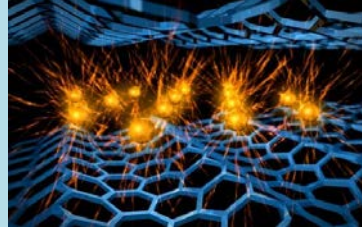
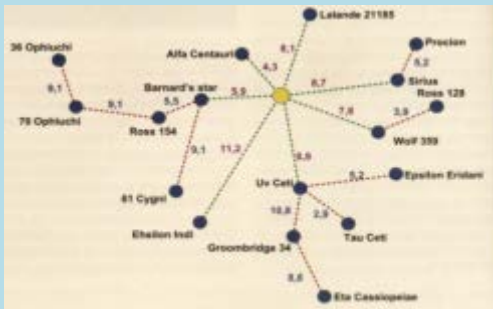


Дайджест новостей "Проблема межзвездных перелетов"

№02
(01.03.2014-30.04.2014)



Проекты	2
Корабль-колония: сколько нужно людей для полета к звездам?	
Проблемы термоядерного синтеза	8
Термоядерная энергетика России	
Магнитное пересоединение способно продвинуть управляемый термоядерный синтез	
Настоящее и будущее фемтосекундных лазеров	
Технологии для МП	18
Конденсаторы на нанолитах показали выдающиеся качества	
Графен может стать сверхпроводником	
Звезды, межзвездная среда, экзопланеты	21
К вопросу об описании инопланетной атмосферы	
Обнаружена самая небольшая землеподобная планета в зоне обитаемости	
Легко ли доказать существование жизни за пределами Земли?	
Неподалёку от Солнечной системы открыт ещё один коричневый карлик	
5 наиболее вероятных кандидатов на "обитаемость"	
<i>Кроме того, по теме:</i>	
SETI	33
Планета Kepler-186f: плохие новости для человечества?	
Ученые озвучили перспективы поиска внеземной жизни	
Где искать внеземные цивилизации?	
Астрономы зарегистрировали радиосигналы из галактики, удаленной на 4 млрд световых лет	
Экзотические идеи	40
Сможем ли мы путешествовать... по кротовым норам?	
Можно ли строить кротовые норы с помощью отталкивающих инопланетян?	
Записи по МП в блоге "Проблемы межзвездных перелетов"	45
<i>Первый выпуск дайджеста новостей "Проблема межзвездных перелетов"</i>	
<i>Энергия для межзвездного перелета</i>	
<i>Антон Первушин. «Караваны ракет помчат нас вперед от звезды до звезды...»</i>	
<i>Корабль-колония: сколько нужно людей для полета к звездам?</i>	
<i>Новое в звездном окружении Солнца</i>	
<i>Our Milky Way Galaxy: A Traveler's Guide</i>	
Дополнительные ресурсы по темам выпуска	45
1. <i>Институт прикладной физики. Научные направления.</i>	
2. <i>The Laser Megajoule (LMJ)</i>	
Ресурсы по МП – И.Моисеев	45

Проекты

Корабль-колония: сколько нужно людей для полета к звездам?

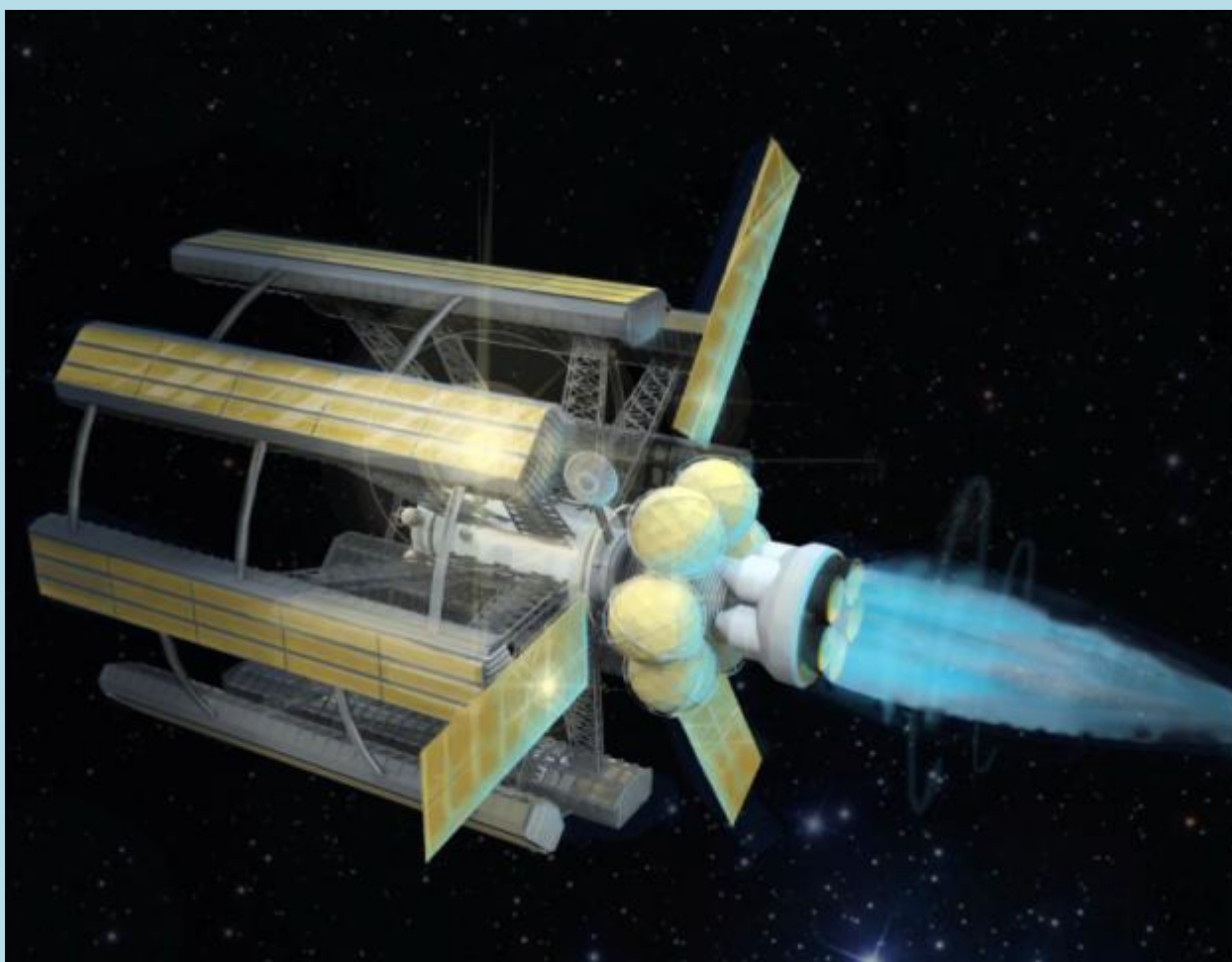
13.04.14

http://rnd.cnews.ru/reviews/index_science.shtml?2014/04/13/568040_1



Реалистичный сценарий полета в другую звездную систему предполагает отправку большой группы людей - в сотни, тысячи человек. Поколение за поколением, они будут идти к цели – другой звездной системе. И сегодня ученые, похоже, определились с точным числом колонистов, которое позволит свести риск гибели экспедиции к минимуму.

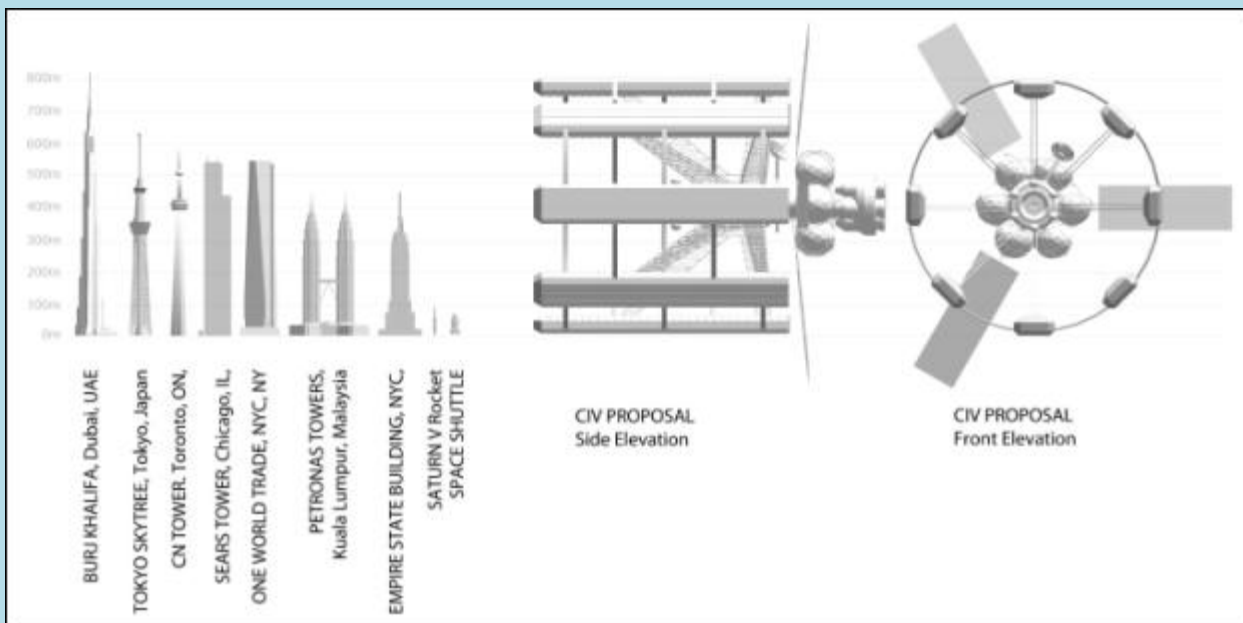
В обозримом будущем разработка технологий, позволяющих преодолеть скорость света, не предвидится. Слишком сложной проблемой также оказался анабиоз – замедление жизнедеятельности человека, позволяющее «спать» десятки лет. По этим причинам первая экспедиция в другую звездную систему, скорее всего, отправится на досветовых кораблях-колониях, которые будут нести многочисленный экипаж. И лишь потомки людей, стартовавших с Земли, достигнут цели экспедиции – планеты за пределами Солнечной системы.



Предполагаемый облик межзвездного корабля, разрабатываемого энтузиастами в рамках проекта ICARUS

Разработка многих систем корабля-колонии все еще находится за пределами наших технических возможностей. Речь идет о силовой установке, замкнутом цикле жизнеобеспечения и обеспечении защиты экипажа от негативного воздействия

невесомости и космической радиации. Тем не менее, в обозримом будущем уже видно решение множества технологических проблем, например, технология лазерной печати SLM позволяет изготавливать из металлического порошка детали любой сложности. Это во многом решает задачу сборки корабля в космосе и его обслуживания и ремонта в условиях многолетнего автономного полета.



Размеры корабля ICARUS в сравнении с небоскребами и современными космическими транспортными системами

Но пока наши ограниченные возможности делают межзвездный полет очень долгим делом. Возьмем для примера ближайшую звезду Проксиму Центавра, которая находится на расстоянии 4,3 световых года от Солнечной системы. Для полета к Проксиме Центавра на современных ионных двигателях понадобится более 81 тыс. лет – это 2700 поколений людей. Полет с использованием гравитационной «пращи» планет-гигантов Юпитера и Сатурна лишь немногим короче – 76 тыс. лет или 2500 поколений. Быстрее всего можно долететь на ядерном импульсном двигателе, способном развить 5% скорости света. Полет на таком корабле к Проксиме Центавра займет «всего» 85 лет. Тем не менее, даже если удастся решить проблему запаса топлива для такого двигателя, то все равно понадобится смена поколения уже на борту корабля.

Численность экипажа корабля-колонии до сих пор вызывает споры. В 2002 году антрополог Джон Мур (John Moore) из Университета Флориды подсчитал, что для межзвездного корабля достаточно экипажа в 150 человек. Потомки этих людей будут в состоянии колонизировать другой мир, если будут осторожны и смогут избежать инбридинга (рождение детей от родителей, состоящих в родстве).

По расчетам Мура, 150-180 человек достаточно для путешествия длиной до 2000 лет - даже спустя 60-80 поколений все люди будут не ближе, чем в троюродном родстве. Теоретически, этот предел можно расширить, так как на борт можно взять генетический материал для искусственного оплодотворения. Группа в 150-180 человек подходит и с точки зрения психологии, ведь у человека будет достаточно большой выбор потенциальных друзей. Интересный факт: антропологи уже давно заметили, что 150-200 человек - это максимальное число членов племен охотников и собирателей доиндустриального общества.

Космический город

Антрополог Камерон Смит из Государственного университета Портленда давно интересуется темой космических полетов, и даже собрал в домашних условиях космический скафандр для проверки возможности осуществления космических проектов силами энтузиастов.



Внутри ICARUS будет похож на высокотехнологичный удобный для проживания город, рассчитанный на 10-12 тыс. человек

Камерон Смит полагает, что межзвездный корабль-колония должен нести не менее 10 000 человек, а еще лучше – 40 000. Расчеты показывают, что только такая численность способна обеспечить успех миссии в случае гибели большого процента экипажа.

Также Камерон Смит совместно с археологом Уильямом Гарднером-О'Керни создал компьютерную модель, имитирующую сообщество людей, совершающих межзвездные путешествия. Ученые «прогнозируют» через модель несколько различных сценариев и теперь могут объяснить, почему успех межзвездной миссии во многом зависит от исходного размера популяции.

Исследователи смоделировали полет протяженностью более 300 лет или 30 поколений. Для каждой численности экипажа рассчитали 10 вариантов полета. Это очень обширная работа, поэтому для экипажа в 40 тыс. человек провели только одно моделирование – оно заняло примерно 18 часов машинного времени.

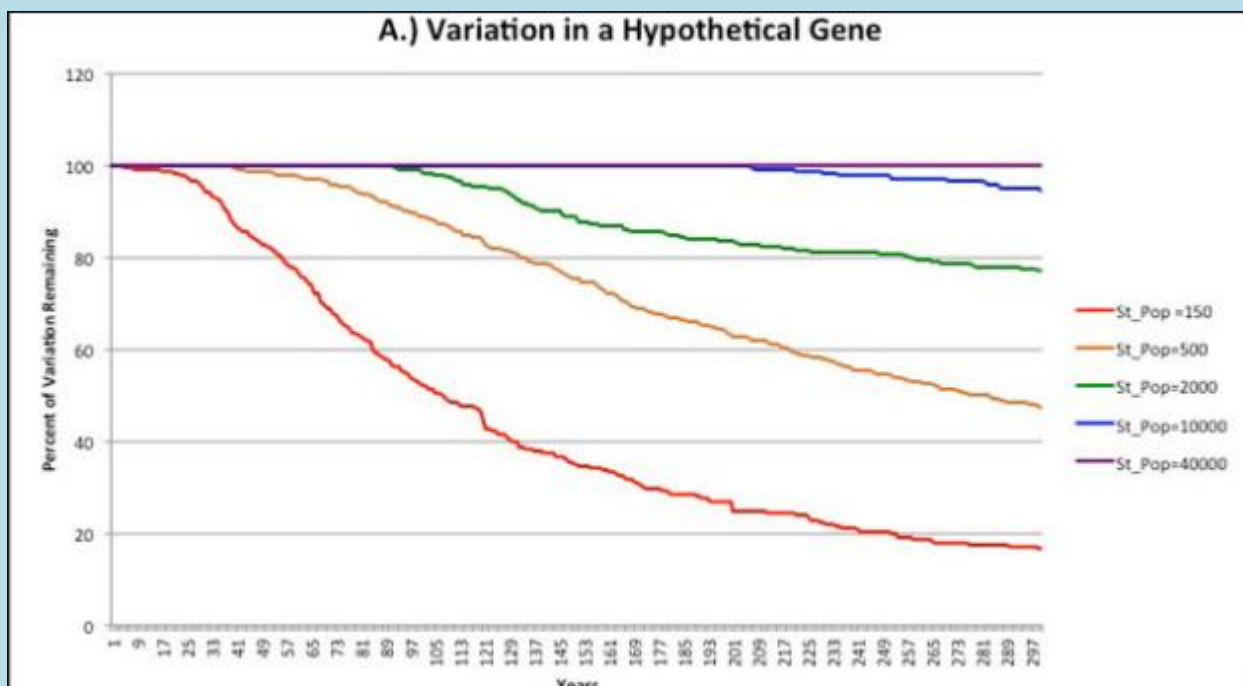


График отражает сохранение генетического разнообразия для экипажей различной численности. По вертикали отмечен процент разнообразия генов, по горизонтали - годы полета

Генетическое разнообразие – основная причина необходимости отправки большого экипажа. Несмотря на теоретически большое количество пар в группе из 150 человек и возможности искусственного оплодотворения, такие экипажи слишком уязвимы к нештатным ситуациям. Хранение генетического материала в космических условиях на протяжении сотен лет сегодня выглядит невыполнимой задачей, хотя не исключено, что в будущем люди смогут с нуля «собрать» геном будущего ребенка в лаборатории.

