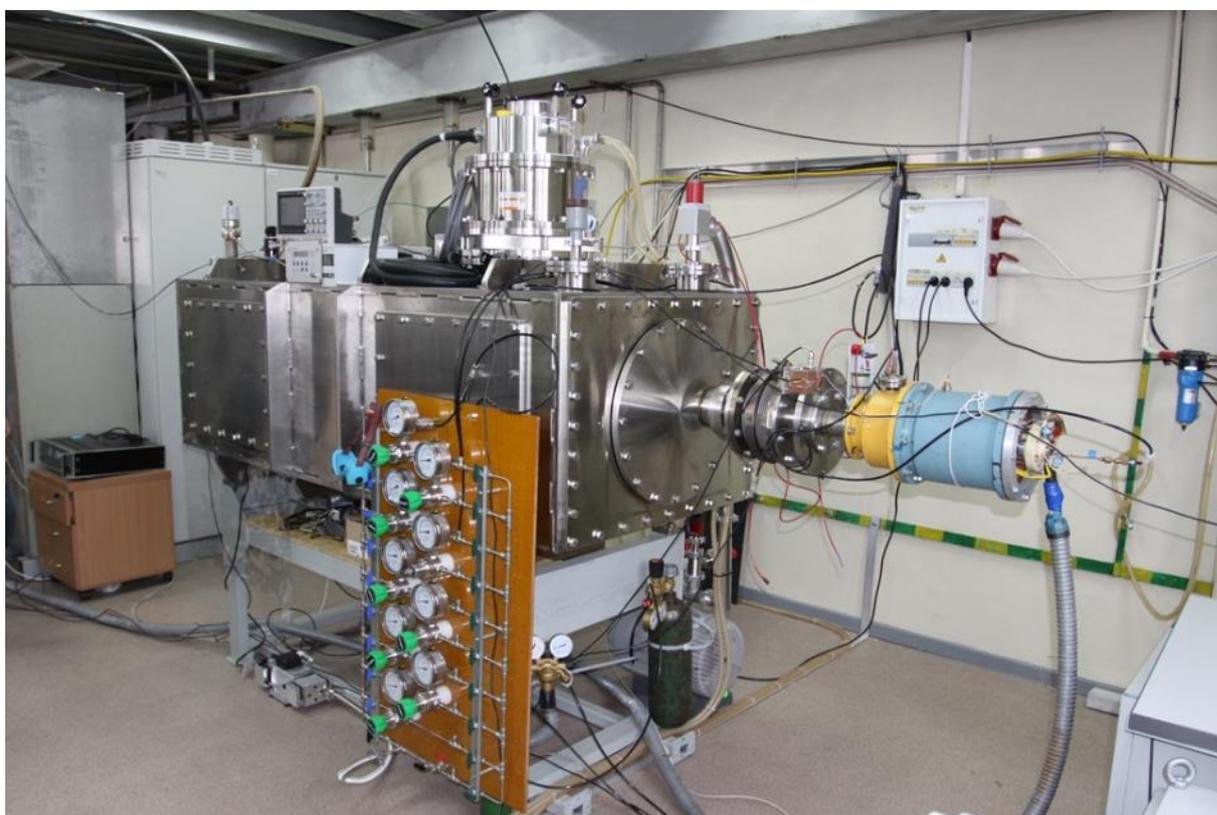


## Новосибирские физики поймали свет в ловушку

В термоядерном реакторе должно выделяться энергии больше, чем затрачивается на нагрев плазмы. Чтобы достигнуть этого, необходимо нагреть плазму до очень большой температуры. Один из основных способов нагрева – введение в плазму пучка нейтральных атомов водорода или дейтерия большой мощности. Для получения таких атомов нужно ускорить отрицательные ионы водорода или дейтерия, а потом нейтрализовать их, то есть оторвать лишний электрон от отрицательного иона. Ученые Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН (ИЯФ СО РАН) создали принципиально новую установку для нейтрализации частиц, – нерезонансную адиабатическую фотонную ловушку. С ее помощью можно существенно улучшить КПД инжектора пучка для нагрева плазмы.



