

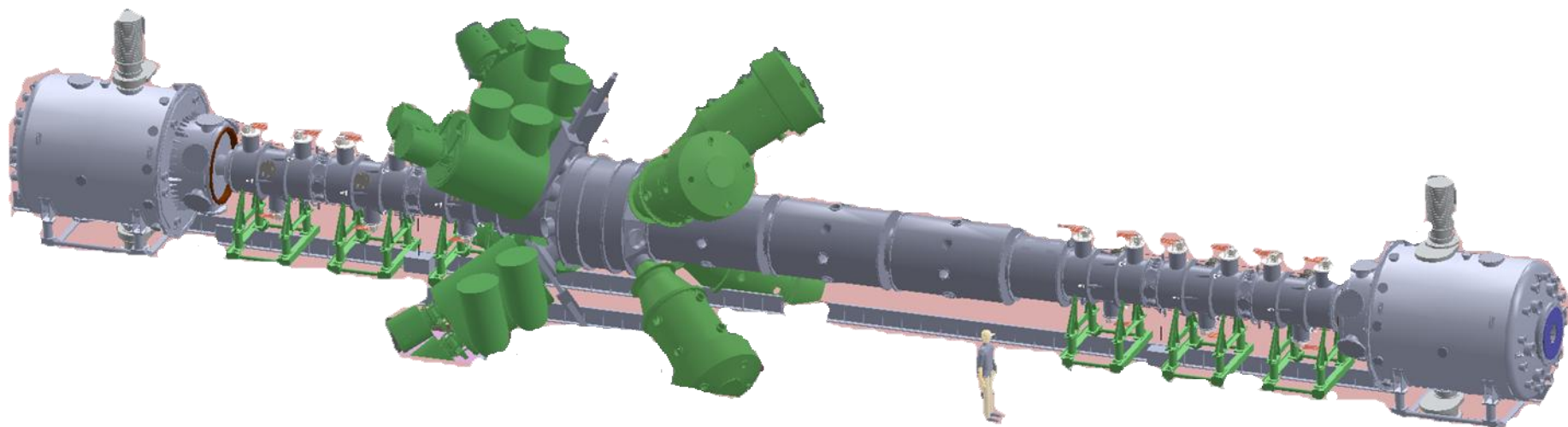
Инфраструктурный комплекс разработки новых технологий удержания термоядерной плазмы – ГДМЛ

Цели проекта ГДМЛ

Основной целью ГДМЛ является проведение исследований и разработок, направленных на создание энергетического термоядерного реактора для работы на **бестритиевых и безнейтронных топливах** на основе линейной плазменной ловушки.

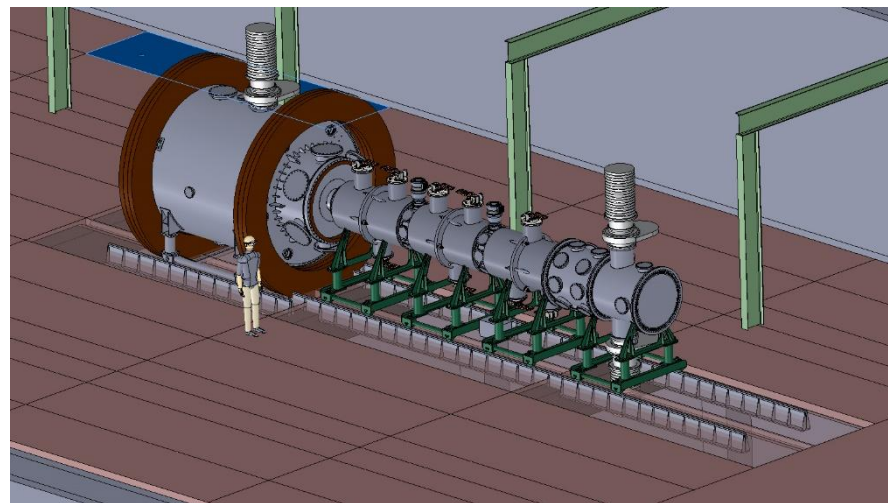
- Разработка новых технологий удержания плазмы:
 - многопробочное удержание
 - винтовое удержание
 - **диамагнитное удержание**
 - конфигурации с обращённым полем
- Установка как прототип технологического источника термоядерных нейтронов
- Стенд для ресурсных испытаний атомарных инжекторов
- Симулятор дивертора токамака (взаимодействие плазмы с поверхностью)

Газодинамическая многопробочная ловушка (ГДМЛ) – основной элемент инфраструктурного комплекса



