

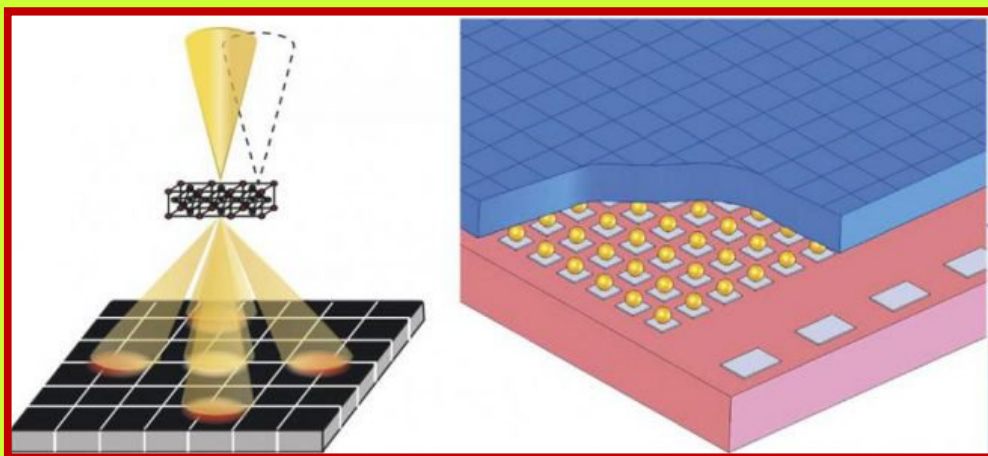
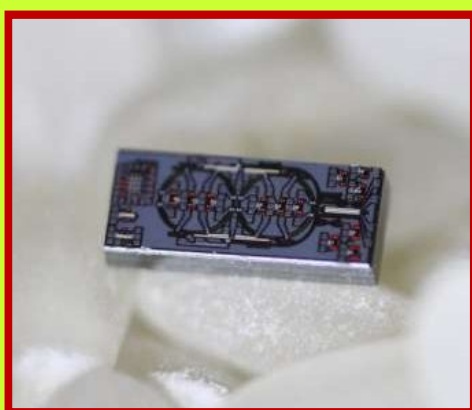
**Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.**

**Кафедра «Физическое материаловедение
и биомедицинская инженерия»**

«Инновации – путь к прогрессу»

техноинновационный дайджест

№ 15, ноябрь 2018



Содержание

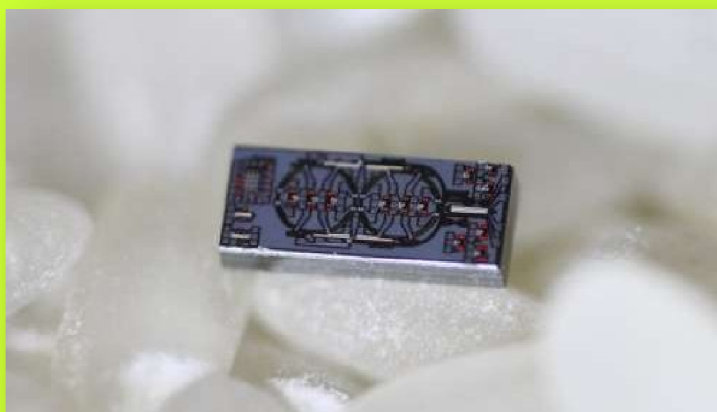
Создан самый маленький оптический гироскоп, использующий «вращающийся» свет.....	3
Инженерами представлен крупнейший в мире принтер для 3D-печати металлом	5
Учёные из Китая усовершенствовали термоядерный реактор и разогрели плазму до 100 млн °C	7
Рентгеновский лазер EuXFEL приближается к точке выхода на полную мощность	9
Научные исследователи создали литий-металлические батареи пригодные для электромобилей.....	12

Создан самый маленький оптический гироскоп, использующий «вращающийся» свет

Гироскопы – это устройства, с помощью которых беспилотные автомобили, летательные аппараты и портативные электронные устройства определяют свою ориентацию в трехмерном пространстве. Первые из гироскопов имели в основе своей конструкции массивные диски, которые вращаются вокруг своей оси с огромной скоростью, но если разобрать любой современный мобильный телефон, то можно увидеть, что размеры гироскопов сократились до размеров крошечного чипа. Это стало возможным за счет использования микроэлектромеханического датчика (microelectromechanical sensor, MEMS), измеряющего силы, действующие на два одинаковых по массе объекта, движущихся в противоположных направлениях. Однако, MEMS-гироскопы в силу своей механической природы имеют ряд ограничений, в том числе и по чувствительности, поэтому ученые разработали оптические варианты гироскопов, выполняющие ту же самую функцию, что и MEMS-гироскопы. Оптические гироскопы, не имеющие движущихся механических частей, за счет высокой чувствительности обеспечивают большую точность измерений положения в пространстве при помощи эффекта Саньяка (Sagnac effect), получившего свое название в честь французского физика Джорджеса Саньяка (Georges Sagnac). Для воспроизведения этого эффекта луч света расщепляется на два луча, двигающихся в противоположных направлениях по замкнутому круговому световоду. Поворот датчика вокруг оси движения лучей света, заставляет один луч пройти перед чувствительным элементом с небольшим опережением относительно другого. Используя три кольцевых световода, оси которых совпадают с осями трехмерного пространства, можно вычислить текущую пространственную ориентацию всего датчика.

