованиях. Маленький зонд с 10-20 парусами-проводами смог бы лететь со скоростью почти в 10 раз быстрее Voyager 1, который мог бы достичь ближайшей к нам звезды Проксима Центавра за 40 тыс. лет.

Однако, постройка более крупного корабля с большим количеством и длиной парусов-проводов, могла бы привести к значительно более быстрому разгону, предполагают ученые.

В свою очередь Пекка Янхунен — автор концепции электрического паруса [считает](#), что прежде чем мечтать о межзвездных экспедициях, которые все равно займут тысячи лет, можно было бы использовать электрические паруса и для перелетов к планетам в пределах Солнечной системы. В частности, к Марсу или к астероидам, на которых можно добывать полезные ископаемые.

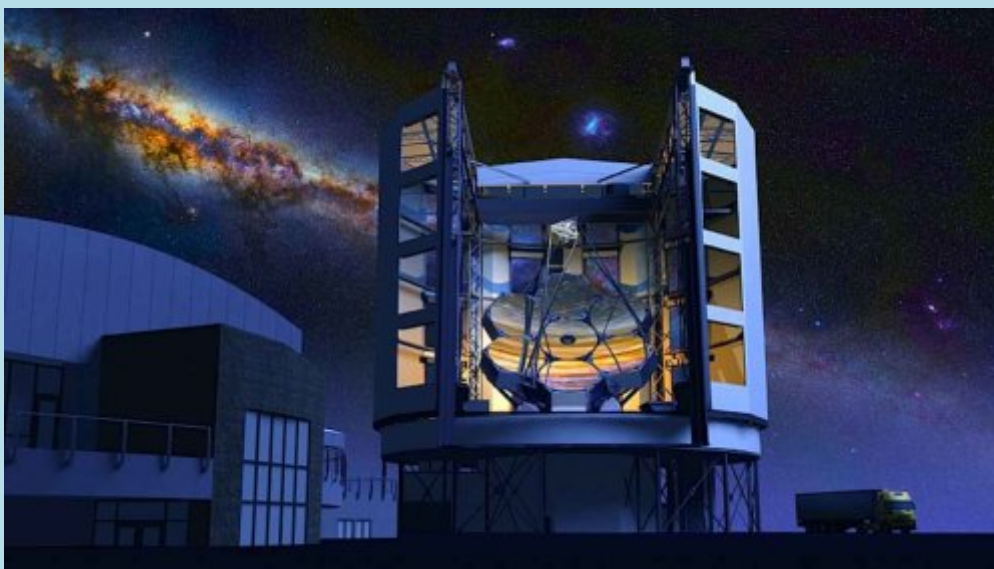
По мнению Янхунена, несмотря на все вопросы относительно того, как осуществлять в пределах коротких перелетов торможение и маневрирование кораблем с таким сложным и громоздким парусом, концепция стоит детального рассмотрения. По той простой причине, что все перемещения корабля с электрическим парусом будут попросту бесплатными.

Звезды, межзвездная среда

В Чили началось строительство самого большого телескопа в мире - Giant Magellan Telescope

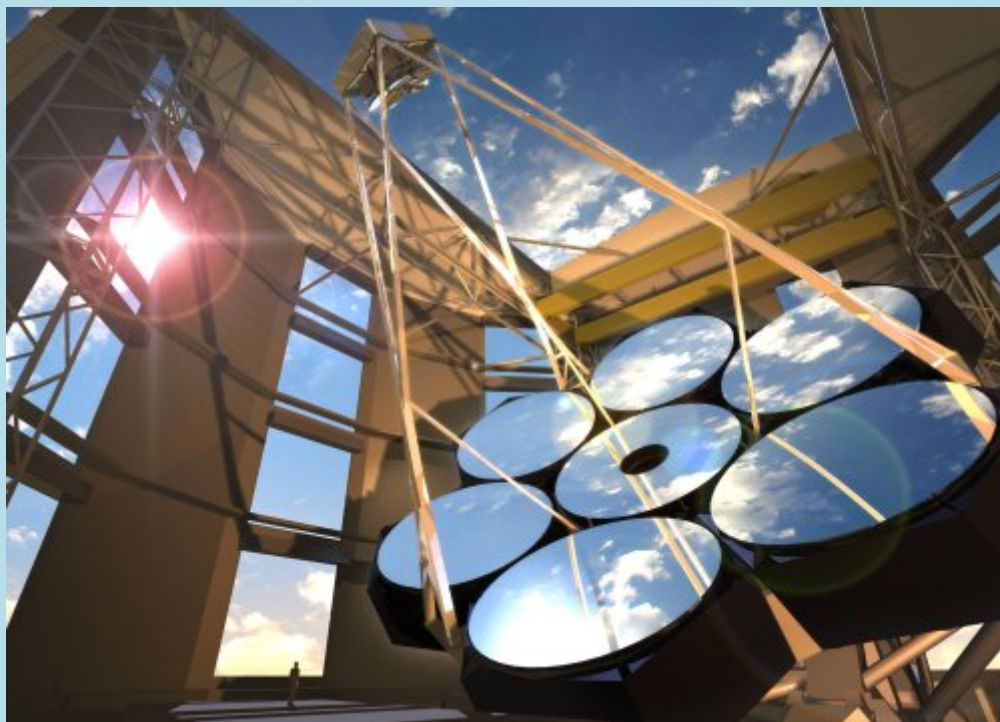
14.11.2015

<http://www.dailytechinfo.org/space/7555-v-chili-nachalos-stroitelstvo-samogo-bolshogo-teleskopa-v-mire-giant-magellan-telescope.html>



Пустыня Атакама (Atacama Desert) в Чили является уникальнейшим местом на всем Земном шаре. Мало того, что даже легкая облачность в этой местности является достаточно большой редкостью, это место в достаточной мере удалено от больших городов и сопровождающего их "светового загрязнения" и смога. Именно поэтому пустыня Атакама является местом сосредоточения большинства самых мощных астрономических инструментов. И недавно на вершине одной из гор этой пустыни были начаты первые работы по строительству нового телескопа, Giant Magellan Telescope (GMT), который по завершению станет самым большим и самым мощным оптическим телескопом в мире, и который будет делать в 10 раз более качественные снимки, нежели космический телескоп Hubble.

Первые этапы строительства включают в себя сооружение дорог, других объектов сопутствующей инфраструктуры и подвод энергии от ближайших источников или сетей.



В конструкции телескопа GMT будет использоваться [семь гигантских зеркал](#), которые создадут нечто вроде линзы, диаметром в 26 метров. Для сравнения, у нынешнего самого большого телескопа подобного типа, телескопа Great Canary Telescope, располагающегося в Испании, размер апертуры составляет около 10 метров, а пресловутый космический телескоп Hubble имеет зеркало, диаметром всего в 2.4 метра.

Такое огромное зеркало телескопа GMT позволит сфокусировать свет, поступающий от очень далеких звезд и других космических объектов. А высокое качество получаемых изображений и использование дополнительных инструментов позволят ученым вычислить расстояние до этих объектов с достаточно высокой точностью.

Главным моментом высокого качества работы будущего телескопа является система адаптивной оптики, которая позволит компенсировать все искажения, вносимые атмосферой Земли. Известно, что земная атмосфера полна областей с различной плотностью воздуха и температурой, которые действуют, как большие линзы, искажая проходящий сквозь них свет. Система адаптивной оптики при помощи лучей лазеров будет постоянно производить измерения уровня этих искажений и в режиме реального времени вносить поправки в снимки, делаемые камерой телескопа GMT.



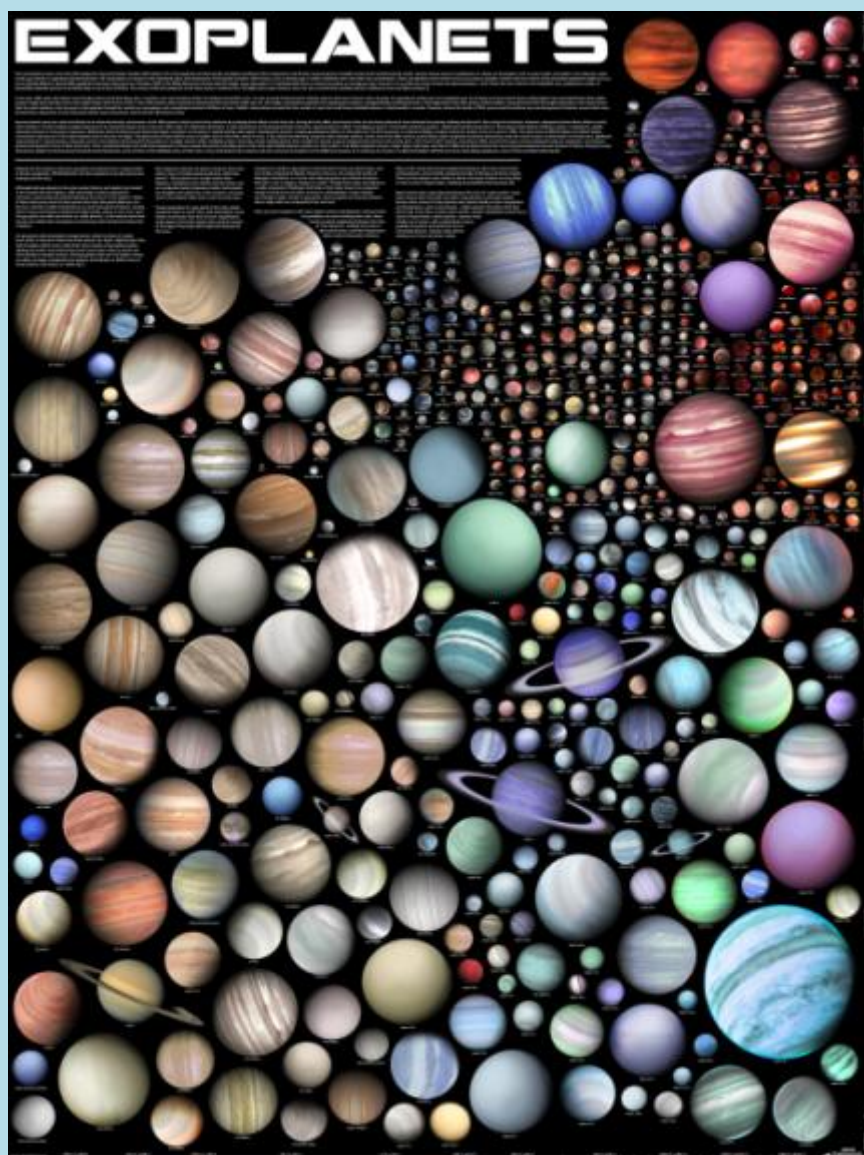
Но телескопу Giant Magellan Telescope не суждено будет долго носить венок первенства как самому большому и мощному оптическому телескопу. Приблизительно спустя год после начала работы телескопа GMT начнет работу еще один новый телескоп - Thirty Meter Telescope, диаметр зеркала которого будет равен 30 метрам, а еще через некоторое время вступит в строй европейский телескоп European Extremely Large Telescope (EELT), получивший свое название благодаря его 40-метровому зеркалу.

Тем не менее, телескоп GMT будет использоваться для поисков ответов на некоторые из самых интригующих вопросов астрономии и астрофизики. Его возможности позволят производить анализ состава атмосфер достаточно удаленных экзопланет, он сможет пролить свет на процессы формирования самых первых галактик во Вселенной, пролить свет на природу темной материи и дать некоторые подсказки относительно дальнейшей судьбы Вселенной.

[Первоисточник](#)

Экзопланеты

500 экзопланет на одном рисунке



Планеты, обнаруженные в 2015 году. На изображении они расположены в соответствии с их температурой и плотностью.

Полный размер: http://orig00.deviantart.net/505e/f/2015/294/8/e/exoplanets_by_jaysimons-d9dv6th.jpg

Итоги первого года расширенной миссии «Кеплера» K2

Владислава Ананьева

26.11.2015

[http://stp.cosmos.ru/index.php?id=1137&tx_ttnews\[tt_news\]=7542&cHash=e8dac9a95edf42cc369f7719f7017252](http://stp.cosmos.ru/index.php?id=1137&tx_ttnews[tt_news]=7542&cHash=e8dac9a95edf42cc369f7719f7017252)



За первые четыре наблюдательные кампании (с нулевой по третью) «Кеплер» измерил кривые блеска 59 174 звезд. Обнаружено 234 транзитных кандидата у 208 звезд. 26 кандидатов с радиусами от 1 до 4 радиусов Земли вращаются вокруг звезд ярче +12 звездной величины.