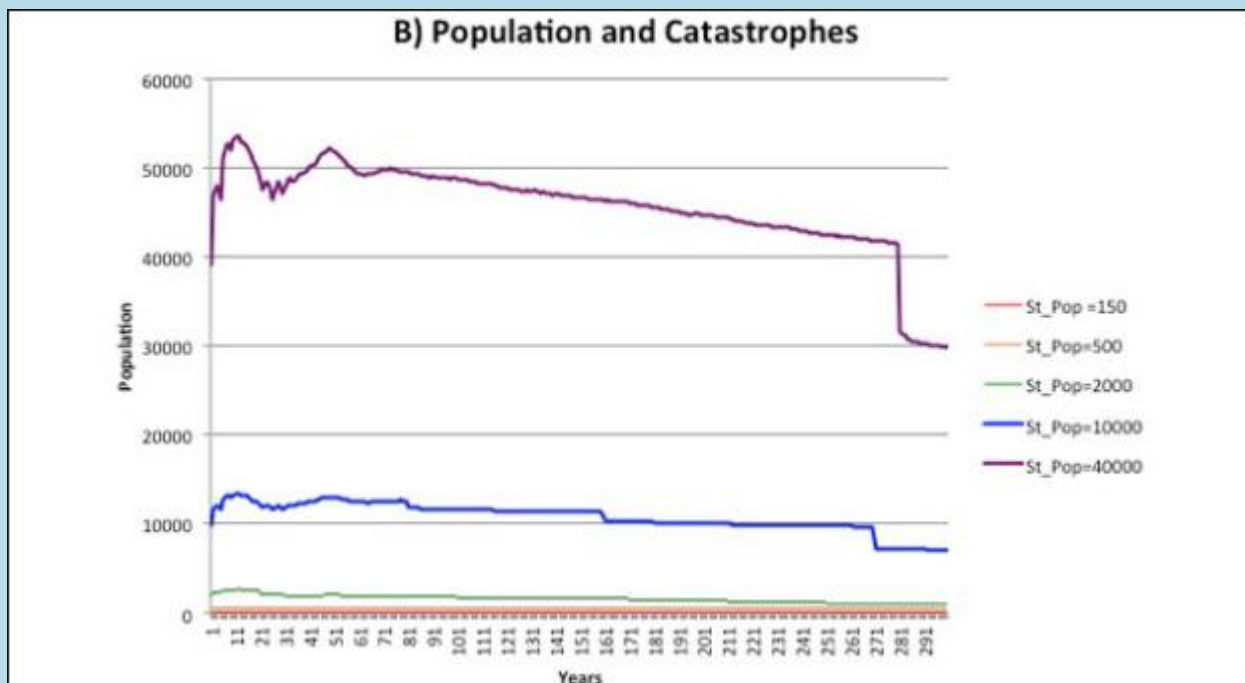
Надо отметить, что даже создание инкубатора для рождения людей без вынашивания женщиной и сборка генома в пробирке не решают проблемы соотношения численности взрослых и детей на борту. Проще говоря, в гипотетическом сценарии возможна отправка 150 человек с неким «заводом» по выращиванию людей. Однако как справится сотня колонистов с несколькими тысячами детей на поверхности другой планеты? Созревание взрослого человека за считанные месяцы, скорее всего, является невыполнимой задачей, так как пока даже не видно путей, с помощью которых наш мозг может обучиться всему необходимому за такое короткое время. Из всего этого следует, необходимость запуска «завода» задолго до прибытия к конечной цели экспедиции. Причем придется наращивать количество детей постепенно, чтобы поддерживалось оптимальное количество взрослых. В итоге за многие десятки лет до прилета в другую звездную систему понадобится все тот же большой корабль-колония, что сводит на нет большинство преимуществ идеи 150 колонистов с «заводом» по клонированию.

Таким образом, генетика все еще диктует свои условия, требуя изначально большой экипаж. Например, в изолированных группах, таких как еврей-ашкенази и амиши, близкородственные браки сократили генетическое разнообразие и привели к распространению исключительно редких заболеваний, таких как болезнь Тея - Сакса и кистозный фиброз. Именно поэтому экипажа в 150 человек может быть недостаточно для поддержания генетического разнообразия на протяжении многих поколений. Инбридинг неизбежно приведет к потере более 80% от исходного разнообразия генов.

Даже 500 человек недостаточно для представления всего генетического разнообразия человеческой популяции в экипаже корабля. В то же время это очень важно,

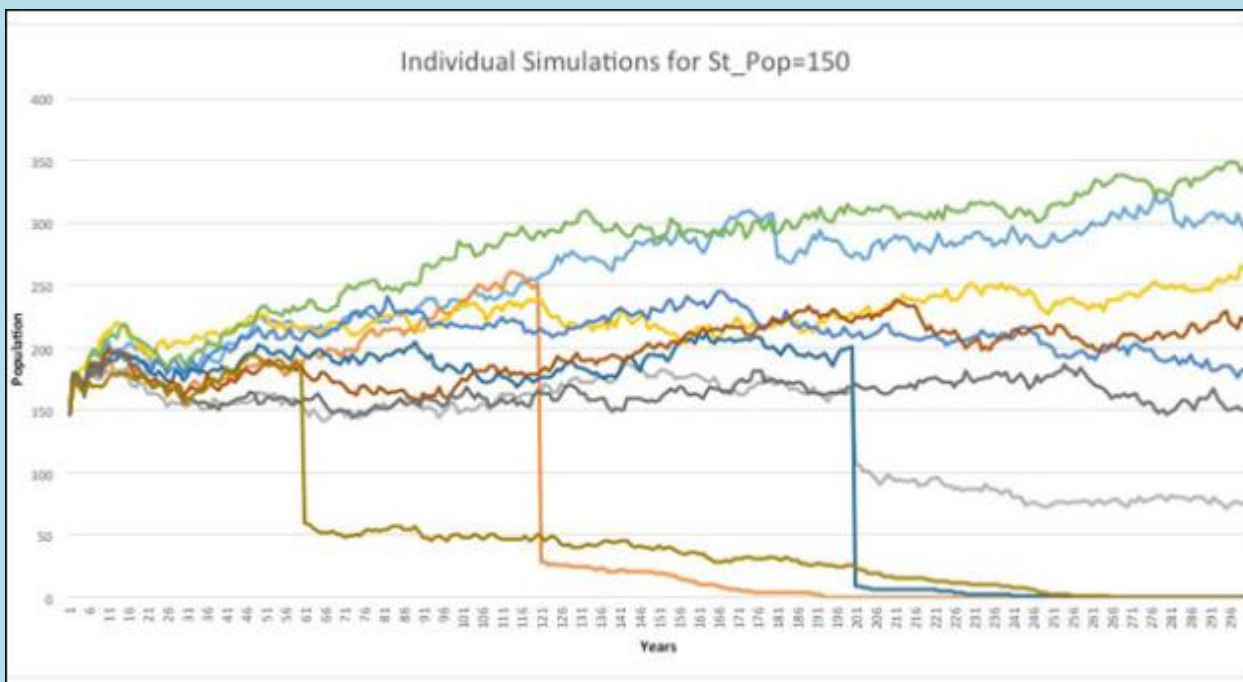
ведь генетическое разнообразие является своеобразной страховкой для колонистов: трудно предсказать, какие гены будут необходимы для адаптации к условиям другой планеты.

Камерон Смит и Уильям Гарднер-О'Керни подсчитали, что на 100% генетическое разнообразие сохранится при численности экипажа 40 тыс. человек, но и 10 тыс. достаточно для его сохранения на приемлемом уровне.



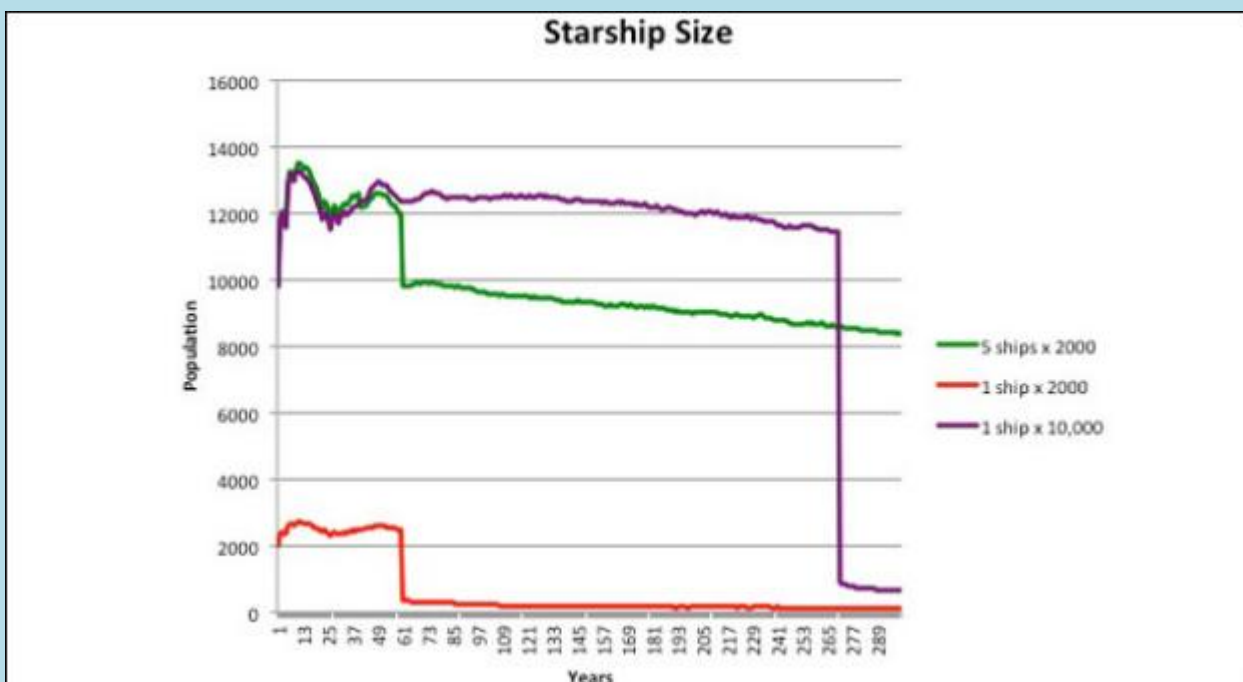
На графике показана прогнозируемая численность экипажа (вертикаль) в зависимости от продолжительности полета (горизонталь). График демонстрирует анализ полета большого экипажа с учетом катастроф

Еще одна угрозой для популяции межзвездных путешественников являются техногенные катастрофы и эпидемии, которые могут уничтожить значительную часть экипажа в любой момент. Как показывает моделирование, в большинстве случаев к концу 300-летнего путешествия экипаж уменьшится примерно наполовину. И хотя небольшие экипажи в 150-200 человек изначально выглядят наиболее оптимальными благодаря большей свободе для размножения, большие популяции более устойчивы. Так, парам из экипажей в 10-40 тыс. человек будет разрешено иметь только одного ребенка. Таким образом, количество взрослых дееспособных людей в таком обществе будет достаточно велико для сохранения 8-30 тыс. человек экипажа к концу миссии. В меньших экипажах супружеским парам нужно иметь 2-3 детей, чтобы поддержать численность экипажа, при этом моделирование показывает, что группы численностью менее 500 человек, скорее всего, полностью погибнут в случае серьезной катастрофы.



На этом графике видно, что небольшой экипаж в 150-200 человек может резко сократиться уже через примерно 60 лет после старта

Что касается технической стороны путешествия, то ученые считают оптимальным использование не одного корабля на 10-40 тыс. человек, а нескольких, например, 5 кораблей с экипажем в 2000 или 8000 человек. Распределение экипажа по независимым судам, летящим на расстоянии в несколько тысяч километров, резко снижает риск гибели всей экспедиции. Кроме того, корабли могут периодически стыковаться друг с другом или осуществлять транспортное сообщение с помощью челноков. Это создаст свободу перемещения и наполнит жизнь людей событиями, что очень важно для замкнутой группы, отрезанной от большого мира.



Из данного графика следует, что экспедиция, состоящая из 5 кораблей по 2000 человек (зеленая линия) имеет больше шансов на успех, чем 1x2000 человек (красная) или 1x10 тыс. (фиолетовая)

Подобная структура описана в фантастическом сериале «Звёздный крейсер «Галактика», и это действительно подходящий вариант для межзвездных путешествий.

См.также: *Colonized Interstellar Vessel: Conceptual Master Planning*

<http://www.icarusinterstellar.org/colonized-interstellar-vessel-conceptual-master-planning/>

Проблемы термоядерного синтеза

Термоядерная энергетика России

В.Стругачев

март 2014 года

<http://www.eprussia.ru/epr/241/15862.htm>



Редакция «ЭПР» обратилась к доктору физико-математических наук, главному научному сотруднику Физического института им. П. Н. Лебедева РАН Елене Корешевой и руководителю дирекции научно-технической деятельности ООО «Центр энергоэффективности Интер РАО ЕЭС», ассистенту кафедры электроэнергетических систем Московского энергетического института Владимиру Николаеву, чтобы они высказали свою квалифицированную точку зрения на теоретические и практические возможности термоядерной энергетике.

...

Определимся с терминами

– *Что такое управляемый термоядерный синтез?*

Елена Корешева: Управляемый термоядерный синтез (УТС) – это направление исследований, целью которого является промышленное использование энергии термоядерных реакций синтеза легких элементов.

Ученые всего мира начали эти исследования, когда термоядерный синтез в его неуправляемой стадии был продемонстрирован при взрыве под Семипалатинском первой в мире водородной бомбы. Проект такой бомбы был разработан в СССР в 1949 году Андреем Сахаровым и Виталием Гинзбургом – будущими Нобелевскими лауреатами из ФИАН – Физического института им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР, а 5 мая 1951 года было выпущено постановление Совета министров СССР о развертывании работ по термоядерной программе под руководством И. В. Курчатова.

В отличие от ядерной бомбы, при взрыве которой энергия выделяется в результате деления атомного ядра, в водородной бомбе происходит термоядерная реакция, основная энергия которой выделяется при горении тяжелого изотопа водорода – дейтерия.

Необходимые условия для запуска термоядерной реакции – высокая температура (~100 млн °С) и высокая плотность топлива – в водородной бомбе достигаются с помощью взрыва малогабаритного ядерного запала.

Чтобы реализовать такие же условия в лаборатории, то есть перейти от неуправляемого термоядерного синтеза к управляемому, ученые ФИАН академик Н. Г. Басов, лауреат Нобелевской премии 1964 года, и академик О. Н. Крохин предложили использовать излучение лазера. Именно тогда, в 1964 году, в Физическом институте им. П. Н. Лебедева, а затем и в других научных центрах нашей страны были начаты исследования по УТС в области с инерциальным удержанием плазмы. Это направление получило название инерциального термоядерного синтеза, или ИТС.

Классическая топливная мишень, применяемая в экспериментах по ИТС, представляет собой систему вложенных шаровых слоев, простейший вариант которой – внешняя полимерная оболочка и криогенный слой топлива, сформированный на ее внутренней поверхности. Основная идея ИТС – сжать пять миллиграммов сферической топливной мишени до плотностей, превышающих более чем в тысячу раз плотность твердого тела.

Сжатие осуществляется внешней оболочкой мишени, вещество которой, интенсивно испаряясь под воздействием сверхмощных лазерных лучей или пучков высокоэнергичных ионов, создает реактивную отдачу. Не испаренная часть оболочки как мощный поршень сжимает находящееся внутри мишени топливо, и в момент максимального сжатия сходящаяся ударная волна поднимает температуру в центре сжатого топлива настолько, что начинается термоядерное горение.

Предполагается, что в камеру реактора ИТС мишени будут инжектироваться с частотой 1-15 Гц, чтобы обеспечить их непрерывное облучение и, соответственно, непрерывную последовательность термоядерных микровзрывов, дающих энергию. Это напоминает работу двигателя внутреннего сгорания, только энергии мы в таком процессе можем получить на много порядков больше.

Другой подход в УТС связан с магнитным удержанием плазмы. Это направление получило название магнитного термоядерного синтеза (МТС). Исследования в этом направлении стартовали на десять лет раньше, в начале 1950-х годов. Институт им. И. В. Курчатова – пионер этих исследований в нашей стране.

– Какова конечная задача этих исследований?

Владимир Николаев: Конечная задача – использование термоядерных реакций при производстве электрической и тепловой энергии на современных высокотехнологичных, экологически чистых, использующих практически неисчерпаемые энергетические ресурсы объектах генерации – инерциальных термоядерных электростанциях. Этот новый тип электростанций должен со временем заменить привычные нам работающие на углеводородном топливе (газ, уголь, мазут) тепловые электростанции (ТЭС), а также атомные электростанции (АЭС). Когда же это случится? По словам академика Л. А. Арцимовича, одного из лидеров исследований УТС в нашей стране, термоядерная энергетика будет создана тогда, когда станет действительно необходимой человечеству. Такая необходимость с каждым годом становится все более острой, и вот по каким причинам:

1. Согласно прогнозам, сделанным в 2011 году Международным энергетическим агентством (МЭА), мировое годовое потребление электроэнергии в период между 2009 и 2035 годами возрастет более чем в 1,8 раза – с 17200 ТВт·ч в год до более чем 31700 ТВт·ч в год, при ежегодном темпе роста в 2,4 процента.

