

# Миллиард для человечества

Когда учёные заглядывают далеко вперёд, это хорошо.

Так считает заместитель директора Объединённого института высоких температур, один из руководителей мегапроекта «Фундаментальные основы энергетики будущего», академик РАН Олег ПЕТРОВ

Беседовал  
Валерий  
ЧУМАКОВ,  
Москва

— Олег Фёдорович, думаю, получить грант на такой солидный проект было не просто...

— Разумеется. Сейчас он является для нашего института одним из системообразующих проектов. Грант был нами выигран в 2014 году. На конкурс подавалось 150 заявок, из них Российским научным фондом было отобрано 16. Среди них оказался проект, представленный нашим институтом. В настоящее время в проекте участвуют 245 сотрудников института.

— Сразу напрашивается вопрос: велика ли сумма финансирования?

— Общая — почти миллиард рублей. В 2015 году — 300 млн рублей в год, в 2016–2017-м — по 150 млн в год, ещё 150 млн должны выделить в 2018-м. Плюс софинансирование со стороны ФАНО и самого института — около 200 млн в общей сложности. Так что проект обеспечил нас очень приличным финансированием.

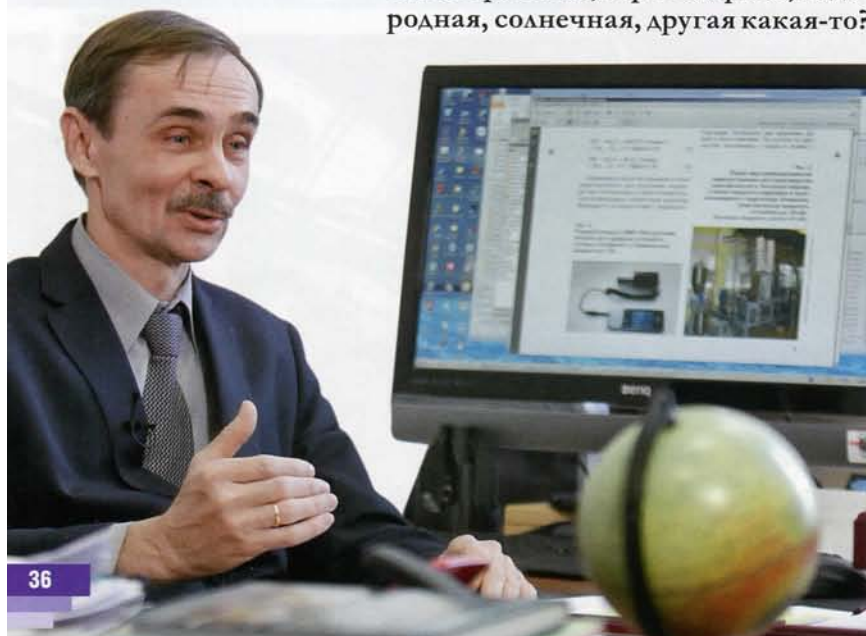
## Практическая теоретика

— Понятно, что «фундаментальные основы» — это что-то теоретическое. Но это всё-таки теория, направленная на какие-то конкретные объекты. Что вы рассматривали под этой «энергетикой будущего»? Атомная энергетика, термоядерная, водородная, солнечная, другая какая-то?

— Ответ на этот вопрос дать не так просто. Я окончил Московский физтех, у меня в дипломе написано, как у нас шутили, «инженер минус физик». И ответ на ваш вопрос я попытаюсь дать не как футуролог или предсказатель, а как инженер-физик. В нашем институте исторически уже разрабатывались подходы, связанные с энергетикой. И многие из разработок последних десятилетий вошли в этот проект. Исследования велись по нескольким направлениям. Одно из них называлось «Новые энергетические технологии с использованием альтернативных источников и накопителей энергии». Энергоносители можно разделить на первичные и вторичные. Первичные — это газ, нефть. А вторичным носителем может быть, например, водород.

— Почему вторичным? Он хуже нефти и газа?