После выхода из строя в мае 2013 года второго маховика системы ориентации космический телескоп им. Кеплера больше не мог поддерживать свою ориентацию в пространстве с требуемой точностью. Наблюдения Поля Кеплера, которые телескоп почти непрерывно вел в течение четырех лет, пришлось прекратить. Однако в остальном космический аппарат оставался полностью работоспособным. В 2014 году инженеры миссии придумали, как использовать «Кеплер», имея в своем распоряжении только два исправных маховика. Теперь телескоп в течение 80-83 суток наблюдает определенную область неба вблизи эклиптики (этот период называется наблюдательной кампанией), а потом переходит к следующей области. Пока космический аппарат ориентирован параллельно солнечным лучам, дрейф его поля зрения минимален, а тот, что есть, можно устранить математической обработкой данных. В результате точность фотометрии при наблюдениях сравнительно ярких звезд упала не сильно (примерно в полтора раза), и «Кеплер» остался мощнейшим современным инструментом по поиску экзопланет транзитным методом.

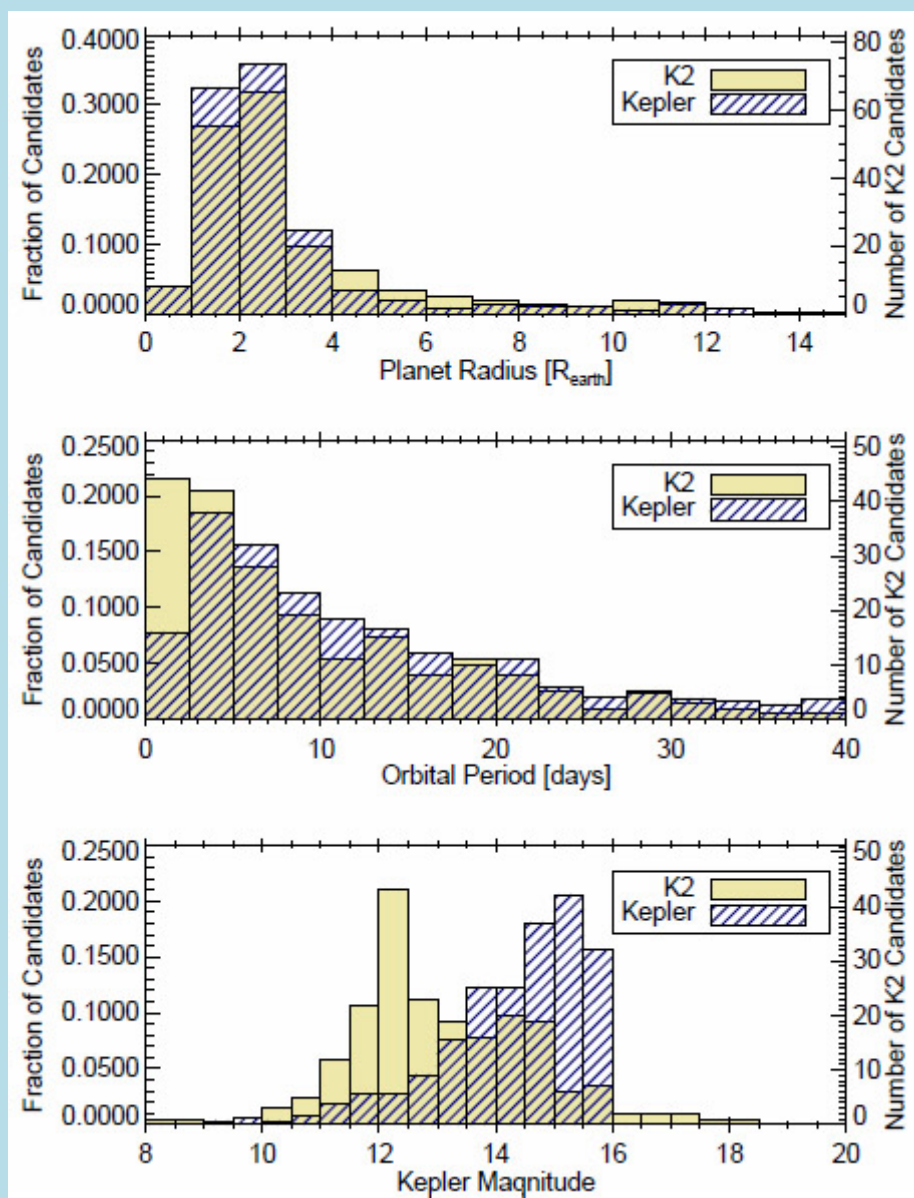
Нулевая наблюдательная кампания началась 8 марта и закончилась 27 мая 2014 года, продлившись 80 земных суток. Она была больше тестовой, чем научной, к тому же фотометрия многих слабых звезд оказалась загрязнена светом Юпитера, который как раз в это время проходил по наблюдаемой площадке. Кроме того, нулевая наблюдательная площадка лежала в плоскости Млечного пути, что привело к высокой плотности слабых звезд и (из-за обилия далеких затменно-переменных двойных) к высокой доле ложных открытий. Расположение наблюдательных площадок и расписание наблюдательных кампаний можно посмотреть здесь:

<http://keplerscience.arc.nasa.gov/k2-fields.html>

Первая наблюдательная кампания продлилась с 30 мая по 21 августа 2014 года, вторая – с 23 августа по 13 ноября 2014 года, третья – с 14 ноября 2014 года по 3 февраля 2015 года. Через 3-4 месяца после окончания каждой кампании полученные фотометрические данные выкладывались в открытый доступ. В настоящее время «Кеплер» ведет наблюдения седьмой наблюдательной площадки, которые продлятся до 26 декабря 2015 года.

24 ноября в Архиве электронных препринтов была опубликована статья, в которой подводились итоги первых четырех наблюдательных кампаний (с нулевой по третью). За указанный период «Кеплер» получил фотометрию 59 174 звезд. Проведя тщательный анализ, авторы статьи обнаружили 234 транзитных кандидата у 208 звезд. Отбирались кандидаты с глубиной транзита не более 5% и орбитальным периодом не более 40 суток. Полученные результаты авторы сравнили с данными основной миссии Кеплера.

Как и ожидалось, распределения транзитных кандидатов по радиусам и орбитальным периодам в миссии К2 примерно повторяют аналогичные распределения, полученные во время основной миссии. Количество транзитных кандидатов резко возрастает с уменьшением их размеров, однако в рамках К2 было обнаружено несколько больше крупных планет (относительно их общего количества) из-за уменьшения точности фотометрических замеров. Распределения кандидатов по орбитальным периодам также очень близки за исключением самых короткопериодических планет ($P < 2.5$ земных суток). В отличие от основной миссии, в рамках К2 было обнаружено много короткопериодических кандидатов. Возможно, это вызвано несовершенством автоматического алгоритма обработки кривых блеска звезд во время основной миссии – как показали авторы статьи, этот алгоритм становится менее эффективным для транзитных кандидатов с орбитальными периодами короче 2 суток.



Гистограммы распределения транзитных кандидатов «Кеплера», обнаруженных за первые 4 месяца наблюдений в рамках основной миссии (показаны штриховкой), и в рамках миссии K2 (показаны желтым цветом). Верхняя гистограмма показывает распределение транзитных кандидатов по радиусам, средняя – по орбитальным периодам. Нижняя гистограмма показывает распределение целевых звезд по видимым звездным величинам.

26 кандидатов с радиусами от 1 до 4 радиусов Земли вращаются вокруг звезд ярче +12 звездной величины, их массы можно будет измерить методом измерения лучевых скоростей родительских звезд. 10 кандидатов с радиусами от 1.6 до 4 радиусов Земли (т.е., скорее всего, окруженных протяженной атмосферой) и глубиной транзита больше 0.1% вращаются вокруг звезд ярче +10 звездной величины в спектральной полосе К. Эти кандидаты станут отличной целью для будущих исследований свойств атмосфер методами трансмиссионной спектроскопии.

Многие транзитные кандидаты, представленные авторами статьи, уже были найдены независимыми научными группами, что подтверждает надежность полученных данных.

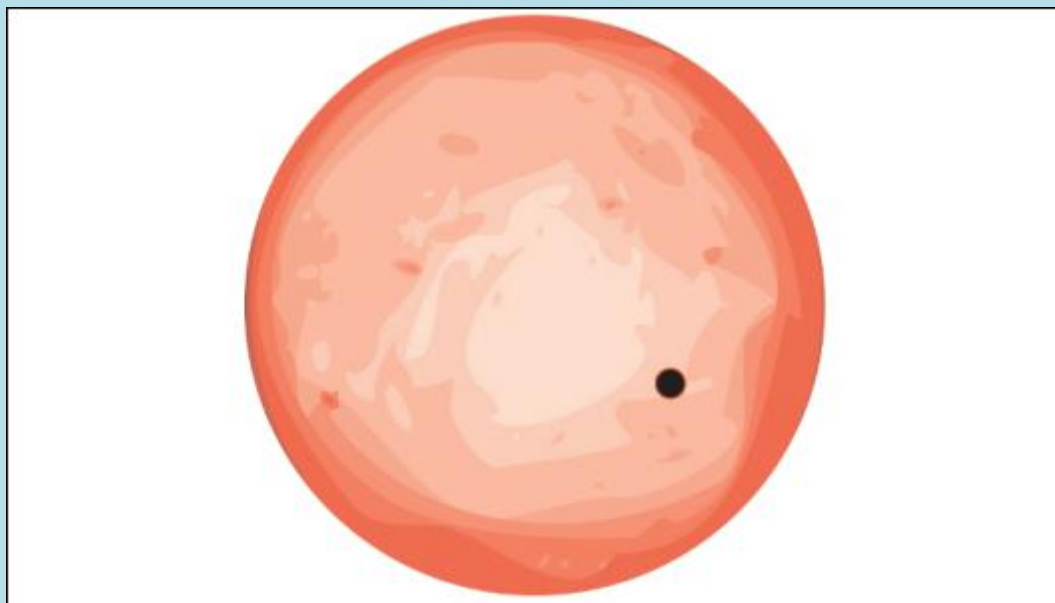
Источник: <http://arxiv.org/pdf/1511.07820.pdf>

Неподалёку от Земли обнаружена планета, похожая на Венеру

[Маргарита Паймакова](#)

12.11.2015

<http://www.vesti.ru/doc.html?id=2685913&cid=2161>



Иллюстрация, показывающая транзит планеты GJ 1132b по лику своей звезды GJ 1132 (иллюстрация Zach Berta-Thompson).



Группа астрофизиков, работающая под руководством специалистов из Массачусетского технологического института, [открыла новую планету – GJ 1132b](#). Этот небольшой скалистый мир находится на орбите небольшой звезды, находящейся всего в 39 световых годах от Земли, что делает её ближайшей из обнаруженных экзопланет размером с Землю.

Новый мир находится достаточно близко к Земле, так что учёные в скором времени надеются выявить гораздо больше её характеристик, в частности состав её атмосферы, структуру погодных условий и даже цвет её закатов.

"Если окажется, что эта довольно жаркая планета окружена атмосферой на протяжении миллиардов лет, то она будет достаточно интересной для долгосрочного изучения прохладных планет, которые могли бы поддерживать жизнь, – комментирует Закори Берта-Томпсон ([Zachory Berta-Thompson](#)), аспирант Института астрофизики и космических исследований при Массачусетском технологическом институте. – Наши телескопы способны детально изучить эту экзопланету".

Берта-Томпсон и его коллеги обнаружили планету с помощью телескопов обсерватории [MEarth-South](#) при Гарвардском университете. Обсерватория представляет собой массив из восьми 40-сантиметровых автоматических телескопов, базирующихся в чилийских горах. Массив наблюдает за так называемыми [красными карликами](#) спектрального класса M, разбросанными по всему ночному небу.

Астрономы установили, что эти виды звёзд [часто содержат на своей орбите планеты](#), хоть и [вряд ли пригодные для жизни](#). Однако до этого случая учёным не удавалось обнаружить экзопланеты размером с Землю, находящиеся достаточно близко от Земли и подходящие для детального изучения.

С начала 2014 года массив телескопов собирает данные почти каждую ночь, каждые 25 минут отслеживая явные провалы в свечении звёзд на ночном небе (они могут указывать на планету, проходящую по лику своего светила).

10 мая 2015 года один из телескопов обнаружил слабый провал в яркости звезды GJ 1132, находящейся на расстоянии в 39 световых лет от Земли.

"Размеры нашей Галактики — около 100 тысяч световых лет в поперечнике, — говорит Берта-Томпсон. — Так что, безусловно, это очень близкое соседство".

Роботизированный телескоп сразу же начал наблюдения за GJ 1132 с 45-секундным интервалом, чтобы подтвердить измерения. Провал был очень небольшим, всего 0,3% от светимости звезды. Исследователи позже направили и другие телескопы в Чили на это светило и обнаружили, что действительно эти провалы в яркости, происходящие каждые 1,6 дня, сигнализируют о планете, регулярно проходящей перед звездой.