2. Применяемые человечеством меры, направленные на экономию энергии, применение различного рода энергосберегающих технологий на производстве и в быту, увы, не дают ощутимого результата.

3. Более 80 процентов потребляемой в мире энергии сейчас производится за счет сжигания ископаемых – нефти, угля и природного газа. Прогнозируемое через пятьдесят лет истощение запасов этого ископаемого топлива, а также неравномерность расположения месторождений этих ископаемых, удаленность данных месторождений от электростанций, требующая дополнительных расходов на транспортировку энергетических ресурсов, необходимость в отдельных случаях нести дополнительные весьма существенные расходы на обогащение и на подготовку топлива к сжиганию.

4. Развитие возобновляемых источников энергии на основе солнечной энергии, энергии ветра, гидроэнергетики, биогаза (в настоящее время на эти источники приходится около 13-15 процентов потребляемой в мире энергии) ограничивается такими факторами, как зависимость от климатических особенностей места нахождения электростанции, зависимость от времени года и даже времени суток. Сюда следует также добавить относительно небольшие номинальные мощности ветроустановок и солнечных станций, необходимость отведения под ветропарки значительных территорий, нестабильность режимов работы ветро- и солнечных электростанций, создающую технические сложности встраивания данных объектов в режим работы электроэнергетической системы, и т. п.

– *Каковы прогнозы на будущее?*

Владимир Николаев: Основным кандидатом на лидирующие позиции в энергетике будущего является ядерная энергия – энергия атомных электростанций и энергия управляемого термоядерного синтеза. Если в настоящее время около 18 процентов потребляемой в России энергии – это энергия атомных электростанций, то управляемый термоядерный синтез еще не осуществлен в промышленных масштабах. Эффективное решение практического использования УТС позволит овладеть экологически чистым, безопасным и практически неисчерпаемым источником энергии.

А где же реальный опыт внедрения?

– Почему же УТС так долго ждет своего внедрения? Ведь первые работы в этом направлении были проведены Курчатовым еще в 1950-х?

Владимир Николаев: Долгое время вообще считалось, что проблема практического использования энергии термоядерного синтеза не требует срочных решений, так как еще в 80-х годах прошлого столетия источники ископаемого топлива казались неистощимыми, а проблемы экологии и изменения климата не стояли так остро, как сейчас.

Кроме того, освоение проблемы УТС изначально потребовало развития совершенно новых научных направлений – физики высокотемпературной плазмы, физики сверхвысоких плотностей энергии, физики аномальных давлений. Потребовалось развитие компьютерных технологий и разработка ряда математических моделей поведения вещества при запуске термоядерных реакций. Для проверки теоретических результатов потребовалось сделать технологический рывок в создании лазеров, ионных и электронных источников, топливных микромишеней, диагностического оборудования, а также создать масштабные лазерные и ионные установки.

И эти усилия не пропали даром. Совсем недавно, в сентябре 2013 года, в экспериментах США на мощной лазерной установке NIF впервые продемонстрирована так называемая «научная рентабельность» (scientific breakeven): энергия, выделившаяся в термоядерных реакциях, превзошла энергию, вложенную в сжатие и нагрев топлива в мишени по схеме ИТС. Это служит дополнительным стимулом в ускорении развития существующих в мире программ, нацеленных на демонстрацию возможности коммерческого использования термоядерного реактора.

По разным прогнозам, первый опытный образец термоядерного реактора будет запущен в период до 2040 года, как результат действия ряда международных проектов и государственных программ, в том числе это международный реактор ITER на основе МТС, а также национальные программы построения реакторов на основе ИТС в США, Европе и Японии. Таким образом, от запуска процессов неуправляемого термоядерного синтеза до запуска первой электростанции УТС пройдет семьдесят-восемьдесят лет.

Относительно длительности внедрения УТС хочу пояснить, что 80 лет отнюдь не является большим сроком. Например, от момента изобретения Алессандро Вольтой

первого гальванического элемента в 1800 году до момента запуска первого опытного образца электростанции Томасом Эдисоном в 1882 году прошло восемьдесят два года. А если говорить об открытии и первых исследованиях Уильямом Гилбертом электрических и магнитных явлений (1600 год), то до практического применения данных явлений прошло более двух веков.

– Каковы научные и практические направления использования инерциального управляемого термоядерного синтеза?

Елена Корешева: Реактор ИТС – это экологически чистый источник энергии, который сможет конкурировать экономически с традиционными источниками на органическом топливе и АЭС. В частности, прогноз Ливерморской национальной лаборатории США предсказывает полный отказ энергетики США от современных АЭС и их полное замещение системами ИТС к 2090 году.

Технологии, разработанные при создании реактора ИТС, могут быть использованы в различных отраслях промышленности страны.

Но прежде всего необходимо создать механический макет реактора, или ММР, который позволит оптимизировать основные процессы, связанные с частотой и синхронностью доставки топливных мишеней в зону термоядерного горения. Запуск ММР и проведение на нем тестовых экспериментов являются необходимой стадией при разработке элементов коммерческого реактора.

Ну и, наконец, реактор ИТС это мощный источник нейтронов с нейтронным выходом до 1020 н/сек, а плотность потока нейтронов в нем достигает колоссальных величин и может превышать 1020 н/сек-см² в среднем и 1027 н/сек-см² в импульсе вблизи зоны реакции. Реактор ИТС как мощный источник нейтронов является уникальным инструментом исследования в таких направлениях, как фундаментальные исследования, энергетика, нано- и биотехнологии, медицина, геология, проблемы безопасности.

Что касается научных направлений использования ИТС, то они включают изучение физики, связанной с эволюцией сверхновых звезд и других астрофизических объектов, исследование поведения вещества в экстремальных условиях, получение трансурановых элементов и изотопов, не существующих в природе, исследование физики взаимодействия лазерного излучения с плазмой и многое другое.

...

с точки зрения социальных, политических, экономических или экологических аспектов создания управляемого термоядерного синтеза вопросов как раз и не возникает.

Основная сложность заключается в том, что для достижения цели необходимо решить множество проблем, которые ранее не стояли перед наукой, а именно:

- понять и описать сложные физические процессы, происходящие в реагирующей топливной смеси,
- подобрать и испытать подходящие конструкционные материалы,
- разработать мощные лазеры и источники рентгеновского излучения,
- разработать импульсные системы питания, способные создавать мощные пучки частиц,
- разработать технологию массового производства топливных мишеней и систему их непрерывной подачи в камеру реактора синхронно с приходом туда импульсов лазерного излучения или пучков частиц и многое другое.

Поэтому на первый план выходит проблема создания Федеральной целевой государственной программы по развитию инерциального управляемого термоядерного синтеза в нашей стране, а также вопросы ее финансирования.

...

– А уже есть установки, работающие на принципах инерциального термоядерного синтеза? И если есть, то насколько они эффективны?

Елена Корешева: С целью демонстрации энергии термоядерного синтеза, получаемой по схеме ИТС, во многих странах мира построены опытные лабораторные установки. Наиболее мощные среди них следующие:

- в Лоуренсовской Ливерморской национальной лаборатории США с 2009 года действует лазерная установка NIF с энергией лазера 1,8 МДж, сосредоточенной в 192 пучках лазерного излучения;

- во Франции (Бордо) введена в действие мощная установка LMJ с энергией лазера 1,8 МДж в 240 пучках лазерного излучения;

- в Евросоюзе создается мощная лазерная установка HiPER (High Power laser Energy Research) с энергией 0,3-0,5 МДж, функционирование которой требует производства и доставки топливных мишеней с высокой частотой >1 Гц;

- в Лаборатории лазерной энергетики США действует лазерная установка OMEGA, энергия лазера – 30 кДж энергии сосредоточено в шестидесяти пучках лазерного излучения;

- в Военно-морской лаборатории (NRL) США построен самый мощный в мире криптон-фторовый лазер NIKE с энергией от 3 до 5 кДж в пятидесяти шести пучках лазерного излучения;

- в Японии в Лаборатории лазерной техники университета города Осаки действует многопучковая лазерная установка GEKKO-XII, энергия лазера – 15-30 кДж;

- в Китае действует установка SG-III с энергией лазера 200 кДж в шестидесяти четырех пучках лазерного излучения;

- в Российском федеральном ядерном центре – ВНИИ экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров) действуют установки ИСКРА-5 (двенадцать пучков лазерного излучения) и ЛУЧ (четыре пучка лазерного излучения). Энергия лазера в этих установках составляет 12-15 кДж. Здесь же в 2012 году начато строительство новой установки УФЛ-2М с энергией лазера 2,8 МДж в 192 пучках. Планируется, что запуск этого, самого мощного в мире, лазера произойдет в 2020 году.

Целью работы перечисленных установок ИТС является демонстрация технической рентабельности ИТС, когда энергия, выделившаяся в термоядерных реакциях, превышает всю вложенную энергию. На сегодняшний день продемонстрирован так называемый scientific breakeven, то есть научная рентабельность ИТС: энергия, выделившаяся в термоядерных реакциях, впервые превзошла энергию, вложенную в сжатие и нагрев топлива.

...

Владимир Николаев: Управляемый термоядерный синтез – это реальный конкурент таких испытанных источников энергии, как углеводородное топливо и атомные электростанции, поскольку запасы топлива для электростанции УТС практически неисчерпаемы. Количество тяжелой воды, содержащей дейтерий, в мировом океане составляет около ~1015 тонн. Литий, из которого нарабатывается второй компонент термоядерного топлива, тритий, уже сейчас производится в мире десятками тысяч тонн в

год и стоит недорого. При этом 1 грамм дейтерия может дать энергии в 10 миллионов раз больше, чем 1 грамм угля, а 1 грамм смеси дейтерий-тритий даст столько же энергии, сколько 8 тонн нефти.

...

– Проводятся ли сегодня в России или других странах научные разработки по созданию конкурентной, экономически выгодной и безопасной инерциальной термоядерной энергетической станции?

Елена Корешева: В США, Европе и Японии уже существуют долгосрочные национальные программы построения к 2040 году электростанции, действующей на основе ИТС. Планируется, что выход на оптимальные технологии произойдет к 2015-2018 годам, а демонстрация работы пилотной установки в непрерывном режиме выработки электроэнергии – к 2020-2025 году. В Китае действует программа построения и запуска в 2020 году лазерной установки реакторного масштаба SG-IV с энергией лазера 1,5 МДж.

Напомним, что для обеспечения непрерывного режима генерации энергии подача топлива в центр камеры реактора ИТЭС и одновременная подача туда лазерного излучения должны осуществляться с частотой 1-10 Герц.

В Военно-морской лаборатории (NRL) США для отработки реакторных технологий создана установка ELEKTRA, действующая с частотой 5 Гц при энергии лазера 500-700 Джоулей. К 2020 году планируется увеличить энергию лазера в тысячу раз.

Мощная опытная установка ИТС с энергией 0,3-0,5 МДж, которая будет работать в частотном режиме, создается в рамках Европейского проекта HiPER. Цель этой программы: демонстрация возможности получения энергии термоядерного синтеза в частотном режиме, как это характерно для работы инерциальной термоядерной энергетической станции.

Отметим здесь также государственный проект Республики Южная Корея по созданию инновационного мощного частотного лазера в Корейском Прогрессивном физико-техническом институте KAIST.

В России, в Физическом институте им. П. Н. Лебедева, разработан и продемонстрирован уникальный метод FST, который является перспективным путем решения проблемы частотного формирования и доставки криогенных топливных мишеней в реактор ИТС. Здесь также создано лабораторное оборудование, которое моделирует весь процесс приготовления реакторной мишени – от ее заполнения топливом до осуществления частотной доставки в лазерный фокус. По заказу программы HiPER специалисты ФИАН разработали проект фабрики мишеней, работающей на основе метода FST и обеспечивающей непрерывное производство топливных мишеней и их частотную доставку в фокус экспериментальной камеры HiPER.

В США существует долгосрочная программа LIFE, нацеленная на построение к 2040 году первой электростанции ИТС. Программа LIFE будет развиваться на основе действующей в США мощной лазерной установки NIF с энергией лазера 1,8 МДж.

Отметим, что в последние годы исследования по взаимодействию очень интенсивного (10¹⁷-10¹⁸ Вт/см² и выше) лазерного излучения с веществом привели к открытию новых, ранее неизвестных физических эффектов. Это возродило надежды на осуществление простого и эффективного способа зажигания термоядерной реакции в несжатом топливе плазменными блоками (так называемый side-on ignition), который был предложен еще более тридцати лет назад, но не мог быть реализован при имевшемся тогда технологическом уровне. Для реализации данного подхода необходим лазер с пикосекундной длительностью импульса и мощностью 10-100 петаВатт. Сейчас

исследования по этой тематике интенсивно ведутся во всем мире, лазеры мощностью 10 петаватт (ПВт) уже построены. Например, это лазерная установка VULCAN в лаборатории Резерфорда и Апплтона в Великобритании. Как показывают расчеты, при использовании такого лазера в ИТС вполне достижимы условия зажигания для безнейтронных реакций, таких, как протон-бор или протон-литий. В этом случае в принципе снимается проблема радиоактивности.

...

Перспективы в России есть

– А что может помешать успешному построению термоядерной электростанции в России?

Владимир Николаев: Как уже упоминалось, существует два направления развития УТС: с магнитным и инерциальным удержанием плазмы. Для успешного решения задачи построения термоядерной электростанции оба направления должны развиваться параллельно в рамках соответствующих федеральных программ, а также российских и международных проектов.

Россия уже участвует в международном проекте создания первого опытного образца реактора УТС – это проект ITER, относящийся к магнитному термоядерному синтезу.

Что касается электростанции на основе ИТС, то такой государственной программы в России пока нет. Отсутствие финансирования в данной области может привести к значительному отставанию России в мире и к потере существующих приоритетов.

Наоборот, при условии соответствующих финансовых вложений открываются реальные перспективы построения инерциальной термоядерной электростанции, или ИТЭС, на территории России.

– Есть ли перспективы построения инерциальной термоядерной энергетической станции в России при условии адекватных финансовых вложений?

Елена Корешева: Перспективы есть. Давайте разберемся в этом подробнее.

ИТЭС состоит из четырех принципиально необходимых частей:

1. Камера сгорания, или реакторная камера, где происходят термо-ядерные микровзрывы, и их энергия передается теплоносителю.
2. Драйвер – мощный лазер, или ускоритель ионов.
3. Фабрика мишеней – система подготовки и ввода топлива в реакторную камеру.
4. Тепло-электротехническое оборудование.

Топливом для такой станции будет служить дейтерий и тритий, а также литий, входящий в состав стенки реакторной камеры. Тритий в природе не существует, но в реакторе он образуется из лития при его взаимодействии с нейтронами термоядерных реакций. Количество тяжелой воды, содержащей дейтерий в Мировом океане, как уже здесь говорилось, составляет около ~1015 тонн. С практической точки зрения – это бесконечная величина! Извлечение дейтерия из воды – это хорошо отработанный и дешевый процесс. Литий – это доступный и достаточно дешевый элемент, содержащийся в земной коре. При использовании лития в ИТЭС его хватит на несколько сот лет. К тому же в более отдаленной перспективе, по мере развития технологии мощных драйверов (то есть лазеров, ионных пучков), предполагается осуществлять термоядерную реакцию на чистом дейтерии или на топливной смеси, содержащей лишь малое количество трития.

Следовательно, стоимость топлива будет давать очень малый вклад, менее 1 процента, в стоимость вырабатываемой термоядерной электростанцией энергии.

Камера сгорания ИТЭС – это, грубо говоря, 10-метровая сфера, на внутренней стенке которой обеспечивается циркуляция жидкого, а в некоторых вариантах станций порошкообразного теплоносителя, например лития, который одновременно используется как для съема энергии термоядерного микровзрыва, так и для наработки трития. Кроме того, в камере предусмотрено необходимое количество входных окон для ввода мишеней и излучения драйвера. Конструкция напоминает корпуса мощных ядерных реакторов или некоторых промышленных установок химического синтеза, практический опыт создания которых имеется. Здесь еще предстоит решить много проблем, но фундаментальных ограничений нет. Некоторые наработки по материалам такой конструкции и отдельным узлам уже существуют, в частности, в проекте ITER.

Тепло-электротехническое оборудование – это достаточно хорошо отработанные технические устройства, которые уже давно используются на АЭС. Естественно, и на термоядерной станции эти системы будут иметь сопоставимую стоимость.

Что касается наиболее сложных систем ИТЭС – драйверов и фабрики мишеней, то в России существует хороший задел, необходимый для принятия государственной программы по ИТЭС и осуществления ряда проектов как в коллаборации с российскими институтами, так и в рамках международного сотрудничества. С этой точки зрения важным моментом являются те методы и технологии, которые уже развиты в российских исследовательских центрах.

В частности, Российский федеральный ядерный центр в Сарове обладает приоритетными наработками в области создания мощных лазеров, производства единичных топливных мишеней, диагностики лазерных систем и термоядерной плазмы, а также компьютерного моделирования процессов, происходящих в ИТС. В настоящее время в РФЯЦ-ВНИИЭФ реализуется программа УФЛ-2М построения самого мощного в мире лазера с энергией 2,8 МДж. В программе принимает участие и ряд других российских организаций, в том числе Физический институт им. П. Н. Лебедева. Успешное выполнение программы УФЛ-2М, начатой в 2012 году, – это еще один большой шаг России на пути освоения энергии термоядерного синтеза.