Самые высокоточные оптические гироскопы, которые были созданы до последнего времени, имели размер, сравнимый с размером мяча для гольфа, что

делало невозможным их использование в портативных электронных устройствах. Но недавно группе инженеров и ученых из Калифорнийского технологического института удалось успешно решить проблему, долгое время являвшейся препятствием миниатюризации оптических гироскопов. Результатом их работы стал оптический гироскоп, размер которого в 500 раз меньше размеров подобных гироскопов предыдущего поколения, а чувствительные элементы нового устройства могут регистрировать в 30 раз меньшее значение изменения фазы света, чем старые устройства.



Чип оптического гироскопа

Возможность такой кардинальной миниатюризации оптического гироскопа стал возможен за счет использования новой технологии «взаимного повышения чувствительности». Термин «взаимное» указывает на то, что данная технология затрагивает оба луча света, что позволяет компенсировать вредное влияние тепловых шумов, эффектов рассеивания света в волноводах и другие вмешательства из окружающей среды. Это «взаимное повышение чувствительности» позволило увеличить соотношение сигнал/шум, что, в свою очередь, позволило уменьшить размеры волноводов и сократить размеры оптического гироскопа в целом до размеров, сопоставимых с размером рисового зернышка.

По материалам: <https://www.rdmag.com/news/2018/10/spinning-light-worlds-smallest-optical-gyroscope>

Инженерами представлен крупнейший в мире принтер для 3D-печати металлом

Самый большой в мире принтер для трехмерной печати металлическим порошком расположен в австралийском городе Мельбурне на полностью автоматизированном заводе компании Titomic. Принтер работает на основе технологии, запатентованной совместно Titomic и Австралийским федеральным научно-исследовательским бюро (CSIRO). Устройство имеет габариты 9 метров в длину, 3 метра в ширину и 1.5 метра в высоту, но может напечатать объект крупнее себя самого.

Печать осуществляется послойно, как и в большинстве 3D-принтерах. Вместо разогрева металлической пыли до экстремальной температуры роботизированная рука Titomic Kinetic Fusion распыляет титановую пыль на образцы каркаса на сверхзвуковой скорости 1 км/сек, при которой при столкновении частицы получают механическое монолитное сцепление.

Аппарат не нуждается в создании газозащитного экрана, за счет этого достигается экономия материалов, невозможная при обычной технологии производства. Использование кинетической энергии вместо термальной минимизирует риски деформации изготавливаемых деталей. По сути это тот же процесс, что и холодное антикоррозионное напыление поверх заводского покрытия автомобиля.



3D-принтер для печати металлом компании Titomic

На малом аппарате 3D-печати Titomic за 30 минут изготавливает титановую велосипедную раму. Большой агрегат с габаритами 40x20 метров может за час напечатать деталь весом 45 килограммов, тогда как обычные 3D-принтеры по металлу печатают на скорости 1 кг/24 часа.

3D-принтер может производить детали из других металлов «близкие по характеристикам» к титану или выпускать многокомпонентные продукты. Титан остается предпочтительным материалом для Titomic только потому, что он твердый, легкий и сравнительно недорогой.

Сфера применения металлической 3D-печати Titomic очень широка – от аэрокосмической отрасли и продукции военного назначения до производства велосипедов, а в перспективе – автомобилестроение, медицинское оборудование, строительство и добыча полезных ископаемых.

По материалам: <https://www.sbs.com.au/news/aircraft-wings-and-submarines-world-s-largest-3d-printer-launched-in-melbourne>

Учёные из Китая усовершенствовали термоядерный реактор и разогрели плазму до 100 млн °C

Благодаря новым достижениям ученых Китая в совершенствовании экспериментального сверхпроводящего токамака (EAST), человечество стало еще ближе к получению чистой энергии от термоядерного синтеза. После четырехмесячного эксперимента «китайское искусственное солнце» смогло достичь мощности в 10 МВт и температуры ядра более 100 млн градусов Цельсия – это более чем в 6 раз превышает природные показатели Солнца.