Основываясь на знаниях о радиусе светила, учёные вычислили, что планета GJ 1132b примерно в 1,2 раза больше Земли. Так как планета своими гравитационными силами заставляет светило колебаться из стороны в сторону, измерив движения звезды, астрофизики смогли оценить массу планеты (она примерно на 60% больше земной). Зная размер и массу, учёные определили плотность чужого мира: они считают, что далёкая планета скалистая, как и Земля.

Рассчитав размер и близость к родительской звезде, группа исследователей также определила среднюю температуру планеты — около 260 градусов по Цельсию. GJ 1132b, по всей видимости, приливно заблокирована (то есть повёрнута к своему светилу одной стороной и имеет постоянную ночную и дневную стороны, как Луна по отношению к Земле).

Из-за таких высоких температур на GJ 1132b, скорее всего, не может сохраняться вода в жидкой форме, что делает её непригодной для привычных человеку форм жизни. Тем не менее учёные считают, что планета всё же достаточно "прохладна", чтобы обладать значительной атмосферой.

"Температура поверхности планеты — примерно как в раскалённой печи, — объясняет Берта-Томпсон. — Она слишком горячая, чтобы быть пригодной для жизни, потому что жидкая вода не сохранится на поверхности. При этом она намного холоднее, чем другие скалистые планеты, известные нам: температуры их поверхности могут достигать тысячи градусов, а это слишком много, чтобы удерживать любого рода атмосферу".

В дальнейшем Берта-Томпсон надеется использовать космический телескоп Джеймс Уэбб ([JWST](#)), который начнёт работу в 2018 году, чтобы определить цвет и химический состав атмосферы планеты, а также составить карту её ветров.

Возможно, GJ 1132b станет первой детально описанной планетой в следующем десятилетии.

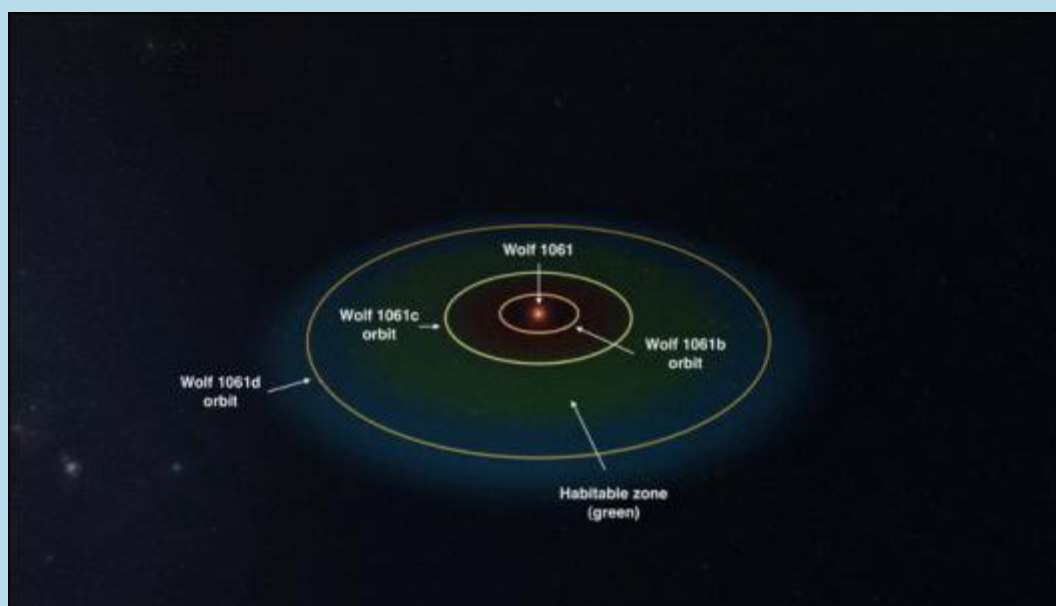
Научная статья международной группы исследователей [была опубликована](#) журналом Nature.

Неподалёку от Земли обнаружена потенциально обитаемая планета

[Маргарита Паймакова](#)

17.12.2015

<http://www.vesti.ru/doc.html?id=2699474>



Моделирование орбитальной конфигурации системы Wolf 1016. Родительская звезда – неактивный красный карлик, меньше и холоднее нашего Солнца. Обитаемая зона вокруг звезды отмечена зелёным цветом (иллюстрация с сайта universesandbox.com).



Астрономы из Университета Нового Южного Уэльса в Австралии [обнаружили](#) ближайшую потенциально обитаемую планету, находящуюся вне Солнечной системы и удалённую от Земли всего на 14 световых лет.

Планета, превышающая Землю по массе более чем в 4 раза, является одной из трёх планет, обращающихся вокруг [красного карлика](#) под названием [Wolf 1016](#).

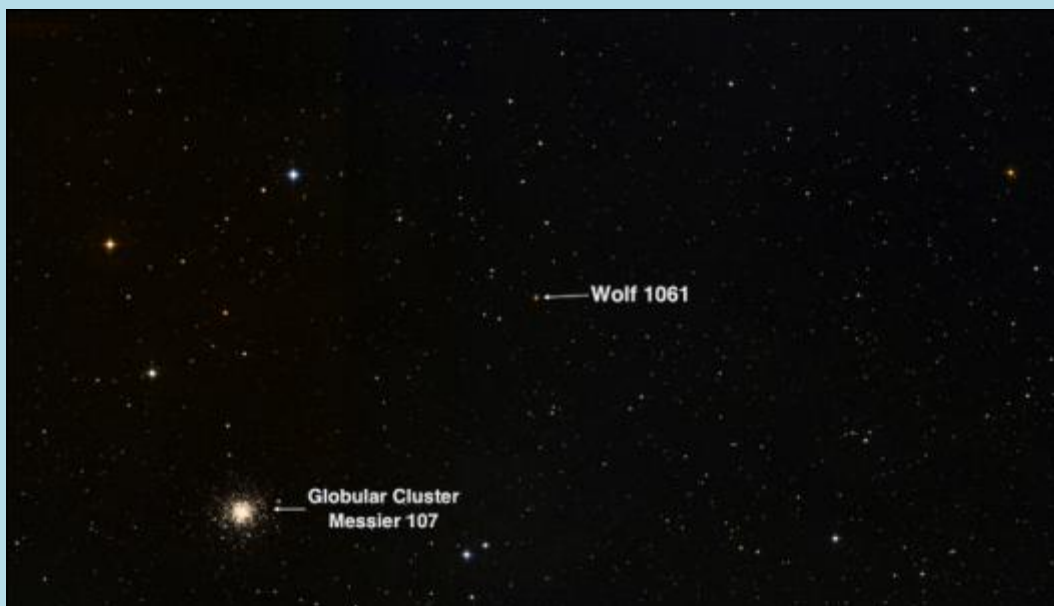
"Это крайне захватывающая находка: у всех трёх планет масса достаточно мала, что даёт основание полагать, что они скалистого типа и обладают твёрдой поверхностью, – комментирует ведущий автор исследования доктор Дункан Райт ([Duncan Wright](#)). – Средняя планета, Wolf 1061c, расположилась в так называемой [обитаемой зоне](#), то есть на ней могут быть условия, пригодные для сохранения воды в жидкой форме, а возможно, даже для жизни. Интересно то, что родительская звезда этой планеты очень близка к нам, мы почти соседи, то есть, вероятно, мы сможем [наблюдать развитие обитаемости на этой планете](#)".

Несмотря на то, что уже было обнаружено несколько планет, орбита родительских звёзд которых ещё ближе к Солнечной системе, другие найденные миры считаются непригодными для наблюдений.

Три открытые австралийскими учёными планеты вращаются вокруг небольшой, относительно прохладной и стабильной звезды, совершая полный оборот каждые 5, 18 и 67 земных дней. Массы их примерно в 1,4, 4,3 и 5,2 раза больше, чем у Земли, соответственно. Планета, находящаяся у границы обитаемой зоны, скорее всего, тоже будет скалистой, но на ней, вероятно, недостаточно тепла. В то же время самая

ближайшая к звезде планета всё-таки слишком приближена к своему светилу, чтобы быть пригодной для жизни.

Команда сделала открытие миров, наблюдая за звёздной системой с помощью спектрографа [HARPS](#) на 3,6-метровом телескопе Европейской южной обсерватории в Ласилья, Чили.



Небесная область в созвездии Змееносца рядом с красным карликом Wolf 1016, включающая впечатляющее скопление Messier 104
(иллюстрация UNSW/The "Aladin sky atlas"/CDS, Strasbourg Observatory, France).

"Наша команда разработала новый метод, который улучшает анализ данных этого точного инструмента, так что нам удалось изучить больше, чем нашим предшественникам, наблюдавшим за системой около десяти лет, – объясняет профессор Крис Тинни ([Chris Tinney](#)). – Эти три планеты дополнили ещё скромные, но расширяющиеся ряды потенциально обитаемых скалистых миров на орбите ближайших звёзд, которые холоднее нашего Солнца".

Учёные считают, что близость планеты делает возможным наблюдение её прохода по лику родительской звезды, что позволит определить состав её атмосферы. Это, в свою очередь, поможет выявить её пригодность для жизни.

Научная статья группы Тинни была опубликована в издании *Astrophysical Journal Letters* (также статья [выложена в открытом доступе](#) на сайте университета).

Внеземные базы

Зачем зарывать в грунт лунную базу

Питер Рэй Эллисон *BBC Future*

28.12.2015

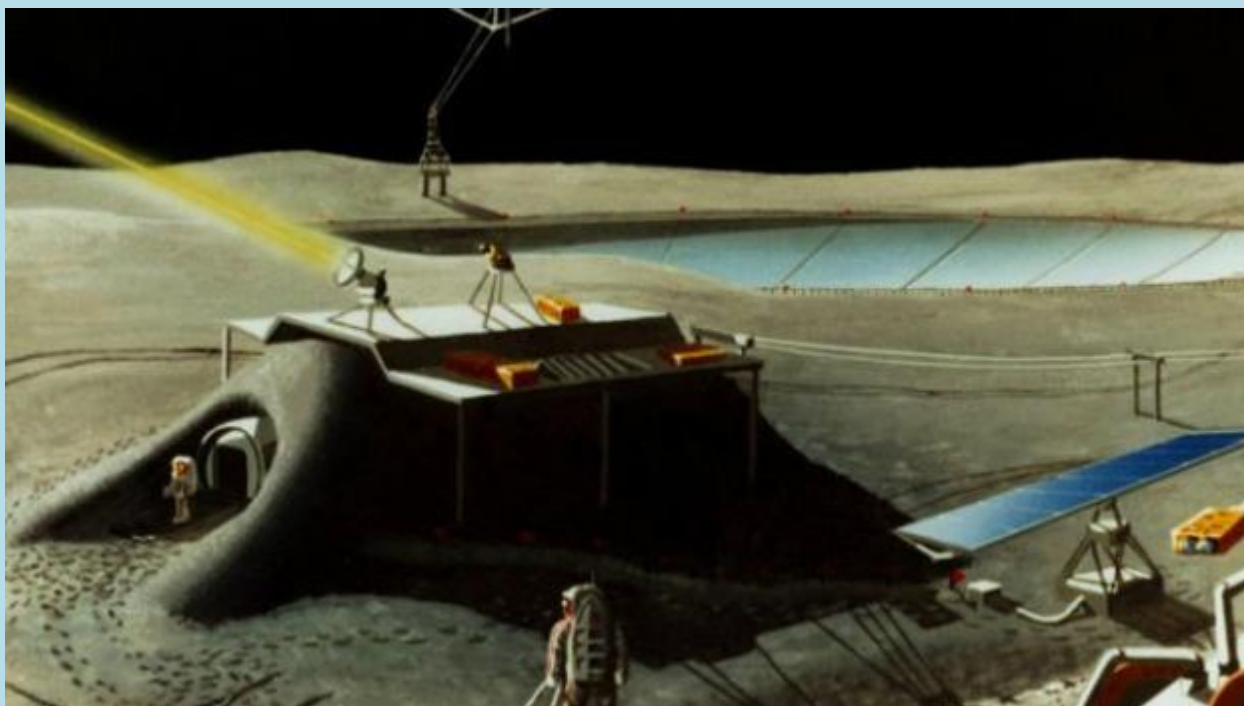


Image copyright SPL Image caption Возможно, так будет выглядеть база на Луне. Или, по крайней мере, вход в нее

Самые лютые земные морозы не идут ни в какое сравнение с ледяным дыханием долгой космической ночи на поверхности Луны. Как построить лунную базу, способную выдерживать такие холода? В вопросе решил разобраться корреспондент [BBC Future](#).

Десятилетиями мысль о колонизации Луны не давала покоя ученым и писателям-фантастам. Кинематограф предлагал нам самые разнообразные концепции лунных поселений – от раскинувшейся на километры Базы Альфа из британского сериала "Космос: 1999" до компактного горнодобывающего комплекса, показанного в "Луне 2012".

Создание лунного поселения считается следующим логическим шагом в освоении космического пространства.