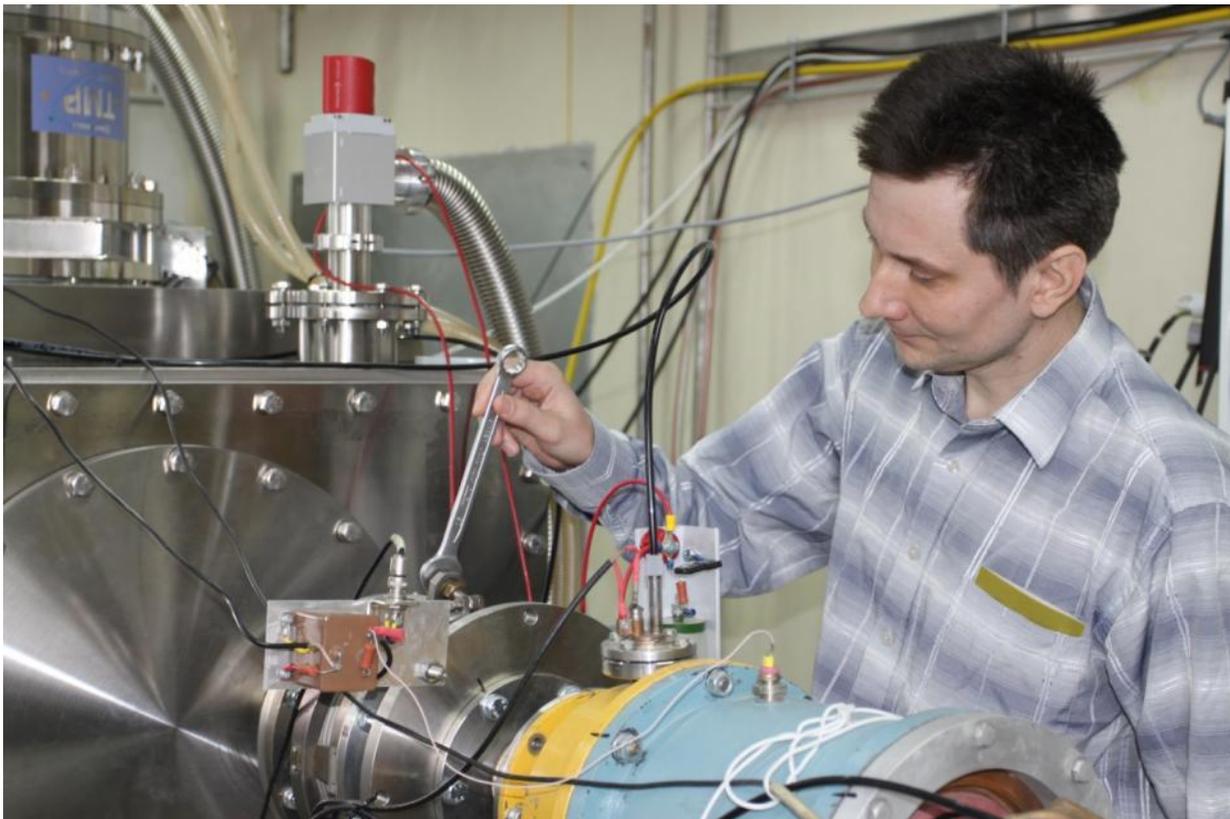
В экспериментах для нейтрализации отрицательных ионов используются, как правило, газовые мишени. Однако они позволяют достичь не более 60% при необходимой энергии частиц около 1 МэВ, что существенно ограничивает КПД таких инжекторов. Практически полной нейтрализации можно добиться при использовании фотонной мишени, в которой световое излучение обдирает лишние электроны с отрицательных ионов.