В Российском научном центре «Курчатовский институт» (Москва) совместно с Политехническим университетом Санкт-Петербурга были проведены исследования в области доставки криогенного топлива с помощью пневматического инжектора, которые уже сейчас используются в системах магнитного термоядерного синтеза, таких, как ТОКАМАК; исследованы различные системы защиты топливных мишеней в процессе их доставки в камеру реактора ИТС; исследована возможность широкого практического использования ИТС в качестве мощного источника нейтронов.

В Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН (Москва) имеются необходимые наработки в области создания фабрики реакторных мишеней. Здесь разработана уникальная технология частотного производства топливных мишеней и создан прототип фабрики мишеней, работающей с частотой 0,1 Гц. Здесь также созданы и исследованы различные системы доставки мишеней, включая гравитационный инжектор, электромагнитный инжектор, а также новые устройства транспортировки, работающие на основе квантовой левитации. Наконец, здесь развиты технологии высокоточного контроля качества мишени и ее диагностики в процессе доставки. Часть этих работ выполнена в коллаборации с ранее упомянутыми центрами ИТС в рамках десяти международных и российских проектов.

Однако необходимым условием реализации развитых в России методов и технологий является принятие долгосрочной Федеральной целевой программы по ИТС и ее финансирование.

– Каков, по вашему мнению, должен быть первый шаг к освоению термоядерной энергетики на основе ИТС?

Владимир Николаев: Первым шагом может стать проект «Разработка механического макета реактора и прототипа ФАБРИКИ МИШЕНЕЙ для частотного пополнения криогенным топливом энергетической станции, работающей на основе инерциального термоядерного синтеза», предложенного Центром энергоэффективности «ИНТЕР РАО ЕЭС» совместно с Физическим институтом им. П. Н. Лебедева и НИЦ Курчатовский институт. Результаты, полученные в проекте, позволят России не только завоевать стабильный приоритет в мире в области УТС, но и вплотную подойти к построению коммерческой электростанции на основе ИТС.

Уже сейчас ясно, что будущие ИТЭС должны строиться большой единичной мощности – как минимум, несколько гигаватт. При таком условии они будут вполне конкурентоспособны с современными АЭС. Кроме того, будущая термоядерная энергетика позволит снять острейшие проблемы ядерной энергетики – опасность радиационной аварии, захоронение высокоактивных отходов, удорожание и исчерпание топлива для АЭС и др. Заметим, что инерциальная термоядерная электростанция с тепловой мощностью 1 гигаватт (ГВт) с точки зрения радиационной опасности эквивалентна реактору деления мощностью всего 1 кВт!

...

Газета: [№ 05 \(241\)](#): [Энергетика: наука:](#)

Магнитное пересоединение способно продвинуть управляемый термоядерный синтез

[Александр Березин](#)

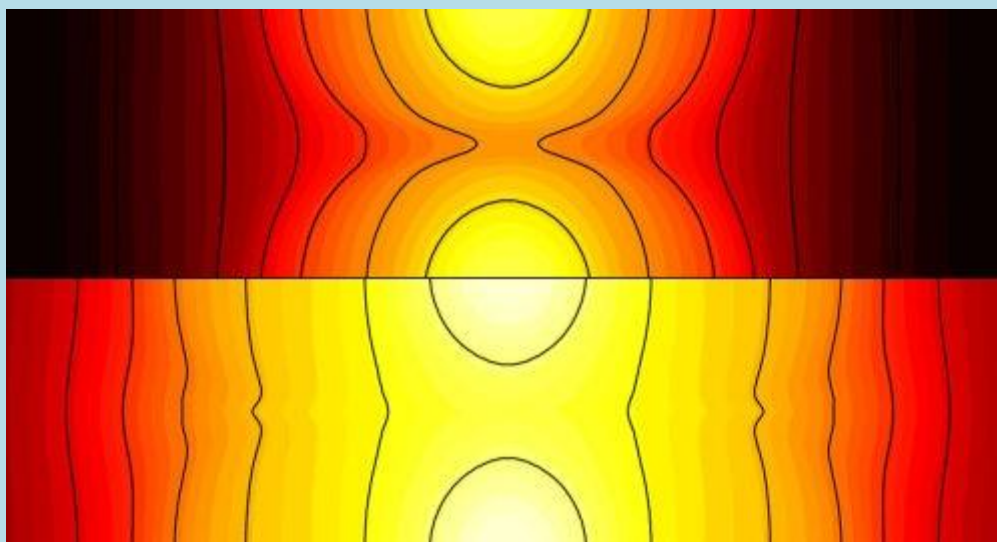
20.03.2014

<http://compulenta.computerra.ru/veshestvo/fizika/10012122/>



Американские специалисты из Мичиганского и Принстонского университетов обнаружили новый вид магнитного поведения в плазме, способный, по их мнению, пригодиться для достижения более эффективного термоядерного синтеза по инерциальному сценарию.

Коротко напомним: при таком методе слияние ядер достигается за счёт обстрела со всех сторон лазерными лучами мишени с дейтерием. Чтобы повысить температуру и давление в мишени до условий, характеризующих внутренности звёзд, оболочка мишени должна начать испаряться равномерно, сразу вся. На практике, впрочем, она предпочитает вначале испариться в ряде отдельных точек, из-за чего мишень сжимается не сферой, а чем-то вроде комка, а давление и температура получаются не такими большими. В итоге общая эффективность схемы «лазерный обстрел — термоядерная реакция» остаётся удручающе низкой, заставляя тратить на поддержание реакции больше, чем от неё удаётся получить энергии.



Вверху: при нагреве магнитные поля не дают теплу свободно распространяться по оболочке мишени, создавая «загородки» вокруг двух пятен от лазерных лучей. Однако (ниже) движущиеся магнитные поля могут соединиться и создать канал обмена теплом между двумя пятнами.
(Илл. Joglekar, Thomas, Fox, Bhattacharjee.)

Неравномерность нагрева оболочки мишени вызвана тем, что тепло в оболочке передаётся электронами, «разбегающимися» от мест касания почти двухсот лазерных пучков.

Но дело в том, что, когда лазер превращает стенки мишени (в точке контакта) в плазму, электроны в ней начинают двигаться, возникает магнитное поле, и оно, в свою очередь, ограничивает свободное равномерное распространение электронов во все стороны.

Группе исследователей во главе с Амитавай Бхаттачарджи ([Amitava Bhattacharjee](#)) из Принстонского университета (США) удалось показать, что всё это не совсем безнадежно. «Горячие» электроны в попытке добраться до более холодных областей могут «толкать» магнитную загородку дальше, до некоторой степени сдвигая границу равномерного распространения тепла. Более того, было продемонстрировано, что такое движение можно использовать для объединения магнитных «стенок» от двух точек, нагреваемых соседними лазерными лучами.

По сути, учёные открыли совершенно новый механизм магнитного пересоединения. В теории такие процессы могут идти не только в термоядерных мишенях, но и на Солнце, где магнитное пересоединение имеет прямое отношение к вспышкам и выбросам массы с его поверхности.

Но вернёмся на Землю. Физики уверены: проектанты систем инерциального термоядерного синтеза могут использовать новооткрытые особенности магнитных процессов в плазме для размещения лазеров, воздействующих на мишень, оптимальным образом, то есть так, чтобы исключить неравномерность её сжатия. Тем самым можно будет заметно увеличить эффективность этого процесса, сделав шаг к экономически целесообразному термоядерному синтезу.

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [Physical Review Letters](#).

Подготовлено по материалам [Мичиганского университета](#).

Настоящее и будущее фемтосекундных лазеров

<http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2592&nomer=86>

Основным направлением деятельности резидента Троицкого технопарка ФИАН ООО «Авеста-Проект» является разработка и производство твердотельных и волоконных фемтосекундных лазерных систем и усилителей, а также различной измерительной и диагностирующей аппаратуры на их основе.

Фемтосекундные лазеры, иначе их еще называют лазерами ультракоротких импульсов, интересны своим широким спектром применения. Длительность импульса таких лазеров составляет от единиц до сотен фемтосекунд (1 фемтосекунда = 10^{-15} секунд). «Авеста-Проект» основном работает над созданием титан-сапфировых лазеров, с импульсами в диапазоне 6-500 фемтосекунд. Это системы, обладающие высокой пиковой мощностью при относительно небольших лабораторных размерах. Например, лазер с излучением в 10 ТВт обладает пиковой мощностью, превышающей мощность всех электростанций на планете. Благодаря своим характеристикам подобные установки, кроме чисто научных исследований, например, генерация плазмы или создание экстремальных состояний материи, нашли применение почти во всех областях деятельности человека - от медицины до космических технологий.

Разрабатываемые волоконные фемтосекундные лазеры применяются для тестирования полупроводниковых и телекоммуникационных систем, наноструктурирования поверхности материалов, создания и реставрации фотошаблонов, в дальнейшем используемых для создания микрочипов, обработки тонких пленок и нанесения покрытий, многофотонной микроскопии, в офтальмологии и во многих других областях. В будущем, помимо исследования структурных свойств материалов, такие системы смогут применяться в нейрохирургии, стоматологии, наноконструировании поверхностного слоя и т.д. Многие области применения фемтосекундных лазеров еще не изучены, исследования по этой тематике ведутся в ведущих научных учреждениях мира. Не отстают и российские ученые.

Одна из последних разработок «Авеста-Проект», выполненная по заказу одного из ведущих российских научных институтов, – титан-сапфировая тераваттная система с пиковой мощностью до 10 ТВт. Возможные применения системы – ускорение частиц для фундаментальных исследований, исследования в области термоядерного синтеза и генерации плазмы, генерация рентгеновского излучения и аттосекундных импульсов, использование в качестве задающего блока в усилителях петаваттного уровня, а также удаленный мониторинг загрязнения атмосферы и контроль электрических разрядов с помощью филаментов.

Технологии для МП

Конденсаторы на нанолитах показали выдающиеся качества

[Александр Березин](#)

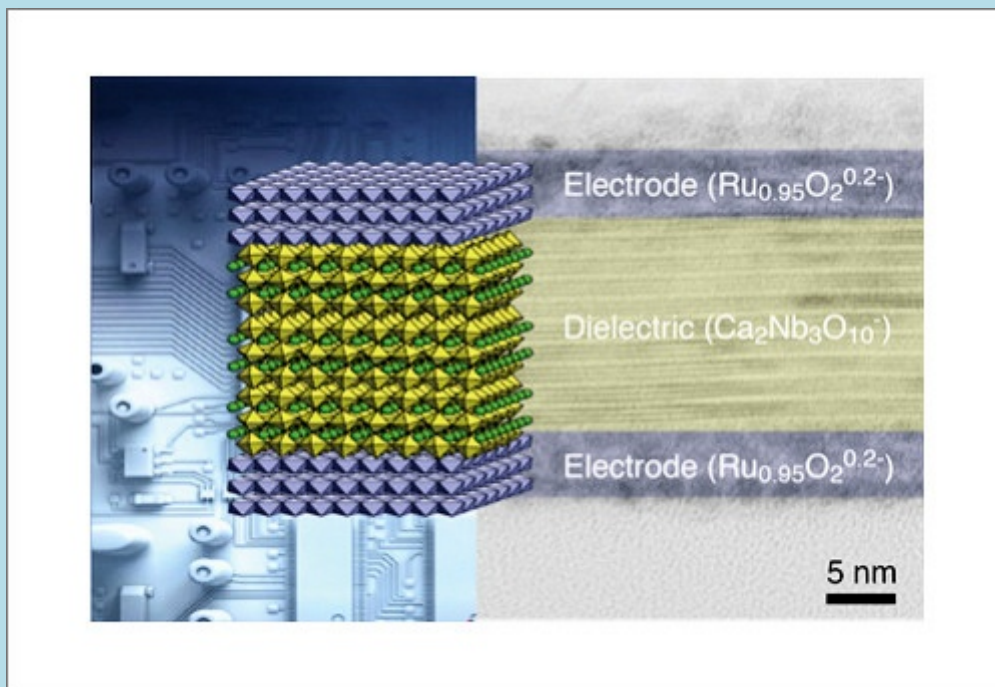
20.03.2014

<http://compulenta.computerra.ru/tehnika/devices/10012105/>



При тех же размерах их ёмкость почти в 2 тыс. раз превзошла показатели обычных конденсаторов, которые может купить любой желающий.

Такайоши Сасаки ([Takayoshi Sasaki](#)) и его коллеги из Национального института материаловедения и Университета Синано (оба — Япония) попробовали использовать миниатюризацию, правящую сегодня бал в электронике, на конденсаторах. В последнее время эта область получила несколько технологических решений, нацеленных на уменьшение размеров конденсаторов без падения их ёмкости, поэтому дальнейшая эволюция кажется сравнительно сложным делом.



Общая схема (слева) и срез ультратонкого конденсатора на нанолистах под микроскопом (справа) (иллюстрация Takayoshi Sasaki et al.).

Пластины для хранения заряда, применённые японскими исследователями, выполнены на довольно необычной основе: проводящие элементы представлены двумерными листами оксида рубидия, а диэлектрические — Ca₂Nb₃O₁₀ (тоже не самым обыденным соединением). Сборка их в многослойную структуру ведётся при помощи последовательного добавления различных растворов, содержащих отдельные элементы таких соединений. В итоге удалось получить нанолисты, представляющие собой миниатюрный конденсатор, который способен накапливать примерно 27,5 мкФ на квадратный сантиметр.

Как замечают разработчики, несмотря на кажущуюся небольшой величину, это в 2000 раз больше, чем у продуктов аналогичного назначения, имеющих на рынке.

Среди прочего собственно подход к реализации конденсаторов на нанолистах представляется им весьма перспективным для создания ещё более совершенных накопителей. Пусть двумерные листы толщиной в считанные атомы могут иметь небольшую ёмкость по отдельности, но в «стопке» они намного превосходят свои нынешние трёхмерные аналоги. Связано это с тем, что пластины конденсаторов в основном накапливают заряд на своей поверхности, а потому уменьшение толщины листа неизбежно ведёт к быстрому росту соотношения этой поверхности к занимаемому устройством объёму.

Кроме того, исследователям удалось преодолеть одну из главных проблем наноструктур такого рода: собираются они сравнительно просто и без непосредственного физического манипулирования, что позволяет наладить их конвейерное производство уже

на сегодняшнем технологическом оборудовании, причём без потребности в дорогостоящих сборочных линиях или отжиге.

Впрочем, применение рублидия и ниобия при создании нанолитов, конечно, не верх технологии, поскольку материалы эти дороги и не очень распространены. И учёные это прекрасно понимают, заявляя, что уже нацелились на создание прототипов на двумерных нанолитах «из более широкого спектра материалов».

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [ACS Nano](#).

Подготовлено по материалам [Национального института материаловедения Японии](#).

Графен может стать сверхпроводником

[Александр Березин](#)

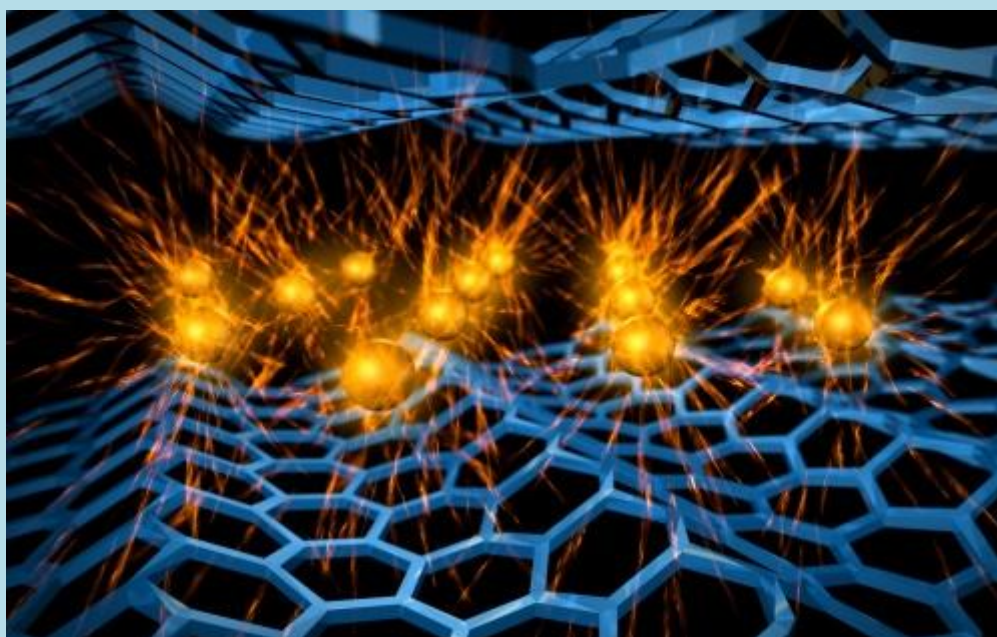
20.03.2014

<http://compulenta.computerra.ru/veshestvo/materialovedenie/10012115/>

КОМПЬЮЛЕНТА Специалисты из Стэнфордского университета и Минэнерго США знают, как сделать графен — однослойную пластинку из углеродных атомов — сверхпроводящим, то есть способным передавать электричество без потерь.