Луна – ближайшее к нам небесное тело, находящееся на расстоянии всего в 383 000 км. Соответственно, задача доставки грузов на лунную базу вполне решаема.

Особую привлекательность идее колонизации Луны придает наличие в ее поверхностном слое сравнительно больших запасов изотопа гелий-3 – идеального топлива для термоядерных реакторов.

Технические аспекты создания лунного поселения рассматриваются сейчас в рамках ряда космических программ. Так, Китай проявляет интерес к строительству на обратной стороне Луны.

А в октябре 2015 г. было объявлено, что Европейское космическое агентство (ЕКА) и российский "Роскосмос" планируют серию экспедиций к нашему естественному спутнику, чтобы исследовать возможности создания там постоянной базы.

Однако на этом пути существует ряд серьезных препятствий. Луна совершает полный оборот вокруг Земли примерно за 28 земных суток, то есть каждая лунная ночь длится 354 часа (свыше 14 земных суток).

Неосвещенная сторона Луны значительно охлаждается: на экваторе перепад температур составляет от +116°C днем до -173°C ночью.



Image copyright SPL Image caption Представления фантастов о том, как будет выглядеть лунная база, могут оказаться весьма далекими от реальности

Чтобы сократить продолжительность лунной ночи, можно разместить станцию на северном или южном полюсе.

"У такого расположения есть немало плюсов, но помимо длины светового дня следует принимать во внимание и другие факторы", - говорит Эдмонд Троллоп, инженер по эксплуатации космических кораблей в компании Telespazio VEGA Deutschland.

Как и на Земле, температура в полярных областях Луны, как правило, ниже, чем в экваториальных.

На лунных полюсах Солнце никогда не поднимается высоко над горизонтом, а это означает, что панели солнечных батарей, обеспечивающих поселение энергией, придется располагать вертикально, в виде стены, что технически более сложно.

Кроме того, само полярное поселение необходимо будет строить вертикально, в несколько этажей, чтобы собирать и сохранять как можно больше энергии - в отличие от плоской экваториальной базы, которую можно распределить по большой площади.

"Проблема перепада температур вполне решаема, если изначально выбрать правильное место для строительства", - считает Фолькер Майвальд, научный сотрудник Германского центра авиации и космонавтики DLR.

Из-за значительной разницы в дневных и ночных температурах будущая лунная база должна не только обладать надежной термоизоляцией, но и выдерживать термические напряжения, которые приводят то к расширению, то к сжатию элементов конструкции.

Теплозащита

Самые первые автоматические лунные станции, в том числе советские аппараты серии "Луна", были рассчитаны на полезную работу в течение всего лишь одного лунного дня (двух земных недель).

Посадочные модули, использовавшиеся в рамках программы НАСА Surveyor, можно было перезапустить и после однократной "ночевки", однако, как правило, бортовое оборудование оказывалось настолько поврежденным холодом, что никакой полезной информации от аппарата получить уже не удавалось.

Луноходы, которые Советский Союз запускал в конце 1960-х и в 1970-х гг., были снабжены радиоактивными нагревательными элементами, увеличивавшими продолжительность эксплуатации чуть ли не до 11 земных месяцев.

"На ночь" луноходы переходили в спящий режим, вновь пробуждаясь, как только появлялась возможность эффективно использовать солнечные батареи.

Один из возможных способов борьбы с перепадами температуры – зарыть базу в реголит. Этот рыхлый поверхностный слой лунного грунта обладает низкой теплопроводностью и хорошо защищает от солнечной радиации.

Реголит, таким образом, - неплохой теплоизоляционный материал, и если погрузить поселение достаточно глубоко, потеря тепла и температурные нагрузки на элементы конструкции станут приемлемыми - особенно учитывая то, что на Луне нет атмосферы, способствующей теплообмену.

Однако, хотя идея создания "подлунной" базы и рассматривается в теории, на практике ее строительство весьма затруднительно.

"Мне пока еще не попадались проекты, предлагающие готовое решение данного вопроса, - говорит Фолькер. – Предполагаю, что для этого потребуются роботы-строители с дистанционным управлением".

Зарыть или присыпать?

Одним из возможных методов заглубления лунной базы является использование посадочных аппаратов, пробивающих грунт при столкновении с поверхностью Луны.

Подобные устройства проникающего типа (правда, миниатюрные) уже рассматривались в рамках проектов нескольких лунных экспедиций, включая японскую Lunar-A и британскую MoonLite (реализация последней отложена, но идея использовать пенетраторы оказалась настолько заманчивой, что ЕКА рассматривает ее использование для взятия проб грунта с других планет и их спутников).

Преимущество данной концепции состоит в том, что лунную базу можно зарыть в грунт непосредственно при прилунении, и она уже будет в какой-то степени защищена от перепада температур до тех пор, пока ей в дальнейшем не обеспечат необходимую дополнительную термозащиту.

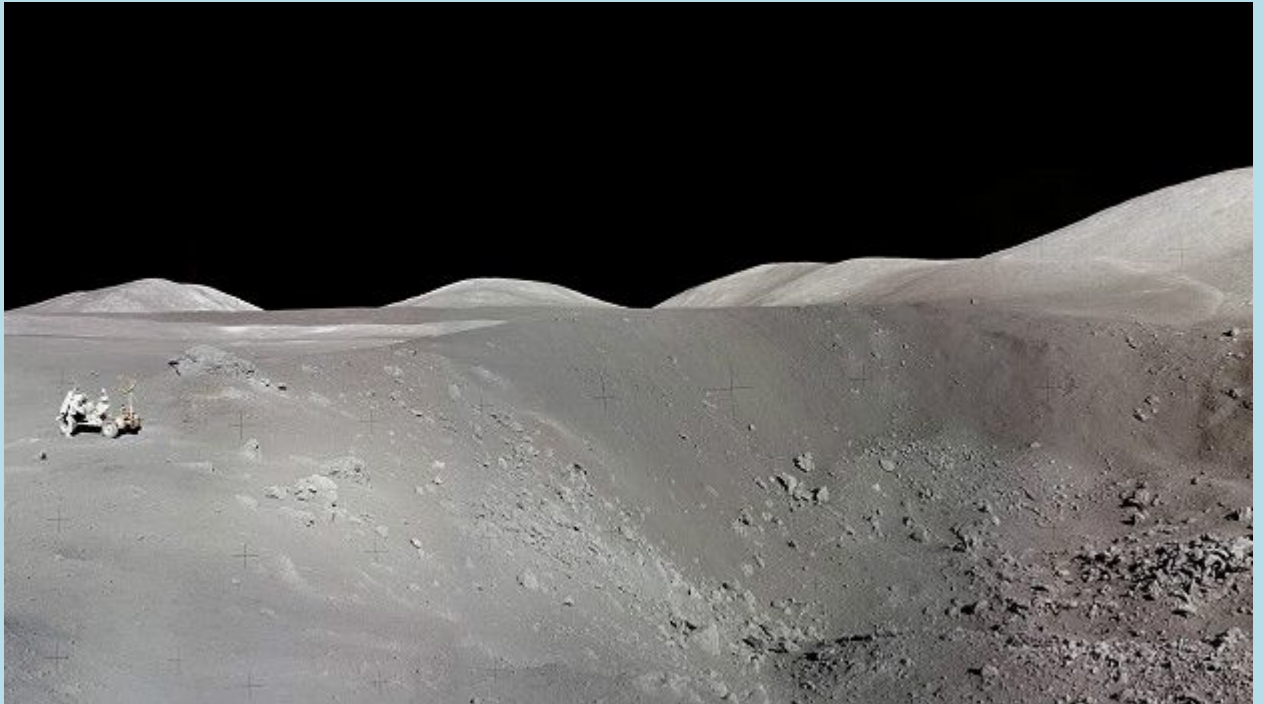


Image copyright SPL Image caption Чтобы обеспечить теплоизоляцию лунного поселения, можно было бы использовать реголит

С другой стороны, существующие предложения проникающего прилунения не предусматривают возможности использования солнечных батарей, мощность которых будет достаточна для функционирования лунной базы.

Необходимо также решить проблему высоких перегрузок при ударе о лунную поверхность; кроме того, для успеха экспедиции потребуются очень высокая точность наведения спускаемого аппарата на заданную точку посадки.

"Найти компромисс между силой столкновения с поверхностью, потребным для заглублиения базы, и обеспечением впоследствии необходимой функциональности конструкции, будет весьма непросто", - отмечает Троллоп.

Существует и альтернативное решение - накрыть колонию сверху слоем реголита при помощи специальной техники, например, гидравлических экскаваторов. Однако в этом случае строительные работы необходимо будет завершить в весьма сжатые сроки.

Вместо реголита можно накрыть базу многослойным теплоизоляционным материалом - наподобие блестящей "фольги", широко применяемой при конструировании космических аппаратов.

Преимущество теплоизоляционного "одеяла" заключается в возможности использования солнечных батарей для сбора и консервации энергии в течение двухнедельного лунного дня.

Однако если их окажется недостаточно для полноценного функционирования базы ночью, придется рассмотреть альтернативные методы генерации электрической энергии.

Можно, например, использовать термоэлектродгенераторы, напрямую преобразующие тепловую энергию в электрическую - хотя их КПД не очень велик, их проще обслуживать ввиду отсутствия подвижных деталей.

Возможно применение радиоизотопных термоэлектрических генераторов, которые отличаются высокой эффективностью и работают на компактном источнике топлива. Правда, в этом случае базу пришлось бы дополнительно защищать от радиации.

Доставка на Луну генератора в комплекте с радиоактивным изотопом - также непростая задача: необходимо будет обеспечить безопасность запуска груза с Земли, а также учесть политические риски, связанные с последующим снабжением генератора топливом.

Вышеперечисленные проблемы придется решать и в случае применения термоядерных реакторов (которые для начала необходимо создать).

В качестве альтернативного источника электроэнергии можно использовать аккумуляторы (например, литиево-ионные) – при условии, что база будет получать достаточно солнечной энергии в дневное время для функционирования ночью.

Предлагается также вариант беспроводной передачи электроэнергии (при помощи микроволн или лазерного луча) с орбитального аппарата.

Данная концепция изучалась около 10 лет назад. Исследователи пришли к выводу, что для крупной лунной базы, потребляющей сотни киловатт электроэнергии, будет необходим лазер мощностью 50 кВт с антенной-выпрямителем диаметром в 400 м, а на спутнике придется установить солнечные батареи общей площадью в 5000 кв. м.

Для сравнения: площадь солнечных батарей, развернутых на Международной космической станции, слегка превышает 3300 кв. м.

В общем, трудности, с которыми придется столкнуться при строительстве лунной базы, способной выдерживать низкие ночные температуры, являются серьезными, но преодолимыми.

При наличии достаточной теплозащиты и надежного источника электроэнергии человечество может создать обитаемую лунную базу в течение ближайших 20 лет.

А затем придет черед и других небесных тел.

Прочитать [оригинал этой статьи](#) на английском языке можно на сайте [BBC Future](#).

Термоядерный синтез

Произведены первые запуски нового термоядерного реактора Wendelstein 7-X

14.12.2015

<http://www.dailytechinfo.org/energy/7643-proizvedeny-pervye-zapuski-novogo-termoyadernogo-reaktora-wendelstein-7-x.html>



Недавно были произведены первые запуски нового [термоядерного реактора Wendelstein 7-X Stellarator](#), в ходе которых гелиевая плазма внутри камеры реактора была разогрета до температуры порядка одного миллиона градусов по шкале Цельсия. Этот реактор, построенный специалистами Института физики плазмы Макса Планка (Max Planck Institute for Plasma Physics, IPP), является самым большим и самым совершенным реактором типа стелларатор. На разработку его конструкции ушло около десятилетия, а сам процесс изготовления и сборки, на которые было затрачено около миллиона человеко-часов, производился в течение девяти лет. Дальнейшая работа этого реактора будет служить в качестве доказательства тому, что стелларатор-реакторы в будущем могут выступать в качестве практически неисчерпаемых источников экологически чистой энергии.



Напомним нашим читателям, что стелларатор-реакторы отличаются от более традиционных реакторов типа Токмак особой конфигурацией магнитной системы, способной формировать неоднородное магнитное поле в форме неоднократно закрученной ленты Мебиуса. Под воздействием такого магнитного поля в камере реактора создаются условия, при которых высокотемпературная плазма будет находиться в более стабильном состоянии. А это, в свою очередь, обеспечивает больший контроль за инициацией и ходом управляемой реакции термоядерного синтеза.

Дальнейшими шагами, которые намерены сделать исследователи из института IPP, станут увеличение длительности удержания шнура высокотемпературной камеры в ловушке магнитного поля. После этого будут опробованы новые методы получения и

нагрева гелиевой плазмы при помощи мощных потоков микроволнового излучения. Ближе к новому году физики должны подойти вплотную к моменту получения в реакторе первой порции высокотемпературной водородной плазмы, которая будет нагреваться уже до температуры в 100 миллионов градусов по шкале Цельсия. И при такой температуре в шнуре плазмы уже начнут идти реакции термоядерного синтеза, которые могут сдвинуть энергетический баланс процесса в положительную область.