— Дело не в том, хуже он или лучше, а в том, что его надо произвести, выделить. Водород можно получить в результате некоторых электрохимических процессов, например в течение суточного цикла, когда на электростанциях есть избытки энергии. Производя водород, мы эту энергию аккумулируем. Но дальше возникает сложность, связанная с опасным характером водорода и с его низкой плотностью. Необходимо создавать безопасные установки для хранения, транспортировки и использования. Здесь возникает целый комплекс проблем. Отчасти их можно решить с использованием алюминия. Как и водород, алюминий может быть использован в качестве вторичного энергоносителя либо непосредственно для производства электроэнергии с помощью воздушно-алюминиевых электрохимических генераторов, либо в качестве промежуточного энергоносителя для производства водорода на месте потребления. Нами была разработана и испытана оригинальная конструкция батареи воздушно-алюминиевых элементов. Её можно использовать в





электромобиле в качестве резервной, для подзарядки основных аккумуляторов в пути.

Едет машина на стандартных аккумуляторах, заряд кончился, а до розетки ещё километров несколько, активировал наш элемент, и проблема решена. Но подчёркиваю, в этом случае мы имеем дело не с первичным источником энергии, а именно с её аккумулятором.

### Непыльная работа

– Но водородное топливо – дело не самого далёкого будущего.

– Есть в рамках проекта и задачи, нацеленные и на более отдалённые перспективы. Связанные, например, с эксплуатацией термоядерных реакторов.

– Вы говорите про французский ИТЭР?

– Только не французский, а международный, эта аббревиатура расшифровывается как интернациональный термоядерный экспериментальный реактор. У России там доля такая же, как и у других стран. Кроме того, ИТЭР – это, в сущности, большой токамак – тороидальная камера с магнитными катушками, созданная в середине прошлого века академиками Андреем Сахаровым и Игорем Таммом. И совет по ИТЭР возглавляет академик РАН Евгений Велихов. У нас в институте решается задача, связанная с воздействием плазмы на стенку реактора, в результате чего происходит её эрозия и в плазму выбрасываются заряженные частички пыли. Такие «пылинки» резко ухудшают свойства плазмы и создают проблемы для функционирования аппарата.

– Много ли проблем могут создать пылинки?

– В процессе эксплуатации такой пыли набираются килограммы. Однако в нашем институте работы в области пылевой плазмы ведутся уже довольно давно, и накопленный опыт здесь оказывается востребован.

### Коротко, но мощно

– Кроме того, в рамках мегагранта есть ещё связанное с лазерами направление – изучение воздействия на вещества фемтосекундных импульсов. То есть импульсов длиной одна квадриллионная секунды. Одна из важных для энергетики задач – проблема устойчивости материала к различным нагрузкам. В случае ИТЭРа магнитным полем плазму можно удерживать, но всё равно у установки есть, например, стенки,

которые нагреваются до высоких температур. В ядерных реакторах высокотемпературные газовые потоки также воздействуют на стенки. Возможны и экстремальные ситуации.

– Взрыв?

– В том числе и взрыв. В этих случаях важно знать, каковы возможности материалов, как они на этот взрыв реагируют. Фемтосекундные лазеры здесь оказались удивительно востребованными. Они за счёт коротких импульсов могут создавать интенсивную ударную волну, и вы получаете возможность изучить различные материалы, их прочностные характеристики.

Удельная энергоёмкость созданной алюмоводородной батареи в 3 раза больше энергоёмкости литийионных аккумуляторов

– То есть получается очень мощный, но очень короткий, а потому безопасный фемтосекундный взрыв?

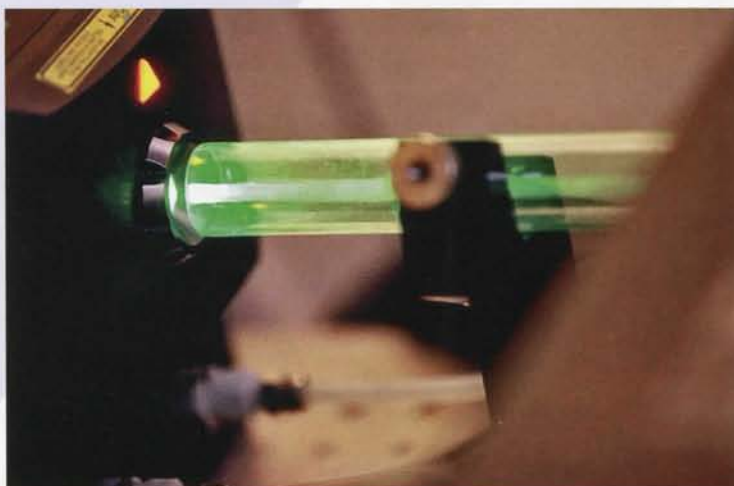
– Скорее пикосекундный, на порядки более длительный, на уровне триллионных долей секунды. Такие задачи у нас решаются. Вообще, эксперименты с фемтосекундным лазером ориентированы на задачи в области физики высокой плотности энергии, а это неотъемлемая часть энергетики будущего.