Инновационное устройство EAST разрабатывается инженерами Института физических наук центра Хэфэй Китайской академии наук (CASHIPS) на базе открытого испытательного центра по проведению стационарных операций и исследований физики в рамках проекта международного экспериментального термоядерного реактора ([ITER](#)).

Токомак – это установка для протекания управляемой термоядерной реакции, основу которой составляет металлический торроид, обеспечивающий удержание плазмы за счет электромагнитных сил и глубокого вакуума. В нем атомы водорода (точнее – его изотопы) разогреваются до сверхвысоких температур и с помощью сверхпроводящих магнитов концентрируются в одной области для слияния ионов. Плазма становится настолько горячей, что напоминает процессы внутри звезд, заставляя атомы водорода синтезировать гелий и высвобождая при этом огромное количество энергии.



Токомак EAST

Пока ученым, работающими над EAST, удалось удержать рекордно высокую температуру плазмы в течение 10 секунд, объединив 4 разных метода нагрева для запуска реакции синтеза: нагрева нижнегибридных волн (колебание ионов и электронов в плазме), электронно-циклотронного резонансного (нагрева с использованием статического магнитного поля и высокочастотного электромагнитного поля), ионного циклотронного резонанса (ускорения ионов в циклотроне) и нагрева плазмы пучком нейтральных ионов (ввод ускоренных нейтральных частиц в плазму).

Основная цель китайских исследователей заключалась в изучении методов поддержания стабильности и равновесия в плазме, особенностей ее переноса и взаимодействия с энергетическими частицами. Также в этом эксперименте EAST использовался в качестве демонстрации возможности использования радиочастотного нагрева, изучения магнитогидродинамической стабильности и отвода тепла с помощью водоохлаждаемого вольфрамового дивертора.

По словам специалистов CASHIPS, успешный, хоть и такой непродолжительный, результат теста доказывает жизнеспособность концепции создания полноценных управляемых термоядерных реакторов. Его итоги являются очень важным шагом в направлении совершенствования ITER, работу над которым ведут 35 стран мира.

По материалам:

http://english.cas.cn/newsroom/news/201811/t20181113_201191.shtml

Рентгеновский лазер EuXFEL приближается к точке выхода на полную мощность

Для начала напомним, что вропейский лазер на свободных электронах EuXFEL, являющийся сейчас самым большим в мире подобным лазером, начал ускорять первые электроны в 2015 году, а первые вспышки рентгеновского излучения были получены на этой установке в мае 2017 года. В сентябре прошлого года это грандиозное сооружение, построенное в недрах 3.4-километрового туннеля неподалеку от Гамбурга, Германия, было отдано в распоряжение ученых. И уже в августе этого года была опубликована первая научная работа, основанная на результатах, полученных при помощи лазера EuXFEL.



Лазер EuXFEL

В настоящее время для проведения исследований доступны лишь два помещения, в которые проведены отдельные выходы рентгеновского излучения. Но к 2019 году у лазера EuXFEL будет уже шесть экспериментальных помещений, в которых ученые смогут использовать импульсы, вырабатываемые тремя независимыми рентгеновскими лазерами. Из-за ограниченных

возможностей существующей системы охлаждения, "скорострельность" лазера EuXFEL ограничена сейчас 27 тысячами импульсов в секунду, но в будущем этот лазер сможет вырабатывать практически непрерывный поток импульсов - 1 миллион импульсов в секунду.

Сердцем лазера EuXFEL является 2.1-километровый линейный ускоритель, в котором установлено множество сверхпроводящих резонаторов. Высокочастотные радиоволны, поданные на элементы этих резонаторов, создают в них положительные и отрицательные электрические поля. Электроны попадают внутрь ловушки резонатора, когда на нем присутствует положительное электрическое поле, а смена полярности поля на отрицательную позволяет "выстрелить" этими электронами словно из пушки. И прохождение электронов через каждый резонатор снабжает их дополнительной энергией.

Электроны покидают ускоритель, обладая энергией в 17.5 гигаэлектронвольт, и подаются внутрь так называемого ондулятора, составленного из множества постоянных магнитов. Суммарное магнитное поле ондулятора имеет синусоидальную форму, по такой же траектории движутся и попавшие туда электроны. Каждый раз, когда электрон меняет направление движения, он теряет энергию, испуская фотон рентгеновского излучения. Все фотоны собираются, фокусируются и в результате вырабатывается короткий, мощный и острый как игла импульс рентгеновского излучения