[Первоисточник](#)

Новые подробности о стеллараторе Wendelstein 7-X

16.12.2015

<http://www.nanonewsnet.ru/articles/2015/novye-podrobnosti-o-stellaratore-wendelstein-7-x>



Стелларатор Wendelstein 7-X Фото: MPI for Plasma Physics.

В Германии 10 декабря 2015 года успешно запущен термоядерный реактор Wendelstein 7-X, в котором удержание плазмы происходит по принципу стелларатора. На проект стоимостью более миллиарда евро немцы возлагают большие надежды. Как и физики, которые связывают будущее энергетики с управляемым термоядерным синтезом.

Рост населения Земли, исчерпание природных ресурсов и загрязнение окружающей среды — все это приводит к необходимости использовать альтернативные источники энергии. Управляемый термоядерный синтез в этом случае представляется святым Граалем энергетики, поскольку топливом для него является тяжелая вода, содержащая изотоп водорода — дейтерий, и тритий.

При использовании дейтерия, содержащегося в бутылке воды, выделится столько же энергии, сколько при сжигании бочки бензина: калорийность термоядерного топлива в миллион раз выше любого из современных неядерных источников энергии. При этом окружающей среде будет нанесен минимальный вред, а топливо для термоядерной электростанции доступно всем без исключения странам.

В термоядерных реакторах происходят реакции синтеза тяжелых элементов из легких (образования гелия в результате слияния дейтерия и трития), в отличие от обычных (ядерных) реакторов, где инициируются процессы распада тяжелых ядер на более легкие. Сегодня в мире существуют два перспективных проекта термоядерных реакторов: токамак (тороидальная камера с магнитными катушками) и стелларатор. В обеих установках плазма удерживается магнитным полем, но в токамаке она имеет форму тороидального шнура, по которому пропускается электрический ток, а в стеллараторе магнитное поле наводится внешними катушками. Последнее является главным отличием стелларатора от токамака и обуславливает сложную конфигурацию в нем магнитного поля.

В стеллараторе магнитные поверхности, удерживающие плазму в состоянии равновесия, создаются сложной системой внешних проводников на вакуумной камере (внутри которой и находится топливо), из-за чего конечная форма плазменного шнура так далека от идеальной тороидальной формы. Между тем в токамаке удержание плазмы происходит благодаря магнитному полю от вихревого электрического поля. Это означает, что токамак может работать (без вспомогательных устройств) исключительно в импульсном режиме, тогда как стелларатор способен в течение длительного времени работать в непрерывном (стационарном) режиме.



Рис. 1. Токамак ASDEX. Фото: MPI for Plasma Physics.

Конструкцию стелларатора впервые предложил в 1951 году американский физик Лайман Спитцер. Свое название реактор получил от латинского *stella* — звезда, поскольку внутри реактора температура сравнима с достигаемыми внутри ядра Солнца. Первоначально стелларатор считался популярным кандидатом для термоядерного реактора, однако впоследствии его потеснила концепция токамака, предложенная в 1951 (и рассекреченная в 1956 году) советскими физиками Андреем Сахаровым и Игорем Таммом.

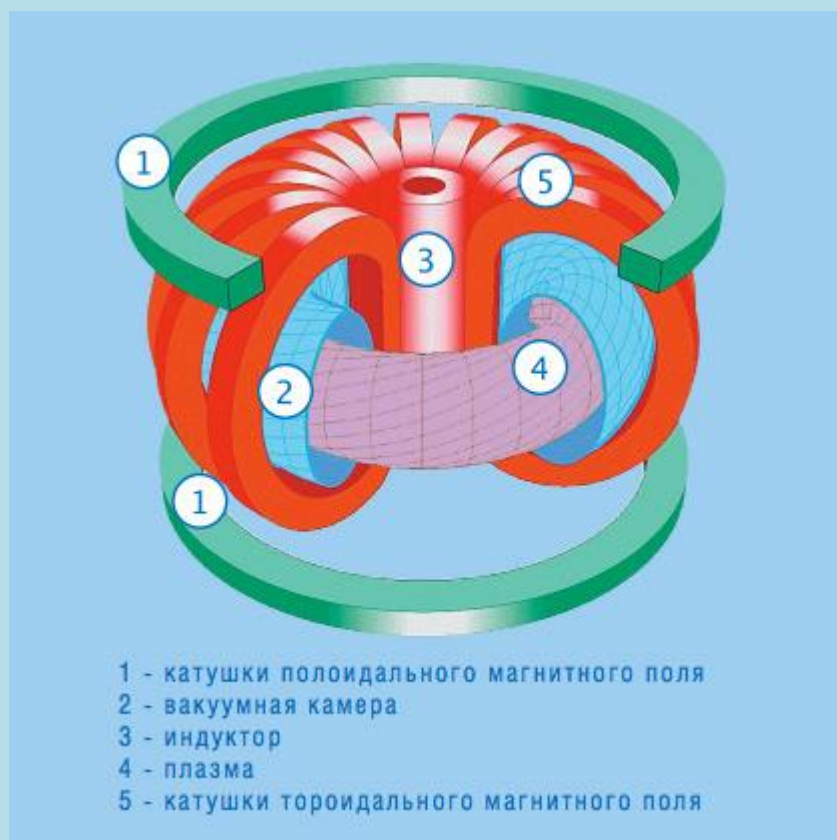


Рис. 2. Классическая схема токамака. Изображение: ИТЭР.

Термоядерный реактор из СССР был проще и дешевле стелларатора. Во многом это связано с необходимостью высокоточных расчетов конфигурации магнитных полей для стелларатора, которые для Wendelstein 7-X были произведены на суперкомпьютере, а также ограниченностью материалов для строительства установки. Споры о том, что лучше — стелларатор или токамак, — не утихают до сих пор, а выяснение того, кто в чем прав, обходится налогоплательщикам в сотни миллионов долларов.

В Германии введен в строй именно стелларатор. Установка Wendelstein 7-X находится в немецком Институте физики плазмы Общества имени Макса Планка в городе Грайфсвальд. Реактор состоит из 50 сверхпроводящих ниобий-титановых катушек около 3,5 метров в высоту и общим весом около 425 тонн, способных создавать магнитное поле индукцией три тесла, удерживающее плазму с температурой 60–130 миллионов градусов Цельсия (это в несколько раз выше, чем температура в центре солнечного ядра). Большой радиус плазмы равен 5,5 метра, малый радиус — 0,53 метра. Объем плазмы может достигать 30 кубических метров, а ее плотность — три на десять в двадцатой степени частиц на кубический метр. Вся конструкция окружена криостатом (прочной теплоизолирующей оболочкой) диаметром 16 метров.

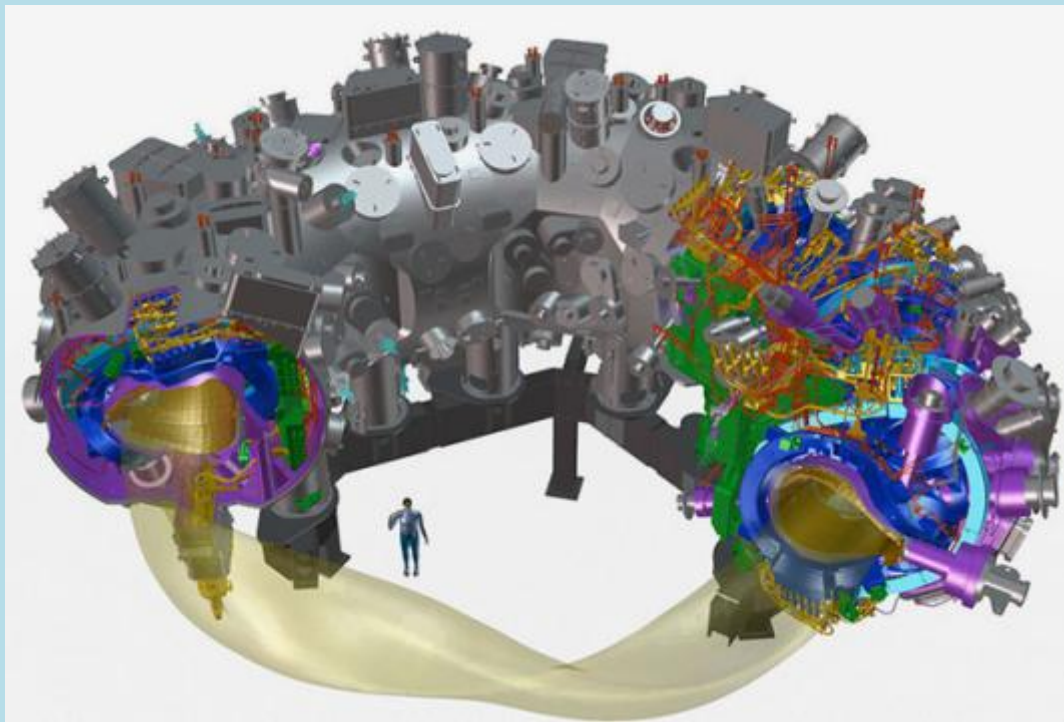


Рис. 3. Модель стелларатора Wendelstein 7-X, тороподобная геометрия магнитного поля и их сравнение с размерами человека. Изображение: MPI for Plasma Physics.

Перечисленные параметры делают Wendelstein 7-X самым мощным стелларатором в мире. Его ближайший конкурент — LHD (Large Helical Device) — расположен в японском городе Токи. В России единственный действующий стелларатор «Л-2М» находится в Институте общей физики Российской академии наук и из-за ограниченного финансирования продолжительное время не подвергается модернизации. Кроме перечисленных, стеллараторные возможности имеются и в других странах, в частности в Австралии и на Украине.

Зеленый свет на возведение Wendelstein 7-X правительство Германии дало в 1993 году, в следующем году в Грайфсвальде был создан филиал Института физики плазмы, куда перешли работать 50 сотрудников головного учреждения из Гархинга. В настоящее время над Wendelstein 7-X работают более 400 человек. Возведение Wendelstein 7-X было тяжелым процессом.

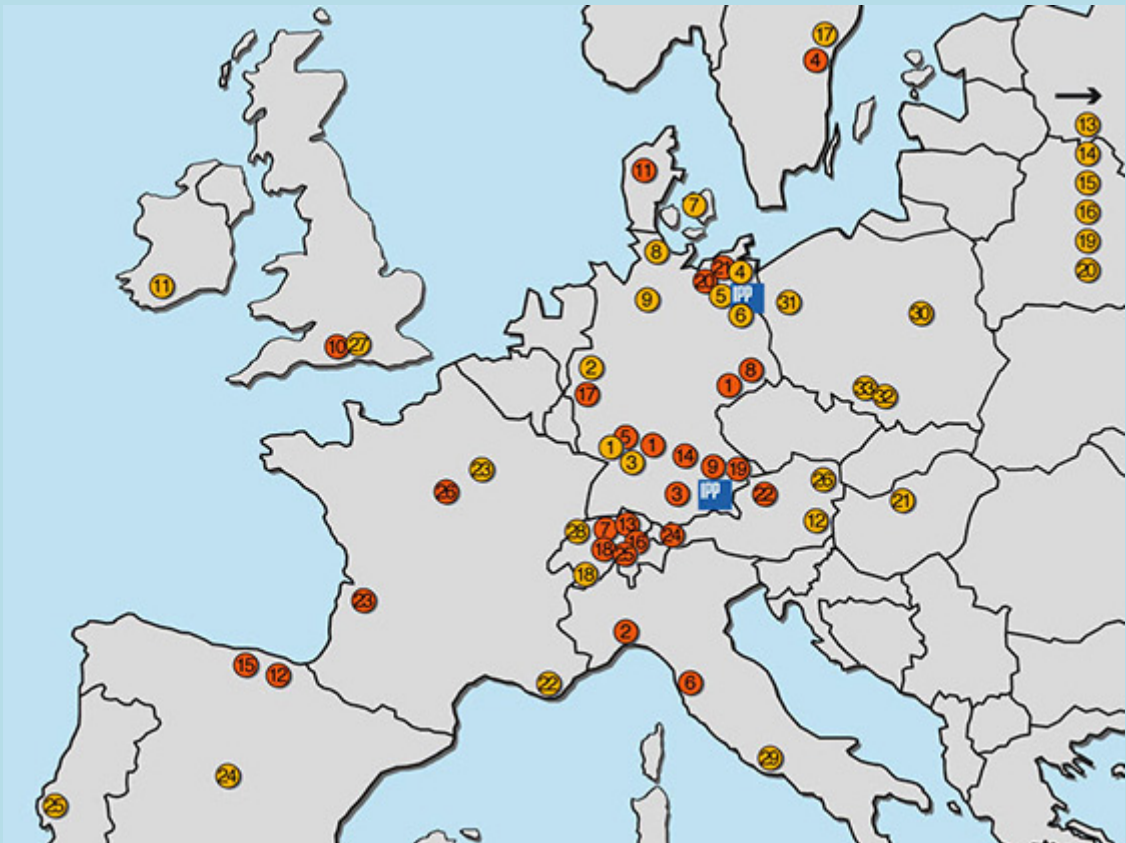


Рис. 4. География участников проекта Wendelstein 7-X (на территории Европы). Изображение: MPI for Plasma Physics.