### Из лаборатории – на Марс

– Я читал, что у вас проводятся эксперименты с антивеществом.

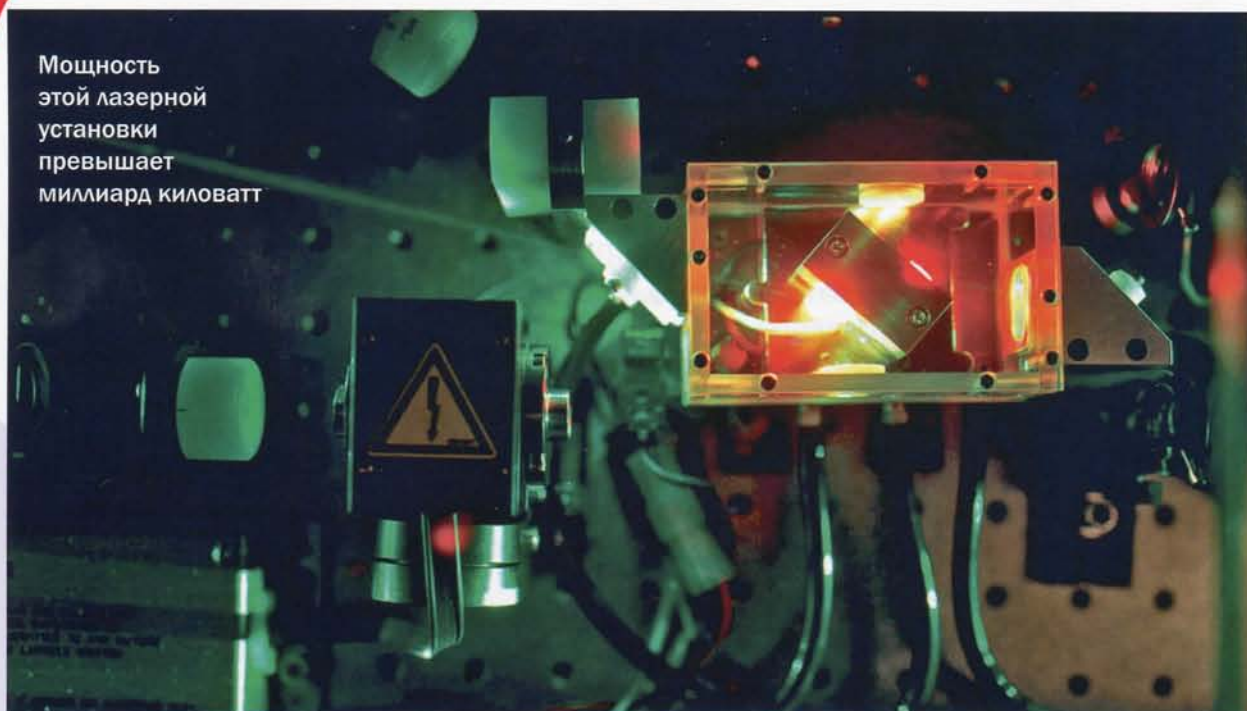
– Краткий ответ такой: с антивеществом не проводятся. Антиводород, безусловно, является уникальным топливом для энергетических установок будущего. В том числе для ракетных двигателей будущего. Современные ра-

Без мощных лазеров энергетику будущего представить просто невозможно





Мощность  
этой лазерной  
установки  
превышает  
миллиард киловатт



кеты работают на твёрдом или жидком топливе, при этом в них две трети массы составляет топливо. При аннигиляции вещества и антивещества вся масса этих объектов переходит в энергию. Нескольких миллиграммов антивещества достаточно, для того чтобы долететь до Марса. К сожалению, на данный момент в лаборатории можно получить всего несколько атомов антиводорода. Но одна из наших групп сформулировала предложения по модернизации существующих установок для получения большого количества антивещества. Оказалось, что основным препятствием

– Да, но речь идёт о температуре атомов. Если вы окунёте палец в жидкий гелий, вы это почувствуете и даже можете получить ожог. А почувствовать температуру десять в минус шестой Кельвина вы не сможете, потому что количество атомов там пренебрежимо ничтожно. Отдельные атомы и молекулы мы не чувствуем.