Исследователи во главе с Шолун Яном ([Shuolong Yang](#)) обстреливали плотным пучком ультрафиолетового излучения многослойные структуры из графена и тонких листов кальция.

Довольно давно известно, что при определённых условиях такая комбинация является сверхпроводящей. Считалось, что без второго компонента графен лишён способности к передаче электричества без потерь.



Добавляя атомы кальция (оранжевые) между графеновыми листами (синие «соты»), учёные получают сверхпроводящий материал. Лишь теперь появились основания считать, что именно графен является главным сверхпроводящим компонентом этого материала.

(Иллюстрация Greg Stewart / SLAC.)

При помощи УФ-облучения графена удалось напрямую проследить процессы «метаний» электронов между графеном и кальцием — то, как они взаимодействуют с присущими этим материалам внутренними вибрациями атомной структуры и

объединяются в пары, что и позволяет этим частицам без потерь течь внутри графен-кальциевого сэндвича.

Ключевой задачей при этом было понять роль в создании сверхпроводящего материала каждого из компонентов композита. И учёные уверены, что им удалось достоверно выяснить следующее: хотя кальций и взаимодействие с ним помогают достижению сверхпроводящего состояния, графен также имеет собственный сверхпроводящий потенциал.

«Мы впервые можем показать, как именно электроны, существующие в графеновых слоях, в действительности достигают сверхпроводимости, — заявляет Джонатан Собота ([Jonathan Sobota](#)) из Института материаловедения и энергетики Стэнфордского университета, один из участников эксперимента. — Мы полагаем, что понимаем механизм возникновения сверхпроводимости в этом [композитном материале]».

Хотя пока, как вы видите, речь идёт лишь о «понимании теоретического механизма», эксплуатация которого может привести нас к сверхпроводящему графену, а о конкретных применениях говорить несколько рано, учёные всё же замечают, что ультравысокочастотные аналоговые транзисторы, наносенсоры и микроэлектромеханические устройства, а также элементная база квантовых компьютеров могли бы с успехом использовать сверхпроводник со столь специфическими качествами, как у графена.

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [Nature Communications](#).

Подготовлено по материалам [EurekAlert!](#).

Звезды, межзвездная среда, экзопланеты

К вопросу об описании инопланетной атмосферы

[Дмитрий Целиков](#)

02.04.2014

<http://compulenta.computerra.ru/universe/SETI/10012336/>



Недавно [был открыт](#) источник природных аэрозольных частиц в земной атмосфере, играющих важную роль в образовании облаков. Частицы, о которых идёт речь, называются «климатически активными органическими аэрозолями» и представляют собой пары, состоящие из крупных молекул. Молекулы содержат углерод, кислород и водород примерно в одинаковых количествах.

Международная группа учёных обнаружила, что эти пары формируются вскоре после попадания в воздух промышленных выбросов. Они конденсируются на небольших частицах, из-за чего последние становятся всё крупнее. Со временем они достигают таких размеров, что вызывают заметные изменения в атмосфере: отражают солнечный свет обратно в космос и выполняют роль центров образования облаков.

Исследователи продемонстрировали механизм прямого влияния жизни на производство частиц, играющих важную роль в процессах, которые оказывают воздействие на земной климат. Результаты полезны для специалистов, которых интересует связь между земной биосферой и климатом, а также то, как изменение климата повлияет на пригодность нашей планеты для жизни в будущем. Но имеют ли подобные штудии значение для сравнительной планетологии и поиска жизни за пределами Земли?

Как показало новое исследование, жизнь на Земле может сильно повлиять на состав и поведение атмосферы нашей планеты. Между тем в окрестностях далёких звёзд обнаружено уже свыше тысячи экзопланет, и это число продолжает расти. Идёт

разработка методов детального изучения атмосфер этих тел. Конечная цель — найти в атмосфере маркеры, указывающие на существование инопланетной жизни.

Можно ли использовать климатически активные органические аэрозоли в качестве таких маркеров? На этот вопрос журнал *Astrobiology* попросил ответить [Нэнси Кианг](#) из Института космических исследований НАСА им. Годдарда — специалиста по взаимодействию биосферы и атмосферы Земли.

Прежде всего эксперт указывает на то, что биологические признаки в атмосфере могут стать результатом деятельности растений. Хлорофилл поглощает свет, и растительный покров можно обнаружить уже по тому, как свет отражается от поверхности планеты. Эта спектральная характеристика называется «красным краем растительности» (имеется в виду длинноволновая часть спектра). Таким образом спутники составляют карты растительного покрова Земли. По словам г-жи Кианг, можно определить наличие растительности на экзопланете с помощью телескопа, если ею покрыто как минимум 20% планеты и над этой областью нет облаков.

Однако союз «и» в предыдущем предложении всё портит. Растения впитывают влагу из почвы, а затем транслируют её в атмосферу, поощряя тем самым формирование облаков. На Земле особенно сильные дожди идут над тропическими лесами, а также районами с густой растительностью, где не пасутся животные, как, например, вдоль знаменитого [«забора от кроликов»](#) в Австралии. Следовательно, попытки зарегистрировать фотосинтез на других планетах, скорее всего, обречены на провал из-за густых облаков. И результаты нового исследования говорят только о том, что у растений есть ещё один способ, помимо испарения, спрятаться от любопытных инопланетных глаз.

Но, может быть, в таком случае имеет смысл всмотреться в сами облака? Увы, астрономам трудно определить химический состав облаков и туманов из-за того способа, каким они рассеивают свет. К тому же они скрывают значительную часть химических сигнатур атмосферы (как много скрыто, зависит, конечно, от высоты облаков и их плотности). Например, «Хаббл» обнаружил облака на планете [GJ1214b](#), но так и не удалось понять, вода это или какое-то другое вещество.

Пока самым действенным методом обнаружения жизни на другой планете остаётся кислород. Доля этого элемента в атмосфере Земли — результат миллиардов лет жизнедеятельности морских фотосинтезирующих организмов и секвестирования органического углерода на дне океана. Растения начали вносить свой вклад в этот процесс совсем недавно.

Подготовлено по материалам [Astrobiology Magazine](#).

Обнаружена самая небольшая землеподобная планета в зоне обитаемости

[Александр Березин](#)

18.04.2014

<http://compulenta.computerra.ru/universe/astronomy/10012536/>

КОМПЬЮЛЕНТА

В пяти сотнях световых лет от нас здравствует экзопланета всего на 10% крупнее Земли. Причём располагается она именно там, где возможно существование жидкой воды. И таких планет в этой системе может быть несколько...

Не счесть наших рассказов-алмазов о находках землеподобных планет в зоне обитаемости. Но почти все найденные тела — в том числе из-за ограниченности технических возможностей космотелескопа «Кеплер» и наземных инструментов — много

больше Земли, что заставляло учёных оговариваться: поскольку нам неизвестно, какие именно условия царят на планетах тяжелее нашей, но много легче газовых гигантов, постольку мы не можем уверенно заявлять о том, что тамошние условия подходят для жизни земного типа.

И в этом был резон. Таких планет, «суперземель», в Солнечной системе нет, и мы до 2018 года не сможем узнать состав их атмосферы. А они между тем вполне могут быть покрыты океанами огромной глубины (до сотни километров), не имея ни континентов, ни даже островов. Ясно, что если в таких условиях жизнь и возникнет, то её изучение в обозримой перспективе малореально. Ну а все планеты, которые ранее удавалось обнаружить в зонах обитаемости, по меньшей мере на 40% превосходили наш голубой шарик размерами, что и создавало ту самую «проклятую неопределённость».



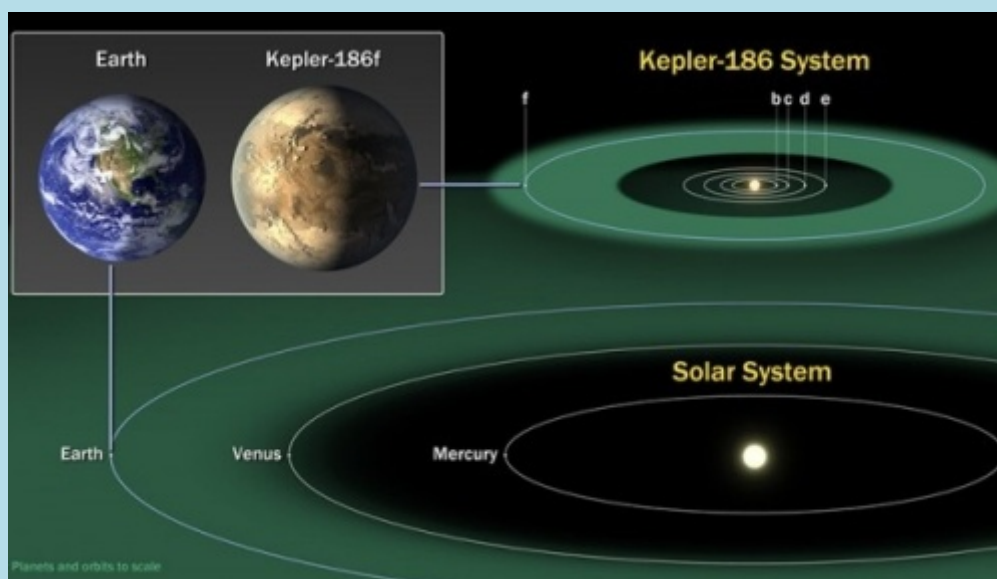
Кеплер-186f — самая маленькая из известных планет, находящихся в зоне обитаемости другой звезды. Предшествующий рекордсмен был не на 10, а на 40 процентов больше нашей Земли, что породило сомнения в наличии на нём суши. (Иллюстрация Danielle Futselaar.)

В этом смысле новая работы группы астрономов во главе с Элизой Кинтаной ([Elisa Quintana](#)) из Института SETI чрезвычайно важна: учёные наконец-то отыскали в зоне обитаемости планету, по размерам чрезвычайно близкую к Земле!

Это Кеплер-186f, отстоящий от нас на 500 световых лет. Как видно из названия, это пятая планета системы небольшой красной звезды Кеплер-186. Для карлика светило сравнительно ярко и горячо: спектральный класс M1 помещает звезду в «высшую лигу» красных карликов. Тем не менее её зона обитаемости, разумеется, уже, чем у Солнца, — в силу меньшей светимости. Хотя планета Кеплер-186f расположена всего в 0,36 а. е. от родительской звезды, она получает лишь 32% от того излучения, что падает на Землю.

Погодите-ка, скажет читатель, но ведь это почти столько же, сколько имеет исключительно суровый Марс. О какой обитаемости может идти речь?!

Дело в том, что планета в далёкой звёздной системе не во много раз меньше и легче Земли, как упомянутый Марс, а, напротив, в 1,1 раз больше, а по массе, скорее всего, превосходит нас. Если её состав повторяет земной, то есть планета состоит из силикатов и железа, то масса её в 1,44 раз больше, что даёт надежду на наличие у неё плотной атмосферы и гидросферы. Существование мощной газовой оболочки поможет далёкому миру не остыть, подобно четвёртой солнечной планете. Как подчёркивают исследователи, чтобы иметь среднюю температуру поверхности выше 273 К, планете нужно от 0,5 до 5 земных уровней углекислого газа (разброс цифр зависит от количества азота в тамошней атмосфере). В то же время гравитация Кеплера-186f недостаточна, чтобы создать и удержать толстую оболочку из лёгких газов, которая могла бы сделать планету не землеподобной.



Хотя в системе Кеплер-186 пока найдена лишь одна планета в зоне обитаемости (зелёное кольцо), моделирование показывает, что между ней и близкими к звезде четырьмя планетами могла возникнуть ещё пара экзопланет. (Илл. NASA Ames, SETI Institute, JPL-CalTech.)

Впрочем, нельзя не заметить, что даже такая температура необязательна для обитаемости: при атмосфере в несколько раз плотнее земной температура замерзания воды может значительно снизиться, и тогда океаны Кеплера-186f не замёрзнут и ниже точки в 273 К.

Представители группы Элизы Кинтаны уверены, что речь идёт о планете в зоне обитаемости, хотя и во внешней её части. Более того, в отличие от многих других тел в зоне обитаемости вокруг красных карликов, Кеплер-186f лежит достаточно далеко от звезды, чтобы всё ещё избегать приливного захвата — ситуации, когда планета всё время

повернута к светилу лишь одной стороной. То есть там, как и на Земле, день регулярно сменяется ночью надо всей планетой, что, по мнению ряда астрономов, также имеет значение для обитаемости.

Кстати, проведя моделирование устойчивости наблюдаемой планетной системы, авторы работы пришли к выводу о возможности существования ещё пары незарегистрированных планет между четвёртой (Кеплер-186e) и пятой (Кеплер-186f). С учётом того, что пока все пять тел системы близки к Земле по размерам, во внутренней части обитаемой зоны Кеплера-186 также может находиться небесное тело с жидкими океанами.

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [Science](#), а его препринт готов к вашему вдумчивому пролистыванию [здесь](#).

Подготовлено по материалам [ScienceNOW](#).

Легко ли доказать существование жизни за пределами Земли?

[Александр Березин](#)

29.04.2014 года

<http://compulenta.computerra.ru/universe/SETI/10012606/>



Давайте честно: огромная доля интереса к экзопланетной астрономии основана на вопросе о том, есть ли среди десятков миллиардов планет Галактики нечто вроде нашей Земли, настоящий обитаемый мир. Может ли там возникнуть сложная жизнь, разум и сопутствующие им бедствия?

...Точный ответ на этот вопрос изменил бы многое — и, в частности, наше отношение к самим себе. Но, похоже, в ближайшее время такого ответа может и не появиться.

Назовем вещи своими именами: если бы у нас были нужной зоркости космические телескопы, и завтра они выявили бы следы активно ведущейся атомной войны — пусть даже за сотни световых лет от нас, это могло бы выглядеть как убедительное свидетельство существования внеземной жизни. Однако практически осуществимые сценарии не дают оснований надеяться на столь сильную «подсветку цели»: инопланетяне, если они существуют, почему-то не спешат устраивать длительные термоядерные войны для удобства наших астрономов. Учёные полагают, что нам следует искать сравнительно скромные по интенсивности следы: скажем, большие количества кислорода и водяных паров в атмосфере планет в зоне обитаемости, что-то подобное хлорофиллу, и так далее.

В то же время такой подход вызывает вопросы. Не раз замечалось, что современная земная жизнь и земная жизнь 2–3 млрд лет назад давали совсем разные следы, даже хлорофилл был разный! Да что там хлорофилл, ведь, по сути, не было насыщенной кислородом атмосферы. При этом общая биомасса тогда была [крайне близка нынешней](#), то есть уже миллиарды лет назад жизнь на Земле цвела в общем не хуже, чем сегодня, — просто немного другая, отчего и следы давала иные. Наконец, в атмосферах ближайших к нам планет и спутников полно моментов, которые мы не в состоянии объяснить. Откуда на Титане углеводородные моря? Откуда на Венере сосуществующие сероводород и сернистый газ — то есть соединения, которые должны взаимно реагировать вплоть до полного исчезновения? Нам, по сути, точно неизвестно даже то, есть ли в атмосфере Марса метан или это всем лишь показалось... В таких условиях, когда мы точно не можем сказать, откуда тот или иной немыслимый компонент в атмосфере наших соседей по

Солнечной, трудно ожидать безапельляционных заявлений вроде «этот газ — след жизни в системе Альфы Центавра».

Ханно Рейн ([Hanno Rein](#)), представляющий Университет Торонто (Канада), попытался окинуть проблему поиска следов жизни в экзопланетных атмосферах максимально холодным взглядом.

Он констатирует, что телескопы, вступающие в строй в ближайшие несколько лет, смогут проанализировать состав атмосфер экзопланет умеренных размеров — типа Земли. Конечно, сперва лишь в ближайших десятках световых лет от нас, но и это весомо. Однако, утверждает учёный, получить данные — лишь часть проблемы. Их интерпретация — вот что действительно непросто. Специалист подчёркивает: до сих пор научный мир предполагал, что если в атмосфере есть два компонента, скажем, окислитель и окисляемый им газ, которые должны реагировать друг с другом, то это выдаёт нам место, где жизнь может вмешиваться в геохимические процессы, постоянно пополняя копилку такой пары взаимоисключающих веществ.

Г-н Рейн приводит простейший пример такой пары: метан и кислород. Если их просто оставить в атмосфере, вскоре они превратятся в углекислый газ, и если бы не земная жизнь, именно так на нашей планете всё и случилось бы.

