

# История и перспективы магнитного термояда. Малоизвестные факты и альтернативные подходы

**Озол Дмитрий Игоревич**  
(кафедра системного анализа экономики)

**"Всё началось с солдата"**. Письмо сержанта Лаврентьева и идеи Сахарова по магнитной термоизоляции. Пионерская работа Тамма и Сахарова (1950), рождение концепции токамака. "Токамак" (ТОроидальная КАмера с МАГнитным полем) - один из немногих терминов русского происхождения, вошедший в мировую практику.

Как авантюра президента Перона помогла Курчатову.

Суть идеи магнитной термоизоляции и магнитного удержания; подавление диффузии магнитным полем, замена длины свободного пробега на ларморовский радиус. Но диффузия подавляется лишь поперёк поля, значит, надо его закольцевать. Однако и этого еще недостаточно.

Ключевые понятия термоядерного синтеза: сечения реакций (свёрнутые по распределению Максвелла), критерий Лоусона, параметры beta и Q.

Успехи ядерной энергетики и термоядерного бомбостроения. Оптимизм и обещания изобилия "энергии из воды". Всё хорошо, но начинаются первые сложности.

Проблема термоядерного синтеза - не "ядерная" проблема; все камни преткновения - в движении частиц в полях, магнитной гидродинамике и т.д. Понятие о неустойчивостях.

Ранние годы, зоопарк плазменных установок.

Первый адиабатический инвариант и понятие о конусе потерь (возможно небольшое отступление о радиационных поясах земли и/или плазменном ракетном двигателе VASIMR) Удержание плазмы в открытой ловушке Будкера(СССР)-Поста(США).

Стелларатор Спитцера и о двух разных способах снятия вырождения по полю - токамачном и стеллараторном.

Конференция в Харуэлле 1958 и "рассекречивание" термоядерных исследований.

1969, триумф токамаков: на токамаке Т-3 (СССР) впервые получена плазма температурой в миллион градусов (1 кэВ). Мир долго не верит, но в конечном итоге токамаки становятся лидером. В США закрывается стеллараторная программа.

**"Всё могло бы быть иначе":**

1976: изобретение амбиполярного удержания (СССР - Димов, США - Фаулер и Логан). Различные модификации открытых ловушек. Появление в 70-х новых эффективных методов нагрева плазмы (инжекторы быстрых нейтралов, мощные гиротроны).

Новые экзотические идеи - центробежное запирание, газодинамическая ловушка (ГДЛ, Новосибирск), левитирующий магнитный диполь ("снежок в термоядерном аду"), КРЭЛ (Криволинейный Равновесный Элемент) академика Шафранова и ловушка "Дракон".

"Переоткрытый" гелий-3 и надежды на термоядерную энергию без радиации. Полуфантастические проекты освоения Луны для нужд земной энергетики (Джеральд Кульчински, Игорь Головин).

Программа ИТЭР, её рождение, трудное становление и сегодняшнее состояние. Формула ценой 10 миллиардов долларов.

Почему термояд всё еще за горами? Немного о презренном металле.

"Каменный век кончился не потому, что кончился камень". Нефть и будущее энергетики.

Каким будет промышленный реактор конца XXI века?

*Совсем немного формул, немного графиков, и много красивых картинок.*