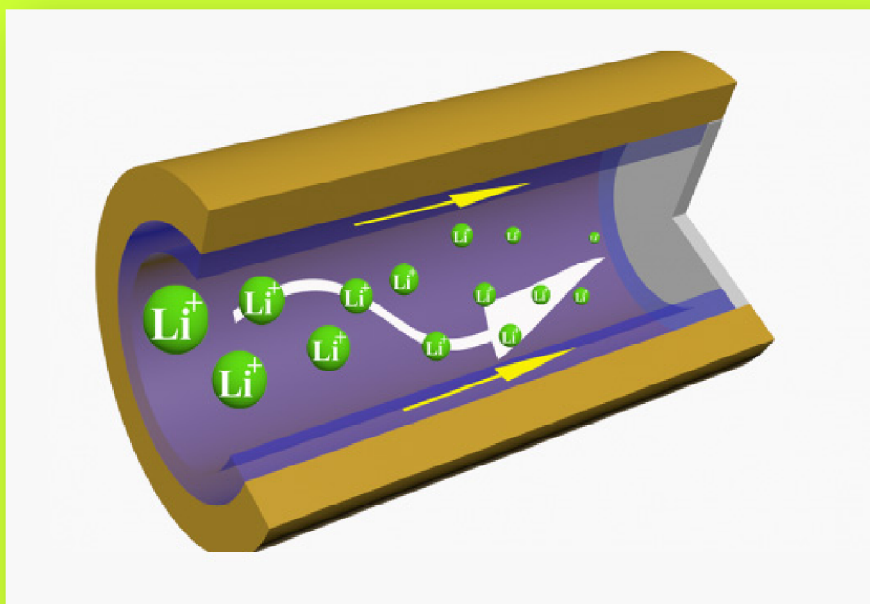
Большое количество резонаторов позволяет ускорителю разгонять до 27 тысяч пучков электронов за один раз. Каждый из этих пучков, попадая в ондулятор, вырабатывает один рентгеновский импульс. Основным достоинством такого способа являются абсолютно идентичные параметры всех вырабатываемых импульсов, что обеспечивает идеальные условия для проведения измерений и экспериментов, чем любой другой из существующих рентгеновских лазеров. Идентичность вырабатываемых лазером EuXFEL импульсов позволяет ученым создавать "молекулярные и атомарные фильмы", позволяющие увидеть поведение атомов и молекул во время быстротечных химических реакций. Также, подобная съемка позволяет увидеть изменения в

структуре материалов во время воздействия на них механических усилий, тепла, электромагнитного излучения или света.

По материалам: <https://spectrum.ieee.org/biomedical/imaging/europes-shiny-new-xray-laser-starts-showing-its-worth>

Научные исследователи создали литий-металлические батареи пригодные для электромобилей

Улучшение всех аспектов работы литий-металлических батарей сулят результаты исследования инженеров Пенсильванского университета (Penn State), опубликованные 12 ноября журналом Nature Energy. При финансовой поддержке Министерства энергетики США университетскими исследователями создана трёхмерная «губка» из сетчатого (cross-linked) полимера, которая крепится на металлическое покрытие анода батареи.



Литий-металлическая батарея

По заявлению авторов, этот материал действует как пористая губка и не только улучшает ионный обмен, но и препятствует формированию на металлической поверхности электрода дендритов — даже при низких температурах и при быстрой зарядке.

Игольчатые дендритные структуры являются фундаментальной проблемой литий-металлических батарей, их рост ведёт к ухудшению циклической

стабильности и несёт угрозу короткого замыкания с возможным возгоранием или взрывом.

Исследователи из Penn State уверены, что их изобретение позволит не только сделать литий-металлические батареи более безопасными, но и удвоит время их работы. Для электромобилей это может означать дополнительные сотни километров пробега между зарядками.

По материалам: <https://www.nature.com/articles/s41560-018-0276-z>

Список источников

Создан самый маленький оптический гироскоп, использующий "вращающийся" свет

<https://www.rdmag.com/news/2018/10/spinning-light-worlds-smallest-optical-gyroscope>

Инженерами представлен крупнейший в мире принтер для 3D-печати металлом

<https://www.sbs.com.au/news/aircraft-wings-and-submarines-world-s-largest-3d-printer-launched-in-melbourne>

Учёные из Китая усовершенствовали термоядерный реактор и разогрели плазму до 100 млн °C

http://english.cas.cn/newsroom/news/201811/t20181113_201191.shtml

Рентгеновский лазер EuXFEL приближается к точке выхода на полную мощность

<https://spectrum.ieee.org/biomedical/imaging/europes-shiny-new-xray-laser-starts-showing-its-worth>

Научные исследователи создали литий-металлические батареи пригодные для электромобилей

<https://www.nature.com/articles/s41560-018-0276-z>

Над выпуском работали:

студенты группы бБИСТ-21

Ответственные за выпуск:

Воловикова А.А., Легкова С.Р.

Куратор проекта:

ассистент. каф. ФМБИ Маркелова О.А.