Нейтрализация с помощью резонансного накопления излучения, когда нейтрализатор является, по сути, частью лазерного резонатора, оказалась труднореализуемой задачей, поэтому ученые ИЯФ СО РАН предложили свою схему фотонной мишени – фотонную ловушку, идея которой родилась из аналогии с открытыми плазменными ловушками и простейшим бильярдом. Установка состоит из обычного волоконного лазера и системы вогнутых зеркал, расположенных друг напротив друга. Попадая в это «зазеркалье», фотоны отражаются от стенок, как мячик. Они не могут выйти из ловушки и живут в ней

до тех пор, пока не поглотятся в зеркалах или потеряются из ловушки. При этом удается обойти проблемы, свойственные резонансным схемам накопления излучения.

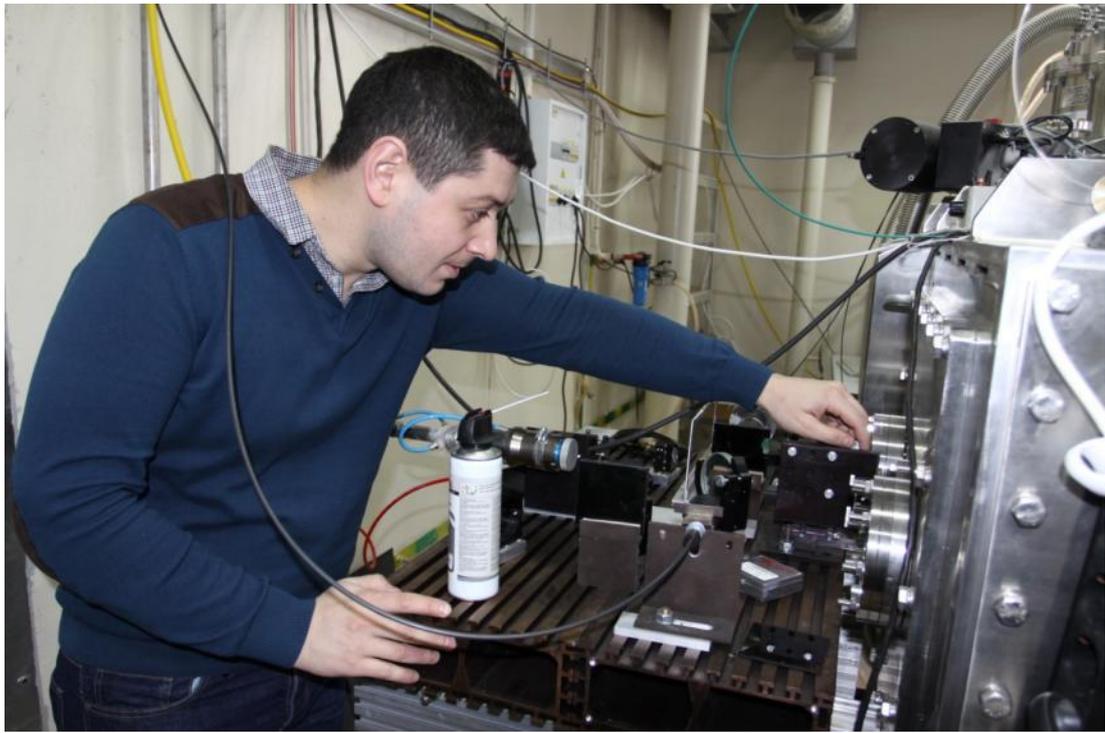
Ученые [ИЯФ СО РАН](#) разработали и создали такую нерезонансную адиабатическую фотонную ловушку, ее длина – 25 см, ширина – 5 см и высота 3 см. Зеркала были изготовлены в [Институте лазерной физики СО РАН](#) с участием исследователей [Института автоматизации и электрометрии СО РАН](#) и ИЯФ СО РАН. Для проверки идеи через ловушку с накопленными фотонами пропускался пучок отрицательных ионов водорода с энергией 10 килоэлектронвольт.