Главные параметры

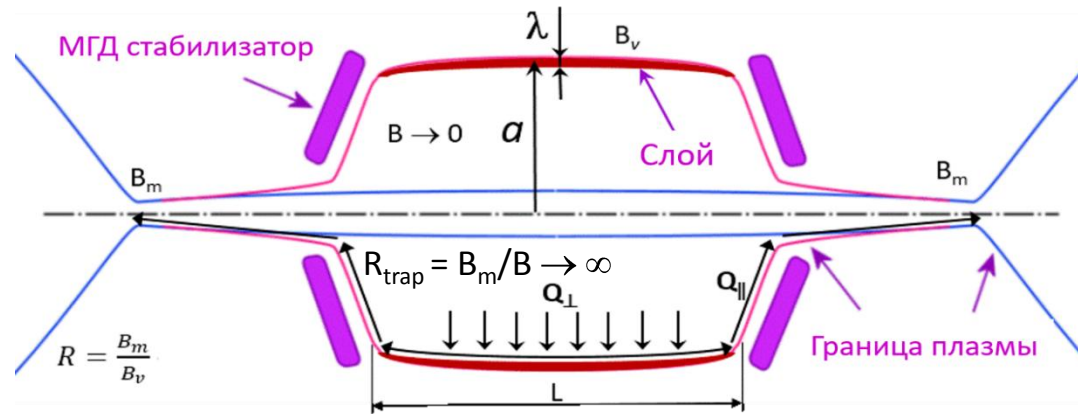
Длина	30 м
Магнитное поле (на основе сверхпроводников): в центре ловушки в пробках	3 Тл 10 Тл
Атомарная инжекция: мощность энергия частиц длительность	10 МВт 40 кэВ 2 с
Эффективный коэффициент усиления мощности для реакции DT	$Q \sim 1$



3D модель концевой многопробочной
секции ГДМЛ на основе
сверхпроводящих магнитов

Диамангнитное удержание – новая многообещающая идея, которую планируется реализовать в рамках проекта

A. Beklemishev, Phys. Plasmas 23, 082506 (2016)



Идея – формирование и поддержание равновесной плазменной конфигурации с улучшенным удержанием вблизи предела по относительному давлению плазмы, $\beta \approx 1^*$.

- Необходимо квазиоднородное магнитное поле в центральной области ловушки;
- Необходимы специальные технологии нагрева, питания и стабилизации плазмы;
- Скейлинг времени удержания плазмы в целевом режиме определяется поверхностным слоем и имеет вид $\sqrt{\quad}$, что очень благоприятно для открытых ловушек;
- При успешной реализации режима и таком скейлинге становится возможным достижение даже крайне амбициозных целей, таких как **горение дейтериевой плазмы и безнейтронные реакции** ($p^{-11} B$).

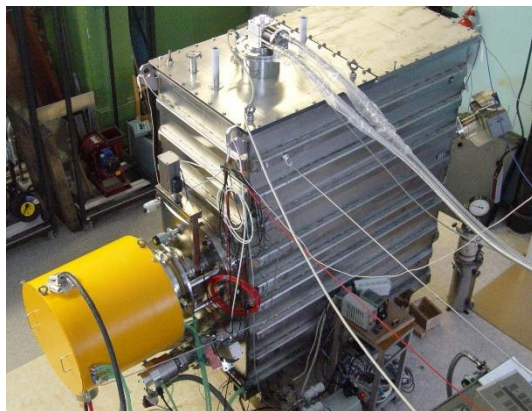
*

— — — — —
- отношение давления плазмы к эффективному давлению магнитного поля, при $\beta = 1$ поле оказывается полностью вытесненным из объема плазмы и классические продольные потери стремятся к нулю

Задел по проекту

выполнен на УНУ «Комплекс ДОЛ», который входит в национальный перечень объектов исследовательской инфраструктуры РФ на сайте skr-rf.

Стенды для отработки и испытаний атомарных инжекторов



Разработан инжекторный модуль с мощностью атомарного пучка 2,5 МВт, энергией частиц 40 кэВ и длительностью работы более 1 с.

Установка ГДЛ (газодинамическая ловушка)



- Устойчивое удержание плазмы с высоким β достигнуто в ловушке с осесимметричной конфигурацией;
- Подавлены кинетические неустойчивости;
- Достигнуто значение электронной температуры в 1 кэВ.

Установка ГОЛ-3



Продемонстрирована высокая эффективность многопробочного удержания. Получены рекордные для открытых ловушек параметры: $T_e \approx 5$ кэВ, $T_i \approx 2$ кэВ при плотности плазмы 10^{21} м^{-3} и энергетическом времени жизни до 1 мс.