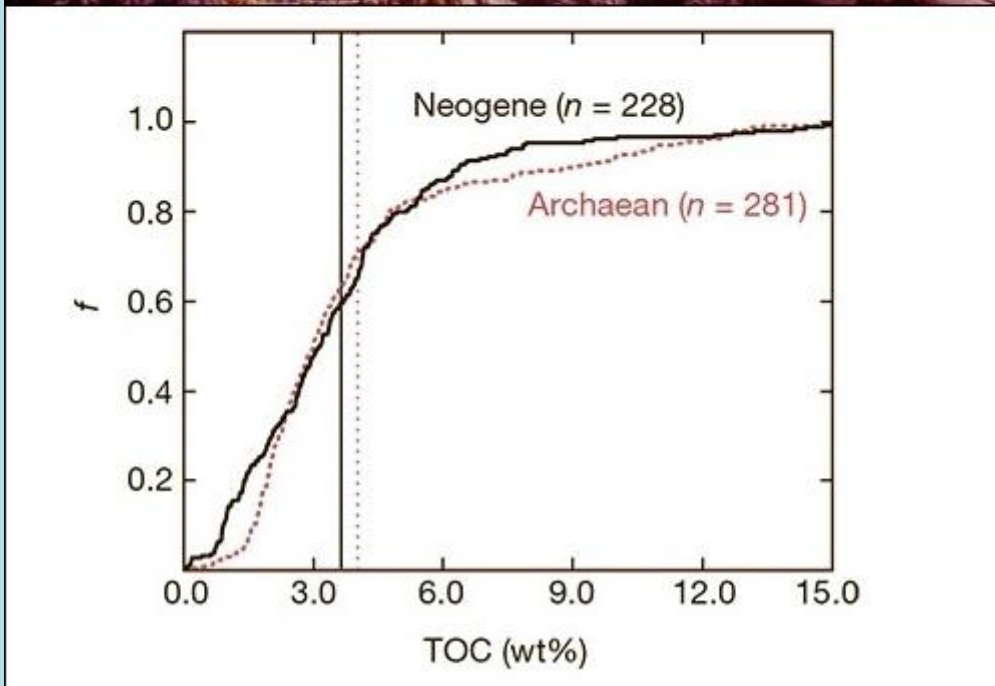
Увы, считают Ханно Рейн и его соавторы, поиск такой пары газов, выдающих присутствие жизни, способен увести нас с пути истинного. Любая далёкая экзопланета может иметь луну (или даже много лун), причём с собственной атмосферой. Между тем если свет родительской звезды пройдёт через атмосферу планеты и её спутника, то на Земле астрономы извлекут из него данные о двух наборах газов, причём таких, которые могут быть взаимоисключающими. Пример: представьте, что вокруг Земли крутился бы Титан. Свет Солнца прошёл бы через две атмосферы — его и земную, и гипотетические астрономы-инопланетяне радостно заключили бы, что у нас тут явно есть жизнь.

Исследователи попробовали смоделировать пару таких ситуаций. Вначале они провели модельный спектральный анализ атмосферы одиночной планеты, а затем и анализ света, пронизавшего как газовую оболочку планеты, так и атмосферу её спутника. И немного предсказуемо получилось, что различить данные спектрального анализа в обоих случаях чрезвычайно сложно, чтобы не сказать — невозможно. Да ладно, заявите вы, какова вероятность того, что один и тот же луч света пройдёт через атмосферу огромной планеты и её скромного по размерам спутника? Увы, как ни мал такой шанс, пренебречь им невозможно: заявление «Жизнь вне Земли есть!» по-хорошему требует стопроцентной уверенности в его истинности.

Как замечает г-н Рейн, такую проблему можно решить, только если найти все луны экзопланеты. Однако при текущем уровне техники сделать это нельзя: земляне пока не зарегистрировали ни одной экзолуны! Более того, при нынешних технических возможностях вообще неясно, когда мы обретём такой уровень чувствительности.

Это красивый и одновременно остроумный сценарий ложного обнаружения следов внеземной жизни в атмосферах экзопланет. Любой из вас дополнит его кучей собственных схем. Скажем, легко представить, как покрытое азотно-водно-метановым льдом крупное тело вроде Тритона или Плутона из-за гравитационных воздействий больших планет оказывается близко к местному Солнцу, которое испаряет его льды, создавая временную, но довольно плотную азотную атмосферу, а ультрафиолет расщепляет молекулы воды на кислород и водород, причём последний улетает. Вместе с растаявшим метановым и углекислотным льдом всё это создаст картину кислородно-азотной атмосферы со следами метана — типичной ранней Земли с большим количеством заинтересованных в метане бактерий.

Думаете, нереально? Отнюдь: почти все астрономы уверены, что так называемые горячие юпитеры и даже тёплые нептуны из других планетных систем не образовались на близких к звезде орбитах, а мигрировали туда из отдалённых районов своих систем. Учитывая, что планеты-гиганты в нашей собственной системе имеют множество крупных спутников, миграция вышеописанного свойства для ледяных тел может быть обычным делом...



Вверху: Земля в архее в представлении художника. В это дивное время кислорода в воздухе почти не было, зато валового органического углерода (ТОС, внизу) в осадочные породы попадало не меньше, чем в неогене с его многоклеточной жизнью. Вывод: даже если мы не найдём на какой-то экзопланете кислорода, уверенно сказать: «Там жизни нет!» не получится. (Иллюстрация Т. Lyons.)

В общем, точные и убедительные свидетельства, выводимые из одного только состава экзопланетной атмосферы, действительно выглядят весьма малореальными:

всегда можно подобрать такую интерпретацию спектрографических данных, которая будет свидетельствовать не в пользу возможности существования жизни вне Земли.

Что же, неужели всё так плохо? Авторы рассматриваемой работы, не стесняясь, пишут: «Мы показываем, что выявление биосферы на экзопланете может быть вне наших возможностей в обозримом будущем». Но мы не были бы так категоричны. Сами учёные замечают, что их расчёты относятся к планетам земных размеров, вращающихся у звёзд типа Солнца. А это типичный гелиоцентризм: большинство планет Вселенной, по всей видимости, крутятся вокруг куда более массовых красных карликов, где зона обитаемости много ближе к родительской звезде, чем у нас. Следовательно, сравнительные размеры и самой планеты, и её атмосферы на фоне местной звезды там будут существенно больше, а возможности для анализа химического состава — куда шире.

Кроме того, полагают г-н Рейн и Ко, если наблюдаемая планета будет ближе 10 парсек (32,6 светового года), то большие телескопы, размещённые в космосе, могут выявить данные по атмосфере именно планеты и отделить их от спектральных данных, касающихся экзолуны. Иными словами, если нам сильно повезёт, и тело, похожее на Землю по всем параметрам, окажется чрезвычайно близким к нашей системе (желательно в считанных световых годах), да ещё и у красного карлика, то надежда на однозначное определение признаков жизни есть. Есть!

Но это если не вспоминать о том, что следы взаимодействующих газов пока не удалось удачно интерпретировать даже на ближайшей к Земле планете...

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [Proceedings of the National Academy of Sciences](#), а с его препринтом можно ознакомиться [здесь](#).

Подготовлено по материалам [ScienceNOW](#).

Неподалёку от Солнечной системы открыт ещё один коричневый карлик

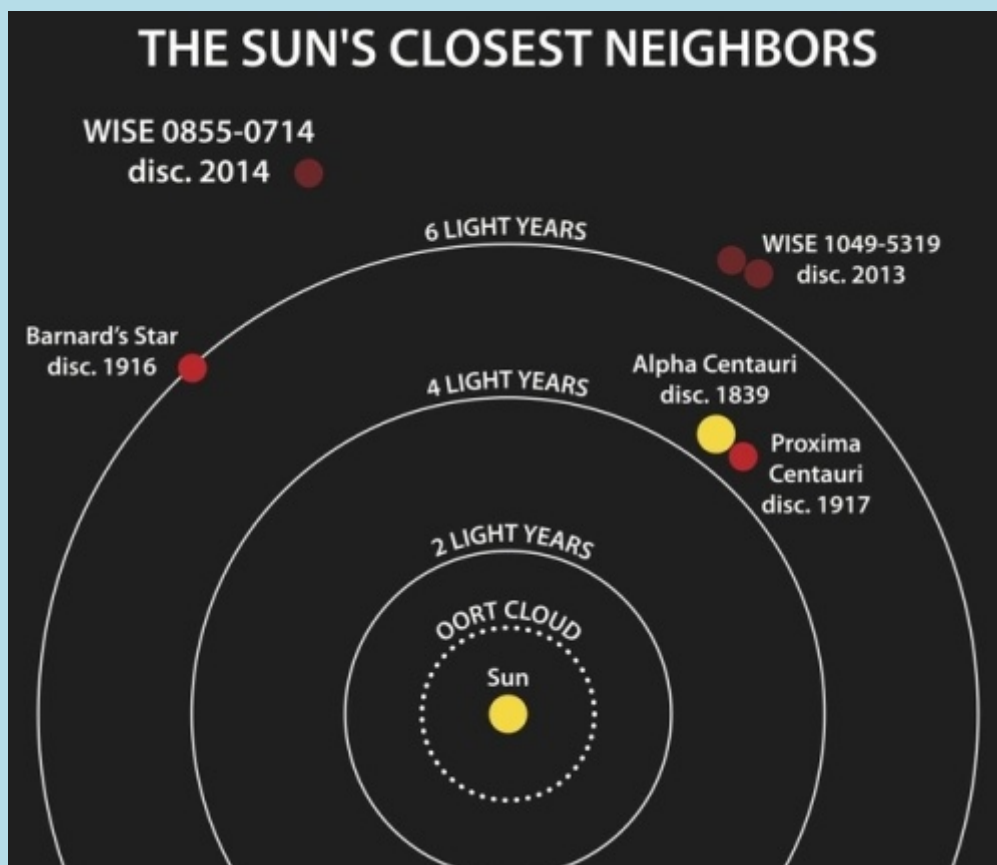
[Александр Березин](#)

28.04.2014

<http://compulenta.computerra.ru/universe/astromy/10012594/>

КОМПЬЮЛЕНТА ...И сделал это всё тот же американский астроном Кевин Луман, который в прошлом году обнаружил третью по удалённости от нас соседнюю систему. Очередная (четвёртая) близкая система образована коричневым карликом с рекордными параметрами.

Новый объект отстоит от Земли на 7,2 световых года, что делает его четвёртой по близости системой-соседкой. Ну а третья по удалённости система, [открытая](#) Кевином Луманом ([Kevin Luhman](#)) из Университета штата Пенсильвания (США) всего год назад, располагается на 0,6 светового года ближе.



Размещение ближайших к Солнцу систем. Звезда Барнарда и Альфы Центавра были открыты в Первую мировую. И лишь через столетие удалось обнаружить Луман 16 (справа сверху как WISE 1049-5319) и WISE J085510.83-071442.5 (слева) — третью и четвёртую по удалённости от нас системы-соседки. (Здесь и ниже иллюстрации NASA, JPL.)

Коричневые карлики, к которым, предположительно, относится вновь обнаруженное тело, обычно просто так не даются: объекты такого рода недостаточно массивны, чтобы поддерживать в своих недрах устойчивые термоядерные реакции, поэтому излучение от них оставляет желать лучшего, и чем меньше масса тела, тем оно слабее. На сей раз открытию помог инфракрасный космический телескоп WISE, в данных которого объект [WISE J085510.83-071442.5](http://wise.jpl.nasa.gov/085510.83-071442.5) выглядел чрезвычайно быстро перемещающимся: на снимках разных лет он находился в ощутимо разных местах. Такая ситуация может сложиться лишь для тела, близкого к земному наблюдателю, и именно это «скоростное» перемещение по небу и привлекло г-на Лумана: уж больно оно напоминало поведение ранее открытой им системы Луман 16.

Новый кандидат в коричневые карлики не столь массивен и горяч, как Луман 16 А и Луман 16 В. Температура WISE J085510.83-071442.5, судя по его ИК-излучению, рекордно низка для известных объектов такого рода: согласно построенным моделям, эффективная температура его поверхности находится между 225 и 260 К (от -48 до -13 °С), и это первый подобный случай, известный астрономам. Самый холодный коричневый карлик, регистрировавшийся до сих пор, имел 300 К (то есть комнатную температуру).

По сути, кроме температуры, относящей тело к [спектральному классу Y](#), сейчас мало что известно, поскольку определить массу объекта очень сложно. Обычно для экзопланет это делается на основе их взаимодействия с родительской звездой или (при транзите по её диску) вычисляется по известному радиусу планеты. Так как коричневый карлик родительского светила не имеет, то и узнать его массу такими средствами, мягко говоря, затруднительно. Однако г-н Луман «взвесил» тело косвенным методом:

предположив, что возраст карлика находится в диапазоне 1–10 млрд лет, как у большинства звёзд, окружающих Солнце, он рассчитал массу на основе скорости его остывания до наблюдаемых 225–360 К. Получилось, что WISE J085510.83-071442.5 весит от трёх до десяти Юпитеров. Но как же быть с тем, что верхней границей для планет-гигантов часто считают 13 юпитерианских масс?

Может показаться, что из-за низкой массы WISE J085510.83-071442.5 следует классифицировать скорее как большую планету-бродягу, не привязанную к какой-либо звезде, нежели как коричневого карлика. Почему же Кевин Луман предпочёл второй вариант? Ученый, как и несколько его коллег, полагает, что формирование подобных одиночных тел протекает отлично от процесса образования «настоящих» планет: они считаются возникшими из первичного коллапса газопылевого облака (как обычные звёзды), а не из вторичного коллапса протопланетного диска вокруг родительской звезды (планетный сценарий). Ранее Дэвид Родригез (David Rodriguez) из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (США) уже [указывал](#) на то, что разделительная линия между планетами и субзвёздными телами должна идти по линии механизма формирования, а не формальных показателей вроде массы.

Да и сам Кевин в препринте, повествующем об открытии WISE J085510.83-071442.5, сообщает, что новооткрытое тело — это скорее коричневый карлик, нежели планета, поскольку из предыдущих расчётов следует, что карлики планетарных масс вполне могут образовываться самостоятельно, и вероятность такого события весьма велика. А вот вероятность изгнания массивной планеты из звёздных системы пока неизвестна, и поэтому, выбирая между высоким и неизвестным шансами, он, разумеется, отдаёт предпочтение первому варианту.

«Как же это здорово — обнаружить столь близкого соседа Солнечной системы! — делится впечатлениями Кевин Луман. — Учитывая его чрезвычайно необычную температуру, он может многое рассказать нам об атмосфере планет со сходным показателем».

Ну а кроме несомненного триумфа, открытие указывает на некоторые слабые места в наших астрономических знаниях: считающиеся досконально исследованными ближайшие звёздные окрестности Солнца всё ещё прячут неизвестные системы, причём всего в нескольких световых годах от нас. В то же время отсутствие в данных WISE более близких быстро движущихся объектов планетарной массы, излучающих в ИК-диапазоне, уменьшает вероятность существования так называемой планеты X, то есть крупного тела, скрывающегося за орбитой Плутона, но принадлежащего нашей планетарной системе.

Препринт рассмотренной работы можно почитать [здесь](#).

Подготовлено по материалам [Лаборатории реактивного движения НАСА](#) и [arXiv.org](#).

5 наиболее вероятных кандидатов на "обитаемость"

20.04.2014

<http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?page=news&news=5779>



Лаборатория Обитаемости Планет (Planetary Habitability Laboratory), которой управляет Университет Пуэрто Рико в Аресибо, создала базу экзопланет, наиболее подходящих для жизни. Вот пять потенциальных обитаемых миров:



Планета Kepler-186f, - первая и пока единственная планета размера Земли, которая находится в так называемой «Зоне Златовласки» - то есть, на таком расстоянии от звезды, что на ней возможно существование воды в жидком виде. Это – планета со скалистой поверхностью, на 10 процентов больше Земли, которая находится на расстоянии 490 световых лет от нашей планеты. Известно, что вокруг красной карликовой звезды Kepler-186 вращается еще как минимум четыре планеты, и Kepler-186f находится на внешней границе обитаемой зоны.

«Супер-Земля» Gliese 667Cc как минимум в 3,9 раза более массивна, чем наша планета. Она вращается по орбите красного карлика Gliese 667C, который является частью системы из трех звезд и находится на расстоянии 22 световых года от нас, в созвездии Скорпиона. Орбитальный период Gliese 667Cc составляет 28 дней. У В системе имеется как минимум еще одна планета - Gliese 667Cb. Однако астрономы обнаружили еще пять объектов, которые могут оказаться планетами, вращающимися по орбите этой звезды.

Планета Kepler-62e, открытая с помощью космического телескопа Kepler, массивнее Земли в 1,6 раз. Расстояние от нее до Земли – около 1200 световых лет, она находится в созвездии Лиры и делает полный оборот вокруг своей звезды каждые 122 дня. Kepler-62e – одна из как минимум пяти планет, которые вращаются по орбите звезды Kepler-62. По мнению ученых, Kepler-62e и Kepler-62f могут быть теплыми планетами, по большей части или полностью покрытыми водой.

Еще одна находка телескопа Kepler - Kepler-283c. Ее масса равна 1,8 массы Земли, орбитальный период – 93 дня. В системе звезды Kepler-283, диаметр которой в два раза меньше диаметра Солнца, ученые обнаружили две планеты, однако вторая - Kepler-283b, находится слишком близко к Звезде, и, по всей вероятности, температура на ее поверхности слишком высока для того, чтобы планета могла быть пригодной для жизни.

И, наконец, Kepler-296f – из пяти известных ученым планет, вращающихся вокруг звезды Kepler-296, она находится дальше всего от нее. Сама звезда – в 20 раз менее яркая, чем наше Солнце. Планета в 1,8 раз массивнее Земли, ее орбитальный период – 63 дня.