Создание подобного рода установок — чрезвычайно трудная технологическая задача. Главная проблема, с которой столкнулись строители стелларатора, заключалась в нехватке сверхпроводящих магнитов, имеющих специальную геометрию и охлаждаемых гелием. К 2003 году в ходе промышленных испытаний была забракована и возвращена поставщикам примерно треть таких магнитов. В 2003 и 2007 годах проект Wendelstein 7-X был на грани закрытия. За это время его стоимость возросла по сравнению с первоначально запланированной в два раза — до 1,06 миллиарда евро. Проект Wendelstein 7-X к настоящему времени занял 1,1 миллиона человеко-часов.

В мае 2014 года Институт физики плазмы отчитался о завершении строительства стелларатора, после чего провел необходимые пусконаладочные работы и дождался согласия национального регулятора на запуск.



Рис. 5. Строительство Wendelstein 7-X. Фото: Bernhard Ludwig / IPP.

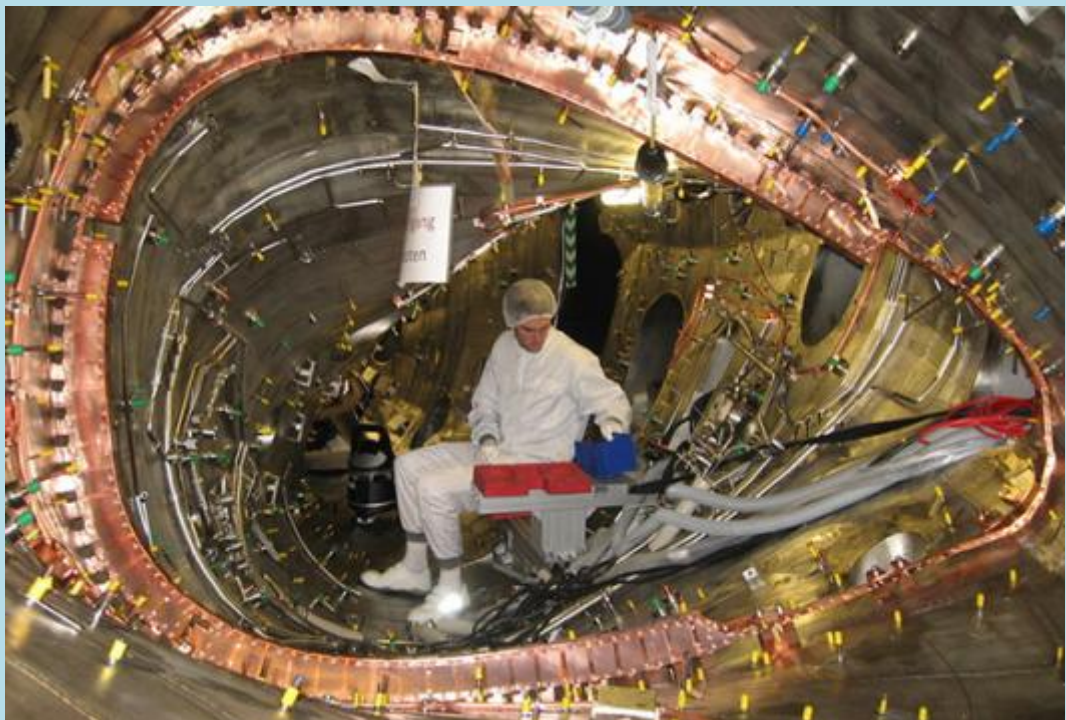


Рис. 6. Инженер внутри строящейся вакуумной камеры Wendelstein 7-X. Фото: IPP.

Свои эксперименты ученые планируют провести в три этапа. На первом этапе, начавшемся 10 декабря, физики проведут опыты с получением в реакторе гелиевой плазмы, которую нужно удерживать в равновесном состоянии 1–2 секунды. В ходе испытаний первой фазы ученые собираются проверить работу систем реактора и при возникновении неисправностей оперативно их устранять.

Выбор для начала запуска гелия обусловлен относительной легкостью (по сравнению с водородом) его перевода в состояние плазмы. На конец января 2016 года намечены испытания с водородной плазмой. После успешного завершения второй фазы

экспериментов ученые надеются удерживать на Wendelstein 7-X водородную плазму в течение десяти секунд. Конечные цели проекта, которых физики хотят достигнуть на третьем этапе, — удержать плазму в реакторе до получаса и одновременно с этим добиться значения параметра β , равного 4–5. Это число определяет отношение давления плазмы к давлению удерживающего ее магнитного поля.

Одни из лучших результатов в этом направлении достигнуты на LHD, где (не одновременно) удалось добиться $\beta = 4,5$ со временем удержания плазмы около часа. Немецкий Wendelstein 7-X в настоящее время не является конкурентом строящегося токамака ИТЭР (Международный экспериментальный термоядерный реактор): в немецком городе Гархинге уже есть свой токамак ASDEX (Axially Symmetric Divertor Experiment) того же Общества имени Макса Планка, который до запуска Wendelstein 7-X был крупнейшим термоядерным реактором в ФРГ (в этом же городе с 1988-го по 2002 год действовал другой стелларатор — Wendelstein 7-AS). Физики, работающие на этом токамаке, как и их зарубежные коллеги, признают приоритет ИТЭР в экспериментах с управляемым термоядерным синтезом над национальной программой, так что использование ASDEX, как и Wendelstein 7-X, сводится пока лишь к отработке перспективных технологий.



Рис. 7. Вакуумная камера Wendelstein 7-X до запуска 10 декабря. Фото: MPI for Plasma Physics.

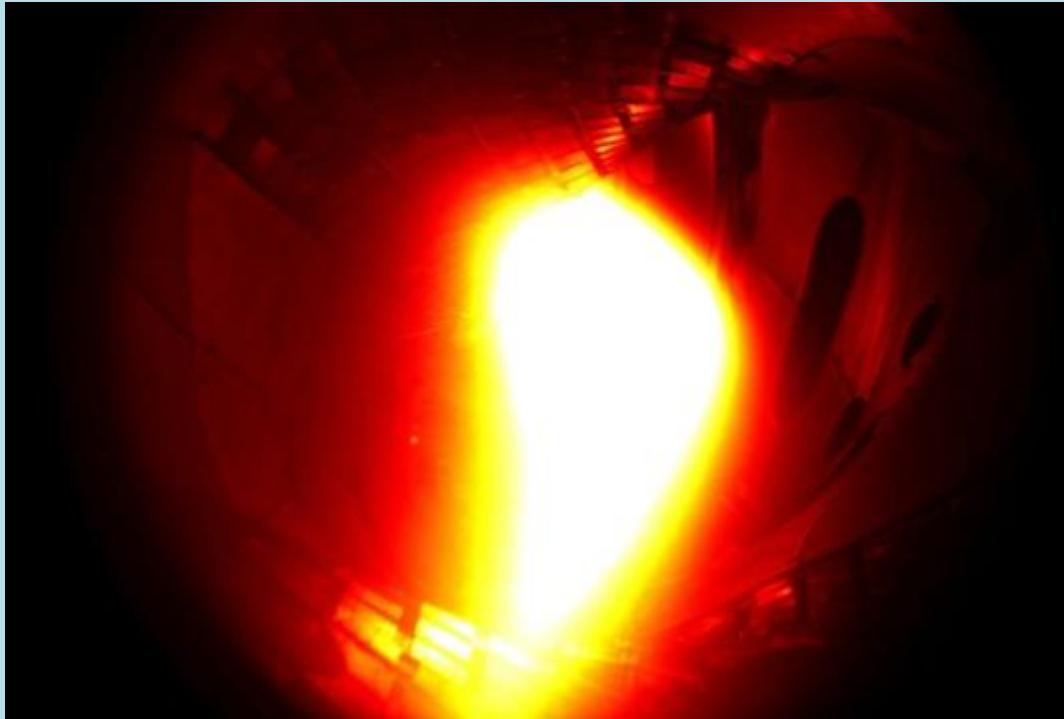


Рис. 8. Вакуумная камера Wendelstein 7-X с плазмой в ходе испытаний 10 декабря. Фото: MPI for Plasma Physics.

Испытания, проведенные в первый день запуска стелларатора, признаны успешными. Физикам удалось при помощи микроволнового импульса мощностью 1,3 мегаватта нагреть один миллиграмм газообразного гелия до температуры в миллион градусов Цельсия и удержать полученную плазму в равновесии в течение 0,1 секунды. Ученые отследили характеристики магнитного поля полученной плазмы и запустили компьютерную систему контроля над магнитным полем. В их ближайшие задачи входит постепенное наращивание мощности излучения и повышение температуры плазмы.

В отличие от токамаков, стеллараторы являются темными лошадками — с ними проводилось меньше экспериментов, а полученные в последнее время результаты обнадеживают. В том случае если установка Wendelstein 7-X оправдает возлагаемые на нее надежды, физики сделают выводы о возможности использования стеллараторов в качестве термоядерных электростанций будущего. Так или иначе, ясно одно: получение практически неисчерпаемого источника энергии требует не только взаимодействия международного сообщества ученых и государств мира и привлечения огромных финансовых средств, но и завидного терпения и уверенности в успешности проекта. Всего этого хочется пожелать немецким исследователям.

Завершена работа по созданию прототипа российского гиротронного комплекса для ИТЭР.

15.12.2015

<http://scientificrussia.ru/articles/v-2015-godu-zavershena-rabota-po-sozdaniyu-prototipa-rossijskogo-girotronno-go-kompleksa-dlya-mezhdunarodnogo-proekta-iter>

Работа выполнена Институтом прикладной физики РАН в сотрудничестве с ЗАО НПП «ГИКОМ», ЗАО РТСофт, НИЦ «Курчатовский институт», ЧУ «Проектный центр ИТЭР». Комплекс включает в себя: СВЧ генератор (гиротрон), сверхпроводящий магнит, не требующий заливки жидким гелием, вспомогательные магниты, источники питания, систему охлаждения, систему управления, другие вспомогательные системы.

Успешность испытания подтверждена международной комиссией и отмечена Советом Международной организации ИТЭР <http://www.iterf.ru/>. Полученный результат также вошел в перечень важнейших достижений международной кооперации за 2015 год, доклад о которых был заслушан на совещании Совета ИТЭР 19 ноября 2015 года.

ИТЭР (с английского ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor) – самый крупный исследовательский проект 21 века, его целью является долгожданная демонстрация управляемого термоядерного синтеза (УТС) как коммерчески выгодного источника практически неисчерпаемой и экологически чистой энергии. Всего на установке ИТЭР будут использоваться 24 мегаваттных гиротронных комплекса (8 из них российские) с частотой 170 ГГц и мощностью 1 МВт каждый. Для обеспечения таких характеристик приборы должны работать на очень высоких рабочих модах (диаметр резонатора более чем в 20 раз превосходит длину волны излучения), излучение выводится через выходное окно, сделанное из искусственного алмазного диска с рекордно высокой теплопроводностью, также используются высокоэффективные коллекторы с рекуперацией остаточной энергии электронов.

Гиротроны для ИТЭР разрабатываются несколькими международными кооперациями: страны ЕС, Индия, Российская Федерация и Япония, к настоящему времени лишь две «домашних команды ИТЭР» продемонстрировали соответствующие выходные параметры (Таблица 1).

Таблица 1. Гиротроны для ИТЕР

Основные достижения Мощность/кпд/ длительность импульса	Кооперация
1 MW / 55 % / 800 сек. и 0.8 MW / 57 % / 3600 сек	JAEA/Toshiba, Japan
1 MW / 53 % / 1000 сек. и 1.2 MW / 53 % / 100 сек.	ИПФРАН/ЗАО НПП ГИКОМ, Россия

Сердце российского гиротронного комплекса - гиротрон, был разработан и впервые реализован в Институте прикладной физики под руководством академика А.В. Гапонова-Грехова в 60-х годах прошлого столетия. За прошедшие 50 лет гиротроны стали практически незаменимы в УТС, являясь самым мощным источником когерентного электромагнитного излучения в сантиметровом и миллиметровом диапазонах, надежным и долговечным в эксплуатации. Две трети действующих в мире экспериментальных установок оснащены именно нижегородскими гиротронами. Однако, разработка гиротронного комплекса для ИТЭР потребовала решения целого ряда научных и инженерных задач, а также сопряжения комплексов с общей системой управления ИТЭР.