«В ходе экспериментов мы убедились, что принцип адиабатического удержания фотонов работает, измерили порог разрушения зеркал и время жизни фотона внутри ловушки. Фотон движется внутри ловушки со скоростью света. Если бы он проходил ее насквозь, то время его жизни там составило бы около 0,1 наносекунды. Но за счет хорошего удержания внутри системы фотоны находятся там почти в 1000 раз дольше – 100 наносекунд. Это и есть показатель того, что принцип адиабатического удержания работает. Ученые ИЯФ СО РАН первые предложили эту идею и проверили ее в эксперименте. Хотя работа стимулирована задачами, связанными с термоядерной энергетикой, такие накопители имеют огромные перспективы для практического применения и в других областях, например, фотохимии, спектроскопии, лазерном разделении изотопов», – рассказывает кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН, автор идеи и руководитель работ Сергей Сергеевич Попов.



**Сергей Попов и фотонная ловушка. Фото - Наталья Купина.**

В начале февраля исследовательская группа Сергея Попова получила рекорд по эффективности нейтрализации пучка – 98 %. Они превзошли предел, который достижим на других типах нейтрализаторов.



Старший лаборант, аспирант ИЯФ СО РАН Магомедризы Атлуханов. Фото - Наталья Купина.

В международном исследовательском термоядерном реакторе ИТЭР, который сооружается во Франции, будут использоваться пучки атомов с энергией 1 мегаэлектронвольт. «При таких энергиях газовая мишень может обеспечить степень нейтрализации не более 60 %, а предложенная в ИЯФ СО РАН фотонная ловушка – практически до 100%. Это существенно отразится на экономической эффективности будущей термоядерной электростанции», – комментирует участник эксперимента, аспирант ИЯФ СО РАН Магомедризы Гаджимурадович Атлуханов.

Размеры полномасштабной фотонной ловушки, которая может использоваться в инжекторе пучка реактора, должны быть гораздо больше созданной модели. Чтобы перенести систему на такие масштабы, нужно убедиться, что при взаимодействии мишени с мощным пучком она не будет разрушаться. На небольших установках предстоит проверить, насколько эта система надежна, и как долго она сможет работать. Стоимость фотонной мишени для реакторного пучка будет очень высокой, но она окупится в долгосрочной перспективе, потому что существенно увеличит эффективность нагрева плазмы.

#### **Источники:**

[Ученые ИЯФ СО РАН создали ловушку для света](#) – Научная Россия (scientificrussia.ru), Москва, 24 февраля 2016.

[Ученые ИЯФ СО РАН создали ловушку для света](#) – Пресс-релиз ИЯФ СО РАН (press.inp.nsk.su), Новосибирск, 24 февраля 2016.

[Ученые ИЯФ СО РАН создали ловушку для света](#) – PopNano.RU, Москва, 24 февраля 2016.

[Новосибирские физики поймали свет в ловушку](#) – Gorodskoyportal.ru/novosibirsk, Новосибирск, 25 февраля 2016.

[Новосибирские физики поймали свет в ловушку](#) – Сибкрай.ru (sibkrai.ru), Новосибирск, 25 февраля 2016.

[Новосибирские физики поймали свет в ловушку](#) – ИА МАНГАЗЕЯ (mngz.ru), Нижневартовск, 25 февраля 2016.

[Российские ученые создали ловушку для света](#) – Kt.ru, Москва, 25 февраля 2016.

[Фотонная ловушка для термояда](#) – Наука и жизнь (nkj.ru), Москва, 29 февраля 2016.

[Российские ученые создали ловушку для света](#) – Роснаука (rosnauka.ru), Москва, 26 февраля 2016.

[Фотонная ловушка для термояда](#) – Nauka.kz, Алматы, 1 марта 2016.