Кроме того, по теме:

[Gliese 687 b: прохладный нептун в 4.5 парсеках от Солнца](#)

Методом измерения лучевых скоростей родительских звезд обнаружена планета с массой ~19 масс Земли у близкого красного карлика Gliese 687.

[Телескопы НАСА "разглядели" ледяного соседа Солнечной системы](#)

[Открыта очень близкая бродячая планета-гигант](#)

Расстояние до планеты – всего ~2.2 пк, масса оценивается в 3-10 масс Юпитера.

[Новый автоматический телескоп обнаружил две планетные системы](#)

"Автоматический искатель планет" (*Automated Planet Finder* или APF) – первый в мире 2,4-метровый автоматизированный телескоп. Он расположен в Ликской обсерватории (*Lick Observatory*) на горе Гамильтон в Калифорнии. Телескоп начал свою самостоятельную профессиональную деятельность в январе 2014 года. Недавно ему удалось сделать своё первое открытие – подтвердить существование двух новых планетных систем.

[У Веги может быть полдюжины планет](#)

Чтобы подпитывать внутренний пылевой диск около этой звезды, что-то должно подбрасывать «топливо» поближе к ней, и в роли такого источника может выступать целая планетная система.

[В системе Gliese 876 – шесть планет?](#)

Объединив данные о лучевой скорости звезды Gliese 876, полученные на спектрографах HARPS и HIRES, и применив к ним новый математический алгоритм, Дж. Дженкинс с коллегами подтвердил наличие четырех уже известных планет и обнаружил две новые. Эксцентриситеты уже известных планет при этом уменьшились почти до нуля.

[От чего зависит жизнеспособность планеты?](#)

Кроме очевидных вещей вроде размеров и связанных с ними характеристик атмосферы, огромную роль — причём совсем не ожидаемую — могут играть такие факторы, как длина планетарных суток.

[Когда хаос — это хорошо](#)

Земля — примерная планета: орбита у неё очень правильная, почти круглая, вокруг Солнца вращается, глядя на его экватор, над и под плоскость эклиптики не заглядывает — загляденье! А вот многие другие галактические тела не таковы: у них за зимой иногда может прийти не лето, а какая-нибудь Фимбулвинтер. Впрочем, астрономы считают, что ничего страшного в этом нет.

[Возможно, планет у парных звёзд больше, чем у одиночных](#)

[Ученые в поиске неизвестной планеты в системе Бета Пикторис](#)

Астрономы обнаружили загадочные стаи комет вокруг близлежащей звезды. Они предполагают, что эти ледяные небесные тела могли быть «пойманы» мощным притяжением огромной, до сих пор неизвестной экзопланеты.

[Ученые: каждый красный карлик должен обладать планетой-спутником](#)

Ученые пришли к выводу, что почти все красные карлики должны обладать небольшими спутниками-планетами, изучая данные, собранные телескопами HARPS и UVES в рамках проектов, направленных на поиск планет у далеких звезд.

Планета Kepler-186f: плохие новости для человечества?

Павел Урусов, [Gagadget](#)

25.04.2014

<http://it.tut.by/396618>

На прошлой неделе ученые из NASA [объявили](#) об открытии планеты Kepler-186f, которая расположена в созвездии Лебедя на расстоянии 492 световых лет от Земли. Перед нами небесное тело, на котором потенциально может возникнуть жизнь. Однако мало кто знает о том, что открытие каждой потенциально обитаемой планеты означает, что шансы на выживание человечества в будущем меньше, чем считалось ранее.

Kepler-186f интересна тем, что находится в так называемой обитаемой зоне (то есть расположена не слишком далеко от своей звезды и не слишком близко к ней) и при этом имеет размеры, близкие к размерам Земли (по оценкам, ее объем отличается от объема нашей планеты не более чем на 10%). И хотя масса и состав Kepler-186f в настоящее время неизвестны, планеты такого размера с большой долей вероятности имеют аналогичные Земле состав и структуру.

"Куда все подевались?"

Один из величайших ученых XX века, физик Энрико Ферми, совместно со своим американским коллегой Майклом Хартом сформулировал парадокс, получивший название парадокса Ферми. Ключевые положения парадокса Ферми выглядят следующим образом:

- Солнце - юная звезда. В нашей галактике существуют миллиарды звезд, каждая из которых на миллиарды лет старше Солнца.
- У некоторых из этих звезд должны быть планеты земного типа, на которых могут возникнуть внеземные цивилизации.
- Предположительно, некоторые из этих цивилизаций должны открыть космические путешествия - технологию, которую человечество развивает в настоящее время.
- При любой практически оправданной скорости межзвездных путешествий полная колонизация нашей галактики возможна в течение десятков миллионов лет, что является пренебрежимо малой величиной по сравнению с возрастом галактики.

Согласно [парадоксу Ферми](#), в случае существования внеземной разумной жизни Земля давно уже должна была быть колонизирована или хотя бы посещена представителями других цивилизаций. Однако у нас нет убедительных доказательств подобных событий. Более того, все попытки обнаружить разумную жизнь за пределами нашей планеты пока что потерпели неудачу.

В связи с этим, по словам Ферми, возникает один очень важный вопрос: *"Куда все подевались?"*

Великий фильтр

Теоретические попытки разрешить парадокс Ферми имеют два направления. Первое имеет своей целью показать, что планеты земного типа являются крайне редким явлением в нашей галактике - это так называемая [гипотеза уникальной Земли](#).

Вторым направлением, частично пересекающимся с первым, является гипотеза Великого фильтра, выдвинутая Робинот Хэнсоном. Согласно этой гипотезе, любая разумная жизнь является неустойчивой и в конце концов погибает из-за внешних причин или самоуничтожается.

Согласно этому направлению мысли, появление межзвездной цивилизации требует следующих девяти стадий:

Возникновение "правильной" звездной системы с потенциально обитаемыми планетами.

1. Появление на одной из обитаемых планет самовоспроизводящихся молекул (например, РНК).
2. Простая (прокариотическая) одноклеточная жизнь.
3. Сложная одноклеточная жизнь (археи и эукариоты).
4. Половое размножение.
5. Многоклеточная жизнь.
6. Животные со сложной центральной нервной системой, использующие инструменты.
7. Текущее состояние человечества.
8. Колонизация космоса.

Поскольку мы до сих пор не обнаружили признаков существования инопланетных цивилизаций, то очевидно, что одна из этих стадий является маловероятным событием. Если это не один из ранних шагов (то есть тех, которые мы уже прошли), то многие цивилизации должны были достичь уровня развития человечества.

Однако поскольку ни одна из внеземных цивилизаций, согласно нашим наблюдениям, не достигла стадии 9, то фильтр ожидает нас в будущем и, следовательно, вероятность успешного достижения последней стадии развития и колонизации космоса человечеством весьма невелика.

Хэнсон и его последователи теоретизируют, что в роли Великого фильтра может выступить техногенная катастрофа (например, ядерная война) или недостаток необходимых для развития межзвездной цивилизации ресурсов - как, скажем, исчерпание планетарных запасов полезных ископаемых.

Впереди или позади?

Нетрудно догадаться, что каждая новая обнаруженная экзопланета, теоретически способная поддерживать жизнь, уменьшает правдоподобность гипотезы уникальной Земли и увеличивает правдоподобность гипотезы Великого фильтра. В этой ситуации главный вопрос звучит следующим образом: прошли ли мы уже через свой "Великий фильтр" или нам только предстоит это испытание?

Этот вопрос на самом деле не так прост, как кажется. С одной стороны, человечество успешно пережило взрывы супервулканов, падение метеоритов, несколько ледниковых периодов, десятки пандемий и две мировые войны. С другой — по историческим меркам мы только вчера обзвельсь оружием массового поражения и начали опустошать энергетические запасы нашей планеты (то есть добывать нефть, газ и другие углеводороды в промышленных масштабах), так что нельзя исключать возможность самоуничтожения. Наконец, население Земли в целом растет пугающими темпами и неизвестно, как долго наша планета сможет кормить всех желающих (так называемая "проблема [Святого Матвея](#)").

Впрочем, неизвестно, способна ли на самом деле планета Kepler-186f поддерживать жизнь. В конце концов, она получает от своей звезды на 70% меньше тепла, чем Земля получает от Солнца; о ее составе, структуре и атмосфере мы можем только строить предположения. Наконец, она может вращаться синхронно со своей звездой - в

этом случае на планете отсутствует чередование дня и ночи, что существенно ухудшает шансы на возникновение жизни.

Но если внеземная жизнь все-таки возможна, нам стоит серьезно задуматься о собственном будущем.

Ученые озвучили перспективы поиска внеземной жизни

[Иван Умнов](#)

22.03.2014

<http://starmission.ru/news/uchenye-ozvuchili-perspektivy-poiska-vnezemnoj-zhizni.html>

На прошлой неделе доктор Сет Шостак (Seth Shostak), старший астроном в Институте поиска внеземного разума (SETI), решительно заявил на Съезде Европейской Инновационной Комиссии: «Мы собираемся найти жизнь в космосе в этом веке».



Доктор Сет Шостак и доктор Сюзанна Агреном

Он отметил, что помимо нашей собственной галактики существует еще 150 миллиардов галактик, каждая из которых имеет несколько десятков миллиардов планет земного типа. Поэтому ошибочно было бы предполагать, что наша Земля является единственным местом, где происходит все самое интересное.

Доктор Шостак видит открытие внеземной жизни в виде «трех гонок», которые, вероятно, состоятся на протяжении ближайших 25 лет. Мы либо найдем жизнь неподалеку, в микробной форме, на Марсе или на одном из спутников Юпитера; либо найдем свидетельства наличия газов, производимых в ходе живых процессов (например, фотосинтеза) в атмосферах планет вокруг далеких звезд; либо Доктор Шостак и его команда из SETI начнет принимать сигналы от разумной жизни с помощью огромных антенн.

Доктор Сюзанна Агреном (Suzanne Aigrain), преподаватель астрофизики в Оксфордском университете, которая изучает внесолнечные планеты или экзопланеты, также участвует в этой гонке. Выступая на Съезде, доктор Агреном отметила, что на основе своего исследования, она также готова поспорить, что мы не одиноки во Вселенной.

«Мы очень близки к тому, чтобы с высокой степенью уверенности заявить, что планеты подобные Земле, которые мы называем обитаемыми планетами, весьма распространены [во Вселенной]... Вот почему, когда меня спросили, верю ли я, что на других планетах есть жизнь, я соглашаюсь, и я делаю это, как ученый, потому что вероятность этого высока».

Доктор Агреном и группа ученых, с которыми она работает, используют электромагнитное излучение в качестве основного инструмента для поиска планет вокруг далеких звезд. Обитаемые планеты определяются как те, которые имеют размер примерно с нашу Землю, где температура поверхности подходит для существования на ней воды в жидком виде. «Биомаркеры жизни», которые ищут доктор Агреном и ее коллеги, могут быть обнаружены по следам газов в атмосферах экзопланет. При этом ученые уверены,

что они могут быть только там, где существует биологический источник, такой как фотосинтез.

Если мы обнаружим жизнь на других планетах или перехватим радиосигнал, каковы будут последствия? По словам доктора Шостака, даже один внеземной микроб может кардинально изменить наше представление о биологии.

Где искать внеземные цивилизации?

23.04.2013

http://cosmos-x.ru/publ/gde_iskat_vnezemnye_civilizacii/6-1-0-905

Попытки найти внеземную жизнь с каждым годом делают вероятность успеха все меньше. К сожалению, мы уже знаем, что Венера и Марс не являются домом для развитых цивилизаций. В Солнечной системе жизнь можно будет найти только на ледяных лунах газовых гигантов, спрятанную под толстой ледяной коркой, и на Титане, имеющем моря, озера и дожди – метановые и очень холодные.

Эта жизнь, если она будет аналогична земной, окажется слаборазвитой. В описанных условиях смогут существовать разве что простейшие микробы. Поэтому мы давно начали искать жизнь вне Солнечной системы.

Для этого проект SETI и некоторые аналогичные, но менее крупные начинания пытаются поймать радиосообщения от инопланетян. Например, было бы неплохо перехватить выпуск новостей с далекого инопланетного мира, который расскажет нам, что происходило на их планете тысячи или миллионы лет назад в зависимости от того, насколько далеко находится этот развитый мир.

На этом пути успеха достичь не удалось. И это неудивительно, ведь инопланетяне могут использовать другие частоты, а их сигнал может показаться шумом специалисту, знакомому с земными радиосигналами. Намного сложнее будет ошибиться, если мы перейдем от поиска сигналов к поиску внеземных артефактов. Подобные идеи уже возникали раньше и даже проводился какой-то поиск в небесах.



Теперь три команды астрономов серьезно настроились на обзор значительной части небесной сферы в поисках оброненных инопланетянами инструментов и признаков

их работы. Две команды собираются искать признаки работы внеземной индустрии в колебаниях звездного света, а одна команда нацелена не на инструменты, которые инопланетяне должны ронять как наши космонавты при работе вне МКС, а на расставшиеся с родной системой космические аппараты и закрывающие целые звезды структуры.

Это должно быть что-то действительно большое, чтобы мы могли это заметить – огромные электростанции планетарного размера, энергетические сети, опутывающие целую звездную систему, огромные космические структуры, способные закрыть от нас свет целой галактики. В конце концов, вылетевший за пределы Солнечной системы Вояджер мы не смогли бы заметить, находясь в соседней.

Предположение о существовании таких структур может показаться фантастичным, но только для молодой цивилизации, недавно вышедшей в космос. В течение нескольких сотен лет прогресс на Земле набрал такую скорость, что человечество покрыло всю Землю сетью дорог, городов и уже вышло в космос, хотя места пока и на Земле достаточно.

Если цивилизация насчитывает не тысячи лет, как наша, а сотни тысяч или даже миллионы, то почему бы ей точно так же не покрыть сетью своих приборов и станций свою звездную систему? Ведь мы тоже продвигаемся в космос – пока это Международная космическая станция, но мы постепенно движемся к станции на Луне, за которой последует закрепление на Марсе.

Такое развитие даже необходимо для живых существ, склонных к прогрессу, как люди. Первейшее основание для существования и развития – энергия, а главный ее источник – звезда. Сейчас человечеству нужен примерно 0.01% процент энергии, которая приходит на Землю с солнечным излучением. Если каждый год потребности развивающегося человечества будут расти на 1%, то через 1000 лет энергии звезды нам не хватит (а пока мы даже практически не используем солнечную энергию).

Внутренние источники энергии не смогут решить эту проблему, так как с их помощью придется вырабатывать такое большое ее количество, что утечки энергии быстро нагреют планету. Пока выработка энергии человечеством – игрушка по сравнению с естественными источниками для Земли, но мы уже задумываемся, не вызвано ли глобальное потепление нашими действиями.

Встретившись с аналогичными проблемами, инопланетяне вынуждены строить в космосе электростанции на солнечной энергии, а за этим обязательно должны пойти заводы и поселения. Если цивилизация окружит свою звезду солнечными панелями, то их площадь в сотни миллионов раз превысит площадь Земли.

Такую структуру можно обнаружить, ведь мы уже близки к прямому наблюдению отдельных планет. Не стоит забывать, что панели должны быть расположены так, чтобы на них не падала тень, а значит снаружи звезда будет казаться окруженной сплошной сферой панелей. Поэтому если мы увидим крупный объект с инфракрасным излучением, но без оптической компоненты, закрытой нагретыми панелями, его надо будет исследовать внимательнее.

К сожалению, мы можем перепутать созданную инопланетянами сферу с естественными объектами – окруженными плотными дисками газа молодыми звездами. Однако спектр искусственного объекта должен быть совсем другим, без ярко выраженных пиков благодаря использованию различных материалов. Поиск искусственных инфракрасных объектов в астрономических данных пока был спорадическим и покрывал расстояния не больше 1000 световых лет от нашей звезды.

За более глубокий анализ взялись три группы астрономов. Первая команда, возглавляемая Джейсоном Райтом из Университета штата Пенсильвания, планирует провести поиск в архивных данных телескопов WISE и Спитцер. В этих данных Солнце, полностью окруженное панелями, может быть обнаружено в любой точке Млечного пути.

Вероятность находки имеет сложную зависимость от числа развитых космических цивилизаций. Если кто-то оказался способен окружить свою звезду панелями, это означает достижение предела развития и необходимость отправиться к другой звезде. Таким образом, на каждую столь развитую цивилизацию должно приходиться по множеству укутанных солнечными панелями звезд. Поэтому мы должны либо найти много примеров, либо ни одного.

Таким образом удастся избежать спекуляции, если удастся найти несколько объектов, похожих на скрытые инопланетянами звезды. Другой вывод из мысли о развитии космической цивилизации – красные галактики. Цивилизация, колонизировавшая большую часть своей галактики, сделает многие ее звезды инфракрасными для нас. Такая галактика может быть найдена в тех же данных на расстоянии до миллиарда световых лет.

Два других проекта из Гавайского университета и Принстона нацелены на цивилизации, не успевшие полностью закрыть свою звезду, и потому уязвимые для взгляда орбитального телескопа Кеплер. Вращение солнечных панелей, закрывающих часть излучения звезды, приведет к странным колебаниям ее видимой яркости.