Испытания прототипа гиротронного комплекса проходили на базе Научно-производственного предприятия «ГИКОМ» по ключевым характеристикам прибора. Были проведены испытания системы управления и регистрации параметров, быстрой и медленной защиты. По окончании испытаний, Каролин Дарбо, член международной комиссии, дала оценку полученным результатам, в частности она сказала: «Это большой успех, результаты очень впечатляют. Я знаю, что специалисты, которые здесь работают,

имеют огромный опыт и квалификацию. Я знакома с ними очень давно и могу сказать, что они настоящие эксперты в своей области. Что касается оборудования, то именно этот уровень мы ожидаем увидеть на ИТЭР. Действительно новейшее оборудование, новейшие технологии. Я под большим впечатлением!».

Российские гиротронные комплексы, согласно графику выполнения работ, должны быть поставлены на ИТЭР первыми.



Разогреть материю до температуры, выше чем температура в ядре Солнца

22.11.2015

<http://www.dailytechinfo.org/energy/7579-novaya-tehnologiya-pozvolit-razogret-materiyu-do-temperatury-vyshe-chem-temperatura-v-yadre-solnca-za-20-kvadrillionnyh-doley-sekundy.html>



Группа ученых из Лондонского имперского колледжа (Imperial College London), специализирующаяся в области теоретической физики, разработала метод, который позволит при помощи света лазеров разогреть материю до температур, превышающих температуры в ядре Солнца. При этом, разогрев может быть произведен всего за 20 квадриллионных долей секунды, что приблизительно в сто раз быстрее, чем это может сделать самая [высокоэнергетическая лазерная установка National Ignition Facility \(NIF\)](#), находящаяся в распоряжении ученых Национальной лаборатории имени Лоуренса в Ливерморе (Lawrence Livermore National Lab), которая используется для исследований в области термоядерного синтеза.

Напомним нашим читателям, что термоядерный синтез считается самым перспективным неисчерпаемым источником дешевой и экологически чистой энергии. Однако, практическая реализация реакторов термоядерного синтеза требует воссоздания экстремальных условий, подобных условиям, присутствующим в центре ядра Солнца. Такие условия могут быть созданы путем воздействия мощного импульса света лазеров, точнее, [множества лазеров, работа которых синхронизирована с высокой точностью](#). Однако, инженеры и ученые, занимающиеся подобными технологиями, сталкиваются с проблемой недостаточно высокой скорости разогрева материи, которая используется в качестве термоядерного топлива.

Согласно ученым, скорость нагрева определяется не только мощностью лазеров, лучи которых фокусируются на цели. Эти технологии должны учитывать все тонкости процессов нагрева того или иного материала. В среде высокотемпературной плазмы, в которую превращается нагреваемая материя, луч лазерного света нагревает сперва электроны, которые после этого отдают свою энергию ионам, ядрам атомов материала, на которые приходится большая часть массы материи. Такой процесс работает, но работает он относительно медленно.

Идея, которую придумали ученые из Лондонского имперского колледжа, заключается в исключении электронов из этой цепочки и в прямом нагреве ионов. Согласно доктору Артуру Терреллу (Dr Arthur Turgell), им удалось выяснить, что если некоторые материалы поразить импульсом света мощного лазера, то в этих материалах возникают так называемые электростатические ударные волны.

В данном открытии нет ничего нового, этот факт был известен ученым достаточно давно. Но ранее было принято считать, что такие ударные волны могут вызывать временные колебания атомов, не нагревая их до более высокой температуры. Однако, используя мощный суперкомпьютер, ученые произвели моделирование воздействия электростатических ударных волн в среде разных материалов совершенно различной природы, начиная от пластиков, металлов и более экзотических материалов, таких, как гидрид цезия, у которого имеется несколько ионных комбинаций. Наличие нескольких различных комбинаций обуславливает то, что ионы движутся на разных скоростях, сталкиваются и производят трение, приводящее к разогреву материала. Такие эффекты обычно не проявляются у материалов, имеющих одну единственную ионную комбинацию. За счет высокой плотности гидрида цезия ударная волна уплотняет ионы в 10 раз, что способствует пропорциональному увеличению сил трения и, как следствие, к ускорению процесса нагрева.

"Два типа ионов, возникающих в плазме гидрида цезия, действуют как спичка и спичечный коробок. Для того, чтобы получить пламя, вы нуждаетесь в обоих этих предметах" - рассказывает доктор Марк Шерлок (Dr Mark Sherlock), - "Взяв даже несколько спичек, вы не сможете получить огонь, вы нуждаетесь в трении, которое возникает при касании спички поверхности спичечного коробка".

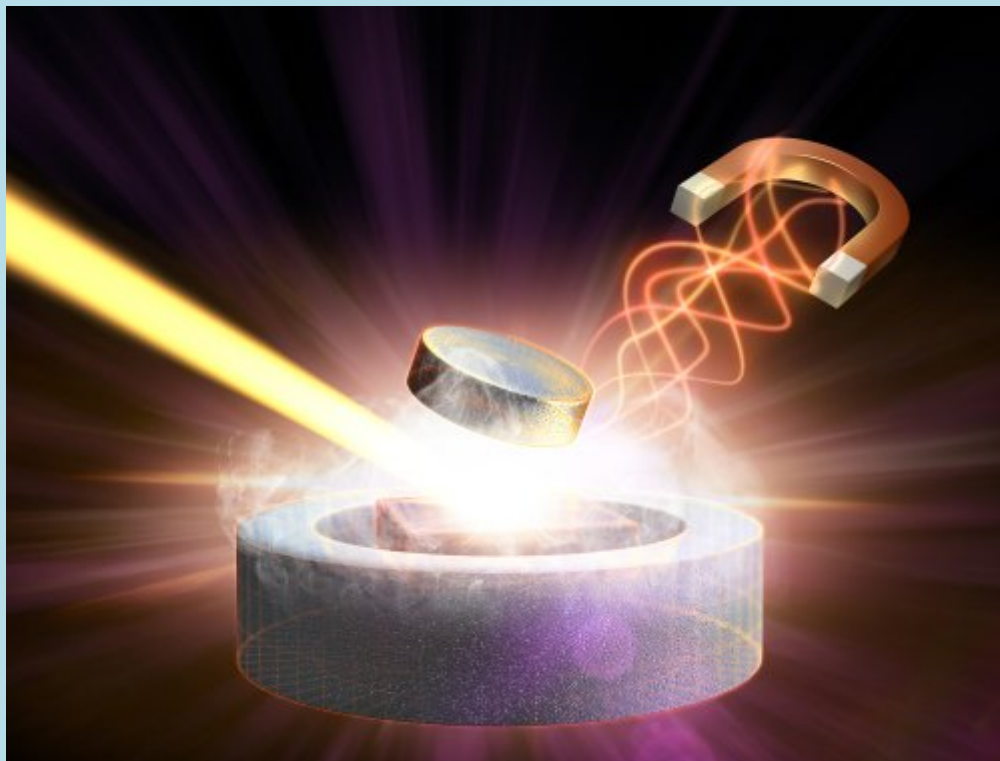
В настоящий момент идея, предложенная физиками из Лондонского имперского колледжа, является теоретической, подкрепленной лишь результатами нескольких "пробных" экспериментов. Но эта теория была "опробована" на нескольких компьютерных моделях и все полученные результаты указывают на то, что при помощи новой технологии можно нагреть небольшое количество материи до температуры более 11.6 миллиона градусов Цельсия за десятки фемтосекунд. И основной проблемой, которая стоит сейчас перед учеными, является практическое доказательство работоспособности их теории.

"Конечно, в недрах сверхмощных ускорителей, таких, как Большой Адронный Коллайдер, в местах, где сталкиваются частицы и атомы, происходят и более быстрые изменения температуры" - рассказывает доктор Террелл, - "Предлагаемая нами технология не требует строительства специальных грандиозных установок, она может быть опробована на нескольких уже существующих в мире сверхмощных лазерах. И если нам удастся получить практическое подтверждение нашей теории, то это станет огромным прорывом в области [создания управляемой реакции термоядерного синтеза](#)".

Третье пространственное измерение высокотемпературной сверхпроводимости

14.11.2015

<http://www.dailytechinfo.org/news/7553-uchenye-obnaruzhili-trete-prostranstvennoe-izmerenie-u-yavleniya-vysokotemperaturnoy-sverhprovodimosti.html>



Согласно результатам последних исследований, явление, известное как высокотемпературная сверхпроводимость, оказалось непосредственно связанным с определенным положением электронов в трехмерном пространстве объема сверхпроводящего материала. Это открытие было сделано международной группой ученых, возглавляемой учеными из Стэнфордского университета, которые произвели полную картографию поведения электронов в сверхпроводнике под влиянием множества различных условий. И полученные "электронные" трехмерные карты могут оказать неоценимую помощь в разработке новых сверхпроводящих материалов, которые работают при более высоких температурах, нежели существующие сейчас сверхпроводники.

Напомним нашим читателям, что сверхпроводящие материалы способны проводить электрический ток без сопротивления, не рассеивая ни частицы его энергии. Это получается за счет формирования в материале пар электронов, так называемых Куперовских пар, которые способны перемещаться в материале, не сталкиваясь ни с другими электронами, ни с атомами кристаллической решетки этого материала, т.е. не встречая сопротивления. Классические сверхпроводники обладают сверхпроводимостью при температурах ниже 30 градусов по шкале Кельвина. А к высокотемпературным сверхпроводникам относятся материалы, которые обладают сверхпроводимостью при температурах выше 138 градусов Кельвина, температурах, которые могут быть получены путем охлаждения жидким азотом.

Исследователи из Национальной лаборатории линейных ускорителей (SLAC National Accelerator Laboratory) Стэнфордского университета занимались исследованиями окиси меди-бария-иттрия (YBCO, yttrium barium copper oxide), одного из самых известных высокотемпературных сверхпроводников. Ученые использовали импульс магнитного поля, силой порядка 28 Тесла, что в 10-20 раз сильнее магнитного поля в установках магнитно-резонансной томографии. Кроме этого, исследуемый материал освещался импульсами рентгеновского лазера, длительность которых составляла 50 фемтосекунд.



В результате исследований ученые обнаружили трехмерный вариант волны распределения плотности электрического заряда в сверхпроводнике, статическое и упорядоченное расположение электронов в объеме материала. Следует отметить, что такие двухмерные (плоские) волны распределения плотности заряда были обнаружены в сверхпроводниках в 2012 году, но трехмерная форма этой волны более точно соответствует некоторым особенностям наблюдаемых в материалах процессов.

В настоящее время у ученых не имеется достаточно данных для того, чтобы создать визуализацию приемлемого качества этой трехмерной волны. Но в скором будущем будут произведены дополнительные исследования, в ходе которых ученые соберут недостающие им сейчас данные. Кроме этого, аналогичные эксперименты будут проведены по отношению к другим высокотемпературным сверхпроводникам для того, чтобы выяснить универсальность наблюдаемого явления и его роль в возникновении сверхпроводимости.

"Мы продолжаем и будем продолжать делать новые удивительные открытия" - рассказывает Дилинг Чжу (Diling Zhu), научный сотрудник группы LCLS, - "Оказывается, что свойства сверхпроводников более "богаты", нежели мы думали раньше. И это мы можем выяснить благодаря новым экспериментальным инструментам и технологиям, которые мы постоянно разрабатываем и модернизируем".

Испытания корпуса ядерного реактора для космоса

18.11.2015

<http://ria.ru/atomtec/20151117/1322880914.html>



Технологические испытания корпуса ядерного реактора установки для космических аппаратов успешно завершились на предприятии госкорпорации "Росатом" АО "Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Доллежала" (НИКИЭТ), сообщила пресс-служба института.

В России с 2010 года выполняется не имеющий аналогов в мире проект создания транспортно-энергетического модуля на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса. В состав реакторной установки входят ядерный реактор и системы, необходимые для выработки тепла, а также для управления реактором и его защиты.

Технические решения, заложенные в концепцию транспортно-энергетического модуля, позволят решать широкий спектр космических задач, включая программы исследования Луны и исследовательские миссии к дальним планетам, создание на них автоматических баз. Проект выполняется совместно предприятиями Росатома и Роскосмоса. НИКИЭТ является главным конструктором реакторной установки и координатором работ от Росатома.

"Технологические испытания включали испытания на герметичность, прочность и плотность", — говорится в сообщении.

Как отмечает НИКИЭТ, уникальный конструкционный материал корпуса и технологии, созданные в ходе проекта, способны обеспечить работу реактора на протяжении более чем 100 тысяч часов. За это время обычный космический аппарат может достичь такую далекую планету Солнечной системы, как Плутон.