**– Но как можно достичь таких температур?**

– Лазерным охлаждением. Установка представляет собой ловушку, в которой атомы определённым образом тормозятся.

– Тормозятся – значит охлаждаются. Но интересно: уже не в первый раз мы заговорили об охлаждении и о сверхнизкой температуре. И где? В Институте высоких температур! Как у Ленина: «Пойдешь налево – придёшь направо», пойдёшь к высоким температурам – придёшь к низким.

– На это есть старая шутка. Ещё в советское время название нашего института ИВТ сотрудники часто расшифровывали как «Институт всяких температур». У нас здесь действительно был сильный криогенный отдел. Но лазерное охлаждение – вопрос отдельный. Члены группы, которые им занимаются, изучая ультрахолодные высоковозбуждённые атомы лития-7, дают хороший вклад в понимание того, как можно в будущем накапливать и использовать атомы антиводорода.

**– Литий и антиводород – где связь?**

– По некоторым характеристикам они очень похожи. Литий в таблице

Антиводород, безусловно, является уникальным топливом для энергетических установок будущего. В том числе для ракетных двигателей

для захвата антиатомов является сильное магнитное поле в ловушке. Кроме того, у нас есть лаборатория, в которой реализовано ультраохлаждение атомов.

**– Ультраохлаждение – это как, до абсолютного нуля?**

– По шкале Кельвина комнатная температура – это примерно 300 градусов, жидкого азота – 77, жидкого гелия – 4 градуса. А наши исследователи достигают температуры в миллионные доли градуса Кельвина.

**– В 4 млн раз холоднее жидкого гелия, самого холодного из материалов?**

Менделеева — один из самых близких к водороду, а значит, и к антиводороду элементов. Такие эксперименты также позволят модернизировать существующие установки для захвата большого количества атомов антиводорода. В отдалённой перспективе полученный антиводород может быть использован в качестве топлива для фотонных двигателей.

**— На сегодняшний день всё это выглядит достаточно фантастично.**

— Хорошо, что есть люди, которые над этим работают, и работают увлечённо, с полной самоотдачей. Когда учёные заглядывают так далеко вперёд, это хороший показатель.

**— А связи с белорусскими учёными вы поддерживаете?**

— Если коротко, да, такие связи есть. У нас налажены хорошие связи с Институтом тепло- и массообмена имени Лыкова, с Институтом физики НАНБ. Это многолетние связи, все в области физики низкотемпературной и пылевой плазмы. В Беларуси всегда существовала очень хорошая школа физики низкотемпературной плазмы.

Кроме того, мы параллельно работаем над установками по биологическому воздействию низкотемпературной плазмы на бактерии, семена растений. Воздействие плазмы на семена растений — это воздействие на оболочку, на поверхность. И при воздействии меняются свойства этой оболочки, что далее отражается уже на характере роста. Работы здесь ведутся в основном эмпи-

рическим, экспериментальным путём, потому что здесь создать модель довольно сложно.

**— Конечно. Биологический объект.**

— В плазменной медицине такие попытки моделирования делаются. Но всё оказывается не очень просто, потому что плазма, когда действует на биологический объект, она действует на клетку, погружённую в физиологический раствор, что несколько усложняет ситуацию. Тем не менее работы здесь ведутся довольно интенсивно.

Институт тепло- и массообмена и Институт физики регулярно проводят в Минске уникальную на постсоветском пространстве конференцию по физике низкотемпературной плазмы и её приложениям. Наш институт является одним из её соорганизаторов.

К сожалению, у нас нет на сегодняшний день совместных проектов. Были проекты Российского фонда фундаментальных исследований, связанные с пылевой плазмой, но, к сожалению, они завершились. Была попытка организовать союзную программу, связанную с плазменной медициной. К сожалению, проект этот не прошёл. В сентябре, на конференции в Минске, о которой я упомянул, надеюсь, мы выработаем с нашими коллегами список перспективных совместных проектов.

Вообще, уровень белорусской науки очень высок. Конечно, я говорю о той области, которую хорошо знаю. У белорусов сильная школа, они смогли её сохранить и усилить.

Фото:  
**Николай  
ЗЕЛЁНЫЙ**