Любое странное поведение излучения звезды может оказаться указанием на работу инопланетян, тем более что из данных Кеплера зачастую можно определить форму закрывшей часть звезды объекта. Разумеется, обычно это сфера. Но если солнечная панель имеет размер Юпитера, то ее можно будет заметить. Со счета также не стоит сбрасывать странные спектральные характеристики звезд. Возможно, кто-то во Вселенной научился изменять свойства светил.

Категория: [Где искать братьев по разуму?](#) | Добавил: [cosmos](#) (23.04.2013)

Астрономы зарегистрировали радиосигналы из галактики, удаленной на 4 млрд световых лет

27.04.2014

<http://www.dailytechinfo.org/space/5847-astronomy-zaregistrovali-radiosignalny-pribyvayushchie-iz-galaktiki-udalennoy-na-4-milliarda-svetovyh-let.html>



Осуществление контакта с представителями внеземных цивилизаций, живущих на других планетах или в других галактиках, является мечтой многих людей и сюжетом множества научно-фантастических произведений. К сожалению, имеющиеся в распоряжении людей средства коммуникаций пока еще полностью исключают саму возможность таких контактов, но, тем не менее, это несколько не мешает ученым "слушать" глубины космоса в надежде найти сигналы внеземного происхождения. В 2007 году радиотелескоп обсерватории Паркса (Parkes Observatory) в Австралии неожиданно начал принимать весьма необычные импульсы радиоизлучения, происхождение которых ученые пока еще не смогли объяснить и которые, прежде чем попасть на Землю, преодолели расстояние в 4 миллиарда световых лет.



В течение следующих лет телескопы Паркса продолжали устойчивый прием вышеупомянутого радиосигнала. Однако, как это ни парадоксально, этот радиотелескоп оставался единственным на всем Земном шаре, который осуществлял прием радиосигнала. Это заставило ученых считать, что источником этих сигналов является оборудование самого телескопа или это отражение радиосигнала, источник которого находится на Земле. Тем не менее, не так давно радиотелескоп обсерватории Аресибо (Arecibo Observatory) в Пуэрто-Рико также поймал тот же самый радиосигнал, что служит доказательством его внеземного происхождения и что позволило с более высокой точностью определить направление и расстояние до источника сигнала.

В обсерватории Аресибо находится радиотелескоп, имеющий самую большую антенну на сегодняшний день. Его основной задачей является поиск радиосигналов, прибывающих из глубин космического пространства, а собираемые данные передаются для анализа и исследований ученым-астрономам. С ноября месяца прошлого года телескоп внезапно начал регистрировать радиосигнал, получивший номер FRB 121102, длительность импульсов которого составила три миллисекунды. Это и другие характеристики радиосигнала позволили ученым сделать выводы о том, что сигнал FRB 121102 является тем же самым сигналом, который принимался телескопом обсерватории Паркса с 2007 года.

Изучая кратковременные импульсы радиоизлучения, ученые вычисляют значение его параметра, называемого дисперсией. Суть этого параметра заключается в том, что когда радиоволны, двигаясь со скоростью света, сталкиваются с препятствиями, такими, как пыль и более крупные частицы, имеющие отрицательный электрический заряд, и замедляют скорость своего распространения. Имея данные о средних уровнях значения дисперсии радиосигналов, ученые вычисляют приблизительное расстояние до источников радиоизлучения. И этот метод работает только в отношении радиосигналов, преодолевших миллиарды световых лет, прежде чем достичь Земли.

Энтузиастам поиска внеземных цивилизаций не следует питать больших надежд в отношении обнаруженного радиосигнала. Ученые, произведя тщательный анализ всех его параметров, пришли к выводу, что его источником является объект, имеющий большую

плотность, быстрее всего это или нейтронная звезда или необычная черная дыра. Тем не менее, зная точные параметры радиосигнала в эту точку неба направятся и другие радиотелескопы, располагающиеся в разных уголках земного шара, что позволит изучить это явление в режиме реального времени, узнать точное местоположение, расстояние и характер источника радиосигнала.

Экзотические идеи

Сможем ли мы путешествовать... по кротовым норам?

Маркус Ву

08.04.2014

http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/04/140408_vert_fut_warmholes.shtml



Быстро перескочить из одной галактики в другую через туннель в пространстве? Эта идея может показаться безумной, однако физикам до сих пор не удалось опровергнуть возможность подобных путешествий. Каким же образом это может сработать?



Срезать путь в другой конец Вселенной? Попробуйте кротовую нору

Вселенная огромна. Путешествие со скоростью света до ближайшей звезды займет более четырех лет. А если на другой край галактики? Более 100 тысяч лет. Что же с этим делать бесстрашному космическому путешественнику?

Один из вариантов – срезать путь, используя так называемую "кротовую нору", гипотетически существующий в каждый момент времени туннель, который пронзает ткань пространственно-временного континуума и может соединять удаленные друг от друга уголки Вселенной. Именно такой путь частенько выбирают космические путешественники в фантастических произведениях - например, персонажи нового фильма *Interstellar* ("Межзвездный") режиссера Кристофера Нолана.

По словам ученых, использовать "кротовую нору" для путешествия будет невероятно сложно, но возможность этого до сих пор не исключается. Итак, что же потребуется для реализации этой затеи и что именно нас останавливает?

Чтобы представить себе эту самую "кротовую нору", вообразите, что Вселенная – это лист бумаги. Проткните в разных его концах два отверстия и потом согните лист так, чтобы отверстия оказались друг напротив друга. Соедините их, и вы получите трубу,

туннель с двумя воронками на входах – ту самую кротовую нору. Только вместо крота – путешественник во времени и пространстве.

В теории можно запрыгнуть в "нору", пройти небольшое расстояние и выскочить уже в другой галактике. Причем вход в "кротовую нору" - одновременно и окно в пространство, позволяющий наблюдать звезды на другом конце Вселенной.

Что же говорит наука о шансах осуществить такое путешествие в реальности?



Концепция использования кротовых нор привлекательна и пугающа

Существование "кротовых нор" (они же "кротовины") естественным образом вытекает из уравнений общей теории относительности Эйнштейна, согласно которой гравитация обусловлена деформацией пространства и времени, образующей ткань Вселенной под названием «пространство-время».

В 1935 году Альберт Эйнштейн и Натан Розен опубликовали статью с описанием "кротовин", впоследствии названных мостами Эйнштейна-Розена. Однако было установлено, что эти необычные объекты исчезают так быстро, что даже свет не успевает сквозь них проскочить. Для космических путешествий они оказались непригодны.

В 1980 году астроном Карл Саган работал над своим романом "Контакт" (по мотивам которого потом был снят фильм с Джоди Фостер). Героиня романа путешествует по Вселенной. Пытаясь понять, нет ли какого-то научно обоснованного способа космических путешествий для его героини, писатель обратился за помощью к физику Кипу Торну

Торн решил, что лучше всего подойдет "кротовая нора". Однако затем ученый пришел к заключению: для того чтобы такая "кротовина" оставалась открытой, понадобится некая странная субстанция под названием "экзотическая материя" (кстати, вслед за Саганом идеи Торна вдохновили и создателей фильма *Interstellar*).

Экзотическая материя – странная штука, она имеет отрицательную энергию или отрицательную массу, что позволяет ей выступать в качестве своего рода антигравитации. Например, если бы Земля имела отрицательную массу, брошенный на поверхность планеты мяч падал бы не вниз, а вверх. И, что еще более странно, чтобы попасть по теннисному мячу с отрицательной массой, нужно было бы сделать движение ракеткой не в его сторону, а в противоположную от него. Именно такое парадоксальное поведение позволяет экзотической материи предотвратить разрушение "кротовой норы".

Несмотря на то, что понятие "отрицательная энергия" звучит странно, оно не противоречит законам физики. В безвоздушном пространстве некоторые небольшие участки пространства-времени, окруженные участками с положительной энергией, могут быть заполнены отрицательной энергией. "Взгляните на них как на океанские волны", – предлагает физик Ларри Форд из университета Тафтса (Бостон, США). Нижняя точка волны – это участок с отрицательной энергией, а ее гребень – участок с положительной энергией.



Нарушая все законы... Но ученые не отрицают, что теоретически это возможно

Так достаточно ли использования экзотической материи для того, чтобы держать кротовую нору открытой? Похоже, что нет. Форд и другие физики открыли закономерности, которые предопределяют, сколько отрицательной энергии может быть аккумулировано в одном месте. Если собрать много негативной энергии, она сможет существовать только в крошечном пространстве. Да и хватит ее ненадолго.

Пригодная для путешествия "кротовая нора" должна быть достаточно большой и существовать достаточно долго, чтобы кого-то или что-то через нее куда-то отправить. Проблема в том, что вам для этого потребуется больше отрицательной энергии, чем позволяют законы физики.

И даже если бы можно было нарушить эти законы, понадобилось бы гигантское количество отрицательной энергии. В очень грубом приближении, чтобы сделать "нору" размером с грейпфрут, нужна будет энергия, производимая Солнцем на протяжении более 100 миллионов лет. Никто не знает, как даже самая развитая цивилизация могла бы получить доступ к такому количеству отрицательной энергии.

И все же, хотя ученые считают маловероятным наличие или создание проходимых нор в ткани Вселенной, физики пока не доказали, что эти туннели невозможны в принципе. "Люди уверены, что квантовые неравенства не допускают создания проходимых кротовин, – говорит Джон Фридман, физик из Университета Висконсина, штат Милуоки. - Но это, конечно, пока не доказано раз и навсегда".

Некоторые физики придумывали и другие способы построения проходимого туннеля в пространстве, но почти все они полагаются на идеи, не подкрепленные реальными доказательствами. "Они коренным образом меняют правила игры", – говорит Форд. Эти ученые используют альтернативные теории гравитации, отличные от общей теории относительности Эйнштейна, или какую-то странную материю, которая,

возможно, и не существует вовсе. Или же делают ставку на хитрые способы искривления пространства и времени, которые крайне сложно осуществить в реальности.

"Основываясь на том, что мы знаем сейчас, трудно предположить, как можно было бы сделать проходимую "кротовую нору", – говорит Форд. Но это не останавливает физиков, которые продолжают изучать перспективы такого проекта.

Так что пока, если вы собрались в межзвездное путешествие, захватите с собой книгу потолще. Путь обещает быть долгим.

Можно ли строить кротовые норы с помощью отталкивающих инопланетян?

[Александр Березин](#)

24.04. 2014

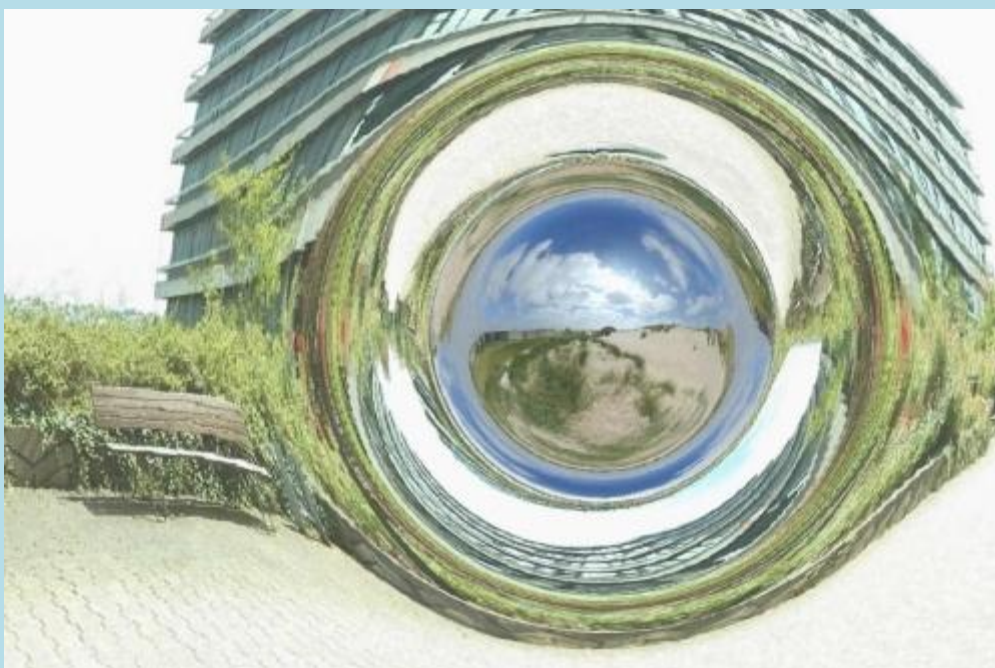
<http://compulenta.computerra.ru/veshestvo/fizika/10012578/>

КОМПЬЮЛЕНТА Теория многомерной гравитации утверждает, что стабильные кротовые норы, соединяющие сколь угодно удалённые области пространства, вполне можно создать искусственно, вот только нельзя сказать, что предложенные ею методы совсем уж легки...

Мануэль Хохман ([Manuel Hohmann](#)) из Тартуского университета (Эстония) — сторонник довольно экзотического расширения эйнштейновской теории гравитации. Многомерная теория гравитации предполагает существование множества «копий» Стандартной модели физики частиц, каждая из которых имеет слегка отличающиеся от «соседки» особенности. При этом частицы внутри любой «копии» взаимодействуют друг с другом как обычно, создавая материю. Вот только материя, порождённая одной копией, кооперируется с другой только через гравитацию.

Да-да, именно так, как это делают тёмная и обычная материя, вот только, в отличие от собственно тёмной материи, две частицы, сотворённые из разных видов материи «многомерной», будут не притягиваться, а отталкиваться.

В итоге галактики из тёмной «многомерной» материи будут существовать в огромных космических войдах — предположительно, свободных от «нашей», барионной материи «пузырях» между скоплениями обычных галактик. Поскольку такие структуры будут расталкивать обычные галактики в разные стороны, то они будут выполнять работу тёмной энергии, способствуя ускоряющемуся расширению Вселенной.



Даже если г-н Хохман прав, в ближайшее время увидеть кротовую нору нам не светит: ни приёмника, ни тем более передатчика гравитационных волн у человечества пока нет.
(Иллюстрация Wikimedia Commons.)

До этого момента гипотеза весьма близка наблюдаемой картине окружающего нас мироздания, а вот в разделе [кротовых нор](#) выводы, сделанные на её основе, получаются иными. В теории г-на Хохмана известная проблема кротовых нор — то, что для устойчивости требуется материя с отрицательной энергией, которая физикам пока неизвестна, — естественным образом разрешается. Обычная материя и иная её разновидность в паре позволят построить стабильную кротовую нору: второй компонент обеспечит ту самую экзотическую материю, которую, предположительно, требует действующая кротовая нора.

Увы, искусственное создание такой кротовой норы хотя и возможно, но весьма нетривиально даже в рамках построений Мануэля Хохмана. Скажем, для оперирования отталкивающей материей цивилизации, представители которой состоят из материи обычной, надо как-то скооперироваться с теми «алиенами», которые состоят из материи отталкивающей. Помимо громадных расстояний (до центра войдов!), проблемой здесь является и то, что передать сигналы «иноматериальным» гражданам можно лишь посредством гравитационных волн. Ну и самой цивилизации-отправителю надо быть хотя бы второго типа по [шкале Кардашёва](#). Иначе говоря, управлять энергиями, сравнимыми с мощностью центральной звезды своей планетной системы (то есть соорудить свою «обычноматериальную» часть кротовой норы), она не сможет.

И, конечно же, для начала гипотезу г-на Хохмана хорошо бы как-то доказать, ибо, как мы видим, она весьма спекулятивна. Чисто математически она, как говорят, вполне элегантна и весьма стройна, однако с физической точки зрения ей непросто подобрать обоснования: внешне мир многомерной гравитации будет очень похож на мир в представлении нынешних физиков.

Мануэль Хохман полагает, что найти убедительные физические доказательства всё-таки можно: для этого надо просто присмотреться к войдам. Если он прав, то «отталкивающие галактики», находящиеся в них, будут не линзировать свет своей гравитацией, как это делают галактики обычные, а, наоборот, дефокусировать свет объектов из обычной материи, расположенных за ними. В принципе, телескопы,

планируемые к вводу в будущем, смогут обеспечить чувствительность, достаточную для того, чтобы уловить это «расплывчатое пятно» на лике Вселенной.

Отчёт об исследовании опубликован в журнале [Physical Review D](#), а его препринт доступен [здесь](#).

Подготовлено по материалам [NewScientist](#).

Записи по МП в блоге "Проблемы межзвездных перелетов"

<i>Первый выпуск дайджеста новостей "Проблема межзвездных перелетов"</i>	04.03.2014
<i>Энергия для межзвездного перелета</i>	07.03.2014
<i>Антон Первушин. «Караваны ракет помчат нас вперёд от звезды до звезды...»</i>	20.03.2014
<i>Корабль-колония: сколько нужно людей для полета к звездам?</i>	26.04.2014
<i>Новое в звездном окружении Солнца</i>	27.04.2014
<i>Our Milky Way Galaxy: A Traveler's Guide</i>	30.04.2014

Дополнительные ресурсы по темам выпуска

1. [Институт прикладной физики. Научные направления.](#)
2. [The Laser Megajoule \(LMJ\)](#)

Ресурсы 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-tsWuZjwtrRrKckivTXcZ1-2I4iCAsulm>

[МП на бумаге и в Косморунете.](#)

Редакция - И.Моисеев 01.05.2014