"По результатам комплекса выполненных исследований и испытаний изготовленный корпус допущен к проведению пневматических и термоциклических испытаний при рабочих параметрах установки", — говорится в сообщении.

Ранее сообщалось, что в 2015 году планируется завершить основной объем расчетно-экспериментального обоснования составных частей реакторной установки, а в 2016 году — закончить корректировку рабочей конструкторской документации на опытный образец реакторной установки и приступить к его изготовлению. Также на 2016 год запланировано начало создания испытательного комплекса "Ресурс" для наземных экспериментов с опытным образцом реакторной установки.



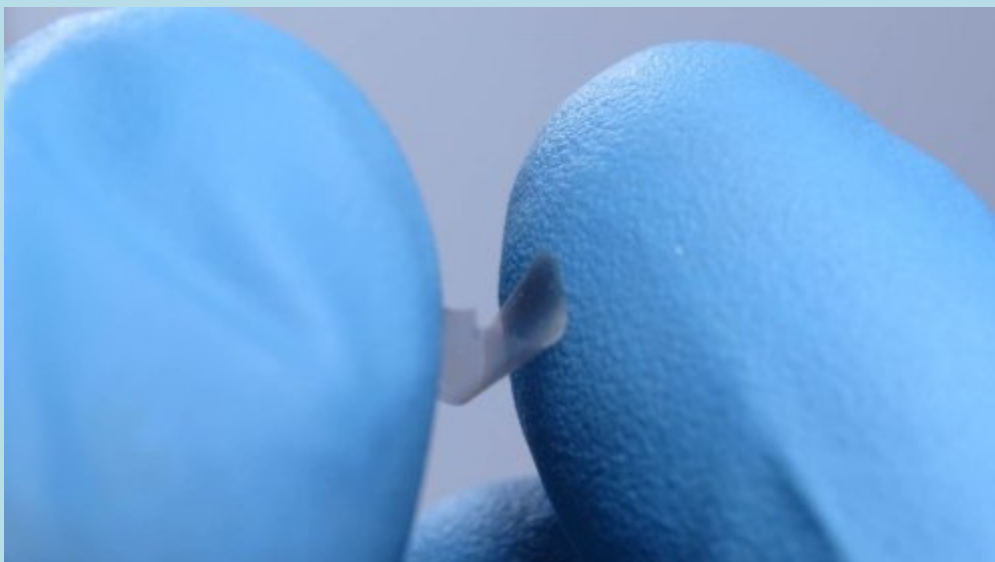
Создан самый тонкий и прочный материал

13.12.2015

<http://www.dailytechinfo.org/nanotech/7640-sozdan-samy-tonkiy-i-prochnyy-material-kvadratnyy-metr-kotorogo-vesit-vsego-desyatuyu-gramma.html>



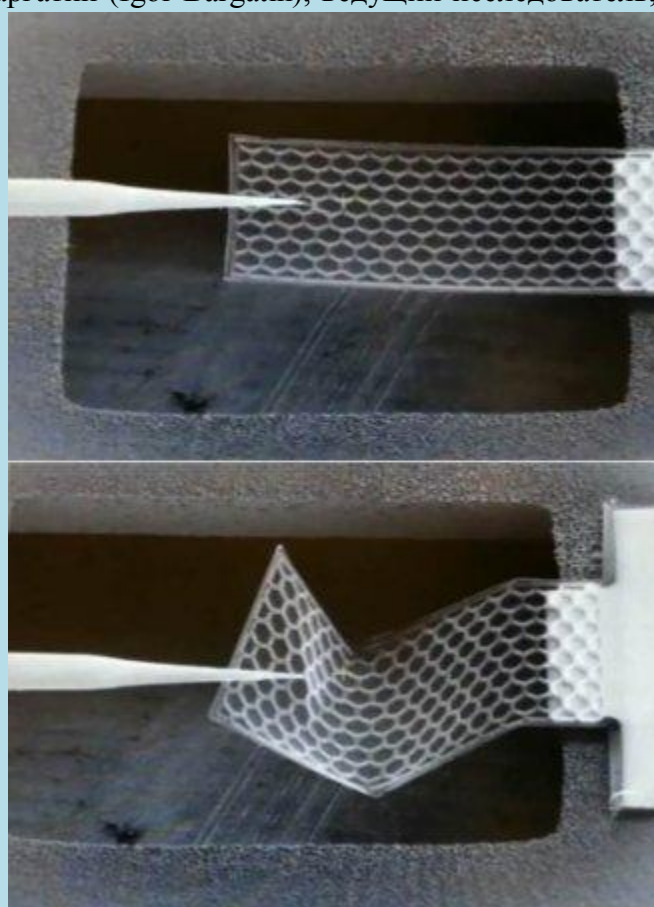
Когда речь заходит о тонких материалах, на ум сразу приходит [графен](#) и другие [материалы одноатомной толщины](#). Однако, невзирая на массу уникальных характеристик, все эти материалы обладают одним недостатком, они настолько тонки, что не могут сохранять свою плоскую форму без посторонней помощи. Для того, чтобы воспрепятствовать сворачиванию этих материалов и потере ими их свойств, материалы наносят на специальные основания. И для некоторых областей применения эти основания должны иметь минимальную толщину, оставаясь при этом прочными, способными сохранить свою форму и форму нанесенного на их поверхность другого материала. Подобный материал был создан исследователями из Пенсильванского университета, толщина этого в тысячу раз меньше толщины бумажного листа, тем не менее, этот материал способен выдерживать сильные деформации и восстанавливать после этого свою изначальную форму.



Тончайшие пластины этого материала изготовлены из окиси алюминия, корунда. Они буквально выращивались на поверхности основы слой за слоем, а когда толщина пленки достигла от 25 до 100 нанометров, этот материал обрел необычайно высокую прочность. Более того, пленка материала выращивалась не сплошным монокристаллическим слоем, его поверхности специально была придана рифленая форма, напоминающая пчелиные соты. Квадратный метр такого материала указанной выше толщины весит всего одну десятую часть грамма.

"Окись алюминия - это достаточно распространенная керамика, которая является весьма хрупкой" - рассказывает Игорь Баргатын (Igor Bargatin), ведущий исследователь, - "Исходя из этого мы ожидали, что новый материал будет ломаться очень легко. Однако, изгиб полученных пластин, их скручивание и другие деформации не нарушают целостность материала, он всегда возвращается к своей изначальной форме. Создается впечатление, что этот материал изготовлен не из керамики, а из эластичной пластмассы. Когда мы увидели это в первый раз, мы сами не могли в это поверить".

Использование нового материала позволит преодолеть множество ограничений, связанных с использованием других "плоских" материалов, обладающих не столь высокой механической прочностью. Кроме этого, сотовидная структура материала обеспечивает его способность противостоять микротрещинам и другим повреждениям, все эти микроразрушения распространяются в



большинстве случаев только внутри одной ячейки, не переходя на соседние участки материала.

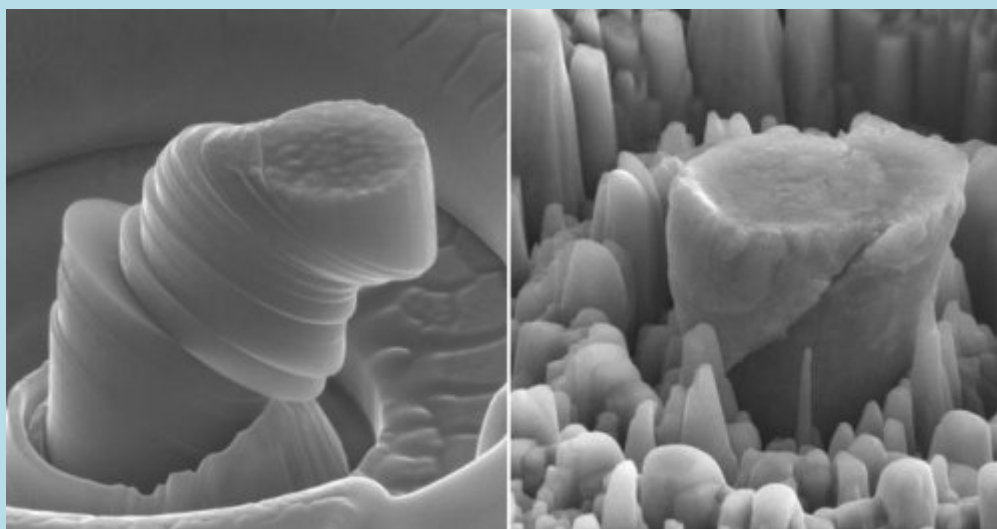
Новый материал, благодаря его тонкости и высокой механической прочности, может найти применение не только там, где требуется использование материалов одноатомной толщины. Его можно использовать в авиации, в космической технике, в робототехнике для создания маленьких и легких [роботов-насекомых](#) и в других областях, где вес материала играет главную роль.

"Самые тонкие материалы естественного происхождения, из которых, к примеру, состоят крылья насекомых, имеют толщину в несколько микронов. И из-за того, что они состоят из клеток, они принципиально не могут быть более тонкими" - рассказывает Игорь Баргатин, - "Самые [тонкие искусственные крылья](#), о которых мне известно, сделаны из майларовой пленки, толщиной в половину микрона, натянутой на прочный каркас. Крылья для роботов-насекомых, изготовленные из нашего материала, могут быть еще в десять раз более тонкими и легкими, кроме этого, они не будут нуждаться ни в каких каркасах".

Создан новый материал, обладающий рекордным значением соотношения прочности к весу

26.12.2015

<http://www.dailytechinfo.org/news/7681-sozdan-novyy-material-obladayuschiy-rekordnym-znacheniem-sootnosheniya-prochnosti-k-vesu.html>



Международная группа исследователей, во главе которой стояли исследователи из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, разработала новый материал, обладающий рекордным значением модуля прочности, соотношения его механической прочности к весу. Основой нового материала является магний, а его прочность была повышена за счет наночастиц из карбида кремния, размером менее 100 нанометров, равномерно распределенных по всему объему материала в определенной пропорции. Новый материал может быть использован в самолетостроении, в автомобилестроении, в космической технике, в мобильной электронике и в биомедицинской технике.

Основным достижением в данном случае является новый способ рассеивания и стабилизации наночастиц во время процесса литья металла. Более того, этот способ уже доведен учеными до уровня масштабируемого технологического процесса, который

может быть использован не только в отношении магния, но и других легких металлов, что, в свою очередь, может быть использовано для изготовления целого ряда различных легких и прочных металлических композитных материалов.

"Ученым уже достаточно давно известно, что наночастицы могут повышать прочность металлических материалов, не оказывая отрицательного влияния на их пластичность. Однако, никому ранее не удавалось обеспечить равномерное распределение керамических наночастиц в легких металлах, таких, как магний и алюминий" - рассказывает Ксяочун Ли (Xiaochun Li), - "Используя некоторые физические явления и инновационные методы обработки материалов, мы создали метод стабилизации наночастиц. И этот метод позволит произвести на свет целый ряд различных материалов. Эти материалы будут отличаться не только высокой прочностью и малым весом. Варьируя размеры наночастиц, можно будет придать им новые возможности и способности, к примеру, способность поглощать и рассеивать энергию во время ударных нагрузок".

Как упоминалось выше, внедрение наночастиц в металлический материал должно увеличивать прочность, а в некоторых случаях и пластичность композитного материала. Однако, наноразмерные керамические частицы имеют тенденцию не распределяться в материале равномерно, а сбиваться в комки. Для того, чтобы избежать этого, исследователи сначала ввели наночастицы в сплав магния-цинка. Свойства этого материала и особенности кинетики движения наночастиц позволили получить равномерное их распределение во всем объеме материала. Затем, для повышения плотности наночастиц ученые использовали технологию так называемого скручивания под давлением (high-pressure torsion).

Во время испытаний свойств нового материала ученые сосредоточились в первую очередь на измерениях его механической прочности, нагружая полосу материала грузом до тех пор, пока эта полоса не ломалась. Кроме этого, были проведены измерения стабильности свойств материала в условиях высоких температур. И во всех случаях этот материал, состоящий из 86 процентов магния и 15 процентов наночастиц, продемонстрировал рекордные на сегодняшний день значения.

"Полученные нами результаты являются только верхушкой айсберга" - рассказывает Ксяочун Ли, - "А в нижней части этого айсберга скрывается целый класс новых материалов, обладающий набором революционных механических свойств и функциональных особенностей".

[Первоисточник](#)

Ресурсы сети по МП – И.Моисеев

<http://interstellar-flight.ru>

<http://ivan-moiseyev.livejournal.com/>

<http://path-2.narod.ru/vp/list.htm>

<https://www.facebook.com/ivan.moiseyev>

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL-tsWuZjwRrKckivTXcZ1-2I4iCAsulm>

<http://flip.it/jguqW>

New!

[МП на бумаге и в Косморунете.](#)

Редакция - И.Моисеев 14.02.2016